



Uniwersytet Rzeszowski
Kolegium Nauk Społecznych
Instytut Pedagogiki

Dyscyplina: Pedagogika

Dziedzina: Nauki społeczne

Praca doktorska

mgr inż. Beata Semków-Nęcza

Temat:

**Rozumienie zagadnień fizycznych przez uczniów szkoły podstawowej
a wykorzystanie narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych**

Promotor: **dr hab. prof. UR Wojciech Walat**

Promotor pomocniczy: **dr inż. Krystian Tuczyński**

Rzeszów 2024

Spis treści

Wstęp	9
Część I. Teoretyczne założenia badań własnych dotyczących rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów szkoły podstawowej w kształceniu wspieranym przez technologie informacyjno-komunikacyjne (TIK)	15
1. Dydaktyka fizyki jako subdyscyplina dydaktyki ogólnej ukierunkowana na wykorzystanie narzędzi TIK	17
1.1. Rozwój dydaktyki ukierunkowany na wykorzystanie nowoczesnych technologii	17
1.2. Fizyka jako przedmiot nauczany w szkole	21
1.3. Cele nauczania fizyki.....	30
1.4. Zasady nauczania fizyki	33
1.5. Metody nauczania fizyki	37
1.6. Środki dydaktyczne stosowane w nauczaniu fizyki.....	42
1.7. Wnioski do badań własnych	51
2. Rozumienie zagadnień fizycznych	52
2.1. Rozumienie zagadnień fizycznych w ujęciu szkolnym	52
2.2. Eksplikacja pojęcia „rozumienie”	54
2.3. Model rozumienia fizyki zastosowany w badaniach własnych	59
2.3.1. Poziomy rozumienia pojęć.....	59
2.3.2. Wybrane zagadnienia fizyczne w odniesieniu do poziomu rozumienia	65
2.3.3. Czynności dydaktyczne prowadzące do rozumienia na danym poziomie ...	67
2.4. Psychologiczne podstawy procesu nauczania-uczenia się.....	69
2.4.1. Koncepcje pedagogiczne a wykorzystanie narzędzi TIK	69
2.4.2. Psychologiczne prawidłowości nauczania-uczenia się fizyki.....	77
2.5. Wnioski do badań własnych	81
3. Zastosowanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w nauczaniu-uczeniu się fizyki	83

3.1.	Zarys problematyki wdrożenia nowoczesnych technologii do procesu nauczania-uczenia się.....	83
3.2.	Rozwój kompetencji cyfrowych nauczycieli i uczniów w polskiej szkole oraz rola nauczyciela w nowoczesnej szkole.....	87
3.3.	Przykładowe zastosowanie narzędzi TIK w procesie nauczania-uczenia się fizyki oraz przegląd dotychczasowych badań.....	91
3.3.1.	Model SAMR.....	92
3.3.2.	Wirtualne tablice	94
3.3.3.	Podstawowe narzędzia <i>Microsoft Office</i>	94
3.3.4.	Platformy edukacyjne oraz inne narzędzia do porządkowania materiałów edukacyjnych on-line.....	95
3.3.5.	Symulacje doświadczeń, animacje oraz filmy tematyczne.....	96
3.3.6.	Narzędzia do tworzenia testów on-line, sprawdzania wiedzy uczniów, wspierające interakcję.....	100
3.3.7.	Kreatywne narzędzia TIK stosowane podczas lekcji.....	102
3.3.8.	Przykłady zastosowania smartfona podczas lekcji	104
3.4.	Zasadność wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych podczas lekcji	107
3.5.	Wnioski do badań własnych.....	109
4.	Opis autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej.....	111
4.1.	Ogólna charakterystyka autorskiego programu nauczania.....	111
4.2.	Optymalizacja autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej na podstawie opinii sędziów kompetentnych	112
4.2.1.	Charakterystyka grupy sędziów kompetentnych	113
4.2.2.	Styl nauczania preferowany przez sędziów kompetentnych	113
4.2.3.	Ogólna ocena autorskiego programu nauczania, uwzględniająca opinie o programie, realizację celów ogólnych i szczegółowych, kształcenie kompetencji kluczowych.....	117

Część II. Metodologia badań własnych dotyczących rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów szkoły podstawowej w kształceniu wspieranym przez technologie informacyjno-komunikacyjne (TIK).....	129
1. Przedmiot i cel badań	131
2. Problemy badawcze	133
3. Hipotezy badawcze.....	134
4. Zmienne i wskaźniki zmiennych badań.....	136
5. Metody, techniki i narzędzia badawcze.....	139
5.1. Kwestionariusz ankiety oceny autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej	142
5.2. Test rozumienia zagadnień fizycznych	143
5.3. Arkusz obserwacji pracy ucznia	144
6. Opis metod statystycznych wykorzystanych w badaniach własnych.....	145
7. Charakterystyka terenu badań i grupy badawczej	146
Część III. Analiza wyników badań własnych dotyczących rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów szkoły podstawowej w kształceniu wspieranym przez technologie informacyjno-komunikacyjne (TIK)	151
1. Analiza wyników badań różnic występujących w definicyjnym rozumieniu zagadnień fizycznych przez uczniów, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym	153
1.1. Analiza wyników badań różnic występujących w definicyjnym rozumieniu zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym	153
1.2. Analiza wyników badań różnic występujących w definicyjnym rozumieniu zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym	165
1.3. Podsumowanie wyników badań definicyjnego rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów, oparte na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.....	178

2. Analiza wyników badań różnic występujących w rozumieniu zagadnień fizycznych na poziomie lokalnej komplikacji przez uczniów, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym	182
2.1. Analiza wyników badań różnic występujących w rozumieniu zagadnień fizycznych na poziomie lokalnej komplikacji przez uczniów klas 7 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.....	182
2.2. Analiza wyników badań różnic występujących w rozumieniu zagadnień fizycznych na poziomie lokalnej komplikacji przez uczniów klas 8 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.....	195
2.3. Podsumowanie wyników badań rozumienia na poziomie lokalnej komplikacji zagadnień fizycznych przez uczniów, oparte na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym	208
3. Analiza wyników badań różnic występujących w rozumieniu na poziomie uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym	212
3.1. Analiza wyników badań różnic występujących w rozumieniu na poziomie uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.....	212
3.2. Analiza wyników badań różnic występujących w rozumieniu na poziomie uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.....	224
3.3. Podsumowanie wyników badań rozumienia na poziomie uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów, oparte na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym	236
4. Analiza wyników badań różnic występujących na poziomie rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych przez uczniów, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym	240
4.1. Analiza wyników badań różnic występujących na poziomie rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.....	240

4.2. Analiza wyników badań różnic występujących na poziomie rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.....	250
4.3. Podsumowanie wyników badań poziomu rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych przez uczniów, oparte na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym	261
5. Uogólnienie wyników badań	265
Zakończenie	277
Bibliografia	279
Netografia	292
Spis tabel	293
Spis wykresów	299
Aneks	303
1. Wzory narzędzi zastosowanych w badaniach własnych	305
2. Autorski program nauczania fizyki w szkole podstawowej wraz z opiniami weryfikującymi program.....	339
3. Wyniki badań własnych.....	427

Wstęp

Intensywny rozwój technologii informacyjnych jest jednym z ważniejszych czynników determinujących szybkość zmian oraz poziom rozwoju społeczeństwa, w szczególności w edukacji¹. Konieczne jest sprawne funkcjonowanie w cyfrowym świecie, przepełnionym innowacyjnymi technologiami. Wspomniane funkcjonowanie polega nie tylko na odtwierzaniu wiedzy, lecz na sprawnym operowaniu informacją².

Zmiany w edukacji są nieuniknione, gdyż niewątpliwie jednym z ważniejszych wyzwań współczesnej szkoły jest przygotowanie uczniów do życia w społeczeństwie informacyjnym³. Włączenie audiowizualnych czy multimedialnych środków dydaktycznych stało się konieczne z uwagi na zadania, jakie zostały postawione przed nowoczesną, starającą się iść z duchem czasu szkołą, przez postępujące społeczeństwo informacyjne⁴.

Współczesny świat naznaczony ciągłymi przeobrażeniami w wielu dziedzinach życia oraz postępujący rozwój technologii cyfrowej sprawił, że zmienili się uczniowie, których potrzeby edukacyjne różnią się zdecydowanie w porównaniu z wcześniejszymi pokoleniami. Współcześni uczniowie, nazwani pokoleniem Z, dojrzewają i stają się świadomi w świecie najnowszych technologii, nie potrafią bez nich funkcjonować⁵.

Naprzeciw nieustannym zmianom w społeczeństwie wychodzi nauczyciel, który dąży do przekazania swoim uczniom wiedzy z różnych dziedzin. Przed trudnym zadaniem zostali postawieni nauczyciele fizyki, gdyż ciągle przeobrażenia, cyfryzacja polskiej szkoły zostały skonfrontowane z procesem nauczania-uczenia się fizyki, czyli elementarnej i wszechobecnej nauki, która wyrosła na gruncie filozofii przyrody⁶.

Fizyka w opinii uczniów jest często przedmiotem najmniej przez nich lubianym⁷. Prawdopodobnie wynika to z faktu, iż jest nauką obfitą w teorie, prawa, zasady czy pojęcia.

¹ R. Pęczkowski *Media w szkole – i co dalej?*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2015, nr 3/13, s. 42.

² E. Baron-Polańczyk, *My i Oni: Uczniowie wobec nowych trendów ICT*, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2018, s. 6.

³ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej, Dz. U. 2017 poz. 356, s. 12-13.

⁴ W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie hipermediów*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, 2007, s. 20.

⁵ E. Baron-Polańczyk, *My i Oni...*, op. cit., s. 61.

⁶ R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *Feynmana wykłady z fizyki*, tom 1.1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001, s. 49.

⁷ M. Wąsowska, *Badania wśród uczniów Akademii Uczniowskiej*, prezentacja styczeń 2014, cyt. za: T. Greczyło, *Ewolucyjne zmiany w tempie rewolucji*, „Foton” 2016, zima 135, s. 21.

Trudności w nauczaniu-uczeniu się fizyki związane są z koniecznością zrozumienia przez uczniów złożonych zagadnień, syntezy różnych pojęć (nierzadko abstrakcyjnych), częstego nawiązywania do lekcji wcześniejszych. Niezbędne są również intuicja ucznia eksperymentatora oraz jego zdolności matematyczne⁸.

Wśród proponowanych rozwiązań przystosowania procesu nauczania-uczenia się fizyki do wymogów współczesności i odbioru świata przez dzisiejszych uczniów znajduje się włączenie narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK) do edukacji szkolnej. Obraz współczesnej szkoły z dużą dozą pewności wskazuje na istotne braki w tym zakresie, co dodatkowo ukierunkowuje na poszukiwanie innowacyjnych rozwiązań, które wdrożone podczas lekcji fizyki będą miały znaczenie dla jej lepszego rozumienia.

Analiza współczesnej literatury pozwala wyciągnąć wniosek, iż narzędzia TIK włączone do lekcji mają szereg zalet, wśród których z perspektywy nauczyciela fizyki warto wskazać m.in. wizualizację, symulację zjawisk fizycznych i procesów, co przekłada się na ich lepsze rozumienie, stymulowanie ucznia do myślenia twórczego⁹. Narzędzia TIK wdrożone do procesu dydaktycznego dostarczają nowoczesnych metod i środków dydaktycznych, umożliwiając zróżnicowane ujęcie przekazywanych treści nauczania¹⁰.

W niniejszej dysertacji podjęty został temat wykorzystania narzędzi TIK i ich znaczenia dla lepszego rozumienia zagadnień poruszanych podczas lekcji fizyki, co wyraźnie lokuje przeprowadzone badania w nurcie kognitywno-konstruktywistycznych teorii uczenia się. Wybór tematu pracy podyktowany był zainteresowaniami naukowymi autorki, wieloletnią obserwacją uczniów oraz postępujących zmian, a także podejściem uczniów do nauczanego przez autorkę przedmiotu szkolnego, czyli fizyki.

Struktura pracy podzielona została na trzy zasadnicze części, z których pierwsza dotyczy teoretycznych założeń badań rozumienia zagadnień fizycznych w edukacji szkolnej wspieranej przez technologie informacyjno-komunikacyjne. Druga zawiera założenia metodologiczne realizowanych badań własnych, będąc podstawą przedstawionej w ostatniej (trzeciej) części szczegółowej analizy wyników badań w zakresie rozumienia przez uczniów zagadnień fizycznych, dzięki wykorzystaniu narzędzi TIK podczas lekcji fizyki. Uzupełnienie struktury pracy stanowią: wstęp, zakończenie, bibliografia, netografia, spis

⁸ M. Baster-Grząślewicz, *Fizyka „na całe życie”*, „Fizyka w szkole” 2003, nr 3 maj-czerwiec, s. 140-141.

⁹ B. Siemieniecki, *Kognitywistyczne aspekty technologii edukacyjnej - kierunki badań* [w:] *Technologia informacyjna w polskiej edukacji*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2003, s. 9-10.

¹⁰ M.M. Sysło, *Technologia informacyjna w edukacji*, s. 7, https://www.academia.edu/6905757/TECHNOLOGIA_INFORMACYJNA_W_EDUKACJI1, (dostęp: 02.2023).

tabel, wykresów, a także dołączone aneksy, tj. wzory narzędzi badawczych, autorski program nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej, wymagania edukacyjne przedstawione w odniesieniu do poziomów rozumienia, przykładowe konspekty lekcji oraz zestawienie otrzymanych wyników badań własnych.

Podstawą teoretycznych rozważań jest zawarta w punkcie pierwszym charakterystyka dydaktyki fizyki, jako subdyscypliny dydaktyki ogólnej, ukierunkowana na wykorzystanie narzędzi TIK. W rozdziale tym skupiono się na przedstawieniu rozwoju poglądów na nauczanie, opisie fizyki jako przedmiotu nauczanego w szkole, z uwzględnieniem m.in. elementów, które powinny składać się na treści nauczania, oraz aktualnych tendencji w nauczaniu fizyki. Nawiązano również do celów i zasad nauczania fizyki, metod oraz środków dydaktycznych wykorzystywanych w procesie dydaktycznym, ze szczególnym uwzględnieniem kształcenia multimedialnego, funkcji i zalet włączenia narzędzi TIK do procesu kształcenia, co pozwoliło na sformułowanie wniosków na potrzeby badań własnych.

Drugi punkt teoretycznej części pracy dotyczy problemu rozumienia zagadnień poruszanych podczas lekcji fizyki. W punkcie tym zawarto szczegółową eksplikację pojęcia „rozumienie” w ujęciu m.in. fizyków i dydaktyków fizyki. Ponadto szczegółowo przedstawiono model rozumienia zagadnień fizycznych przyjęty w badaniach własnych. Rozważania teoretyczne uzupełniono o psychologiczne podstawy procesu nauczania-uczenia się, uwzględniające koncepcje pedagogiczne ukierunkowane na wykorzystanie narzędzi TIK oraz psychologiczne prawidłowości przyswajania wiedzy przez uczniów w nawiązaniu do etapów rozwoju myślenia formalnego opisanych przez J. Piageta. Ponownie we wnioskach zamieszczono konkluzję do badań własnych.

W trzecim punkcie niniejszej rozprawy skupiono się na problematyce wdrożenia nowoczesnych technologii do szkół, rozwoju kompetencji cyfrowych uczniów oraz nauczycieli. Rozdział ten zawiera również przegląd najpopularniejszych narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych wykorzystywanych podczas lekcji, ze szczególnym uwzględnieniem lekcji fizyki, oraz opis ich potencjalnych możliwości poprawy rozumienia wprowadzanych zagadnień fizycznych. Całość wieńczy podrozdział wskazujący na zasadność wykorzystania nowoczesnych technologii podczas lekcji. Przeprowadzony przegląd literatury pozwolił na sformułowanie wniosków do badań własnych.

Rozdział czwarty to opis autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej z uwzględnieniem zastosowania narzędzi TIK. W programie przedstawiono m.in. cele i treści nauczania, propozycje rozwiązań metodycznych oraz przewidywane osiągnięcia

uczniów z fizyki. W rozdziale tym zawarto również optymalizację autorskiego programu nauczania wynikającą z opinii sędziów kompetentnych, udzielonych w kwestionariuszu ankiety oceny autorskiego programu. Szczegółowa analiza odpowiedzi sędziów kompetentnych została opisana w charakteryzowanym rozdziale, zaś w aneksie zamieszczono dokładne ich odpowiedzi.

Druga część rozprawy zawiera omówienie podstaw metodologicznych w odniesieniu do badań własnych, obejmujących omawianą problematykę. Składa się z następujących podrozdziałów: przedmiot i cel badań, problemy badawcze, hipotezy badawcze, zmienne i wskaźniki zmiennych badań, metody, techniki i narzędzia badawcze (uwzględniając kolejno opis kwestionariusza ankiety oceny autorskiego programu nauczania, testów rozumienia zagadnień fizycznych oraz arkusza obserwacji pracy ucznia), opis metod statystycznych wykorzystywanych w badaniach własnych oraz charakterystyka terenu badań i grupy badawczej.

W badaniach zastosowano zabieg metodologiczny – triangulację metod badawczych, mający na celu obiektywizację badań, a polegający na zastosowaniu różnych metod służących do analizy danego problemu. Główną metodą badawczą był eksperyment pedagogiczny, w którym wykorzystano test rozumienia (wstępnego i końcowego). Metodą badań prowadzoną równoległe z eksperymentem pedagogicznym była obserwacja uczestnicząca, uwzględniająca wykorzystanie arkusza obserwacji pracy ucznia.

Eksperyment pedagogiczny obejmował badanie rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów szkoły podstawowej. Jako podstawę badań wybrano dwa działy fizyki: „dynamika” w klasie 7 oraz „drgania i fale” w klasie 8. Eksperyment pedagogiczny prowadzony był techniką grup równoległych. Badania realizowane były z wykorzystaniem testów rozumienia zagadnień fizycznych, tj. testu rozumienia wstępnego przeprowadzonego przed rozpoczęciem lekcji z analizowanego działu oraz testu rozumienia końcowego, rozwiązywanego przez uczniów po zakończeniu wszystkich lekcji z danego działu. Zabieg ten miał na celu określenie różnic w rozumieniu wybranych zagadnień fizycznych, przypisanych do konkretnego poziomu rozumienia po włączeniu narzędzi TIK do lekcji w grupach eksperymentalnych. Porównanie dotyczyło lekcji prowadzonych w grupach kontrolnych, gdzie wykorzystano tradycyjne środki dydaktyczne.

W trzeciej części dysertacji przedstawiono analizę wyników badań różnic w rozumieniu zagadnień fizycznych występujących pomiędzy grupami eksperymentalnymi oraz kontrolnymi w zakresie danego poziomu rozumienia. Omawiane treści zostały

usystematyzowane (punkty 1-4) ze względu na poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego, poziom lokalnej komplikacji, poziom uogólnienia i poziom rozumienia strukturalnego, osobno w klasach 7 i 8.

Analiza każdego poziomu rozumienia przeprowadzona została na podstawie odpowiedzi uczniów udzielonych w teście rozumienia wstępnego i końcowego oraz opinii nauczycieli zawartych w arkuszu obserwacji pracy ucznia. Zestawienie różnic w rozumieniu zagadnień fizycznych przypisanych do danego poziomu rozumienia oraz znaczenie wybranych narzędzi TIK dla poprawy rozumienia stanowiło istotę realizowanych badań.

Przeprowadzono również uogólnienie wyników badań. Kolejno przedstawiono rezultaty badań wynikające z analizy poziomów rozumienia, rozpoczynając od najniższego poziomu (definicyjnego), kończąc na najwyższym poziomie (rozumienia strukturalnego) względem przedstawionych problemów badawczych. Sformułowano wnioski i ustalono rekomendacje, które przyczyniają się do prowadzenia procesu nauczania-uczenia się fizyki z nastawieniem na zwiększenie jej rozumienia wśród uczniów klas 7 i 8 szkoły podstawowej.

Część I. Teoretyczne założenia badań własnych dotyczących rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów szkoły podstawowej w kształceniu wspieranym przez technologie informacyjno-komunikacyjne (TIK)

1. Dydaktyka fizyki jako subdyscyplina dydaktyki ogólnej ukierunkowana na wykorzystanie narzędzi TIK

1.1. Rozwój dydaktyki ukierunkowany na wykorzystanie nowoczesnych technologii

Dydaktyka fizyki jest jedną z wielu dydaktyk szczegółowych. Słowo dydaktyka pochodzi z języka greckiego i składa się z dwóch słów: „didaktikós” oraz „didasko”, oznaczających kolejno „pouczający” oraz „uczę”. Termin „dydaktyka” użyty został pierwszy raz w XVII wieku. Prekursorami w stosowaniu tego terminu byli dwaj niemieccy uczeni: K. Helwig oraz jego uczeń J. Jung, autorzy dzieła *Krótkie sprawozdanie z dydaktyki, czyli sztuki nauczania Ratychiusza*, według których dydaktyka to sztuka nauczania¹¹. K. Twardowski w swojej książce *Zasadnicze pojęcia dydaktyki i logiki do użytku w seminariach nauczycielskich i w nauce prywatnej* określił, iż dydaktyka podaje zasady i sposoby nauczania wszelkiego rodzaju, bez względu na to, w jakim ono się odbywa celu i do jakich się zwraca uczniów¹². Cz. Kupisiewicz opisuje dydaktykę jako *naukę o nauczaniu i uczeniu się, a więc jako system poprawnie uzasadnionych twierdzeń i hipotez dotyczących procesu, zależności i prawidłowości nauczania-uczenia się oraz sposobów kształtowania tego procesu przez człowieka*¹³, zaś według W. Okonia to *nauka o kształceniu i samokształceniu, ich celach i treści oraz metodach, środkach i organizacji*¹⁴.

Dydaktyka opisuje metody, formy organizacji i środki, które mają na celu wywołanie odpowiedniej reakcji uczniów. Bada zależności występujące podczas procesu nauczania-uczenia się. Pełni funkcję teoretyczną oraz praktyczną¹⁵. W obszarze zainteresowań dydaktyki ogólnej są wszystkie przedmioty oraz aspekty pracy szkolnej. Natomiast metodyką nauczania poszczególnych przedmiotów zajmują się dydaktyki szczegółowe¹⁶. Dydaktyka szczegółowa wskazuje, jak pracować w sposób odpowiedni dla danego przedmiotu nauczania.

Rozwój dydaktyki na przestrzeni wieków polegał na szukaniu najlepszych rozwiązań dla procesu dydaktycznego. Wraz z upływem czasu, zmianą epoki przeobrażeniu uległy przekazywane treści, sposoby prowadzenia lekcji i przekazywania wiedzy, używane środki

¹¹ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna*, Graf Punkt, Warszawa 2000, s. 15.

¹² K. Twardowski, *Zasadnicze pojęcia dydaktyki i logiki do użytku w seminariach nauczycielskich i w nauce prywatnej*, nakł. Tow. Pedagogicznego, Lwów 1901, s. 10.

¹³ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna...*, op. cit., s. 16-17.

¹⁴ W. Okoń, *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Żak, Warszawa 2003, s. 55.

¹⁵ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna...*, op. cit., s. 17.

¹⁶ *Ibidem*, s. 17-18.

dydaktyczne, podmiot prowadzący nauczanie (np. zakony, szkoły wyznaniowe, instytucje państwowe). Dopiero w epoce odrodzenia uczniowie zostali podzieleni na klasy. Każda klasa miała przygotowany program nauczania wraz z podręcznikami. Dużym postępem było wprowadzenie do szkolnych programów nauczania zagadnień z przyrody, matematyki, medycyny i astronomii¹⁷.

Jednym z najwybitniejszych pedagogów XVII wieku był J.A. Komeński, twórca dzieła *Wielka dydaktyka przedstawiająca uniwersalną sztukę nauczania wszystkich wszystkiego*. Traktował on dydaktykę jako sztukę nauczania oraz wychowania¹⁸. W uznaniu za ogromny wkład w rozwój tej dziedziny wiedzy nazwany został „ojcem nowoczesnej dydaktyki”. J.A. Komeński nawiązywał w swych poglądach do Kartezjusza. W jego opinii nauczyciel powinien dozować wiedzę swoim uczniom, by mogli ją w całości zrozumieć. Proces przekazywania wiedzy powinien być stopniowany od wiadomości prostych do coraz trudniejszych, a wiedza z poprzednich lekcji kontynuowana na lekcjach następnych¹⁹.

Kontynuatorem myśli dydaktycznych J.A. Komeńskiego był J.H. Pestalozzi. Twierdził, iż podstawą procesu nauczania jest spostrzeganie. Do podstawowych środków zapewniających dziecku poznanie rzeczywistości zaliczył liczbę, kształt oraz słowo. Zwrócił szczególną uwagę na rolę działania, np. liczenia, mierzenia, nazywania w nauczaniu-uczeniu się. Wprowadził do metodyki nauczania początkowego aktywność praktyczną dzieci (rysowanie, obserwacja, pomiary, wytwarzanie przedmiotów)²⁰.

Przełom XIX i XX wieku związany był z rewolucyjnym nurtem J. Deweya. Zadaniem kształcenia szkolnego było pobudzenie, rozwój potrzeb oraz zdolności myślenia, zaś samo kształcenie miało rozwijać ciekawość, nawyk dociekania i sprawdzania²¹. Dążono do stworzenia szkoły uczącej myśleć i działać, rozwijającej zainteresowania, umysły, uczucia i wolę uczniów. Nowa koncepcja dydaktyczna nazwana została dydaktyką postępową lub progresywną. Koncepcja ta formowała się jako przeciwstawna koncepcji herbartystów²². Według J.F. Herbarta najważniejszym zadaniem dydaktyki miała być analiza czynności, jakie wykonywał w szkole nauczyciel, skutkujących zapoznaniem uczniów z nowymi

¹⁷ L. Zarzecki, *Wybrane problemy dydaktyki ogólnej*, Kolegium Karkonoskie w Jeleniej Górze, Jelenia Góra 2008, s. 7-12, <https://www.dbc.wroc.pl/publication/247> (dostęp: 05.2022).

¹⁸ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna...*, op. cit., s. 15-16.

¹⁹ L. Zarzecki, *Wybrane problemy...*, op. cit., s. 13.

²⁰ W. Okoń, *Wprowadzenie...*, op. cit., s. 36-38.

²¹ J. Dewey, *Demokracja i wychowanie. Wstęp do filozofii wychowania*, przeł. Z. Bastgen, Książka i Wiedza, Warszawa 1963, s. 24.

²² Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna...*, op. cit., s. 46-47.

wiadomościami²³. Szkoła postępową skupiała się zaś na rozwoju aktywności uczniów, dzięki realizacji zajęć praktycznych. Według J. Deweya zajęcia te nie powinny zastąpić korzystania z literatury, lecz mają na celu łączyć teorię z praktyką, innymi słowy – wiedzę zdobytą z książek integrować z umiejętnościami zdobytymi podczas zajęć praktycznych²⁴. Jednak szkoła tradycyjna, ugruntowana według założeń J.F. Herbarta, oraz szkoła postępową J. Deweya nie odpowiadały ówczesnym potrzebom edukacyjnym. Zainteresowania dydaktyki J. Deweya opierały się na czynnościach uczniów, natomiast dydaktyki J.F. Herbarta – na czynnościach nauczyciela²⁵. Polskim psychologiem i pedagogiem, który powiązał proces nauczania z działalnością praktyczną, poznaniem zmysłowym i umysłowym, był J.W. Dawid. Dzięki wiedzy psychologicznej dostosował on proces nauczania do możliwości dzieci²⁶.

Dydaktyka współczesna, ukształtowana po II wojnie światowej, wykorzystuje i jednocześnie modyfikuje wybrane założenia dydaktyki tradycyjnej i progresywistycznej. W dydaktyce współczesnej istotne miejsce zajmuje psychologia, rozumiana jako nauka o czynnościach wyższych człowieka. Zastępuje ona intelektualistyczną psychologię J.F. Herbarta oraz behawioryzm J. Deweya. Dydaktyka współczesna uznaje za konieczne przyswajanie wiedzy zarówno przez działalność nauczyciela, jak również dzięki samodzielnym dokonaniom poznawczym. Przy doborze treści kształcenia uwzględnia się społeczne i indywidualne potrzeby. Herbartyści dzielili treści nauczania na przedmioty już od najmłodszych klas, podczas gdy progresywiści nie robili tego nawet w klasach szkoły średniej. Współcześnie uzasadnione jest nauczanie całościowe w klasach młodszych, natomiast przedmiotowe – w klasach starszych. Aktualnie wyróżnia się trzy formy organizacji nauczania: indywidualną, grupową i masową. Współczesny nauczyciel pełni rolę przewodnika w klasie, pamiętając, aby nie ograniczać samodzielnego działania i myślenia uczniów²⁷.

W interesujący sposób rozwój dydaktyki jako teorii kształcenia przedstawił B. Niemierko. Porównał on rozwój dydaktyki do wędrówki idei przez kolejne składniki sytuacji dydaktycznej, zaś etapy rozwoju dydaktyki podzielił na następujące części:

1) dydaktyka nauczyciela, wykorzystana w tradycyjnych i autorytarnych systemach kształcenia, akcentująca czynności nauczyciela i jego umiejętności przekazywania wiedzy;

²³ *Ibidem*, s. 16.

²⁴ *Ibidem*, s. 48.

²⁵ *Ibidem*, s. 50.

²⁶ W. Okoń, *Wprowadzenie...*, *op. cit.*, s. 40-41.

²⁷ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna...*, *op. cit.*, s. 51-53.

- 2) dydaktyka ucznia, wykorzystywana w humanistycznych systemach kształcenia, podkreślająca czynności uczniów, potrzebę naturalnego rozwoju, motywacji i emocji;
- 3) dydaktyka treści, akcentująca programy kształcenia (treść, konstrukcja, przyrządy i ich wdrażanie);
- 4) dydaktyka mediów, podkreślająca znaczenie komunikacji między uczestnikami kształcenia;
- 5) dydaktyka sieci, akcentująca sieci uczenia się, czyli związki między uczącymi się, z wykorzystaniem tanich i wydajnych środków komunikacji²⁸.

Aktualne badania dotyczące procesu kształcenia zwracają uwagę na konieczność innowacyjnego podejścia do nauczania, dostosowanego do potrzeb oraz możliwości poznawczych ucznia, jego zainteresowań oraz rozwoju osobowości, a w szczególności na zastosowanie w pracy z uczniami najnowszych technologii informacyjnych, przetwarzanie informacji oraz wdrożenie multimediów. Nowoczesne urządzenia mogą znaleźć zastosowanie na wszystkich etapach pracy z uczniami, zarówno w przedszkolu, jak i w pracy z dorosłymi. Przydatne są w nauczaniu wszystkich przedmiotów szkolnych²⁹. W opinii G. Karwasza pojawienie się komputerów i Internetu zrewolucjonizowało dostęp do wiedzy. Wszechdostępność informacji pozwoliła zaś na stworzenie innowacyjnej, skutecznej, trwałej, szybkiej i przyjemnej dydaktyki, co nawiązuje do celów J.A. Komeńskiego³⁰.

Multimedia stają się niezbędne w nauczaniu, samokształceniu, jak również w pracy zawodowej, wypoczynku, kulturze, a także w pozostałych działaniach i funkcjonowaniu człowieka³¹. Nowoczesne społeczeństwo, ściśle zintegrowane z wykorzystaniem nowoczesnych technologii, nazwane zostało społeczeństwem informacyjnym³². Dlatego też przestrzeń cyfrowa w społeczeństwie nierozzerwalnie związanym z nowymi technologiami nie powinna wzbudzać lęku, gdyż – tak jak wspomniano wcześniej – można wykorzystać ją we wszystkich dziedzinach życia³³. Brak umiejętności praktycznego wykorzystania

²⁸ B. Niemierko, *Kształcenie szkolne. Podręcznik skutecznej dydaktyki*, Wydawnictwo Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2007, s. 133-136.

²⁹ J. Bednarek, *Multimedia w kształceniu*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2006, s. 14.

³⁰ G. Karwasz, *Dydaktyka kognitywistyczna: zasady* [w:] *Dydaktyka i pedagogika kognitywistyczna. Zasady ogólne i implementacje w fizyce*, red. D. Siemieniecka, G. Karwasz, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2023, s. 97.

³¹ J. Bednarek, *Multimedia...*, op. cit., s. 14.

³² A. Stecyk, *Wartość systemów e-learningowych w podmiotach edukacyjnych*, Difin, Warszawa 2013, s. 16.

³³ T. Warzocha, *Nowoczesne technologie w cyfrowej społeczności nauczyciela akademickiego* [w:] *Problemy, wyzwania i perspektywy współczesnej edukacji*, red. S. Koziej, Wydawnictwo Uniwersytetu Jana Kochanowskiego, Kielce 2021, s. 92.

nowoczesnych technologii w życiu skutkuje wyobcowaniem w społeczeństwie i określane jest mianem „wykluczenia cyfrowego”³⁴.

Podsumowując, technologie informacyjno-komunikacyjne stanowią dla współczesnej cywilizacji podstawowe i niezastąpione narzędzie do uzyskiwania oraz przetwarzania informacji, a w konsekwencji – do tworzenia wiedzy³⁵. Włączenie tych narzędzi w proces nauczania-uczenia się fizyki stanowi przedmiot teoretycznych rozważań w następnych częściach pracy.

1.2. Fizyka jako przedmiot nauczany w szkole

Fizyka należy do nauk przyrodniczych, które zrodziły się z filozofii przyrody. Jest elementarną oraz wszechobecną nauką³⁶. Fizyka porusza zagadnienia dotyczące m.in. ruchu, czasu, przestrzeni i przyczynowości w nawiązaniu do aktualnych osiągnięć nauki. Zainteresowania fizyków związane są ze strukturą i dynamiką materii oraz jej oddziaływań. Nauka ta dąży do wytłumaczenia zjawisk występujących w przyrodzie, sformułowania praw dotyczących otaczającego nas świata. Fizykę uznaje się za fundament dla rozwoju innych nauk przyrodniczych³⁷.

Fizyka to nauka żywa, dynamiczna, z bogato wyposażonym warsztatem badawczym, dlatego do poznania i zrozumienia fizyki nie wystarczy jedynie znajomość zjawisk, pojęć, czy praw. Prowadząc proces nauczania fizyki, należy podkreślać jej ważne miejsce w obszarze nauk przyrodniczych, wartość, jaką posiada ta nauka dla rozwoju współczesności oraz zagrożenia i trudności, jakie niesie ze sobą. Podstawowym problemem nauczyciela fizyki może być zainteresowanie ucznia tym przedmiotem nauczania. Pierwsze lekcje powinny służyć uświadomieniu uczniom, jak bardzo fizyka jest popularna, jak ogromne zastosowanie ma w codziennym życiu. Należy akcentować informację, iż fizyka jest wszechobecna i ma znaczący wpływ na rozwój takich dziedzin, jak elektronika, budownictwo, rolnictwo, medycyna i wiele innych. Przed rozpoczęciem nauczania podstaw fizyki, które często nie wzbudzają zainteresowania, warto uświadomić uczniom, że te mało interesujące

³⁴ M. Popiołek, *Wykluczenie cyfrowe w Polsce*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” 2003, nr 32, s. 311-312.

³⁵ W. Walat, *Przemiany edukacji pod wpływem technologii informacyjno-komunikacyjnych*, „Dydaktyka Informatyki” 2013, nr 8, s. 9.

³⁶ R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *Feynmana wykłady...*, op. cit., s. 49.

³⁷ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie, Częstochowa 1986, s. 39.

w ich opinii podstawy są konieczne, aby zrozumieć to, co w przyszłości będzie trudniejsze, lecz interesujące i pasjonujące³⁸.

Proces nauczania fizyki należy prowadzić z perspektywy najbardziej współczesnego poglądu na dane zagadnienie³⁹. F. Jolly w 1880 roku stwierdził, iż fizyka jest już na końcu swojego rozwoju, a dalsze rozwijanie wiedzy fizycznej jest nieuzasadnione, gdyż nie przyniesie to korzyści. Jednak szybko okazało się, jak bardzo się mylił, chociażby dlatego, że kilka lat później H. Becquerel odkrył zjawisko promieniotwórczości⁴⁰. Problemy poruszane przez fizykę nie są problemami zamkniętymi. Wiedza w danym momencie jest wiedzą dynamiczną, która w każdej chwili może przyjąć nowe odkrycia. Informacja ta jest niezwykle ważna z dydaktycznego punktu widzenia⁴¹.

Początków dydaktyki fizyki można szukać w odległych czasach, gdy uczeni poczuli konieczność tłumaczenia swoich odkryć uczniom⁴². Przedmiot ten w polskim systemie nauczania pojawił się dopiero około 1900 roku, a sposób jego nauczania nieustannie ewoluował⁴³. Lekcje fizyki prowadzono z użyciem zalecanych podręczników, np. S. Kramsztyka *Wiadomości początkowe z fizyki* (1886), W. Natansona *Początkowa nauka fizyki* (1895)⁴⁴. XX wiek charakteryzował się intensywnym rozwojem dydaktyki fizyki. W 1905 roku w Meranie odbył się zjazd Towarzystwa Niemieckich Lekarzy i Przyrodników, podczas którego zostały ustalone dokładne zalecenia dotyczące fizyki:

- fizyka powinna być nauczana jako nauka przyrodnicza, nie matematyczna;
- nauczanie fizyki powinno pokazać, w jaki sposób należy pozyskać wiedzę przyrodniczą;
- systematyczne ćwiczenia uczniów w zakresie obserwacji i eksperymentów są niezwykle ważne w nauczaniu fizyki⁴⁵.

³⁸ G. Kontrym-Sznajd, K. Sznajd-Weron, *Jak zainteresować uczniów fizyką* [w:] *Problemy dydaktyki fizyki*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Czeszów-Wrocław 2013, s. 59.

³⁹ M. Sawicki, *Czym zajmuje się fizyka* [w:] *Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973, s. 13.

⁴⁰ Cz. Fotyma, Cz. Ścisłowski, *Metodyka nauczania fizyki*, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1961, s. 80.

⁴¹ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia szczegółowe*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie, Częstochowa 1986, s. 137.

⁴² Z. Gołąb-Meyer, *Wkład psychologii w rozwiązywanie problemów dydaktycznych*, „Foton” 1996, Zeszyt dydaktyczny 1, nr 43, s. 3.

⁴³ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 63.

⁴⁴ Z. Gołąb-Meyer, *Wkład psychologii...*, op. cit., s. 4.

⁴⁵ M. Smoluchowski, *Poradnik dla samouków*, tom II. *Wskazówki metodyczne dla studiujących poszczególne nauki - fizyka, geofizyka, meteorologia*, Wydawnictwo A. Heflicha i St. Michalskiego, Warszawa 1917, s. 69.

Pojęcie dydaktyki fizyki jako nowej dyscypliny naukowej, zajmującej się zagadnieniami dotyczącymi nauczania fizyki, pojawiło się w Polsce po raz pierwszy w roku 1967 w Zarządzeniu Ministra Oświaty i Szkolnictwa Wyższego. Na rozwój tej dyscypliny szczególnie wpływ miały nowe poglądy z zakresu psychologii rozwojowej J. Piageta i B. Inheldera, odkrycia psychologii procesów uczenia się, a także dokonania filozofii, pedagogiki i dydaktyki ogólnej⁴⁶.

W książce *Dydaktyka fizyki. Zagadnienia ogólne* zostały przedstawione definicje dydaktyki fizyki w ujęciu różnych uczonych. Pierwsza definicja w ujęciu W. Wcisło miała następującą treść: *Dydaktyka fizyki zajmuje się celami, treścią, procesem, metodami, środkami i argumentacją procesu kształcenia i wychowania poprzez nauczanie i uczenie się fizyki*. M. Sawicki opisuje dydaktykę fizyki jako *teorię uczenia się i nauczania fizyki*, natomiast K. Badziąg twierdzi, że *nauka ta dąży do coraz głębszego poznania fizyki, ucznia i nauczyciela w celu dalszego pogłębienia znajomości procesu nauczania i uczenia się fizyki*⁴⁷.

Podobnego zdania jest J. Salach, która jako cel badań dydaktyki fizyki wskazuje proces nauczania oraz uczenia się fizyki w szerokim zakresie oraz zjawisk z nim związanych. Nauka ta zajmuje się opracowaniem odpowiednich modeli procesu dydaktycznego, które w rzeczywistych warunkach gwarantowałyby jego efektywność⁴⁸.

W nauczaniu danego przedmiotu należy odróżnić dydaktykę od metodyki, która opisuje, jak uczyć fizyki. M. Głowacki wskazuje zadania dydaktyki fizyki, twierdząc, iż powinna opisywać: kogo, czego i jak należy uczyć, jakie proporcje powinny zostać zachowane pomiędzy nauczaniem teorii a praktyki, jakie znaczenie mają doświadczenia uczniowskie, środki dydaktyczne (w tym środki audiowizualne)⁴⁹. M. Sawicki, podobnie jak M. Głowacki, podkreśla, iż dydaktyka fizyki powinna odpowiadać na pytania: czego uczyć, po co uczyć oraz jak uczyć⁵⁰. Proces nauczania-uczenia się fizyki powinien być opisywany z uwzględnieniem następujących czynników: fizyka jako nauka, metodologia nauczania

⁴⁶ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 5-6.

⁴⁷ *Ibidem*, s. 6.

⁴⁸ J. Salach, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia wybrane*, Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Kraków 1986, s. 8.

⁴⁹ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 6-7.

⁵⁰ M. Sawicki, *Wprowadzenie [w:] Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973, s. 9.

fizyki, logika, teoria poznania i psychologia rozwojowa, dydaktyka ogólna i ogólna teoria organizacji⁵¹.

M. Głowacki formułuje trzy zasady dydaktyki fizyki. Pierwsza zasada wskazuje, iż struktura dydaktyczna nauczania fizyki powinna być jak najbardziej podobna do struktury logicznej współczesnej fizyki. Druga zasada dotyczy doboru i układu treści nauczania na różnych poziomach i w różnych typach szkół, które mają zawierać tylko elementarne struktury poznawcze fizyki. Pozostały materiał uczeń ma poznać po dokonaniu adekwatnych przekształceń struktur podstawowych. Trzecia zasada nakazuje, aby nauczanie fizyki było skorelowane z innymi naukami przyrodniczymi oraz matematyką⁵².

Ponadto M. Głowacki wymienia wszystkie elementy, które powinny składać się na treści nauczania fizyki: fakty naukowe, pojęcia, prawa, zasady, teorie fizyczne i hipotezy, elementy historii fizyki, elementy metodologii fizyki, związek fizyki z innymi dyscyplinami naukowymi⁵³. W pracy przedstawiona została krótka charakterystyka większości tych elementów, zwanych dalej zagadnieniami fizycznymi.

Fakty naukowe to sytuacje rozgrywające się w przestrzeni. Są one przedmiotem badań w fizyce⁵⁴. Kolejnym elementem składowym treści nauczania fizyki są pojęcia. Ze względu na szeroki zakres pojęć nauczanych w fizyce temat ten zostanie opisany dokładniej w porównaniu do innych elementów. Pojęcia w fizyce można podzielić następująco: pojęcia zjawisk, procesów, obiektów fizycznych, wielkości fizycznych, obiektów idealnych, odnoszących się do aparatury pomiarowej, pojęcia związane z innymi naukami, np. chemią, matematyką⁵⁵. Podczas lekcji fizyki potocznie używane słowa z życia codziennego często stwarzają trudność w zrozumieniu przekazywanych treści, gdyż zostają skonfrontowane z pojęciami naukowymi używanymi przez nauczyciela. Przykładowo: klasyczne w fizyce pojęcie siły może być przypisywane przez uczniów głównie ludziom i rozumiane jako wysiłek mięśni, natomiast w fizyce pojęcie to ma zupełnie inne znaczenie. W toku lekcji dochodzi więc niejednokrotnie do transformacji potocznych pojęć na naukowe⁵⁶. Uczeń, który zapoznaje się z pojęciami naukowymi, zgromadził wcześniej bogaty zbiór pojęć

⁵¹ *Ibidem*.

⁵² M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 10-11.

⁵³ *Ibidem*, s. 50.

⁵⁴ *Ibidem*.

⁵⁵ *Ibidem*, s. 51.

⁵⁶ P. Skurski, M.W. Wójtowicz, *Rozmowy o nauczaniu, dydaktyka i psychologia*, Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Płocku, Płock 2009, s. 53.

potocznych, a ich rozwój jest od siebie zależny. Naukowe pojęcia kształtują rozumienie pojęć potocznych⁵⁷.

Problematykę rozumienia pojęć opisywała również M. Żylińska. W jej opinii, analizując przyczyny trudności w nauce, należy uwzględnić problematykę rozumienia pojęć. Nieporozumieniem w nauczaniu jest przedstawienie fascynujących zagadnień w nieatrakcyjnej dla ucznia formie, pozbawionej emocji, w zwerbalizowany sposób. Problematyczne jest również przedstawienie zbyt dużej liczby abstrakcyjnych pojęć bez związku z doświadczalnymi możliwościami uczniów⁵⁸. Niestety werbalne wyjaśnienie pojęć fizycznych nie spowoduje ich zrozumienia, gdyż podczas czytania i słuchania w mózgu tworzą się inne reprezentacje w porównaniu do samodzielnej obserwacji i doświadczania⁵⁹.

Korzystając z wiedzy psychologicznej oraz metodologii fizyki, M. Jammer przedstawił trzy fazy poznawania pojęć fizycznych. Pierwsza faza, zwana fazą konceptualizacji, to podstawowe, intuicyjne i wyobrażeniowe spotkanie ucznia z pojęciem fizycznym na konkretnym przykładzie. W drugiej fazie, tj. fazie schematyzacji, dochodzi do werbalnego zdefiniowania pojęcia, zapamiętania oraz tworzenia powiązań z pojęciami już znanymi. W ostatnim etapie, zwanym fazą formalizacji, dochodzi do symbolicznego przedstawienia pojęcia oraz operacji z nim związanych⁶⁰.

Istnieją również inne klasyfikacje dróg poznania pojęć. Poniższa nawiązuje do rodzajów pojęć fizycznych:

- poznawanie pojęć typu operacyjnego, których znaczenie związane jest z pomiarem wielkości fizycznych, np. napięcie prądu, gęstość, przyspieszenie;
- poznawanie pojęć o definicji w ramach danej teorii fizycznej, czyli poznawanie pojęć, które są rozumiane z perspektywy teorii, np. atom, opór elektryczny;
- poznawanie pojęć odnoszących się do zjawisk, procesów, rzeczy, są to definicje np. ruchu jednostajnego⁶¹.

⁵⁷ E. Małkiewicz, *Pojęcia potoczne i naukowe a proces nauczania i uczenia się* [w:] *Nauczanie przyrody. Wybrane zagadnienia*, red. E. Arciszewska i S. Dylak, Wydawnictwa CODN, Warszawa 2005, s. 103.

⁵⁸ M. Żylińska, *Neurodydaktyka, czyli o tym, jak uczyć w zgodzie z mózgiem*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Krośnice-Wrocław 2011, s. 18.

⁵⁹ *Ibidem*, s. 19.

⁶⁰ J. Czubla, *Schemat przyswajania oraz rozumienia informacji o faktach* [w:] *Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973, s. 138.

⁶¹ *Ibidem*.

Prawa fizyczne prezentowane są najczęściej jako wykres, wzór lub w postaci słownej. Do zasad fizycznych zalicza się podstawowe prawa. Warto zwrócić uwagę, iż nie każde prawo fizyczne jest zasadą, lecz każda zasada fizyczna jest prawem. Zasady powinny być fundamentem nauczania fizyki. Teorie fizyczne wyjaśniają oraz interpretują zjawiska i prawa. Teoria fizyczna ma swoją wartość, gdy prowadzi do hipotezy. Elementy historii fizyki umożliwiają uczniom dokładniejsze zrozumienie odkryć fizycznych⁶².

Aktualne tendencje w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych zalecają maksymalne przybliżenie procesu dydaktycznego do pracy badawczej, stawiając ucznia w roli współtwórcy procesu dydaktycznego⁶³. Upodobnienie procesu dydaktycznego do procesu badawczego, przy wykorzystaniu m.in. laboratoryjnych metod pracy, ma duże wartości poznawcze. Należy łączyć teorię z praktyką oraz rozwiązywać problemy jakościowe oraz ilościowe⁶⁴. Postawa ucznia w toku lekcji fizyki powinna być aktywna. Uczeń powinien przyjmując rolę badacza, uczyć się dostrzegać oraz formułować problem badań, hipotezę oraz zweryfikować ją odpowiednim działaniem⁶⁵. Zdobywanie wiedzy o przyrodzie, w tym z zakresu fizyki, zachodzi dzięki korelacji obserwacji, doświadczenia z czynnościami umysłu⁶⁶.

Warto odnieść się do opinii M. Żylińskiej, która uważa, iż im bardziej atrakcyjna sytuacja, tym lepiej pracują mózgi uczniów. Opisane wcześniej czynności (m.in. dostrzeganie, eksperymentowanie, formułowanie i weryfikacja hipotezy) są dla uczniów ciekawsze, niż bierne odtwarzanie danych treści. Potencjał i możliwości uczniów zostaną w pełni wykorzystane, gdy przyjmą oni wspomnianą wcześniej rolę badaczy⁶⁷.

Ucząc fizyki, należy więc stworzyć sytuację badawczą bogatą w emocje, pasję do odkrywania świata dzięki przygodom badawczym, których wynikiem będzie zaobserwowanie kolejnych prawidłowości fizycznych oraz ich zastosowań. Podczas procesu nauczania-uczenia się nie można zapomnieć, że najważniejszy jest uczeń. Nie można stracić doskonałej szansy na stymulację rozwoju ucznia oraz kształtowanie kompetencji przygotowujących do samodzielnego życia. Szansę tę dają nauczycielowi treści przedmiotowe, których

⁶² M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 52-54.

⁶³ A. Burewicz, P. Jagodziński, *Komputerowy zbiór doświadczeń chemicznych w kształceniu przyrodniczym* [w:] *Media a edukacja*, red. W. Strykowski, eMPI², Poznań 2000, s. 302.

⁶⁴ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia szczegółowe...*, op. cit., s. 95.

⁶⁵ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 5.

⁶⁶ J. Salach, *Dydaktyka fizyki...*, op. cit., s. 38.

⁶⁷ M. Żylińska, *Neurodydaktyka, czyli...*, op. cit., s. 23.

odpowiedni przekaz będzie wspomagał rozwój uczniów, kształtował zdolności poznawcze, umiejętność wykorzystania wiedzy w praktyce i analizie problemów⁶⁸.

J. Bruner twierdzi, iż zezwalając uczniowi na uczenie się przez odkrywanie, niwelujemy różnicę między wiedzą podstawową a zaawansowaną. Odkrywanie musi się jednak odbywać w odpowiednich granicach, aby nie dopuścić do ryzykownych sytuacji, gdy nie można przewidzieć skutków. Uczenie przez odkrywanie jest doskonałym rozwiązaniem w fizyce. Przykładem potwierdzającym pozytywną rolę samodzielnego odkrywania podczas lekcji jest temat dotyczący obwodów elektrycznych. Zadaniem uczniów może być samodzielne odkrycie, co należy zrobić, jak połączyć elementy obwodu, aby otrzymać zadowalający efekt (zaświecenie żarówki)⁶⁹.

Stwierdzenie, iż podstawowym zadaniem nauczyciela jest przekazywanie wiedzy uczniom, jest wysoce niepoprawne. Z nauki dotyczącej rozwoju oraz uczenia się człowieka wynikają inne konkluzje. Uczniowie powinni budować swoją wiedzę w oparciu o własne doświadczenie. Jednym z ważniejszych zadań nauczyciela jest stworzenie sytuacji dydaktycznej, której rozwiązanie stanie się celem i zadaniem każdego ucznia. Zaaranżowanie owej sytuacji ma na celu doprowadzić do dysonansu poznawczego, zmotywować ucznia do procesu poznania, rozwiązania problemów, zarówno poznawczych, jak i praktycznych, oraz oceny własnej pracy⁷⁰.

Uczeń rozpoczynający swoją przygodę ze szkołą ma już pewien zasób informacji. Wiedza, jaką cechuje się dziecko, jest zazwyczaj niepełna, chaotyczna. Każde dziecko jest ciekawe otaczającego świata, zadaje dużo pytań, jego mózg odbiera wszystkimi zmysłami informacje dochodzące z otoczenia. Wiedza zdobyta w szkole będzie kojarzona przez niego z informacjami, jakie już posiada, dając dzięki temu lepszy i pełniejszy obraz otaczającej rzeczywistości. Obserwacje, jakich dokonuje dziecko podczas swojego krótkiego jeszcze życia, nie zawsze są celowe i poprawne. Newralgicznym zadaniem nauczyciela fizyki jest nauczyć dziecko poprawnej obserwacji, skupienia uwagi na istotnej informacji, co powinno skutkować wnioskami adekwatnymi do stanu rzeczywistego. Proces zdobywania wiedzy oraz jej rozumienia przez ucznia zależy więc w dużej mierze od nauczyciela. Rolą nauczyciela jest również poukładanie wiedzy, informacji zdobytych przez ucznia na drodze własnych obserwacji. Z punktu widzenia nauczania istotny jest również proces rejestrowania

⁶⁸ P. Skurski, M.W. Wójtowicz, *Rozmowy o nauczaniu...*, op. cit., s. 106.

⁶⁹ D. Fontana, *Psychologia dla nauczycieli*, Zysk i S-ka Wydawnictwo, Poznań 1998, s. 184-185.

⁷⁰ P. Skurski, M.W. Wójtowicz, *Rozmowy o nauczaniu...*, op. cit., s. 78.

faktów trwający przez całe życie. Podczas lekcji fizyki uczeń poznaje nowe zjawiska, dzięki czemu wiadomości o faktach są jeszcze obszerniejsze⁷¹.

Lekcje fizyki doskonale kształcą naukowy pogląd na świat, rozumiany jako uzasadnione naukowo przekonania, ukazujące uczuciowy i poznawczy stosunek człowieka do świata oraz determinujący postępowanie. Kształtowanie wśród uczniów naukowego poglądu na świat jest niewątpliwie ważnym, lecz trudnym zadaniem fizyki. Można nauczyć ucznia praw i zasad fizyki, jednak dużo trudniej wzbudzić w nim wiarę w ich poprawność oraz zachęcić do wdrożenia poznanych wiadomości w praktyce. Nauczyciel, któremu zależy na kształtowaniu naukowego poglądu na świat wśród swoich uczniów, musi prezentować własną naukową postawę, rzetelnie dobierać oraz wykorzystywać treści nauczania, a także dostosować optymalne metody oraz środki nauczania. Istotne jest uformowanie w świadomości ucznia wzajemnego powiązania oraz zależności zjawisk zachodzących w przyrodzie⁷². Uczeń, który prezentuje postawę naukową, jest ciekawy otaczającego go świata, zasady działania urządzeń, posiada zdolności manualne, wyobraźnię przestrzenną, wykazuje się inicjatywą, ma zdolność adaptacji i elastyczny umysł, jest pracowity, umiejętnie planuje swoją pracę, projektuje i przeprowadza odpowiednie doświadczenia⁷³.

Fizyka należy do przedmiotów szkolnych najmniej lubianych przez uczniów⁷⁴. Tym samym nie cieszy się dużym zainteresowaniem wśród większości uczniów, którzy uważają ją za trudną oraz mało pasjonującą. Trudności w zrozumieniu fizyki wynikają z konieczności syntezy pojęć rzeczywistych z abstrakcyjnymi, łączenia zdolności manualnych z intuicją eksperymentatora, dostrzegania zależności matematycznych oraz umiejętności logicznego myślenia⁷⁵.

Przeszkody w nauczaniu fizyki, wynikające z jej wielostronnego charakteru, opisuje także G. Karwasz. Fizyka należy do grupy nauk doświadczalnych, jednak do zrozumienia zjawisk wymaga również teorii, a także wyobraźni i rozumu. Fizyka potrzebuje liczb, czyli nieuniknione jest połączenie fizyki z matematyką. Jest to nauka, która obliuguje do nieustannego kojarzenia oraz zarządzania informacjami⁷⁶. Atrakcyjność lekcji fizyki z punktu

⁷¹ J. Czubła, *Schemat przyswajania...*, op. cit., s. 127-133.

⁷² R. Subieta, *Kształtowanie naukowego poglądu na świat [w:] Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973, s. 232-234.

⁷³ J.L. Lewis, *Nauczanie fizyki*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1982, s. 28.

⁷⁴ M. Wąsowska, *Badania wśród...*, op. cit., s. 21.

⁷⁵ M. Baster-Grząślewicz, *Fizyka „na całe życie”...*, op. cit., s. 140-141.

⁷⁶ G. Karwasz, T. Wróblewski, *Co to jest fizyka? – esej dydaktyczny*, „Fizyka w Szkole z Astronomią” 2019, nr 2 marzec-kwiecień, s. 24.

widzenia ucznia polega na wyjściu poza nieciekawe doświadczenia i przestarzałe metody. Lekcja musi inspirować ucznia do stawiania i rozwiązywania problemów, rozwijać jego inteligencję, pokazywać zależności i powiązania z codziennym życiem. Konieczność poprawnego wskazania celów nauczania, zaprojektowania oraz zrealizowania procesu dydaktyczno-wychowawczego, poza wiedzą przedmiotową, dydaktyczną i pedagogiczną, wymaga również wiedzy psychologicznej.

Zadaniem nauczyciela jest ukierunkowanie działalności poznawczej swoich wychowanków oraz zachęcenie ich do szerokiej aktywności w zdobywaniu wiedzy. Efektywność nauczania musi być rozpatrywana w kontekście procesu nauczania oraz uczenia się, z uwzględnieniem ucznia znajdującego się w centrum uwagi ze strony nauczyciela. W literaturze wymienione zostały następujące czynniki decydujące o efektywności nauczania: zdobycie wiedzy o umyśle oraz zasadach jego funkcjonowania podczas uczenia się, a także przyjemna atmosfera podczas zajęć wpływająca na otwartość ucznia i zwiększająca zdolność przyswajania nowej wiedzy. Stworzenie przez nauczyciela przyjaznego otoczenia pozwala na wykorzystanie wszystkich możliwości intelektualnych ucznia. Kolejnymi czynnikami są odpowiednio dobrane środki dydaktyczne, umiejętnie dopasowana strategia nauczania i uczenia się, wykorzystanie różnych metod nauczania oraz kreowanie środowiska zapewniającego wysoką samoocenę ucznia oraz wiarę w siebie⁷⁷.

Wymienione czynniki warunkują dobrą efektywność procesu nauczania-uczenia się. Konieczne jest rozpoznanie potrzeb uczniów i ich możliwości. Lekcja nie może opierać się jedynie na przekazywaniu wiedzy. Każdy uczeń musi być traktowany indywidualnie. Nauczyciel powinien rozwijać potencjał twórczy uczniów, przygotować ich do samodzielnego kreowania nowych, wartościowych rzeczy, szukania nieoczywistych rozwiązań. Rozwój ucznia dokonuje się dzięki uruchomieniu indywidualnych możliwości⁷⁸.

Podsumowując, szczegółowa analiza problemów poruszanych przez dydaktykę oraz metodykę nauczania fizyki pozwala uzyskać odpowiedzi na pytania dotyczące czynności, jakie musi podjąć nauczyciel, aby nauczanie fizyki było efektywne. Prawidłowo sformułowane cele i zasady nauczania fizyki, realizowane treści, odpowiednie metody nauczania oraz środki dydaktyczne powinny być dostosowane do potrzeb współczesnej szkoły, współczesnego ucznia, a także specyfiki fizyki jako przedmiotu nauczania. Prowadząc

⁷⁷ J. Kopański, *Efektywność nauczania. Siedem zasad*, „Fizyka w szkole” 2003, nr 3 maj-czerwiec, s. 152-156.

⁷⁸ *Ibidem*.

lekcje fizyki, należy maksymalnie przybliżyć proces dydaktyczny do pracy badawczej, w której uczeń ma szansę na samodzielne odkrywanie, doświadczanie. Wymienione zagadnienia stanowią przedmiot teoretycznych rozważań w następnych podrozdziałach.

1.3. Cele nauczania fizyki

Częste, a zarazem bardzo ważne pytanie zadawane przez uczniów brzmi: po co uczyć się fizyki? Odpowiedzi na to pytanie można szukać w trzech podstawowych celach kształcenia ogólnego w ujęciu W. Okonia:

- zdobycie podstawy wiedzy naukowej o przyrodzie, technice, społeczeństwie i sztuce;
- wykształcenie u uczniów zdolności wykorzystania zdobytej wiedzy w działalności praktycznej;
- kształtowanie u uczniów przekonań oraz poglądu na świat jako całość⁷⁹.

Na pytanie, w jakim celu uczyć się fizyki, odpowiada również wyczerpująco G. Białkowski, dydaktyk i popularyzator tego przedmiotu szkolnego. Wymienia następujące cele nauczania fizyki:

- poznawczo-metodologiczne;
- techniczno-sprawnościowe;
- integracyjno-światopoglądowe;
- ogólnowychowawcze⁸⁰.

Cel pierwszy dotyczy przede wszystkim rozbudzenia ciekawości naukowej, rozumienia zjawisk, jakie zachodzą w otaczającym świecie, podstawowych praw rządzących przyrodą, rozumienia metody naukowej, umiejętności posługiwania się nią oraz znajomości dorobku naukowego uczonych⁸¹. Uczeń powinien w poprawny sposób wyjaśniać obserwowane zjawiska oraz tłumaczyć i rozumieć zasadę działania urządzeń, z których korzysta codziennie. Ważna jest także świadomość młodego człowieka, dotycząca zjawisk zachodzących w przyrodzie, ich następstw oraz zagrożeń. Uczeń musi wiedzieć, na czym polega metoda naukowa, która ma zastosowanie w naukach przyrodniczych. Zaś nauczanie fizyki powinno być podobne do procesu poznawania przyrody przez fizyków. Wykonanie doświadczenia, interpretacja, często z użyciem zasad matematycznych, oraz wyciągnięcie

⁷⁹ W. Okoń, *Wprowadzenie...*, op. cit., s. 70-72.

⁸⁰ G. Białkowski, *Cele nauczania a program i system nauczania fizyki* [w:] *Problemy dydaktyki fizyki*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Czeszów-Wrocław 2013, s. 302.

⁸¹ *Ibidem*, s. 302-303.

wniosków z wykonanego doświadczenia są niezwykle ważną umiejętnością, nawiązującą do najważniejszych założeń współczesnej dydaktyki fizyki.

W grupie celów technicznych zawarte są idee łączenia fizyki z naukami technicznymi. Fizyka jest nauką podstawą dla techniki. To właśnie przy konstrukcji różnych urządzeń technicznych konieczne staje się zastosowanie praw fizycznych. Prawa fizyczne są także inspiracją do rozwoju nauk technicznych⁸².

Rozumienie fizyki jako logicznej całości, jej roli wśród innych nauk oraz tworzenie światopoglądu w oparciu o naukę dotyczy celów integracyjno-swiatopoglądowych. Podczas nauczania fizyki należy akcentować, iż nauka ta ugruntowana została na bazie filozofii.

Ostatnia, ogólnowychowawcza grupa celów stanowi podsumowanie wszystkich wcześniejszych. Uczeń ma obowiązek prezentować szacunek dla nauki oraz jej odkrywców, łączyć fizykę z osiągnięciami historycznymi i społecznymi oraz zauważyć jej wpływ na przemiany społeczne, filozoficzne i kulturalne. Fizyka powinna rozbudzać w uczniach wrażliwość na piękno przyrody oraz formułować postawę etyczną, potrzebną do badania otaczającej nas rzeczywistości⁸³.

Cz. Fotyma oraz Cz. Ścisłowski przedstawiają trzy, podobne do wymienionych przez G. Białkowskiego, cele nauczania fizyki.

- Cel poznawczy, wskazujący iż należy zapoznać uczniów ze zjawiskami fizycznymi, jakie towarzyszą im w codziennym życiu, wyjaśnieniem ich, a także wytłumaczeniem efektów doświadczeń wykonanych podczas lekcji. Zadaniem ucznia jest zrozumienie podstawowych praw fizycznych, wzajemnych zależności, powiązań, poznanie istniejących teorii oraz dorobku słynnych fizyków.
- Cel kształcący, czyli umiejętność wyciągania odpowiednich wniosków z doświadczeń, kształtowanie umiejętności obsługi urządzeń fizycznych, narzędzi pomiarowych, przyrządów stosowanych w codziennym życiu, odczytywanie informacji z tablic matematyczno-fizycznych, dostrzeżenie spójności między teorią a praktyką.
- Cel wychowawczy, czyli kształtowanie naukowego poglądu na świat, umiejętności pracy w zespole, wytrwałości, cierpliwości, planowania pracy, przeciwstawiania się trudnościom, pobudzanie zainteresowań badawczych⁸⁴.

⁸² *Ibidem*.

⁸³ *Ibidem*, s. 303-304.

⁸⁴ Cz. Fotyma, Cz. Ścisłowski, *Metodyka nauczania...*, op. cit., s. 29-30.

Opisane przez G. Białkowskiego, Cz. Fotymę oraz Cz. Ścisłowskiego cele nauczania fizyki mają odzwierciedlenie w podstawie programowej nauczania fizyki dla szkoły podstawowej. Aktualnie nauczycieli obowiązuje Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej (...) ⁸⁵. W celach kształcenia – wymaganiach ogólnych znajdziemy m.in. zapis dotyczący *wykorzystania pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości, rozwiązywania problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych, planowania i przeprowadzania obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowania na podstawie ich wyników* ⁸⁶.

W wymaganiach szczegółowych, dotyczących konkretnych treści nauczania przedmiotu, również znajdują się liczne nawiązania do celów nauczania fizyki wskazanych przez wybranych dydaktyków, a przytoczonych w niniejszym rozdziale. Potwierdzeniem może być następujący zapis z podstawy programowej: *uczeń rozróżnia pojęcia: obserwacja, pomiar, doświadczenie; przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia, korzystając z ich opisów; opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu, wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów* ⁸⁷. W obowiązującej aktualnie podstawie programowej nauczania fizyki nie są uwzględnione historyczne informacje na temat znanych naukowców, ważnych odkryć naukowych.

W podsumowaniu przedstawionych rozważań dotyczących celów nauczania fizyki trzeba zaakcentować ich ponadczasowość i uniwersalność. Nauczając fizyki, należy zwrócić uwagę uczniów, iż zagadnienia poruszane podczas lekcji są ściśle związane z naszym otoczeniem. Wiedza i umiejętności stanowią podstawę do zrozumienia zjawisk przyrodniczych, zasady działania urządzeń czy funkcjonowania świata. Zdobyta wiedza umożliwi uczniom zastosowanie jej do rozwiązywania prostych, a następnie skomplikowanych problemów. Najważniejsze jest to, aby przekazać wiedzę w sposób zrozumiały dla uczniów, dostosowując się do zasad nauczania, stosując odpowiednie metody nauczania i środki dydaktyczne adekwatne do potrzeb współczesnego ucznia, co stanowi przedmiot teoretycznych rozważań w dalszej części pracy.

⁸⁵ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r..., *op. cit.*, s. 1.

⁸⁶ *Ibidem*, s. 152-153.

⁸⁷ *Ibidem*, s. 153.

1.4. Zasady nauczania fizyki

Ogólny kierunek działań nauczyciela powinny determinować zasady nauczania, zwane również zasadami kształcenia, czyli powszechnie przyjęte normy postępowania dydaktycznego. Dostosowanie się do tych zasad umożliwi nauczycielowi efektywnie przekazywać wiedzę swoim uczniom, rozwijać ich zainteresowania, pasję oraz zdolności, formować naukowy pogląd na świat oraz zachęcać do samokształcenia⁸⁸. Cz. Kupisiewicz wyróżnił następujące i najważniejsze zasady nauczania:

- zasada pogładowości;
- zasada przystępności wiedzy (zasada stopniowania trudności);
- zasada świadomego i aktywnego udziału uczniów w procesie nauczania i uczenia się;
- zasada systematyczności w nauczaniu i uczeniu się;
- zasada trwałości zdobytej wiedzy;
- zasada operatywności posiadanej wiedzy;
- zasada wiązania teorii z praktyką⁸⁹.

W dydaktyce ogólnej inni autorzy wymieniają zbliżone zasady, przypisując im podobne znaczenie⁹⁰. Uniwersalność tych zasad znalazła również swoje zastosowanie w nauczaniu fizyki. Poniżej zostaną opisane poszczególne zasady nauczania wraz z ich nawiązaniem do nauczania fizyki oraz wykorzystania nowoczesnych narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych.

Zasada pogładowości stanowi jedną z najwcześniej opisanych oraz najbardziej ogólnych zasad. Krytykuje ona założenia werbalizmu, czyli zamianę przedmiotów na wyrazy, często nieznane uczniom. Zasadę tę sformułował W. Ratke, opisując ją następująco: *na-przód rzecz poznana na niej samej, potem dopiero mówienie o rzeczy*. Rozpowszechnił ją J.A. Komeński, przypisując zastosowanie do nauczania wszystkich przedmiotów⁹¹. Zasada ta powiązana jest ściśle z nauczaniem fizyki, która jako nauka doświadczalna powinna być nauczana ze szczególnym uwzględnieniem eksperymentów, służących do badania zjawisk występujących w przyrodzie, a następnie definiowania na ich podstawie praw rządzących

⁸⁸ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna...*, op. cit., s. 115.

⁸⁹ *Ibidem*, s. 118-130.

⁹⁰ W. Okoń, *Wprowadzenie...*, op. cit., s. 171.

⁹¹ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna...*, op. cit., s. 118.

przyrodą. Wykorzystanie zasady pogładowości w nauczaniu fizyki uzasadnione jest również z psychologicznego punktu widzenia, o czym szerzej pisze M. Głowacki⁹².

Wiedza o fizyce tworzy się dzięki bezpośredniemu poznawaniu rzeczy oraz zjawisk. Nie należy zastępować doświadczeń opowieścią na ich temat. W sytuacji, gdy wykonanie danego doświadczenia jest utrudnione lub niemożliwe w warunkach szkolnych, należy wykorzystać środki dydaktyczne, które w dokładny sposób odwzorują rzeczywistość⁹³. We współczesnej edukacji uzasadnione staje się wykorzystanie narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych do prezentowania zjawisk, których wykonanie w szkolnej pracowni fizycznej jest niemożliwe. W szczególnych przypadkach, z dydaktycznego punktu widzenia zastosowanie mediów może być bardziej wartościowe od bezpośredniego poznania, np. podczas omawiania zasady budowy silnika⁹⁴. Wśród nowoczesnych metod prezentacji danego doświadczenia możemy wymienić m.in. symulacje komputerowe, e-doświadczenia. Zastosowane narzędzia nie mogą jedynie obrazować rzeczywistość, powinny stwarzać sytuację do działań fizycznych oraz logiczno-matematycznych, stawiania oraz weryfikowania hipotez.

Kolejna zasada dydaktyczna to zasada przystępności w nauczaniu, nazywana inaczej zasadą stopniowania trudności. Psychologia uczenia wskazuje, iż materiał nauczany, który nie został dobrze zorganizowany, zapamiętywany jest przez ucznia mechanicznie. Materiał uporządkowany, odpowiednio dobrany do możliwości uczniów jest zrozumiały, tworzy logiczną całość wraz z poprzednimi i następnymi lekcjami. Tworząc system wymagań z poszczególnych przedmiotów, należy dostosować poziom trudności do możliwości psychofizycznych uczniów. Metody nauczania muszą być dostosowane do rozwoju dziecka. Zgodnie z zasadą przystępności wiedzy w początkowych latach nauczania fizyki metody te powinny zostać oparte na poznaniu zmysłowym, konkretnym. Należy zminimalizować stosowanie metod hipotetyczno-dedukcyjnych, gdyż uczniowie, którzy rozwijają się w wolniejszym tempie w stosunku do rówieśników, nie nadążają oraz nie rozumieją przekazu nauczyciela. W dalszych latach kształcenia częściej można wprowadzać lekcje, podczas których nauczyciel jest nastawiony na działanie uczniów prowadzące do rozwiązania problemu⁹⁵. Nawiązując do opisanej zasady nauczania, pomocne stają się również narzędzia

⁹² M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 97-101.

⁹³ E. Kameduła, *Edukacja i media w zreformowanej szkole* [w:] *Media a edukacja*, red. W. Strykowski, eMPI², Poznań 2000, s. 238.

⁹⁴ *Ibidem*.

⁹⁵ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 101-105.

technologii informacyjno-komunikacyjnych. Stosując narzędzia TIK, nauczyciel może rozpocząć lekcję ciekawym filmem, przedstawiającym uczniom dobrze znane i bliskie zjawisko fizyczne. Wykorzystując narzędzia do tworzenia gier on-line, można stworzyć zadania, które w klarowny sposób będą przechodzić od najprostszych do trudniejszych, uwzględniając różnice w tempie pracy poszczególnych uczniów.

Zasada świadomego i aktywnego udziału uczniów w procesie nauczania i uczenia się jest kolejną istotną zasadą w nauczaniu fizyki. Stanowi ona jedną z elementarnych wytycznych w dydaktyce nauk przyrodniczych. Nauczanie i uczenie się fizyki powinno być analogiczne do odpowiednich faz procesu badawczego w fizyce, o czym wspomniano już we wcześniejszych częściach pracy. Nauczyciel, wdrażając kolejne zagadnienia, tworzy dla uczniów sytuację problemową, ukierunkowując ich działanie. Zadaniem ucznia jest obserwacja i zbadanie danego zjawiska, co prowadzi do zdziwienia oraz zaciekawienia, szczególnie w przypadku, gdy obserwacja nie jest zgodna z wiedzą oraz wyobrażeniem ucznia na dany temat. Zdziwienie ucznia winno skutkować spontaniczną hipotezą oraz jej sprawdzeniem, co często powtarzane sprawi, że osiągnięcie przez uczniów celów życiowych będzie aktywne oraz świadome⁹⁶.

Materiał realizowany podczas lekcji fizyki nie może być przez uczniów jedynie wyuczony, lecz samodzielnie przeanalizowany, zrozumiały oraz zapamiętany, co prowadzi do świadomego i aktywnego udziału uczniów w zdobywaniu wiedzy⁹⁷. Dobrym zwyczajem stosowanym przez nauczyciela, mającym również wpływ na świadomy i aktywny udział ucznia w procesie nauczania, jest częste nawiązywanie do praktyki w celu zachowania ciągłości wiedzy teoretycznej i praktycznej⁹⁸. Wcielanie się w rolę odkrywców kształtuje obiektywizm uczniów zarówno w nauce, jak i tworzeniu relacji międzyludzkich. Kreuje to korzystne warunki do wszechstronnego rozwoju oraz budowania odpowiednich kompetencji⁹⁹. Nauczyciel powinien tak prowadzić lekcję, aby przekonać uczniów, że to, czego w tym momencie się uczą, będzie miało zastosowanie w życiu codziennym. Uczniom należy wyjaśnić, w jakim celu prezentowane jest dane prawo fizyczne, zasada działania różnych urządzeń lub inne zagadnienie.

⁹⁶ *Ibidem*, s. 105-106.

⁹⁷ Cz. Fotyma, Cz. Ścisłowski, *Metodyka nauczania...*, op. cit., s. 55.

⁹⁸ *Ibidem*, s. 57.

⁹⁹ P. Skurski, M.W. Wójtowicz, *Rozmowy o nauczaniu...*, op. cit., s. 77.

Świadomy i aktywny udział uczniów w procesie nauczania-uczenia się można osiągnąć także, używając narzędzi TIK, m.in. dzięki możliwości odtworzenia faz procesu badawczego z wykorzystaniem specjalnego oprogramowania, zapoznanie z symulacjami działania urządzeń, które w codziennym życiu są niedostępne. Nowoczesne narzędzia TIK mogą wspomóc uczniów również w procesie samodzielnego dochodzenia do wiedzy, a także monitorowania własnych osiągnięć, co zwiększa proces świadomego i aktywnego zdobywania wiedzy.

Zasada systematyczności wiąże się z przemyślanym i logicznym ułożeniem treści nauczania. Kolejne wiadomości powinny wynikać z poprzednich i nawiązywać do nich. Powtarzanie oraz częste odnoszenie się do wcześniej zdobytej wiedzy pozwala na bardziej efektywne zapamiętanie danego materiału oraz stworzenie sieci skojarzeń, która nie pozwala zapomnieć istotnych zagadnień¹⁰⁰. Wykorzystując narzędzia TIK, można dążyć do wdrożenia ucznia do systematycznej pracy, np. na wirtualnych platformach edukacyjnych. Pomocne także stają się wirtualne chmury wyrazowe, mapy myśli, które w logiczny sposób umożliwiają uczniom poznanie struktury danego tematu lub działu, pogrupowanie materiału na mniejsze fragmenty i usystematyzowanie zdobytej wiedzy.

Zasada trwałości nawiązuje do niezwykle istotnej wiedzy dydaktycznej. W ujęciu psychologii uczenia się pierwsze spotkanie ucznia z nowymi wiadomościami powinno prowadzić do zrozumienia danego zagadnienia, natomiast powtórzenie sprawi, iż uczeń zdobędzie wiedzę na ten temat w sposób wystarczający. Powtarzanie materiału skutkuje utrwaleniem zdobytych wiadomości, blokuje proces zapominania. Uwzględniając tę zasadę, bardzo ważne stają się lekcje, podczas których materiał z danego działu zostaje powtórzony, usystematyzowany i utrwalony w sposób atrakcyjny dla ucznia¹⁰¹. W realizacji rozważanej zasady pomocne stają się także narzędzia TIK, gdyż umożliwiają m.in. zastosowanie ćwiczeń powtórzeniowych w interesującej dla ucznia formie, zachęcającej do pracy. Monitorowanie postępów uczniów może się odbywać za pośrednictwem specjalnych platform i testów on-line np. *Kahoot!*, *Nearpod*, *Socrative*, *Google Forms*¹⁰².

Kolejną zasadą, ważną z perspektywy nauczania fizyki, jest zasada operatywności posiadanej wiedzy, która ściśle związana jest z zasadą wiązania teorii z praktyką. Wiedza,

¹⁰⁰ Cz. Fotyma, Cz. Ścisłowski, *Metodyka nauczania...*, op. cit., s. 65.

¹⁰¹ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 108-109.

¹⁰² D. Siemieniecka, *Twórcze aspekty nowych technologii* [w:] *Pedagogika medialna*, red. B. Siemieniecki, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2021, s. 223.

jaką nauczyciel przekazuje uczniowi, pojęcia fizyczne, twierdzenia, prawa i zasady fizyczne, nie spowoduje, że uczeń będzie potrafił od razu posłużyć się nią w praktyce. W dorosłym życiu ucznia wiedza operatywna będzie spełniać istotne zadanie. Reguły dydaktyczne wynikające z wiedzy operatywnej podkreślają potrzebę przyuczania uczniów do spostrzegania, tworzenia oraz samodzielnego rozwiązywania problemów praktycznych i teoretycznych. Uczeń powinien zauważyć dany problem, stworzyć hipotezę służącą do rozwiązania tego problemu, opracować plan działania, wykonać go, a na końcu zweryfikować swoje wyniki. Dzięki temu będzie potrafił w sposób racjonalny wykorzystać zdobytą wiedzę teoretyczną do problemów praktycznych¹⁰³. Niezastąpione stają się tutaj nowoczesne narzędzia TIK, które mogą przedstawić uczniom wybrane zagadnienia fizyczne w nawiązaniu do życia codziennego, praktyki przemysłowej czy innych dziedzin życia człowieka, przykładowo symulacja działania elektrowni jądrowej.

Podsumowując, opisane zasady nauczania wskazują kierunek działań nauczyciela w celu osiągnięcia zamierzonych celów. Stanowią dla nauczyciela wytyczne, kierując procesem dydaktycznym, umożliwiając efektywne zaznajomienie uczniów z nowymi tematami lekcji, rozwijając zainteresowania, pasje i zdolności. Pomocne stają się także nowoczesne narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych, których włączenie w proces dydaktyczny umożliwia dostosowanie się do wszystkich wyżej opisanych zasad nauczania.

1.5. Metody nauczania fizyki

Podczas prowadzenia procesu nauczania-uczenia się fizyki konieczne jest wykorzystanie różnorodnych metod kształcenia, form oraz środków dydaktycznych. Metodyka nauczania fizyki różni się znacząco od nauczania innych przedmiotów. Wskazuje, jak organizować pracę na lekcji, aby poza wiadomościami fizycznymi uczeń zyskał także wartości cenne dla swojego ogólnego rozwoju, a także praktyczne umiejętności, z których będzie korzystał w dorosłym życiu¹⁰⁴. W nauczaniu i uczeniu się fizyki bardzo dużą rolę spełniają doświadczenia. Niezbędna jest również wiedza matematyczna oraz ogólna wiedza o otaczającym świecie.

Metoda kształcenia w ujęciu W. Okonia to *wypróbowany i systematycznie stosowany układ czynności nauczycieli i uczniów, realizowanych świadomie w celu spowodowania*

¹⁰³ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna...*, op. cit., s. 128-129.

¹⁰⁴ Cz. Fotyma, Cz. Ścisłowski, *Metodyka nauczania...*, op. cit., s. 3.

zalożonych zmian w osobowości uczniów¹⁰⁵. W. Okoń wyróżnia trzy kategorie metod kształcenia: słowne, oglądowe (oparte na obserwacji) i praktyczne¹⁰⁶.

Proces poznania związany jest nierozzerwalnie ze słowem, dzięki któremu przekazujemy wiedzę o otaczającym świecie. Wśród metod słownych możemy wymienić następujące: wykład, opis, opowiadanie, pogadanka, dyskusja oraz praca z książką¹⁰⁷. Wykład może stanowić wprowadzenie do lekcji fizyki, jednak głównie w klasach starszych. Kluczowe podczas wykładu jest zachowanie relacji uczeń – nauczyciel, dzięki umożliwieniu uczniom zadawania pytań. Wykład może służyć również do wprowadzenia sytuacji problemowej w strategii nauczania poszukującego. Wykład stosowany w początkowym nauczaniu fizyki został skrytykowany przez J.L. Lewisa, który pisze o nim następująco: *klasyczny wykład jest nader nieodpowiednią metodą w początkowym nauczaniu fizyki (...), lecz uczenie się polega na aktywności. Umysł nie może być traktowany jako bierny odbiornik, umysł musi przyjmować wiedzę w sposób czynny*¹⁰⁸. Opis i opowiadanie to metody bardzo podobne do wykładu. Nauczyciel wprowadza uczniów w dany temat, używając jednak do tego języka mniej ścisłego niż podczas wykładu, żywszego, nawiązującego do mowy potocznej, co może znaleźć zastosowanie w klasach młodszych.

Pogadanka i dyskusja to kolejne metody oparte na słowie. Podczas pogadanki nauczyciel zadaje uczniom pytania, naprowadzając ich na właściwe rozwiązanie problemu. Nauczyciel musi jednak uważać, aby nie dopuścić do ograniczenia samodzielnego myślenia uczniów. W dyskusji nauczyciel i uczeń w sposób równy próbują rozwiązać problem. Dyskusja wymaga merytorycznego przygotowania, dlatego słuszne jest zastosowanie jej w klasach starszych. Zarówno pogadanka, jak i dyskusja to metody, w których posługujemy się *heúresis* (gr. *heúresis* – odnalezienie), wykorzystywaną już przez Sokratesa. Naprowadzał on uczniów na właściwy sposób myślenia, co skutkowało samodzielnym rozwiązaniem problemu przez ucznia¹⁰⁹.

W nauczaniu fizyki każda z wymienionych wyżej metod słownych powinna być wzmocniona metodą oglądową, przez pokaz przedmiotu, zjawiska, modelu, doświadczenia. Model w naukach ścisłych oznacza strukturę, która zastępuje dany obiekt, dając pełne informacje o nim. W fizyce stosuje się najczęściej modele materialne.

¹⁰⁵ W. Okoń, *Wprowadzenie...*, op. cit., s. 246.

¹⁰⁶ *Ibidem*, s. 248.

¹⁰⁷ *Ibidem*.

¹⁰⁸ J.L. Lewis, *Nauczanie fizyki...*, op. cit., s. 82.

¹⁰⁹ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna...*, op. cit., s. 143-144.

Do form pokazu można zaliczyć również filmy, nagrania, schematy, rysunki, tablice, plansze. Zastosowanie pokazu uzasadnione jest w każdym momencie procesu dydaktycznego. Może być doskonałym początkiem lekcji problemowej. Pokaz nie może jednak zastąpić aktywności ucznia, lecz przeciwnie – powinien działać jako metoda aktywizująca, zachęcająca do dalszych działań. Dzięki zastosowaniu metod opartych na obserwacji, zwanych oglądowymi, uczeń dostrzega właściwości otaczających go przedmiotów, zachodzących zjawisk, procesów i wydarzeń¹¹⁰.

W odniesieniu do filmu, jako jednej z form przekazu w metodzie oglądowej, w literaturze dostępnych jest wiele opracowań doceniających jego wpływ na proces kształcenia. Film może być cennym źródłem inspiracji i motywacji, pobudzać ciekawość oraz chęć eksperymentowania. Spełnia ważną funkcję pomocy w nauczaniu i jest nierozdzielną jego częścią. Znajduje zastosowanie wówczas, gdy wykonanie danego doświadczenia jest niemożliwe ze względu na potrzebny sprzęt lub potencjalne niebezpieczeństwo podczas przeprowadzania doświadczenia, wprowadza na lekcję te zjawiska, które są odległe i niemożliwe do zobaczenia w życiu codziennym. Autor powyższego opisu docenił również rolę symulacji i animacji, które szerzej zostaną opisane w dalszej części pracy¹¹¹.

O pozytywnych aspektach wynikających z korzystania z filmów podczas lekcji pisali również Cz. Fotyma i Cz. Ścisłowski już w roku 1961. W ich opinii stanowi on atrakcyjny sposób przekazywania wiedzy, często zastępuje wiadomości, których nie jest w stanie przekazać podręcznik, pogadanka nauczyciela czy ilustracja. Zastosowanie filmu podczas lekcji prowadzi do jej ożywienia, pobudza zainteresowanie uczniów, jest czynnikiem zwiększającym emocje. Umożliwia również wprowadzenie skomplikowanego zagadnienia, co w tradycyjnych warunkach byłoby utrudnione¹¹². Ponadto przyczynia się do uproszczenia problemów, poznanych pojęć, przybliżenia zjawisk.

Ważną rolę wspomnianych środków audiowizualnych potwierdza również S. Pluta, która stwierdza, iż podczas oglądania i analizy filmów edukacyjnych zaangażowane są liczne zmysły, co doskonali u uczniów spostrzegawczość i rozwija wyobraźnię¹¹³.

¹¹⁰ *Ibidem*, s. 139-141.

¹¹¹ J.L. Lewis, *Nauczanie fizyki...*, *op. cit.*, s. 244-246.

¹¹² Cz. Fotyma, Cz. Ścisłowski, *Metodyka nauczania...*, *op. cit.*, s. 218.

¹¹³ S. Pluta, *Zakres i sposoby wykorzystywania środków audiowizualnych w klasach początkowych* [w:] *Rocznik naukowo-dydaktyczny, Zeszyt 63, Prace pedagogiczne II*, red. J. Długosz, Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Kraków 1978, s. 53.

Dydaktyczną rolę zastosowania środków audiowizualnych przywołał także w 1990 roku W. Zaczyński, twierdząc, że uzasadnienia stosowania wspomnianych wyżej środków możemy doszukać się w teorii wielostronnego kształcenia W. Okonia¹¹⁴.

Podobnego zdania jest M. Kozielska, według której zastosowanie programów komputerowych w edukacji również nawiązuje do wspomnianej teorii wielostronnego kształcenia, gdyż ujawnia ich rzeczywistą rolę w edukacji¹¹⁵.

Zdaniem K. Majewskiej wykorzystanie podczas lekcji obrazów lub filmów przedstawiających omawiane zagadnienie wspomaga prezentację oraz analizę następujących po sobie zdarzeń i ich następstw, co w konsekwencji prowadzi do lepszego zrozumienia problemu. Dodatkowo angażuje uczniów w większym stopniu niż kształcenie tradycyjne¹¹⁶.

Do innej grupy należą metody laboratoryjne, oparte na działalności praktycznej uczniów. Uczeń, wykonując samodzielnie doświadczenie, bada źródło zjawiska, przebieg oraz jego skutki i następstwa. Metoda laboratoryjna znalazła szerokie zastosowanie zarówno podczas lekcji tradycyjnej, jak i problemowej. Nauczyciel, korzystając z metody laboratoryjnej, umożliwia uczniom wykonanie doświadczenia. Musi więc przygotować wszystkie niezbędne materiały, pomoce naukowe. Stosowanie metody laboratoryjnej w toku nauczania fizyki odwołuje się do jednego z najważniejszych postulatów dydaktyki fizyki: o zbliżeniu procesu nauczania do procesu badawczego.

Samodzielna, eksperymentalna praca uczniów ma wiele zalet, wśród których M. Głowacki wymienia następujące: wynik przeprowadzonego doświadczenia tworzy zamierzone uogólnienia. Uczniowie uzyskują niezbędne wiadomości oraz umiejętności dla wprowadzonych metodą słowno-oglądową praw fizycznych, nabierają wprawy w obsłudze urządzeń technicznych i przyrządów pomiarowych, wyznaczają wielkości fizyczne, doskonaląc precyzję. Uczniowie samodzielnie badają dane zjawisko fizyczne, co skutkuje lepszym jego zrozumieniem.

Wyżej opisane kategorie metod nauczania uzupełniane są niejednokrotnie o nauczanie problemowe, mające bardzo duże znaczenie w nauczaniu fizyki. System dydaktyczno-wychowawczy zwraca uwagę na wszechstronny rozwój ucznia. Dlatego też pierwszeństwo

¹¹⁴ W. Zaczyński, *Uczenie się przez przeżywanie*, WSiP, Warszawa 1990, cyt. za: M. Tanaś, *Wstęp* [w:] *Pedagogika @ środki informatyczne i media*, red. M. Tanaś, Impuls, Warszawa – Kraków, 2004, s. 7.

¹¹⁵ M. Kozielska, *Walory komputerowego wspomaganie procesu kształcenia* [w:] *Media a edukacja*, red. W. Strykowski, eMPI², Poznań 2000, s. 265.

¹¹⁶ K. Majewska, *Efektywność interaktywnej formy nauczania z użyciem tablicy multimedialnej*, „e-Mentor” 2016, nr 1(62), s. 31.

powinny mieć te metody nauczania, które umożliwiają jednocześnie doskonalenie zdolności poznawczych, obserwacji, a także samodzielności myślenia. Nauczanie problemowe należy traktować jak rodzaj organizacji procesu nauczania, który główny nacisk kładzie na aktywność uczniów. Modelowe nauczanie problemowe powinno zostać zapoczątkowane wykryciem problemu, zaplanowaniem jego rozwiązania wraz z odpowiednimi wnioskami. Następnie dochodzi do rozwiązania kolejnych problemów, dzięki obserwacji i eksperymentowi, a w konsekwencji do integracji wyników i rozwiązania problemu głównego¹¹⁷.

Nauczyciel tworzy sytuację problemową, odnosząc się do znanych faktów, przeżyć i doświadczeń życiowych uczniów. Sytuacja problemowa zostaje zaaranżowana z użyciem opisanych wcześniej metod słowno-oglądowych. Uczeń orientuje się, iż brakuje mu wiedzy na ten temat, co skłania go do dalszego poszukiwania. Rozwiązanie tego problemu następuje z zastosowaniem metod pokazowych wraz z odpowiednio dobranymi środkami dydaktycznymi, modelami, schematami¹¹⁸. W toku nauczania problemowego dominuje proces uczenia się nad nauczaniem. Zadaniem nauczyciela jest motywowanie ucznia do działania, odkrywania, pomoc w rozwiązaniu problemu. Nauczyciel musi dokładnie wytłumaczyć, na czym polega problem, a następnie w sposób trafny zweryfikować pomysły jego rozwiązania zaproponowane przez ucznia. Problem, który opiekun postawił przed uczniami, musi być dla nich na tyle interesujący, aby z chęcią zaczęli szukać jego rozwiązania.

Metody słowno-oglądowe mają niestety gorsze wyniki w nauczaniu w stosunku do metod laboratoryjno-problemowych. Metody te stawiają przed uczniem problem, z którym musi sobie poradzić¹¹⁹. Nauczanie problemowe spełnia ważną rolę w nauczaniu fizyki, gdyż udoskonala proces samodzielnego myślenia, wzbudza zainteresowanie ucznia przedmiotem, przystosowuje do dorosłego życia dzięki kształceniu umiejętności radzenia sobie w sytuacjach problemowych.

Podsumowując opisane metody nauczania: każda posiada pewne zalety oraz ograniczenia w zastosowaniu w procesie dydaktycznym. Ważna jest kontrola przebiegu lekcji przez nauczyciela, unikanie monotonii. Nie należy nadużywać wybranej metody, gdyż straci swoją atrakcyjność. Istotne jest wprowadzenie różnorodności, innowacyjności podczas lekcji. W praktyce pedagogicznej obserwuje się okresowy wzrost popularności

¹¹⁷ J. Półturzycki, *Dydaktyka dla nauczycieli*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 1999, s. 124.

¹¹⁸ *Ibidem*.

¹¹⁹ Cz. Kupisiewicz, *O efektywności nauczania problemowego*, PWN, Warszawa 1973, s. 22.

określonych metod. Aktualnie w pedagogice największe znaczenie mają metody kształcenia oparte na samodzielnym dochodzeniu do wiedzy przez uczniów. Rola nauczyciela sprowadza się do aktywizacji uczniów dzięki przeżywaniu, działaniu, odkrywaniu i poznawaniu. Opisana działalność uczniów prowadzi do pogłębienia wiedzy i rozwoju kompetencji potrzebnych w życiu. Wybór metody nauczania należy dostosować do poziomu edukacyjnego klasy, omawianego materiału, celów lekcji oraz założeń. Nie istnieje uniwersalna metoda dla danego tematu lekcji oraz klasy.

1.6. Środki dydaktyczne stosowane w nauczaniu fizyki

Nauczyciel powinien stale dbać o swój warsztat pracy, unowocześniać go zgodnie z najnowszymi odkryciami, zaleceniami oraz możliwościami techniki. Elementarny i nieodzowny komponent procesu kształcenia stanowią środki dydaktyczne. Twórcą idei wykorzystania środków dydaktycznych był wspomniany wcześniej J.A. Komeński, przeciwnik werbalizmu. Dążył on do posługiwania się modelami, rysunkami oraz innymi pomocami, które pozwalają uczniom posłużyć się wyobraźnią. Umiejętnie dobrane środki dydaktyczne, dostosowane do tematyki lekcji, uatrakcyjnają oraz ułatwiają proces nauczania-uczenia się, nawiązując do opisanych wcześniej zasad i metod.

W dydaktyce funkcjonuje wiele definicji środków dydaktycznych. Rozpatrując znaczenie środków dydaktycznych z pozycji nauczyciela, należy odnieść się do definicji przedstawionej przez Cz. Kupisiewicza¹²⁰. Definiuje on środki dydaktyczne jako *przedmioty materialne, które dostarczając uczniom określonych bodźców oddziałujących na ich wzrok, słuch, dotyk itd., ułatwiają im bezpośrednie i pośrednie poznawanie rzeczywistości, dzięki czemu usprawniają proces nauczania-uczenia się, a przez to wpływają korzystnie na jego efekty końcowe*¹²¹.

W ujęciu W. Skrzydlewskiego środki dydaktyczne pomagają jednostce w komunikacji, rozwijaniu procesów przetwarzania informacji oraz wyrażaniu. Korzyść edukacyjna wynika z tworzenia efektywnych możliwości porozumiewania się, formowania ustrukturyzowanej wiedzy o otaczającym świecie, polega na kształtowaniu motywacji oraz właściwej postawy wobec uczenia się¹²².

¹²⁰ B. Siemieniecki, *Przedmiot i zadania mediów w edukacji* [w:] *Pedagogika medialna*, red. B. Siemieniecki, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2021, s. 84-85.

¹²¹ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna...*, op. cit., s. 177.

¹²² W. Skrzydlewski, *Interakcyjny model uczenia się medialnego*, „Neodidagmata” 1991, XX, s. 65.

Środki dydaktyczne spełniają wiele ważnych funkcji w procesie nauczania. Wśród nich można wymienić następujące:

- motywacyjne, pobudzają i utrzymują zainteresowanie ucznia danym przedmiotem nauczania;
- poznawcze, przybliżają ucznia do poznania otaczającego świata;
- dydaktyczne, pomagają rozwiązywać problemy natury poznawczej;
- wdrożeniowe, wykorzystywane podczas ćwiczeń do utrwalania zdobytych wiadomości i umiejętności;
- wychowawcze, poszerzają zainteresowania i zdolności uczniów, kształtują postawy¹²³.

Klasyfikacja środków dydaktycznych została opracowana przez wielu dydaktyków. Cz. Kupisiewicz klasyfikuje środki dydaktyczne na wzrokowe (przedmioty, maszyny, wykresy, mapy itp.), słuchowe (radio, magnetofon itp.), wzrokowo-słuchowe (telewizor, projektory), częściowo automatyzujące proces nauczania-uczenia się (maszyny dydaktyczne, podręczniki programowane)¹²⁴.

Z punktu widzenia dydaktyki fizyki ważną klasyfikację środków dydaktycznych przedstawił J.S. Bruner, a uzupełnili i zmodyfikowali D. Hapali i E. Fleming. Klasyfikacja przedstawiona przez J.S. Brunera została nazwana „harwardzką” i przedstawia się następująco:

- środki poznania zastępczego, czyli środki, które pozwalają uczniowi zapoznać się z danym zjawiskiem w sposób zastępczy, jednak bezpośredni; do tych środków zalicza się audycje telewizyjne, filmy, książki;
- środki pomagające uczniowi zrozumienie podstawowych struktur zjawiska, czyli wykresy, schematy, rysunki, modele (np. cząsteczek, atomów);
- modelowe środki nauczania, zwane programami następstw, tj. modele urządzeń technicznych, aparatura pomiarowa;
- urządzenia automatyczne¹²⁵.

Przedstawiony podział środków dydaktycznych jednoznacznie wskazuje na wszechstronne możliwości ich zastosowania oraz akcentuje niebagatelną rolę w procesie

¹²³ M. Sawicki, *Środki dydaktyczne* [w:] *Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973, s. 245.

¹²⁴ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna...*, op. cit., s. 180.

¹²⁵ B. Gawlik, *Definicja pojęć „pomoc naukowa” i „środek dydaktyczny”* [w:] *Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973, s. 248-249.

kształcenia. Umiejętnie dobrane środki dydaktyczne zastosowane w toku lekcji fizyki ułatwiają uczniom zrozumienie podstawowych idei, zagadnień tego przedmiotu. Rodzaj użytego środka dydaktycznego zależy od przekazywanych przez nauczyciela wiadomości, oczekiwań oraz zdolności odbiorców, czyli uczniów. Odpowiednio dobrane środki dydaktyczne nie mogą dawać uczniom gotowych rozwiązań, lecz mają służyć jako wskazówki pomagające rozwiązać dany problem, pobudzając naturalną ciekawość ucznia.

Proces nauczania fizyki musi być realizowany z uwzględnieniem doświadczeń. W związku z tym niezwykle ważne w nauczaniu fizyki są środki dydaktyczne pozwalające na wykonanie eksperymentu. Przyczynia się to do lepszego zrozumienia tego przedmiotu. Słynne motto autorstwa J.L. Lewisa *Słyszeć i zapomnieć, widzieć i zapamiętać, działać i zrozumieć* wskazuje, jak ważne jest powiązanie fizyki nauczanej w szkole z doświadczeniem życiowym oraz eksperymentami wykonanymi w laboratorium lub pracowni szkolnej. Nauczyciel fizyki w głównej mierze powinien wykorzystywać środki dydaktyczne umożliwiające wykonanie doświadczeń, prowadzenie lekcji różnymi metodami (np. badawczą lub problemową), co wynika z doświadczalnego charakteru tego przedmiotu. Jak pisze dalej autor tego motto, zapamiętanie to najwyższy stopień zrozumienia, szerszy to interpretacja, która wymaga zarówno zapamiętania, jak i zrozumienia. Pomoce stosowane podczas lekcji, w zależności od rodzaju, służą do przekazywania informacji oraz wzbudzenia motywacji¹²⁶.

Podobne zdanie na temat wykorzystania środków dydaktycznych w nauczaniu i uczeniu się przedmiotów przyrodniczych prezentują A. Burewicz i P. Jagodziński. W ich opinii z pomocą środków dydaktycznych można zobrazować abstrakcyjne pojęcia, prawa, teorie, prezentować przedmioty oraz obiekty, których bezpośrednie poznanie nie jest możliwe. Środki dydaktyczne aktywizują uczniów oraz rozwijają twórcze działanie¹²⁷. Nauczanie werbalne daje o wiele słabsze wyniki niż nauczanie z zastosowaniem środków dydaktycznych¹²⁸.

Jednak nie wszystkie doświadczenia możliwe są do wykonania w warunkach szkolnej pracowni przedmiotowej. Pomocne stają się więc nowoczesne narzędzia, które ułatwiają prezentację danego doświadczenia. Ważną cechą współczesnej edukacji jest ciągle usprawnianie procesu kształcenia, już od najmłodszych klas. Kierunek udoskonalania dzisiejszej

¹²⁶ J.L. Lewis, *Nauczanie fizyki...*, op. cit., s. 237-238.

¹²⁷ A. Burewicz, P. Jagodziński, *Komputerowy zbiór...*, op. cit., s. 302.

¹²⁸ M. Sawicki, *Środki dydaktyczne...*, op. cit., s. 245.

szkoły wiąże się z kształceniem multimedialnym, które dąży do wykorzystania w pracy dydaktycznej nowoczesnych, multimedialnych środków dydaktycznych, będących wsparciem w realizacji celów kształcenia. Ze względu na szczególną rolę nowoczesnych narzędzi dydaktycznych kolejne akapity będą poświęcone kształceniu multimedialnemu i zagadnieniom teoretycznym z nim związanym.

Kształcenie multimedialne opisywane jest w literaturze jako koncepcja prowadzenia procesu nauczania-uczenia się oraz samokształcenia z uwzględnieniem poprawnie dopasowanych środków dydaktycznych (multimediów) tradycyjnych oraz nowoczesnych¹²⁹. Zdaniem W. Strykowskiego kształcenie multimedialne jest nadrzędnym paradygmatem współczesnej edukacji. Opisywane jest jako koncepcja zakładająca wykorzystanie prostych i technicznych, drukowanych i elektronicznych mediów edukacyjnych, uwzględniając ich dobór z uwagi na cele i zadania dydaktyczne, poziom oraz możliwości intelektualne uczniów, a także możliwości edukacyjne samych mediów¹³⁰.

Szybki rozwój mediów sprawił, iż rozwinęła się nauka zwana pedagogiką medialną lub pedagogiką mediów. Jedną z konsekwencji jej rozwoju jest zastąpienie słowa „środki” dydaktyczne terminem „media”, w odniesieniu zarówno do środków – mediów dydaktycznych oraz do środków masowego przekazu – mass mediów¹³¹.

Media w pedagogice należy rozumieć jako pomoce naukowe, środki dydaktyczne, środki masowego oddziaływania oraz technologie informacyjne. Termin media został podzielony na dwie kategorie. Pierwsza obejmuje komunikaty medialne, czyli informacje o charakterze słownym, obrazowym i dźwiękowym przekazywane od nadawcy do odbiorcy. Do tej kategorii możemy zaliczyć programy telewizyjne, multimedialne, filmy, audycje radiowe, artykuły prasowe. Druga kategoria to środki służące do rejestracji oraz przekazywania komunikatów, czyli narzędzia, które tworzą, zapisują oraz przekazują informację. Przykładem tej kategorii narzędzi są: komputer z dostępem do Internetu, telewizor, aparat fotograficzny, kamera¹³².

W opinii B. Siemienieckiego w sytuacji, gdy zostanie wykorzystana większa liczba mediów, należy wykorzystać słowo multimedia¹³³. Słowo multimedia zostało utworzone

¹²⁹ J. Bednarek, *Multimedia...*, op. cit., s. 85.

¹³⁰ W. Strykowski, *Media i edukacja medialna w tworzeniu współczesnego społeczeństwa* [w:] *Media i edukacja w dobie integracji*, red. W. Strykowski, W. Skrzydlewski, eMPI², Poznań 2002, s. 17.

¹³¹ M. Kąkolewicz, W. Strykowski, S. Ubermanowicz, *Kompetencje nauczycieli edukacji medialnej*, „Neodidagmata” 2008, T. 29/30, s. 58.

¹³² *Ibidem*.

¹³³ B. Siemieniecki, *Przedmiot i zadania...*, op. cit., s. 88.

z dwóch słów: łacińskiego *multi* – oznaczającego wiele oraz słowa *media*, tłumaczonego z angielskiego jako środki masowego komunikowania się (np. prasa, telewizja, radio, film)¹³⁴.

Popularność wykorzystania mediów w codziennym życiu wywarła istotny wpływ na edukację. Z uwagi na interaktywny charakter posiadają duży potencjał dydaktyczno-wychowawczy. Wprowadzenie komputera do procesu dydaktycznego wymusiło reorganizację nauczania, uczenia się, a także samej szkoły, podejścia nauczycieli, uczniów i rodziców. Komputer stał się ważnym narzędziem wsparcia intelektualnego. Media potęgują umysł jednostki, są doskonałym narzędziem przechowywania, przetwarzania oraz generowania informacji. Rozwijają metody oraz formy kształcenia, wywierając ogromny wpływ na proces dydaktyczno-wychowawczy¹³⁵.

Na potrzeby pracy została wskazana także różnica pomiędzy technologią informacyjną a technologią informacyjno-komunikacyjną. Technologia informacyjna stanowi zespół środków, tj. komputer, urządzenia zewnętrzne, oprogramowania oraz technologie, służących do posługiwania się informacją. Jest więc połączeniem informatyki z innymi technologiami¹³⁶. Technologia informacyjno-komunikacyjna (TIK) jest bardziej precyzyjnym terminem, gdyż nawiązuje do dwóch aspektów: informacji jako obiektu, który podlega działaniu, oraz komunikacji, czyli przeznaczeniu informacji i działaniu technologii¹³⁷.

Głównymi komponentami technologii informacyjnej i komunikacyjnej, w opinii M. Sysło, są aktualnie multimedia oraz sieć Internet, sama technologia zaś jest nową dziedziną poznawczą oraz źródłem inspiracji w nauczaniu¹³⁸.

W. Strykowski dzieli funkcję mediów edukacyjnych na trzy kategorie.

– Funkcja poznawczo-kształcąca: do opisu dzisiejszego świata tradycyjne formy przestają już wystarczać. Nowoczesne metody obrazowania rzeczywistości ułatwiają zrozumienie danych procesów i zjawisk. Nauczyciel może przedstawić uczniom doświadczenia,

¹³⁴ *Encyklopedia popularna PWN*, Warszawa 1992, s. 492, cyt. za: W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie...*, op. cit., s. 59.

¹³⁵ A. Mataczyna, *Multimedialne środki dydaktyczne do zajęć technicznych i komputerowych w szkole podstawowej* [w:] *Dydaktyczna użyteczność komputerów*, red. E. Baron-Polańczyk, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2010, s. 165-166.

¹³⁶ M.M. Sysło, *Technologia informacyjna...*, op. cit., s. 4, (dostęp: 02.2023).

¹³⁷ P. Forma, *Uczeń w świecie Internetu w dobie XXI wieku* [w:] *Szkoła w perspektywie XXI wieku. Teraźniejszość – Przyszłość*, część 2, red. S. Koziej, Wydawnictwo Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego, Kielce 2009, s. 66.

¹³⁸ M.M. Sysło, *Multimedia w edukacji. Wskazania unijne i przykłady dobrej praktyki* [w:] *Media i edukacja w dobie integracji*, red. W. Strykowski, W. Skrzydlewski, eMPI², Poznań 2002, s. 172.

zjawiska, które ze względu na brak wyposażenia lub z powodu stwarzanego zagrożenia byłyby niemożliwe do zademonstrowania z użyciem tradycyjnych środków.

- Funkcja emocjonalno-motywacyjna: zastosowanie mediów podczas lekcji wzbudza zainteresowanie ucznia wskazanym tematem, uaktywnia procesy motywacyjne dzięki oddziaływaniu na sferę emocjonalną. Użyte media oddziałują na stan emocjonalny ucznia, przeżycia, ciekawość.
- Funkcja działaniowo-interakcyjna: dzięki symulacjom komputerowym niemożliwe do zrealizowania empirycznego treści stają się łatwiejsze do prezentacji, uczeń może odwiedzić miejsca, które z powodu odległości i czasu są nieosiągalne do zobaczenia¹³⁹.

W literaturze poświęconej kształceniu z zastosowaniem multimediów odnaleźć można wiele interesujących przykładów, potwierdzających ich efektywność dydaktyczną oraz korzyści wynikające z włączenia ich do lekcji. B. Siemieniecki powołuje się na badania wskazujące, iż uczniowie chętniej rozwiązują trudne zadania, gdy wymagają one użycia multimediów. Uczniowie ulegają fascynacji, interesują się animacjami, polepszeniu ulega aktywność intelektualna, chęć poszukiwania innowacyjnych rozwiązań. W dalszej części autor zwraca uwagę, iż podczas nauczania z zastosowaniem edukacji medialnej oraz narzędzi technologii informacyjnej uczeń zdobywa umiejętności intelektualne, które przy zastosowaniu tradycyjnych metod nie są kształtowane. Uczeń sprawnie operuje programami komputerowymi, edytorami tekstu, grafiki. Celem włączenia nowoczesnych narzędzi jest również wsparcie procesu zdobywania wiedzy, przyspieszenie go, kształtowanie umiejętności informatycznych. Zastosowanie komputerów wspiera edukację dzięki możliwości wizualizacji oraz symulacji zjawisk i procesów, co wpływa na lepsze zrozumienie danego tematu, stymuluje ucznia do myślenia twórczego oraz pokazuje ich ważną rolę w przemyśle. Komputer z dostępem do Internetu otwiera przed nauczycielem oraz uczniem możliwości wirtualnego zwiedzania świata, zapewnia kontakt z kulturą, sztuką¹⁴⁰.

Zdaniem W. Walata włączenie do procesów nauczania-uczenia się audiowizualnych czy multimedialnych środków dydaktycznych konieczne jest z uwagi na cele, jakie postawione zostały przed współczesną szkołą przez postępujące społeczeństwo informacyjne. Nie wynika już jedynie z założeń zasady pogłębłości¹⁴¹.

¹³⁹ W. Strykowski, *Rola mediów w edukacji*, „Edukacja Medialna” 1996, 2, s. 4-10.

¹⁴⁰ B. Siemieniecki, *Kognitywistyczne aspekty...*, *op. cit.*, s. 9-10.

¹⁴¹ W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie...*, *op. cit.*, s. 20.

W opinii M.M. Sysło należy wdrożyć technologie informacyjno-komunikacyjne do procesu kształcenia, gdyż technologia ta dostarcza nowoczesne metody i środki, umożliwiające odmienne i wzbogacone spojrzenie na przekazywane treści nauczania. Pomaga także zróżnicować ważne treści i umiejętności, których realizacja bez użycia komputera jest niemożliwa¹⁴².

W. Strykowski zwraca szczególną uwagę na to, iż nauczanie z użyciem środków multimedialnych jest nauczaniem interaktywnym, wszechstronnie aktywizującym ucznia oraz wielokodowym, angażującym wiele zmysłów jednocześnie. Do ucznia docierają m.in. bodźce dźwiękowe, graficzne, czynnościowe. Proces nauczania dokonywany jest poprzez działanie, czego efektem jest rozwijanie zdolności spostrzeniowej ucznia, intelektualnej, manualnej oraz sfery emocjonalnej. Działania dydaktyczne stają się efektywne i urozmaicone¹⁴³.

Potwierdzeniem wcześniejszych informacji może być analiza przedstawiona przez D. Grygrowskiego, który powołując się na różne eksperymenty pedagogiczne oraz badania, wskazuje, iż informacje pozostają w pamięci dłużej i lepiej, gdy przekazywane są z użyciem sygnałów wizualnych i dźwiękowych. W pamięci człowieka pozostaje 20% informacji dźwiękowych, 30% wizualnych, 40% informacji stanowiących kompilację obu powyższych rodzajów. Inne badania wskazują podobne wyniki, tj. 26% dla informacji usłyszanych, 30% wizualnych i 50% obu jednocześnie¹⁴⁴.

Interesujące zalety nauczania z użyciem zasobów Internetu prezentuje również K. Kruszewski. W jego opinii zasoby te urozmaicają bazę dydaktyczną oraz kulturową przekazu nauczyciela. Korzystanie z Internetu wzmacnia u ucznia poczucie bycia uczestnikiem globalnego świata, wzięcia odpowiedzialności za własny proces uczenia się, co prowadzi do świadomego zarządzania indywidualnymi procesami poznawczymi¹⁴⁵.

W opinii S. Kozieja Internet może być dla uczniów źródłem poszerzania własnych zainteresowań oraz wymiany doświadczeń. Dostępne zasoby sieci uzupełniają wiedzę uczniów, poszerzają horyzonty poznawcze, a także aktywizują proces kształcenia

¹⁴² M.M. Sysło, *Technologia informacyjna...*, op. cit., s. 7.

¹⁴³ W. Strykowski, *Media wyznacznikiem zmian w edukacji*, „Neodidagmata” 2003, T. 25/26, s. 31-32.

¹⁴⁴ B. Steinbrink, *Multimedia u progu technologii XXI wieku*, Wrocław 1993, s. 51, cyt. za: D. Grygrowski, *Prezentacja multimedialna w edukacji* [w:] *Media a edukacja*, red. W. Strykowski, eMPI², Poznań 2000, s. 354; J.K. Johnson, *Individualized learning and interactive learning for distance education* [w:] *Media a edukacja*, eMPI², Poznań 1997, s. 57; cyt. za: D. Grygrowski, *Prezentacja multimedialna...*, op. cit., s. 354.

¹⁴⁵ K. Kruszewski, *Słowiki i wróble* [w:] *Pedagogika @ środki informatyczne i media*, red. M. Tanaś, Impuls, Warszawa – Kraków, 2004, s. 16.

i samokształcenia. Internet umożliwia uczniom wymianę opinii ze znanymi ekspertami, co może być zachętą do dalszej pracy. Media mogą służyć także do komunikacji, współpracy, wzajemnego poznawania osób z odległych miejsc¹⁴⁶.

M. Tanaś wymienia następujące zalety wykorzystania narzędzi TIK w pracy z uczniami: powszechna dostępność, możliwość szybkiej wymiany informacji, polisenso-ryczność dzięki pobudzeniu do działania licznych zmysłów jednocześnie, symulacyjność z uwagi na perspektywę przedstawienia rzeczywistych procesów i zjawisk, multimedialność, gdyż jedno urządzenie posiada wiele funkcji, interaktywność, współpraca człowiek – urządzenie multimedialne, wirtualizację, czyli pracę w wirtualnej rzeczywistości¹⁴⁷.

W opinii D. Siemienieckiej multimedia w pracy nauczyciela mają bardzo ważne znaczenie, gdyż spełniają rolę motywacyjną, intrygując ucznia, wzbudzając ciekawość, chęć i gotowość do nauki, a także pozwalają uczniom poznać rzeczywistość w bezpośredni sposób¹⁴⁸.

Nowe technologie stwarzają szerokie możliwości w nauczaniu fizyki. Mogą służyć nie tylko przekazywaniu wiedzy, lecz także do prezentacji złożonych zależności oraz fizycznych procesów, wspomagając wykonanie eksperymentu lub symulując go. Zaletą przeprowadzenia doświadczeń z wykorzystaniem komputerów jest ich skuteczność, oszczędność czasu, niezawodność oraz precyzyjność. Umożliwiają bezpośrednie zapoznanie się z przebiegiem wybranego zjawiska fizycznego. Przy użyciu komputera możliwe staje się ukazanie uczniom doświadczeń, które przebiegają bardzo wolno lub bardzo szybko, a efekty nie są możliwe do zobaczenia w warunkach sali lekcyjnej. Wykorzystując komputer, można również opracować wyniki badań i graficznie przedstawić ich rezultaty¹⁴⁹. Przykłady wdrożenia narzędzi TIK w toku lekcji fizyki zostaną przedstawione w dalszej części pracy.

Warto przedstawić dane statystyczne dotyczące stosowania multimediów przez nauczycieli w odniesieniu do lekcji z przedmiotów przyrodniczych, w tym fizyki, zebrane

¹⁴⁶ S. Koziej, *Polska szkoła w dobie cywilizacji informacyjnej* [w:] *Szkoła w perspektywie XXI wieku. Teraźniejszość – Przyszłość*, część 2, red. S. Koziej, Wydawnictwo Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego, Kielce 2009, s. 18.

¹⁴⁷ M. Tanaś, *Dydaktyczny kontekst kształcenia na odległość* [w:] *Pedagogika @ środki informatyczne i media*, red. M. Tanaś, Impuls, Warszawa-Kraków, 2004, s. 37.

¹⁴⁸ D. Siemieniecka, *Creative Use of Multimedia Technology in Teacher's Work*, „The Teacher for the Knowledge Society: With Contributors from Argentina, Norway, Poland and USA” 2008, no. 3, s. 66, <https://nordopen.nord.no/nord-xmlui/handle/11250/145495> (dostęp: 11.2023).

¹⁴⁹ H. Szydłowski, *Pomiary wspomagane komputerowo*, „Postępy Fizyki” 2009, nr 60, cyt. za: A. Kamińska, *Rola nowych technologii w nauczaniu – przykład fizyki* [w:] *Nowe media w edukacji*, red. T. Lewowicki, B. Siemieniecki, wyd. Adam Marszałek, Toruń 2012, s. 52-53.

w *Raporcie o stanie edukacji – liczą się nauczyciele 2013*. Z przeprowadzonych badań wynika, że na wszystkich lub prawie wszystkich lekcjach fizyki 17% nauczycieli korzysta z filmów lub prezentacji multimedialnych. W porównaniu do innych przedmiotów przyrodniczych (chemia, biologia, geografia) stanowi to najlepszy wynik. 23% lekcji stanowią te, podczas których nie wykorzystuje się tych środków. Gorzej prezentuje się zastosowanie TIK na lekcjach fizyki. 22% uczniów deklaruje, że TIK stosowany jest na każdej lekcji fizyki. Jest to najgorszy wynik spośród pozostałych przedmiotów przyrodniczych (biologia 28%, geografia 27%, chemia 23%). 31% uczniów twierdzi, że TIK na lekcjach fizyki nie występuje nigdy¹⁵⁰.

Podsumowując rozważania dotyczące wykorzystania środków dydaktycznych w procesie kształcenia, ze szczególnym uwzględnieniem multimediiów, należy zaznaczyć ich szczególną rolę w procesie dydaktycznym. Jednotorowy, zdominowany i uzależniony od nauczyciela sposób nauczania daje dobre efekty opanowania szczegółów, jednak skutkuje niewielkim stopniem zrozumienia fizyki. Lekcje, podczas których uczniowie są aktywni, zastosowane są różnorodne metody oraz środki dydaktyczne, charakteryzują się lepszym zrozumieniem tematu. Nauczyciel, realizując proces nauczania, powinien obserwować swoich uczniów, aby wybrać najefektywniejszą metodę pracy i środki dydaktyczne. Na szczególną uwagę zasługują nowoczesne narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych, ze względu na opisane w niniejszym rozdziale zalety oraz liczne funkcje, jakie mogą spełniać podczas lekcji. Środki dydaktyczne użyte podczas lekcji nie powinny dawać gotowych rozwiązań, lecz wzbudzić ciekawość, zainteresowanie, chęć szukania rozwiązania danego problemu, co doskonale umożliwiają narzędzia TIK. Podczas lekcji nauczyciel musi dostrzec, co stwarza zespołowi klasowemu największe trudności i dostosować swoją pracę, by pomóc przezwyciężyć te trudności¹⁵¹. Sposób, w jaki nauczyciel prowadzi swoją lekcję, ma największy wpływ na to, co i jak długo uczeń zapamięta.

¹⁵⁰ M. Musialik, B. Ostrowska, U. Poziomek, *Nauczyciele przedmiotów przyrodniczych* [w:] *Liczą się nauczyciele. Raport o stanie edukacji 2013*, red. M. Federowicz, J. Choińska-Mika, D. Walczak, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2014, s. 248.

¹⁵¹ J.L. Lewis, *Nauczanie fizyki...*, op. cit., s. 81.

1.7. Wnioski do badań własnych

Analiza problematyki związanej z dydaktyką ogólną, dydaktyką i metodyką fizyki nawiązuje ściśle do tematyki pracy, a także stała się pomocna przy opracowaniu koncepcji badań własnych.

Omówienie zagadnień teoretycznych poruszanych w niniejszym rozdziale miało na celu ugruntowanie wiedzy potrzebnej do stworzenia autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej. Opisane zagadnienia pozwoliły na scharakteryzowanie treści, celów, metod, zasad i środków dydaktycznych wdrożonych w autorskim programie nauczania. Ponadto autorski program nauczania przewidywał szczególne zastosowanie narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK) co nawiązuje do priorytetowych zadań współczesnej szkoły, a także – przyjmując za M. Sysło – staje się źródłem inspiracji w nauczaniu¹⁵².

Przygotowując autorski program, uwzględniono najważniejsze w ujęciu M. Głowackiego elementy, jakie powinny się składać na treści nauczania fizyki, tj. fakty naukowe, pojęcia, prawa, zasady, teorie fizyczne i hipotezy, elementy historii fizyki oraz związek fizyki z innymi dyscyplinami naukowymi¹⁵³. Wyszczególnione elementy nauczania fizyki, nazwane w pracy również zagadnieniami fizycznymi, wskazane cele nauczania tego przedmiotu, pozwoliły na opracowanie treści nauczania fizyki, a następnie celów ogólnych i szczegółowych odpowiednio dla klas 7 oraz 8, a w konsekwencji – opracowanie poziomów rozumienia wraz z testami rozumienia, stanowiącymi narzędzie badawcze w niniejszej dysertacji.

Ponadto wymienione elementy stały się również punktem wyjścia do sformułowania tematu pracy doktorskiej, wskazującego jednoznacznie, iż w badaniach zostanie uwzględnione rozumienie zagadnień fizycznych, czyli elementów, jakie opisał M. Głowacki.

Autorski program nauczania fizyki w sposób szczegółowy wskazuje reguły postępowania dydaktycznego wprowadzone podczas lekcji. Powstał więc w zgodzie z zasadami nauczania opisanymi przez Cz. Kupisiewicza. Poszczególne zasady nauczania znalazły także swoje odzwierciedlenie podczas analizy uzyskanych wyników badań własnych.

¹⁵² M.M. Sysło, *Multimedia...*, op. cit., s. 172.

¹⁵³ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 50.

W autorskim programie nauczania zaproponowano różne metody pracy z uczniami, wskazano tradycyjne środki dydaktyczne, a także w szczególności nowoczesne narzędzia TIK.

Inspiracją do przygotowania autorskiego programu nauczania stały się opisane w tym rozdziale słowa J. Brunera wskazujące, iż należy zezwolić uczniowi uczyć się przez odkrywanie, co ma szczególne zastosowanie w fizyce¹⁵⁴. Pozostaje to również w zgodzie z aktualnymi tendencjami w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych, zalecającymi maksymalne przybliżenie procesu dydaktycznego do pracy badawczej, stawiając ucznia w roli współtwórcy procesu dydaktycznego¹⁵⁵. Jako przykład zastosowany w programie można podać samodzielne badanie II zasady dynamiki Newtona, dzięki wdrożeniu odpowiedniej symulacji komputerowej w toku lekcji.

2. Rozumienie zagadnień fizycznych

2.1. Rozumienie zagadnień fizycznych w ujęciu szkolnym

Nieustanny rozwój nauk przyrodniczych (w tym fizyki) przyczynił się do zwiększenia standardu życia. Podczas lekcji fizyki uczeń zapoznaje się z fundamentalnymi prawami, procesami zachodzącymi w przyrodzie, które przybliżają go do możliwości zrozumienia otaczającego świata, co konsekwentnie dąży do rozwoju nauki¹⁵⁶.

Rozważania przeprowadzone w tej i następnych częściach pracy koncentrują się wokół wyjaśnienia, na czym polega rozumienie fizyki oraz kiedy można stwierdzić, iż dany uczeń zrozumiał poruszane zagadnienia fizyczne. Niniejsze przemyślenia zostaną zapoczątkowane ważnym pytaniem: *czym zajmuje się fizyka?* Pytanie to, niejednokrotnie zadawane przez uczniów, nie stanowi jedynie pytania o przedmiot zainteresowań fizyki czy dziedzinę jej badań. Pytanie to ukrywa w sobie definicję fizyki. W inny sposób rozumiał i tłumaczył fizykę Arystoteles, w inny sposób Galileusz, Newton i inni słynni fizycy. Najważniejsze, aby uczyć zawsze najbardziej współczesnego poglądu¹⁵⁷. Odpowiadając na pytanie postawione wyżej, M. Sawicki pisze w sposób następujący: *Fizyka jest nauką, która bada zdarzenia, zjawiska i procesy istniejące poza umysłem (i niezależnie od niego), dążąc do wykrycia i sformułowania praw fundamentalnych, tak by na ich podstawie można było*

¹⁵⁴ D. Fontana, *Psychologia dla...*, op. cit., s. 184-185.

¹⁵⁵ A. Burewicz, P. Jagodziński, *Komputerowy zbiór...*, op. cit., s. 302.

¹⁵⁶ W. Błasiak, *Rozważania o nauczaniu przyrody*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego, Kraków 2011, s. 17.

¹⁵⁷ M. Sawicki, *Czym zajmuje...*, op. cit., s. 13.

*przewidywać i wykrywać nowe obszary rzeczywistości oraz wykorzystywać i stosować wiedzę teoretyczną zgodnie z potrzebami społecznymi i cywilizacyjnymi człowieka*¹⁵⁸.

Związek pomiędzy fizyką traktowaną jako nauka i fizyką nauczaną w szkole jest niezaprzeczalny, jednak nie są one tożsame. Fizyka rozumiana jako przedmiot nauczania została określona przez podstawę programową nauczania fizyki w szkole podstawowej i ponadpodstawowej¹⁵⁹. Podstawa programowa stanowi dokument zawierający m.in. cele nauczania danych przedmiotów oraz wskazuje umiejętności i treści, które uczeń powinien znać na danym etapie edukacyjnym. Warto zacytować wybrane fragmenty z owej podstawy: *Wyzwaniem dla szkolnej fizyki jest dostarczanie uczniom narzędzi poznawania przyrody, prowadzenie do rozumienia jej podstawowych prawidłowości i umożliwianie korzystania ze zdobytej wiedzy i rozwiniętych umiejętności; (...) bez umiejętności, wiedzy i postaw, których korzenie tkwią w fizyce, nie sposób zrozumieć otaczający świat, nie tylko w warstwie materialnej, ale również kulturowej*¹⁶⁰; (...) *wyposażenie uczniów w taki zasób wiadomości oraz kształtowanie takich umiejętności, które pozwalają w sposób bardziej dojrzały i uporządkowany zrozumieć świat*¹⁶¹.

Analizując przywołane fragmenty podstawy programowej dla przedmiotu fizyka, łatwo dostrzec, iż słowo „rozumienie” wykorzystane zostało w kontekście rozumienia przyrody, zjawisk w niej zachodzących. Jedną z najważniejszych umiejętności kształtowaną podczas lekcji z przedmiotów przyrodniczych (w tym fizyki) jest właśnie rozumowanie. Poznawanie oraz opisywanie tajemnic przyrody, zdobywanie wiedzy o prawach rządzących przyrodą, zjawiskach społecznych, ludzkiej naturze składa się na umiejętność myślenia naukowego¹⁶².

Podsumowując, wspomniana już podstawa programowa z 2017 roku w zadaniach szkoły uwzględnia m.in. rozbudzanie zainteresowania zjawiskami w otaczającym nas świecie, ciekawości poznawczej prowadzącej do zadawania pytań oraz szukania odpowiedzi w nauce. Ponadto wykorzystywanie pojęć charakterystycznych dla fizyki, kształtowanie podstaw rozumowania naukowego, metod badawczych, zrozumienie roli fizyki w otaczającym świecie oraz jej znaczenia dla rozwoju dzisiejszego świata¹⁶³. Wymienione

¹⁵⁸ *Ibidem*, s. 15.

¹⁵⁹ Zob. szerzej: Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r...., *op. cit.*

¹⁶⁰ *Ibidem*, s. 10.

¹⁶¹ *Ibidem*, s. 5.

¹⁶² E. Franus, *Wielkie funkcje technicznego intelektu. Struktura uzdolnień technicznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2000, s. 19.

¹⁶³ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r...., *op. cit.*, s. 10.

zagadnienia zawarte w owej podstawie programowej sprowadzają się do istotnej dla każdego nauczyciela kwestii, czyli: jak zachęcić uczniów do zrozumienia fizyki (przyrody). Należy się również zastanowić, co oznacza „rozumieć otaczający nas świat i przyrodę”. Słynny amerykański fizyk R. Feynman powiedział, że: *nikt nie rozumie świata w którym żyje, ale jedni są w tym lepsi od innych*. Co więc oznacza – zrozumieć przyrodę? Eksplikacja pojęcia „rozumienie” zostanie przedstawiona w następnym podrozdziale.

2.2. Eksplikacja pojęcia „rozumienie”

Słowo „rozumienie” wywodzi się od słowa „rozum”. Niemiecki filozof G. Hegel zdefiniował rozum jako *umysłową, myślową władzę poznawczą, która umożliwia odkrywanie istoty zjawisk i ich przyczyn*. Rozumienie można ogólnie określić jako *formę myślowego odkrywania sensu zjawisk, przebiegu procesów oraz cech struktury i funkcji przedmiotów, a także pochodzenia, roli w otoczeniu, trwania i relacji do innych zjawisk i przedmiotów*¹⁶⁴.

W interesujący sposób rozwija temat rozumienia W. Błasiak. Rozumienie przyrody utożsamia on z umiejętnością opisu oraz wyjaśnienia określonych zjawisk przyrodniczych. Dzieli etapy odkrywania przyrody na kolejne stadia: opis, wyjaśnienie, przewidywanie¹⁶⁵. Opis polega na szukaniu odpowiedzi na zadane pytanie, przykładowo: *jak zmienia się objętość wody pod wpływem zmiany temperatury?* Szukając odpowiedzi, należy odnieść się do odpowiednich obserwacji lub przeprowadzić eksperyment. Konieczna jest również umiejętność wyodrębnienia istotnych faktów od tych, które są mniej ważne. Kolejny etap polega na wyjaśnieniu: *dlaczego tak się dzieje?* Niezbędna jest więc wiedza dotycząca praw przyrody. W. Błasiak odwołuje się do licznych przykładów z dziedziny fizyki oraz wskazuje wiedzę konieczną do odpowiedzi na dane pytanie, przykładowo: *Dlaczego ryby nie toną?* – *Uczeń musi znać prawo Archimedesesa oraz umieć dodawać siły; Dlaczego ptaki latają?* – *Do wyjaśnienia trzeba znać III zasadę dynamiki Newtona oraz prawa przepływu dla gazów; Dlaczego woda jest mokra?* – *Wyjaśnienie wymaga znajomości sił wzajemnego oddziaływania różnych rodzajów cząsteczek*¹⁶⁶.

Wyjaśnienie danego zjawiska sprawia więcej trudności niż jego opis, gdyż wymagana jest wiedza dotycząca praw przyrody, np. znajomość budowy materii czy zasad dynamiki Newtona. Wyjaśnienie podane przez nauczyciela musi być zawsze dostosowane do

¹⁶⁴ E. Franus, *Wielkie funkcje...*, op. cit., s. 124-125.

¹⁶⁵ W. Błasiak, *Rozważania o nauczaniu...*, op. cit., s. 22.

¹⁶⁶ *Ibidem*, s. 23.

możliwości i wiedzy uczniów. Jak wspomniano wcześniej, wyjaśnienie nigdy też nie będzie ostateczne, w naukach przyrodniczych w dalszym ciągu pojawiają się nowe odkrycia, nowe modele zastępują starsze, rozumienie nigdy się nie kończy (przykładowo: geocentryczny model budowy układu planetarnego zastąpiony został heliocentrycznym modelem Kopernika). Najbardziej zaawansowanym etapem poznawania przyrody jest umiejętność przewidywania danego zjawiska, np. zależność szybkości procesu dyfuzji od budowy cząsteczkowej. Umiejętność opisywania, wyjaśnienia oraz przewidywania sprawia, że możliwe staje się zrozumienie praw przyrody¹⁶⁷.

Rozumienie w fizyce zostało opisane również w książce W. Heisenberga *część i całość*¹⁶⁸. Pojęcie „rozumienia” stało się elementem dyskusji pomiędzy W. Heisenbergiem i W. Paulim. W opinii W. Pauliego *rozumieć przyrodę oznacza przecież chyba: rzeczywiście wejrzeć w jej powiązania; wiedzieć z pewnością, że poznało się jej wewnętrzny mechanizm. Wiedza taka nie może być osiągnięta dzięki poznaniu jednego zjawiska lub grupy zjawisk, nawet jeśli odkryje się w nich jakieś uporządkowania: może ją dać dopiero znalezienie powiązania i odniesienia do wspólnych źródeł całej pełni faktów doświadczenia. Pewność opiera się wtedy na tej pełni*¹⁶⁹.

W. Heisenberg uważa, że: „rozumieć” oznacza przecież chyba zupełnie ogólnie: mieć przedstawienia i pojęcia, za których pomocą potrafi się rozpoznać wielką rozmaitość zjawisk jako jednolicie powiązaną, czyli „pojąć”¹⁷⁰. Rozumienie jest więc niezbędne do poznania otaczającego nas świata, mechanizmów rządzących przyrodą, zjawisk, które towarzyszą ludzkości od zawsze.

Analizując wspomniany problem, warto również przytoczyć spostrzeżenia, których autorem jest M. Smoluchowski, pionier fizyki statystycznej. W książce *Poradnik dla samouków* wyjaśnia, na czym polega rozumienie. Łączy on zrozumienie fizyki z matematyką: *zdolność rozumienia fizyki i przyswojenia sobie jej metod naukowych zależy przede wszystkim od stopnia wykształcenia w ścisłym myśleniu matematycznym*¹⁷¹. M. Smoluchowski zwraca również uwagę, aby nie uczyć pamięciowo, *gdyż zabija to wrodzone zdolności ucznia do samodzielnego obserwowania zjawisk fizycznych i rozumowania o nich; zamiast*

¹⁶⁷ *Ibidem*, s. 23-25.

¹⁶⁸ Pisownia oryginalna.

¹⁶⁹ W. Heisenberg, *część i całość*, Państwowy Instytut Wydawniczy, 1987, s. 52.

¹⁷⁰ *Ibidem*, s. 53.

¹⁷¹ M. Smoluchowski, *Poradnik dla samouków...*, op. cit., s. 63.

*pobudzać jego ciekawość, ułatwić mu zrozumienie*¹⁷². Nawiązuje również do rozbudzania naturalnej ciekawości dzieci, obserwowania przyrody, rozwijania wrodzonych zdolności do obserwacji zjawisk i rozumowania. Jednak od uczniów w wieku szkolnym nie można oczekiwać, iż zdolności matematyczne będą na tyle rozwinięte, by w pełni zrozumieć fizykę. Nadrzędną rolę odgrywają więc proste doświadczenia, pomiary, które uczeń może wykonać samodzielnie, gdyż *nie można się naturalnie łudzić, żeby uczeń na tym stopniu w ogóle mógł dojść do zupełnego zrozumienia zasad fizyki, gdyż umysł jego pod względem ścisłego myślenia matematycznego jest nieprzygotowany. Doświadczenia będą w znacznej części tylko jakościowej natury, chodzi przede wszystkim o to, żeby uczeń widział zjawiska, poznawał warunki ich powstawania i przekonał się o regularności ich występowania. To w nim wytwarza z czasem przekonanie o prawidłowości zjawisk przyrody. Ścisłość tych prawideł da się na tym szczeblu wykazać jedynie w ograniczonym zakresie. Chodzi tu głównie o pomiary, dające się wykonać przy pomocy miar długości i wagi. Jest to stosunkowo niedużo, ale wystarczy, żeby uczniowi dać pogląd właściwy na to, co nazywamy ścisłością praw przyrody*¹⁷³.

O rozumieniu fizyki pisze również J.L. Lewis. Uważa on, że zrozumienie ma zupełnie inną, nową jakość, gdy rozproszone elementy zaczynają się układać w jedną, zwięzłą całość, gdy fakty zostaną wytłumaczone przez teorię, gdy wszystko czego się uczymy, zaczyna mieć znaczenie w życiu¹⁷⁴.

Metodologią badań nad fizycznym rozumieniem świata zajmował się również Z. Mazur, według którego w celu rozpoznania sytuacji wyjściowej niezbędne staje się przekształcenie pytania badawczego pomiaru dydaktycznego z pytania: „czy wiedza ucznia jest prawidłowa?” na pytanie: „jaka jest wiedza ucznia?”¹⁷⁵.

Problem rozumienia w kontekście neurodydaktycznym opisywała M. Żylińska. Rozumienie to umiejętność powiązania tego, co niepowiązane. Uczeń rozumiejący to uczeń, który potrafi połączyć wcześniejszą wiedzę z nowymi informacjami, odnieść pojęcia do

¹⁷² *Ibidem*, s. 64.

¹⁷³ *Ibidem*, s. 71.

¹⁷⁴ J.L. Lewis, *Nauczanie fizyki...*, op. cit., s. 86.

¹⁷⁵ Z. Mazur, *Koncepcja i założenia metodologiczne badań nad kształtowaniem się fizycznego rozumienia świata i umiejętności poznawczych człowieka*. Wrocław 1987 (maszynopis pracy wykonanej w ramach RPBP III.30, temat VI.1), cyt. za: I. Stępniewski, *Przewyciężanie antynomii „naukowość” przedmiotu nauczania - potrzeby i możliwości intelektualna ucznia*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Krośnice-Wrocław 2011, s. IX.

świata realnego oraz wykorzystywać je adekwatnie do sytuacji¹⁷⁶. Według autorki: *Realne zjawisko opisane formalnym, suchym, beznamiętnym i często niezmiennie trudnym językiem staje się karykaturą tych realnych. Badacze najpierw widzieli i podziwiali, a dopiero potem opisywali i nazywali. Odrywając pierwsze od drugiego maksymalnie utrudnia się mózgom uczniów zrozumienie, ci nie doświadczając mają pojąć*¹⁷⁷.

A. Wiśniewski prowadził badania dydaktyczne dotyczące struktur formalno-logicznych z różnych działów fizyki. Celem prowadzonych badań było sprawdzenie rozumienia i umiejętności wykorzystania podstawowych pojęć i praw fizycznych, a także ich powiązań. Struktura testu ułożona była w taki sposób, aby początkowo uczeń wykazał się znajomością danego pojęcia, prawa, pisząc jego definicję lub wzór. Następnie opisywał dane pojęcie fizyczne lub prawo. W kolejnym etapie musiał wykazać się rozumieniem sensu fizycznego danego zagadnienia fizycznego, a na koniec sprawdzano rozumienie na przykładzie skomplikowanych zadań. Przeprowadzone badania wykazały trudności, z którymi muszą się mierzyć nauczyciele fizyki, m.in. z mało precyzyjnym językiem uczniów. Z przeprowadzonych badań wynika, że systematyczne badanie rozumienia oraz umiejętności wykorzystania podstawowych pojęć i praw fizycznych umożliwia analizę aktualnej sytuacji w nauczaniu fizyki oraz opracowanie konkretnych wniosków dotyczących nauczania fizyki na każdym poziomie. Skuteczna diagnoza umożliwi zaś dobór odpowiednich metod oraz środków dydaktycznych¹⁷⁸.

Interpretacją terminu „rozumienie pojęcia”, a także sposobów weryfikacji rozumienia zajmował się również Z. Dyrszlag. Opisywał rozumienie z perspektywy nauczania matematyki, jednak ogólne wnioski wynikające z jego rozważań są na tyle uniwersalne, że można je zastosować w nauczaniu innych przedmiotów. W ujęciu filozoficznym rozumienie utożsamia się jako formę poznania, uwzględniającą szeroki krąg zagadnień. Według Z. Dyrszłaga proces rozumienia można wytłumaczyć, biorąc pod uwagę dwie koncepcje¹⁷⁹.

Pierwsza z nich to koncepcja oparta na psychologicznych podstawach J. Piageta, która nawiązuje do tzw. schematów struktur myślowych. Zgodnie z tą koncepcją wiedza, jaką zdobywa człowiek, organizuje się w struktury myślowe, które są konieczne w procesie

¹⁷⁶ M. Żylińska, *Neurodydaktyka, czyli..., op. cit.*, s. 19-20.

¹⁷⁷ *Ibidem*, s. 19.

¹⁷⁸ A. Wiśniewski, *Badania struktur formalno-logicznych z zakresu fizyki na różnych poziomach nauczania*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Krośnice-Wrocław 2011, s. 155-168.

¹⁷⁹ Z. Dyrszlag, *O poziomach i kontroli rozumienia pojęć matematycznych w procesie dydaktycznym*, Wyższa Szkoła Pedagogiczna im. Powstańców Śląskich w Opolu, 1978, s. 5.

uczenia się oraz zdobywania nowej wiedzy. Zmiana, reorganizacja wspomnianych struktur myślowych jest podstawą procesu rozumienia i może nastąpić w wyniku asymilacji lub akomodacji. W procesie asymilacji dochodzi do zdobywania nowej wiedzy bez modyfikacji poprzedniej. Jednak nie zawsze ten sposób jest możliwy. Proces, podczas którego dochodzi do zmiany, modyfikacji istniejącego już schematu, nazywany jest akomodacją. W sytuacji, gdy zachodzą oba opisane procesy, dochodzi do rozumienia. Często przyczyną braku zrozumienia danej treści są właśnie brak lub błędy akomodacji¹⁸⁰.

Druga koncepcja oparta jest na zasadach ogólnych, prawdach podstawowych, istniejących w każdej nauce. Zasady ogólne to takie, dzięki którym analizować można inne zagadnienia. Jest to podstawa dla innych zagadnień i zastosowań, ale nie jest związana z żadną konkretną sytuacją. J. Bruner twierdzi, iż najważniejszy w procesie kształcenia jest właśnie transfer, który polega na rozszerzaniu i pogłębianiu wiedzy dotyczącej pojęć podstawowych. J.D. Williams uważa, iż wyróżnienie zasad ogólnych jest podstawą zrozumienia. Samo rozumienie to proces organizowania informacji według zasad ogólnych¹⁸¹.

Opisane dwie koncepcje rozumienia pojęć przedstawiane są jako oddzielne ujęcia: fenotypiczne oraz genotypiczne. Ujęcie fenotypiczne wskazuje konkretne czynności, typy zadań, które jednoznacznie informują, czy uczeń rozumie dane pojęcie. Przykładowo należy wskazać, co uczeń powinien zrobić, na jakie pytania znać odpowiedź, jakie zadania rozwiązać, by potwierdzić rozumienie pojęcia. Ujęcie genotypiczne wyznacza osobę, która w naszej opinii rozumie pojęcie. W praktyce szkolnej nauczyciel wybiera ucznia, który rozumie pojęcie, potrafi rozwiązać zadanie, odpowiedzieć na zadane pytanie i stawia go za wzór rozumienia innym uczniom. Oczywiście definicja rozumienia w tym ujęciu jest mało pomocna¹⁸².

Podsumowując przedstawione wypowiedzi dotyczące rozumienia, można wnioskować, iż każdy z uczonych prezentuje własną, odmienną jego definicję. Jednak w zaproponowanych przykładach eksplikacji tego terminu odnaleźć można wiele wspólnych cech. Biegłość opisu, klarowność wytłumaczenia, wiedza o prawidłowościach praw przyrody oraz umiejętność jej wykorzystania zawsze będą świadczyć o zrozumieniu. Trafnego podsumowania wskaźników i warunków rozumienia dokonuje E. Franus. Rozumienie to *znajomość nazwy, rozumienia sensu, struktury, funkcji, genezy, sposobu funkcjonowania,*

¹⁸⁰ Z. Dyrszlag, *O poziomach...*, op. cit., s. 9.

¹⁸¹ *Ibidem*, s. 10.

¹⁸² *Ibidem*, s. 13.

*zastosowania, przeznaczenia, sposobu posługiwania się, rozumienia związków, roli w działaniu, zasady budowy (...)*¹⁸³. Uczeń subiektywnie może twierdzić, iż dany temat jest dla niego zrozumiały. Zadaniem nauczyciela jest ocena, czy uczeń poprawnie rozumie dany temat. Jako czynnik rozstrzygający nauczyciel powinien przywołać twierdzenie naukowe. Uczeń zaś powinien w logiczny sposób wytłumaczyć, prowadzić dyskusję z nauczycielem na zadany temat, dążąc do obiektywnej prawdy, pamiętając przy tym, iż najbardziej elementarnym czynnikiem rozumienia jest eksperyment¹⁸⁴.

2.3. Model rozumienia fizyki zastosowany w badaniach własnych

Najważniejszym dopełnieniem rozważań z zakresu rozumienia będzie model poziomów rozumienia zaproponowany przez Z. Dyrszlaga. Został on opisany w pozycji literaturowej *O poziomach i kontroli rozumienia pojęć matematycznych w procesie dydaktycznym*. Z. Dyrszlag dokładnie tłumaczy, na czym polega proces rozumienia pojęcia w ujęciu matematycznym. W jego opinii najważniejsze jest formalne wytłumaczenie, definicja, symbolika pojęcia, zapisy¹⁸⁵. Istotna jest również treść oraz fakty. Podstawą tego rozumienia jest intuicja oraz wyobrażenie, a także modele ilustrujące dane zagadnienie. Rozumieć, w ujęciu Z. Dyrszlaga, oznacza również umiejętnie zastosować pojęcie w odpowiednim czasie, miejscu i skutecznym działaniu. Wyjaśnienie danego problemu czy sytuacji to operatywne rozumienie. Umiejętność podania odpowiedniego przykładu, zastosowania pojęcia to wyższy stopień rozumienia¹⁸⁶.

Nawiązując do przedstawionego opisu według Z. Dyrszlaga, zostały ustalone poziomy rozumienia, do których precyzyjnie przypisane są konkretne wymagania¹⁸⁷.

2.3.1. Poziomy rozumienia pojęć

Z. Dyrszlag wyróżnił cztery poziomy rozumienia przez uczniów podstawowych pojęć matematycznych. Wyróżnione poziomy są na tyle ogólne, że możliwe jest ich dostosowanie w poszczególnych dydaktykach przedmiotów matematyczno-przyrodniczych, w tym fizyki.

¹⁸³ E. Franus, *Wielkie funkcje...*, op. cit., s. 126.

¹⁸⁴ *Ibidem*, s. 168-169.

¹⁸⁵ Z. Dyrszlag, *O poziomach...*, op. cit., s. 14.

¹⁸⁶ *Ibidem*, s. 17-19.

¹⁸⁷ *Ibidem*, s. 24.

Pierwszy (I) poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego): *ktoś rozumie pojęcie na tym poziomie, jeśli potrafi:*

- *podać definicję pojęcia i wymienić poszczególne warunki definicyjne;*
- *wskazać przykład lub kilka przykładów desygnatów pojęcia w przypadku, gdy rozporządza wiedzą pozwalającą na konstrukcję takich przykładów;*
- *w pewnym zbiorze obiektów wskazać te z nich, które są, oraz te, które nie są desygnatami pojęcia, przy założeniu, że obiekty, które podpadają pod definicję, nie wymagają rozumowań i operacji zbyt trudnych;*
- *wskazać kilka kontrprzykładów desygnatów pojęcia w przypadku, gdy zasób posiadanej wiedzy to umożliwi*¹⁸⁸.

Poziom ten charakteryzuje się rozumieniem pojęcia w minimalnym stopniu. Uczeń powinien odpowiedzieć, czy dany obiekt odpowiada danej definicji oraz w jaki sposób można to sprawdzić. Powinien wskazać desygnaty pojęcia, co sprowadza się ostatecznie do umiejętności wykorzystania podanej definicji w konkretnym przypadku¹⁸⁹.

Istotny jest także sposób kontroli rozumienia danego pojęcia, który będzie odmienny na każdym poziomie rozumienia. Na poziomie definicyjnym nie są wymagane złożone konstrukcje. Pytania sprowadzają się do prostego rozumowania, będącego konsekwencją poznania przez ucznia definicji. Najważniejszymi i elementarnymi sposobami kontroli na tym poziomie są pytania dotyczące definicji, typu: *podaj definicję, co to jest...?*¹⁹⁰.

Z punktu widzenia dydaktycznego warto zrezygnować z formalnojęzykowego rygoru i uznać opis, podanie definicji w sposób czynnościowy, wybranie definicji spośród podanych. Uczeń powinien znaleźć, wyjaśnić oraz poprawić błędy w przedstawionej definicji. Ważna jest umiejętność uzupełnienia zdania w celu otrzymania poprawnej definicji. Uczeń powinien również uzasadnić, dlaczego wybrany obiekt nie spełnia warunków definicji, czego nie należy utożsamiać z kontrprzykładem¹⁹¹. Kontrola rozumienia odnosi się również do podania desygnatów, rozumianych jako przykłady danego pojęcia. Im więcej uczeń potrafi przytoczyć przykładów oraz im bardziej są one skomplikowane, tym lepiej¹⁹².

Po przeprowadzeniu wnikliwej analizy poziomów rozumienia w ujęciu Z. Dyrszlaga, na potrzeby niniejszej dysertacji zostały opracowane ogólne umiejętności, jakie powinny

¹⁸⁸ *Ibidem*, s. 24-25.

¹⁸⁹ *Ibidem*, s. 25.

¹⁹⁰ *Ibidem*, s. 38.

¹⁹¹ *Ibidem*, s. 39-41.

¹⁹² *Ibidem*, s. 43-44.

charakteryzować ucznia na kolejnych poziomach rozumienia fizyki. Umiejętności te, przypisane odpowiednio do pierwszego poziomu rozumienia, zostały przedstawione poniżej.

Uczeń:

- przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami;
- wskazuje przykład lub przykłady desygnatów pojęcia wraz z wyborem desygnatów z danego zbioru;
- podaje kontrprzykłady desygnatów;
- rozpoznaje i nazywa fizyczne fakty, zjawiska, procesy;
- potrafi podać ewidentne wyjaśnienia naukowe tylko typowych i dobrze znanych zjawisk przyrodniczych i faktów;
- podaje treść praw fizycznych i zasad;
- nazywa proste i podstawowe urządzenia fizyczne;
- definiuje i wykorzystuje wielkości fizyczne wraz z jednostkami oraz symbole fizyczne.

Drugi (II) poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów desygnatów pojęcia: *ktoś rozumie pojęcie na tym poziomie, jeśli potrafi:*

- *podać przykłady desygnatów pojęcia przy z góry nałożonych dodatkowych prostych warunkach, jakie przykład powinien spełniać;*
- *podać kontrprzykłady przy tego rodzaju ograniczeniach;*
- *rozstrzygnąć, czy tzw. obiekt graniczny jest czy nie jest desygnatem pojęcia*¹⁹³.

Proces rozumienia na tym etapie charakteryzuje większa liczba szczegółów, jakie muszą zostać spełnione zarówno dla przykładów, jak i kontrprzykładów. Dlatego też niniejszy poziom został nazwany poziomem lokalnej komplikacji. Komplikując sytuację dydaktyczną, należy wziąć pod uwagę wiek oraz stopień rozwoju umysłowego uczniów. Ten poziom rozumienia nadal charakteryzuje się używaniem konkretnych przykładów, bez uogólnień¹⁹⁴.

W nawiązaniu do nauczania fizyki uczeń:

- podaje przykłady desygnatów pojęcia, uwzględniając narzucone warunki;
- wskazuje kontrprzykłady wraz z narzuconymi warunkami;

¹⁹³ *Ibidem*, s. 25.

¹⁹⁴ *Ibidem*, s. 26.

- wskazuje, czy dany przykład może być desygnatem pojęcia;
- wyjaśnia, opisuje, odróżnia i porównuje proste fakty, zjawiska i procesy fizyczne;
- przypisuje informacje dotyczące konkretnych faktów, pojęć, praw, zasad i teorii fizycznych do odpowiedniego przykładu;
- posługuje się językiem fizyki w sytuacjach typowych;
- posługuje się podstawowymi symbolami fizycznymi;
- dokonuje przekształceń na prostych wzorach fizycznych (typu $v = \frac{s}{t}$);
- przelicza proste jednostki fizyczne (np. m/s na km/h) oraz jednostki z uwzględnieniem przedrostków stosowanych w fizyce;
- odczytuje konkretne dane z tabel, wykresów, diagramów;
- wykonuje zadania, za pomocą których sprawdzana jest umiejętność wskazywania przykładów zjawisk w otaczającym świecie.

Analizowany poziom rozumienia odnosi się do wiedzy, podawania przykładów i kontrprzykładów przy nałożonych dodatkowych, prostych warunkach oraz pracy na konkretnych przykładach. Na poziomie definicyjnym, sprawdzano, czy uczeń rozumie np. definicyjnie zasady dynamiki Newtona, opory ruchu, bezwładność. W charakteryzowanym poziomie, rozumienie tych zagadnień zostało skomplikowane oraz wzbogacone o dodatkowe warunki, np. różne jednostki sił, skutki bezwładności ciał.

Trzeci (III) poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia: *ktoś rozumie pojęcie na tym poziomie, jeżeli:*

- *zna stosunki zachodzące między zakresem danego pojęcia i zakresami pojęć bliskoznacznych względem niego;*
- *potrafi wskazać jakieś pojęcia nadrzędne i podrzędne względem danego pojęcia;*
- *umie dokonać klasyfikacji zakresu pojęcia nadrzędnego względem danego pojęcia tak, aby jednym z członów podziału był zakres danego pojęcia;*
- *nie natrafia na trudności w rozwiązywaniu zadań przy różnych sposobach zapisu;*
- *stanowczo reaguje na mylne sugestie dotyczące pojęcia;*
- *w różnych sytuacjach zadaniowych, w których uczeń posługuje się pojęciem, potrafi on usunąć z pola uwagi nieistotne elementy („szum”) od elementów w danej sytuacji istotnych¹⁹⁵.*

¹⁹⁵ Ibidem, s. 26.

Uczeń będący na tym poziomie rozumienia ma operatywną wiedzę o całej klasie desygnatów, potrafi wyabstrahować konkretną cechę pojęcia i myśleć w oderwaniu od konkretnego przykładu. Na tym poziomie wiedza o danym pojęciu staje się uogólniona, dzięki czemu można operować danym pojęciem w różnych sytuacjach. Pojęcie, które uczeń przyswaja, zostaje włączone do zbioru innych pojęć, z którymi pozostaje w logicznym związku. Uczeń na tym poziomie w sposób swobodny posługuje się symboliką¹⁹⁶. Podczas lekcji (w tym fizyki) wielu uczniów nie potrafi interpretować zapisu symbolicznego danego wzoru, szczególnie gdy niewiadome zapisane są w sposób inny niż dobrze znane uczniom „x” czy „y”¹⁹⁷.

W nawiązaniu do nauczania fizyki uczeń:

- potrafi wytłumaczyć stosunki zachodzące między różnymi pojęciami;
- rozwiązuje zadania, uwzględniając różne sposoby zapisu;
- reaguje na błędne sugestie o danym pojęciu;
- rozwiązując zadania, wykonując doświadczenia, potrafi wybrać najistotniejsze informacje, usuwając jednocześnie nieistotne elementy;
- dokonuje trafnych obserwacji fizycznych w celu interpretacji danego zjawiska;
- w swobodny sposób posługuje się symboliką fizyczną;
- interpretuje związki między wielkościami fizycznymi;
- stosując odpowiednie prawa i zasady fizyczne, rozwiązuje zadania obliczeniowe oraz zadania przedstawione w sposób graficzny;
- odczytuje i wykorzystuje do rozwiązania zadań potrzebne dane z tabel, wykresów, diagramów;
- korzysta z opisu doświadczenia, instrukcji słownej lub graficznej w celu rozwiązania zadania lub wykonania doświadczenia;
- zna podstawowe zasady działania urządzeń fizycznych i odnosi się do odpowiednich praw i zasad fizycznych;
- wykonuje proste pomiary fizyczne, posługując się przyrządami fizycznymi oraz innym potrzebnym sprzętem laboratoryjnym;
- potrafi zastosować określone wiadomości w sytuacji wymagającej syntezy różnych wiadomości, pojęć i definicji.

¹⁹⁶ *Ibidem*.

¹⁹⁷ *Ibidem*, s. 66.

Uczeń, który osiągnął trzeci poziom rozumienia zagadnień fizycznych, potrafi wskazać stosunki zachodzące pomiędzy danymi pojęciami fizycznymi. W różnych sytuacjach zadaniowych potrafi znaleźć najważniejsze elementy oraz potrzebne dane. Ponadto uczeń ma operatywną wiedzę odnośnie do danego zagadnienia, potrafi analizować w oderwaniu od konkretnych przykładów, operuje pojęciem fizycznym w różnych sytuacjach zadaniowych, a także bez trudności posługuje się zapisem symbolicznym. Niezbędne jest więc osiągnięcie niższych poziomów rozumienia, które pozwolą wykorzystać zdobytą wiedzę w sytuacji uogólnienia danego problemu fizycznego oraz większej liczby szczegółów podanych w zadaniu.

Czwarty (IV) poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego, jest najbardziej zaawansowany. Uczeń znajduje się na tym poziomie rozumienia, gdy spontanicznie potrafi dostrzec analogię danego pojęcia z innymi. Sam wskazuje sposób usystematyzowania różnych pojęć. Jeżeli uczeń potrafi wskazać wspólne cechy obu modeli, pojęć, jednak dopiero po sugestii ze strony nauczyciela, można uznać, iż jest zdolny do przejścia na poziom rozumienia strukturalnego¹⁹⁸.

IV poziom rozumienia w przypadku fizyki nawiązuje w umiejętnościach do rozumowania naukowego. Ponadto uczeń, będący na czwartym poziomie rozumienia, dostrzega logiczne związki między zagadnieniami z różnych dziedzin oraz potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę w twórczym rozwiązywaniu problemów przedstawionych w różnych kontekstach.

Problem rozumowania naukowego w naukach przyrodniczych był przedmiotem badań PISA¹⁹⁹ 2006 oraz następnych edycji. Przyjęto, że rozumowanie naukowe zawiera dwa uzupełniające się aspekty, z których pierwszy dotyczy wiedzy przyrodniczej wraz z umiejętnością jej wykorzystania w celu stawiania pytań, zdobywania nowej wiedzy, wyjaśniania zjawisk, wyciągania wniosków z przeprowadzonych obserwacji zarówno odnoszących się do doświadczeń, jak i odwołujących się do nauki (ang. *knowledge of science*). Drugi aspekt nawiązuje do rozumowania naukowego, polegającego na rozumieniu charakterystycznych cech nauki jako rodzaju aktywności umysłowej, na podstawie których przeprowadza się badania naukowe oraz wyciąga wnioski (ang. *knowledge about science*)²⁰⁰.

¹⁹⁸ *Ibidem*, s. 27.

¹⁹⁹ Programme for International Student Assessment; Międzynarodowe badanie koordynowane przez Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (*Organisation for Economic Cooperation and Development*).

²⁰⁰ Zespół Badania PISA w Polsce, *Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA: Wyniki badania 2006 w Polsce*. Ministerstwo Edukacji Narodowej, Warszawa 2007, s. 10.

Inna definicja rozumowania naukowego podaje, iż w jego zakres wchodzi integracja kolejnych elementów, tj. rozpoznanie i określenie problemu badawczego, postawienie oraz weryfikacja hipotezy, analiza oraz wyciągnięcie wniosków. Obserwacja oraz eksperyment prowadzone podczas lekcji pozwalają poznać zjawiska rządzące przyrodą oraz mechanizmy procesów przyrodniczych²⁰¹.

Czwarty poziom rozumienia zagadnień fizycznych charakteryzuje się więc najbardziej skomplikowaną postacią zadań. Uczeń powinien spontanicznie dostrzec związki między danymi zagadnieniami fizycznymi z różnych dziedzin fizyki (np. zależność prędkości cząsteczek od stanu skupienia lub temperatury). Nieodzownym elementem nauczania-uczenia się fizyki są także doświadczenia, umiejętność ich zaplanowania, przeprowadzenia, poprawna obserwacja oraz analiza wyników wraz z wyciągnięciem wniosków.

2.3.2. Wybrane zagadnienia fizyczne w odniesieniu do poziomu rozumienia

Opisane poziomy rozumienia w ujęciu Z. Dyrszłaga stwarzają możliwość sformułowania koncepcji dydaktycznej, w której zostaną sprecyzowane wymagania stawiane uczniom w zakresie rozumienia zagadnień fizycznych. W oparciu o realizowany program nauczania można założyć, w jakiej klasie oraz na jakim poziomie konkretne zagadnienie fizyczne uczniowie powinni rozumieć. Konkretyzacja wymagań jest uzasadniona, gdyż powoduje ujednolicenie tego, co uczeń powinien rozumieć, oraz zmniejsza swobodę interpretacji podstawy programowej²⁰².

Nawiązując do zaproponowanych we wcześniejszym rozdziale ogólnych umiejętności, jakie powinny charakteryzować ucznia na każdym z czterech poziomów rozumienia, konkretne wymagania dla danego poziomu zostały przypisane do dwóch działów nauczania: „dynamika” (klasa 7) oraz „drgania i fale” (klasa 8), poddanych badaniu w niniejszej dysertacji. W tej części pracy przedstawiono fragment odnoszący się do wybranej lekcji z działu „dynamika” w klasie 7 (tabela 1). Całościowe informacje dotyczące wymagań edukacyjnych w odniesieniu do podstawy programowej wraz z przypisanymi poziomami rozumienia zagadnień fizycznych zostały dołączone w aneksie. Na podstawie ustalonych

²⁰¹ C. Zimmerman, *The Development of Scientific Reasoning: What psychologists contribute to an Understanding of Elementary Science Learning. Paper commissioned by the National Academies of Science (National Research Council's Board of Science Education, Consensus Study on Learning Science, Kindergarten through Eighth Grade)*, 2005, s. 1, <https://www.informalscience.org/development-scientific-reasoning-skills-what-psychologists-contribute-understanding-elementary> (dostęp: 02.2022).

²⁰² Z. Dyrszlag, *O poziomach...*, op. cit., s. 32.

poziomów rozumienia i przypisanych do nich zagadnień fizycznych został stworzony test rozumienia (wstępnego i końcowego) odpowiednio dla uczniów klas 7 i 8, będący narzędziem badawczym w niniejszej dysertacji.

Tabela 1. Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej oraz przypisane im poziomy rozumienia zagadnień fizycznych w klasie 7 (dział „dynamika”)

Temat lekcji nr 1:	I zasada dynamiki Newtona – zasada bezwładności.	
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	definiuje, czym zajmuje się dynamika	podaje definicję pojęcia
	podaje symbol siły, jednostkę (II.10)	stosuje wielkości fizyczne wraz z jednostkami oraz symbole fizyczne
	definiuje pojęcie siły jako działania skierowanego (wektor) (II.10)	wskazuje przykłady desygnatów pojęcia
	formułuje treść pierwszej zasady dynamiki Newtona	podaje definicję pojęcia
	definiuje masę jako miarę bezwładności ciał (II.15)	podaje definicję pojęcia
	podaje przykłady bezwładności ciał w otaczającym świecie	wskazuje przykłady desygnatów pojęcia
	wskazuje siłomierz jako przyrząd do pomiaru siły	nazywa proste urządzenia fizyczne
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	wyjaśnia, dlaczego siła to wielkość wektorowa	przypisuje informacje dotyczące konkretnych faktów, pojęć, praw, zasad i teorii fizycznych do odpowiedniego przykładu
	wskazuje wartość, kierunek i zwrot wektora siły (II.10)	posługuje się językiem fizyki w sytuacjach typowych
	przypisuje konkretne zachowanie ciała związane z bezwładnością do danej sytuacji	podaje przykłady desygnatów pojęcia przy z góry nałożonych dodatkowych prostych warunkach, jakie przykład powinien spełniać
	posługuje się jednostką siły i dokonuje przeliczeń z uwzględnieniem przedrostków stosowanych w fizyce	przelicza jednostki z uwzględnieniem przedrostków stosowanych w fizyce
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	opisuje i rysuje siły, które się równoważą (II.12)	stosując odpowiednie prawa i zasady fizyczne, rozwiązuje zadania obliczeniowe oraz zadania przedstawione w sposób graficzny
	rysuje siłę wypadkową dla sił o jednakowych kierunkach i określa jej cechy (II.12)	
	analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona (II.14)	dokonuje trafnych obserwacji fizycznych w celu interpretacji danego zjawiska
	analizuje zachowanie się ciał związane z bezwładnością	
	analizuje wektory siły i na ich podstawie wyciąga wnioski dotyczące ruchu ciała	potrafi zastosować posiadane wiadomości w sytuacji wymagającej syntezy różnych wiadomości, pojęć, definicji
	wyznacza wartość siły za pomocą siłomierza (II.118c)	wykonuje proste pomiary fizyczne, posługując się przyrządami fizycznymi oraz innym potrzebnym sprzętem laboratoryjnym
	doświadczalnie ilustruje pierwszą zasadę dynamiki Newtona (II.18a)	korzysta z opisu doświadczenia, instrukcji słownej lub graficznej w celu rozwiązania

		nia zadania lub wykonania doświadczenia
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	dokonyuje trafnych obserwacji wynikających z pierwszej zasady dynamiki Newtona, bezwładności, także dla ciał typu balon wypełniony helem	dostreaga spontanicznie związki między danymi pojęciami i je wykorzystuje
	planuje i przeprowadza doświadczenie ilustrujące pierwszą zasadę dynamiki Newtona oraz bezwładność, opisuje przebieg doświadczeń, wyciąga prawidłowe wnioski z doświadczenia, na podstawie przeprowadzonych doświadczeń potrafi obliczyć wybrane wielkości fizyczne	stawia pytania badawcze, tworzy hipotezy, planuje eksperyment badawczy, zestawia wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia

2.3.3. Czynności dydaktyczne prowadzące do rozumienia na danym poziomie

Z. Dyrszlag wyróżnił czynności dydaktyczne prowadzące do rozumienia na danym poziomie. W odniesieniu do pierwszego poziomu rozumienia, tj. poziomu rozumienia definicyjnego, wskazał, iż:

- należy przedstawić uczniom jak największą liczbę obiektów danej klasy;
- desygnaty pojęć powinny zostać przedstawione razem z kontrprzykładami pojęć;
- uczeń powinien samodzielnie sformułować definicję pojęcia dzięki odpowiednio dobranym ćwiczeniom, gdyż definicja, do której uczeń dochodzi sam, staje się łatwiejsza do zrozumienia, zapamiętania oraz jest kwintesencją wiedzy uzyskanej przed jej wprowadzeniem;
- ćwiczenia powinny zostać skonstruowane tak, aby przechodzić od definicji do przykładu lub odwrotnie;
- konieczne jest szczegółowe wyodrębnienie cech pojęcia;
- niebezpieczne jest narzucanie sugestii przez jeden lub kilka desygnatów (tego samego rodzaju), gdyż uczeń może błędnie przyporządkować dane desygnaty do wielu obiektów;
- pierwszy wskazany przez nauczyciela desygnat pojęcia może zostać zapamiętany przez ucznia w największym stopniu i dominować w dalszym nauczaniu²⁰³.

Na drugim poziomie rozumienia, tj. poziomie lokalnej komplikacji, w podawaniu przykładów i kontrprzykładów zostały uwzględnione następujące wskazówki:

- należy zapoznać ucznia z bardziej skomplikowanymi obiektami danej klasy, które spełniają poza warunkami definicyjnymi także inne warunki;
- wskazując kontrprzykłady, należy dokładnie wskazać, które warunki definicyjne zostały spełnione, a które nie;

²⁰³ Z. Dyrszlag, *O poziomach...*, op. cit., s. 34.

- należy pokazać uczniom szczególne desygnaty, które spełnione są przy warunkach skrajnych;
- rozwiązując zadania z przykładami i kontrprzykładami, należy zwracać ciągłą uwagę na spełnianie warunków zadania²⁰⁴.

Na trzecim poziomie rozumienia, tj. poziomie uogólnienia:

- nowe pojęcia należy przyporządkować od razu do szerszego zakresu pojęć;
- zawsze należy pokazywać cały zbiór desygnatów;
- należy przedstawiać uczniom pojęcia nadrzędne oraz podrzędne do nowo poznanego pojęcia;
- warto stwarzać sytuacje sprzyjające wyszukiwaniu cech wspólnych oraz różniących dane pojęcia;
- pomocne są schematyczne rysunki, ukazujące stosunki zachodzące między danymi pojęciami;
- istotne są ćwiczenia odczytywania oraz interpretacji zapisów formalnych;
- należy ćwiczyć z uczniem reakcje na różne sugestie, przyjmowanie postawy wobec błędnych sugestii oraz uzasadniać własne zdanie.

W najbardziej skomplikowanym czwartym poziomie rozumienia, tj. poziomie rozumienia strukturalnego, należy pamiętać, aby:

- całokształt procesu kształcenia ukierunkować na uchwycenie struktury zagadnień;
- wprowadzać nowe pojęcia, wykorzystując analogię do poznanych wcześniej pojęć;
- w każdym przypadku, w którym to jest możliwe, należy zachować logiczne związki między pojęciami, także z różnych dziedzin;
- zwracać uwagę uczniom na analogie pomiędzy pojęciami podczas rozwiązywania zadań;
- ważne są zadania, podczas których nowo poznana struktura zostaje przyporządkowana do nowych sytuacji;
- przedstawić uczniom dualność różnych zapisów oraz porównywać symboliczne zapisy;

²⁰⁴ *Ibidem*, s. 34-35.

– analogia wiąże się z możliwością tworzenia przyporządkowań, co uczeń powinien zrozumieć, ważne jest poszukiwanie z uczniem analogów różnych sytuacji, pojęć i zastosowań²⁰⁵.

Podsumowując, opisane przez Z. Dyrszłaga czynności dydaktyczne, wspomagające rozumienie na danym poziomie, mogą służyć jako gotowe wytyczne dla nauczyciela w celu usprawnienia procesu nauczania-uczenia się oraz zaprojektowania własnych lekcji w sposób najbardziej efektywny dla ucznia i umożliwiający rozumienie na każdym z opisanych poziomów.

2.4. Psychologiczne podstawy procesu nauczania-uczenia się

Do planowania procesu dydaktycznego niezbędna jest także wiedza dotycząca zasad funkcjonowania człowieka, sposobów poznawania świata, rozumienia zachodzących zjawisk. Analizując proces przyswajania wiedzy przez uczniów, należy odnieść się do psychologicznych koncepcji uczenia się, a także możliwości poznawczych uczniów, czego dotyczą następne podrozdziały.

2.4.1. Koncepcje pedagogiczne a wykorzystanie narzędzi TIK

Problematykę koncepcji pedagogicznych rozwija E. Baron-Polańczyk, opisując za L. von Lakerveld, iż ewolucja komputerów i innych wytworów techniki (w tym narzędzi TIK) wymusiła ewolucję w sposobie postrzegania umysłu człowieka, mechanizmów przyswajania wiedzy. W konsekwencji rozwoju metod oraz narzędzi TIK, rozpoczynając od komputera osobistego, rozwoju sztucznej inteligencji, rozpowszechnienia Internetu, multi- i hipermediów, dochodziło do rozwoju teorii o formowaniu wiedzy, począwszy od koncepcji behawioralnych, przez teorie poznawcze (kognitywną i konstruktywną), konektywizm, eklektyzm²⁰⁶. Do problematyki tej nawiązuje również W. Walat w książce *Edukacyjne zastosowanie hipermediów*, przedstawiając szczegółowo kolejne teorie uczenia się²⁰⁷.

Nauczanie z wykorzystaniem narzędzi TIK znane jest już od dłuższego czasu. Jednak dopiero w ostatnich latach nastąpił szeroki rozwój ich zastosowania. Udowodnione zostało, iż umysł ludzki pracuje efektywniej, gdy tradycyjne metody nauczania zostaną

²⁰⁵ *Ibidem*, s. 36.

²⁰⁶ L. von Lakerveld, *Kształcenie kontekstualne w zarządzaniu i nauczaniu w Europie. Jak zmienić szkołę w środowisko kształcenia dla nauczycieli*, Wyd. System Ewaluacji Oświaty, Nadzór Pedagogiczny, 2014, cyt. za: E. Baron-Polańczyk, *My i Oni...*, op. cit., s. 36.

²⁰⁷ Zob. szerzej: W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie...*, op. cit., s. 20.

wzbogacone o narzędzia multimedialne, ponieważ uruchomione zostają dodatkowe procesy w mózgu²⁰⁸.

Behawiorystyczne teorie uczenia się były akcentowane przez następujących psychologów: E.L. Thorndike, J.B. Watson, I.P. Pawłow, B.F. Skinner, R.N. Gagne. Według nich analiza środowiskowych czynników, z których wynikają określone zachowania człowieka, stanowi fundament wytłumaczenia procesów uczenia się²⁰⁹.

Behawioryzm jako koncepcja nauczania ukształtował się w Stanach Zjednoczonych w latach 60. XX wieku. W ujęciu klasycznym behawioryzm to kierunek psychologiczny, skupiający się na badaniu obiektywnych związków między bodźcami (S – *stimulus*), a reakcjami (R – *response*). Podstawą behawioryzmu było założenie jedności przyrodniczej ożywionego świata, bez odróżnienia człowieka od zwierząt. Według behawiorystów zachowanie żywych organizmów możliwe jest do opisanego z użyciem tych samych, ogólnych praw uczenia. Człowiek odbiera bodźce pochodzące ze środowiska. Podstawą obiektywnego poznania są zaś metody intersubiektywne, głównie opis, doświadczenie oraz obserwacja²¹⁰.

Podstawowymi sposobami uczenia się, w ujęciu teorii behawiorystycznych, są skojarzenia podobieństwa nowych sytuacji ze znanymi oraz pomiędzy sytuacjami zewnętrznymi a zachowaniem człowieka²¹¹. Na gruncie behawioryzmu powstały paradygmaty tłumaczące proces uczenia się. Twórcami modelu warunkowania klasycznego, zwanego również reaktywnym, byli I. Pawłow oraz J.B. Watson²¹². J.B. Watson powiązał myślenie z reakcjami werbalno-motorycznymi, dlatego też można wyróżnić myślenie werbalne, motoryczne i emocjonalne. Natomiast zachowanie jest zawsze reakcją na działający bodziec²¹³.

E.L. Thorndike był przedstawicielem koneksjonizmu. Uważał, że uczenie polega na tworzeniu koneksji, czyli połączeń między bodźcem a reakcją. Stworzył on dwa główne prawa uczenia się: prawo efektu oraz prawo ćwiczeń. Pierwsze prawo nawiązywało do wzmocnienia zależności między bodźcem a reakcją, dzięki otrzymaniu nagrody. Drugie prawo nawiązywało do powtarzania jako przyczyny wzmocnienia reakcji na bodziec.

²⁰⁸ M. Donderowicz, *The Latest Theories of Learning in Digital Age*, „Dydaktyka Informatyki” 2014, nr 9, s. 154.

²⁰⁹ W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie...*, *op. cit.*, s. 23.

²¹⁰ J. Jagieła, *Psychopedagogika uczenia się i zachowania, czyli o związkach behawioryzmu z edukacyjną analizą transakcyjną*, „Edukacyjna Analiza Transakcyjna” 2017, 6, s. 279.

²¹¹ W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie...*, *op. cit.*, s. 24.

²¹² J. Jagieła, *Psychopedagogika uczenia...*, *op. cit.*, s. 280.

²¹³ W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie...*, *op. cit.*, s. 24.

Na gruncie tych praw powstała koncepcja nauczania programowanego. A. Bandura i R.H. Walter stworzyli teorię poznania społecznego, która tłumaczyła proces uczenia się zachowań społecznych przez obserwację oraz powtórzenia danego zachowania. Ten rodzaj uczenia się został nazwany uczeniem przez modelowanie i naśladowanie. Znajduje ono zastosowanie w pracy dydaktycznej oraz wychowawczej²¹⁴.

Główne założenia behawiorystów były źle oceniane przez klasycznych psychologów. Uczenie się jest procesem, który zależy nie tylko od czynników zewnętrznych (bodziec-reakcja), ale również od czynników wewnętrznych, biologicznych, poznawczych, czyli uczeniu przez obserwację reguł i uczeniu się przez wgląd. Krytycy behawioryzmu nawiązywali też do porównywania ludzi do zwierząt, które nie są zdolne do reakcji wyższych. Współcześnie korzystamy z osiągnięć neobehawioryzmu, który próbuje syntetyzować uczenie się z psychologią poznawczą, z uwzględnieniem procesów myślowych, a także samoopiniowaniem, samokierowaniem itp.²¹⁵.

Przemiany cywilizacyjne dokonujące się w każdej dziedzinie życia człowieka wymagają innych modeli edukacyjnych, akcentujących aktywność poznawczą uczniów, elastyczne podejście nauczycieli do procesu nauczania, a także wprowadzenie nowoczesnych metod nauczania. Konieczność zmiany modelu edukacji wynika również z presji społecznej²¹⁶.

Nawiązując do powyższego: w związku z coraz powszechniejszym wykorzystaniem technologii informacyjnych w edukacji szkolnej obserwowane jest odrodzenie teorii konstruktywistycznych oraz kognitywistycznych. W opinii S. Juszczuka udoskonalanie wspomnianych teorii umożliwia interpretację zjawisk społecznych, edukacyjnych oraz kulturowych wywołanych wykorzystaniem narzędzi TIK²¹⁷. Kolejne opisywane teorie bazują na aktywnym udziale uczniów w procesie dydaktycznym.

Idee konstruktywizmu, tj. tworzenie wiedzy przez człowieka, wykorzystywane były już w starożytności w pracach Arystotelesa, Sokratesa czy Platona²¹⁸. Konstruktywizm jest

²¹⁴ *Ibidem*.

²¹⁵ *Ibidem*, s. 23-25.

²¹⁶ M.W. Apple, S. Jungck. (1990), *You don't have to be a teacher to teach this unit: Teaching technology and gender in the classroom*, „American Education Research Journal”, t. 27, nr 2, cyt. za: W. Walat, *Poszukiwanie nowego modelu edukacji w oparciu o idee kognitywizmu i konstruktywizmu*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2010, 1/2, s. 29.

²¹⁷ S. Juszczuk, *Konstruktywistyczne i kognitywistyczne koncepcje nauczania wspomagane komputerem oraz uczenia się z wykorzystaniem Internetu*, „Pedagogika Mediów” 2005, nr 1, Toruń, s. 21.

²¹⁸ W. Walat, *Poszukiwanie nowego...*, op. cit., s. 34.

koncepcją, która wyrosła na gruncie psychologii poznawczej, w związku z badaniami prowadzonymi przez J. Piageta, L. Wygotskiego, J.S. Brunera. Według głównego założenia konstruktywizmu wiedza, jaką ma człowiek, jest wynikiem jej konstrukcji w umyśle wskutek indywidualnej i różnorodnej aktywności²¹⁹. Swoją wkład w rozwój teorii konstruktywistycznej miały również myśli J. Deweya, który był przeciwnikiem surowych reguł zakazujących uczniom swobodnego zdobywania wiedzy. Najbardziej cenna jest wiedza wypracowana własnym doświadczeniem oraz zaangażowaniem, wspierająca aktywne metody nauczania i uczenia się. Teorię tę potwierdza cytat: *Wiadomości odcięte od przemyślanej czynności są martwe, są ciężarem przygniatającym umysł*²²⁰.

Konstruktywizm zakłada, że człowiek zdobywa wiedzę, wchodząc w bezpośrednie interakcje z otoczeniem, a uczniowi należy umożliwić konstrukcję wiedzy dzięki własnemu i aktywnemu doświadczeniu. Potwierdzają to słowa J. Piageta: *aby poznać obiekty, podmiot musi mieć z nimi aktywny kontakt, dzięki czemu może je przekształcać, (...) wiedza nieustannie wiąże się z działaniem lub operacjami, czyli przekształceniami*²²¹.

W. Walat wskazuje, iż uczeń konstruuje indywidualny system wiedzy na podstawie różnorodnych aktywności, np. werbalnej (stawianie pytań i poszukiwanie odpowiedzi), praktycznej (prowadzenie eksperymentów, stawianie hipotez i formułowanie wniosków), intelektualnej (procesy analizy i syntezy), sensorycznej (spostrzeganie i utrwalanie schematów wyobrażeniowych), recepcyjnej (słuchanie oraz selekcja wiadomości), emocjonalnej (przeżywanie oraz zdolność radzenia sobie z sytuacjami stresowymi). W wymienionych sytuacjach nauczyciel powinien przyjąć rolę mediatora, czyli wspomagać uczniów w wyborze odpowiedniego rozwiązania problemu, strategii uczenia się, indywidualnego rozwiązania problemu oraz zdobywania wiedzy. We wskazanych czynnościach z powodzeniem mogą wspierać zarówno nauczycieli, jak i uczniów nowoczesne technologie, np. symulacje eksperymentów, które wykorzystane w odpowiednim czasie procesu dydaktycznego uwzględnić będą najefektywniejszą w danym momencie strategię uczenia się²²².

Podobny pogląd na ten temat prezentuje W. Strykowski, twierdząc, iż bogate środowisko edukacyjne, wyposażone m.in. w elektroniczne środki dydaktyczne czy media, staje

²¹⁹ W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie...*, op. cit., s. 31.

²²⁰ J. Dewey, *Demokracja i wychowanie...*, op. cit., s. 165.

²²¹ J. Piaget, *Piaget's Theory* [w:] *Carmichael's Manual of Child Psychology*, red. P. Mussen, New York: John Wiley 1970, s. 704, cyt. za: D.C. Phillips, J.F. Soltis, *Podstawy wiedzy o nauczaniu*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2003, s. 67-68.

²²² W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie...*, op. cit., s. 31.

się źródłem oraz przekątnikiem informacji, ułatwiając działania uczniów, wielozmysłowe poznanie otaczającego świata, wykorzystywanie wiedzy, kształtowanie wartości i postaw, w myśl konstrukttywizmu²²³.

Zdaniem E. Baron-Polańczyk konstruktivistyczne podejście do narzędzi cyfrowych przyjmuje, iż zarówno uczeń, jak i nauczyciel konstruuje własną wiedzę w konsekwencji obcowania z nowymi mediami, dzięki samodzielnemu oraz dostosowanemu do własnych potrzeb dopasowaniu środków dydaktycznych²²⁴.

Multimedialne programy komputerowe, symulacje doświadczeń umożliwiają obserwacje wybranych zjawisk, co pomoże uczniowi postawić odpowiednią hipotezę oraz wyciągnąć wniosek z doświadczenia przeprowadzonego realnie lub wspomnianej symulacji. Działanie ukierunkowane nie tylko na zapamiętanie, lecz właśnie stworzenie indywidualnego obrazu rzeczywistości nazywa się konstrukcjonizmem²²⁵.

Wspomniana teoria uczenia się została opracowana przez S. Paperta, będącego uczniem J. Piageta. S. Papert był amerykańskim pedagogiem, matematykiem i informatykiem. Jego zainteresowania nawiązywały także do wykorzystania komputera w nauczaniu fizyki. Twierdził, iż komputer w nauczaniu można wykorzystać w myśl ilościowego, tj. klasycznego (behawioralnego) podejścia do nauczania, gdzie zastępuje on jedynie papier i pióro. Istotniejsze jest jednak jakościowe podejście zachęcające do myślenia, stwarzając okazję do ćwiczeń²²⁶. Komputer może stać się narzędziem ułatwiającym dziecku wewnętrzzenie jego oczekiwań, ponieważ intuicja przełożona na język programu jest bardziej wyraźna²²⁷. S. Papert uważa, że wiedza ilościowa przedstawiona jako twierdzenia i wzory jest ważna, lecz ciekawsza jest wiedza jakościowa, nie zawsze ujęta w formie twierdzeń. Obecność komputerów może wspierać umysłowe procesy. Komputery mogą stać się nośnikami idei, prekursorem przeobrażeń kulturowych, wspomóc ludzi w generowaniu nowych połączeń z wiedzą, przełamując powszechnie przyjęte granice²²⁸.

S. Papert wyróżnia dwie formy zastosowania technologii informacyjnych w nauczaniu: informacyjne i konstrukcyjne. J. Dunin-Borkowski rozwija ten podział, przypisując im różne dziedziny. Forma informacyjna ma zastosowanie do przetwarzania informacji, dzięki

²²³ W. Strykowski, *Rola mediów i edukacji medialnej we współczesnym społeczeństwie*, „Chowanna” 2003, 1, s. 116.

²²⁴ E. Baron-Polańczyk, *My i Oni...*, op. cit., s. 36.

²²⁵ W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie...*, op. cit., s. 31.

²²⁶ S. Papert, *Burze mózgów. Dzieci i komputery*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996, s. 161.

²²⁷ *Ibidem*, s. 165.

²²⁸ *Ibidem*, s. 24.

możliwości wykonania obliczeń, modelowania, a także w mikroskopowo wspomaganym laboratorium. Autor wyróżnia również dziedzinę prezentacji informacji, np. dzięki zastosowaniu Internetu oraz multimediiów²²⁹. Rozważania dotyczące konstruktywistycznej teorii uczenia się oraz konstrukcjonizmu zaproponowanego przez S. Paperta, można odnieść do zastosowania narzędzi TIK w nauczaniu fizyki.

Kognitywizm to interdyscyplinarna nauka o procesach poznawczych, stworzona w latach 70. XX wieku. Interdyscyplinarność polega na syntezie wielu nauk: filozofii, socjologii, psychologii, lingwistyki, informatyki, neurologii. W założeniach kognitywizmu znajdziemy informacje o aktywnym pozyskiwaniu wiedzy przez ucznia od nauczyciela. Wiedza, którą przekazuje nauczyciel, dociera do ucznia wieloma kanałami. Proces nauczania jest ciągły, co doskonale sprawdza się w e-learningu²³⁰.

Kognitywna koncepcja nauczania nie jest zbyt jednolita. Składa się z różnych wersji, nie zawsze spójnych. Jednak każda z tych wersji odnosi się do fundamentalnych założeń, wspólnych dla kognitywizmu. Ogólne wnioski pochodzące z opisywanej teorii można wykorzystać w nauczaniu uwzględniającym nowoczesne narzędzia dydaktyczne. W odróżnieniu od behawioryzmu, kognitywizm stawia ucznia, czyli podmiot, który aktywnie przyswaja informacje, w centrum procesów poznawczych.

Teorie kognitywistyczne mają początek w modelu stworzonym przez R.C. Atkinsona i R.M. Shiffrina. Według tego modelu mózg – podobnie jak komputer – posiada pewne struktury, odpowiedzialne za przetwarzanie informacji. Wielomagazynowy model pamięci złożony jest z jej trzech rodzajów, tj. pamięci sensorycznej (gromadzącej informacje ze zmysłów człowieka), krótkotrwałej (przechowującej tymczasowo informacje) oraz długotrwałej. Do ucznia dochodzi wiele bodźców tworzących sygnał. Bodźce te aktywują receptory, następnie są przekazywane do centralnego systemu nerwowego, kreując spostrzeżenie i trafiając do pamięci krótkotrwałej. Tam zachodzą procesy nazywane schematyzacją, które następnie stają się wyobrażeniami. W taki sposób na przykład prosta linia narysowana na tablicy staje się dla ucznia przewodem elektrycznym. Z pamięci krótkotrwałej informacja

²²⁹ J. Dunin-Borkowski, *Czy TI może pomóc w rozumieniu fizyki?* [w:] materiały konferencyjne 13 Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe „Komputer w edukacji”, pod red. J. Morbitzer, Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej w Krakowie, Kraków 2003, s. 41, cyt. za: A. Bartoszewski, *Komputer na lekcjach fizyki – modelowanie zjawisk fizycznych za pomocą arkusza kalkulacyjnego*, http://www.bartoszewski.uniwersyte-tradom.pl/old/dorobek/2005_b_Bartoszewski.pdf (dostęp: 05.2023).

²³⁰ M. Donderowicz, *The Latest...*, op. cit., s. 157.

przechodzi do pamięci długotrwałej dzięki procesowi kodowania semantycznego (nadanie znaczenia dzięki nazwaniu)²³¹.

Kognitywistyczne podejście do nauczania zakłada, że uczeń, który przychodzi do szkoły, ciekawy jest świata. Przyjmuje więc postawę badawczą, obserwuje świat, stawia hipotezy, eksperymentuje i wyciąga wnioski. Uzyskane informacje są materiałem służącym do wykonywania operacji myślowych²³².

Badania nad wykorzystaniem mediów w edukacji w nawiązaniu do teorii kognitywistycznej zapoczątkowane były publikacjami W. Skrzydlewskiego, S.M. Kwiatkowskiego, B. Siemienieckiego, S. Dylaka. Dalszymi badaniami zajęli się M. Tanaś, S. Juszczak, H. Gulińska²³³.

W ujęciu kognitywizmu istotne jest, co robi uczeń, w jaki sposób umysłowo przetwarza, zapamiętuje oraz odtwarza wiedzę pamięciową. Jest to ważniejsze od samego przekazu i czynności nauczyciela. Technologie informacyjno-komunikacyjne wspierają wymienione procesy. Narzędzia TIK dają uczniowi wybór, wspomagają samodzielną organizację wiedzy, werbalizację, integrację polegającą na spostrzeżeniu i budowaniu w umyśle reprezentacji związków oraz zależności pomiędzy obserwowanymi zjawiskami²³⁴.

Kognitywno-konstruktywistyczna koncepcja uczenia się nawiązuje do przejścia pomiędzy działaniem a abstrakcyjnym myśleniem, czego efektem jest stworzenie własnego wyobrażenia o świecie, zjawiskach. Niezwykle pomocne stają się multimedialne narzędzia, technologie informacyjne, które umożliwiają modelowanie procesu, wspomnianą symulację eksperymentu, czy dokładne odwzorowanie danego zjawiska, którego obejrzenie w rzeczywistości nastręcza trudności²³⁵. Rozumienie opisywanych teorii nauczania, czyli inaczej – rozumienie procesów nauczania i uczenia się zgodnych z najnowszymi osiągnięciami pedagogiki i psychologii ogólnej, ma na celu wprowadzenie zmian w postaci zwiększenia efektywności nauczania²³⁶. Charakteryzowane wcześniej koncepcje: behawioryzm,

²³¹ W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie...*, op. cit., s. 37-38.

²³² W. Strykowski, *Media wyznacznikiem...*, op. cit., s. 26.

²³³ W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie...*, op. cit., s. 42.

²³⁴ R.E. Mayer, R. Moreno, *A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles*, 1998, cyt. za: A. Sekuła (red.), *Założenia komponentu badawczego Cyfrowa szkoła*, Centrum Cyfrowe Ministerstwa Administracji i Cyfryzacji, Warszawa 2012, s. 15, <http://mc.bip.gov.pl/rok-2012/zalozenia-komponentu-badawczego-cyfrowa-szkola.html> (dostęp: 07.2022).

²³⁵ W. Walat, *Edukacyjne zastosowanie...*, op. cit., s. 35.

²³⁶ K. Rochowicz, Z. Akimkhanova, G. Karwasz, *Formy dydaktyki kognitywistycznej: teatr i wykład interaktywny* [w:] *Dydaktyka i pedagogika kognitywistyczna. Zasady ogólne i implementacje w fizyce*, red. D. Siemieniecka, G. Karwasz, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2023, s. 146.

kognitywizm i konstruktywizm ukazują rolę nauczyciela w procesie nauczania, przedstawiają formy zdobywania wiedzy. Żaden z tych nurtów nie jest bezpośrednio związany z nauczaniem uwzględniającym wdrożenie technologii informacyjno-komunikacyjnych, jednak w każdym z nich odnajdziemy elementy, które doskonale odpowiadają na potrzeby dzisiejszych uczniów, silnie związanych z nowymi technologiami²³⁷.

W pierwszej dekadzie XXI wieku rozpowszechnił się nowy nurt pedagogiczny – konektywizm (ang. *connect* – połączyć). Konektywizm to nowatorskie podejście do nauczania, idealnie współgrające z epoką cyfrową, w której żyjemy. Inspiracji do powstania konektywizmu należy szukać głównie w upowszechnieniu się Internetu w procesie nauczania-uczenia się. Prekursorzy tej teorii G. Siemens i S. Downes przedstawili innowacyjną koncepcję uczenia się, uwzględniając ograniczenia wcześniej znanych teorii. Teoria ta została opisana w 2005 roku w artykule *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*, autorstwa G. Siemensa²³⁸.

Konektywizm to reakcja na stale zmieniający się świat. G. Siemens wymienia kolejne idee i działania z zakresu tego nurtu, czyli tezy konektywizmu: uczenie się oraz wiedza oparta jest na różnorodności opinii, uczenie to proces łączenia się z określonymi węzłami, wiadomości mogą zostać skumulowane w danym urządzeniu elektronicznym, niekoniecznie w umyśle ludzkim. Ważniejsze staje się by wiedzieć więcej, od tego, co w danej chwili wiemy. Konieczne jest stałe tworzenie i utrzymywanie połączeń, co ułatwi proces uczenia się. W podstawie konektywnego uczenia się jest aktualna wiedza potrzebna w danej chwili. Procesem uczenia się jest także proces podejmowania decyzji²³⁹.

Konektywizm zakłada, że ważniejsza jest umiejętność zdobycia informacji (ang. *know – where*) od informacji wyuczonych i zapamiętanych. Nauczanie w oparciu o zasady konektywizmu umożliwia kształtowanie umiejętności kluczowych, które są niezbędne do funkcjonowania w teraźniejszym społeczeństwie. Do umiejętności tych możemy zaliczyć kreatywne podejście do rozwiązywania problemów, skuteczne wykorzystanie różnych źródeł informacji, umiejętność selekcji najważniejszych informacji, pracę w grupie, w tym komunikację z użyciem nowoczesnych technologii, oraz umiejętność uczenia się²⁴⁰.

²³⁷ M. Donderowicz, *The Latest...*, op. cit., s. 159.

²³⁸ E. Baron-Polańczyk, *Uczenie się wspomagane metodami i narzędziami ICT w perspektywie dyskursu konektywistycznego*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2014, nr 2(5), s. 239-240.

²³⁹ *Ibidem*.

²⁴⁰ G. Gregorczyk, A.M. Kozak, *Konektywizm, czyli o uczeniu się w epoce cyfrowej*, „Meritum” 2012, nr 1 (24), s. 96.

Zgodnie z myślą konektywizmu procesy nauczania-uczenia się z udziałem nowych technologii będących wsparciem tych procesów integrują także elementy konstruktywizmu, tj. kierowanie na doświadczenie uczniów, czynne przetwarzanie informacji, planowanie własnego rozwoju, zdobywanie wiedzy dzięki własnym przeżyciom, znajdowanie relacji między pojęciami²⁴¹.

Podsumowując dotychczasowe rozważania, można zauważyć, iż nowoczesne technologie są także przedmiotem zainteresowania w kontekście teorii o formowaniu wiedzy. Podwalin nowoczesnego procesu nauczania-uczenia się z wykorzystaniem nowoczesnych technologii można szukać w opisanych w rozdziale koncepcjach nauczania. Przedmioty przyrodnicze, w tym fizyka, opierają się na kognitywno-konstruktywistycznej (teorie poznawcze) teorii uczenia się, ze szczególną rolą konektywizmu, jako nowej teorii nauczania wprowadzającej ożywienie do tradycyjnej pedagogiki. Teorie poznawcze polegają na relacjach między nauczycielem a uczniem, stanowi to elementarną formę poznawania świata. Szczególną rolę w nauczaniu odgrywają nowoczesne narzędzia TIK. Należy jednak uważać na bezkrytyczne korzystanie z nowych technologii, gdyż proces kształcenia nie może sprowadzać się do bezmyślnego szukania informacji w sieci. Kluczową umiejętnością, poza pozyskaniem informacji, jest również selekcja oraz umiejętność wykorzystania zdobytej wiedzy. Niezwykle ważne jest również konstruowanie wiedzy przez uczniów, z uwzględnieniem ich potrzeb i możliwości, dlatego też następne poruszone zagadnienie dotyczyć będzie osiągnięć J. Piageta z dziedziny psychologii poznawczej.

2.4.2. Psychologiczne prawidłowości nauczania-uczenia się fizyki

Nauczyciel fizyki, który dąży do pełnego wykorzystania oraz przekazania wiadomości, stymulacji swoich uczniów oraz kształtowania ich kompetencji, musi poznać cechy osobowe człowieka, a przede wszystkim dostosować sposób nauczania do rozwoju oraz zachodzących zmian w psychice. Kluczowe informacje dotyczą rozwoju intelektualnego, społecznego, emocjonalnego, motywacji, procesów poznawczych. Wiedza psychologiczna potrzebna jest w celu wybrania takiego sposobu prowadzenia lekcji, aby kontekst lekcji,

²⁴¹ D. Siemieniecka, *Status praktyczny konektywizmu* [w:] *Pedagogika społeczna wobec zagrożeń człowieka i idei sprawiedliwości społecznej*, red. W. Danilewicz, W. Theiss, Wydawnictwo Akademickie Żak, Warszawa 2014, s. 331-334, cyt. za: D. Siemieniecka, *Twórcze aspekty...*, op. cit., s. 220-221.

użyte przykłady były dla ucznia zrozumiałe i dostosowane do jego aktualnych możliwości²⁴².

Realizując proces nauczania przedmiotów przyrodniczych, w tym fizyki, struktury poznawcze ucznia muszą być doskonale rozwinięte, gdyż nauki przyrodnicze opierają się na zdolności myślenia abstrakcyjnego. Dydaktyka fizyki XX wieku opiera się na najważniejszych osiągnięciach psychologii, ze szczególnym uwzględnieniem prac szwajcarskiego psychologa J. Piageta²⁴³. Materiał doświadczalny zgromadzony przez J. Piageta oraz jego współpracowników ma ogromne znaczenie w procesie nauczania fizyki. Najważniejsza, z punktu widzenia nauczyciela fizyki, jest wiedza, iż kilkuletni uczeń rozumie inaczej niż dorosły, a autor wspomnianej teorii dokładnie wskazuje, na czym polega ta różnica. Przedstawił on także etapy rozwoju myślenia formalnego uczniów, a przechodzenie na kolejne etapy wymaga czasu i wysiłku. Abstrakcyjne pojęcia zostaną zrozumiane dopiero po osiągnięciu pewnego poziomu²⁴⁴.

Teoria rozwoju poznawczego w zasadniczy sposób zmieniła podgląd na nauczanie. J. Piaget za przyczynę efektu zmian rozwojowych uznaje doświadczenie indywidualne. Podstawowym elementem tej teorii jest korelowanie niezgodności pomiędzy wyobrażeniem o rzeczywistości a rzeczywistością. Ma to być podstawa motywacji poznawczej, określana jako „naruszenie równowagi”. Głównym pojęciem motywacyjnym jest więc przywrócenie równowagi²⁴⁵.

Teoria rozwoju poznawczego człowieka uzależnia zmiany rozwojowe od sposobności biologicznych organizmu. Model rozwoju człowieka został stworzony na bazie osiągnięć wielu dziedzin, dlatego jego znajomość jest istotna w procesie kształcenia. Model ten ukazuje, w jaki sposób następuje rozwój człowieka, kształtowanie procesów poznawczych, czyli najważniejszego zakresu aktywności potrzebnego do realizacji celów oraz przeciwstawiania się trudnościom, jakie uczeń będzie musiał pokonać w przyszłości. Projektując

²⁴² P. Skurski, M.W. Wójtowicz, *Rozmowy o nauczaniu...*, op. cit., 26-27.

²⁴³ J. Piaget, *Mowa i myślenie dziecka*, PWN, Warszawa 1992, cyt. za: Z. Gołąb-Meyer, *O przeszkodach poznawczych w nauczaniu fizyki*, „Foton” 1996, Zeszyt dydaktyczny 2, nr 45, s. 2.; J. Piaget, *Równoważenie struktur poznawczych*, PWN, Warszawa 1975, cyt. za: Z. Gołąb-Meyer, *O przeszkodach...*, op. cit., s. 2.; J. Piaget, B. Inhelder, *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, PWN, Warszawa 1970, cyt. za: Z. Gołąb-Meyer, *O przeszkodach...*, op. cit., s. 2.; D. Stachórska, *Prace Piageta a nauczanie fizyki*, „Fizyka w Szkole” 1981, nr 3, 149, cyt. za: Z. Gołąb-Meyer, *O przeszkodach...*, op. cit., s. 2.

²⁴⁴ Z. Gołąb-Meyer, *O przeszkodach...*, op. cit., s. 2.

²⁴⁵ P. Skurski, M.W. Wójtowicz, *Rozmowy o nauczaniu...*, op. cit., s. 33-34.

proces dydaktyczno-wychowawczy, a następnie realizując go i podsumowując osiągnięcia, należy traktować ten model jako podłoże do każdego działania.

Według teorii J. Piageta w psychice dziecka można wyróżnić cztery stadia. Pierwsze to stadium inteligencji sensoryczno-motorycznej, które trwa od urodzenia do rozwoju mowy, czyli około drugiego roku życia. Drugie jest stadium myślenia przedoperacyjnego, trwa do szóstego (siódmego) roku życia. Trzecie, czyli operacji konkretnych, trwa do jedenastego roku życia, a czwarte jest stadium operacji formalnych. Nauczanie fizyki powinno stopniowo przechodzić od myślenia praktycznego w klasach młodszych do myślenia teoretycznego w klasach starszych, a następnie synchronizować oba rodzaje myślenia. Zależne jest to od rozwoju zdolności myślenia praktycznego i teoretycznego u dziecka²⁴⁶. Uwzględniając naukę w szkole, można pominąć omówienie stadium pierwszego. Nauczyciela fizyki, począwszy od nauczania klasy 7, najbardziej powinno interesować przejście pomiędzy trzecim i czwartym stadium.

Drugie stadium, czyli myślenia przedoperacyjnego, zwane inaczej prelogicznym, związane jest ze spójnością myślenia z działaniem. Podczas rozwoju dziecka pod wpływem mowy dochodzi do rozdzielenia myślenia od działania, co nazywane jest interioryzacją procesów psychicznych. Po przejściu przez to stadium dziecko potrafi myśleć o działaniu bez wykonania tego działania, potrafi zaplanować oraz przewidzieć swoje działanie. Jednak wówczas myślenie dziecka nie jest doskonałe. Brakuje istotnych elementów, które odpowiadają za proces poprawnego rozumowania. Brak odwracalności procesów myślowych, brak prawa niesprzeczności, co oznacza, że dziecko tworzy kolejne zdania sprzeczne, nie wiedząc o tym. Brak także prawa przechodniości dla relacji niesymetrycznych, dziecko nie potrafi wnioskować na podstawie dwóch różnych faktów, nie jest gotowe do bycia krytycznym, obiektywnym. W stadium prelogicznym myślenie dziecka nie odpowiada jeszcze myśleniu logicznemu, dlatego nazywane jest również intuicyjnym. Cechy myślenia logicznego pojawiają się w następnym stadium rozwojowym²⁴⁷.

Stadium operacji konkretnych pokrywa się z wczesnymi latami szkolnymi. Myślenie jest już całkowicie oddzielone od działania, czyli można go nazwać zinterioryzowanym, proces ten jest odwracalny. Pojawia się myślenie dedukcyjne, nastawione na daną rzecz oraz konkretne działanie z nią związane. Jednak dziecko na tym poziomie nie potrafi

²⁴⁶ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 102.

²⁴⁷ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 103.

myśleć abstrakcyjnie, przez co brakuje mu możliwości stawiania hipotezy. Potrafi zrozumieć jedynie daną sytuację, która się wydarzyła. Ważnym osiągnięciem tego stadium jest zdolność do kategoryzacji, czyli grupowania danych obiektów lub zdarzeń według wspólnych cech²⁴⁸. Dziecko, które zdobyło umiejętność logicznego stosowania zdań, znajduje się już w czwartym stadium rozwojowym, czyli stadium operacji formalnych. Uczeń potrafi samodzielnie stworzyć oraz sprawdzić hipotezę, jednak dopiero w wieku około 15 lat dziecko potrafi w naturalny i swobodny sposób operować logiką zdań²⁴⁹.

Proces nauczania-uczenia się fizyki należy dostosować do konkretnych stadiów rozwojowych dziecka. Przykładem jest odwracalność procesów, dziecko musi umieć sobie wyobrazić, przykładowo, iż odkształcone ciało o właściwościach sprężystych może wrócić do poprzedniego kształtu. Bardzo ważne jest zrozumienie pojęć: masa, ciężar, objętość, zachowanie w kontekście zasad zachowania np. pędu, energii. Dopóki pojęcie objętości nie będzie przez dziecko rozumiane, wprowadzenie kolejnego pojęcia – gęstości nie znajduje uzasadnienia. Nauczanie fizyki będzie skuteczne dopiero, gdy uczeń osiągnie etap operacji formalnych. Zadaniem nauczyciela jest stworzenie uczniom możliwości, doświadczeń, które umożliwią przejście pomiędzy kolejnymi etapami rozwoju umysłowego. Uzasadnione jest, aby podczas lekcji fizyki zapewnić uczniom właściwe ćwiczenia, doświadczenia, prezentację zjawisk fizycznych, a także odpowiedni kontakt ze światem rzeczywistym²⁵⁰. Nauczanie fizyki przyjazne rozwojowi to nauczanie prowadzone z uwzględnieniem poziomu rozwoju struktur poznawczych uczniów, jest ono wskaźnikiem jakości edukacji. Nauczanie fizyki, jak również każdego innego przedmiotu, należy dostosować do parametrów rozwojowych²⁵¹.

Coraz większą popularność w Polsce i na świecie zyskuje także neurodydaktyka, czyli nauczanie przyjazne mózgowi. W literaturze angielskiej określane jest jako *brain friendly learning* lub *brain compatible learning*. Celem neurodydaktyki jest stworzenie nowych koncepcji dydaktycznych, uwzględniających wnioski wynikające z neuronauk. Wnioski te pozwolą efektywniej wykorzystać potencjał uczniów, co przyczyni się do przyjemniejszej

²⁴⁸ D. Fontana, *Psychologia dla...*, op. cit., s. 77.

²⁴⁹ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 104.

²⁵⁰ J.L. Lewis, *Nauczanie fizyki...*, op. cit., s. 58-60.

²⁵¹ E. Małkiewicz i in., *Nauczanie fizyki przyjazne rozwojowi* [w:] *Problemy dydaktyki fizyki*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Czeszów-Wrocław 2013, s. 151.

nauki oraz lepszych wyników²⁵². Schematyczne zadania sprawiają, że mózg przetwarza informacje na płytkich poziomach, brakuje aktywności na bardziej skomplikowanej treści. Tak zorganizowana praca, w rozumieniu neurodydaktyki, nie tworzy odpowiednich połączeń między informacjami, co komplikuje zrozumienie powiązań oraz stworzenie spójnej wiedzy. W tworzeniu zwięzłej wiedzy pomagają nieschematyczne, problemowe zadania, których rozwiązanie wymaga odrzucenia typowych algorytmów²⁵³. Lekcje, które prowadzone są w zgodzie z neurodydaktyką, są przyjazne mózgowi, wymagają aktywności ucznia. Rozwiązując samodzielnie problem, uczeń rozumie, do czego potrzebna jest zdobyta na lekcji wiedza. Najlepszym rozwiązaniem są zadania, które wymagają głębokiego przetworzenia wiadomości, gdyż prowadzi to do samodzielnego odkrycia informacji oraz ich zastosowania w sytuacjach nietypowych²⁵⁴.

Neurodydaktyka pokazuje, jak uczyć, aby było to odpowiednie dla mózgu. Lekcje fizyki można zacząć od intrygującego pytania, rozbudzającego ciekawość uczniów oraz zachęcającego do postawienia hipotezy. Celem takiego pytania nie jest otrzymanie poprawnej odpowiedzi, lecz zainicjowanie produkcji odpowiednich neuroprzekazników w mózgu ucznia. Na sposób uczenia się poszczególnych uczniów w klasie wpływa także atmosfera podczas lekcji oraz metody nauczania stosowane przez nauczyciela. Osiągnięcia neurodydaktyki przekazują, iż pozytywne emocje przekazywane podczas lekcji wyzwalają dopaminę, działając na mózg jako nagroda i pozwalają lepiej zapisać w pamięci dane zagadnienia²⁵⁵.

2.5. Wnioski do badań własnych

W celu eksplikacji terminu rozumienia przez uczniów, w odniesieniu do rozumienia zagadnień fizycznych, przedstawiono różne ujęcia tego problemu opisane w literaturze. Na tej podstawie wyciągnięto wnioski dotyczące rozumienia zagadnień fizycznych nauczanych w szkole. Zdania uczonych na przedstawiony temat często są różne, jednak da się w nich odnaleźć wiele wspólnych cech, wśród których można wymienić m.in. umiejętność opisu, wytłumaczenia, wiedzę o prawidłowościach praw przyrody, budowę urządzeń.

²⁵² M. Żylińska, *Neurodydaktyka. Nauczanie i uczenie się przyjazne mózgowi*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2013, s. 17.

²⁵³ *Ibidem*, s. 44.

²⁵⁴ *Ibidem*, s. 95.

²⁵⁵ *Ibidem*, s. 25.

W związku z koniecznością realizacji badań własnych, zgodnie z koncepcją Z. Dyrszlaga dotyczącą poziomów rozumienia oraz opisem rozumienia przedstawionego w tym rozdziale, zaproponowano ogólne umiejętności, jakie powinny charakteryzować ucznia na każdym z czterech poziomów rozumienia. Opisane umiejętności skonkretyzowano także w odniesieniu do dwóch działów nauczania: „dynamika” (klasa 7) oraz „drgania i fale” (klasa 8), poddanych badaniu w niniejszej dysertacji. Czynności te pozwoliły uzyskać odpowiedzi na pytania: czy i kiedy można powiedzieć, że uczeń rozumie fizykę? w jakim stopniu dane zagadnienie fizyczne jest dla ucznia zrozumiałe?

Opisane przez Z. Dyrszlaga czynności dydaktyczne, wspomagające rozumienie na danym poziomie, stały się pomocne w stworzeniu autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej, ze szczególnym zastosowaniem narzędzi TIK. Konkretnie działania i zalecenia zostały uwzględnione w kolejnych czynnościach dydaktycznych zaproponowanych podczas lekcji. Jako przykład można wskazać temat realizowany w klasie 7, dotyczący II zasady dynamiki Newtona. Zgodnie z koncepcją Z. Dyrszlaga na pierwszym poziomie rozumienia uczeń powinien znać definicję pojęcia, do której powinien dojść sam dzięki odpowiednio dobranym ćwiczeniom. Odnosząc się do tego zalecenia, wprowadzono narzędzie TIK – symulację przedstawiającą wpływ zmiany masy paczki lub użytej siły na przyspieszenie paczki. Symulacja ta stała się pomocna do sformułowania przez uczniów II zasady dynamiki Newtona. Następnie, zgodnie z zaleceniami Z. Dyrszlaga, wprowadzono dalsze ćwiczenia mające na celu sprawne przejścia pomiędzy definicjami a przykładami.

Wykorzystane w opisanej lekcji narzędzie TIK zgodne jest z założeniami autorskiego programu nauczania, mianowicie wsparcia procesu nauczania-uczenia się nowoczesnymi narzędziami technologii informacyjno-komunikacyjnych.

Autorski program nauczania fizyki w szkole podstawowej został przygotowany w taki sposób, aby kształcenie było zgodne z opisanymi osiągnięciami psychologii oraz neurodydaktyki. Odnosząc się do osiągnięć neurodydaktyki, lekcje realizowane według autorskiego programu zostały zaprojektowane tak, aby zaintrygować ucznia, wprowadzić w zaciekawienie, pobudzając umysł do działania. Kolejność wprowadzania poszczególnych treści została dostosowana do wieku uczniów, ich rozwoju oraz zdobytej już uprzednio wiedzy.

Zaproponowane rozwiązania dydaktyczne wprowadzone podczas lekcji zostały dostosowane do wieku uczniów, ich rozwoju emocjonalnego, a przede wszystkim – stadium rozwojowego opisanego przez J. Piageta.

3. Zastosowanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w nauczaniu–uczeniu się fizyki

3.1. Zarys problematyki wdrożenia nowoczesnych technologii do procesu nauczania–uczenia się

W drugiej połowie XX wieku S. Pluta zwróciła uwagę, iż wyróżniającym atrybutem współczesności jest dynamiczny rozwój nauki i techniki²⁵⁶. Słowa te nadal pozostają aktualne. Zmieniający się dynamicznie świat, pełen różnorodności, przepełniony narzędziami technologii informacyjno-komunikacyjnych, będącymi nieodzownym atrybutem człowieka, stał się cechą współczesności, symbolem teraźniejszości²⁵⁷.

Rozwój TIK i mediów odmienił styl życia całego społeczeństwa, a w szczególności młodzieży. Postęp technologiczno-kulturowy ukształtował tożsamość młodego pokolenia²⁵⁸. Spowodował przemiany pokoleniowe, formując cechy osobowościowe współczesnych uczniów²⁵⁹. Postępujące zmiany stały się doskonałą okazją do rozwoju młodego człowieka, który powinien być wielopłaszczyznowo przystosowany do życia. Osoby urodzone do 1995 roku zostały przypisane do pokolenia Y. To pokolenie aktywnie korzystające z mediów i technologii cyfrowych, które są im doskonale znane, zaś Internet jest częścią ich codziennego życia²⁶⁰. Osoby z pokolenia Y często określane są również terminem *millennium kids*, czyli dzieci przełomu tysiąclecia, które żyją w trzech przenikających się wzajemnie światach: rzeczywistym, medialnym i wirtualnym²⁶¹. W literaturze spotykamy się również z określeniem *homo interneticus*, dotyczącym współczesnego człowieka podłączonego do globalnej sieci społecznej²⁶².

Generacja dzieci i młodzieży urodzonych po 1995 roku, wychowana wśród nowoczesnych narzędzi cyfrowych, w ogólnie pojętym dobrobycie, egzystująca całkowicie w wirtualnym świecie, to generacja Z. Generacja Z nie potrafi funkcjonować bez Internetu, mediów elektronicznych. Charakteryzuje się jeszcze większym zaawansowaniem w zakresie stosowania narzędzi cyfrowych niż pokolenie Y²⁶³.

²⁵⁶ S. Pluta, *Zakres i sposoby...*, op. cit., s. 41.

²⁵⁷ A. Winiarczyk, T. Warzocha, *Nowe technologie w edukacji. Przygotowanie akademickie przyszłych nauczycieli w zakresie wykorzystania TIK*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2022, s. 11.

²⁵⁸ E. Baron-Polańczyk, *My i Oni...*, op. cit., s. 50.

²⁵⁹ *Ibidem*, s. 88.

²⁶⁰ *Ibidem*, s. 52.

²⁶¹ M. Tanaś, *Wstęp...*, op. cit., s. 7.

²⁶² W. Walat, *Homo interneticus – wyzwanie dla współczesnej edukacji*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2016, nr 4/18, s. 236.

²⁶³ E. Baron-Polańczyk, *My i Oni...*, op. cit., s. 61.

M. Prensky rozpowszechnił określenie *digital natives*, czyli *cyfrowych tubylców*, nazywając w ten sposób młodych ludzi urodzonych w erze cyfrowej, korzystających z wielu urządzeń multimedialnych, biegłych w obsłudze najnowszych technologii, mających różne style uczenia się i umiejętność przetwarzania dużej ilości informacji²⁶⁴.

Potwierdzeniem zgodności z prawdą przywołanych określeń współczesnej młodzieży mogą być badania zrealizowane na zlecenie Rzecznika Praw Dziecka oraz Naukową i Akademicką Sieć Komputerową (NASK) przez Wyższą Szkołę Nauk Społecznych Pedagogium (WSNS). Ze wspomnianych badań z 2014 roku wynika, iż korzystanie z Internetu stało się wręcz normą społeczną nastolatków już od najmłodszych lat życia. Zdecydowana większość ankietowanych (86,2%) oświadcza, iż korzysta z Internetu codziennie, a średni czas korzystania to 3 godziny i 40 minut²⁶⁵. Kolejna edycja badań, przeprowadzona w grudniu 2020 roku, wskazała, iż korzystanie z Internetu stało się permanentną aktywnością. Warto zwrócić uwagę na różnicę w sformułowanych pytaniach w 2020 oraz w 2014 roku. W 2014 roku na pytanie: jak często korzystasz z Internetu, możliwe były następujące odpowiedzi: *jestem dostępny(a) on-line na bieżąco dzięki urządzeniom mobilnym (smartfon itp.), codziennie, kilka razy w tygodniu, kilka razy w miesiącu, rzadziej niż raz w miesiącu*²⁶⁶. Pod koniec 2020 roku pytano już nie o częstotliwość w tygodniu lub miesiącu, lecz o liczbę godzin dziennie, w których młodzież korzysta z Internetu, a przykładowe odpowiedzi były następujące: *od 4 do 6 godzin dziennie, od 6 do 8 godzin dziennie, od 10 do 12 godzin dziennie, 12 godzin i więcej*²⁶⁷. Średni czas korzystania z Internetu wykazany w badaniach z grudnia 2020 roku to 4 godziny i 50 minut dziennie²⁶⁸.

W rozmowach uczniów i nauczycieli na temat współczesnej szkoły często pojawia się sformułowanie „szkoły XXI wieku”²⁶⁹. Warto więc zastanowić się, jaka powinna być współczesna szkoła. W opinii S. Kozieja szkoła XXI wieku powinna przystosować

²⁶⁴ M. Prensky, *Digital Natives, Digital Immigrants*, „On the Horizon” 2001, Vol. 9 No. 5, s. 1, <https://marcprensky.com> (dostęp: 04.2020).

²⁶⁵ R. Lange, J. Osiecki, *Ogólnopolskie badanie: Nastolatki wobec Internetu, realizowane na zlecenie Rzecznika Praw Dziecka i NASK przez Pedagogium WSNS, w okresie maj – czerwiec 2014*, Warszawa 2014, s. 6-7.

²⁶⁶ *Ibidem*, s. 6.

²⁶⁷ R. Lange (red.), *Nastolatki 3.0. Raport z ogólnopolskiego badania uczniów*, NASK – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2021, s. 10.

²⁶⁸ *Ibidem*, s. 11.

²⁶⁹ J. Domalewski, K. Wasielewski, *Zmiany w edukacji: szkoła i jej społeczne otoczenie*, Adam Marszałek, Toruń 2011, cyt. za: T. Greczyło, *Laboratorium przyrodnicze wspierane TI [w:] Problemy dydaktyki fizyki*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Czeszów-Wrocław 2013, s. 283.

młodych ludzi do funkcjonowania w społeczeństwie, kształtować, a także pełnić funkcję wychowawczą, tak jak było to dotychczas²⁷⁰.

Strategia rozwoju szkolnictwa uzupełnia kluczowe wyzwania, przed jakimi postawiona została współczesna szkoła. Wśród licznych założeń znajdują się m.in. zreformowanie nauczanych treści do wymagań współczesności, polepszenie jakości oraz rozpowszechnienie nowatorskich form kształcenia²⁷¹. Ucząc dzisiejszą młodzież, nie możemy oczekiwać, że tradycyjne metody i środki dydaktyczne okażą się skuteczne. Szkoła, w której nie są wykorzystywane nowoczesne metody pracy, staje się dla ucznia nieatrakcyjna i przestarała²⁷².

Nauczyciel powinien projektować swoje działania edukacyjne tak, aby wykorzystać zainteresowanie i fascynację nowymi technologiami, co może okazać się cennym wsparciem. Kluczowe znaczenie w rozwoju ma właśnie system edukacji, który powinien doskonalić wśród młodych ludzi umiejętności pozwalające skutecznie działać, komunikować się oraz wykorzystywać nowoczesne narzędzia cyfrowe do właściwych celów.

Nauczając młodych ludzi, należy wejść do ich rzeczywistości, przekazywać wiedzę ich językiem²⁷³. Pokolenie współczesnych uczniów uważa, iż nowoczesne technologie stanowią fundament ludzkiej egzystencji, bez których niemożliwe byłoby odnalezienie się w cyfrowej społeczności²⁷⁴. Podstawą w dzisiejszej szkole powinny być nowe technologie. Proces dydaktyczny, wykorzystane metody nauczania, wprowadzone środki dydaktyczne należy wzbogacać, zachowując odpowiednie proporcje pomiędzy tradycyjnymi elementami oraz nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi.

Interesujące zdanie na temat funkcjonowania młodego człowieka w cyfrowym społeczeństwie przedstawia E. Baron-Polańczyk. W nowej kulturze uczenia się nadrzędny staje się proces uczenia się nad nauczaniem, zaś uczenie się traktowane jest jako proces aktywny i ciągły (*lifelong learning*). Proces ten powinien wiązać się z dialogiem, sprawiać radość, dawać satysfakcję, interesujące przeżycia oraz umożliwiać realizowanie pasji²⁷⁵.

Nowoczesna edukacja wdrożona w szkole pozwoli pedagogom wykształcić młodych ludzi, pasjonatów w swoich dziedzinach. Ci sami uczniowie po opuszczeniu szkoły

²⁷⁰ S. Koziej, *Polska szkoła...*, op. cit., s. 15.

²⁷¹ A. Hajdukiewicz, *Nowe wyzwania edukacji i szkoły w perspektywie XXI wieku* [w:] *Szkoła w perspektywie XXI wieku*, red. Z. Ratajek, Wyd. UHP Jana Kochanowskiego, Kielce 2009, s. 96.

²⁷² A. Mataczyna, *Multimedialne środki...*, op. cit., s. 169.

²⁷³ M. Prensky, *Digital Natives...*, op. cit., s. 2.

²⁷⁴ T. Warzocha, *Nowoczesne technologie...*, op. cit., s. 96.

²⁷⁵ E. Baron-Polańczyk, *My i Oni...*, op. cit., s. 90.

wyborą następnie swoją dalszą drogę kształcenia. Cyfryzacja edukacji, która jest zadaniem dzisiejszej szkoły, ma przygotować współczesnego ucznia do życia oraz pracy za 20 lat²⁷⁶.

Problematyką zmian w sposobie kształcenia uczniów zajęła się także Unia Europejska. Jednym z głównych celów wskazanych przez UE jest rozwój młodych ludzi, szczególnie w zakresie tzw. kompetencji kluczowych. Stworzenie nowego paradygmatu dotyczącego sposobu przekazywania wiedzy jest jednym z ważniejszych założeń polityki oświatowej Unii Europejskiej. Liczne publikacje europejskie przedstawiają jako priorytet zmiany w sposobie kształcenia w nowoczesnym społeczeństwie²⁷⁷. W 2006 roku Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej przyjęły zalecenia dotyczące kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie, mające przyczynić się do podniesienia jakości edukacji²⁷⁸. Od wprowadzenia kompetencji kluczowych w 2006 roku nastąpiły liczne przemiany w edukacji. Szeroko rozumiane przeobrażenia zachodziły także w gospodarce i społeczeństwie. Dostęp do technologii stawał się coraz prostszy, tańszy i powszechny. W 2007 roku ponad połowa gospodarstw w Unii Europejskiej (55%) posiadała dostęp do Internetu. Z upływem lat liczba ta stale wzrastała. W roku 2012 wyniosła 77%, w 2018 – 91%. W roku 2022 odsetek gospodarstw domowych w UE z dostępem do Internetu wynosił 93%²⁷⁹. W odpowiedzi na ciągle zmiany Unia Europejska zmodyfikowała wcześniej ustalone kompetencje kluczowe. Zostało ustanowionych osiem nowych kompetencji kluczowych: kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, kompetencje w zakresie wielojęzyczności, kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, kompetencje cyfrowe, kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się, kompetencje obywatelskie, kompetencje w zakresie przedsiębiorczości, kompetencje w zakresie świadomości i ekspresji kulturalnej²⁸⁰. Szczególną

²⁷⁶ M. Plebańska (red.), *Polska szkoła w dobie cyfryzacji. Diagnoza 2017. Podsumowanie wyników badania zespołu badawczego Wydziału Pedagogicznego Uniwersytetu Warszawskiego i PCG Edukacja*, Warszawa, 2017, s. 5, <https://nck.pl/badania/raporty/raport-polska-szkola-w-dobie-cyfryzacji-diagnoza-2017> (dostęp: 06.2023).

²⁷⁷ European Commission, *Education and training in Europe: diverse systems, shared goals for 2010*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2002, s. 4, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ccd78097-d2dd-4db8-9a23-3394cd608654> (dostęp: 04.2020).

²⁷⁸ Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 394/10, 30.12.2006 r., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0962&from=LT>, (dostęp: 04.2020).

²⁷⁹ Na podstawie *Eurostat Households-level of internet access*, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Digital_economy_and_society_statistics_-_households_and_individuals#Internet_access (dostęp: 11.2022).

²⁸⁰ Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 4.06.2018 r., [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=en](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=en) (dostęp: 04.2020).

uwagę zwrócono na to, iż w dobie globalizacji, coraz większej mobilności społeczeństwa kompetencje cyfrowe są niezbędne. Obejmują one wiedzę, jak znaleźć, wykorzystać, filtrować, tworzyć, udostępniać potrzebne materiały w cyfrowej rzeczywistości. Nie mniej ważna jest umiejętność zarządzania cyfrowymi informacjami oraz ochrona danych. Wykorzystanie możliwości technologii i komunikacji wymaga otwartości, ciekawości, ale również przemyślanego i krytycznego postępowania z narzędziami, które oferuje nam nowa technologia²⁸¹.

Rozwijanie umiejętności podstawowych jest niezwykle istotne. Uzasadnione staje się wdrożenie nowych sposobów uczenia, ukierunkowanych na mobilne i cyfrowe społeczeństwo, łączenie kompetencji miękkich, tj. umiejętności cyfrowych oraz przedsiębiorczości²⁸².

Podsumowując dotychczasowe rozważania, należy zauważyć przeobrażenia zachodzące w naszym społeczeństwie. Współczesna młodzież korzysta nieustannie z nowoczesnych narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych, pozostając ze sobą w stałym kontakcie, wymieniając się wiadomościami, wyszukując potrzebnych informacji. Nowoczesne narzędzia TIK powinny stać się nieodłącznym elementem każdej lekcji. Dla dzisiejszej młodzieży atrakcyjne formy przekazywania wiedzy to te, które zaangażują ucznia do pracy, wykorzystując najnowsze technologie, których używa w codziennym życiu. Konieczne jest wielopoziomowe podejście do nauczania, szczególnie treści fizycznych. Wymaga to od nauczyciela nowatorskiego podejścia, chęci zmiany tradycyjnego nauczania, dostosowania metod do stale rozwijającego się społeczeństwa cyfrowego, uwzględnienie realizacji kompetencji kluczowych. Proces wprowadzania nowoczesnych narzędzi TIK do szkół oraz metody wykorzystania tychże narzędzi będą przedmiotem teoretycznych rozważań w kolejnych częściach pracy.

3.2. Rozwój kompetencji cyfrowych nauczycieli i uczniów w polskiej szkole oraz rola nauczyciela w nowoczesnej szkole

Warunek konieczny, jaki musi zostać spełniony w edukacji współczesnych uczniów, to zaopatrzenie szkół w środki techniczne umożliwiające korzystanie z różnorodnych form przekazywania informacji. Placówki oświatowe powinny zostać wyposażone

²⁸¹ *Ibidem*.

²⁸² Dokument otwierający debatę w sprawie wykorzystania możliwości płynących z globalizacji, s. 22, https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/reflection-paper-globalisation_pl.pdf, (dostęp: 04.2020).

w multimedialne urządzenia z dostępem do Internetu, a także oprogramowanie pozwalające na wyszukiwanie, odbiór, przetwarzanie informacji w postaci graficznej, dźwiękowej i filmowej²⁸³.

Systematyczne wyposażanie szkół w pracownie komputerowe z dostępem do Internetu rozpoczęto w 1995 roku. Działania te podjęto w ramach projektu „Pracownia internetowa w każdej szkole”²⁸⁴. Przełomowym momentem w polskiej edukacji była reforma w 1999 roku. Reforma ta zakładała modernizację wyposażenia szkół, ze szczególnym uwzględnieniem nowych technologii informacyjno-komunikacyjnych. W kolejnych latach nastąpił intensywny rozwój pracowni komputerowych w szkołach. W latach 2004-2006 oraz 2005-2008 realizowany był projekt współfinansowany przez Unię Europejską „Pracownie komputerowe dla szkół”. Szczegółowe cele programu przewidywały m.in. wdrożenie uczniów do życia w globalnym społeczeństwie informacyjnym, promowanie wykorzystania technologii informacyjnej w nauczaniu innych przedmiotów w różnych wariantach organizacyjnych (lekcje w pracowni komputerowej, lekcje poza pracownią z wykorzystaniem komputera przenośnego i projektora)²⁸⁵.

Równolegle realizowany był kolejny program, współfinansowany również przez Unię Europejską, „Internetowe centra informacji multimedialnej w bibliotekach szkolnych i pedagogicznych”. Głównym celem projektu, poza udoskonaleniem pracy bibliotek szkolnych, było wspieranie procesu ustawicznego kształcenia się uczniów, samokształcenia nauczycieli, wyrównywanie szans edukacyjnych młodzieży, niezależnie od miejsca zamieszkania i statusu majątkowego²⁸⁶. Potrzeba doskonalenia kompetencji uczniów i nauczycieli w zakresie technologii informacyjno-komunikacyjnych została również dostrzeżona w latach następnych.

W 2012 roku wdrożony został rządowy program „Cyfrowa szkoła”. Wprowadzenie tego programu miało na celu kształtowanie kompetencji TIK zarówno wśród uczniów, jak i nauczycieli. Program ten obejmował wsparcie finansowe, pozwalające zakupić szkołom

²⁸³ S. Koziej, *Polska szkoła...*, op. cit., s. 15-16.

²⁸⁴ *Ibidem* s. 16.

²⁸⁵ „Pracownie komputerowe dla szkół”, instytucja wdrażająca: Ministerstwo Edukacji Narodowej i Sportu, projekt współfinansowany przez Unię Europejską.

²⁸⁶ „Internetowe centra informacji multimedialnej w bibliotekach szkolnych i pedagogicznych”, instytucja wdrażająca: Ministerstwo Edukacji Narodowej i Sportu, projekt współfinansowany przez Unię Europejską.

pomoce dydaktyczne oraz sprzęt pomocny do realizacji programów nauczania z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych²⁸⁷.

W lipcu 2017 roku weszła w życie uchwała Rady Ministrów w sprawie Rządowego programu rozwijania szkolnej infrastruktury oraz kompetencji uczniów i nauczycieli w zakresie technologii informacyjno-komunikacyjnych na lata 2017-2019 – Aktywna tablica²⁸⁸. W październiku 2020 r. Rada Ministrów przyjęła uchwałę dotyczącą realizacji kolejnej edycji programu Aktywna tablica w latach 2020-2024²⁸⁹.

Odpowiedzią na wyzwania współczesnej edukacji związane z koniecznością kształtowania kompetencji cyfrowych i umiejętności posługiwania się nowoczesnymi technologiami był także program „Ogólnopolska Sieć Edukacyjna OSE”. Program ten umożliwił szkołom w całej Polsce nieograniczony dostęp do bezpłatnego, bezpiecznego Internetu²⁹⁰.

Nowa podstawa programowa kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, wprowadzona 1 września 2017 roku, szczególną uwagę zwraca na kształcenie kompetencji cyfrowych wśród uczniów, z naciskiem na umiejętność posługiwania się nowoczesnymi technologiami w rozwiązywaniu problemów z różnych obszarów²⁹¹.

Badania przeprowadzone wśród nauczycieli w 2017 roku oceniają dostęp do Internetu w szkołach na poziomie dobrym (42%) oraz bardzo dobrym (27%). Jedynie 33% nauczycieli wykorzystuje bezprzewodowy Internet, zaś 48% ankietowanych nauczycieli ma dostęp tylko do przewodowego Internetu w określonych miejscach w szkole²⁹².

System oświaty uzależniony jest od kierunku rozwoju społeczeństwa. Zmiany kulturowe i cywilizacyjne zachodzące w społeczeństwie mają wpływ także na zawód nauczyciela. W celu dostosowania się do epoki rewolucji technicznej szkoła postawiona została przed koniecznością stworzenia zaplecza multimedialnego. Należy mieć jednak na uwadze,

²⁸⁷ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 kwietnia 2012 r. w sprawie warunków, form i trybu realizacji przedsięwzięcia dotyczącego rozwijania kompetencji uczniów i nauczycieli w zakresie stosowania technologii informacyjno-komunikacyjnych, Dz.U. 2012 poz. 411, s. 1.

²⁸⁸ Uchwała nr 108/2017 Rady Ministrów z dnia 19 lipca 2017 r. w sprawie Rządowego programu rozwijania szkolnej infrastruktury oraz kompetencji uczniów i nauczycieli w zakresie technologii informacyjno-komunikacyjnych na lata 2017-2019 – „Aktywna tablica”.

²⁸⁹ Uchwała nr 151/2020 Rady Ministrów z dnia 23 października 2020 r. w sprawie ustanowienia Rządowego programu rozwijania szkolnej infrastruktury oraz kompetencji uczniów i nauczycieli w zakresie technologii informacyjno-komunikacyjnych na lata 2020-2024 – „Aktywna tablica”.

²⁹⁰ Raport Ministra Edukacji i Nauki. Zapewnienie funkcjonowania jednostek systemu oświaty w okresie epidemii COVID-19, Warszawa, styczeń 2021, s. 121, <https://www.gov.pl/web/edukacja-i-nauka/raport-ministra-edukacji-narodowej-na-temat-funkcjonowania-szkol-i-placowek-oswiatowych-w-okresie-covid-19> (dostęp: 01.2022).

²⁹¹ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r., *op. cit.*, s. 12-13.

²⁹² M. Plebańska (red.), *Polska szkoła...*, *op. cit.*, s. 18.

iz innowacyjny sprzęt nie sprawi, że szkoła będzie cyfrowa, a lekcje efektywne. Dopiero sprzężenie technologii oraz metodyki kształcenia będzie miało wpływ na wzrost poziomu nauczania²⁹³.

Za E. Sałatą należy podkreślić, iż szkoła staje się innowacyjna nie tylko ze względu na nowoczesny sprzęt, lecz dzięki innowacyjnej kadrze prowadzącej szkołę, a przede wszystkim dzięki innowacyjnym nauczycielom, wprowadzającym zmiany w procesie nauczania-uczenia się. Rola współczesnego nauczyciela jest niezwykle ważna w procesie dydaktycznym²⁹⁴.

Wdrożenie do procesu dydaktycznego nowoczesnych narzędzi cyfrowych powinno wiązać się także z reorganizacją funkcji nauczyciela w procesie kształcenia. Współczesny nauczyciel musi mieć nienaganne przygotowanie merytoryczne z nauczanego przedmiotu, a także doskonałe przygotowanie metodyczne. Nauczyciel musi wejść w rolę kompetentnego animatora, wskazując drogę do wiedzy. Zachęcać, wspierać ucznia w samodzielnym zdobywaniu wiedzy, wybieraniu wiadomości istotnych²⁹⁵. Nauczyciel może stać się koordynatorem, inspiratorem, organizatorem i motywować do twórczych działań. Wdrożenie nowych technologii do procesu dydaktycznego wymaga kreatywnych działań nauczyciela, znajomości różnych sposobów nauczania, projektowania i organizacji lekcji.

Ponadto, jak wskazuje E. Sałata, nauczyciel powinien nieustannie doskonalić swoją wiedzę przedmiotową, umiejętność komunikacji, dialogu oraz dbać o samorozwój²⁹⁶. Podobnego zadania jest G. Karwasz, twierdząc, iż dynamiczne przemiany w dostępności informacji we współczesnym świecie wymagają innowacyjnego przygotowania nauczycieli²⁹⁷.

W uzupełnieniu warto wymienić różnorodne role nauczyciela jako użytkownika narzędzi TIK w środowisku bogatym w cyfrowe narzędzia dydaktyczne. Nauczyciel powinien stać się przewodnikiem i pomocnikiem dla swoich podopiecznych, być zapoznanym z różnorodnymi materiałami dostępnymi w sieci. Musi przewyższać swoją wiedzą tradycyjnego nauczyciela oraz czerpać doświadczenie od innych nauczycieli, szczególnie w celu identyfikacji potrzeb swoich uczniów. W sposób swobodny powinien posługiwać się

²⁹³ A. Winiarczyk, T. Warzocha, *Nowe technologie...*, op. cit., s. 7-8.

²⁹⁴ E. Sałata, *Innowacyjny nauczyciel w zmieniającej się rzeczywistości szkolnej*, „Szkoła, Zawód, Praca”, 2017, nr 13, s. 100.

²⁹⁵ S. Koziej, *Polska szkoła...*, op. cit., s. 21.

²⁹⁶ E. Sałata, *Dokształcanie nauczycieli w kontekście idei i praktyki uczenia się w ciągu całego życia*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2019, nr 3, s. 230.

²⁹⁷ G. Karwasz, *Dydaktyka kognitywistyczna: zasady...*, op. cit., s. 119.

mediami, tworzyć materiały z użyciem dźwięku oraz filmu, które pomagają podopiecznym zrozumieć dane zagadnienia. Nauczyciel staje się również badaczem, wyszukując kluczowe informacje oraz wykorzystując narzędzia TIK do samorozwoju oraz podczas pracy z uczniami. Ponadto staje się również projektantem interesujących lekcji, tworząc pomysły, bogate w różne narzędzia i środki dydaktyczne scenariusze. Zachęca uczniów do pracy metodą projektów, wspiera oraz koordynuje ich samodzielne działania. Nauczyciel przyjmuje rolę mentora, kształtując u ucznia umiejętność pracy w zespole, zarządzania własnym czasem i pomysłami. Nauczyciel jest również organizatorem procesu kształcenia w klasie. Dopasowuje program nauczania do potrzeb danej klasy, podstawy programowej, założeń szkoły, a przede wszystkim nieustającego rozwoju technologii. Na końcu warto wskazać rolę nauczyciela jako ucznia dążącego do opanowania najnowszych technologii, narzędzi TIK. Nauczyciel musi wyjść ze swojej strefy komfortu. Bezpieczne środowisko podręcznika szkolnego, jako jedyne narzędzie do pracy z uczniami, stało się już nieatrakcyjne dla młodzieży²⁹⁸.

Podsumowując przedstawione rozważania, można stwierdzić, iż wyzwaniem stojącym przed polskim szkolnictwem jest próba nadążenia za potrzebami współczesnego świata. Realizowane były liczne programy mające na celu wyposażenie szkół w nowoczesne narzędzia TIK oraz rozwijanie kompetencji cyfrowych wśród uczniów i nauczycieli. Wprowadzenie do szkół nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych, ucyfrowienie polskiej szkoły, umiejętność wykorzystania nowoczesnych narzędzi dydaktycznych zarówno przez uczniów, jak i przez nauczycieli jest szczególnym zadaniem polskiej oświaty.

Wdrożenie narzędzi TIK do procesu dydaktycznego ma na celu podniesienie efektywności nauczania. Należy pamiętać, aby razem z inwestycją w niezbędny sprzęt uwzględnić także inwestycję w kompetencje uczniów, a także nauczycieli w zakresie możliwości i wykorzystania nowoczesnych narzędzi dydaktycznych.

3.3. Przykładowe zastosowanie narzędzi TIK w procesie nauczania-uczenia się fizyki oraz przegląd dotychczasowych badań

Celem wprowadzenia nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych do procesu dydaktycznego jest zaprezentowanie uczniom ich możliwości – jako doskonałego

²⁹⁸ A. Sekuła (red.), *Założenia komponentu...*, op. cit., s. 23-24.

narzędzia do poznawania świata, pomocy w nauce, a ponadto stworzenia środowiska sprzyjającego uczeniu się.

Narzędzia TIK mogą wspomagać proces nauczania-uczenia się na wiele sposobów, pomagając zarówno nauczycielowi, jak i uczniowi. Używając narzędzi TIK, nauczyciel może zaplanować swoje lekcje, tworzyć materiały potrzebne do ich realizacji, wyszukiwać potrzebne informacje oraz zaprezentować rezultaty pracy.

Jak pisze B. Siemieniecka, narzędzia TIK odpowiedzialne są nie tylko za przekaz lub odbiór informacji, lecz wspomagają także wizualizację, symulację zjawisk i procesów, wspierają twórcze rozwiązywanie problemów. Przywołując w dalszej części pracy *The NMC/CoSN Horizon Report: 2016 K-12 Edition*²⁹⁹, autorka wskazuje, iż stosując narzędzia TIK, uczniowie mogą wykorzystywać filmy, np. NASA, i na ich podstawie tworzyć własne, konstruować tematyczne gry, łączyć wiedzę szkolną z własnymi pasjami³⁰⁰.

Warto odnieść się także do aktualnych badań przeprowadzonych wśród uczniów, dotyczących wykorzystania nowoczesnych narzędzi. Wskazują one, iż 53% spośród ankietowanych uczniów wykorzystuje cyfrowe zasoby na lekcjach. Najwięcej, 17% ankietowanych przyznało, iż wykorzystywane są prezentacje multimedialne, 15% wykorzystuje filmy i animacje, 14% – ilustracje i tabele, 13% – cyfrowe teksty, np. artykuły. Podręczniki cyfrowe wykorzystywane są przez 10% ankietowanych, materiały audio – 7%, interaktywne gry – również 7%. Niestety najmniej ankietowanych (3%) wskazało wykorzystanie aplikacji mobilnych oraz e-booków³⁰¹. Przykłady wdrożenia nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych stanowią przedmiot teoretycznych rozważań w dalszej części pracy.

3.3.1. Model SAMR

Model SAMR został opracowany przed R.R. Puentedure’a. Zostały w nim zdefiniowane cztery poziomy integracji technologii informacyjno-komunikacyjnych w edukacji. Analiza tego modelu może być pomocna w zaprojektowaniu lekcji z wykorzystaniem narzędzi TIK, poczynając od zamiany tradycyjnych metod nauczania na narzędzia TIK, a w ostateczności w zastosowaniu wspomnianych narzędzi do interesujących

²⁹⁹ The NMC/CoSN Horizon Report: 2016 K-12 Edition examines emerging technologies for their potential impact on and use in teaching, learning, and creative inquiry in schools.

³⁰⁰ D. Siemieniecka, *Twórcze aspekty...*, op. cit., s. 223.

³⁰¹ M. Plebańska (red.), *Polska szkoła...* op. cit., s. 10.

i skomplikowanych projektów uczniowskich. Nazwa SAMR wywodzi się od czterech pierwszych liter nazwy modelu w języku angielskim: *Substitution* (podstawienie), *Augmentation* (powiększenie, rozszerzenie), *Modification* (modyfikowanie), *Redefinition* (redefinicja)³⁰².

Substitution (podstawienie) polega na wykorzystaniu urządzeń mobilnych i narzędzi TIK do prostych zadań, które można również wykonać bez użycia tych narzędzi, staje się wtedy tylko zamiennikiem dla metod tradycyjnych. Jako przykład należy wskazać tablice interaktywne, będące alternatywą zwykłych tablic, wyświetlanie gotowej prezentacji, zdjęć, wykonanie notatek w odpowiednim programie komputerowym. Na tym poziomie nadal dominuje aktywność nauczyciela nad aktywnością ucznia.

Augmentation (powiększenie, rozszerzenie) – na tym etapie narzędzia TIK służą jako pomoc w rozwiązywaniu danego problemu. Technologia nadal jest zamiennikiem tradycyjnych metod, jednak dochodzi do rozszerzenia jej możliwości. Przykładem mogą być testy sprawdzające wiedzę z użyciem narzędzi TIK (np. *Google Forms* lub inne popularne aplikacje, które zostaną opisane w dalszej części tego rozdziału). Podczas tego etapu dominacja nauczyciela podczas lekcji zdecydowanie się zmniejsza w porównaniu z etapem pierwszym.

Modification (modyfikowanie) – poziom ten polega na odejściu od tradycyjnego sposobu nauczania. Dochodzi do zmiany zadań dzięki możliwościom, jakie oferują narzędzia TIK. Stają się one więc podstawą lekcji, a tym samym konieczne są do jej przeprowadzenia. Przykładowo: zadaniem uczniów może być nagranie filmu, następnie odpowiedni montaż, edycja poprzez dodanie dźwięków, własnych nagrań, obrazów, wykorzystanie kodów QR, grupowanie notatek na odpowiedniej platformie edukacyjnej. Wśród uczniów rozwijają się kompetencje kluczowe, w tym kompetencje cyfrowe. Zwiększa się motywacja, chęć działania i współpracy z innymi uczniami i nauczycielem.

Redefinition (redefinicja) to poziom, w którym technologia niezbędna jest do wykonania złożonych zadań czy projektów uczniowskich, podczas realizacji których wskazany jest podział uczniów na grupy. Każdy zespół musi zaplanować własne działania, zadania, współpracę. Proces zdobywania wiedzy zachodzi w głównej mierze dzięki zastosowaniu

³⁰² M. Wieczorek-Tomaszewska (red.), *Dydaktyka cyfrowa epoki smartfona. Analiza cyfrowych aspektów dydaktyki gimnazjum i szkoły średniej, raport ekspercki*, Stowarzyszenie „Miasta w Internecie” 2013, s. 32-33.

narzędzi TIK. Komunikacja grupy, tworzenie projektu odbywa się na odpowiednich platformach edukacyjnych³⁰³.

Włączenie w proces edukacyjny narzędzi TIK skutkuje ich pozytywnym wpływem na uczniów. Dzięki narzędziom TIK nauczyciel może kształtować wśród uczniów kompetencje kluczowe, ze szczególnym uwzględnieniem kompetencji cyfrowych, przedstawić uczniom wybrany temat w innej formie niż tradycyjna, dzięki czemu lepiej zrozumieją dane zagadnienie. Możliwości Internetu, w tym wybranych aplikacji, platform edukacyjnych, smartfona i innych narzędzi TIK, są interesujące, co przedstawiono w dalszej części pracy.

3.3.2. Wirtualne tablice

Nawiązując do pierwszego poziomu integracji narzędzi TIK w proces kształcenia, należy odnieść się do wirtualnych tablic. Internet udostępnia nauczycielom bogatą ofertę, wśród których można wymienić: połączoną z kontem *Google* – *Jamboard*³⁰⁴, *Padlet*³⁰⁵, *Miro*³⁰⁶, *Lino*³⁰⁷ i wiele innych. Wirtualna tablica ułatwia pracę zespołową. To doskonałe narzędzie w rękach nauczyciela pozwalające uatrakcyjnić lekcję, ułatwić jej prowadzenie. Korzystanie z tablicy wirtualnej rozwija również u uczniów kompetencję społeczną³⁰⁸. W opinii A. Kamińskiej każdy uczeń może aktywnie uczestniczyć w lekcji fizyki, wykorzystując tablice interaktywne³⁰⁹.

3.3.3. Podstawowe narzędzia *Microsoft Office*

Podstawowe narzędzia *Microsoft Office*, wśród których można wymienić m.in. program do edycji tekstu – *Word*, program do tworzenia prezentacji – *PowerPoint*, arkusz kalkulacyjny – *Excel*, program do tworzenia notatek – *OneNote*, nawiązują (w podstawowym zastosowaniu) również do pierwszego poziomu integracji – *substitution* (podstawienie). Narzędzia te, zastosowane podczas typowej lekcji przeprowadzonej metodą podającą, tj. pogadanka, dyskusja, praca z książką i wykład³¹⁰, mogą wzbogacić jej przebieg

³⁰³ R.R. Puenteadura, *SAMR: A contextualized introduction*, 2014, <http://www.hippasus.com/rrpwebblog/archives/2014/01/15/SAMRABriefContextualizedIntroduction.pdf> (dostęp: 08.2022).

³⁰⁴ <https://jamboard.google.com/> (dostęp: 04.2022).

³⁰⁵ <https://pl.padlet.com/> (dostęp: 04.2022).

³⁰⁶ <https://miro.com/signup/> (dostęp: 04.2022).

³⁰⁷ <https://en.linoit.com/> (dostęp: 04.2022).

³⁰⁸ M. Gnutek, *Na wirtualnej tablicy*, „TIK w edukacji” 2019, październik, s. 64-65.

³⁰⁹ A. Kamińska, *Rola nowych...*, *op. cit.*, s. 53.

³¹⁰ W. Okoń, *Wprowadzenie...*, *op. cit.*, s. 255.

i wprowadzić element zaskoczenia. Wymienione programy służą do tworzenia prezentacji, pokazu zdjęć, notatek lub wykonania obliczeń i wykresów. Wybrane zastosowania podstawowych narzędzi *Microsoft Office* z powodzeniem można wprowadzić w nauczaniu fizyki.

3.3.4. Platformy edukacyjne oraz inne narzędzia do porządkowania materiałów edukacyjnych on-line

Interesującym rozwiązaniem dla uczniów i nauczycieli są również platformy edukacyjne, mogące synchronizować się ze smartfonami, co daje każdemu uczniowi nieograniczony czasowo dostęp do ich zasobów. Platformy edukacyjne ułatwiają współpracę uczniów i nauczycieli, wspólne tworzenie i edycję dokumentów, tworzenie wirtualnego zespołu klasowego, wspólne połączenia w przypadku nauczania zdalnego. Umożliwiają więc sprawną komunikację.

Wśród dostępnych platform edukacyjnych na szczególną uwagę zasługują *Google Classroom* oraz *Microsoft Teams*. Pozwalają one nauczycielom w prosty i intuicyjny sposób utworzyć dany zespół klasowy, a następnie udostępniać materiały, tworzyć zadania. Uczniowie odsyłają rozwiązania zadań nauczycielowi, który ma możliwość ich oceny i zwrotu wraz z odpowiednim komentarzem. Możliwe są także rozmowy z członkami danego zespołu z użyciem czatu wideo, publikowanie treści, dokumentów oraz innych plików. Korzystając z tablicy ogłoszeń, można przekazać uczniom ważne informacje. Potrzebne daty zapisywane są w terminarzu. Wszystkie pliki udostępnione w zespole dostępne są dla uczniów na wspólnym kanale.

Google Classroom zintegrowany jest z dyskiem *Google* oraz serwisem *YouTube*. Ciekawą propozycją od *Google* jest wspomniany wcześniej *Jamboard* – wirtualna tablica, którą można udostępnić uczniom podczas lekcji on-line i wspólnie zapisywać na niej najważniejsze informacje. Nauczyciel otrzymuje od *Google* bardzo dobre narzędzie do pracy z uczniami. Uczeń zaś otrzymuje przestrzeń w sieci, gdzie wszystkie materiały z lekcji dostępne są w jednym miejscu³¹¹.

Interesującą aplikacją pozwalającą na dostęp do platformy edukacyjnej, gromadzenie materiałów i tworzenie ciekawych zadań wraz z opcją jednoczesnej pracy uczniów jest *Nearpod*³¹². Uczniowie mają możliwość pracy indywidualnej oraz w grupach,

³¹¹ S. Iftakhar, *Google classroom: what works and how?* „Journal of Education and Social Sciences” 2016, Vol. 3, (Feb.), s. 12-18, http://jesoc.com/wp-content/uploads/2016/03/KC3_35.pdf (dostęp: 04.2020).

³¹² <https://nearpod.com/> (dostęp: 04.2022).

udostępniając jej efekty nauczycielowi. Nauczyciel może na bieżąco kontrolować działania uczniów, a także wyświetlać efekty pracy na interaktywnej tablicy. Wspólna praca nauczyciela i uczniów na tej platformie edukacyjnej angażuje uczniów w lekcje, rozbudza kreatywność oraz motywację. Używając aplikacji *Nearpod*, nauczyciel może stworzyć prezentację, do której dołączy dowolny film, wideo, interaktywne symulacje (np. *PhET*³¹³) i inne załączniki, potrzebne podczas danej lekcji. Nauczyciel posiada również opcję wyboru 10 różnych zadań i aktywności, wspierających aktywizację uczniów podczas lekcji, np. *Open-Ended Questions*, umożliwiającą zadanie pytania otwartego wraz z licznikiem czasu, *Fill in the Blanks* – polegającą na uzupełnieniu luk w tekście.

Dużą popularnością wśród uczniów i nauczycieli cieszą się również portale służące do tworzenia „wirtualnych ścian”, zawierających potrzebne materiały w formie cyfrowej, np. linki do ważnych stron internetowych, filmów, obrazów, plików, dokumentów. W celu ich stworzenia można posłużyć się m.in. aplikacjami *Padlet*³¹⁴, *Lino*³¹⁵, *Wakelet*³¹⁶.

Opisane wyżej platformy edukacyjne oraz „wirtualne ściany” są cennym wsparciem dydaktycznym. Narzędzia te ułatwiają komunikację, umożliwiają gromadzenie interesujących materiałów i zadań w jednym miejscu, do którego każdy uczeń ma dostęp w dowolnym czasie.

3.3.5. Symulacje doświadczeń, animacje oraz filmy tematyczne

W Internecie dostępne są również filmy tematyczne, symulacje doświadczeń i animacje, wśród których można wymienić przykładowo: *PhET*³¹⁷, *Vascak*³¹⁸, *Physicsclassroom*³¹⁹, *Wirtualne Laboratorium Fizyki* przygotowane w środowisku *National Instruments LabVIEW*³²⁰. W tym miejscu należy przedstawić również innowacyjny projekt stworzony przez Politechnikę Gdańską *e-Doświadczenia w fizyce*. Autorzy udostępniają narzędzia, zwane e-doświadczeniami, które bezpośrednio wspierają proces nauczania fizyki.

³¹³ <https://phet.colorado.edu/> (dostęp: 04.2022).

³¹⁴ <https://padlet.com/> (dostęp: 04.2022).

³¹⁵ <https://en.linoit.com/> (dostęp: 04.2022).

³¹⁶ <https://wakelet.com/> (dostęp: 04.2022).

³¹⁷ <https://phet.colorado.edu/> (dostęp: 04.2022).

³¹⁸ <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pl> (dostęp: 04.2022).

³¹⁹ <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives> (dostęp: 04.2022).

³²⁰ <http://fizyka.if.pw.edu.pl/~wlf/> (dostęp: 04.2022).

Stworzone e-doświadczenia w bardzo dokładny sposób oddają rzeczywiste warunki doświadczenia³²¹.

Ponadto nauczyciel może korzystać z multimedialnych treści udostępnionych przez wydawnictwa. Symulacje komputerowe, animacje, e-doświadczenia mogą służyć jako pomoc w prowadzeniu lekcji. Nie powinny zastąpić prawdziwych doświadczeń, tych, których wykonanie jest możliwe, biorąc pod uwagę potrzebne pomoce dydaktyczne. Ciekawym zastosowaniem symulacji jest również porównanie wyników uzyskanych podczas wirtualnego doświadczenia z doświadczeniem wykonanym na żywo w klasie. Innym przykładem jest wyświetlenie doświadczenia na dużym ekranie, który będzie służył uczniom jako pomoc podczas wykonywania doświadczeń w toku danej lekcji.

Rola symulacji w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych została przedstawiona w artykule A. Sokołowskiego *Symulacje fizyczne jako efektywna pomoc dydaktyczna*. Autor tej publikacji zwraca uwagę, że dobrze przemyślane symulacje, prezentujące dane zjawisko, pomagają w zrozumieniu fizyki. Symulacje nie powinny zastąpić prawdziwych doświadczeń, jednak mogą w znaczący sposób ułatwić prowadzenie lekcji³²². Autor artykułu odnosi się do badań przeprowadzonych przez amerykańskich dydaktyków fizyki, które jednoznacznie wskazują, iż wykorzystanie symulacji komputerowych wpływa na lepsze zrozumienie fizyki. Wykorzystanie symulacji komputerowych jest również pozytywnie oceniane przez uczniów i studentów³²³.

Wśród zalet wykorzystania symulacji komputerowych w nauczaniu fizyki autor wymienia następujące: są one powszechnie dostępne, darmowe. Spełniają oczekiwania zarówno uczniów, którzy dopiero rozpoczynają naukę przedmiotów ścisłych, jak również studentów. Uczeń może samodzielnie dobierać parametry danego doświadczenia, obserwować efekty, także te, które podczas wykonania realnego doświadczenia stwarzałyby niebezpieczeństwo (np. zwarcie obwodu elektrycznego). Doświadczenie może zostać wyświetlone na dużym ekranie, co skłania uczniów do obserwacji i dyskusji na forum klasowym. Opisywane symulacje *PhET* przed opublikowaniem w sieci poddawane są badaniom dotyczącym ich użytkowania oraz rzeczywistej pomocy w zrozumieniu danego doświadczenia. Prezentowane doświadczenia mają naukowy charakter. Przydatność danego doświadczenia badana jest nie tylko przez zespół profesorów, lecz również przez studentów. Symulacje

³²¹ <http://e-doswiadczenia.mif.pg.gda.pl/glowna-pl> (dostęp: 04.2022).

³²² A. Sokołowski, *Symulacje fizyczne jako efektywna pomoc dydaktyczna*, „Foton” 2009, nr 107, s. 43.

³²³ *Ibidem*.

umożliwiają dokładną weryfikację założonej hipotezy. Niektóre symulacje przedstawiają jedynie wybrane zjawiska fizyczne, dzięki czemu dany temat można omówić w sposób jakościowy. Dostępne są również symulacje doświadczeń, podczas których można wprowadzać konkretne wartości wielkości fizycznych i przeanalizować je w sposób ilościowy. Zaletą symulacji *PhET* jest także ich sposób przedstawienia: prosty, kolorowy i humorystyczny. Symulacje mogą zostać wykorzystane podczas każdego etapu lekcji: wprowadzenia, rozwinięcia tematu, samodzielnej pracy ucznia jako zadanie domowe lub podsumowanie lekcji³²⁴.

Przeprowadzono badania w ówczesnych klasach gimnazjalnych, które wskazały, iż istotnie wyższe efekty dydaktyczne otrzymano w przypadku wykorzystania różnorodnych form multimedialnych. Uczniowie lepiej przyswajali treści, rozumieli nauczane treści oraz wykorzystywali je w sytuacjach problemowych. Szczegółowe badania ujawniły, iż największy przyrost wiedzy otrzymano w przypadku uczniów najslabszych, co pozwoliło wyciągnąć wniosek, iż odpowiednie formy multimedialne oddziałują pozytywnie oraz wyzwalają potencjał w grupie uczniów słabszych, dając im szanse dorównania uczniom zdolniejszym³²⁵. Z przeprowadzonych badań wynika również, iż zadania wymagające wyobraźni przestrzennej są lepiej zrozumiane przez uczniów, gdy wykorzystane zostały wirtualne pomoce. Najlepsze rezultaty otrzymano w przypadku włączenia różnych środków dydaktycznych (tradycyjnych i multimedialnych) do lekcji. Wykazano, iż najlepsze efekty przyniosło wykonanie rzeczywistego doświadczenia (realnego), następnie symulacji, a w końcowym etapie – animacji wspierającej analizę doświadczenia³²⁶.

N.D. Finkelstein i in. w swoich badaniach udowodnili, iż studenci wykorzystujący symulacje fizyczne osiągnęli lepsze wyniki testów w porównaniu do grupy wykorzystującej tradycyjne przyrządy, m.in., dzięki zaobserwowaniu większego zaangażowania w pracy z symulacjami fizycznymi. Badani studenci zostali porównani pod względem opanowania pojęć i umiejętności fizycznych posługiwania się przyrządami z zakresu prądu elektrycznego³²⁷.

³²⁴ *Ibidem*, s. 43-47.

³²⁵ G. Karwasz, *Dydaktyka kognitywistyczna: implementacje [w:] Dydaktyka i pedagogika kognitywistyczna. Zasady ogólne i implementacje w fizyce*, red. D. Siemieniecka, G. Karwasz, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2023, s. 135.

³²⁶ *Ibidem*.

³²⁷ N.D. Finkelstein i in., *Can Computer Simulations Replace Real Equipment in Undergraduate Laboratories?*, Physics Education Research Conference 2005, s.1-4, <https://doi.org/10.1063/1.2084711>, (dostęp: 05.2023).

N.S. Podolefsky i in. w artykule przedstawili, iż symulacje doświadczeń fizycznych mobilizują uczniów do pytań i dociekania naukowego, współpracują z metodami wykorzystywanymi przez naukowców w celu odkrywania świata. Badania wykazały, iż dzieci angażują się produktywniej i chętniej eksplorują, gdy wykorzystywane są symulacje komputerowe. Częściej również zadają pytania, także wykraczające poza obszary badanych zjawisk³²⁸.

Symulacje komputerowe sprzyjają procesowi dociekania przez ucznia. Staje się on aktywnym uczestnikiem procesu badawczego, na co składają się formułowanie pytań, hipotez, gromadzenie danych oraz wyciąganie wniosków. Wykorzystanie symulacji wspiera uczniów w wyciąganiu wniosków dotyczących modelu pojęciowego symulacji, co prowadzi do zmian w oryginalnych koncepcjach uczniów³²⁹.

Należy jednak mieć na uwadze, iż wdrożone podczas lekcji symulacje muszą być wspierane zawsze wiedzą podstawową oraz pomocą ze strony nauczyciela w jej interpretacji³³⁰.

M. Kozielska przedstawiła badania wspomaganego komputerowo procesu uczenia się studentów podczas zajęć eksperymentalnych z fizyki. Przeprowadzone badania potwierdziły, iż uczenie z wykorzystaniem edukacyjnych programów komputerowych (w tym symulacji) wpływa na wyższy stopień aktywności poznawczej oraz badawczej w odniesieniu do uczenia się bez wykorzystania tychże programów. Ujawniły też, iż uczący się z wykorzystaniem programów komputerowych wykazywali się lepszym zrozumieniem stawianych problemów badawczych, poprawniejszą i szybszą analizą, a także innowacyjnymi metodami rozwiązywania problemów³³¹.

Niebagatelną rolę symulacji komputerowych w dydaktyce fizyki szkoły średniej oraz wyższej podkreśla R. Kutner. W jego opinii z pomocą symulacji możliwe jest ukazanie przebiegu zjawisk fizycznych, których w rzeczywistości nie można obserwować (np. rozpad promieniotwórczy). Dodatkowo możliwe staje się wykonanie doświadczeń przy

³²⁸ N.S. Podolefsky, K.K. Perkins, W.K. Adams, *Promoting engaged exploration with computer simulations*, „Physical Review Special Topics - Physics Education Research”, 2010, 6(2), s. 1-10, <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020117> (dostęp: 05.2023).

³²⁹ T. de Jong, W.R. van Joolingen, *Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains*, „Review of Educational Research”, 1998, Vol. 68, No. 2, Summer, s. 179-201, <https://doi.org/10.2307/1170753> (dostęp: 06.2023).

³³⁰ K. Chang i in., *Effects of learning support in simulation-based physics learning*, „Computers & Education”, 2008, Volume 51, Issue 4, s. 1486-1498, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.01.007> (dostęp: 05.2022).

³³¹ M. Kozielska, *Walory komputerowego...*, op. cit., s. 264-269.

jednoczesnej zmianie wartości wielkości fizycznych charakteryzujących opisywane zjawisko, co stanowi pomoc szczególnie w przypadku braku środków na zakup aparatury pomiarowej. Symulacje i animacje komputerowe dają uczniom wyobrażenie na temat analizowanego zjawiska fizycznego, co stanowi cenne dopełnienie procesu dydaktycznego³³².

Przydatność symulacji w nauczaniu zasad dynamiki Newtona potwierdzają również M.D. Renken, N. Nunez. Na podstawie przeprowadzonych badań autorzy twierdzą, iż wiele symulacji fizycznych dotyczących Newtonowskich zasad dynamiki, które są trudne do zaobserwowania w rzeczywistości, staje się łatwiejszych do zrozumienia, gdy można je analizować np. w zwolnionym tempie³³³. Na podstawie badań własnych również K.S.A. Goh i in. potwierdzają, iż symulacje fizyczne przyczyniają się do lepszych wyników uczniów z zakresu I zasady dynamiki Newtona³³⁴.

3.3.6. Narzędzia do tworzenia testów on-line, sprawdzania wiedzy uczniów, wspierające interakcję

Znanych jest wiele narzędzi wspierających interakcję podczas lekcji. Na szczególną uwagę zasługują aplikacje do tworzenia testów on-line, quizów. Generatory quizów pozwalają na urozmaicenie przebiegu lekcji przez zabawę. Ich zaletą jest również natychmiastowa informacja zwrotna. Spośród znanych generatorów quizów wymienić można: *Kahoot!*³³⁵, *Wordwall*³³⁶, *Quizizz*³³⁷, *Baamboozle*³³⁸, *LearningApps*³³⁹, *Quizlet*³⁴⁰. Poszczególne aplikacje są podobne, każda z nich umożliwia samodzielne przygotowanie quizu oraz sprawdzenie wiedzy ucznia. Aplikacje te wspierają proces kształcenia dzięki zastosowaniu interaktywnych gier, najczęściej w postaci teleturnieju, dopasowania, łączenia w pary,

³³² R. Kutner *Symulacje komputerowe w nauczaniu fizyki ogólnej* [w:] *Materiały IV Krajowej Konferencji „Informatyka w Szkole”*, Wałbrzych 1988, cyt. za: W. Furmanek, *Symulacje, gry symulacyjne w dydaktyce*, „Dydaktyka Informatyki” 2010, nr 5, s. 31.

³³³ M.D. Renken, N. Nunez, *Computer simulations and clear observations do not guarantee conceptual understanding*, „Learning and Instruction”, 2013 Volume 23, s. 10-23, <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.08.006> (dostęp: 05.2023).

³³⁴ K.S.A. Goh i in., *Addressing learning difficulties in Newton's 1st and 3rd Laws through problem based inquiry using Easy Java Simulation*, Paper presented at the NIE Redesigning Pedagogy Conference, Singapore 2013, s. 1-3, https://www.researchgate.net/publication/235761139_Addresssing_learning_difficulties_in_Newtons_1st_and_3rd_Laws_through_problem_based_inquiry_using_Easy_Java_Simulation (dostęp: 05.2023).

³³⁵ <https://kahoot.com/schools-u/> (dostęp: 04.2022).

³³⁶ <https://wordwall.net/pl> (dostęp: 04.2022).

³³⁷ <https://quizizz.com/> (dostęp: 04.2022).

³³⁸ <https://www.baamboozle.com/> (dostęp: 04.2022).

³³⁹ <https://learningapps.org/> (dostęp: 04.2022).

³⁴⁰ <https://quizlet.com/pl> (dostęp: 04.2022).

sortowania, ucieczki z labiryntu. Nauczyciel sam wybiera, jaką formę gry chce zastosować do danego testu. Do każdego pytania tekstowego można również dodać informację graficzną. Użycie tych aplikacji nie zajmuje całej jednostki lekcyjnej, mogą być zastosowane jako jeden z elementów lekcji.

A.I. Wang oraz R. Tahir dokonali przeglądu literatury, który obejmował 93 badania sprawdzające wpływ wykorzystania platformy edukacyjnej *Kahoot!* na wyniki w nauce, dynamikę zajęć oraz postrzeganie platformy przez uczniów i nauczycieli. Autorzy przedstawili liczne badania porównujące efekty nauczania wykorzystującego *Kahoot!* i efekty nauczania tradycyjnego. Na podstawie testów istotności statystycznej we wszystkich badaniach stwierdzono, że wspomniana aplikacja może mieć większy wpływ na uczenie się niż inne narzędzia. Uczniowie wykorzystujący *Kahoot!* uzyskiwali znaczną poprawę ocen końcowych w porównaniu do uczniów kształconych metodami tradycyjnymi³⁴¹.

Autorzy przedstawili również badania odnoszące się do zwiększenia dynamiki zajęć z użyciem wspomnianej aplikacji. Wynika z nich m.in., iż wykorzystanie dźwięku i muzyki w *Kahoot!* miało pozytywny wpływ na dynamikę zajęć, co zaowocowało lepszą atmosferą do zadawania pytań ustnych i dyskusją na zajęciach³⁴².

W artykule przedstawiono również opinie nauczycieli wskazujące, iż badana aplikacja pozytywnie oddziałuje na uczniów, zwiększa zainteresowanie lekcją, motywację, działa zachęcająco i pomaga w jej lepszym zrozumieniu³⁴³.

Interesującą aplikacją jest również *Plickers*³⁴⁴. Aby korzystać z tej aplikacji, potrzebne jest tylko jedno urządzenie mobilne, obsługiwane przez nauczyciela. Każdy uczeń otrzymuje swój indywidulany kod na kartce (nazwany inaczej *paper clicker* – papierowym pilotem), przygotowany wcześniej przez nauczyciela. Nauczyciel wyświetla uczniom pytanie, natomiast ich zadaniem jest pokazanie kodu w kierunku urządzenia mobilnego nauczyciela, który to otrzymuje natychmiast odpowiedź zwrotną wraz z analizą odpowiedzi uczniów. Dzięki tej aplikacji możliwe jest szybkie przeprowadzenie sondy w klasie, otrzymanie natychmiastowej odpowiedzi na pytanie. Dużą zaletą tej aplikacji jest wykorzystanie jednego urządzenia mobilnego.

³⁴¹ A.I. Wang, R. Tahir, *The effect of using Kahoot! for learning – A literature review*, „Computers & Education”, 2020, Volume 149, s. 1-9, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818> (dostęp 05.2023).

³⁴² *Ibidem*, s. 9.

³⁴³ *Ibidem*, s. 11.

³⁴⁴ <https://get.plickers.com/> (dostęp: 04.2022).

3.3.7. Kreatywne narzędzia TIK stosowane podczas lekcji

Ważną metodą pozwalającą na osiągnięcie lepszych efektów w nauce i poprawę zapamiętywania są mapy myśli (ang. *mind mapping*), które stanowią unikalny sposób notowania informacji. Swoją początek mają w latach 70. XX wieku. Twórcą mapy myśli jest angielski psycholog T. Buzan. To system przechowania, organizacji oraz hierarchizacji informacji – z użyciem słów i obrazów. Są to notatki sporządzone w graficznej formie³⁴⁵. Do ich tworzenia służą słowa, obrazy, diagramy, symbole, różna kolorystyka. Metoda ta angażuje zarówno prawą, jak i lewą półkulę mózgu, dzięki czemu zwiększa się efektywność zapamiętywania i odtwarzania danej informacji. Poza tradycyjnymi metodami tworzenia mapy myśli z pomocą kartki i długopisu istnieją również odpowiednie programy i aplikacje do ich realizacji w trybie on-line, takie jak np. *Canva*³⁴⁶, *Miro*³⁴⁷, *Mindomo*³⁴⁸, *miMind* – dostępny jako aplikacja na Androida.

Ciekawą propozycją do zastosowania podczas lekcji są kody QR (*Quick Response*). Z użyciem kodu QR można w szybki sposób przekazać uczniom interesujący adres strony internetowej, podzielić się tekstem, obrazem potrzebnym podczas lekcji, czy współdzielić odnośniki z materiałami edukacyjnymi. Kod QR może zostać odczytany za pomocą smartfona lub innego urządzenia mobilnego³⁴⁹.

Interesującym przykładem zastosowania wspomnianych kodów podczas lekcji jest stworzenie pokoju zagadek (ang. *escape room*). To doskonała forma utrwalenia wiadomości i podsumowania lekcji. *Escape room* ma swoje korzenie w grach komputerowych. W ostatnich latach metoda ta cieszy się bardzo dużym zainteresowaniem w edukacji oraz rozrywce. Polega na stworzeniu zamkniętej przestrzeni, gdzie zostaną ukryte połączone ze sobą zagadki, których rozwiązanie pozwoli znaleźć wyjście z pokoju. Podczas ich rozwiązywania uczniowie wykazują się umiejętnością współpracy, wiedzą, myśleniem dywergencyjnym, kreatywnością oraz pomysłowością³⁵⁰.

Ze względów organizacyjnych stworzenie klasycznego pokoju zagadek w warunkach szkolnych może okazać się niemożliwe. Z pomocą przychodzą narzędzia TIK, które można zastosować na kilka sposobów. Do tworzenia pokoju zagadek doskonale nadają się

³⁴⁵ A. Radomski, *O zastosowaniu map myśli w nauce i edukacji*, „Kultura i Historia” 2019, nr 36(2), s. 3.

³⁴⁶ <https://www.canva.com/> (dostęp: 04.2022).

³⁴⁷ <https://miro.com/mind-map/> (dostęp: 04.2022).

³⁴⁸ <https://www.mindomo.com/mind-maps-for-education> (dostęp: 04.2022).

³⁴⁹ P. Szlagor, *Potencjał smartfonów i tabletów w nauczaniu przedmiotowym*, „Meritum” 2013, nr 4, s. 75-77.

³⁵⁰ I. Wyppich, *Szkolny escape room*, „TIK w edukacji” 2019, październik, s. 43.

wspomniane wcześniej kody QR. *Escape room* można zorganizować także w formie cyfrowej, używając do tego formularz *Google Forms* lub platformy *Genially*³⁵¹.

Genially to innowacyjne narzędzie służące do tworzenia gier, quizów, pokoi zagadek, ciekawych grafik i różnorodnych zadań dla uczniów. Aplikacja ta cieszy się dużą popularnością zarówno wśród uczniów, jak i nauczycieli, ze względu na interesującą grafikę, możliwość tworzenia kreatywnych materiałów do pracy z uczniami oraz intuicyjną obsługę.

Kolejnym przykładem zastosowania narzędzi TIK podczas lekcji są chmury wyrazowe, wspierające interakcję podczas lekcji. W sieci dostępnych jest wiele stron internetowych, służących do tworzenia chmur, m.in. *WordArt.com*³⁵², *AnswerGarden*³⁵³ oraz *Mentimeter*³⁵⁴. Nauczyciel może poprosić uczniów np. o wyrażenie opinii dotyczącej lekcji lub skojarzeń do danego tematu. Narzędzie to ma wiele zalet, doskonale aktywizuje uczniów podczas lekcji. Zasada działania chmury wyrazowej jest bardzo prosta. Uczniowie wchodzi w podany przez nauczyciela link (może być w postaci kodu QR). Następnie wpisują słowa, korzystając z dowolnego urządzenia z dostępem do Internetu. Wpisywane przez uczniów wyrażenia tworzą chmurę, której wielkość zależy od częstości wpisywanego słowa. Wyniki otrzymane w chmurze mają dużą wartość merytoryczną dla nauczyciela. Powstały efekt przyczynia się do utrwalenia wiadomości. Może być również formą notatki dla uczniów.

Coraz większą popularność zyskuje nauka przez zabawę. *Edutainment* to termin określający połączenie elementów zabawy (ang. *entertainment*) oraz edukacji (ang. *education*). Wykorzystanie tej metody w procesie kształcenia jest nową koncepcją. Każda czynność, podczas której zachodzi proces nauczania z użyciem formy rozrywkowej, to połączenie nauki z rozrywką. Gamifikacja (ang. *gamification*), zwana również *grywalizacją* lub *gryfikacją*, to wykorzystanie elementów i mechanizmów z gier podczas nauczania³⁵⁵. Termin gamifikacja został użyty po raz pierwszy przez N. Pellinga w 2002 roku. Intensywny rozwój tej metody nastąpił po roku 2010³⁵⁶. Opisuując gamifikację, warto zaznaczyć, iż

³⁵¹ <https://www.genial.ly/> (dostęp: 04.2022).

³⁵² <https://wordart.com/> (dostęp: 04.2022).

³⁵³ <https://answergarden.ch/> (dostęp: 04.2022).

³⁵⁴ <https://www.mentimeter.com/> (dostęp: 04.2022).

³⁵⁵ M. Wieczorek-Tomaszewska (red.), *Dydaktyka cyfrowa...*, op. cit., s. 69.

³⁵⁶ A. Marczewski, *Gamification: A Simple Introduction*, s. 3, https://books.google.pl/books/about/Gamification_A_Simple_Introduction.html?id=IOu9kPjIndYC&redir_esc=y (dostęp: 04.2022).

w edukacji znany jest także termin *game based learning*, gdzie zostały wykorzystane gotowe mechanizmy z gier. Gamifikacja oraz *game based learning* nie są więc tożsame³⁵⁷.

Gamifikacja określana jest jako narzędzie wspierające uczniów w samorozwoju wskutek stymulacji do poszukiwania wiedzy, nabywania doświadczeń, rozszerzania horyzontów. Wpływa na integrację społeczną w warunkach zabawy. Grywalizacja zwiększa zaangażowanie uczniów, modyfikuje zachowania, postawy uczniów. Ma znaczenie dla rozumienia analizowanego zagadnienia, gdyż człowiek uczy się najszybciej, widząc natychmiastowy efekt rozumowania. Ponadto w wyniku grywalizacji rozwijają się kompetencje miękkie, m.in. podczas rozwiązywania interaktywnych testów i quizów (komunikatywność, odporność na stres, dynamizm, umiejętność pracy w zespole, kreatywność, zarządzanie czasem)³⁵⁸.

Główne zadanie gamifikacji to modyfikacja myślenia uczniów przez zastosowanie sposobu myślenia zaczerpniętego z gier. W toku nauczania nauczyciel odwzorowuje mechanizmy motywacyjne, systemy organizacji pracy znane z gier. Niejednokrotnie znajduje to zastosowanie do uprzyjemnienia nudnych, powtarzalnych czynności podczas lekcji. Takie zaplanowane postępowanie podczas nauczania powinno zachęcić ucznia do pracy. Elementy grywalizacji sprawdzają się podczas nauczania wszystkich przedmiotów, wśród każdej grupy wiekowej. Sukces gamifikacji wynika z jej nieformalnego charakteru. Przekaz edukacyjny ukryty jest w intrygującej dla ucznia formie. Uczeń nie zawsze ma świadomość, iż w danym momencie poszerza swoją wiedzę, rozwija zdolności i utrwala wcześniej zdobyte wiadomości. Poznawanie tajemnic przyrody i jej odkrywanie jest przyjemne, jednak wyłącznie wtedy, gdy proces ten zachodzi w środowisku przyjaznym dla mózgu i stymuluje jego rozwój, co zgodne jest z nauką przez zabawę³⁵⁹.

3.3.8. Przykłady zastosowania smartfona podczas lekcji

Niezwykłe przydanym narzędziem podczas lekcji fizyki może być smartfon, przy czym jego wykorzystanie w procesie dydaktycznym może się odbywać w różnych, niezależnych obszarach. Nawiązując do jego podstawowego przeznaczenia – jest narzędziem ułatwiającym komunikację, wymianę informacji. Z powodzeniem może zostać

³⁵⁷ M. Wieczorek-Tomaszewska (red.), *Dydaktyka cyfrowa...*, op. cit., s. 69.

³⁵⁸ K. Sieniawska, *Dydaktyczne aspekty wykorzystania grywalizacji w edukacji* [w:] *Grywalizacja w edukacji i biznesie*, red. M. Makowiec, A. Witoszek-Kubicka, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków 2019, s. 73-74.

³⁵⁹ M. Żylińska, *Neurodydaktyka. Nauczanie...*, op. cit., s. 58.

wykorzystany do rozwiązywania testów interaktywnych, opisanych wcześniej. Ponadto stwarza niesamowity potencjał jako urządzenie pomiarowe, dzięki wbudowanym czujnikom. Przyczynia się więc do konstrukcji wiedzy, rozwijania umiejętności kluczowych, dzięki samodzielnej aktywności i działaniu uczniów³⁶⁰.

Smartfon wykorzystany podczas lekcji może stać się inspiracją do kontekstowego ilustrowania i badania zjawisk fizycznych, które wcześniej wymagały odpowiednich warunków lub specjalistycznego sprzętu³⁶¹.

Wartą uwagi aplikacją fizyczną jest *Phyphox* (ang. *physical phone experiments*), stworzony w 2. Instytucie Fizyki Uniwersytetu RWTH w Aachen³⁶². Doświadczenia dostępne w aplikacji doskonale sprawdzają się jako pomoc w realizacji podstawy programowej z fizyki. Użytkownik otrzymuje możliwość wykonania różnych pomiarów, korzystając z wielu funkcji oprogramowania, m.in. z barometru, magnetometru, czujnika żyroskopowego, czujnika położenia i innych. Dostępne są również pomiary z zakresu akustyki, np. rejestracja amplitudy dźwięku, częstotliwości, generowanie dźwięku o zadanej częstotliwości, rejestracja efektu Dopplera.

Korzystając z aplikacji *Phyphox*, możliwe jest przeprowadzenie interesującej lekcji, podczas której zostaną zrealizowane następujące treści nauczania, zawarte w podstawie programowej: *uczeń opisuje jakościowo związek między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz związek między natężeniem dźwięku (głośnością) a energią fali i amplitudą fali oraz uczeń rozróżnia dźwięki słyszalne, ultradźwięki i infradźwięki; wymienia przykłady ich źródeł i zastosowań*³⁶³. Przy wykorzystaniu opcji generacji dźwięku o wybranej częstotliwości oraz zilustrowania wykresu dźwięku możliwe staje się w łatwy i przyjemny sposób zidentyfikowanie zależności między wysokością dźwięku a jego częstotliwością oraz głośnością dźwięku a amplitudą. Wskazane przykłady to niektóre z wielu doświadczeń, które sprawdzą się podczas lekcji fizyki w szkole podstawowej.

Aplikacja udostępnia również czasomierze sterowane ruchem, co można wykorzystać np. do badania prędkości dźwięku. Nieocenione w doświadczeniach z mechaniki są gotowe opcje wyznaczenia wartości przyspieszenia grawitacyjnego za pomocą smartfona jako wahadła. Urządzenie posiada także wbudowane doświadczenie, polegające na

³⁶⁰ K. Rochowicz, *Smartfon jako pomoc w nauczaniu fizyki*, „Fizyka w Szkole”, 2019, 5, s. 36-37.

³⁶¹ T. Greczyło, *Phyphox – urządzenie pomiarowe w obudowie telefonu lub tabletu*, „Foton”, 2020, nr 148, s. 37.

³⁶² *Ibidem*, s. 39.

³⁶³ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r...., *op. cit.*, s. 158.

przeprowadzeniu analizy częstotliwości oraz okresu drgań wahadła sprężynowego. Dostępna jest także opcja „linijka magnetyczna”. Doświadczenie to polega na wykorzystaniu kilku magnesów do określenia odległości, wartości prędkości oraz wartości przyspieszenia poruszającego się smartfona. Istnieje także możliwość sprawdzenia kąta nachylenia urządzenia. Dodatkową opcją urządzenia jest licznik oklasków, który może zostać użyty podczas lekcji, zwiększając jej dynamiczność i atrakcyjność.

Autorzy aplikacji zadbali również o stronę internetową, na której zostały zamieszczone dodatkowe materiały dydaktyczne, a także inspiracje do tworzenia lekcji. Wszystkie uzyskane wyniki pomiarów można opracować dzięki eksportowi do formatu *xls* (obsługiwany przez *Excela*). Używając aplikacji *Phyphox*, nauczyciel tworzy interesującą lekcję, wykorzystując narzędzia TIK. Uczeń podczas lekcji korzysta z własnego smartfona, który stał się przyrządem pomiarowym. Podczas lekcji kształtowane są następujące umiejętności, zapisane w podstawie programowej fizyki dla szkoły podstawowej: *planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie tych wyników*³⁶⁴.

Podsumowując, w przedstawionych podpunktach (3.3.1-3.3.8) zawarto przykładowe zastosowania narzędzi TIK podczas lekcji, ze szczególnym uwzględnieniem lekcji fizyki. Uczniowie oczekują zaangażowania, nowoczesnych metod i środków dydaktycznych, które zmobilizują ich do aktywności. Tradycyjna technika przeprowadzania testów, sprawdzania osiągnięć przestała być dla ucznia interesująca. Pedagog powinien szukać innowacyjnych rozwiązań w oparciu o najnowsze technologie. Wprowadzenie nowoczesnych technologii podczas lekcji należy skorelować z programem nauczania oraz scenariuszem zajęć.

Tradycyjne programy nauczania nie współgrają z technologicznymi zainteresowaniami uczniów. Elastyczne, nowoczesne programy nauczania, na które powinni stawiać nauczyciele, aktywizują uczniów do zastosowania narzędzi TIK, stymulują uczniów do własnych projektów badawczych oraz potrafią uczyć nauczycieli³⁶⁵. Należy podkreślić fakt, że zastosowanie nowoczesnych metod nie wymaga ogromnych nakładów finansowych. Natomiast wspiera rozwój kompetencji kluczowych, samodzielną pracę uczniów, zaangażowanie, zwiększa motywację. Innowacyjne i samodzielne rozwiązanie skomplikowanego problemu skutkuje zrozumieniem danego tematu.

³⁶⁴ *Ibidem*, s. 153.

³⁶⁵ W. Walat, *Przemiany edukacji...*, op. cit., s. 11.

3.4. Zasadność wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych podczas lekcji

Narzędzia TIK muszą przynieść korzyść dydaktyczną, lecz można ją uzyskać tylko dzięki ich poprawnemu i uzasadnionemu zastosowaniu. Technologie informacyjno-komunikacyjne powinny wspomagać proces kształcenia, natomiast nie powinny go zastąpić. Uczniowie są mocno związani z nowoczesnymi technologiami, a tym samym narażeni na zagrożenia, jakie niesie technologia. Rolą nauczyciela jest skierowanie działań uczniów tak, aby korzystanie z nowoczesnych narzędzi TIK pobudzało aktywność i kreatywność. Podstawą lekcji powinna być relacja uczeń – nauczyciel. Zastosowanie narzędzi TIK ma pomóc w tworzeniu tych relacji. Wykorzystując w swojej codziennej pracy narzędzia TIK, należy obserwować postępy oraz reakcje uczniów. Wdrożone podczas lekcji narzędzia powinny być dla ucznia atrakcyjne, ciekawe, łatwe w obsłudze, przeciwdziałać monotonii i rutynie, wprowadzać element zaskoczenia.

Umiejętności oraz warsztat metodyczny nauczyciela to składowe właściwego wykorzystania multimediów, mające na celu podniesienie efektywności nauczania. Istotny jest również intelekt, który wpływa na rozwój wyższych czynności poznawczych, którymi kieruje mózg³⁶⁶.

Interesujące spostrzeżenia przedstawia S. Papert. W jego opinii utrwalony powszechnie obraz fizyki szkolnej jako ilościowej nauki połączony z tradycyjnym wizerunkiem komputera, który ma służyć jako narzędzie zastępujące papier i długopis, zdecydowanie obniża wartość lekcji³⁶⁷.

Nasuwa się więc pytanie, kiedy stosowanie narzędzi TIK nie jest celowe? Podczas prowadzenia lekcji z użyciem narzędzi TIK może się okazać, że uczniom brakuje odpowiednich kompetencji lub obsługa danego programu, aplikacji jest dla nich bardzo trudna. Należy również przemyśleć, czy wykorzystanie narzędzi TIK w danym temacie ma sens. Użycie dodatkowych narzędzi TIK w niektórych przypadkach może okazać się niepotrzebne i sztuczne³⁶⁸.

Nauczyciel, planując lekcję, musi przemyśleć, czy wykorzystanie narzędzi cyfrowych pomoże uczniom w zrozumieniu danego zagadnienia, czy będzie w sposób odpowiedni obrazować poruszany na lekcji problem. Należy przeanalizować scenariusz lekcji,

³⁶⁶ K. Rochowicz, Z. Akimkhanova, G. Karwasz, *Formy dydaktyki...*, op. cit., s. 147.

³⁶⁷ S. Papert, *Burze mózgów...*, op. cit., s. 158-159.

³⁶⁸ A. Sekuła (red.), *Założenia komponentu...*, op. cit., s. 25.

zaplanowane środki dydaktyczne oraz metody pracy z uczniem. Odpowiedzieć sobie na pytanie: czy lekcja z zastosowaniem narzędzi TIK będzie efektywniejsza, czy pomoże to uczniom w wizualizacji i zrozumieniu danego zagadnienia?

Warto w tym miejscu podać przykład zjawiska dyfuzji oraz wytłumaczenia tego zjawiska w sposób naukowy (na poziomie molekularnym). Wykonanie doświadczenia obrazującego zjawisko dyfuzji nie stwarza większych problemów podczas lekcji. M.D. Renken i N. Nunez wskazują, iż w przypadku eksperymentów, które można z powodzeniem wykonać podczas lekcji, nie uzyskano większych korzyści poznawczych wynikających z wykorzystania symulacji niż z eksperymentu prowadzonego w klasie. Przed zastosowaniem symulacji należy więc zidentyfikować ich możliwy wkład w pomyślne wyniki poznawcze uczniów³⁶⁹.

Problematyczne zaś może być wytłumaczenie wspomnianego zjawiska zgodne z teorią molekularną w sposób zrozumiały dla ucznia. Właśnie w tym miejscu pomocne mogą się okazać wspomniane wcześniej symulacje komputerowe. Odnosząc się ponownie do artykułu *Symulacje fizyczne, jako efektywna pomoc dydaktyczna*, można wskazać, iż zastosowanie symulacji podczas tłumaczenia danego zjawiska sprawi, że zrozumienie oraz zapamiętanie go będzie dla ucznia łatwiejsze³⁷⁰.

Multimedia nie mogą zastąpić tradycyjnych środków dydaktycznych. Nauczyciel w sposób racjonalny powinien dobierać narzędzia do pracy z uczniami. Nie zawsze środki multimedialne będą lepsze od tradycyjnych. Za B. Siemienieckim należy wskazać, iż wykorzystanie multimediiów podczas lekcji uzasadnione jest m.in. w następujących sytuacjach:

- omawianie i prezentacja wydarzeń, które miały miejsce w odległej przeszłości;
- przekazywanie treści programowych, wizualizacja danego zjawiska;
- wirtualne zwiedzanie miejsc odległych od miejsca zamieszkania;
- z punktu widzenia nauczyciela fizyki prezentacja procesów, doświadczeń, które w warunkach szkolnych są niemożliwe do zaobserwowania lub stwarzają niebezpieczeństwo podczas ich prezentacji³⁷¹.

W kontekście rozważań nad wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych E. Baron-Polańczyk pisze, że powinna być ona traktowana jako narzędzie poznawcze,

³⁶⁹ M.D. Renken, N. Nunez, *Computer simulations...*, op. cit., s. 10-23.

³⁷⁰ A. Sokołowski, *Symulacje fizyczne...*, op. cit., s. 46-47.

³⁷¹ B. Siemieniecki, *Komputery i hipermedia w procesie edukacji dorosłych*, Toruń 2001, s. 84-85.

pobudzające aktywność intelektualną, warunkującą uczenie się. Narzędzia ICT (inaczej TIK) stały się współczesnymi, technicznymi środkami dydaktycznymi, wspomagającymi proces myślenia i konstruowania wiedzy. Narzędzia te aktywizują sferę emocjonalną i poznawczą. Są niezbędne w autoedukacji, samorealizacji i samostanowieniu³⁷².

Zmiany w prowadzeniu lekcji należy wprowadzać mądrze i systematycznie. Nauczyciel powinien przeprowadzić analizę wybranych nowoczesnych metod oraz środków dydaktycznych. Wprowadzenie ich do swojej pracy powinno być przemyślane. Ważną kwestię poruszają D. Mahler i in. Autorzy artykułu zwracają uwagę, iż samo użycie TIK nie przynosi skutków (badanie dotyczyło tablic interaktywnych). Ważna jest jakość tego przekazu oraz wykorzystane zasoby³⁷³. Użyte narzędzia powinny stanowić dla nauczyciela pomoc w tworzeniu interesujących lekcji, poprawiających efektywność nauczania, przekazywania wiedzy. Odpowiednio przygotowana, otwarta na nowoczesność kadra dydaktyczna potrafi przekazać wiedzę w sposób interesujący dla uczniów.

Podsumowaniem dotyczącym zasadności wykorzystania narzędzi TIK podczas lekcji mogą być spostrzeżenia W. Strykowskiego. W jego opinii interaktywne pomoce dydaktyczne są dla ucznia atrakcyjne. Skłaniają nauczyciela do poszukiwań coraz to nowszych pomysłów na zajęcia. W nowoczesnej szkole zmienia się paradygmat edukacyjny. Podający sposób nauczania, w rozumieniu wykładu nauczyciela, powinien zostać zastąpiony nauczaniem poszukującym i multimedialnym. Dzięki temu zostaje pobudzona aktywność poznawcza uczniów³⁷⁴. Z całą pewnością można wnioskować, iż wykorzystanie narzędzi TIK podczas lekcji ma wiele zalet, opisanych w niniejszej dysertacji. Narzędzia TIK należy wykorzystać w uzasadnionych przypadkach, gdy ich zastosowanie pozwoli na dogłębniej-
sze zobrazowanie tematu, wytłumaczenie danego zjawiska czy ukazanie tego, co dla ludz-
kich oczu jest nieosiągalne.

3.5. Wnioski do badań własnych

Liczne badania wskazują, że współcześni uczniowie efektywniej i dłużej zapamiętują przekazywane im treści, gdy proces kształcenia prowadzony był z zastosowaniem różnych form przekazu i zdobywania wiedzy. W autorskim programie nauczania fizyki

³⁷² E. Baron-Polańczyk, *My i Oni...*, op. cit., s. 90-91.

³⁷³ D. Maher i in., *Primary school teachers' use of digital resources with interactive whiteboards*, „Australasian Journal of Educational Technology”, 2012, 28(1), s. 138-139, <https://doi.org/10.14742/ajet.888> (dostęp: 04.2022).

³⁷⁴ W. Strykowski, *Media wyznacznikiem...*, op. cit., s. 25.

zaproponowano wykorzystanie narzędzi TIK, których zadaniem będzie poprawa rozumienia zagadnień fizycznych wśród uczniów, co zostanie poddane badaniom w niniejszej rozprawie doktorskiej.

W rozdziale przedstawiono różne możliwości włączenia narzędzi TIK do procesu dydaktycznego, poparte badaniami nad ich zastosowaniem. Ponadto wdrożenie narzędzi TIK w toku lekcji fizyki skorelowane zostało z treściami jej nauczania, uwzględnionymi w podstawie programowej.

Zgodnie z propozycjami zawartymi w autorskim programie nauczania, narzędzia TIK będą spełniać różne funkcje, m.in. smartfon ucznia zostanie wykorzystany jako narzędzie pomiarowe do przeprowadzenia doświadczeń, a także jako narzędzie do wykonania quizu. Symulacje doświadczeń umożliwią przedstawienie doświadczenia, którego wykonanie z różnych względów w warunkach sali lekcyjnej nie jest możliwe, a także będą prowadzić do wizualizacji omawianego zagadnienia fizycznego. Zaproponowane narzędzia TIK sprawią, iż lekcja będzie dla ucznia intrygująca, dostosowana do świata, w jakim żyje, i adekwatna do jego odbioru rzeczywistości. Dokładny opis zastosowanych narzędzi TIK został zamieszczony w aneksie, w opisie autorskiego programu nauczania.

Jedną z wielu funkcji zastosowanych narzędzi będzie wprowadzenie elementu zaskoczenia podczas lekcji. Zaskoczenie generuje konflikt poznawczy, pobudza zaciekawienie, co będzie motywowało ucznia do dalszych poszukiwań³⁷⁵. Podczas lekcji z użyciem narzędzi TIK zaangażowany zostanie i nauczyciel, i uczeń, co sprawi, iż proces nauczania będzie przebiegał efektywniej.

Skuteczne nauczanie i uczenie się występuje, gdy uczeń zauważy możliwość konkretnego wykorzystania tego, czego nauczyciel chce go nauczyć, gdy dzięki swojej nowo zdobytej wiedzy może wykonać dane działania, rozwiązać konkretny problem³⁷⁶. Zadaniem narzędzi TIK oraz innych dostępnych środków dydaktycznych będzie wsparcie nauczyciela w jego działaniach.

³⁷⁵ A. Pflug, *Znaczenie prostych jakościowych doświadczeń w nauczaniu fizyki*, „Foton 100” 2008, s. 66.

³⁷⁶ D. Fontana, *Psychologia dla...*, op. cit., s. 62-63.

4. Opis autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej

4.1. Ogólna charakterystyka autorskiego programu nauczania

Autorski program nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej powstał w oparciu o aktualną potrzebę włączenia narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych do procesu nauczania-uczenia się. Konieczność zastosowania nowoczesnych technologii w codziennej pracy nauczyciela została ujęta w *Zintegrowanej Strategii Umiejętności 2030*³⁷⁷. Wychowanie młodego człowieka zdolnego do funkcjonowania w społeczeństwie informacyjnym, umiejętnie posługującego się nowoczesnymi mediami oraz technologią informacyjną, rozumiejącego otaczający świat, stało się wyzwaniem szkoły XXI wieku³⁷⁸.

Punktem wyjścia do opracowania autorskiego programu nauczania była podstawa programowa kształcenia ogólnego na II etapie edukacyjnym, określająca cele kształcenia i treści nauczania³⁷⁹. Program szczegółowo charakteryzuje cele i treści nauczania, propozycje rozwiązań metodycznych oraz zaproponowane narzędzia TIK, a także przewidywane osiągnięcia uczniów z fizyki w klasach 7 i 8 szkoły podstawowej.

Nadrzędnym celem autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej było stworzenie takiej koncepcji, która integrując treści wynikające z podstawy programowej z nowoczesnymi technologiami, pozwoli uczniom w większym stopniu zrozumieć fizykę nauczaną w szkole.

Zakładanym efektem wdrożenia autorskiego programu nauczania, ze szczególnym uwzględnieniem narzędzi TIK, była poprawa rozumienia w zakresie danego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, wprowadzonych podczas lekcji.

Autorski program nauczania został napisany wg modelu hermeneutycznego, czyli takiego, w którym nauczyciel wraz z uczniami koncentrują się na wspólnym konstruowaniu wiedzy i wartości dotyczących zagadnień fizycznych. Model ten dotyczy uczenia się przez działanie³⁸⁰.

Treści programowe napisano w układzie liniowym, w którym opanowywane przez uczniów wiadomości i umiejętności stanowią podstawę kolejnych treści nauczania³⁸¹.

³⁷⁷ *Zintegrowana Strategia Umiejętności 2030* (część ogólna), <https://efs.mein.gov.pl/zintegrowana-strategia-umiejtnosci-2030-czesc-ogolna/> (dostęp: 08.2022).

³⁷⁸ J. Bednarek, *Edukacyjne wyzwania społeczeństwa informacyjnego* [w:] *Media a edukacja*, red. W. Strykowski, eMPI², Poznań 2000, s. 39.

³⁷⁹ Zob. szerzej: Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r.,..., *op. cit.*

³⁸⁰ W. Lib, W. Walat, *Teoretyczne podstawy kształcenia ogólnego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2021, s. 92.

³⁸¹ *Ibidem*, s. 92-93.

Przykładowo: w poddanym badaniu dziale „dynamika” niezbędna jest również wiedza z poprzednich działów, np. dotycząca zamiany jednostek, siły wypadkowej, siły równoważącej, a także kinematyki. Charakteryzowany program nauczania swoim zakresem obejmuje realizację 117 jednostek lekcyjnych, odpowiednio 52 w klasie 7 oraz 65 w klasie 8.

Realizacja treści wynikających z podstawy programowej opiera się na doświadczeniu – z uwzględnieniem współczesnych narzędzi dydaktycznych, samodzielnym eksperymencie uczniów, licznych pomiarach z zastosowaniem narzędzi TIK. Proces przekazywania wiedzy został wsparty symulacjami doświadczeń, animacjami, filmami i innymi narzędziami interaktywnymi. Program zawiera adresy stron internetowych symulacji komputerowych, animacji, filmów dydaktycznych, e-doświadczeń oraz aplikacji na smartfona. Wykorzystanie na lekcjach tego typu narzędzi przybliży uczniom zawarte w podstawie programowej treści nauczania fizyki, jak również umożliwi powiązać omawiane zagadnienia z innymi dziedzinami nauki oraz wskaże praktyczne zastosowanie omawianych treści.

4.2. Optymalizacja autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej na podstawie opinii sędziów kompetentnych

W celu uzyskania opinii dotyczących autorskiego programu nauczania i potencjalnych możliwości poprawy rozumienia wybranych zagadnień fizycznych dzięki wykorzystaniu zaproponowanych narzędzi TIK, stworzony został kwestionariusz ankiety, przygotowany dla specjalnie dobranej grupy sędziów kompetentnych. Sędziowie kompetentni dokonali również oceny spójności ogólnych i szczegółowych celów nauczania z proponowanymi rozwiązaniami metodycznymi, uwzględniając wskazane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK.

Badanie autorskiego programu nauczania w klasach 7 i 8 szkoły podstawowej zostało przeprowadzone w czerwcu i lipcu 2022 roku z użyciem *Formularza Google* oraz papierowej formy ankiety. Ankietowany nauczyciel, nazwany również sędzią kompetentnym lub ekspertem sam wybrał najlepszą dla niego formę udzielenia odpowiedzi.

W celu uniknięcia błędu subiektywizmu kwestionariusz ankiety zawierał specjalnie skonstruowane zamknięte pytania wraz z możliwymi odpowiedziami oraz koniecznością uzasadnienia danej wypowiedzi. Były w nim zamieszczone również jednopropozycyjne pytania otwarte. Poszczególni sędziowie kompetentni w dokładny i rzetelny sposób ocenili materiał badawczy, ponadto dokonywali oceny niezależnie od siebie, bez możliwości konsultacji. W badaniu wzięło udział dziewięciu sędziów kompetentnych.

Kwestionariusz ankiety składał się z trzech części. Pierwsza zawierała metryczkę, czyli pytania dotyczące sędziego kompetentnego. Druga część ankiety (pytania numer 1, 2, 3) zawierała pytania dotyczące stylu nauczania fizyki prezentowanego przez sędziego, stosowanych metod nauczania, środków dydaktycznych. W trzeciej części kwestionariusza (pytania numer 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) umieszczone zostały pytania skupiające się głównie na ocenie autorskiego programu nauczania fizyki.

4.2.1. Charakterystyka grupy sędziów kompetentnych

Grupę sędziów kompetentnych, zwanych ekspertami (E), tworzyli czynni nauczyciele fizyki, mający udokumentowane osiągnięcia w nauczaniu fizyki (E1-E9). Wybrani sędziowie kompetentni sprawowali lub sprawują nadal inne, ważne w odniesieniu do oceny autorskiego programu nauczania, funkcje. W grupie sędziów kompetentnych wyróżnić można dwóch doktorów nauk fizycznych (E1, E2), mających interesujący dorobek naukowy z zakresu fizyki oraz nauczania fizyki, oraz magistrów fizyki z przygotowaniem pedagogicznym (E3, E4, E5, E6, E7, E9). Sędzia E8 ma wykształcenie elektrotechniczne oraz informatyczne z przygotowaniem pedagogicznym. W skład grupy sędziów wchodziło także dwóch doradców metodycznych z zakresu nauczania fizyki (E1, E9), w tym trenerzy oświatowi oraz autorzy wielu publikacji i szkoleń dla nauczycieli, dotyczących nowoczesnych metod nauczania, narzędzi TIK, innowacji i eksperymentów pedagogicznych. Wśród sędziów możemy także wyróżnić osoby będące jednocześnie nauczycielami różnych przedmiotów, np. fizyki i matematyki (E3), fizyki i techniki (E4), fizyki, informatyki i techniki, a w przeszłości matematyki (E8). Staż pracy w zawodzie nauczyciela poszczególnych sędziów kompetentnych mieści się w zakresie od 12 (E5) do 44 lat (E2). Siedmiu sędziów kompetentnych posiada najwyższy stopień awansu zawodowego – nauczyciel dyplomowany (E1, E3, E4, E5, E6, E8, E9), dwóch zaś tytuł nauczyciela mianowanego (E2, E7).

4.2.2. Styl nauczania preferowany przez sędziów kompetentnych

Styl nauczania został określony na podstawie udzielonych przez ekspertów odpowiedzi na pytania 1-3. Wszyscy ankietowani odpowiedzieli, iż w swojej pracy używają zarówno tradycyjnych, jak i aktywizujących metod nauczania (pytanie 1). Jako uzasadnienie jeden z ekspertów wskazał konieczność zastosowania metod podających, np. do celów wprowadzenia faktów fizycznych, pojęć i praw (E1). Kolejny ekspert stosuje w swojej pracy różne metody, np. pogadanki, dyskusje, obserwacje, pokazy, pracę z książką, krótki wykład

w celu wprowadzenia nowego działu, zagadnienia (E3). Ten sam ekspert wskazał, iż jako metodę aktywizującą stosuje metodę projektu, plakatu, burzę mózgów, prezentacje multimedialne, eksperymenty, coraz częściej metodę QtA oraz metodę lekcji odwróconej. Metody te w jego opinii cieszą się dużym zainteresowaniem wśród uczniów oraz zwiększają efektywność nauczania (E3). Inny sędzia kompetentny wprowadza metodę IBSE, która według niego pobudza ucznia do zadawania ciekawych pytań (E5). Interesująca jest również odpowiedź jednego z sędziów, który twierdzi, iż *łączenie metod nauczania daje możliwość dotarcia do każdego ucznia, zwłaszcza w sytuacji braku wystarczającej wiedzy matematycznej uczniów czy braku pracowni fizycznej* (E6)³⁸². W opinii kolejnego eksperta: *tradycyjne podejście do nauczania to przede wszystkim jest skoncentrowanie się nauczyciela na przekazywaniu wiedzy, głównie teoretycznej. Przekaz jest jednostronny, od nauczyciela do ucznia. Tradycyjne metody są często postrzegane jako tłumiące aktywność uczniów. Współczesny nauczyciel i współczesna szkoła musi zapewnić swoim uczniom samodzielne zdobywanie wiedzy w toku własnej aktywności poznawczej. Metody aktywizujące, które stosuję w mojej codziennej pracy stymulują zdolności twórcze moich uczniów. Stosowanie tych metod na lekcjach fizyki w klasach siódmych i ósmych przyspiesza proces uczenia się, a przede wszystkim rozwija myślenie twórcze. Często stosuję w procesie nauczania metodę burzy pytań, celem której jest generowanie pytań i wątpliwości na wybrany temat fizyczny* (E7)³⁸³. Inny ekspert zwrócił uwagę, iż stara się jak najbardziej aktywizować uczniów, jednak ze względu na ograniczony czas lekcji często jest to niemożliwe (E4). Jeden z ankietowanych odpowiedział, iż podział na metody tradycyjne i aktywizujące jest mylący, gdyż nauczanie tradycyjne może być również aktywizujące (E2). E8 odpowiada następująco: *w mojej pracy korzystam zarówno z tradycyjnych metod nauczania takich jak wykład, opis, prelekcja, czytanie tekstu oraz pogadanka oraz w większym stopniu z metod aktywizujących. Między innymi wykorzystuję nowoczesne narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK). Metody aktywizujące pozwalają na rozbudzenie w uczniu zainteresowania przedmiotem oraz szybko sprawdzić jego wiedzę. Charakteryzują się wysoką skutecznością, dużą różnorodnością i atrakcyjnością, dlatego często je wykorzystuję*³⁸⁴.

W odniesieniu do częstotliwości wykorzystania TIK w nauczaniu fizyki (pytanie 2) pięciu spośród dziewięciu ankietowanych używa TIK na większości lekcji (E3, E4, E5, E7,

³⁸² Pisownia oryginalna.

³⁸³ Pisownia oryginalna.

³⁸⁴ Pisownia oryginalna.

E8). Dwóch respondentów wykorzystuje TIK na każdej lekcji (E1, E6). Jeden z ekspertów wykorzystuje TIK na mniej niż połowie lekcji, uzasadniając, iż jest to orientacyjna średnia nauczania w trzech szkołach, w ciągu ostatnich 12 lat (E2). Sędzia, który używa narzędzi TIK podczas każdej lekcji, posiada urządzoną pracownię i pomoce dydaktyczne, które wymagają na co dzień TIK (E1). W opinii innego eksperta *TIK umożliwia przekazanie wiedzy w sposób atrakcyjny, zwiększa aktywność ucznia, wpływa na poprawę skuteczności nauczania, zwiększa poziom motywacji i satysfakcji ucznia*³⁸⁵ (E6). W opinii kolejnego eksperta, który wykorzystuje TIK na większości lekcji, organizuje on zajęcia z wykorzystaniem TIK w zależności od potrzeb w ciągu całego roku szkolnego. Zajęcia odbywają się w pracowni fizycznej, w której znajduje się tablica interaktywna. W razie potrzeby ekspert korzysta również z pracowni komputerowej, gdzie stosuje w pracy z uczniami programy, filmy edukacyjne, encyklopedie multimedialne (E7). E8 stosuje TIK na każdym etapie lekcji, zarówno w części wstępnej, zasadniczej, jak i podczas podsumowania. Sędziowie byli zgodni w swoich opiniach, iż nowoczesne narzędzia TIK zwiększają efektywność nauczania, zainteresowanie tematem (E3, E4, E8).

Zaproszeni do badania eksperci stosują TIK w różnych celach (pytanie 3). Ekspert 1 w swojej pracowni fizycznej posiada Laboratorium Przyszłości z bezprzewodowymi czujnikami PASCO, a także wykorzystuje smartfony podczas lekcji powtórkowych, w czym pomocna jest platforma *learnup.ai*, oraz czujniki zamontowane w smartfonie. Kolejny ekspert uważa, że *narzędzia TIK pomagają zarówno nauczycielowi w prowadzeniu lekcji, jak i uczniom w uczeniu się. Zauważyłam, że efekty uczenia są zdecydowanie lepsze niż w przypadku metod tradycyjnych. Uczniowie mogą więcej zobaczyć, usłyszeć i zrozumieć, niż jest w podręczniku. Mogą pracować samodzielnie, współpracować oraz komunikować się z innymi kolegami odnośnie danego zadania. Dzięki narzędziom TIK można rozwijać w uczniach kreatywność, ciekawość, wyobraźnię oraz umiejętność logicznego myślenia*³⁸⁶ (E3). W przeciwieństwie do sędziego posiadającego w pełni wyposażoną pracownię fizyczną, kolejny ekspert zwraca uwagę na zupełny brak pracowni fizycznej w szkole, a tym samym brak jakichkolwiek przyrządów fizycznych. Narzędzia TIK (filmy, symulacje, prezentacje, grafiki komputerowe) służą do pokazania uczniom tego, czego nie może pokazać doświadczalnie (E4). E5 i E6 uważają, iż narzędzia TIK ułatwiają zrozumienie zagadnień

³⁸⁵ Pisownia oryginalna.

³⁸⁶ Pisownia oryginalna.

z fizyki, rozbudzają wyobraźnię, dociekliwość, rzetelność, wytrwałość, zaangażowanie, aktywność na lekcji. Wpływają także na zmniejszenie czasu potrzebnego na opanowanie tych samych umiejętności w porównaniu do zastosowania metod tradycyjnych. E7 zwraca uwagę na podobne pozytywne znaczenie TIK: *wykorzystanie TIK w procesie edukacyjnym na lekcjach fizyki usprawnia i przyspiesza zaplanowany przeze mnie proces edukacyjny. Ponadto, co jest bardzo ważne dla mnie, digitalizuję wiele dokumentów papierowych, które w procesie edukacyjnym w tym w nauczaniu fizyki są niezbędne np. sprawdziany. Usprawniam również proces nauczania korzystając z platform edukacyjnych, wirtualnych encyklopedii komunikatorów czy interaktywnych pomocy dydaktycznych. Lekcje z wykorzystaniem TIK ułatwiają moim uczniom zrozumienie wielu zjawisk fizycznych dzięki zastosowaniu programów zawierających animacje i symulacje zjawisk fizycznych. Rozwijają u uczniów umiejętność wyszukiwania i korzystania z różnych źródeł informacji. Łączą procesy poznawcze i kształcące z dobrą zabawą. Zastosowanie TIK pozwala mi również na indywidualizację procesu nauczania oraz organizowanie sprawdzianów wiedzy zgodnie z zaleceniami dotyczącymi uczniów ze szczególnymi potrzebami edukacyjnymi.* E8 z użyciem narzędzi TIK zwiększa zainteresowanie i zaangażowanie uczniów, skupia ich uwagę, utrwała i sprawdza wiedzę, zwiększa motywację uczniów, wizualizuje modele teoretyczne, prezentuje symulacje doświadczeń, dokumentuje, utrwała i rejestruje przebieg i wyniki eksperymentów, poszukuje informacji i przetwarza je.

Opisywana część pytań miała za zadanie wskazać, czy grupa sędziów kompetentnych, oceniających autorski program nauczania, została dobrana w sposób prawidłowy, czy eksperci wykorzystują nowoczesne narzędzia TIK podczas swoich lekcji, do jakich celów one służą, a przede wszystkim, czy dysponują odpowiednią wiedzą dotyczącą zastosowania nowoczesnych narzędzi podczas lekcji. Analizując wyniki ankiety, można zauważyć, iż eksperci wykorzystują narzędzia TIK w swojej codziennej pracy z uczniami, stosują różnorodne metody w realizacji procesu dydaktycznego oraz środki dydaktyczne, w tym nowoczesne narzędzia TIK. Wybrani eksperci stanowią więc odpowiednią grupę, wytypowaną do oceny autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej.

4.2.3. Ogólna ocena autorskiego programu nauczania, uwzględniająca opinie o programie, realizację celów ogólnych i szczegółowych, kształcenie kompetencji kluczowych

Większość ekspertów była zgodna w swojej opinii, oceniając autorski program nauczania fizyki w klasie 7 i 8 na najwyższą ocenę – bardzo dobrą (E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9) (pytanie 4). Jedynie E1 ocenił program jako dobry z uwagi na nieliczne niedziałające linki oraz ze względu na podobieństwo do podręcznika opracowanego przez inne wydawnictwo. Jednak w opisie autorskiego programu nauczania została uwzględniona informacja, iż przystosowany jest on do podręcznika jednego z wydawnictw. Eksperti, którzy wystawili ocenę bardzo dobrą, zwracali uwagę, że: *praca jest interesującą, przemyślaną próbą integracji treści nauczania zawartych w podstawie programowej z nowymi technologiami ze szczególnym uwzględnieniem narzędzi TIK*³⁸⁷ (E2). *Po dokładnej analizie autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej stwierdzam, iż zawiera on wszystkie obowiązujące zagadnienia z podstawy programowej oraz cele kształcenia do szkół podstawowych, zapisane w Rozporządzeniu Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej. Pozwala na realizację wszystkich treści zapisanych w podstawie programowej, gdyż tworzy dobrze przemyślaną i logiczną całość. W programie zostały wprowadzone zmiany w stosunku do rozkładu treści nauczania, liczby godzin przydzielonej dla danego zagadnienia oraz treści tematu lekcji, zaproponowanych przez wydawnictwo Nowa Era do podręcznika „Spotkania z fizyką”. Autorka położyła nacisk na technikę informacyjno-komunikacyjną (TIK), co nie oznacza, że nie przewiduje doświadczeń oraz samodzielnego eksperymentu uczniowskiego. Treściom nauczania i przewidywanym osiągnięciom uczniów towarzyszy propozycja środków dydaktycznych - doświadczeń i pokazów, a także pracy z wykorzystaniem narzędzi TIK. Autorka programu przedstawiła obszerną listę narzędzi TIK, z opisem i celami wykorzystania. Zaproponowane narzędzia TIK ułatwią uczniom rozumienie praw fizycznych oraz uatrakcyjnią proces nauczania, co zwiększy ich zaangażowanie i zainteresowanie przedmiotem. Zatem, moja*

³⁸⁷ Pisownia oryginalna.

*opinia dotycząca programu autorskiego z fizyki do szkoły podstawowej jest bardzo dobra*³⁸⁸ (E3). Eksperci wydali opinię, iż program zawiera spójny układ treści, pozytywnie wpływa na realizację materiału (E4), jest ciekawy i pomysłowy (E5). *Program tworzy logiczną całość. Pozwala na realizację treści podstawy programowej w oparciu o narzędzia TIK. W programie podkreślono kluczową rolę doświadczania w zdobywaniu wiedzy i umiejętności, które może przybierać formę eksperymentów uczniowskich. W programie zwraca się szczególną uwagę na opracowanie i analizę wyników pomiarów za pomocą narzędzi TIK*³⁸⁹ (E6). Kolejny ekspert (E7) zwraca uwagę, iż *program autorski nie dubluje zawartości podręcznika, lecz jest jego uzupełnieniem. Oprócz ćwiczeń uczeń znajduje w nich ciekawe informacje powiązane z książkowymi informacjami filmy, animacje oraz zdjęcia ilustrujące oraz wyjaśniające zjawiska fizyczne. Program autorski z wykorzystaniem TIK pozwala na lepsze i trwalsze przyswojenie przez uczniów treści programowych oraz rozwija zainteresowanie uczniów z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnej. Inspiruje uczniów do samodzielnego i kreatywnego myślenia. Daje możliwość samokontroli i sprawdzania wiadomości i umiejętności przy wykorzystaniu interaktywnych zagadek, krzyżówek, testów itp., do których podane są adresy stron internetowych. Zastosowanie technologii informacyjno-komunikacyjnej zwiększa cyfrowe kompetencje uczniów, sprawia, że poznają cyfrowy świat i uczą się w nim poruszać. Zaproponowane w programie nauczania wykorzystanie narzędzi TIK jest uzasadnione i prowadzi do zwiększenia efektywności nauczania realizacji podstawy programowej nauczania fizyki w klasie siódmej i ósmej. Wspomaga i wzbogaca tradycyjne treści kształcenia i formy przekazu. Umożliwia i ułatwia proces uczenia się oraz osobisty rozwój ucznia. Wzbogaca wiedzę uczniów oraz ich motywację do nauki fizyki. Program autorski z zastosowaniem TIK zachęca uczniów do samodzielnego zdobywania wiedzy wykraczającej poza ramy podstawy programowej*³⁹⁰. E8 uważa, iż program opracowano profesjonalnie. W programie zawarto wszystkie elementy, które powinny się tam znaleźć, w tym cele i treści nauczania, propozycje rozwiązań metodycznych, przewidywane osiągnięcia uczniów. Zaproponowano wykorzystanie różnorodnych narzędzi TIK, zwiększając atrakcyjność lekcji oraz ich nowoczesność. Uwzględniono zmiany zachodzące w społeczeństwie, technologii i umiejętnościach cyfrowych współczesnej młodzieży.

³⁸⁸ Pisownia oryginalna.

³⁸⁹ Pisownia oryginalna.

³⁹⁰ Pisownia oryginalna.

W ocenie spójności celów ogólnych i szczegółowych nauczania z zaproponowanymi rozwiązaniami metodycznymi (pytanie 5) eksperci byli zgodni i wskazali, że jest to pozytywny aspekt programu. Do każdego realizowanego tematu określono przewidywane osiągnięcia ucznia oraz zaproponowano sposób wykorzystania narzędzi TIK. Eksperti odnieśli się do faktów, iż *centralną częścią pracy są rozkłady materiału, w których zaproponowano rozwiązania metodyczne i środki dydaktyczne (w tym narzędzia TIK) potrzebne w realizacji poszczególnych celów kształcenia*³⁹¹ (E2). Kolejny oceniający zauważył, że *rozwiązania metodyczne są spójne z celami ogólnymi i szczegółowymi. Kształtują umiejętności właściwego posługiwania się technologią informacyjną oraz zachęcają do samodzielnego myślenia i wszechstronnego działania. Środki dydaktyczne, metody i narzędzia TIK kształtują w uczniach dociekliwość, wytrwałość i systematyczność, zaś proponowane symulacje wpierają proces przekazywania wiedzy uczniom. Przykładem może być symulacja, a następnie dyskusja na temat zasady zachowania energii mechanicznej. Uczniowie mają możliwość opisać różne zjawiska oraz rozwiązać zadania z wykorzystaniem poznanej zasady. Kolejnym przykładem jest nie tylko poznanie, ale także wyjaśnienie zjawisk zachodzących w przyrodzie na poziomie molekularnym. Jest to temat, z którym uczniowie spotkali się na innych lekcjach, jednak wykorzystanie proponowanej symulacji z pewnością przybliży omawiane zagadnienia. Dużym zainteresowaniem na lekcjach cieszą się różne gry dydaktyczne, które wywołują ciekawość, zainteresowania poznawcze i wzbudzają motywację do wykonywania zadań, np. gra dotycząca budowy atomu*³⁹² (E3). Kontynuując rozważania, sędzia zauważył, że także aplikacje na telefon, np. *Phyphox, Prędkościomierz smart speed, Sound Wave Generator, Physics Toolbox Sensor* powodują, że lekcje są ciekawsze, a omawiane zagadnienia bliższe uczniom. Ciekawym rozwiązaniem metodycznym jest przeprowadzanie lekcji powtórzeniowych z zastosowaniem narzędzi TIK, np. *Kahoot* (uczniowie wykonują na własnych urządzeniach testy interaktywne) *Plickers* czy *Quizizz*. Dzięki tym narzędziom uczniowie mogą sprawdzić swoją wiedzę w sposób mniej stresujący niż tradycyjne odpytywanie przy tablicy. Podsumowując, uważam że proponowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK są bardzo dobrze dobrane do danego tematu czy zagadnienia i przyczynią się do podniesienia efektów nauczania³⁹³ (E3).

³⁹¹ Pisownia oryginalna.

³⁹² Pisownia oryginalna.

³⁹³ Pisownia oryginalna.

Kolejny sędzia odnosi się również do konkretnego przykładu wskazującego, że program charakteryzuje się dużą spójnością pomiędzy ogólnymi i szczegółowymi celami nauczania: *cel ogólny: określenie właściwości materii i jej budowy, cele szczegółowe: charakterystyka budowy materii i założeń teorii cząsteczkowej budowy materii, proponowane narzędzie TIK: prezentacja filmu dotyczącego atomów i cząsteczek wraz z umieszczonymi pytaniami w trakcie filmu*³⁹⁴ (E4). W opinii E6 zapisane cele uwzględniają umiejętność właściwego posługiwania się TIK. *Procedury osiągania celów kształcenia opierają się na aktywizacji uczniów, są dostosowane do możliwości ucznia przeciętnego, zdolnego i słabego. Zachęcają do samodzielnego myślenia i wszechstronnego działania*³⁹⁵. Interesująca jest również opinia E7, gdyż odnosi się do konkretnej lekcji, dotyczącej I zasady dynamiki Newtona, w której cel ogólny został sformułowany następująco: „*Określenie wpływu działających sił na ruch ciała*”, cel szczegółowy lekcji „*Poznanie wpływu równoważących się sił na ruch ciała*”. *Do osiągnięcia celów ustalonych w podstawie programowej autorka w sposób prawidłowy zaproponowała formy pracy, metody i dydaktyczne środki kształcenia. Zbiorowa forma pracy pozwala kierować nauczycielowi całą klasą. Nauczyciel, znając swoich uczniów wykorzystuje wówczas walory wszystkich form aktywności uczniów uczestniczących w zajęciach. Po przedstawieniu celu lekcji i pogadance dotyczącej nowego działu tj. „Dynamiki” wykorzystano film – TIK, który przypomina uczniom działanie siłomierza, jego budowę i sposoby odczytywania wartości siły. Dzięki projekcji filmu uczniowie mogą z dużą dokładnością odczytywać skalę siłomierza czy odczyty wartości sił. Środki dydaktyczne zaproponowane przez autorkę programu (siłomierz, klocek z haczykiem) wykorzystywane bezpośrednio do doświadczenia jako metody pracy, oddziałują na zmysły uczniów i ułatwiają poznanie I zasady dynamiki. Wykonanie doświadczenia i wysnucie odpowiednich wniosków z doświadczenia, spełnia zawarte w podstawie programowej nauczania fizyki wymagania doświadczałne, które stanowią kluczowy element osiągnięć uczniów i powinny być traktowane, tak jak w tym przypadku priorytetowo. Nauczanie fizyki powinno być postrzegane jako sposobność do zaspokajania ciekawości poznawczej uczniów i na tej bazie kształtowania zdobywania wiedzy. Dlatego też, bardzo trafne i wydaje się niezbędne jest przedstawienie animacji filmowych dotyczących I zasady dynamiki Newtona zaproponowanych przez autorkę programu. Taki rodzaj przekazu silnie*

³⁹⁴ Pisownia oryginalna.

³⁹⁵ Pisownia oryginalna.

*oddziałuje na zmysły uczniów i ułatwia poznanie rzeczywistości*³⁹⁶. E8 odniósł się do celów ogólnych i szczegółowych nauczania w zestawieniu z propozycjami rozwiązań metodycznych dla klasy 8, dział „drgania i fale”.

Mniejszym entuzjazmem charakteryzowała się wypowiedź eksperta 1. Zwrócił uwagę, że *choć cele ogólne i szczegółowe są scharakteryzowane w sposób prawidłowy to jednak wydaje się niemożliwym do zrealizowania w sposób aktywny. Za mało praktycznego działania na lekcjach a za dużo TIK. Lekcje z fizyki powinny być żywe i nawiązywać do jej istoty czyli „metody naukowej” nawet w szkole podstawowej, czego właśnie największy brak jest w tym programie. Stąd ocena dobra*³⁹⁷. Odnosząc się do opinii eksperta 1: wskazał on, iż w programie występuje za dużo TIK, jednak włączenie do procesu kształcenia narzędzi TIK było nadrzędnym celem stworzenia ocenianego programu nauczania. Ta uwaga będzie stanowiła podstawę weryfikacji zastosowanych rozwiązań praktycznych w autorskim programie nauczania.

Eksperci wykazali się zgodnością, oceniając w kolejnym pytaniu (pytanie 6), czy zaproponowane narzędzia TIK pomogą kształcić kompetencje kluczowe, opisane w Zaleceniach Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie. Siedmiu (E2-E8) ekspertów wykazało duży entuzjazm i na pytanie, czy zaproponowane narzędzia TIK pomogą kształcić kompetencje kluczowe, odpowiedziało: *zdecydowanie tak*. Jeden z ekspertów (E1) odpowiedział: *raczej tak*, uzasadniając odpowiedź w sposób następujący: *To nie sam TIK pomoże np. w kreatywności czy krytycznym myśleniu. To tylko narzędzia. Czy tablice interaktywne pomogły nam w tym. Tak naprawdę to tylko tablice podobnie jak te na pisaki czy kredę. Kreatywności nie nauczymy się teoretycznie za pomocą samych narzędzi TIK. Potrzebne jest działanie ukierunkowane przez nauczyciela. Szkoła dla innowatora to nie tylko samo TIK*³⁹⁸.

Większość sędziów wskazała w uzasadnieniu, że podziela zdanie autorki oraz argumentację zawartą w autorskim programie, iż nauczanie fizyki umożliwia realizację wszystkich (ośmiu) kompetencji kluczowych (E2, E3, E8). Sędziowie byli zgodni i ocenili, że w największym stopniu dotyczy to: kompetencji matematycznych oraz kompetencji w zakresie nauk przyrodniczych, techniki i inżynierii (wynika to z przedmiotu

³⁹⁶ Pisownia oryginalna.

³⁹⁷ Pisownia oryginalna.

³⁹⁸ Pisownia oryginalna.

badan i metodologii fizyki jako nauki), kompetencji w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, co wynika z zaproponowanych w programie metod dydaktycznych pomocnych w trakcie rozwiązywania zadań, kompetencji cyfrowych w związku ze szczególnym ich zastosowaniem w autorskim programie (E2, E8). E3 uważa, że *lekcje przeprowadzone z zastosowaniem narzędzi TIK zdecydowanie pomogą uczniom kształtować kompetencje kluczowe. Narzędzia te opierają się m.in. na samodzielnym dochodzeniu do wiedzy, pracy w grupie, komunikacji w zespole. Kładzie się w nich nacisk na aktywne i samodzielne zdobywanie wiedzy przez samego ucznia poprzez formułowanie problemów i wniosków, stawianie hipotez badawczych. Pozwalają one na kształtowanie logicznego myślenia, uczyć analizy i syntezy, odpowiedzialności za swoje działania. Kształtują też umiejętność komunikowania się i wypowiedzania na forum klasy oraz planowania swojej pracy*³⁹⁹. Stosowanie, wymienionych metod pracy zapewnia wsparcie na wszystkich etapach ścieżek kształcenia, szkolenia i uczenia się. Rozwija edukację i opiekę nad dziećmi, usprawnia edukację szkolną i pozwala dbać o doskonały poziom nauczania⁴⁰⁰ (E4). Ekspert 4 zgadza się z autorką programu, iż w przypadku nauczania fizyki, najistotniejsza wiedza obejmuje najważniejsze prawa rządzące światem, elementarne pojęcia naukowe, teorie, zasady, metody, technologie. Konieczne jest zrozumienie ingerencji człowieka, nauki, technologii i inżynierii w świat przyrody. Kompetencje kluczowe rozwijane są praktycznie na każdym kroku choćby przez nawiązanie do obcych języków⁴⁰¹. Ekspert 6 zwraca uwagę, iż lekcje z wykorzystaniem TIK rozwijają umiejętność ścisłego, krytycznego myślenia, jasnego wypowiedzania myśli, argumentowania i wnioskowania. Zdaniem eksperta 7 nowoczesne metody pracy dydaktycznej wykorzystują możliwości technologii informacyjnej, co stanowi nawiązanie do kompetencji cyfrowych.

Potencjał zaproponowanych narzędzi TIK i możliwości poprawy rozumienia fizyki przez uczniów, dzięki ich zastosowaniu w dwóch działach poddanych badaniu, czyli „dynamika” oraz „drgania i fale”, została oceniona przez ekspertów w kolejnym pytaniu (pytanie 7). Sześć osób (E2, E3, E4, E6, E7, E8) udzieliło odpowiedzi: *zdecydowanie tak* – zaproponowane narzędzia TIK mogą mieć wpływ na polepszenie rozumienia fizyki przez uczniów, co argumentowali odpowiednio w swoich odpowiedziach. Ekspert 1 oraz ekspert 5 udzielili odpowiedzi: *raczej tak*. Jako uzasadnienie oceny najwyższej eksperci podali, iż

³⁹⁹ Pisownia oryginalna.

⁴⁰⁰ Pisownia oryginalna.

⁴⁰¹ Pisownia oryginalna.

zaproponowano szeroki zestaw narzędzi TIK: symulacje doświadczeń, animacje, e-doświadczenia, prezentacje filmów, tworzenie filmów z pytaniami i testów on-line oraz gry dydaktyczne (E2). Sędziowie byli zgodni, iż narzędzia te zostały zaproponowane w sposób przemyślany i racjonalny z uwzględnieniem stopnia trudności i specyfiki poszczególnych haseł programowych (E2, E3). Ekspert 2 zauważył również, iż treści wykraczające poza podstawę programową zostały sprawdzone podczas lekcji pilotażowych. Wskazał także przydatność utworzenia klasowej platformy edukacyjnej oraz e-zeszytu. Ekspert 3 uważa, że zaproponowane w autorskim programie narzędzia TIK mają duży potencjał w lepszym zrozumieniu fizyki. Jako uzasadnienie podaje, że najczęściej są to nowe narzędzia, z którymi uczniowie spotykają się pierwszy raz w swojej edukacji. Dzięki nim lekcje będą ciekawsze, uczniowie bardziej aktywni i chętni do dodatkowej pracy. Jako przykłady eksperci 3 oraz 4 wskazują m.in.: filmy oraz symulacje na temat bezwładności ciał i konsekwencji bezwładności w życiu codziennym, symulację dotyczącą zachowania się niezabezpieczonej paczki w ciężarówce podczas hamowania lub przyspieszania, symulację doświadczenia przedstawiającego działanie niezrównoważonej siły na klocek, nagrania *Apollo 15 Hammer-Feather Drop*, symulację przedstawiającą uczniom sposób odczytywania parametrów ruchu drgającego, aplikację *Phyphox* do badania ruchu wahadła, aplikację *Miro* do utworzenia wspólnej mapy myśli podsumowującej dział. Ekspert 5 wskazuje, iż każda forma inna niż teoretyczna przy omawianiu danego tematu powinna pomóc w lepszym zrozumieniu fizyki. Zdaniem eksperta 6 narzędzia TIK pozwalają zobaczyć *dokładnie to, co w doświadczeniu „umyka”*⁴⁰², natomiast zwolnienie czy przyspieszenie symulacji sprawia, iż możliwe stają się do uchwycenia szybkie zmiany. *Dzięki narzędziom TIK uczeń uzyskuje natychmiastową informację zwrotną, może w łatwy sposób weryfikować swoje przypuszczenia*⁴⁰³.

Ekspert 7 ocenę bardzo dobrą programu argumentuje następującymi słowami: *Rozumienie czegokolwiek jest zjawiskiem indywidualnym. W miarę wzrostu wiedzy, rozumienie danego tematu przez ucznia zmienia się, pogłębia się i staje się lepsze. Nauczanie fizyki natrafia na ogromne trudności właśnie w zakresie uczenia się ze zrozumieniem. Rozumienie fizyki, lub brak rozumienia, może dotyczyć zjawisk, praw i teorii oraz zastosowań praktycznych zrozumiałej wiedzy. Najczęściej mówimy, że rozumiem jakieś zjawisko fizyczne, gdy*

⁴⁰² Pisownia oryginalna.

⁴⁰³ Pisownia oryginalna.

potrafię przedstawić je w formie poglądowego, wizualnego modelu słownego lub graficznego. Rozumienie zjawiska jest więc uwarunkowane możliwością wytworzenia obrazu lub modelu tego zjawiska. Zaproponowane w tym programie nauczania narzędzia TIK mają potencjał, aby polepszyć rozumienie fizyki w wymienionych działach. Dzisiejsze pokolenia nie mogą wrócić do starych metod uczenia się z przeszłości. Dlatego zaproponowane przez autorkę narzędzia TIK w nauczaniu fizyki są niezbędne, aby w dzisiejszej erze rozwoju technologii informacyjnej przybliżyć uczniom i zachęcić ich do nauki fizyki. Zaproponowane narzędzia TIK bezproblemowo integrują nowoczesne technologie z programem nauczania nie traktując ich tylko jako dodatku⁴⁰⁴.

Ekspert 8 wskazał, iż zaproponowane narzędzia TIK zdecydowanie pomogą uczniom zrozumieć fizykę. Zaznaczył, iż szczególnie ważne jest to w dziale „dynamika”, który stwarza duże problemy uczniom. Ekspert odniósł się do konkretnych zaproponowanych w programie narzędzi TIK, przywołując ich zalety. Przykładowo: jedna z symulacji pozwala uczniom na eksperymentowanie z wartościami masy i siły oraz przekonanie się, jak zmienia się ruch ciała w zależności od tych wielkości. Wprowadzona gra dydaktyczna tłumaczy wszystkie zasady dynamiki Newtona, przy czym uczniowie dobrze się bawią i uczą przez zabawę, zabawa ta wzbudza dużo emocji. Ekspert 9 używa podobnych argumentów jak poprzednicy, dodając jednak, iż autorka doskonale wplata między metody badawcze bardzo ważne w nauczaniu fizyki różnorodne narzędzia TIK (np. symulacje, animacje, gry dydaktyczne).

Eksperti wykazali się również dużą zgodnością, opiniując, iż zaproponowane formy pracy będą pomocne w osiągnięciu ogólnych i szczegółowych celów nauczania, opisanych w autorskim programie (pytanie 8). Ekspert 1 udzielił odpowiedzi: *raczej tak*, uzasadniając swoją opinię ponownie, iż w programie występuje za dużo narzędzi TIK, a zbyt mało metod aktywizujących. Pozostali eksperci odpowiedzieli: *zdecydowanie tak*. Jako uzasadnienie podali, iż *symulacja TIK użyta przy realizacji takich treści (trudnych pojęciowo dla ucznia) jak zasada bezwładności czy bezwładność w układzie przyspieszonym na pewno pomoże w zrozumieniu tych zagadnień⁴⁰⁵ (E2)*. Ekspert 3 uważa, że *proponowane metody i formy pracy będą bardzo pomocne w uzyskaniu przez uczniów wielu umiejętności, zdobyciu wiedzy i kształtowaniu odpowiednich postaw. Każda z form ma za zadanie przybliżyć*

⁴⁰⁴ Pisownia oryginalna.

⁴⁰⁵ Pisownia oryginalna.

uczniowi omawiane zagadnienie, np.: dyskusja na temat skutków oddziaływań i ich podziału, form energii występujących w obejrzanym filmie, czy energii ze źródeł odnawialnych czy nieodnawialnych, (...), praca indywidualna – wykonanie własnego siłomierza, prasy hydraulicznej lub nurka Kartezjusza czy elektroskopu⁴⁰⁶.

Ciekawą opinią podzielił się ekspert 4, który na podstawie własnej wiedzy i nabytego doświadczenia uważa, że obecnie każda forma zainteresowania ucznia wiedzą, a w szczególności wiedzą z trudnej dziedziny, jaką niewątpliwie są nauki ścisłe (a do nich należy fizyka) jest sukcesem nauczyciela. Z pewnością stosowanie w pracy nowoczesnych technologii jest niezmiernie ważne, gdyż poza samą wizualizacją problemu można przykuć uwagę ucznia poprzez stosowanie narzędzi, do których on przywykł i sam się nimi posługuje praktycznie na co dzień. Daje to także uczniowi komunikat, że komputer, smartfon, czy internet nie musi służyć wyłącznie do gier. Przy odrobinie chęci i zaangażowania można znaleźć i wiele różnego rodzaju programów, symulacji i gier dydaktycznych wspomagających proces kształcenia. Współczesny nauczyciel nie musi „walczyć” z nowoczesnością lecz w umiejętny sposób włączyć ją w tok zajęć lekcyjnych⁴⁰⁷. Ekspert 6 uzasadnia, iż zaproponowane formy pracy zapewniają realizację celów. Są różnorodne, opierają się na aktywizacji pracy uczniów, zapewniają wzrost zainteresowań zagadnieniami. Kształtują ciekawość poznawczą. Wyrabiają nawyk eksperymentów w celu zdobycia nowej wiedzy lub weryfikacji już posiadanej⁴⁰⁸.

W ogólnej ocenie programu nauczania i możliwości jego rzeczywistej realizacji podczas lekcji fizyki (pytanie 9) eksperci podsumowali swoje opinie dotyczące programu. W wypowiedziach wszystkich ekspertów zauważalny był entuzjazm. Interesująca jest opinia eksperta 2, który nawiązał do faktu, iż pełna realizacja podstawy programowej w szkole podstawowej jest bardzo trudnym zadaniem dla każdego nauczyciela i należy poszukiwać rozwiązań, które w tym pomogą. Wymaga potężnych kompetencji metodycznych i dlatego może być wyzwaniem dla każdego nauczyciela. Zdaniem eksperta praca Autorki trafia w sedno, ponieważ zawiera szereg cennych propozycji dydaktycznych i proponuje stosowanie w nauczaniu narzędzi używanych przez uczniów z upodobaniem i na co dzień⁴⁰⁹.

⁴⁰⁶ Pisownia oryginalna.

⁴⁰⁷ Pisownia oryginalna.

⁴⁰⁸ Pisownia oryginalna.

⁴⁰⁹ Pisownia oryginalna.

Ekspert 4 ocenia program bardzo dobrze. Uważa, że zajęcia prowadzone wymienionymi metodami, przy użyciu zaproponowanych przez autora narzędzi dają duże szanse na realizację podstawy programowej z fizyki w szkole podstawowej⁴¹⁰. W swojej opinii ekspert 3 zauważa również, że: *autorski program nauczania fizyki w szkole podstawowej przewiduje realizację celów ogólnych kształcenia, realizację wymagań szczegółowych z fizyki oraz kształtowanie odpowiednich postaw wychowawczych. W programie zawarte są wszystkie obowiązujące zagadnienia z podstawy programowej oraz cele kształcenia do szkół podstawowych. Znajdują się też treści, które wykraczają poza podstawę programową, ale poszerzają wiedzę dotyczącą omawianego zagadnienia. Ciekawym rozwiązaniem jest zaczynanie działu lub nowego tematu problemem symulacyjnym z życia codziennego, pytaniem, doświadczeniem lub obejrzeniem filmu. Program przewiduje również przeprowadzanie różnych doświadczeń, nie tylko na lekcjach, ale też samodzielnie w domu i zaprezentowanie otrzymanych wyników na forum klasy. W prezentowanym programie są umieszczone adresy stron internetowych symulacji komputerowych, animacji, filmów dydaktycznych, e-doświadczeń oraz aplikacji na smartfona. Uważam, że ich wykorzystanie przybliży uczniom zawarte w podstawie programowej treści nauczania fizyki, jak również umożliwi powiązać omawiane zagadnienia z innymi dziedzinami nauki. Zgodnie z założeniami autorskiego programu nauczania fizyki, uczniowie będą mieli możliwość poszerzania swojej wiedzy rozwiązując dodatkowe zadania, umieszczone na klasowej platformie edukacyjnej w e-ze-szytach. Dla uczniów uzdolnionych taka forma pracy z pewnością przyczyni się do rozwinięcia zainteresowań przedmiotem. Uważam, że program autorski pozwoli dokładnie zrealizować wszystkie treści zapisane w podstawie programowej z fizyki w szkole podstawowej*⁴¹¹.

Ekspert 6 prezentuje podobny entuzjazm. Uważa, że program tworzy logiczną całość, pozwala na realizację treści podstawy programowej w oparciu o narzędzia TIK. Program bogaty jest w narzędzia aktywizujące uczniów, a każdy nauczyciel znajdzie coś dla siebie, dostosowanego do własnych uczniów, ich potrzeb edukacyjnych i możliwości. Ekspert 5 ocenia, iż *program jest naprawdę bardzo dobry. Jednak rzeczywistość szkolna nie jest tak „barwna” jak ten program*⁴¹².

Ekspert 7 również przedstawia interesujące spostrzeżenia: *Program autorski*

⁴¹⁰ Pisownia oryginalna.

⁴¹¹ Pisownia oryginalna.

⁴¹² Pisownia oryginalna.

nauczania fizyki dla klasy siódmej i ósmej szkoły podstawowej z zastosowaniem narzędzi TIK zapewnia pełną realizację podstawy programowej. Ze względu na wprowadzenie nowych, cyfrowych technologii (TIK) będzie miał wpływ na zmianę sposobu uczenia się i nauczania. Media cyfrowe zwiększają zaangażowanie uczniów i chęci do zdobywania wiedzy. Pozwalają na poprawę efektywności procesu nauczania i uczenia się. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej w sprawie podstawy programowej do najważniejszych umiejętności zdobywanych przez ucznia w trakcie kształcenia ogólnego w szkole podstawowej należą m.in. umiejętność posługiwania się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi, w tym także dla wyszukiwania i korzystania z informacji oraz przygotowanie uczniów do życia w społeczeństwie informacyjnym. Podstawą stosowania TIK w edukacji jest wspieranie uczniów w rozwoju. Wykorzystanie narzędzi w ten sposób, by uczniowie podczas pracy byli aktywni, a nauczyciele jedynie wspierali uczniów w procesie zdobywania wiedzy. W przedstawionym autorskim programie wypracowano taką koncepcję stosowania technologii, aby wzbogaciły one kompetencje uczniów. Autorka kierowała się przy tym nadrzędnymi celami kształcenia zapisanymi w podstawie programowej oraz zawartymi w niej wymaganiami edukacyjnymi. Zaplanowane w programie lekcje ze zwiększonym zastosowaniem TIK stanowią część komplementarną w stosunku do tradycyjnej metody prowadzenia lekcji z wykorzystaniem podręczników. Program pozwala uczniom podczas lekcji oraz w czasie pozalekcyjnym na ułatwiony dostęp do informacji, pomaga skutecznie łączyć i przetwarzać dane, pomaga w uczeniu się współpracy z innymi uczniami, umożliwia uczniom bardziej efektywne komunikowanie się z innymi. Niewykorzystanie możliwości jakie dają nowoczesne technologie w szkołach i posługiwanie się wyłącznie tradycyjnymi metodami nauczania mogą wydawać się uczniom archaiczne i nieciekawe. Ten program, który uwzględnia używanie najnowszych zdobyczy techniki, nie tylko zainteresuje uczniów nauki fizyką, ale może otworzyć im drzwi lepszego poznawania otaczającego świata. Wykorzystanie nowych technologii w edukacji, w tym w nauczaniu fizyki ma na celu nie tylko sprawienie, że nauka będzie bardziej atrakcyjna. Może to również pomóc w nauce fizyki tym, którym tradycyjne sposoby nauczania sprawiają więcej trudności⁴¹³. Ekspert 8 wskazuje, iż zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK są różnorodne, aktywizują uczniów, dostosowane są do ich możliwości. Powodują wzrost zainteresowania fizyką oraz ciekawości uczniów, pobudzając ich do aktywności. Jednak liczba godzin

⁴¹³ Pisownia oryginalna.

fizyki w szkole jest za mała, aby wykorzystać wszystkie zaproponowane metody i narzędzia.

W ostatnim pytaniu (pytanie 10) eksperci byli zgodni, iż program autorski nie wymaga zmian czy modyfikacji. Zaproponowane narzędzia TIK pozwolą uczniom na lepsze zrozumienie wielu zagadnień z fizyki, symulacje komputerowe w części zastąpią pokazy i doświadczenia, których z różnych względów nauczyciel wraz z uczniami nie jest w stanie wykonać w szkole.

Podsumowując, można stwierdzić, iż autorski program nauczania fizyki w szkole podstawowej ze szczególnym zastosowaniem narzędzi TIK posiada realne możliwości wpływu na poprawę rozumienia zagadnień fizycznych omawianych podczas lekcji. W opinii ekspertów program charakteryzuje się ciekawym zestawem nowoczesnych narzędzi TIK, które sprawnie zostały włączone w proces dydaktyczny. Program przewiduje realizację wszystkich kompetencji kluczowych. Szczegółowo opisuje rozwiązania wdrożone w celu realizacji założonych celów lekcji.

Część II. Metodologia badań własnych dotyczących rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów szkoły podstawowej w kształceniu wspieranym przez technologie informacyjno-komunikacyjne (TIK)

1. Przedmiot i cel badań

Metodologia badań pedagogicznych według M. Łobockiego oznacza naukę o zasadach oraz sposobach postępowania badawczego w pedagogice. Zasady określonego postępowania to zalecenia, których zadaniem jest ułatwienie przeprowadzenia badań. Sposób postępowania badawczego to konkretne procedury gromadzenia danych oraz opracowania wyników⁴¹⁴. Określenie przedmiotu badań oraz sformułowanie celów badań to nadrzędne czynności, jakie należy wykonać po zaistnieniu konieczności przeprowadzenia badań empirycznych⁴¹⁵.

Przedmiot badań jest niezwykle ważnym elementem pracy o charakterze badawczym. Badania nawiązują zawsze do pewnych przedmiotów oraz danego aspektu, pod którego kątem są prowadzone. J. Sztumski przedmiotem badań nazywa wszystko to, co składa się na rzeczywistość społeczną. Do najważniejszych składników owej rzeczywistości należą zbiorowości i zbiory społeczne, instytucje społeczne, a także procesy i zjawiska społeczne⁴¹⁶. Według A. Maszke przedmiot badań odnosi się do obiektów, rzeczy i zjawisk, cech lub zdarzeń, w odniesieniu do których prowadzone są badania⁴¹⁷. W ujęciu M. Skornego przedmiotem badań nazywamy określony zbiór osób, zjawisk lub przedmiotów⁴¹⁸.

Nawiązując do przedstawionych wyżej definicji, **przedmiot badań własnych** został sformułowany następująco: *rozumienie zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 i 8 w kształceniu wspomagany przez narzędzia TIK*.

Podjęty przedmiot badań własnych, wskazujący na uwarunkowania edukacyjne zastosowania metod i narzędzi TIK, zawiera się w obszarze poszukiwań teoretycznych i praktycznych.

Ważnym etapem pracy badawczej jest również sformułowanie celu badań. A. Maszke cel badań opisuje w następujący sposób: *celem badań naukowych jest dostarczenie dającej się zweryfikować wiedzy umożliwiającej opisanie, zrozumienie i wyjaśnienie interesujących badacza zjawisk i procesów, jak i przewidywanie wynikających z nich następstw*⁴¹⁹.

⁴¹⁴ M. Łobocki, *Metody i techniki badań pedagogicznych*, Impuls, Kraków 2009, s. 13-14.

⁴¹⁵ W. Zaczyński, *Praca badawcza nauczyciela*, Warszawa, 1997, s. 10.

⁴¹⁶ J. Sztumski, *Wstęp do metod i technik badań społecznych*, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice, 2005, s. 18-19.

⁴¹⁷ A.W. Maszke, *Metody i techniki badań pedagogicznych*, Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2008, s. 91.

⁴¹⁸ Z. Skorny, *Prace magisterskie z psychologii i pedagogiki: przewodnik metodyczny dla studiujących nauczycieli*, WSiP, Warszawa 1984, str. 102.

⁴¹⁹ A.W. Maszke, *Metody...*, op. cit., s. 28.

Głównym celem badań społecznych, w tym badań pedagogicznych, jest poznanie i zrozumienie zjawisk i procesów⁴²⁰. Cel badań pedagogicznych jako dążenie do poszerzenia wiedzy o rzeczach, zjawiskach lub osobach będących przedmiotem badań opisuje W. Dutkiewicz. Naukowe poznanie rzeczywistości społecznej, opis danego zjawiska, instytucji lub jednostki stanowi cel badań. Badania pedagogiczne powinny spełniać funkcje poznawcze oraz praktyczno-użyteczne⁴²¹.

Nawiązując do przytoczonych definicji celów badań naukowych, został określony cel główny oraz cele szczegółowe badań własnych.

Celem głównym badań własnych było *określenie różnic, jakie występują w rozumieniu zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 i 8, które są efektem zastosowania narzędzi TIK w porównaniu z kształceniem tradycyjnym, na przykładzie dwóch wybranych działów fizyki: „dynamika” w klasie 7, „drgania i fale” w klasie 8.*

W niniejszej rozprawie doktorskiej wyróżniono również cel teoretyczno-poznawczy oraz cel praktyczny badań własnych.

Cel teoretyczno-poznawczy badań własnych dotyczył:

- wzbogacenia wiedzy w zakresie kształcenia z wykorzystaniem narzędzi TIK,
- określenia istoty rozumienia w edukacji i możliwości jego polepszenia dzięki zastosowaniu narzędzi TIK w nauczaniu-uczeniu się fizyki, i ich związku z poziomami rozumienia fizyki przez uczniów.

Cel praktyczny badań własnych dotyczył:

- opracowania autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej dla klas 7 i 8 zawierającego rozszerzenia metodyczne – ze szczególnym uwzględnieniem narzędzi TIK,
- opracowania czterech poziomów rozumienia zagadnień fizycznych dla dwóch wybranych działów: „dynamika” (klasa 7) oraz „drgania i fale” (klasa 8),
- sformułowania wniosków, otrzymanych na etapie analizy wyników badań własnych, na temat skuteczności wdrożonych narzędzi TIK i ich związku z rozumieniem zagadnień fizycznych przez uczniów. Ponadto określenie rozwiązań praktycznych służących rozpowszechnieniu oraz wdrożeniu narzędzi TIK do procesu nauczania-uczenia się fizyki w klasach 7 i 8 szkoły podstawowej.

⁴²⁰ Ibidem, s. 29.

⁴²¹ W. Dutkiewicz, *Podstawy metodologii badań do pracy magisterskiej i licencjackiej*, Wyd. Stachurski, Kielce 2000, s. 50.

2. Problemy badawcze

Istotną rolę w badaniach pedagogicznych spełniają problemy badawcze. Według M. Łobockiego problem badawczy stanowi uszczegółowienie celu badań. Pozwala na dokładniejsze zbadanie tego, co badacz chce sprawdzić⁴²². T. Pilch i T. Bauman pod pojęciem problemu badawczego rozumieją pytanie o naturę sprawdzanego zjawiska, związek pomiędzy zdarzeniami lub istotami i cechami procesów czy zjawisk. Problem badawczy związany jest z uświadomieniem sobie trudności dotyczących wyjaśnienia oraz zrozumienia danego fragmentu rzeczywistości⁴²³. Zdaniem S. Nowaka problem badawczy ujęty jest w jednym lub kilku pytaniach, do których zostanie przedstawiona odpowiedź po przeprowadzeniu badań⁴²⁴.

Odpowiednio sformułowany problem badawczy jest podstawą sukcesu badawczego i według J. Brzezińskiego może być bardziej wartościowy niż poszukiwanie rozwiązania problemu dotyczącego danej dyscypliny naukowej⁴²⁵.

Nawiązując do przedstawionych definicji, **główny problem badań** w niniejszej dysertacji sformułowany został w formie pytania:

Jakie różnice wystąpią na poziomach rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 i 8, jeżeli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym?

Na podstawie problemu głównego sformułowane zostały następujące **szczegółowe problemy badawcze**:

- 1) *Jakie różnice wystąpią na poziomie **rozumienia definicyjnego** zagadnień fizycznych przez uczniów, jeśli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym?*
- 2) *Jakie różnice wystąpią na poziomie **lokalnej komplikacji** rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów, jeśli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym?*
- 3) *Jakie różnice wystąpią na poziomie **uogólnienia** rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów, jeśli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym?*

⁴²² M. Łobocki, *Metody...*, op. cit., s. 21.

⁴²³ T. Pilch, T. Bauman, *Zasady badań pedagogicznych. Strategie ilościowe i jakościowe*, Żak, Warszawa 2010, s. 43.

⁴²⁴ S. Nowak, *Metodologia badań społecznych*, PWN, Warszawa 1985, s. 21.

⁴²⁵ J. Brzeziński, *Metodologia badań psychologicznych*, PWN, Warszawa 1996, s. 216.

4) *Jakie różnice wystąpią na poziomie **rozumienia strukturalnego** zagadnień fizycznych przez uczniów, jeśli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym?*

3. Hipotezy badawcze

Nawiązując do przedstawionego problemu badawczego głównego oraz problemów szczegółowych, postawione zostały hipotezy główne oraz szczegółowe. Hipotezy są próbą odpowiedzi na postawione problemy badawcze i najczęściej przewidywanym przez badacza wynikiem przeprowadzonych badań. Występują najczęściej w formie zdań twierdzących, w przeciwieństwie do problemów badawczych, które mają postać pytań. Hipoteza stanowi celowo przyjęte przypuszczenie, założenie, jakie zostanie potwierdzone lub odrzucone w wyniku przeprowadzonych badań. Hipoteza przybliża relację pomiędzy badanymi zmiennymi, a także prezentuje ich właściwości⁴²⁶.

W niniejszej dysertacji postawiono następującą **hipotezę główną**, która została poddana empirycznej weryfikacji: *wykorzystanie narzędzi TIK podczas lekcji fizyki przyczynia się do poprawy rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 i 8 szkoły podstawowej w zakresie danych poziomów rozumienia w porównaniu z kształceniem tradycyjnym.*

Przedstawiona hipoteza została skonstruowana w nawiązaniu do analizy teoretycznej, przedstawionej w pierwszej części dysertacji, oraz realizowanych na ten temat badań pilotażowych wśród uczniów klas 7 i 8 szkoły podstawowej.

Nawiązując do problemów szczegółowych, skonstruowano **hipotezy szczegółowe badań własnych**:

1) *Definicyjny poziom rozumienia zagadnień fizycznych ulegnie zmianie, nastąpi większa poprawa rozumienia zagadnień fizycznych z zakresu badanego poziomu dzięki zastosowaniu narzędzi TIK w porównaniu z kształceniem tradycyjnym.*

Zaproponowana hipoteza określona została na podstawie analizy literatury przedmiotu z zakresu wykorzystania narzędzi TIK oraz na podstawie wyników badań pilotażowych definicyjnego poziomu rozumienia, tj. rozumienia definicji oraz wskazywania desygnatów. W oparciu o wspomniane badania stwierdzono, iż zastosowanie narzędzi TIK w toku lekcji ma znaczenie w przypadku rozumienia definicji wybranych zagadnień fizycznych, praw, pojęć fizycznych. Uczniowie chętniej brali udział w lekcji, wykazywali większe

⁴²⁶ M. Łobocki, *Metody...*, op. cit., s. 26.

zainteresowanie, zadawali dodatkowe pytania. W konsekwencji z łatwością odtwarzali definicję oraz wskazywali desygnaty.

2) *Poziom lokalnej komplikacji zagadnień fizycznych ulegnie zmianie, nastąpi większa poprawa rozumienia zagadnień fizycznych z zakresu badanego poziomu dzięki zastosowaniu narzędzi TIK w porównaniu z kształceniem tradycyjnym.*

Przedstawiona hipoteza została określona na podstawie analizy literatury przedmiotu dotyczącej wykorzystania narzędzi TIK oraz wyników badań pilotażowych. W oparciu o wspomniane badania stwierdzono, iż zastosowanie narzędzi TIK w toku lekcji ma znaczenie w przypadku rozumienia wybranych zagadnień fizycznych na poziomie lokalnej komplikacji. Narzędzia TIK pozwalają zobrazować wybrane pojęcia, co przekłada się na poprawne rozwiązywanie prostych zadań fizycznych oraz wskazanie desygnatów, z uwzględnieniem pewnych ograniczeń. Ponadto uczniowie zainspirowani wdrożonymi narzędziami TIK wykazują się większą ciekawością oraz mobilizacją podczas lekcji.

3) *Poziom uogólnienia zagadnień fizycznych ulegnie zmianie, nastąpi większa poprawa rozumienia zagadnień fizycznych z zakresu badanego poziomu dzięki zastosowaniu narzędzi TIK w porównaniu z kształceniem tradycyjnym.*

Analiza literatury przedmiotu z zakresu wykorzystania narzędzi TIK podczas lekcji oraz przeprowadzone badania pilotażowe wskazały, iż wprowadzenie zagadnień fizycznych, będących przedmiotem zainteresowań na poziomie uogólnienia, może zostać wsparte narzędziami TIK, co skutkuje poprawą ich rozumienia przez uczniów. Narzędzia TIK wspierają proces kształcenia, oddziałując na uczniów, zwiększając ich motywację, ciekawość. Przyczyniają się do zobrazowania pojęć, definicji, zjawisk, co przekłada się na umiejętność rozwiązywania zadań, a tym samym na lepsze rozumienie.

4) *Poziom rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych ulegnie zmianie, nastąpi większa poprawa rozumienia zagadnień fizycznych z zakresu badanego poziomu dzięki zastosowaniu narzędzi TIK w porównaniu z kształceniem tradycyjnym.*

Przedstawiona hipoteza wskazana została na podstawie analizy badań pilotażowych z zakresu wykonywania skomplikowanych zadań fizycznych oraz umiejętności projektowania procesu badawczego. Wykorzystując narzędzia TIK, uczniowie chętniej projektowali własne doświadczenia, zarówno realne, jak i wirtualne. Narzędzia TIK wspomagały proces projektowania, dobierania odpowiednich parametrów doświadczeń, które w wielu przypadkach nawiązywały do wielu zagadnień fizycznych jednocześnie. Ponadto analiza

literatury przedmiotu wskazała, iż narzędzia TIK wspierają budowanie własnych struktur wiedzy, doświadczenia oraz umiejętność myślenia abstrakcyjnego.

4. Zmienne i wskaźniki zmiennych badań

Przy realizacji badań pedagogicznych bardzo ważne jest ustalenie zmiennych badań i ich wskaźników. T. Pilch i T. Bauman zmiennymi nazywają *kilka podstawowych cech konstytutywnych dla danego zdarzenia*⁴²⁷. W opinii wspomnianych wyżej pedagogów każde zjawisko posiada zmienne i w danej sytuacji badawczej należy je znaleźć i nazwać⁴²⁸. Prawidłowe dobranie zmiennych i wskaźników ułatwia odpowiednie dopasowanie metod i technik badawczych⁴²⁹. Według A. Maszke zmienne w badaniach naukowych są próbą uszczegółowienia przedmiotu badań oraz problemów, na które w wyniku badań, badacz zamierza udzielić odpowiedzi⁴³⁰. W metodologii badań pedagogicznych wyróżniamy dwa podstawowe typy zmiennych: niezależne oraz zależne.

Zmienne niezależne to szczegółowo określone metody działalności dydaktycznej lub wychowawczej. Należą do nich oddziaływania pedagogiczne, na których podstawie można się spodziewać adekwatnych zmian w rozwoju umysłowym, społecznym, moralnym lub fizycznym uczniów⁴³¹.

Zmienne zależne to przewidywane skutki zmiennych niezależnych⁴³². Zdaniem J. Apanowicza zmienne zależne ulegają zmianie podczas określonego procesu, zdarzenia, zjawiska, struktury lub organizacji⁴³³.

Ważnym aspektem pracy badawczej są również wskaźniki. Według J. Apanowicza wskaźnikami nazywamy charakterystyczne cechy, zdarzenia, fakty lub zjawiska, dzięki którym można wyciągnąć wnioski, iż istnieje to, co jest przedmiotem badań⁴³⁴.

W badaniach własnych przyjęto następujące **zmienne**:

– **zmienna niezależna**: *nauczanie-uczenie się fizyki przez uczniów klas 7 i 8 szkoły podstawowej*. Wskaźnikami tej zmiennej były wymogi realizacyjne zawarte w podstawie programowej fizyki w szkole podstawowej.

⁴²⁷ T. Pilch, T. Bauman, *Zasady badań...*, op. cit., s. 50.

⁴²⁸ *Ibidem*.

⁴²⁹ M. Łobocki, *Metody...*, op. cit., s. 36.

⁴³⁰ A.W. Maszke, *Metody...*, op. cit., s. 114.

⁴³¹ M. Łobocki, *Metody...*, op. cit., s. 33.

⁴³² *Ibidem*.

⁴³³ J. Apanowicz, *Metodologia nauk*, Poznań, Toruń 2003, s. 63.

⁴³⁴ *Ibidem*, s. 64.

- **zmienna eksperymentalna:** autorski program nauczania wzbogacony o zastosowanie narzędzi TIK, który został zweryfikowany na podstawie zgodności opinii sędziów kompetentnych (w oparciu o odpowiedzi zawarte w kwestionariuszu ankiety oceny autorskiego programu nauczania).
- **zmienna zależna:** rozumienie zagadnień fizycznych przez uczniów na czterech poziomach rozumienia: definicyjnym, lokalnej komplikacji, uogólnienia i rozumienia strukturalnego, w zakresie wyodrębnionego działu programowego: „dynamika” (klasa 7) oraz „drgania i fale” (klasa 8), jako efekt zastosowania w kształceniu narzędzi TIK. Wskaźnikami tej zmiennej były odpowiednio opracowane pytania w testach rozumienia zagadnień fizycznych, które zostały przeprowadzone przed rozpoczęciem lekcji z danego działu (test wstępny) oraz po zrealizowaniu wszystkich lekcji z danego działu (test końcowy). Dodatkowym wskaźnikiem były pytania zawarte w arkuszu obserwacji pracy ucznia wypełnianym przez nauczyciela po zakończeniu każdej lekcji. Zestawienie zmiennych zależnych szczegółowych wraz z ich wskaźnikami przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zestawienie szczegółowych zmiennych zależnych badań i ich wskaźników dla klas 7 (dział „dynamika”), klas 8 (dział „drgania i fale”)

Zmienne zależne szczegółowe	Wskaźniki: pytania z testu rozumienia oraz pytania z arkusza obserwacji pracy ucznia	
	Klasa 7 Dział „dynamika”	Klasa 8 Dział „drgania i fale”
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	1 (8), 2 (1), 6 (14), 8 (18), 10 (26)	4 (1), 5 (17), 9 (21), 16 (25)
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	3 (9), 4 (19), 5 (4), 15 (27), 16 (13)	2 (7), 6 (18), 7 (3), 11 (9), 10), 15 (26)
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	9 (15), 11 (10, 11), 12 (20), 14 (3)	1 (32), 3 (5, 6), 10 (32), 12 (22, 23), 14 (11)
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	7 (5), 13 (23), 17 (12), 18 (17)	8 (20), 13 (27), 17 (24), 18 (2, 4)

1 - numer pytania w teście rozumienia, (8) - numer pytania z arkusza obserwacji pracy ucznia

Dodatkowe pytania w arkuszu obserwacji pracy ucznia dotyczyły: zaangażowania uczniów, wzbudzenia ich ciekawości, chęci podjęcia dodatkowej pracy, możliwości zastosowania prezentacji lub symulacji wirtualnej zamiast realnego doświadczenia:

- klasa 7 – dział „dynamika”: 6, 7, 21, 22, 24, 25, 28, 29-38.
- klasa 8 – dział „drgania i fale”: 8, 13, 14, 19, 23, 27-33.

Ponadto wskazano również stan wiedzy w badanym poziomie rozumienia, stanowiący procentowy udział poprawnych odpowiedzi w poszczególnych pytaniach (tabela 3). Stan wiedzy określono każdorazowo na podstawie uzyskanych wyników testu rozumienia wstępnego oraz testu rozumienia końcowego, co pozwoliło na wskazanie zmiany stanu wiedzy.

Tabela 3. Procentowy udział poprawnych odpowiedzi wraz z przypisanym stanem wiedzy

Stan wiedzy w badanym poziomie rozumienia	Procentowy udział poprawnych odpowiedzi udzielonych w teście rozumienia
niski	0% – 35%
średni	36% – 69%
wysoki	70% – 100%

W badaniach pedagogicznych ważne są również zmienne pośredniczące. Określenie zmiennych pośredniczących umożliwia lepsze zrozumienie istniejących zależności pomiędzy zmiennymi zależnymi i niezależnymi, gdyż mogą one stanowić dodatkowe wyjaśnienie opisanych zależności, nieuwzględnionych w planie badawczym⁴³⁵.

W badaniach własnych wyróżniono następujące **zmienne pośredniczące**: *pleć, półroczna ocena z fizyki, środowisko edukacyjne*. Szczegółowe zmienne pośredniczące wraz z ich wskaźnikami przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Zestawienie szczegółowych zmiennych pośredniczących wraz z ich wskaźnikami

Rodzaj zmiennej pośredniczącej	Wskaźnik zmiennej pośredniczącej
pleć	uczennica
	uczeń
półroczna ocena z fizyki	niedostateczny (1)
	dopuszczający (2)
	dostateczny (3)
	dobry (4)
	bardzo dobry (5)
	celujący (6)
środowisko edukacyjne	szkoła wiejska
	szkoła miejska

⁴³⁵ M. Łobocki, *Metody...*, op. cit., s. 34.

Wyróżnia się także zmienne zakłócające, które mogą mieć wpływ na dokładność wyników. W realizowanych badaniach zmienną zakłócającą może być tzw. efekt nowości oraz inny nauczyciel prowadzący lekcję.

5. Metody, techniki i narzędzia badawcze

Ważnym aspektem badań pedagogicznych jest wybór sposobu ich realizacji. W literaturze dotyczącej badań pedagogicznych wyróżnia się metody badań, techniki i narzędzia badawcze. W ujęciu A. Kamińskiego metoda badań to *zespół teoretycznie uzasadnionych zabiegów koncepcyjnych i instrumentalnych obejmujących najogólniej całość postępowania badacza, zmierzającego do rozwiązania określonego problemu badawczego*⁴³⁶. Technika badawcza odnosi się do *czynności praktycznych, regulowanych starannie wypracowanymi dyrektywami, pozwalającymi na uzyskanie optymalnie sprawdzalnych informacji, opinii i faktów*⁴³⁷. Technika badań stanowi więc czynności, które zostaną zdefiniowane i narzucone przez wybór odpowiedniej metody⁴³⁸. Przedmiotem służącym do realizacji wybranej techniki badań jest narzędzie badawcze⁴³⁹. W ujęciu W. Dutkiewicza narzędzia badawcze to przedmioty, z których użyciem badacz gromadzi informacje od respondentów⁴⁴⁰. Zdaniem J. Apanowicza do najistotniejszych narzędzi badawczych należy zaliczyć arkusz obserwacyjny, kwestionariusz wywiadu lub ankiety oraz test⁴⁴¹.

W niniejszej dysertacji jako pierwszą wykorzystano **metodę sondażu diagnostycznego**. Metoda ta pozwoliła otrzymać istotne informacje, dotyczące badanego zjawiska, dzięki badaniu opierającym się na niewielkiej, reprezentatywnej grupie respondentów⁴⁴². Zastosowanie metody sondażu pozwoliło na poznanie opinii respondentów (zwanych sędziami kompetentnymi, ekspertami), odnoszących się do autorskiego programu nauczania fizyki w klasach 7 i 8, ze szczególnym uwzględnieniem narzędzi TIK. Realizacja metody badawczej stała się możliwa dzięki wykorzystaniu techniki w postaci ankiety. Ankieta jest techniką gromadzenia informacji uzyskanych dzięki wypełnieniu przez badanego specjalnie przygotowanych kwestionariuszy ankiety w obecności lub bez obecności ankietera.

⁴³⁶ A. Kamiński, *Metoda, technika, procedura badawcza w pedagogice empirycznej* [w:] *Metodologia pedagogiki społecznej*, red. R. Wroczyński, T. Pilch, PAN, Wrocław 1974, s. 46.

⁴³⁷ *Ibidem*.

⁴³⁸ T. Pilch, T. Bauman, *Zasady badań...*, *op. cit.*, s. 71.

⁴³⁹ *Ibidem*.

⁴⁴⁰ W. Dutkiewicz, *Podstawy metodologii...*, *op. cit.*, s. 97.

⁴⁴¹ J. Apanowicz, *Metodologia nauk...*, *op. cit.*, s. 110.

⁴⁴² A.W. Maszke, *Metody...*, *op. cit.*, s. 172.

Pytania zawarte w kwestionariuszu ankiety są zawsze konkretne i ścisłe⁴⁴³. Według J. Apanowicza kwestionariusz ankiety to narzędzie, dzięki któremu można uzyskać odpowiedzi od respondentów. Składa się z logicznie ułożonych krótkich pytań, które nawiązują do problemu badawczego. Jego ważnym elementem są informacje zawarte w metryczce, tj. wiek, płeć, wykształcenie⁴⁴⁴.

W celu obiektywizacji procesu badawczego wykorzystano zabieg metodologiczny, tj. triangulację metod badawczych, polegający na zastosowaniu różnych metod służących do analizy danego problemu. Triangulacja wywodzi się z zastosowania trygonometrii w nawigacji i miernictwie. Służy do dokładnego wyznaczenia współrzędnej w przestrzeni dzięki określeniu trzech punktów, które tworzą trójkąt (ang. *triangle*). Analogiczne zastosowanie znajduje zabieg triangulacji w badaniach pedagogicznych. Triangulacja pozwala na otrzymanie wyników z odmiennych punktów widzenia, różnych źródeł, innych perspektyw, co umożliwia badaczowi lepszą weryfikację badań oraz uzyskanie pełniejszego zrozumienia badanego problemu. Metodologia badań pedagogicznych wskazuje wiele rodzajów triangulacji, m.in. triangulację danych, teorii, samych badaczy czy metod⁴⁴⁵.

Główną **metodą** prowadzenia badań własnych był **eksperyment pedagogiczny**. Zdaniem W. Zaczyńskiego eksperyment pedagogiczny jest metodą naukowego badania walo-
rów pedagogicznych wybranego czynnika pedagogicznego, który jako nowy zostanie wprowadzony świadomie do procesu edukacyjnego, oraz obserwacji zaistniałych pod jego wpływem zmian. Zaistniałe zmiany obserwowane są podczas procesu zmiany oraz w jego efektach końcowych⁴⁴⁶. Najważniejszym celem eksperymentu pedagogicznego jest zbadanie związków przyczynowo-skutkowych pomiędzy zmienną niezależną a elementami badanego układu⁴⁴⁷.

Metoda eksperymentu pedagogicznego może być prowadzona z użyciem różnych technik eksperymentalnych, wśród których można wymienić technikę grup równoległych, rotacji, jednej grupy oraz czterech grup. **Techniką** zastosowaną w badaniach własnych była **technika grup równoległych**, zwana również techniką grup porównawczych. Technika ta polega na uwzględnieniu w badaniach co najmniej dwóch grup – grupy eksperymentalnej

⁴⁴³ T. Pilch, T. Bauman, *Zasady badań...*, op. cit., s. 96.

⁴⁴⁴ J. Apanowicz, *Metodologia nauk...*, op. cit., s. 110.

⁴⁴⁵ D. Kubinowski, *Jakościowe badania pedagogiczne. Filozofia – Metodyka – Ewaluacja*, Lublin 2010, s. 313.

⁴⁴⁶ W. Zaczyński, *Praca badawcza...*, op. cit., s. 80.

⁴⁴⁷ T. Pilch, T. Bauman, *Zasady badań...*, op. cit., s. 73.

oraz grupy kontrolnej. Badany czynnik eksperymentalny wprowadzony został do grupy eksperymentalnej. Grupa kontrolna stanowi punkt odniesienia dla grupy eksperymentalnej, nie wprowadza się do niej badanego czynnika eksperymentalnego. W obu grupach wykonuje się zaś pomiar zmiennych zależnych w początkowej oraz końcowej fazie badań⁴⁴⁸.

Narzędziem służącym do weryfikacji rozumienia uczniów poddanych eksperymentowi pedagogicznemu był **test rozumienia**. W ujęciu J. Apanowicza test to narzędzie badawcze wykorzystywane do stwierdzenia lub weryfikacji danego stanu, cechy, właściwości lub czynności w poddanym badaniu środowisku, a następnie porównanie weryfikowanych danych z obowiązującymi normami⁴⁴⁹. Specjalnie przygotowana konstrukcja testu miała na celu określenie rozumienia początkowego oraz końcowego uczniów, ustalenie stanu wiedzy początkowej i końcowej oraz wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia.

Dodatkową metodą badań, prowadzoną równolegle do eksperymentu pedagogicznego, była **obserwacja**. Stanowi ona podstawową metodę zbierania informacji dzięki systematycznemu monitorowaniu zachowań osoby poddanej obserwacji, a następnie na interpretacji uzyskanych wyników. Jest celowym, zaplanowanym i systematycznym rejestrowaniem wybranego faktu, zjawiska, zdarzenia z zastosowaniem różnych dostępnych środków. Jest ukierunkowanym postrzeganiem badanego przedmiotu, procesu lub zjawiska⁴⁵⁰.

Biorąc pod uwagę relację obserwatora z osobami obserwowanymi, wyodrębnia się obserwację bezpośrednią oraz pośrednią. Wykorzystując tę pierwszą, obserwator oraz obserwowani pozostają w bezpośrednim kontakcie. Metoda ta wymaga więc obecności badacza, który samodzielnie podejmuje obserwację interesujących go czynności, faktów czy zdarzeń oraz sam przygotowuje odpowiednią dokumentację.

W realizacji badań własnych zastosowano szczególny przypadek tej metody, tj. obserwację uczestniczącą, prowadzoną przez osobę będącą częścią obserwowanej rzeczywistości⁴⁵¹. Był to nauczyciel prowadzący lekcję w danej klasie. Z uwagi na prowadzenie obserwacji w oparciu o ściśle określone kryteria zastosowano technikę standaryzowaną, dzięki wykorzystaniu **arkusza obserwacji pracy ucznia**. Obserwator, odpowiadając na poszczególne pytania zawarte w arkuszu, notował spostrzeżenia, fakty, zdarzenia oraz okoliczności powiązane z danym zagadnieniem⁴⁵². Obserwację prowadzono więc techniką

⁴⁴⁸ M. Łobocki, *Metody...*, op. cit., s. 109-110.

⁴⁴⁹ J. Apanowicz, *Metodologia nauk...*, op. cit., s. 112.

⁴⁵⁰ M. Łobocki, *Metody...*, op. cit., s. 46.

⁴⁵¹ *Ibidem*, s. 48.

⁴⁵² T. Pilch, T. Bauman, *Zasady badań...*, op. cit., s. 90.

standaryzowaną, z użyciem narzędzia badawczego sporządzonego na potrzeby badań własnych, w celu zgromadzenia informacji, które następnie zostaną opracowane.

Zastosowanie metody eksperymentu pedagogicznego umożliwiło wprowadzenie określonych zmian w badanym środowisku, w postaci zastosowania dodatkowych narzędzi TIK w nauczaniu-uczeniu się fizyki. Równolegle prowadzona obserwacja pozwoliła na obiektywną ocenę, kontrolę zmiennych w toku badań eksperymentalnych, a w szczególności – weryfikację, czy poprawa rozumienia zagadnień fizycznych na danym poziomie wśród uczniów klas 7 i 8 szkoły podstawowej jest następstwem wprowadzenia dodatkowych narzędzi TIK podczas lekcji. Szczegółowy opis wykorzystanych narzędzi badawczych przedstawiono w podpunktach 5.1-5.3.

5.1. Kwestionariusz ankiety oceny autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej

Narzędziem badawczym, służącym do uzyskania opinii na temat autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej ze szczególnym zastosowaniem narzędzi TIK, był kwestionariusz ankiety. Kwestionariusz został przygotowany dla odpowiednio dobranych sędziów kompetentnych. Grupę tę tworzyli metodycy przedmiotowi, doktorzy nauk fizycznych, czynni nauczyciele, mający udokumentowane osiągnięcia w nauczaniu fizyki. W celu uniknięcia błędu subiektywizmu kwestionariusz ankiety posiadał specjalnie skonstruowane zamknięte pytania wraz z możliwymi odpowiedziami, tzw. kafeterią. Kwestionariusz ankiety zawierał również jednoproblemowe pytania otwarte. Poszczególne sędziowie kompetentni dokonywali oceny niezależnie od siebie, bez możliwości wzajemnych konsultacji. Sędziowie kompetentni w dokładny i rzetelny sposób ocenili materiał badawczy.

Kwestionariusz ankiety składał się z trzech części. Pierwsza część zawierała metryczkę, czyli pytania dotyczące informacji o respondencie. W drugiej części (pytania numer 1, 2, 3) zawarte były pytania dotyczące jego stylu nauczania fizyki, stosowanych metod nauczania, środków dydaktycznych. W trzeciej części kwestionariusza (pytania numer 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) umieszczone zostały pytania skupiające się głównie na ocenie autorskiego programu nauczania fizyki.

Jak wspomniano wcześniej, kwestionariusz ankiety stworzony został w celu uzyskania opinii dotyczących autorskiego programu nauczania, potencjalnych możliwości zaproponowanych narzędzi TIK w nauczaniu fizyki. Sędziowie kompetentni dokonali również

oceny spójności ogólnych i szczegółowych celów nauczania z proponowanymi rozwiązaniami metodycznymi, uwzględniając wskazane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK. Analizę wyników oceny autorskiego programu nauczania zawarto w punkcie 4.2. części teoretycznej pracy.

5.2. Test rozumienia zagadnień fizycznych

W celu określenia różnic w rozumieniu wybranych zagadnień fizycznych na badanym poziomie rozumienia wśród uczniów klas 7 i 8 szkoły podstawowej, zostały stworzone autorskie zestawy zadań testowych, przystosowane do każdego z badanych działów nauczania. Na potrzeby badań własnych zostały przygotowane dwa rodzaje testów dla każdej klasy: test rozumienia wstępnego oraz test rozumienia końcowego. Testy rozumienia składały się z 18 odpowiednio dobranych pytań, które zostały szczegółowo opracowane w oparciu o przygotowane poziomy rozumienia zagadnień fizycznych, odpowiednio dla działu „dynamika” w klasie 7 i „drgania i fale” w klasie 8 szkoły podstawowej.

Test rozumienia wstępnego został przeprowadzony przed rozpoczęciem lekcji z danego działu. Pozwolił określić początkowe rozumienie zagadnień fizycznych na danym poziomie. Test rozumienia wstępnego został skonstruowany tak, aby uczniowie, którzy nie zetknęli się jeszcze z danym działem fizyki czy konkretnym zagadnieniem fizycznym, na podstawie dotychczas zdobytej wiedzy, wiedzy potocznej i obserwacji przyrody mogli rozwiązać wybrane zadania.

Test rozumienia końcowego został rozwiązany przez uczniów po zakończeniu wszystkich lekcji z odpowiedniego działu. Pytania w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego odpowiadały sobie pod względem poziomu rozumienia oraz sprawdzanego zagadnienia. Każde pytanie przypisane było do konkretnego poziomu rozumienia, co zostało przedstawione w tabelach 5 i 6.

W dziale „dynamika” liczba zadań w odniesieniu do poziomów rozumienia (I p., II p., III p. i IV p.) wynosi odpowiednio 5, 5, 4, 4 (tabela 5). W „drganiach i falach” wynosi zaś 4, 5, 5, 4 (tabela 6). Zaproponowany rozkład zadań wynika ze specyfiki obu działów, omawianych zagadnień fizycznych, zaplanowanych zadań obliczeniowych. Dział „drgania i fale” obejmuje większą liczbę lekcji, a tym samym większą liczbę zagadnień z podstawy programowej, którą należy z uczniami omówić.

Tabela 5. Odniesienie zadań w teście rozumienia dla klas 7 z działu „dynamika” do poziomów rozumienia

Temat lekcji \ Poziom rozumienia	I	II	III	IV	Razem (liczba zadań w danym temacie)
Temat 1. I zasada dynamiki Newtona – zasada bezwładności.	2	5	14	7	4
Temat 2. Gdy siły się nie równoważą, czyli II zasada dynamiki Newtona.	1	3	11	17	4
Temat 3. III zasada dynamiki Newtona.	6	16	9	18	4
Temat 4. Spadek swobodny.	8	4	12	13	4
Temat 6. Opory ruchu. Siła tarcia.	10	15	-	-	2
Razem (liczba zadań w odniesieniu do danego poziomu rozumienia)	5	5	4	4	18

I - pierwszy poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego), II - drugi poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów, III - trzeci poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia, IV - czwarty poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego

Tabela 6. Odniesienie zadań w teście rozumienia dla klas 8 z działu „drgania i fale” do poziomów rozumienia

Temat lekcji \ Poziom rozumienia	I	II	III	IV	Razem (liczba zadań w danym temacie)
Temat 1-2. Czym charakteryzuje się ruch drgający?	4	7	1	18	4
Temat 3. Wykres ruchu drgającego.		2	3		2
Temat 4-5. Przemiany energii w ruchu drgającym.		11	14		2
Temat 7. Fale mechaniczne.	5	6	10	17	4
Temat 8-9. Fale dźwiękowe. Wysokość i głośność dźwięku.	9		12	8	3
Temat 10-11. Fale elektromagnetyczne.	16	15		13	3
Razem (liczba zadań w odniesieniu do danego poziomu rozumienia)	4	5	5	4	18

I - pierwszy poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego), II - drugi poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów, III - trzeci poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia, IV - czwarty poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego

5.3. Arkusz obserwacji pracy ucznia

Narzędziem badawczym, służącym do obiektywnej oceny zastosowanych narzędzi TIK w toku danej lekcji, ich przydatności w celu poprawy rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów, był arkusz obserwacji pracy ucznia, odpowiednio przygotowany dla

klas 7 i 8. Wspomniany arkusz wypełniał nauczyciel po zrealizowaniu każdego tematu lekcji. Obserwacji poddani zostali uczniowie klas, w których wprowadzony został czynnik eksperymentalny, czyli autorski program nauczania. Pytania w arkuszu obserwacji pracy ucznia zostały skonstruowane tak, aby pomóc w weryfikacji, czy dane narzędzie TIK (np. interaktywny test, symulacja, film) miało znaczenie dla poprawy rozumienia omawianego zagadnienia fizycznego.

Arkusz obserwacji pracy ucznia, odpowiedni dla danej klasy, został przygotowany w oparciu o temat lekcji, omawiane zagadnienia fizyczne i zaproponowane narzędzie TIK. Zawierał on również pytania ogólne, służące do oceny motywacji uczniów, ciekawości, zaangażowania wynikającego z zastosowania dodatkowych narzędzi TIK. Poszczególne pytania z arkusza nawiązywały do testu rozumienia przeprowadzonego odpowiednio w klasach 7 i 8.

6. Opis metod statystycznych wykorzystanych w badaniach własnych

Następny etap badań polegał na opracowaniu metod statystycznych, niezbędnych do wykonania szczegółowej analizy otrzymanych wyników badań oraz sformułowania wniosków wynikających z prowadzonych badań. Otrzymane wyniki badań własnych opracowane zostały z użyciem programu komputerowego do analizy statystycznej R, wersja 4.3.1.

Najważniejszym celem badań było określenie różnic w rozumieniu zagadnień fizycznych, jakie wynikają z różnych sposobów prowadzenia lekcji wśród uczniów klas 7 i 8, a zostały zaobserwowane w wyniku prowadzonego eksperymentu pedagogicznego.

Analizę wyników pojedynczych zadań przeprowadzono, wyliczając liczbę i procent poszczególnych przyjmowanych przez nie wartości. Analizę wyników poziomów rozumienia przeprowadzono, wyliczając średnią, odchylenie standardowe, medianę oraz kwartyle odsetka funkcji zaburzonych w danym obszarze.

Porównanie wartości zmiennych jakościowych w grupach wykonano za pomocą testu chi-kwadrat (z korektą Yatesa dla tabel 2x2).

Porównanie wartości zmiennych ilościowych w dwóch grupach wykonano za pomocą testu Manna-Whitneya.

Porównanie wartości zmiennych ilościowych w dwóch powtarzanych pomiarach wykonano za pomocą testu Wilcozona dla par wiązanych.

W analizie przyjęto poziom istotności 0,05. Wszystkie wartości p poniżej 0,05 interpretowano jako świadczące o istotnych zależnościach.

M. Sobczyk definiuje poziom istotności p jako maksymalne dopuszczalne prawdopodobieństwo popełnienia błędu pierwszego rodzaju. Jest to maksymalne ryzyko błędu, które badacz może zaakceptować⁴⁵³. Wykorzystanie testów istotności statystycznej związane jest z uproszczeniem obliczeń, jednak konieczna jest znajomość tematyki oraz poprawna interpretacja otrzymanych wyników⁴⁵⁴.

W badaniach własnych wykorzystano także następujący wzór, pozwalający określić bezwzględny przyrost rozumienia:

$$Bpr = T_k - T_w$$

Równanie 1. Wzór na bezwzględny przyrost rozumienia (Bpr)

T_k - procent poprawnych odpowiedzi uzyskanych w teście końcowym, T_w - procent poprawnych odpowiedzi uzyskanych w teście wstępnym

7. Charakterystyka terenu badań i grupy badawczej

Przed rozpoczęciem eksperymentu pedagogicznego 30 szkół podstawowych z województwa podkarpackiego zostało poinformowanych o możliwości przeprowadzenia badań. Informacja została przekazana pocztą elektroniczną. Uzyskano pięć pozytywnych odpowiedzi zawierających zgłoszenie danej szkoły do udziału w badaniach. Eksperyment pedagogiczny prowadzono więc równolegle w pięciu szkołach. Dwie szkoły znajdowały się w obszarze miejskim, trzy – w obszarze wiejskim. W eksperymencie pedagogicznym brali udział uczniowie 7 i 8 klas szkoły podstawowej, w przedziale wiekowym 12-14 lat.

Eksperyment pedagogiczny prowadzony był z użyciem techniki grup równoległych. W badaniach uwzględniono podział uczniów na grupy eksperymentalne oraz kontrolne, osobno w środowisku miejskim i wiejskim, odpowiednio w klasach 7 i klasach 8. Utworzono następujące grupy badawcze: eksperymentalną miejską (GEM), kontrolną miejską (GKM), eksperymentalną wiejską (GEW) oraz kontrolną wiejską (GKW).

Grupy kontrolne zostały wyłonione w wyniku świadomego doboru, na podstawie wyników testu rozumienia wstępnego dla klas 7 oraz klas 8, osobno w środowisku szkół miejskich oraz szkół wiejskich. Grupami kontrolnymi zostały klasy, które uzyskały najlepsze wyniki w teście rozumienia wstępnego.

⁴⁵³ M. Sobczyk, *Statystyka. Podstawy teoretyczne, przykłady, zadania*, Wyd. UMCS, Lublin 2000, s. 178.

⁴⁵⁴ W. Mańska, A. Koziorowska, *Wykorzystanie testu t dla pojedynczej próby we wnioskowaniu statystycznym*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2015, nr 4(22), s. 323-327.

Czynnik eksperymentalny, czyli autorski program nauczania wprowadzono w grupach eksperymentalnych. Grupy kontrolne stanowiły punkt odniesienia dla grup eksperymentalnych, nie wprowadzono w nich czynnika eksperymentalnego. W każdej grupie wykonano pomiar zmiennych zależnych w początkowej oraz końcowej fazie eksperymentu pedagogicznego.

Wszyscy nauczyciele grup eksperymentalnych prowadzili daną lekcję w oparciu o specjalnie przygotowany konspekt. W każdym z nich szczegółowo zostały opisane osiągnięcia ucznia w odniesieniu do podstawy programowej, formy pracy, metody, środki kształcenia, struktura lekcji. Najważniejszą częścią konspektu był przebieg lekcji, gdyż zostały tam uwzględnione zaproponowane narzędzia TIK wraz z dokładnym opisem i sposobem użycia ich w toku danej lekcji. Realizacja lekcji z użyciem przygotowanego konspektu miała za zadanie upodobnić proces dydaktyczny w każdej klasie poddanej badaniu. Z uwagi na wprowadzone konspekty lekcji eksperyment pedagogiczny prowadzony był w takich samych warunkach, wdrożone narzędzia TIK były jednakowe i zastosowane w identyczny sposób.

Proces badawczy realizowany był na wszystkich lekcjach z danego działu. Pierwsza lekcja z działu poddanego badaniu polegała na przeprowadzeniu testu rozumienia wstępnego. Celem przeprowadzenia testu było określenie rozumienia oraz stanu wiedzy początkowej odnośnie danego zagadnienia fizycznego przypisanego do konkretnego poziomu rozumienia. Kolejne lekcje przebiegały według ściśle określonego schematu, opisanego we wspomnianym konspekcie lekcji. Podczas ostatniej lekcji z danego działu uczniowie rozwiązywali test rozumienia końcowego, który posłużył do określenia różnic w rozumieniu danego zagadnienia fizycznego przed oraz po przeprowadzeniu wszystkich lekcji z danego działu, a także stanu wiedzy końcowej. Równolegle prowadzona była obserwacja według specjalnie przygotowanego arkusza obserwacji pracy ucznia.

Eksperyment pedagogiczny prowadzony był w roku szkolnym 2022/2023. Badaniem objęto 295 uczniów szkół podstawowych, odpowiednio 122 uczniów klas 7 oraz 173 uczniów klas 8. Zestawienie uczniów ze względu na szkołę, klasę oraz przypisaną w niniejszym eksperymencie pedagogicznym grupę badawczą przedstawiono w tabeli 7 (klasa 7) oraz tabeli 8 (klasa 8).

Tabela 7. Zestawienie wszystkich uczniów z klas 7 biorących udział w badaniach

Rodzaj grupy	Oznaczenie szkoły	Klasa 7	Liczba badanych uczniów w grupie
GEM	miejska SM1	A	20
		B	19
	miejska SM2	A	13
GKM	miejska SM1	C	14
GEW	wiejska SW3	B	12
	wiejska SW4	A	16
	wiejska SW5	A	15
GKW	wiejska SW3	A	13
Liczba uczniów ogółem			122

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska

Tabela 8. Zestawienie wszystkich uczniów z klas 8 biorących udział w badaniach

Rodzaj grupy	Oznaczenie szkoły	Klasa 8	Liczba badanych uczniów w grupie
GEM	miejska SM1	A	22
		B	16
		C	16
		D	17
	miejska SM2	A	19
GKM	miejska SM1	E	16
GEW	wiejska SW3	B	26
	wiejska SW4	A	14
	wiejska SW5	A	10
GKW	wiejska SW3	A	17
Liczba uczniów ogółem			173

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska

Ważnym aspektem prowadzonych badań było także zestawienie uczniów ze względu na zmienne pośredniczące, tj. płeć oraz półroczną ocenę z fizyki. Podział uczniów ze względu na płeć pozwolił ocenić, czy badana zmienna pośrednicząca miała znaczenie w przypadku otrzymanych różnic w rozumieniu wybranych zagadnień fizycznych, przypisanych do konkretnego poziomu rozumienia. Podział ten przedstawiony został w tabeli 9 (klasa 7) oraz tabeli 10 (klasa 8).

Tabela 9. Zestawienie wszystkich uczniów klas 7 biorących udział w badaniach, ze względu na płeć

Rodzaj grupy	Uczennice	Uczniowie	Liczba uczniów ogółem
GEM	23	29	52
GKM	5	9	14
GEW	22	21	43
GKW	7	6	13
Liczba uczniów ogółem	57	65	122

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska

Tabela 10. Zestawienie wszystkich uczniów klas 8 biorących udział w badaniach, ze względu na płeć

Rodzaj grupy	Uczennice	Uczniowie	Liczba uczniów ogółem
GEM	48	42	90
GKM	11	5	16
GEW	23	27	50
GKW	9	8	17
Liczba uczniów ogółem	91	81	173

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska

Na podstawie danych zawartych w tabeli 9 zauważyć można, iż w przypadku klas 7 ogólna liczba badanych uczennic jest nieznacznie mniejsza od ogólnej liczby badanych uczniów. Ponadto w poszczególnych klasach podział ze względu na płeć jest zróżnicowany. W przypadku klas 8 (tabela 10) liczba badanych uczennic jest nieznacznie większa od liczby badanych uczniów. Podział ze względu na płeć jest zróżnicowany.

Podział respondentów ze względu na półroczną ocenę z fizyki stanowić będzie ważny aspekt prowadzonych badań. Pozwoli ocenić, czy narzędzia TIK mają znaczenie dla poprawy rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów, w zależności od rozumienia wcześniejszych zagadnień fizycznych, scharakteryzowanych półroczną oceną z fizyki. Podział ten został przedstawiony w tabeli 11 (klasa 7) oraz tabeli 12 (klasa 8).

Tabela 11. Zestawienie wszystkich uczniów klas 7 biorących udział w badaniach, ze względu na półroczną ocenę z fizyki

Rodzaj grupy	Liczba uczniów z półroczną oceną:						Liczba uczniów ogółem
	1	2	3	4	5	6	
GEM	0	7	21	20	4	0	52
GKM	0	3	5	4	2	0	14
GEW	0	12	14	11	6	0	43
GKW	0	1	5	4	3	0	13
Liczba uczniów ogółem	0	23	45	39	15	0	122

Na podstawie danych zawartych w tabeli 11 zauważyć można, iż największą grupę w przypadku klas 7 reprezentowali uczniowie z półroczną oceną 3 – 45 osób. Najmniej liczną grupę (15 osób) reprezentowali najlepsi uczniowie z półroczną oceną 5.

Tabela 12. Zestawienie wszystkich uczniów klas 8 biorących udział w badaniach, ze względu na półroczną ocenę z fizyki

Rodzaj grupy	Liczba uczniów z półroczną oceną:						Liczba uczniów ogółem
	1	2	3	4	5	6	
GEM	0	30	30	24	6	0	90
GKM	0	5	4	5	2	0	16
GEW	0	13	15	15	7	0	50
GKW	0	3	2	5	7	0	17
Liczba uczniów ogółem	0	51	51	49	22	0	173

Na podstawie danych zawartych w tabeli 12 zauważyć można, iż największą grupę w przypadku klas 8 stanowili najslabsi uczniowie z półroczną oceną 2 (51 osób) oraz 3 (również 51 osób). Najmniejszą grupę (22 osoby) stanowili najlepsi uczniowie z półroczną oceną 5.

Część III. Analiza wyników badań własnych dotyczących rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów szkoły podstawowej w kształceniu wspieranym przez technologie informacyjno-komunikacyjne (TIK)

1. Analiza wyników badań różnic występujących w definicyjnym rozumieniu zagadnień fizycznych przez uczniów, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

1.1. Analiza wyników badań różnic występujących w definicyjnym rozumieniu zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

Przeprowadzona analiza wyników badań miała na celu sprawdzenie, czy rozumienie zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 było zróżnicowane w zależności od zastosowania podczas lekcji technologii informacyjno-komunikacyjnych w stosunku do kształcenia tradycyjnego. Pytania sprawdzające z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, zostały podzielone na dwa obszary. Pierwszy z nich dotyczył rozumienia definicji z zakresu dynamiki. W obszarze tym sprawdzono znajomość II zasady dynamiki Newtona (zadanie 1), definicyjną wiedzę dotyczącą sił akcji-reakcji (zadanie 6), definicyjne znaczenie i podział tarcia (zadanie 10). Drugi obszar sprawdzał rozumienie z zakresu desygnatów (definiowanych obiektów lub zjawisk fizycznych), tj. siłomierza i przykładów jego wykorzystania (zadanie 2) oraz spadku swobodnego (zadanie 8).

Definicyjna wiedza uczniów z zakresu dynamiki. Wykorzystując test chi-kwadrat, porównano wyniki testu rozumienia końcowego z wynikami testu rozumienia wstępnego w grupach badawczych, tj. eksperymentalnej miejskiej (GEM), kontrolnej miejskiej (GKM), eksperymentalnej wiejskiej (GEW), kontrolnej wiejskiej (GKW). Na podstawie otrzymanego współczynnika istotności (p) wskazano grupy, w których różnice w przeprowadzonych testach miały wartość istotną statystycznie ($p < 0,05$). Grupy te zostały wyróżnione w tabeli 13.

Analiza wyników badań zawartych w tabeli 13 wykazała istotne statystycznie różnice występujące w każdej z grup eksperymentalnych dla wszystkich analizowanych zagadnień fizycznych z obszaru definicji pierwszego poziomu rozumienia, natomiast w grupach kontrolnych takie różnice nie wystąpiły.

Tabela 13. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru definicji, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
1	GEM (N=52)	31	60	29	0,006	niski – średni
	GKM (N=14)	57	57	0	1	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	30	74	44	p<0,001	niski – wysoki
	GKW (N=13)	62	69	7	1	wynik statystycznie nieistotny
6	GEM (N=52)	23	71	48	p<0,001	niski – wysoki
	GKM (N=14)	43	57	14	0,705	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	56	81	25	0,02	średni – wysoki
	GKW (N=13)	85	85	0	1	wynik statystycznie nieistotny
10	GEM (N=52)	2	62	60	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=14)	21	21	0	1	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	14	77	63	p<0,001	niski – wysoki
	GKW (N=13)	31	62	31	0,238	wynik statystycznie nieistotny

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

Bezwzględny przyrost rozumienia z zakresu badanych zagadnień fizycznych był zróżnicowany. W tabeli 13 zauważyć można, iż największy i powtarzalny w obu grupach eksperymentalnych bezwzględny przyrost rozumienia uzyskano w przypadku definicyjnej wiedzy o tarciu (zadanie 10: 60 p.p. w grupie miejskiej, 63 p.p. w grupie wiejskiej). Fakt ten może wynikać ze sposobu sformułowania pytania, który nawiązywał do znanych uczniom życiowych sytuacji.

W każdej grupie eksperymentalnej zauważono zwiększenie stanu wiedzy, co było następstwem wprowadzenia narzędzi TIK podczas lekcji. Początkowy stan wiedzy uczniów w tych grupach w większości określony został jako niski. Jediną grupą, którą charakteryzował średni stan początkowej wiedzy, była grupa eksperymentalna wiejska. Stan ten może wynikać z dokładniejszej wiedzy uczniów uzyskanej w toku realizacji wcześniejszych tematów, nieobjętych eksperymentem pedagogicznym. Końcowy stan wiedzy w dwóch przypadkach był średni, natomiast w pozostałych – wysoki.

Otrzymane wyniki przeprowadzonych testów rozumienia zweryfikowano także w oparciu o odpowiedzi nauczycieli zawarte w arkuszu obserwacji pracy ucznia. Zapytano nauczycieli, czy symulacja umożliwiająca przesunięcie klocka pomogła uczniom w sformułowaniu II zasady dynamiki Newtona (pytanie 8 w arkuszu obserwacji pracy ucznia

weryfikujące zadanie testowe 1). Zadano również pytanie sprawdzające przydatność narzędzi TIK do wprowadzenia definicji sił akcji-reakcji, tj. czy symulacje doświadczeń były pomocne w sformułowaniu III zasady dynamiki Newtona (pytanie 14 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 6). Sprawdzono również przydatność fragmentu bajki wprowadzającej do zjawiska tarcia i jego konsekwencji (pytanie 26 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 10).

Nawiązując do pierwszego sprawdzanego zagadnienia fizycznego, tj. treści II zasady dynamiki Newtona, uzyskano pozytywne opinie nauczycieli prowadzących lekcje w grupach eksperymentalnych (pytanie 8 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 1). Większość nauczycieli (4/6) odpowiedziała *zdecydowanie tak*, pozostali (2/6) – *raczej tak*. Jako uzasadnienie nauczyciele wskazali, iż symulacja ułatwiła uczniom analizowanie zachowania się ciał, a w konsekwencji sformułowanie II zasady dynamiki Newtona. W wyniku zastosowania symulacji uczniowie mogli dostrzec zależności, których nie zauważyliby podczas doświadczenia wykonanego realnie w pracowni. Bez problemu i samodzielnie sformułowali wnioski wynikające z II zasady dynamiki Newtona. Nauczyciele docenili symulację, szczególnie w przypadku klas o dużej liczbie uczniów. Symulacja została wykorzystana do wprowadzenia wielkości wprost i odwrotnie proporcjonalnych, co także pomogło zrozumieć II zasadę dynamiki Newtona.

Odnosząc się do zadania sprawdzającego wiedzę definicyjną dotyczącą sił akcji i reakcji, nauczyciele w większości pozytywnie zaopiniowali wprowadzone narzędzia TIK (symulacje doświadczeń), oceniając następująco ich znaczenie dla rozumienia tego zagadnienia fizycznego: *raczej tak* – 2/6, *zdecydowanie tak* – 2/6, *nie mam zdania* – 2/6 (pytanie 14 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 6). W swoich wypowiedziach nauczyciele docenili możliwość zobrazowania III zasady dynamiki Newtona. Prezentacja sił akcji i reakcji wpłynęła na lepsze zrozumienie ich właściwości definicyjnych. W opinii nauczycieli: *zastosowanie tej symulacji było bardzo pomocne dla uczniów podczas formułowania III zasady dynamiki Newtona*⁴⁵⁵. Ponadto: *uczniowie mogli zaobserwować, że oddziaływania są wzajemne. Zauważyli, że gdy ciągniemy za jeden z połączonych siłomierzy wartości sił zmieniają się jednakowo na obu*⁴⁵⁶. Odpowiedzi *nie mam zdania* wynikały z niepoprawnego skorzystania z symulacji lub zupełnego jej pominięcia

⁴⁵⁵ Pisownia oryginalna.

⁴⁵⁶ Pisownia oryginalna.

w toku lekcji, co przełożyło się na niższe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia (tabela 13).

W nawiązaniu do zaproponowanego narzędzia TIK służącego do poprawy rozumienia definicyjnego z zakresu tarcia, nauczyciele w arkuszu obserwacji pracy ucznia byli zgodni (pytanie 26 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 10). Wszyscy udzielili odpowiedzi *zdecydowanie tak* (6/6), twierdząc, iż bajka przedstawiająca skutki tarcia w codziennym życiu miała pozytywny odbiór wśród uczniów. W opinii nauczycieli: *bajka fajnie wprowadziła nas w temat lekcji. Uczniowie dyskutowali o tarciu w życiu codziennym i sposobach zmniejszania go oraz przedstawiali sytuacje, w których zmniejszenie tarcia jest niewskazane*⁴⁵⁷. Nauczyciele stwierdzili, iż zaproponowana bajka dobrze wpisała się w omawiany temat. Zachęciła uczniów do pracy podczas całej lekcji. Uczniowie z dużym zainteresowaniem obejrzelili bajkę, chętnie wypowiadali się na jej temat oraz doszli do trafnych wniosków. Nauczyciele docenili również różnorodny oraz multisensoryczny przekaz bajki. Bajka wprowadziła do lekcji przyjazną atmosferę, która sprzyjała procesowi zdobywania wiedzy dzięki pozytywnym skojarzeniom.

Podsumowując analizę wyników badań obejmujących rozumienie definicji fizycznych, należy zauważyć, iż każdorazowo uczniowie grup eksperymentalnych charakteryzowali się istotną statystycznie różnicą w przeprowadzonych testach rozumienia, większym bezwzględnym przyrostem rozumienia oraz zmianą stanu wiedzy. W przypadku grup kontrolnych takie różnice nie wystąpiły. Ponadto przydatność zaproponowanych narzędzi TIK została dobrze oceniona przez nauczycieli, którzy wskazali, iż narzędzia TIK są pomocne przy wizualizacji tematów, wpływają na relacje z uczniami, motywują ich do pracy, pomagają w sformułowaniu wybranych definicji fizycznych.

Rozumienie desygnatów z zakresu dynamiki. Wykorzystując test chi-kwadrat, porównano wyniki testu rozumienia końcowego z wynikami testu rozumienia wstępnego we wszystkich grupach badawczych. Na podstawie współczynnika istotności (p), wskazano i wyróżniono w tabeli 14 grupy, w których różnice w przeprowadzonych testach rozumienia miały wartość istotną statystycznie.

⁴⁵⁷ Pisownia oryginalna.

Tabela 14. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru desygnatów, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr za-dania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
2	GEM (N=52)	44	90	46	p<0,001	średni – wysoki
	GKM (N=14)	71	71	0	1	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	37	86	49	p<0,001	średni – wysoki
	GKW (N=13)	31	46	15	0,687	wynik statystycznie nieistotny
8	GEM (N=52)	23	79	56	p<0,001	niski – wysoki
	GKM (N=14)	43	57	14	0,705	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	14	93	79	p<0,001	niski – wysoki
	GKW (N=13)	31	62	31	0,238	wynik statystycznie nieistotny

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

Na podstawie obliczonego współczynnika istotności (p) zauważyć można, iż statystycznie istotne różnice w przeprowadzonych testach rozumienia wstępnym i końcowym wystąpiły jedynie w przypadku grup eksperymentalnych, w każdym analizowanym zagadnieniu fizycznym (każdorazowo p<0,001) (tabela 14). W przypadku grup kontrolnych nie uzyskano istotnych statystycznie różnic w zakresie badanych zagadnień fizycznych (każdorazowo p>0,05). Na tej podstawie można wskazać, iż uzyskano istotne różnice w rozumieniu, występujące pomiędzy grupami eksperymentalnymi oraz grupami kontrolnymi w obszarze desygnatów pierwszego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych.

Analizując wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia (tabela 14), zauważalna jest również różnica w odniesieniu do zagadnień fizycznych. Uzyskano większą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia (56 p.p. oraz 79 p.p.) w przypadku wskazania przykładu spadku swobodnego (zadanie 8), w porównaniu do przykładów zastosowania siłomierza (46 p.p. oraz 49 p.p., zadanie 2). Widoczna jest również różnica w zmianie stanu wiedzy. We wspomnianym zagadnieniu fizycznym początkowy stan wiedzy uczniów był niski, końcowy – wysoki. Dla porównania: początkowy stan wiedzy uczniów z zakresu przykładów zastosowania siłomierza (zadanie 2) był średni, końcowy – wysoki. Średni stan wiedzy może wynikać z wykorzystania tego przyrządu w codziennym życiu. Zauważone zmiany były następstwem wprowadzenia narzędzi TIK podczas lekcji.

W arkuszu obserwacji pracy ucznia zapytano nauczycieli, czy jednoczesna prezentacja siłomierza dostępnego w pracowni fizycznej oraz symulacji działania siłomierza wraz z rozrysowanymi siłami ułatwiła uczniom poznanie zasady działania tego urządzenia oraz wskazanie przykładów jego zastosowania (pytanie 1 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 2), a także, czy nagranie *Apollo 15 Hammer-Feather Drop* sprawiło, iż uczniowie wyciągnęli wnioski dotyczące warunków spadku swobodnego (pytanie 18 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 8).

Analizując odpowiedzi nauczycieli dotyczące pierwszego zagadnienia fizycznego, można wskazać, że ankietowani na zadane pytanie odpowiedzieli *zdecydowanie tak* (6/6) (pytanie 1 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 2). W opinii jednego z nich *połączenie prezentacji siłomierza na lekcji fizyki oraz zastosowanie narzędzi TIK w celu symulacji działania pozwala uczniom na dokładniejsze zrozumienie jednego z podstawowych praw mechaniki. Uczniowie zauważają jak odkształcenie sprężyny zależy od działającej siły. Dodatkowo uczeń otrzymuje instrukcje i możliwość wykonania własnego siłomierza w domu (...) oraz dokonywania pomiarów co pozwala wskazać przykłady zastosowania tego urządzenia. Zachęca to do samodzielnego poszerzania wiedzy, (...) zwiększa atrakcyjność i możliwość lepszego zrozumienia pojęć fizycznych przedstawianych na lekcji*⁴⁵⁸. Nauczyciele zgodnie stwierdzili, iż symulacja działania siłomierza wraz z rozrysowanymi siłami pomogła uczniom zrozumieć zasadę działania tego przyrządu, a także wskazać praktyczne przykłady jego wykorzystania w codziennym życiu oraz w laboratorium.

W przypadku kolejnego analizowanego zagadnienia fizycznego, tj. spadku swobodnego, wszyscy nauczyciele (6/6) zgodnie odpowiedzieli: *zdecydowanie tak*. Film wprowadzający do lekcji pozwolił uczniom wyciągnąć odpowiednie wnioski dotyczące omawianego zagadnienia fizycznego (pytanie 18 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 8). W opinii nauczycieli zaproponowany film, przedstawiający doświadczenie wykonane na Księżycu, wzbudził emocje wśród uczniów, zainteresowanie oraz niedowierzanie. Uczniowie szybko zauważyli, jakie warunki muszą być spełnione podczas spadku swobodnego oraz wyciągnęli odpowiednie wnioski dotyczące jego właściwości.

Podsumowując dotychczasowe rozważania obejmujące obszar desygnatów pierwszego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, należy zaakcentować, iż w przypadku

⁴⁵⁸ Pisownia oryginalna.

każdego analizowanego zagadnienia fizycznego uczniowie grupy eksperymentalnej uzyskali wyższe wyniki w teście rozumienia końcowego, większy bezwzględny przyrost rozumienia oraz zmianę stanu wiedzy. Każda grupa eksperymentalna uzyskała istotną statystycznie różnicę w przeprowadzonych testach rozumienia, czego nie otrzymano w grupach kontrolnych. Ponadto przydatność wdrożonych narzędzi TIK została dobrze oceniona przez nauczycieli. Wskazali oni, iż narzędzia TIK sprzyjają zaciekawieniu, wzbudzają pozytywne emocje wśród uczniów, wspomagają zobrazowanie wybranych zagadnień fizycznych.

Ogólne porównanie wyników dotyczących definicyjnego rozumienia zagadnień fizycznych w klasach 7. W celu sprawdzenia, czy uzyskane różnice w testach rozumienia mogą być następstwem włączenia narzędzi TIK do lekcji, wykonano test Wilcoxona dla par wiązanych. Zastosowany test statystyczny miał na celu porównanie wyników testów rozumienia wstępnego i końcowego w każdej grupie badawczej. Otrzymane wyniki zestawiono parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna z danego środowiska edukacyjnego. Rezultaty badań przedstawia tabela 15, w której wyróżniono grupy z różnicą istotną statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia.

Tabela 15. Porównanie otrzymanych wyników badań pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 7, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych

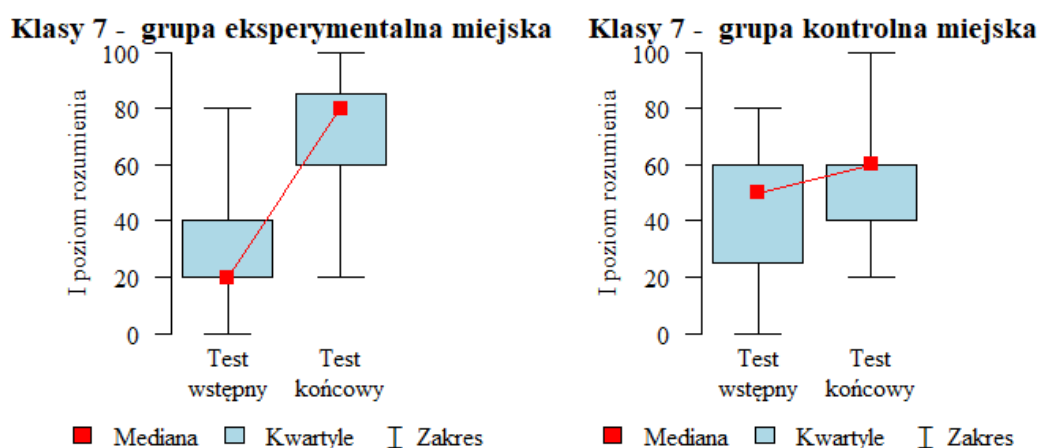
Grupa	Test rozumienia	$\bar{x} \pm SD$	Mediana	Kwartyle	p
GEM (N=52)	T_w	$24,62 \pm 18,41$	20	20 – 40	$p < 0,001$
	T_k	$72,31 \pm 22,46$	80	60 – 85	
GKM (N=14)	T_w	$47,14 \pm 25,55$	50	25 – 60	0,604
	T_k	$52,86 \pm 21,64$	60	40 – 60	
GEW (N=43)	T_w	$30,23 \pm 23,25$	20	20 – 40	$p < 0,001$
	T_k	$82,33 \pm 20,1$	80	60 – 100	
GKW (N=13)	T_w	$47,69 \pm 22,42$	40	40 – 60	0,062
	T_k	$64,62 \pm 21,84$	60	60 – 80	

p - test Wilcoxona dla par wiązanych, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, $\bar{x} \pm SD$ - wynik średni wraz z odchyleniem standardowym

Z analizy danych przedstawionych w tabeli 15 wynika, że istotną statystycznie różnicę w przeprowadzonych testach rozumienia uzyskano w przypadku wszystkich grup eksperymentalnych (każdorazowo $p < 0,001$). W grupach kontrolnych nie otrzymano różnicy statystycznie istotnej ($p = 0,604$, $p = 0,062$). Uczniowie grup eksperymentalnych

charakteryzowali się więc lepszym rozumieniem zagadnień fizycznych na pierwszym, tj. definicyjnym poziomie rozumienia niż uczniowie grup kontrolnych.

Dodatkowo, w celu dokładniejszej analizy uwzględniono wykresy skrzynkowe ilustrujące porównanie uzyskanych wyników testów rozumienia, odpowiednio dla grup ze środowiska miejskiego (wykres 1) oraz wiejskiego (wykres 2). Na omawianych dalej wykresach nie zauważono uczniów, których wyniki byłyby odstające lub ekstremalne.



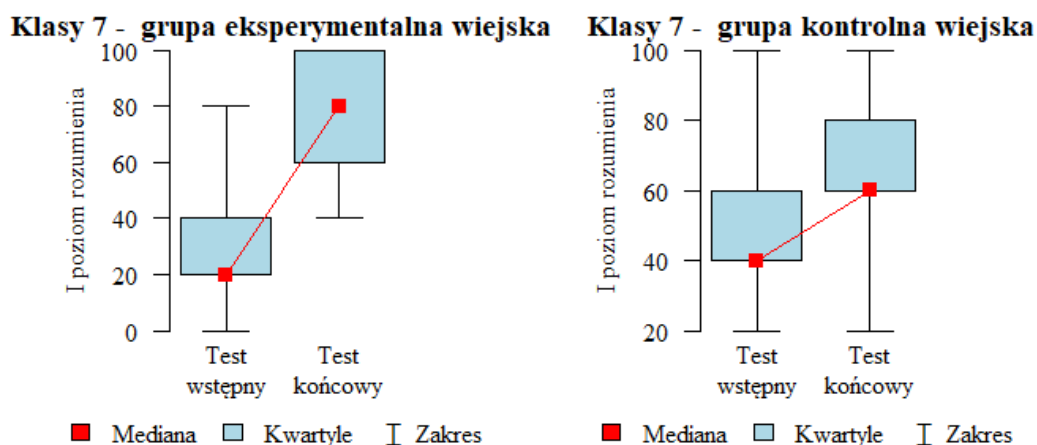
Wykres 1. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich

Wykresy prezentują rozrzuty asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w grupie kontrolnej miejskiej. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w tej grupie w teście wstępnym, a mniejszym – w teście końcowym.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego w każdej analizowanej grupie. Jednak, jak wskazuje wykres, bardziej rosną w grupie eksperymentalnej, co świadczy o większej poprawie rozumienia w tejże grupie.

Otrzymana wartość mediany w teście końcowym grupy eksperymentalnej świadczy o tym, iż połowa uczniów udzieliła powyżej 80% poprawnych odpowiedzi. Dla porównania, połowa uczniów grupy kontrolnej uzyskała wynik powyżej 60%. Świadczy to o różnicy w postaci wyższych wyników uzyskanych przez połowę badanych uczniów grupy eksperymentalnej.

Zaobserwowano także, iż wartość kwartyła 3 w grupie kontrolnej w teście rozumienia wstępnego i w teście rozumienia końcowego pozostaje stała, co oznacza, iż nie otrzymano znaczącej poprawy rozumienia w grupie kontrolnej wśród najlepszych uczniów. Na podstawie wartości kwartyła 1 zauważono również znaczną poprawę rozumienia wśród naj słabszych uczniów grupy eksperymentalnej w porównaniu do grupy kontrolnej.



Wykres 2. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich

Wykresy prezentują rozrzuty asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w grupie eksperymentalnej wiejskiej. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w tej grupie w teście końcowym, a mniejszym – w teście wstępnym.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego w każdej analizowanej grupie. Jednak na wykresie widoczne jest, iż mediana bardziej rośnie w grupie eksperymentalnej, co sugeruje większą poprawę rozumienia w tej grupie. Mediana testu wstępnego w grupie eksperymentalnej pokrywa się z kwartyłem 1, testu końcowego zaś znajduje się pośrodku skrzynki. Oznacza to, iż w teście wstępnym wyniki niskie były bardzo częste, natomiast w teście końcowym rozkład przesunął się w stronę wyników lepszych.

Położenie kwartyła 3 na wykresie testu końcowego grupy eksperymentalnej pozwala ocenić, iż co czwarty uczeń tej grupy udzielił 100% prawidłowych odpowiedzi, zaś w przypadku grupy kontrolnej – co najmniej 80%. Świadczy to o lepszych wynikach grupy eksperymentalnej uzyskanych w grupie najlepszych uczniów.

Odnosząc się do wyników najsłabszych uczniów w teście końcowym, należy zauważyć, iż w grupie eksperymentalnej co czwarty uczeń udzielił między 60% a 40% poprawnych odpowiedzi. W porównaniu do grupy kontrolnej, na podstawie informacji z wykresu, iż mediana pokrywa się z kwartylem 1, należy ocenić, iż połowa uczniów udzieliła między 60% a 20% poprawnych odpowiedzi. Świadczy to o większej grupie uczniów z najniższymi wynikami w grupie kontrolnej oraz o uzyskaniu przez nich niższych wyników w porównaniu do grupy eksperymentalnej.

Ogólne porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia definicyjnego w klasach 7 parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna. Wykonano także test Manna-Whitneya w celu sprawdzenia, czy rozumienie zagadnień fizycznych uległo większej poprawie dzięki włączeniu narzędzi TIK do lekcji, w porównaniu do lekcji prowadzonych z wykorzystaniem tradycyjnych środków dydaktycznych. Porównano bezwzględny przyrost rozumienia w parach: grupa eksperymentalna i grupa kontrolna w danym środowisku edukacyjnym. Otrzymane rezultaty badań zestawiono w tabeli 16.

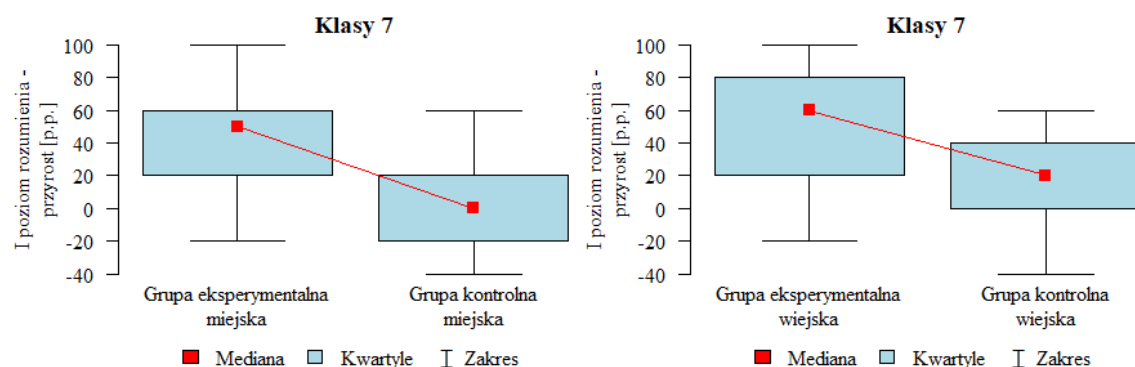
Tabela 16. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na pierwszym, tj. definicyjnym poziomie rozumienia zagadnień fizycznych w klasach 7, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej

Grupa	I poziom rozumienia							p
	Średnia	SD	Mediana	Min	Max	Q1	Q3	
GEM (N=52)	47,69	28,33	50	-20	100	20	60	p<0,001
GKM (N=14)	5,71	34,58	0	-40	60	-20	20	
GEW (N=43)	52,09	30,90	60	-20	100	20	80	p<0,001
GKW (N=13)	16,92	26,89	20	-40	60	0	40	

p - test Manna-Whitneya, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, SD - odchylenie standardowe, Q1 - kwartyl pierwszy, Q3 - kwartyl trzeci

Na podstawie tabeli 16 zauważono różnicę w wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia w badanych grupach. Przeprowadzony test Manna-Whitneya wskazał, iż zarówno wśród uczniów środowiska miejskiego, jak i wiejskiego otrzymano istotną statystycznie różnicę w bezwzględnych przyrostach rozumienia w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych. Bezwzględny przyrost rozumienia w zadaniach na pierwszym, tj. definicyjnym poziomie rozumienia, był istotnie wyższy w grupach eksperymentalnych niż w grupach kontrolnych w obu środowiskach edukacyjnych. Na tej podstawie można domniemywać, iż rozumienie wzrosło istotniej w wyniku stosowania narzędzi TIK podczas lekcji.

W celu lepszego zobrazowania wyników przedstawiono je na wykresach skrzynkowych (wykres 3).

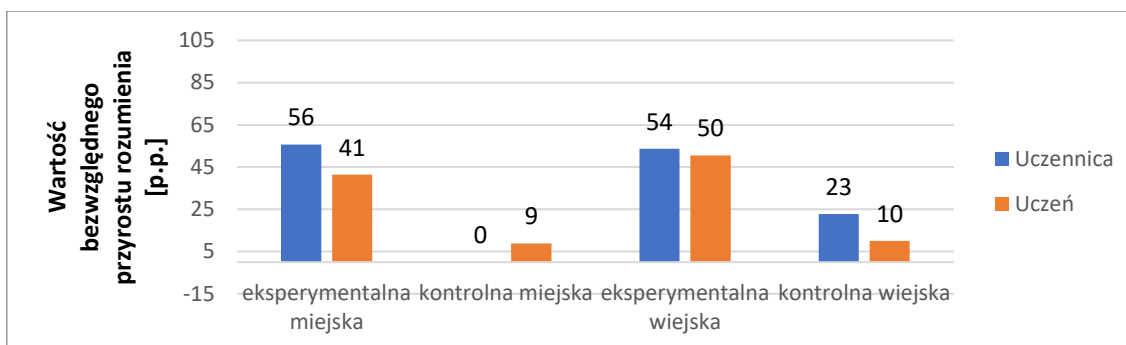


Wykres 3. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 7 na pierwszym, tj. definicyjnym poziomie rozumienia zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Analizując przedstawione wykresy, należy zauważyć różnice występujące w grupie uczniów z najlepszymi wynikami. Co czwarty uczeń, w przypadku środowiska miejskiego uzyskał między 60 p.p. a 100 p.p. bezwzględnego przyrostu rozumienia w grupie eksperymentalnej oraz między 20 p.p. a 60 p.p. w grupie kontrolnej. W grupie eksperymentalnej ze szkół wiejskich co czwarty uczeń uzyskał między 80 p.p. a 100 p.p., w grupie kontrolnej zaś między 40 p.p. a 60 p.p. Znacznie większy bezwzględny przyrost rozumienia wśród uczniów grup eksperymentalnych wynika z lepszego zrozumienia wybranych zagadnień fizycznych w porównaniu do grup kontrolnych.

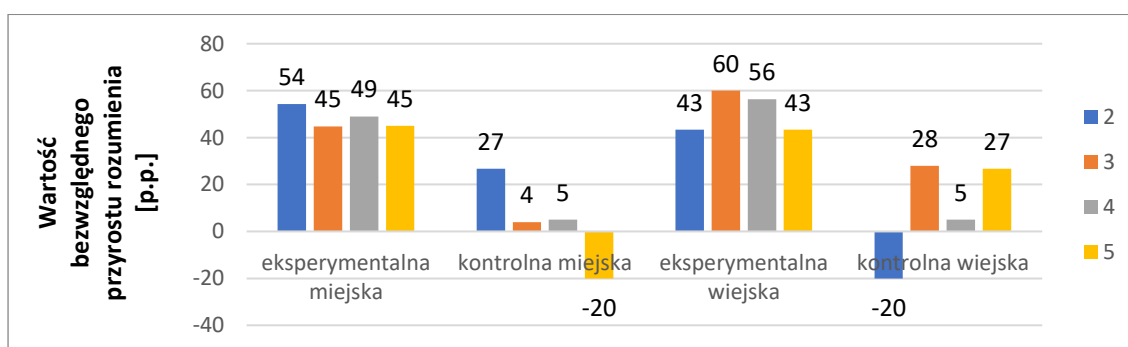
Na wykresie zauważalne są również ujemne wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia. Przykładowo, w grupie kontrolnej miejskiej co czwarty uczeń uzyskał ujemny (-20 p.p. lub niższy) bezwzględny przyrost rozumienia, co prawdopodobnie wynika z niedostatecznego skupienia, udzielonych przypadkowych odpowiedzi na pytania.

Znaczenie zmiennych pośredniczących dla uzyskanych wyników badań. W kolejnej części analizy sprawdzono, czy zmienne pośredniczące, tj. płeć (wykres 4) oraz półroczna ocena z fizyki (wykres 5), miały znaczenie w przypadku analizowanego bezwzględnego przyrostu rozumienia zagadnień fizycznych.



Wykres 4. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia, z podziałem na płeć

Analizując wyniki badań przedstawione na wykresie 4, z uwzględnieniem podziału na płeć, zauważyć należy, iż w większości analizowanych grup uczennice uzyskały większe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia niż uczniowie. Stan ten może wynikać z większego skupienia oraz większej uważności uczennic. Należy również zauważyć, iż w grupie kontrolnej miejskiej bezwzględny przyrost rozumienia zagadnień fizycznych wśród uczennic miał wartość 0 p.p.



Wykres 5. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki

Analizując wyniki badań przedstawiające zależność bezwzględnego przyrostu rozumienia, wzięwszy pod uwagę półroczną ocenę z fizyki (wykres 5), należy zauważyć, iż w obu grupach kontrolnych pojawiły się ujemne wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia wśród uczniów ze skrajnymi ocenami półrocznymi, tj. oceną 5 w grupie kontrolnej miejskiej oraz oceną 2 w grupie kontrolnej wiejskiej. Otrzymany wynik może świadczyć o rozproszeniu podczas rozwiązywania testów, braku skupienia, a także o braku odpowiedzialnego podejścia do rozwiązywania zadań.

W przypadku uczniów z grupy eksperymentalnej miejskiej zauważono zbliżone wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w odniesieniu do półrocznej oceny z fizyki. Największą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskali uczniowie najslabsi, z półroczną oceną 2. Dla wspomnianych uczniów narzędzia TIK mogły być dodatkową motywacją do pracy. W przypadku grupy eksperymentalnej wiejskiej otrzymane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia były bardziej zróżnicowane w porównaniu do poprzedniej grupy. Największą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskano wśród uczniów z oceną 3, co podobnie jak zaznaczono wcześniej, może wynikać z dodatkowej motywacji w tej grupie.

1.2. Analiza wyników badań różnic występujących w definicyjnym rozumieniu zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

Wzorem poprzedniej analizy, pytania sprawdzające rozumienie zagadnień fizycznych z pierwszego, tj. definicyjnego poziomu, zostały podzielone na dwa obszary. Pierwszy z nich dotyczył rozumienia definicji. Sprawdzone ich rozumienie z zakresu fal mechanicznych, tj. długość fali, częstotliwość, amplituda, okres fali (zadanie 5), oraz definicyjnego zakresu częstotliwości ultradźwięków (zadanie 9). Drugi obszar sprawdzał rozumienie przez uczniów desygnatów wybranych pojęć. Zadaniem uczniów było wskazanie desygnatów ruchu drgającego (zadanie 4) oraz desygnatów fal elektromagnetycznych wraz z ich zastosowaniem (zadanie 16).

Definicyjna wiedza uczniów z zakresu drgań i fal. Wykorzystując test chi-kwadrat, porównano wyniki testu rozumienia końcowego z wynikami testu rozumienia wstępnego we wszystkich grupach eksperymentalnych i kontrolnych. Określono współczynnik istotności (p), na podstawie którego oceniono, czy otrzymane różnice w przeprowadzonych testach rozumienia mają wartość istotną statystycznie. W tabeli 17 wyróżniono grupy, w których uzyskana różnica w wynikach testów rozumienia miała wartość istotną statystycznie ($p < 0,05$).

Tabela 17. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru definicji, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
5	GEM (N=90)	17	77	60	p<0,001	niski – wysoki
	GKM (N=16)	50	69	19	0,472	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=50)	30	88	58	p<0,001	niski – wysoki
	GKW (N=17)	35	76	41	0,038	średni – wysoki
9	GEM (N=90)	18	83	65	p<0,001	niski – wysoki
	GKM (N=16)	63	75	12	0,703	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=50)	52	84	32	0,001	średni – wysoki
	GKW (N=17)	53	71	18	0,48	wynik statystycznie nieistotny

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

Analiza wyników badań odpowiedzi dotyczących definicji fal mechanicznych (zadanie 5) pokazuje, iż uczniowie w obu grupach eksperymentalnych (miejskiej i wiejskiej) uzyskali różnicę istotną statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia wstępnego oraz końcowego. Należy również zaakcentować, że istotną różnicę w przeprowadzonych testach rozumienia uzyskała także grupa kontrolna wiejska. Jednak przedstawione w tabeli 17 wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia dla analizowanego zadania wskazują, że grupa kontrolna wiejska uzyskała najniższą jego wartość (41 p.p.) w porównaniu do grup eksperymentalnych (60 p.p. i 58 p.p.). Widoczna jest zatem różnica w rozumieniu zagadnień fizycznych w grupach poddanych eksperymentowi pedagogicznemu. Opierając się na zaprezentowanych wynikach, można stwierdzić, iż narzędzia TIK przyczyniły się do większej poprawy rozumienia w zakresie badanego zagadnienia fizycznego w porównaniu do kształcenia tradycyjnego.

Z analizy wyników badań odpowiedzi uczniów dotyczących definicyjnych zakresów wybranych dźwięków (zadanie 9) wynika, iż w przypadku tego zadania jedynie grupy eksperymentalne (miejska i wiejska) uzyskały różnicę istotną statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia. W grupach kontrolnych (miejska i wiejska) nie otrzymano różnicy istotnej statystycznie w teście końcowym w porównaniu do testu wstępnego. Zauważalne są więc różnice w rozumieniu badanego zagadnienia fizycznego wśród uczniów grup eksperymentalnych oraz grup kontrolnych, świadczące o lepszym rozumieniu analizowanych zagadnień fizycznych w grupach eksperymentalnych.

Stan wiedzy definicyjnej uczniów w omawianych zagadnieniach, scharakteryzowany na podstawie testu rozumienia wstępnego, w grupach, w których uzyskano statystycznie istotne różnice we wspomnianych testach, był zróżnicowany, odpowiednio: niski lub średni. Średni stan wiedzy może wynikać z faktu, iż uczniowie wykazali się już pewną wiedzą z badanego tematu. Po przeprowadzeniu testu rozumienia końcowego stan wiedzy uczniów wszystkich charakteryzowanych grup był wysoki.

Opierając się na przedstawionych informacjach, można przypuszczać, iż pomocne w odtwarzaniu wiedzy definicyjnej mogły być zaproponowane narzędzia TIK. Wskaźnikiem z arkusza obserwacji pracy ucznia, oceniającym celowość zaproponowanych symulacji oraz filmu w zdefiniowaniu wielkości charakteryzujących fale, było pytanie 17 (weryfikujące zadanie testowe 5). Zapytano również nauczycieli, czy włączona do lekcji symulacja pomogła uczniom w zdefiniowaniu zakresu wybranych fal dźwiękowych (pytanie 21 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 9).

Odnosząc się do pytania 17 w arkuszu obserwacji pracy ucznia (weryfikujące zadanie testowe 5), większość nauczycieli (7/8) zgodnie odpowiedziała: *zdecydowanie tak* – zaproponowana symulacja, przedstawiająca impuls falowy, grzbiet fali, dolinę fali, oraz film prezentujący amplitudę, długość fali oraz częstotliwość, były pomocne w zdefiniowaniu wybranych pojęć fizycznych. Jako uzasadnienie nauczyciele wskazali m.in., iż *symulacje umożliwiły dokładne wskazanie wybranych wielkości fizycznych, dzięki czemu uczniowie mogli skupić na dłużej uwagę na wybranych wielkościach, przeanalizować dokładnie metody ich wyznaczania*⁴⁵⁹. Nauczyciele ocenili, iż symulacje pozwoliły na analizę wybranych wielkości fizycznych i ich zobrazowanie – co ma znaczenie w rozumieniu definicji. Jeden z nauczycieli zwrócił uwagę, iż w symulacji uczeń ma możliwość dowolnego zmieniania parametrów, co wyzwala w nim aktywność i ciekawość. Definicje z zakresu fal mechanicznych, w opinii tego samego nauczyciela, są trudne dla ucznia, symulacja zaś ułatwia ich zapamiętanie oraz zdefiniowanie. Jeden nauczyciel udzielił odpowiedzi: *raczej nie*, uzasadniając, iż jego uczniowie, obserwując symulację, domyślili się, co to jest grzbiet fali i dolina oraz amplituda fali, jednak długość, okres i częstotliwość fali musiał zdefiniować już samodzielnie.

W arkuszu obserwacji pracy ucznia zapytano również nauczycieli, czy zaproponowana symulacja pomogła uczniom w zdefiniowaniu zakresu wybranych fal dźwiękowych

⁴⁵⁹ Pisownia oryginalna.

(pytanie 21 weryfikujące zadanie testowe 9). Większość nauczycieli (5/8) na zadane pytanie odpowiedziała: *zdecydowanie tak* oraz *raczej tak* (2/8), uzasadniając, iż uczniowie utrwalili sobie zakresy wybranych dźwięków, symulacja wzbudziła zaciekawienie uczniów. Jeden z nauczycieli wskazał, iż uczniowie spontanicznie wymyślili rywalizację między sobą w zakresie dźwięków, jakie słyszą, a tym samym utrwalili zakresy ich częstotliwości. Nauczyciele zwrócili uwagę, iż dzięki możliwości samodzielnego sprawdzenia wybranych dźwięków uczniowie sprawniej mogli zapamiętać ich zakresy. Jeden z nauczycieli wskazał *raczej nie*, motywując swoją odpowiedź faktem, iż jego uczniowie grają na różnych instrumentach, a tym samym zakresy wybranych dźwięków były im już znane.

Kończąc rozważania z obszaru definicyjnego pierwszego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, warto zaakcentować, iż uzyskano efekt w postaci statystycznie istotnych różnic w wynikach przeprowadzonych testów rozumienia, tj. testu wstępnego oraz końcowego. Tym samym uzyskano istotną różnicę, czyli poprawę stanu wiedzy i rozumienia z zakresu pierwszego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru definicji, we wszystkich grupach eksperymentalnych, w których proces dydaktyczny został wzbogacony o narzędzia TIK. W opinii nauczycieli wdrożone narzędzia TIK umożliwiły samodzielne dochodzenie uczniów do wiedzy, pracę we własnym tempie, wprowadziły element zaskoczenia, zaciekawienia do tradycyjnych lekcji, a także chęć rywalizacji wśród badanych uczniów oraz wpłynęły na większe zainteresowanie omawianym zagadnieniem fizycznym. Zastosowane narzędzia TIK zatrzymały również uwagę uczniów na danej definicji oraz pomogły ją zilustrować, na co wskazali nauczyciele w arkuszu obserwacji pracy ucznia.

Rozumienie desygnatów z zakresu drgań i fal. Wykorzystując test chi-kwadrat, porównano wyniki testu rozumienia końcowego z wynikami testu rozumienia wstępnego w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych (tabela 18).

Na podstawie informacji ujętych w tabeli 18 można zauważyć, iż różnicę istotną statystycznie w wynikach przeprowadzonych testów rozumienia, tj. testu wstępnego oraz końcowego, otrzymano jedynie w grupach eksperymentalnych, dotyczyło to wszystkich analizowanych w tej części pracy zagadnień fizycznych. W grupach kontrolnych nie otrzymano istotnych różnic w wynikach testów rozumienia. Przedstawione dane skłaniają do stwierdzenia, iż zaproponowane narzędzia TIK istotnie wpłynęły na zwiększenie rozumienia zagadnień fizycznych poddanych analizie w tej części pracy.

Tabela 18. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru desygnatów, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
4	GEM (N=90)	32	62	30	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=16)	50	50	0	1	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=50)	46	88	42	p<0,001	średni – wysoki
	GKW (N=17)	71	71	0	1	wynik statystycznie nieistotny
16	GEM (N=90)	43	68	25	0,002	średni – średni
	GKM (N=16)	50	50	0	1	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=50)	44	72	28	0,008	średni – wysoki
	GKW (N=17)	29	53	24	0,296	wynik statystycznie nieistotny

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

W przypadku zadania (4) polegającego na wskazaniu przykładów ruchu drgającego, największa wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskana została wśród uczniów grupy eksperymentalnej wiejskiej (42 p.p.), niższa w grupie eksperymentalnej miejskiej (30 p.p.). Określony stan wiedzy początkowej uczniów z zakresu analizowanego zadania był niski w przypadku grupy eksperymentalnej miejskiej oraz średni w grupie eksperymentalnej wiejskiej. Wskazany średni stan wiedzy w teście wstępnym prawdopodobnie wynika z prostych przykładów dobranych w teście wstępnym oraz powszechnego użycia słowa „drgania” w życiu codziennym.

W odniesieniu do zadania sprawdzającego rozumienie przykładów fal elektromagnetycznych (zadanie 16) wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia w grupach eksperymentalnych była zbliżona, wyniosła odpowiednio 25 p.p. dla grupy eksperymentalnej miejskiej oraz 28 p.p. dla grupy eksperymentalnej wiejskiej. Stan wiedzy początkowej we wszystkich analizowanych grupach był średni. Stan wiedzy końcowej grupy eksperymentalnej miejskiej nie zmienił się, natomiast grupy eksperymentalnej wiejskiej zmienił się na wysoki, co może być związane z tym, że lekcję prowadził inny nauczyciel oraz z odmienną reakcją uczniów na wprowadzone innowacje.

Warto zwrócić uwagę na różnicę występującą w badanym obszarze. Większą wartość bezwzględnych przyrostów rozumienia uzyskano w zakresie desygnatów ruchu drgającego (zadanie 4) w porównaniu do desygnatów fal elektromagnetycznych (zadanie 16). Różnica ta może wynikać z możliwości łatwiejszego zobrazowania tego tematu, wykorzystaniu

interaktywnego testu co sugerowali nauczyciele w arkuszu obserwacji pracy ucznia. Ponadto zadanie dotyczące desygnatów ruchu drgającego nawiązywało do przykładów z życia codziennego.

W ramach analizowanego poziomu rozumienia zebrano również odpowiedzi nauczycieli dotyczące możliwości oddziaływania narzędzi TIK na rozumienie analizowanych zagadnień fizycznych. W arkuszu obserwacji pracy ucznia zapytano nauczycieli, czy interaktywny test *Kahoot!* pomógł uczniom utrwalić przykłady ruchu drgającego (pytanie 1 weryfikujące zadanie testowe 4). Zapytano również nauczycieli, czy symulacja zaproponowana w toku danej lekcji wzbudziła ciekawość uczniów, zachęciła do zadawania pytań dotyczących fal elektromagnetycznych, a tym samym, czy wpłynęła na rozumienie desygnatów z zakresu analizowanego zagadnienia (pytanie 25 weryfikujące zadanie testowe 16).

Odnosząc się do testu *Kahoot!*, większość nauczycieli (7/8) prowadzących lekcje była zgodna, wskazując odpowiedź *zdecydowanie tak*, jeden nauczyciel udzielił odpowiedzi *raczej tak* (pytanie 1 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 4). Jako uzasadnienie nauczyciele wskazali, iż nauka przez zabawę jest bardzo dobrą metodą utrwalenia wiadomości, wzbudzającą pozytywne emocje wśród uczniów, wpływającą na dynamikę lekcji. Przykłady ruchu drgającego przedstawione w postaci słownej lub graficznej wzbudziły ciekawość uczniów, także tych, którzy mają problemy z rozumieniem fizyki. Nauczyciele w swoich wypowiedziach zwrócili także uwagę, iż dodatkową zaletą interaktywnego testu jest natychmiastowa odpowiedź zwrotna, dzięki której uczeń wie, co należy jeszcze powtórzyć.

Na kolejne pytanie (pytanie 25 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 16) zebrane odpowiedzi nauczycieli były pozytywne: *zdecydowanie tak* (5/8) lub *raczej tak* (3/8). Zaproponowana symulacja wzbudziła ciekawość uczniów i zachęciła do zadawania pytań z zakresu fal elektromagnetycznych. Jako uzasadnienie swoich odpowiedzi nauczyciele wskazali, iż: *wprowadzona symulacja sprawiła, że uczniowie dopytywali nauczyciela o różne zagadnienia z powyższego tematu. Z zaciekawieniem sprawdzali wybrane zastosowania oraz zakresy częstotliwości dla wybranych fal elektromagnetycznych*⁴⁶⁰. W opinii nauczycieli uczniowie chętnie dzielili się własną wiedzą na temat fal elektromagnetycznych, zadawali wiele tematycznych pytań (np. o zasadę działania radia).

⁴⁶⁰ Pisownia oryginalna.

Symulacja wzbudziła ciekawość poznawczą uczniów. Nauczyciele zwrócili również uwagę, iż zaproponowana wizualizacja w przejrzysty sposób przedstawia zastosowanie fal w oparciu o ich długość i częstotliwość, co ma znaczenie dla efektywniejszego zapamiętania i zrozumienia tychże desygnatów.

Z analizy zebranego materiału, tj. wyników przeprowadzonych testów rozumienia oraz odpowiedzi nauczycieli w arkuszu obserwacji pracy ucznia, wynika jednoznacznie, iż istotna poprawa rozumienia z zakresu pierwszego (definicyjnego) poziomu, obszaru wskazywania desygnatów nastąpiła za sprawą wdrożonych narzędzi TIK. Może mieć to związek z zastosowanym testem interaktywnym, który wzbudził wśród uczniów pozytywne emocje, chęć rywalizacji, fascynację nowym narzędziem, a tym samym wpłynął na lepsze zapamiętanie, a w konsekwencji zrozumienie wybranych zagadnień fizycznych. Ponadto nauczyciele wskazali, iż interaktywne testy są interesującą i emocjonującą formą przyswojenia wiadomości, wpływającą na utrwalenie desygnatów.

Natomiast zaproponowana symulacja pomogła uczniom zwizualizować omawiane zagadnienia fizyczne, co również miało znaczenie dla poprawy ich rozumienia. W arkuszu obserwacji pracy ucznia nauczyciele wskazali, iż lekcje z zastosowaniem zaproponowanych narzędzi TIK przyczyniły się do większego zainteresowania omawianym tematem oraz większego skupienia uczniów.

Na podstawie analizy otrzymanych bezwzględnych przyrostów rozumienia zauważono także różnicę w obszarze desygnatów, która wskazuje, iż lepsze zrozumienie uzyskano w przypadku desygnatów ruchu drgającego występujących w życiu codziennym, w porównaniu do fal elektromagnetycznych. Otrzymana różnica wynika prawdopodobnie z lepszego zobrazowania danego zagadnienia, interaktywnego testu oraz nawiązania do życia codziennego, co zostało opisane we wcześniejszej części pracy.

Ogólne porównanie wyników definicyjnego rozumienia zagadnień fizycznych w klasach 8. W celu sprawdzenia, czy uzyskane różnice w testach rozumienia mogą być następstwem wdrożenia narzędzi TIK w toku lekcji, wykonano test Wilcoxona dla par związanych, mający na celu porównanie wyników testów rozumienia wstępnego i końcowego we wszystkich grupach poddanych eksperymentowi pedagogicznemu. Otrzymane wyniki zestawiono parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna z danego środowiska edukacyjnego. Rezultaty badań przedstawia tabela 19. W tabeli wyróżniono grupy, w których otrzymana różnica w przeprowadzonych testach rozumienia miała wartość statystycznie istotną.

Tabela 19. Porównanie otrzymanych wyników badań pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 8, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych

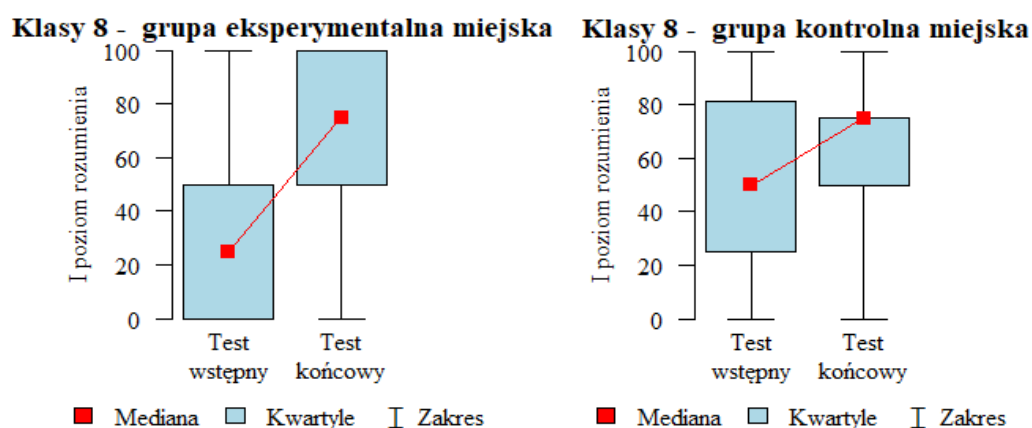
Grupa	Test rozumienia	$\bar{x} \pm SD$	Mediana	Kwartyle	p
GEM (N=90)	T _w	27,5 ± 23,72	25	0 – 50	p<0,001
	T _k	72,5 ± 28,31	75	50 – 100	
GKM (N=16)	T _w	53,12 ± 36,37	50	25 – 81	0,316
	T _k	60,94 ± 30,23	75	50 – 75	
GEW (N=50)	T _w	43 ± 30,74	50	25 – 75	p<0,001
	T _k	83 ± 23,93	100	75 – 100	
GKW (N=17)	T _w	47,06 ± 19,53	50	25 – 50	0,017
	T _k	67,65 ± 27,62	75	50 – 75	

p - test Wilcozona dla par wiązanych, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, $\bar{x} \pm SD$ - wynik średni wraz z odchyleniem standardowym

Jak pokazuje tabela 19, w przypadku grup ze szkół miejskich statystycznie istotną różnicę w przeprowadzonych testach rozumienia uzyskano jedynie w przypadku grupy eksperymentalnej (p<0,001). W grupie kontrolnej nie otrzymano różnicy statystycznie istotnej (p=0,316). Uczniowie grupy eksperymentalnej miejskiej charakteryzowali się więc lepszym zrozumieniem zagadnień z pierwszego poziomu rozumienia w porównaniu do grupy kontrolnej miejskiej.

Odnosząc się ponownie do wyników badań zamieszczonych w tabeli 19, należy zauważyć, iż w przypadku uczniów ze szkół wiejskich zarówno grupa eksperymentalna, jak i grupa kontrolna uzyskały statystycznie istotne różnice w przeprowadzonych testach rozumienia, w zakresie pierwszego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych. Otrzymany wynik zostanie zweryfikowany w dalszej części pracy, gdzie zostanie porównany bezwzględny przyrost rozumienia w grupie eksperymentalnej i w grupie kontrolnej w danym środowisku edukacyjnym, z wykorzystaniem testu statystycznego Manna-Whitneya.

Dodatkowo w celu dokładniejszej analizy uwzględniono wykresy skrzynkowe. Wykresy obrazują wyniki uzyskane w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, wśród uczniów klas 8, odpowiednio dla grup środowiska miejskiego (wykres 6) oraz wiejskiego (wykres 7). Na omawianych dalej wykresach nie zauważono uczniów, których wyniki byłyby odstające lub ekstremalne.



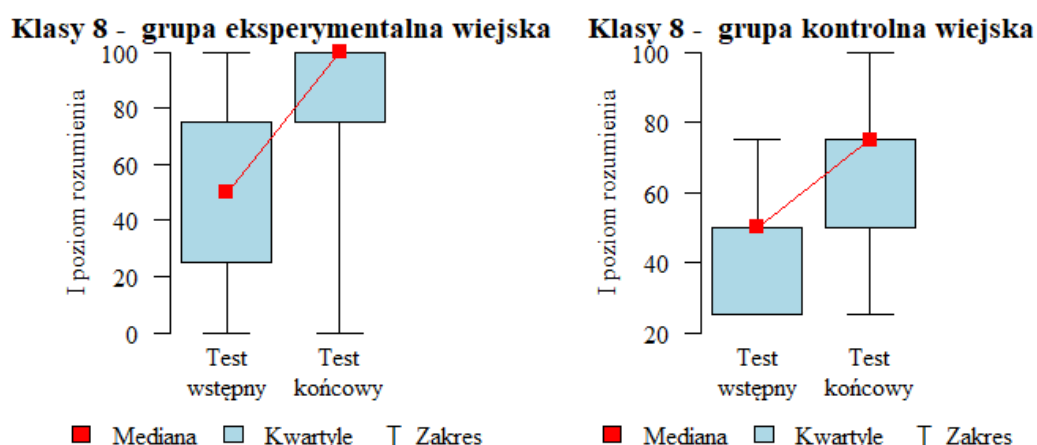
Wykres 6. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich

Wykresy prezentują zarówno rozrzuty symetryczne, jak i asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w grupie kontrolnej miejskiej. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w tej grupie w teście wstępnym, a mniejszym – w teście końcowym.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego w każdej analizowanej grupie. Jednak, jak widać na wykresach, mediana bardziej rośnie w grupie eksperymentalnej, co świadczy o większej poprawie rozumienia w tej grupie.

Analizując wykres 6, warto odnieść się także do wyników najslabszych oraz najlepszych uczniów. W grupie eksperymentalnej co czwarty uczeń nie udzielił żadnej poprawnej odpowiedzi w teście wstępnym, natomiast w grupie kontrolnej najslabsi uczniowie udzieli 25% lub mniej poprawnych odpowiedzi. Stan ten spowodowany jest lepszym początkowym zrozumieniem sprawdzanych zagadnień fizycznych w teście wstępnym w grupie kontrolnej.

Biorąc po uwagę grupę eksperymentalną, co czwarty uczeń wskazał 100% prawidłowych odpowiedzi w teście końcowym (na podstawie wartości kwartyla 3). Natomiast w grupie kontrolnej połowa uczniów udzieliła powyżej 75% prawidłowych odpowiedzi. Świadczy to o wyższych wynikach uzyskanych w grupie eksperymentalnej.



Wykres 7. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich

Wykresy prezentują zarówno rozrzuty symetryczne, jak i asymetryczne (położenie mediany w stosunku do pierwszego i trzeciego kwartyła). „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w grupie eksperymentalnej wiejskiej. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w tej grupie w teście wstępnym, a mniejszym w teście końcowym.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego w każdej analizowanej grupie. Jednak, jak widać na wykresie, mediana bardziej rośnie w grupie eksperymentalnej, co świadczy o większej poprawie rozumienia.

Analizując wykres 7, warto odnieść się także do wyników najsłabszych oraz najlepszych uczniów. W przypadku grupy eksperymentalnej co czwarty uczeń udzielił 25% lub mniej poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, natomiast w grupie kontrolnej dokładnie 25%. W teście końcowym w grupie eksperymentalnej udzielono 75% lub mniej poprawnych odpowiedzi, natomiast w grupie kontrolnej 50% lub mniej. Otrzymany wynik świadczy o większej poprawie rozumienia wśród najsłabszych uczniów grupy eksperymentalnej w porównaniu do grupy kontrolnej.

W przypadku grupy eksperymentalnej połowa uczniów wskazała 100% prawidłowych odpowiedzi w teście końcowym, w grupie kontrolnej zaś powyżej 75% poprawnych odpowiedzi. Świadczy to o wyższych wynikach w grupie eksperymentalnej wśród najlepszych uczniów.

Ogólne porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia definicyjnego w klasach 8 parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna. Wykonano także test Manna-Whitneya w celu sprawdzenia, czy rozumienie zagadnień fizycznych uległo większej poprawie w wyniku wdrożenia narzędzi TIK podczas lekcji, w porównaniu do lekcji prowadzonych metodą tradycyjną. Porównano bezwzględny przyrost rozumienia parami w grupie eksperymentalnej i kontrolnej z danego środowiska edukacyjnego. Otrzymane rezultaty badań zestawiono w tabeli 20.

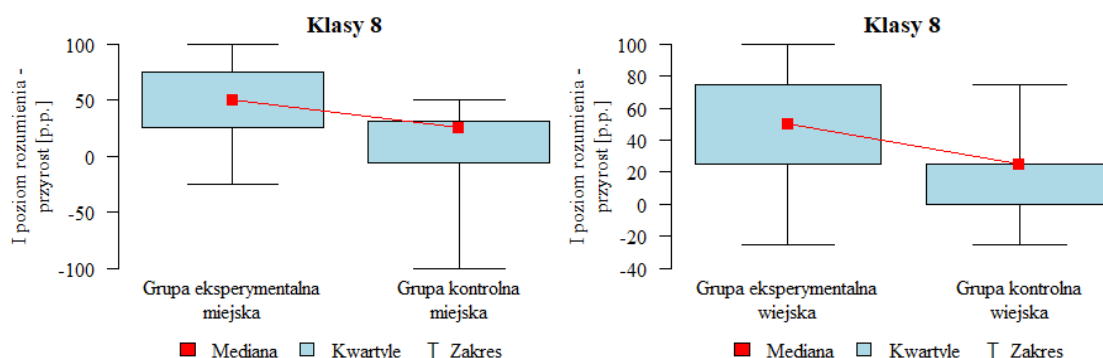
Tabela 20. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na pierwszym, tj. definicyjnym poziomie rozumienia zagadnień fizycznych w klasach 8, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej

Grupa	I poziom rozumienia							P
	Średnia	SD	Mediana	Min	Max	Q1	Q3	
GEM (N=90)	45	30,72	50	-25	100	25	75	p<0,001
GKM (N=16)	8	41,55	25	-100	50	-6	31	
GEW (N=50)	40	31,94	50	-25	100	25	75	0,030
GKW (N=17)	21	29,63	25	-25	75	0	25	

p - test Manna-Whitneya, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, SD - odchylenie standardowe, Q1 - kwartył pierwszy, Q3 - kwartył trzeci

Na podstawie wyników zamieszczonych w tabeli 20 wskazać należy, iż w zakresie pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia otrzymano istotną statystycznie różnicę w bezwzględnym przyroście rozumienia w grupie eksperymentalnej w porównaniu do grupy kontrolnej, w obu analizowanych środowiskach edukacyjnych (miejskim i wiejskim). Jego wartość w zadaniach na pierwszym poziomie rozumienia była istotnie wyższa w grupach eksperymentalnych niż w grupach kontrolnych. Uzyskano większą poprawę rozumienia dzięki zastosowaniu narzędzi TIK.

W celu lepszego zobrazowania wyników przedstawiono je na wykresach skrzynkowych (wykres 8).



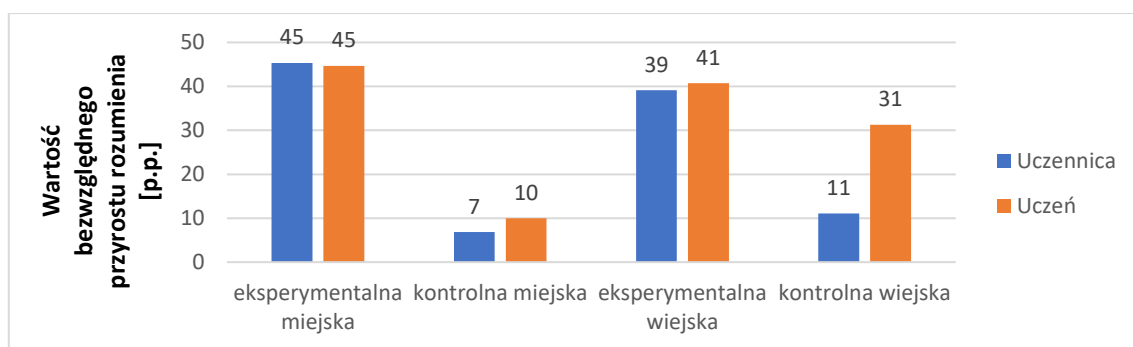
Wykres 8. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 8 na pierwszym, tj. definicyjnym poziomie rozumienia zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia w środowisku miejskim w grupach eksperymentalnej i kontrolnej pozwala ocenić, iż w przypadku grupy eksperymentalnej miejskiej zakres otrzymanych wyników jest mniejszy (na podstawie odległości skrajnych wąsów).

Należy zauważyć różnice występujące w grupie najlepszych uczniów. W przypadku szkół miejskich co czwarty uczeń grupy eksperymentalnej uzyskał między 75 p.p. a 100 p.p. bezwzględnego przyrostu rozumienia. Dla porównania: w grupie kontrolnej – między 31 p.p. a 50 p.p. W grupie eksperymentalnej najlepsi uczniowie ze szkół wiejskiej uzyskali od 75 p.p. do 100 p.p., w grupie kontrolnej od 25 p.p. do 75 p.p. Znacznie większy bezwzględny przyrost rozumienia w grupach eksperymentalnych wynika z lepszego rozumienia zagadnień fizycznych przypisanych do pierwszego poziomu w tej grupie uczniów.

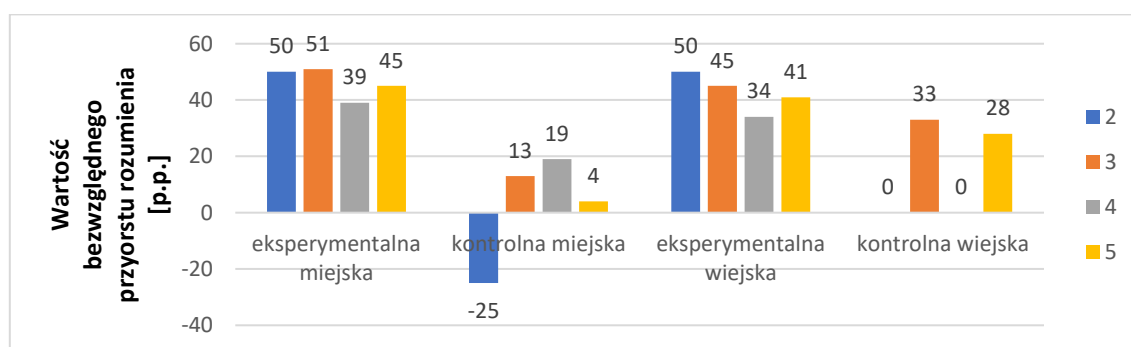
Na wykresie zauważalne są również ujemne wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia. W grupie kontrolnej miejskiej 25% uczniów uzyskało ujemny (-6 p.p. lub niższy) bezwzględny przyrost rozumienia, co prawdopodobnie wynika z niedostatecznego skupienia, przypadkowych odpowiedzi na pytanie.

Znaczenie zmiennych pośredniczących dla uzyskanych wyników badań. W kolejnej części analizy sprawdzono, czy zmienne pośredniczące, tj. płeć (wykres 9) oraz półroczna ocena z fizyki (wykres 10), miały znaczenie w przypadku analizowanego bezwzględnego przyrostu rozumienia zagadnień fizycznych.



Wykres 9. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia, z podziałem na płeć

Analizując wyniki badań przedstawionych na wykresie 9 z uwzględnieniem podziału uczniów na płeć, zauważyć należy, iż w przypadku grup kontrolnych uczniowie wykazali się lepszym zrozumieniem analizowanych zagadnień fizycznych. Natomiast w przypadku grup eksperymentalnych różnica pomiędzy uczennicami a uczniami każdorazowo się wyrównuje, co może wskazywać, iż narzędzia TIK bardziej przyczyniły się do poprawy rozumienia wśród uczennic.



Wykres 10. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki

Analizując wyniki badań przedstawione na wykresie 10 z uwzględnieniem podziału uczniów, biorąc pod uwagę półroczną ocenę z fizyki, należy zauważyć, iż w obu grupach kontrolnych uzyskano znacznie niższe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w porównaniu do grup eksperymentalnych. Niejednokrotnie jego wartość w grupach kontrolnych wyniosła 0 lub miała wartość ujemną, szczególnie wśród uczniów z najniższą oceną półroczną z fizyki. Stan ten może być spowodowany niedostatecznym skupieniem uwagi, brakiem motywacji do nauki.

Odnosząc się do grup eksperymentalnych, należy zauważyć, iż największe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia osiągnięto w przypadku najsłabszych uczniów, tj. z półroczną oceną 2 w grupie eksperymentalnej wiejskiej oraz z półroczną oceną 2 lub 3 w grupie eksperymentalnej miejskiej. Można więc domniemywać, iż w grupie najsłabszych uczniów narzędzia TIK stały się czynnikiem motywującym, zachęcającym do pracy.

1.3. Podsumowanie wyników badań definicyjnego rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów, oparte na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.

W ramach podsumowania zrealizowanych badań rozumienia zagadnień fizycznych w zakresie pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia, jako główny wniosek należy wskazać, iż zarówno uczniowie klas 7, jak i klas 8 we wszystkich grupach eksperymentalnych wykazali się większą poprawą rozumienia zagadnień fizycznych przypisanych do analizowanego poziomu rozumienia w porównaniu do grup kontrolnych.

Porównując testem Wilcozona ogólne wyniki definicyjnego rozumienia zagadnień fizycznych w klasach 7 i w klasach 8, należy zauważyć, iż w przypadku klas 7 jedynie w grupach eksperymentalnych uzyskano różnice istotne statystycznie w zakresie omawianego poziomu rozumienia. Odnosząc się do wyników klas 8, różnicę istotną statystycznie uzyskano w przypadku wszystkich grup eksperymentalnych oraz w grupie kontrolnej wiejskiej. W tym przypadku odwołano się do różnicy wartości bezwzględnych przyrostów rozumienia pomiędzy grupą eksperymentalną wiejską oraz kontrolną wiejską. Wykonany test statystyczny Manna-Whitneya wskazał, iż istnieje istotna różnica w wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia w porównywanych grupach. Bezwzględny przyrost rozumienia w grupie eksperymentalnej miał wartość 40 p.p., natomiast w grupie kontrolnej 21 p.p.

Opierając się na zaprezentowanych w tej części pracy wynikach, można wnioskować, iż uzyskane różnice w rozumieniu zagadnień fizycznych przypisanych do pierwszego poziomu rozumienia we wszystkich grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych były następstwem wprowadzenia narzędzi TIK do lekcji.

Interesujące różnice zauważono także w przypadku udzielonych odpowiedzi w grupie najlepszych uczniów. Każdorazowo zaobserwowano, iż w omawianej grupie uzyskano znacznie wyższe wyniki w grupach eksperymentalnych niż w grupach kontrolnych. Niejednokrotnie uzyskane wyniki pokrywały się z maksymalną liczbą punktów w przypadku

grup eksperymentalnych, czego nie obserwowano tak często w grupach kontrolnych. Każdorazowo zauważono również znaczną poprawę rozumienia wśród najsłabszych uczniów grupy eksperymentalnej w porównaniu do grupy kontrolnej.

Zweryfikowano więc pierwszą hipotezę badawczą i uzyskano potwierdzenie, że definicyjny poziom rozumienia zagadnień fizycznych ulegnie zmianie, nastąpi większa poprawa rozumienia zagadnień fizycznych z zakresu badanego poziomu dzięki zastosowaniu narzędzi TIK w porównaniu z kształceniem tradycyjnym. Uzyskano tym samym odpowiedź na postawiony pierwszy szczegółowy problem badawczy, dotyczący różnic, jakie wystąpią na poziomie rozumienia definicyjnego zagadnień fizycznych przez uczniów, jeśli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.

Nauczyciele prowadzący lekcje w grupach eksperymentalnych wskazali w arkuszu obserwacji pracy ucznia, iż zaproponowane narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych umożliwiły samodzielne dochodzenie uczniów do wiedzy, pracę we własnym tempie, wprowadziły element zaskoczenia do tradycyjnych lekcji, zmotywowały podopiecznych do pracy, a także wzbudziły chęć rywalizacji wśród badanych uczniów. Uczniowie wykazali większe zainteresowanie tematem. Z uwagi na ciekawą grafikę wdrożone narzędzia TIK zatrzymały również uwagę uczniów na danej definicji czy pojęciu fizycznym, pomogły zobrazować wybrane wielkości fizyczne, co również akcentowali nauczyciele w arkuszu obserwacji pracy ucznia.

Istotna poprawa rozumienia w grupach eksperymentalnych, poparta odpowiedziami nauczycieli w arkuszu obserwacji pracy ucznia, może znaleźć uzasadnienie w słowach M. Żylińskiej, według której fascynujące zagadnienia powinny zostać przedstawione w atrakcyjnej dla ucznia formie, bogatej w emocje, unikając niepotrzebnej werbalizacji. Werbalne wyjaśnienie pojęć fizycznych nie spowoduje ich zrozumienia z uwagi na to, że podczas czytania i słuchania w mózgu tworzą się inne reprezentacje niż podczas samodzielnej obserwacji i doświadczania⁴⁶¹.

Podobne wnioski dotyczące roli narzędzi TIK prezentuje również K. Majewska, która opracowała badania poruszające tematykę prowadzenia lekcji z wykorzystaniem tablic interaktywnych. W swoich badaniach przedstawiła wnioski, iż wykorzystanie narzędzi interaktywnych zwiększa efektywność procesu zapamiętania wiadomości, m.in. dzięki wykorzystaniu kolorów oraz dźwięków przyciągających uwagę, zaangażowaniu wielu kanałów

⁴⁶¹ M. Żylińska, *Neurodydaktyka, czyli...*, op. cit., s. 18-19.

sensorycznych rejestrujących wiedzę. Interaktywne ćwiczenia umożliwiają otrzymanie natychmiastowej informacji zwrotnej na temat poprawności procesów myślowych i postępów ucznia. Przyjazna atmosfera podczas lekcji sprzyja nauce, pozytywnym skojarzeniom, wzbudza emocje, wzmacnia zaangażowanie uczniów, aktywny udział w lekcji⁴⁶².

Ponadto na podstawie uzyskanych wyników badań wyciągnięto wnioski dotyczące rozumienia konkretnych zagadnień fizycznych. Szczegółowe spostrzeżenia w analizowanym poziomie wynikają z podziału pytań na dwa obszary, tj. obszar definicji i obszar desygnatów. Otrzymane wyniki powinny zostać zweryfikowane w dalszym etapie badań po uwzględnieniu analizy konkretnych przypadków.

Porównując bezwzględny przyrost rozumienia w obszarze definicji w klasach 7, zauważono, iż rozumienie definicyjnego znaczenia tarcia i jego konsekwencji uzyskało większy i powtarzalny bezwzględny przyrost rozumienia w porównaniu do definicyjnego rozumienia II zasady dynamiki Newtona oraz definicyjnego rozumienia sił akcji-reakcji. Uzyskana różnica wynika prawdopodobnie z życiowych sytuacji, o które pytani byli uczniowie w teście rozumienia, co nawiązuje ściśle do zasady świadomego i aktywnego udziału uczniów w procesie nauczania-uczenia się oraz zasady wiązania teorii z praktyką. Częste nawiązywanie do praktyki ma na celu zachowanie ciągłości wiedzy teoretycznej i praktycznej⁴⁶³.

W obszarze desygnatów, w klasach 7 również zauważono różnice w rozumieniu analizowanych zagadnień fizycznych. Większe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskano w przypadku pytania dotyczącego spadku swobodnego w porównaniu do zastosowania siłomierza. Otrzymane różnice w przypadku spadku swobodnego mogą być następstwem prezentacji filmu, który w opinii nauczycieli wzbudził wśród uczniów duże emocje, zainteresowanie oraz niedowierzanie, co najprawdopodobniej miało znaczenie w przypadku otrzymanych wyników. Wskazywał to również J.L. Lewis, podkreślając, iż film stanowi cenne źródło inspiracji, motywacji, pobudza ciekawość oraz chęć eksperymentowania. Znajduje także szczególne zastosowanie do prezentacji zjawisk niemożliwych do zademonstrowania w szkolnej pracowni fizycznej⁴⁶⁴.

W obszarze desygnatów, w klasach 8 również dostrzeżono różnice w rozumieniu analizowanych zagadnień fizycznych. Uzyskano większe wartości bezwzględnego przyrostu

⁴⁶² K. Majewska, *Efektywność interaktywnej...*, op. cit., s. 36.

⁴⁶³ Cz. Fotyma, Cz. Ścisłowski, *Metodyka nauczania...*, op. cit., s. 57.

⁴⁶⁴ J.L. Lewis, *Nauczanie fizyki...*, op. cit., s. 244-246.

rozumienia w przypadku rozumienia desygnatów ruchu drgającego. Prawdopodobnie różnica może wynikać z przykładów ruchu drgającego, które zostały zaczerpnięte z życiowych sytuacji, bliskich uczniom (podobnie jak wyżej), dodatkowo wsparte zostały interaktywnym testem *Kahoot!*, zwiększającym dynamizm i motywację uczniów, a ponadto wizualizacją przykładów drgań.

Pozytywne znaczenie wspomnianej platformy do tworzenia interaktywnych testów zostało potwierdzone w licznych badaniach wskazujących, iż uczniowie wykorzystujący *Kahoot!* uzyskiwali znaczną poprawę ocen końcowych w porównaniu do uczniów kształconych metodami tradycyjnymi⁴⁶⁵. Dowiedziono również, iż *Kahoot!* pozytywnie oddziałuje na uczniów, zwiększa motywację, zainteresowania, zachęca uczniów do aktywnego udziału w lekcji i pomaga w jej lepszym zrozumieniu⁴⁶⁶. Ponadto monitorowanie postępów uczniów, częste powtarzanie wiadomości nawiązuje także do zasady systematyczności zdobywania wiedzy.

Na podstawie wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia zauważyć można, iż w klasach 8 narzędzia TIK przyczyniły się do lepszego zrozumienia zagadnień z obszaru definicji niż obszaru desygnatów pojęć. Zagadnienie to może stanowić kolejny etap badań, uwzględniający analizę konkretnych przypadków.

Odnosząc się do pierwszej zmiennej pośredniczącej, tj. płci uczniów, zauważono, iż w przypadku klas 7 w większości analizowanych grup uczennice uzyskały większe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w porównaniu do uczniów. Stan ten może wynikać z większej uwagi i skupienia uczennic. W przypadku klas 8 różnica w wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia pomiędzy uczennicami i uczniami grup eksperymentalnych jest niewielka. Natomiast w grupach kontrolnych każdorazowo uczniowie wykazali się większym zrozumieniem w stosunku do uczennic, co może prowadzić do wniosku, iż narzędzia TIK przyczyniły się do poprawy rozumienia w większym stopniu wśród uczennic, gdyż w wyniku włączenia tychże narzędzi do lekcji uczennice zbliżyły swój wynik do uczniów.

Odnosząc się do kolejnej zmiennej pośredniczącej, tj. półrocznej oceny z fizyki, zauważono, iż w klasach 7 w grupach eksperymentalnych największą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskali uczniowie najslabsi, z półroczną oceną 2 (GEM) lub

⁴⁶⁵ A.I. Wang, R. Tahir, *The effect...*, op. cit., s. 1-9.

⁴⁶⁶ *Ibidem*, s. 11.

3 (GEW). Dla wspomnianych uczniów narzędzia TIK mogą być dodatkową motywacją do pracy. W odniesieniu do grup eksperymentalnych klas 8 również uczniowie słabsi (z oceną półroczną 2 lub 3) uzyskali wyższą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia w badanym poziomie rozumienia. Na tej podstawie można wnioskować, iż narzędzia TIK miały znaczenie dla lepszego zrozumienia analizowanych zagadnień fizycznych z zakresu poziomu definicyjnego głównie wśród najsłabszych uczniów, z półroczną oceną 2 lub 3. Podobne wnioski przedstawia G. Karwasz, odwołując się do przeprowadzonych badań w ówczesnych gimnazjach. Wspomniane badania wskazały, iż istotnie wyższe efekty dydaktyczne otrzymano w przypadku wykorzystania różnorodnych form multimedialnych, największy przyrost wiedzy otrzymano zaś w przypadku uczniów najsłabszych, co pozwoliło wyciągnąć wniosek, iż odpowiednie formy multimedialne oddziałują pozytywnie oraz wyzwalały potencjał w grupie uczniów słabszych, dając im szansę dorównania do uczniów zdolniejszych⁴⁶⁷.

Nawiązując do środowiska edukacyjnego uczniów (miejskie lub wiejskie), nie zauważono różnic w rozumieniu zagadnień fizycznych w zakresie pierwszego poziomu.

2. Analiza wyników badań różnic występujących w rozumieniu zagadnień fizycznych na poziomie lokalnej komplikacji przez uczniów, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

2.1. Analiza wyników badań różnic występujących w rozumieniu zagadnień fizycznych na poziomie lokalnej komplikacji przez uczniów klas 7 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

Przeprowadzenie kolejnej analizy badań własnych podyktowane było pytaniem, czy rozumienie zagadnień fizycznych na poziomie lokalnej komplikacji było zróżnicowane ze względu na sposób prowadzenia lekcji (z wykorzystaniem narzędzi TIK lub bez). Tak jak w przypadku analizy poprzedniego poziomu pytania sprawdzające z zakresu drugiego poziomu rozumienia, tj. poziomu lokalnej komplikacji, zostały podzielone na dwa obszary. Pierwszy dotyczył wskazywania desygnatów pojęcia z uwzględnieniem prostych ograniczeń, jakie musi spełniać dany przykład. W obszarze tym sprawdzono rozumienie jednostki

⁴⁶⁷ G. Karwasz, *Dydaktyka kognitywistyczna: implementacje...*, op. cit., s. 135.

siły (zadanie 3), rozumienie spadku swobodnego ciała (zadanie 4) oraz rozumienie skutków bezwładności ciała (zadanie 5).

Drugi obszar sprawdzał rozumienie przez uczniów związane z komplikacją wybranych zagadnień fizycznych w celu rozwiązania prostych zadań. Sprawdzono rozumienie pojęcia oporów ruchu oraz możliwości jego zmniejszenia (zadanie 15) oraz rozumienie III zasady dynamiki Newtona z uwzględnieniem czterech cech sił akcji-reakcji (zadanie 16).

Wskazywanie desygnatów pojęcia z uwzględnieniem prostych ograniczeń, jakie musi spełniać dany przykład. We wszystkich grupach badawczych porównano wyniki testu rozumienia końcowego z wynikami testu rozumienia wstępnego, wykorzystując test chi-kwadrat. Na podstawie otrzymanego współczynnika istotności (p) wyróżniono w tabeli 21 grupy, w których różnice w przeprowadzonych testach miały wartość istotną statystycznie ($p < 0,05$).

Tabela 21. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu drugiego poziomu, tj. poziomu lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru wskazywania desygnatów pojęcia z uwzględnieniem prostych ograniczeń, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T_w (%)	T_k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
3	GEM (N=52)	56	83	27	0,006	średni – wysoki
	GKM (N=14)	36	43	7	1	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	51	77	26	0,025	średni – wysoki
	GKW (N=13)	69	69	0	1	wynik statystycznie nieistotny
4	GEM (N=52)	42	75	33	0,001	średni – wysoki
	GKM (N=14)	43	50	7	1	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	33	93	60	$p < 0,001$	niski – wysoki
	GKW (N=13)	46	62	16	0,694	wynik statystycznie nieistotny
5	GEM (N=52)	42	83	41	$p < 0,001$	średni – wysoki
	GKM (N=14)	36	43	7	1	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	40	79	39	$p < 0,001$	średni – wysoki
	GKW (N=13)	54	69	15	0,687	wynik statystycznie nieistotny

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

W charakteryzowanym obszarze przeprowadzona analiza wykazała istotne statystycznie różnice uzyskane w teście rozumienia wstępnego i końcowego dla wszystkich

zagadnień fizycznych w przypadku wszystkich grup eksperymentalnych. Podobnych różnic nie zaobserwowano w grupach kontrolnych.

Bezwzględny przyrost rozumienia z zakresu badanych zagadnień fizycznych był powtarzalny w grupach eksperymentalnych, w przypadku zadania dotyczącego jednostki siły (zadanie 3: 27 p.p. GEM, 26 p.p. GEW) oraz skutków bezwładności ciał (zadanie 5: 41 p.p. GEM, 39 p.p. GEW).

Interesująco przedstawia się wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia w przypadku zadania dotyczącego spadku swobodnego (zadanie 4). Jego wartość w grupie eksperymentalnej miejskiej jest prawie dwukrotnie niższa w porównaniu do grupy eksperymentalnej wiejskiej. Warto także odnieść się do zmiany stanu wiedzy, która tylko w tym przypadku w analizowanym obszarze zmieniła się z niskiej na wysoką. Uczniowie grupy wiejskiej wykazali się większym skupieniem oraz większym zainteresowaniem w przypadku analizowanego zagadnienia fizycznego, co wskazali nauczyciele w arkuszu obserwacji pracy ucznia.

Otrzymane wyniki przeprowadzonych testów rozumienia zestawiono z odpowiedziami nauczycieli zawartymi w arkuszu obserwacji pracy ucznia. Zapytano nauczycieli, czy symulacja umożliwiająca przesunięcie klocka przy użyciu wybranej siły lub przy zmianie masy klocka pomogła uczniom w zrozumieniu II zasady dynamiki Newtona, uwzględniając jednostkę siły (pytanie 9 weryfikujące zadanie testowe 3). Zadano również pytanie, czy animacja spadku swobodnego oraz nagranie *Apollo 15 Hammer-Feather Drop* sprawiły, iż uczniowie wyciągnęli wnioski dotyczące ruchu ciał swobodnie spadających (pytanie 19 weryfikujące zadanie testowe 4). Sprawdzone również przydatność symulacji zachowania niezabezpieczonej paczki w zobrazowaniu skutków gwałtownego hamowania lub przyspieszania w codziennym życiu (pytanie 4 weryfikujące zadanie testowe 5).

Zdania nauczycieli odnoszące się do pytania sprawdzającego przydatność symulacji dla rozumienia jednostki siły (pytanie 9 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 3) były podzielone. Uzyskano trzy odpowiedzi *zdecydowanie tak* oraz po jednej odpowiedzi: *raczej tak*, *nie mam zdania*, *raczej nie*. Odpowiedzi pozytywne wskazywały, iż dzięki włączeniu symulacji do lekcji uczniom łatwiej było wskazać jednostkę siły i zdefiniować ją na podstawie II zasady dynamiki Newtona. Odpowiedzi negatywne nauczycieli wynikały z faktu, iż jednostka siły nie była pokazana wprost. Uczniowie musieli przeanalizować zachowanie się ciał zaprezentowane na symulacji, a następnie wyciągnąć odpowiednie wnioski. Uzyskane opinie nauczycieli mają odzwierciedlenie

w najniższych wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia w przypadku analizowanego zagadnienia fizycznego w badanym obszarze.

W przypadku kolejnego sprawdzanego zagadnienia fizycznego, tj. spadku swobodnego, uzyskano pozytywne odpowiedzi nauczycieli prowadzących lekcje w grupach eksperymentalnych (pytanie 19 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 4). Większość nauczycieli (5/6) udzieliło odpowiedzi *zdecydowanie tak*, jeden nauczyciel odpowiedział *raczej tak*. Nauczyciele akcentowali w swoich wypowiedziach informację, iż obejrzany film bardzo zaintrygował uczniów oraz sprawił, że szybko doszli do wniosku dotyczącego rodzaju ruchu ciała swobodnie spadającego. Film rozbudził ciekawość uczniów oraz pomógł nauczycielowi w prezentacji trudnego doświadczenia, którego wykonanie w warunkach szkolnej pracowni fizycznej jest niemożliwe.

Przechodząc do ostatniego analizowanego zagadnienia fizycznego, wszyscy (6/6) nauczyciele zgodnie odpowiedzieli *zdecydowanie tak* (pytanie 4 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 5). W ich opinii zaproponowana symulacja w sposób bardzo sugestywny zobrazowała uczniom skutki gwałtownego hamowania i przyspieszania. Nauczyciele w swoich wypowiedziach akcentowali, iż dzięki ciekawej grafice uczniowie dostrzegli związek przekazywanej treści z codziennym życiem i własnym bezpieczeństwem, np. podczas podróży samochodem.

Reasumując, należy zauważyć, iż w badanym obszarze drugiego poziomu rozumienia w każdym przypadku uczniowie grupy eksperymentalnej charakteryzowali się istotną statystycznie różnicą w przeprowadzonych testach rozumienia, większym bezwzględnym przyrostem rozumienia oraz zmianą stanu wiedzy (každorazowo na wysoką). W przypadku grup kontrolnych taka różnica nie wystąpiła. Ponadto przydatność zaproponowanych narzędzi TIK została dobrze oceniona przez nauczycieli, którzy wskazali, iż narzędzia TIK wspierają zobrazowanie pojęć, zwiększają ciekawość uczniów, a także pomagają wyciągnąć odpowiednie wnioski z doświadczeń, co przekłada się na rozumienie wybranych zagadnień fizycznych.

Rozumienie związane z komplikacją wybranych zagadnień fizycznych w celu rozwiązania prostych zadań. Ponownie wykonano analizę statystyczną z użyciem testu chi-kwadrat, porównując otrzymane wyniki testu rozumienia końcowego z testem rozumienia wstępnego. Obliczony współczynnik istotności (p) wskazał grupy, w których otrzymane różnice okazały się istotne statystycznie. Grupy te zostały wyróżnione w tabeli 22.

Tabela 22. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu drugiego poziomu, tj. poziomu lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru komplikacji zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
15	GEM (N=52)	12	87	75	p<0,001	niski – wysoki
	GKM (N=14)	7	36	29	0,165	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	2	86	84	p<0,001	niski – wysoki
	GKW (N=13)	8	54	46	0,03	niski – średni
16	GEM (N=52)	0	56	56	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=14)	7	21	14	0,596	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	0	51	51	p<0,001	niski – średni
	GKW (N=13)	0	31	31	0,096	wynik statystycznie nieistotny

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

W odniesieniu do udzielonych odpowiedzi uczniów dotyczących oporów powietrza i możliwości jego zmniejszenia (zadanie 15) analiza wykazała istotne statystycznie różnice w przeprowadzonych testach rozumienia (wstępnym i końcowym) w przypadku wszystkich grup eksperymentalnych (miejskiej i wiejskiej), a także w grupie kontrolnej wiejskiej. Jednak przedstawione w tabeli 22 wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia dla analizowanego zadania jednoznacznie wskazują, że grupa kontrolna wiejska uzyskała jego najniższą wartość (46 p.p.) w porównaniu do grup eksperymentalnych (75 p.p. i 84 p.p.). Ponadto stan wiedzy uczniów obu grup eksperymentalnych w analizowanym zagadnieniu fizycznym zmienił się z niskiej na wysoką, zaś uczniów grupy kontrolnej wiejskiej – z niskiej na średnią.

Z uzyskanych wyników uczniów, dotyczących III zasady dynamiki Newtona z uwzględnieniem czterech cech sił akcji-reakcji (zadanie 16), wynika, iż w omawianym przypadku wyłącznie grupy eksperymentalne (miejska i wiejska) uzyskały różnicę istotną statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia. W grupach kontrolnych (miejskiej i wiejskiej) takiej różnicy nie zaobserwowano.

Widoczna jest zatem różnica w rozumieniu analizowanych zagadnień fizycznych w grupach poddanych eksperymentowi pedagogicznemu, tj. grupach eksperymentalnych i grupach kontrolnych. Opierając się na zaprezentowanych wynikach, można stwierdzić, iż

narzędzia TIK przyczyniły się do lepszego rozumienia sprawdzanych zagadnień fizycznych w badanym obszarze drugiego poziomu rozumienia.

Analizując bezwzględną wartość przyrostu rozumienia (tabela 22), zauważyć można także różnicę w rozumieniu zagadnień fizycznych poddanych badaniu w tej części pracy. Większy bezwzględny przyrost rozumienia (75 p.p., 84 p.p.) uzyskano dla pytania sprawdzającego rozumienie oporów ruchu (zadanie 15). Mniejsze wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia (56 p.p., 51 p.p.) charakteryzowały rozumienie sił akcji-reakcji i ich powiązanie z III zasadą dynamiki Newtona (zadanie 16). Ponadto zauważalne jest, iż w przypadku pierwszego analizowanego zagadnienia fizycznego końcowy stan wiedzy w grupach eksperymentalnych był wysoki, zaś w przypadku drugiego sprawdzanego zagadnienia końcowy stan wiedzy scharakteryzowany został jako średni. Opisana różnica może wynikać z przykładów, które zostały zaczerpnięte z codziennego życia w przypadku pierwszego analizowanego zagadnienia fizycznego.

Materiał badawczy uzupełniony został opinią nauczycieli prowadzących lekcje w grupach eksperymentalnych. W arkuszu obserwacji pracy ucznia zapytano nauczycieli, czy symulacje, w których możliwa jest zmiana podłoża, zmiana rodzaju przesuwanego ciała, pomogły uczniom zrozumieć istotę tarcia i oporów ruchu (pytanie 27 weryfikujące zadanie testowe 15). Zapytano także o przydatność symulacji doświadczeń przedstawiających III zasadę dynamiki Newtona (pytanie 13 weryfikujące zadanie testowe 16).

W pierwszym analizowanym przykładzie uzyskano całkowitą zgodność wśród nauczycieli (pytanie 27 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 15). Wszyscy nauczyciele (6/6) zgodnie odpowiedzieli: *zdecydowanie tak*. W uzasadnieniu nauczyciele wskazali, iż *zastosowanie TIK w postaci symulacji różnych parametrów od których zależy siła tarcia, w istotny sposób wpłynęła na proces poznawczy związany z siłą tarcia. Uczniowie korzystający z symulacji mogli w dowolny, ustalony przez siebie sposób zmieniać rodzaj podłoża i rodzaj przesuwanego ciała. Wielokrotnie powtarzana symulacja pomogła uczniom zrozumieć istotę tarcia i oporów ruchu*⁴⁶⁸. W opinii kolejnego nauczyciela *symulacje były pomocne w zrozumieniu siły tarcia, wyraźnie zobrazowały różnice pomiędzy tarciem statycznym i dynamicznym, co jest trudne do wyobrażenia dla uczniów*⁴⁶⁹.

⁴⁶⁸ Pisownia oryginalna.

⁴⁶⁹ Pisownia oryginalna.

W przypadku drugiego zagadnienia fizycznego również otrzymano pozytywne opinie od nauczycieli: *zdecydowanie tak* (5/6) oraz *raczej tak* (1/6) (pytanie 13 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 16). W swoich opiniach nauczyciele wskazali, iż *symulacja (...) okazała się bardzo pomocna i stanowiła podsumowanie doświadczenia wykonywanego w pracowni; pokazane w symulacji graficzne obrazy sił w postaci wektorów stanowiły dużą pomoc w przedstawieniu III zasady dynamiki Newtona i lepszym zrozumieniu przez uczniów*. Nauczyciele zgodnie wskazali, iż dzięki symulacji uczniowie dokonali poprawnych obserwacji dotyczących wzajemnych oddziaływań, co przełożyło się na rozumienie i wskazanie cech wektorów sił akcji-reakcji.

Podsumowując rozważania z obszaru rozumienia związanego z komplikacją wybranych zagadnień fizycznych w celu rozwiązania prostych zadań, należy wskazać, iż we wszystkich grupach eksperymentalnych otrzymano efekt w postaci statystycznie istotnych różnic w wynikach przeprowadzonych testów rozumienia (wstępnym i końcowym) oraz istotną różnicę w postaci zmiany stanu wiedzy uczniów. Według opinii uzyskanych od nauczycieli zaproponowane narzędzia TIK przyczyniły się do lepszego rozumienia analizowanych zagadnień, dzięki dokonaniu właściwych obserwacji oraz możliwości zmiany parametrów w doświadczeniu, a także wsparciu i synchronizacji doświadczeń przeprowadzonych realnie podczas lekcji. Ponadto wykorzystane narzędzia TIK pomogły zobrazować wybrane pojęcia fizyczne, które sprawiają trudność uczniom podczas rozwiązywania prostych zadań.

Ogólne porównanie wyników rozumienia na poziomie lokalnej komplikacji zagadnień fizycznych w klasach 7. Sprawdzono, czy otrzymane różnice w wynikach testów rozumienia mogą być następstwem włączenia narzędzi TIK do lekcji. W tym celu wykonano test Wilcoxona dla par związanych, mający na celu porównanie wyników testów rozumienia wstępnego i końcowego w każdej z grup poddanych badaniu. Uzyskane wyniki przedstawiono parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna z danego środowiska edukacyjnego (tabela 23). Wyróżniono grupy, w których uzyskane różnice w testach rozumienia okazały się statystycznie istotne.

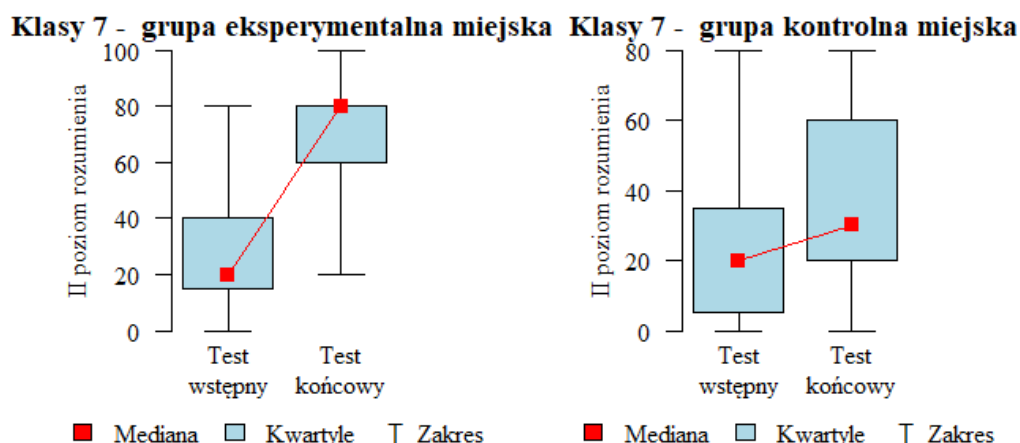
Tabela 23. Porównanie otrzymanych wyników badań rozumienia na drugim poziomie, tj. lokalnej komplikacji zagadnień fizycznych, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 7, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych

Grupa	Test rozumienia	$\bar{x} \pm SD$	Mediana	Kwartyle	p
GEM (N=52)	T_w	$25,77 \pm 19,94$	20	15 – 40	$p < 0,001$
	T_k	$74,23 \pm 22,17$	80	60 – 80	
GKM (N=14)	T_w	$22,86 \pm 21,99$	20	5 – 35	0,119
	T_k	$34,29 \pm 26,52$	30	20 – 60	
GEW (N=43)	T_w	$21,4 \pm 16,56$	20	10 – 40	$p < 0,001$
	T_k	$74,88 \pm 19,07$	80	60 – 80	
GKW (N=13)	T_w	$36,92 \pm 17,97$	40	20 – 40	0,114
	T_k	$55,38 \pm 24,7$	60	40 – 80	

p - test Wilcozona dla par wiązanych, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, $\bar{x} \pm SD$ - wynik średni wraz z odchyleniem standardowym

Różnicę statystycznie istotną w przeprowadzonych testach rozumienia otrzymano jedynie w przypadku grup eksperymentalnych, zarówno w środowisku miejskim, jak i wiejskim (każdorazowo $p < 0,001$). W przypadku grup kontrolnych nie uzyskano różnicy istotnej statystycznie ($p = 0,119$ oraz $p = 0,114$). Stanowi to podstawę do wskazania, iż uczniowie grup eksperymentalnych charakteryzowali się lepszym zrozumieniem zagadnień fizycznych przypisanych do drugiego poziomu rozumienia, tj. do poziomu lokalnej komplikacji.

W celu dokładniejszej analizy wyników przedstawiono je na wykresach skrzynkowych. Wykresy obrazują wyniki uzyskane w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego na drugim poziomie rozumienia zagadnień fizycznych, odpowiednio dla grup ze szkół miejskich (wykres 11) oraz wiejskich (wykres 12). Na wszystkich omawianych dalej wykresach nie zauważono uczniów, których wyniki byłyby odstające lub ekstremalne.



Wykres 11. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań drugiego poziomu, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich

Wykresy prezentują rozrzuty asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w grupie kontrolnej miejskiej. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w tej grupie w teście końcowym, a mniejszym – w teście wstępnym.

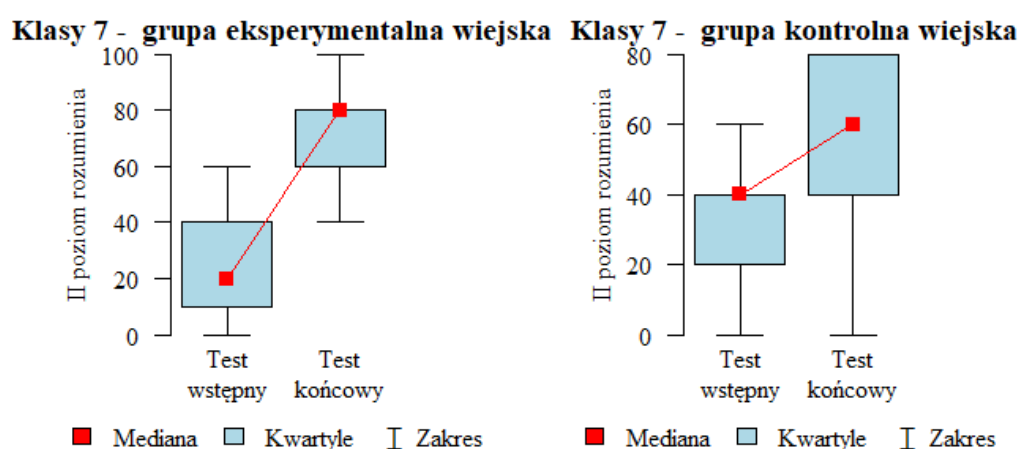
Na wykresie widoczne są różnice w zakresie (odległość skrajnych wąsów) otrzymanych wyników. W przypadku grupy eksperymentalnej miejskiej zauważyć można, iż maksymalny uzyskany wynik w teście końcowym wynosi 100%, natomiast w teście wstępnym – 80%. Należy podkreślić także różnicę w minimalnym wyniku, który w teście wstępnym wynosi 0%, natomiast w teście końcowym – 20%. W przypadku grupy kontrolnej zakres otrzymanych wyników w teście wstępnym i końcowym jest taki sam (0% – 80%). Otrzymane różnice świadczą o wyższych wynikach rozumienia i większej poprawie rozumienia wśród uczniów grupy eksperymentalnej.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego. Jednak grupa eksperymentalna uzyskała większą wartość mediany testu końcowego (80) w porównaniu do grupy kontrolnej (30). Mediana testu wstępnego w obu grupach przyjmuje taką samą wartość. Wynik ten świadczy o większej poprawie rozumienia w grupie eksperymentalnej.

Interesująco przedstawiają się również wyniki uzyskane w grupie najslabszych uczniów. W teście wstępnym co czwarty uczeń grupy eksperymentalnej udzielił 15% lub mniej prawidłowych odpowiedzi, natomiast w teście końcowym – 60% lub mniej poprawnych odpowiedzi. Dla porównania: co czwarty uczeń grupy kontrolnej udzielił 5% lub

mniej poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, zaś w teście końcowym 20% lub mniej (na podstawie kwartyła 1). Świadczy to o lepszych wynikach uzyskanych wśród najslabszych uczniów oraz o większej poprawie rozumienia w grupie eksperymentalnej wiejskiej.

Warto również zauważyć otrzymaną różnicę w wynikach testu rozumienia końcowego w grupie najlepszych uczniów. W grupie eksperymentalnej połowa uczniów uzyskała wynik powyżej 80%, maksymalnie 100%. Dla porównania w grupie kontrolnej 25% uczniów udzieliło od 60% do 80% poprawnych odpowiedzi. Świadczy to o wyższych wynikach otrzymanych w grupie eksperymentalnej oraz większej liczbie uczniów z lepszymi wynikami w tej grupie.



Wykres 12. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań drugiego poziomu, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich

Wykresy prezentują rozrzuty asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w grupie kontrolnej wiejskiej. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w tej grupie w teście końcowym, a mniejszym – w teście wstępnym.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego. Jednak mediana bardziej rośnie w grupie eksperymentalnej, co świadczy o większej poprawie rozumienia.

Mediana testu końcowego w grupie eksperymentalnej uzyskała wartość 80, a w grupie kontrolnej – 60, co oznacza, iż połowa badanych uczniów uzyskała wynik powyżej wartości mediany. Ponadto należy zauważyć, iż w grupie eksperymentalnej maksymalny wynik

testu końcowego miał wartość 100%, natomiast w grupie kontrolnej maksymalny uzyskany wynik to 80%. Świadczy to o uzyskaniu wyższych wyników w grupie eksperymentalnej.

Co czwarty uczeń grupy eksperymentalnej udzielił od 40% do 60% poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, natomiast w grupie kontrolnej zakres wyników najslabszych uczniów to od 0% do 40%, co świadczy o lepszych wynikach uzyskanych wśród najslabszych uczniów grupy eksperymentalnej w porównaniu do grupy kontrolnej.

Ogólne porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na poziomie lokalnej komplikacji w klasach 7 parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna. Aby stwierdzić, czy rozumienie zagadnień fizycznych uległo większej poprawie w wyniku włączenia narzędzi TIK do lekcji fizyki w porównaniu z kształceniem tradycyjnym, sprawdzono bezwzględny przyrost rozumienia parami w grupie eksperymentalnej i kontrolnej, w danym środowisku edukacyjnym. Otrzymane rezultaty badań przedstawiono w tabeli 24.

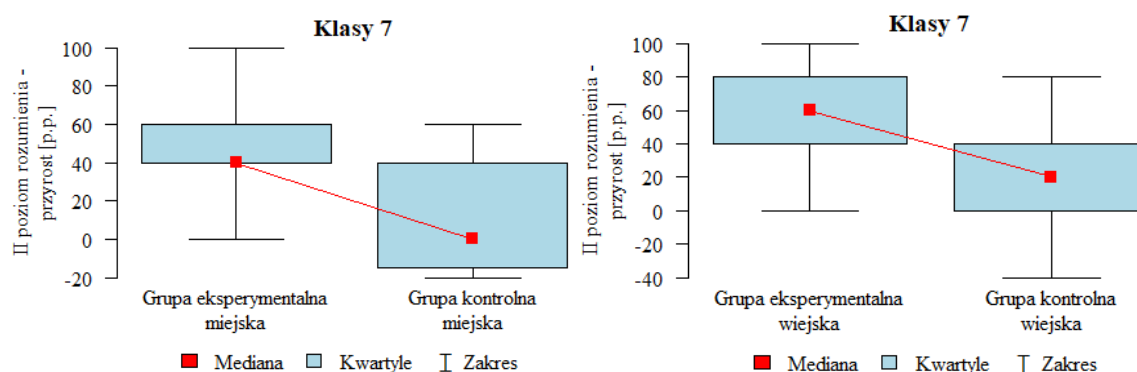
Tabela 24. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na drugim poziomie, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych w klasach 7, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej

Grupa	II poziom rozumienia							P
	Średnia	SD	Mediana	Min	Max	Q1	Q3	
GEM (N=52)	48	23,21	40	0	100	40	60	p<0,001
GKM (N=14)	11	27,97	0	-20	60	-15	40	
GEW (N=43)	53	25,34	60	0	100	40	80	0,001
GKW (N=13)	18	34,12	20	-40	80	0	40	

p - test Manna-Whitneya, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, SD - odchylenie standardowe, Q1 - kwartył pierwszy, Q3 - kwartył trzeci

Analizując zebrane dane (tabela 24), można stwierdzić, iż występuje istotna statystycznie różnica w wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia, porównując testem Manna-Whitneya grupę eksperymentalną z grupą kontrolną w obu środowiskach edukacyjnych oddzielnie. Rozumienie zagadnień fizycznych uległo większej poprawie wśród uczniów, których proces kształcenia prowadzony był z wykorzystaniem narzędzi TIK, w porównaniu do uczniów kształconych z wykorzystaniem tradycyjnych narzędzi.

W celu lepszego zobrazowania wyników przedstawiono je na wykresach skrzynkowych (wykres 13).



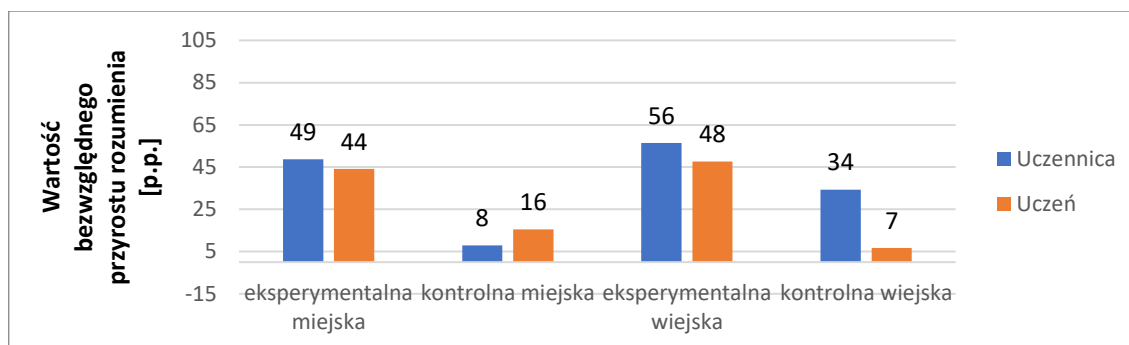
Wykres 13. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 7 na drugim poziomie, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Porównując bezwzględne przyrosty rozumienia otrzymane wśród uczniów ze środowiska miejskiego i wiejskiego, należy zauważyć duży rozrzut wyników przeciętnych otrzymanych w grupie kontrolnej miejskiej.

Warto zwrócić uwagę na grupę najlepszych uczniów. Co czwarty uczeń grupy eksperymentalnej miejskiej uzyskał między 60 p.p. a 100 p.p. bezwzględnego przyrostu rozumienia, zaś w grupie kontrolnej miejskiej między 40 p.p. a 60 p.p. W przypadku środowiska wiejskiego co czwarty uczeń grupy eksperymentalnej uzyskał od 80 p.p. do 100 p.p., zaś grupy kontrolnej – między 40 p.p. a 80 p.p. Otrzymany wynik świadczy o większych wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskanych w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych, w analizowanych środowiskach edukacyjnych. Ponadto zauważalne są lepsze wyniki rozumienia uzyskane w środowisku wiejskim.

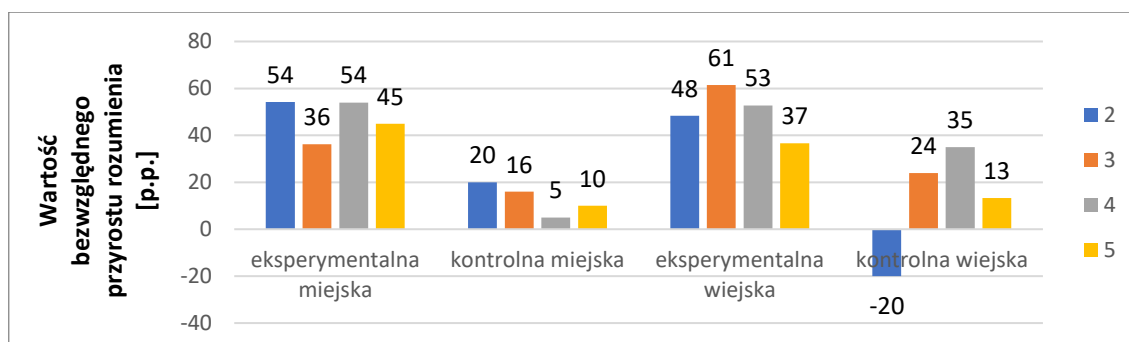
Na wykresie widoczne są również ujemne wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia, szczególnie wśród uczniów grupy kontrolnej miejskiej, co prawdopodobnie wynika z niedostatecznej uwagi, przypadkowych odpowiedzi na pytanie.

Znaczenie zmiennych pośredniczących dla uzyskanych wyników badań. Sprawdzono również, czy zmienne pośredniczące, tj. płeć (wykres 14) oraz półroczna ocena z fizyki (wykres 15), miały znaczenie w przypadku analizowanego bezwzględnego przyrostu rozumienia zagadnień fizycznych.



Wykres 14. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu drugiego poziomu rozumienia, tj. lokalnej komplikacji, z podziałem na płeć

Odnosząc się do grupy kontrolnej miejskiej, dwukrotnie większą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskali uczniowie. W grupie kontrolnej wiejskiej znacznie większą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskały uczennice. W przypadku grup eksperymentalnych nie zaobserwowano dużych różnic w uzyskanych wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia zagadnień fizycznych ze względu na płeć.



Wykres 15. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu drugiego poziomu rozumienia, tj. lokalnej komplikacji, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki

Analizując wyniki badań przedstawione na wykresie 15 z uwzględnieniem podziału uczniów na półroczną ocenę z fizyki, należy zauważyć, iż w grupach kontrolnych uzyskano znacznie niższe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w porównaniu do grup eksperymentalnych. Ponadto w grupie kontrolnej wiejskiej uczniowie z najniższą półroczną oceną z fizyki (2) uzyskali ujemną wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia. Otrzymany rezultat prawdopodobnie wynika z niedostatecznego skupienia, nieodpowiedniego podejścia do testów rozumienia, braku rozumienia wcześniejszych zagadnień.

W przypadku grupy eksperymentalnej miejskiej zauważalny jest najniższy wynik bezwzględnego przyrostu rozumienia wśród uczniów z półroczną oceną 3, zaś w grupie eksperymentalnej wiejskiej uczniowie z półroczną oceną 3 uzyskali najwyższą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia. Otrzymany wynik może świadczyć o tym, iż w przypadku uczniów z półroczną oceną 3 w grupie miejskiej narzędzia TIK nie były dodatkową motywacją, zachętą do pracy i nie miały znaczenia dla wzrostu rozumienia wybranych zagadnień fizycznych. Odwrotnie prezentuje się sytuacja uczniów z grupy wiejskiej z półroczną oceną 3, dla których narzędzia TIK mogły stać się dodatkową zachętą do nauki, a tym samym do lepszego zrozumienia omawianych zagadnień fizycznych.

2.2. Analiza wyników badań różnic występujących w rozumieniu zagadnień fizycznych na poziomie lokalnej komplikacji przez uczniów klas 8 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

Pytania sprawdzające rozumienie z zakresu badanego poziomu zostały podzielone na dwa obszary. Pierwszy obszar dotyczył wskazywania desygnatów pojęcia z uwzględnieniem prostych ograniczeń, jakie musi spełniać dany przykład. W obszarze tym sprawdzono rozumienie charakterystycznych położzeń wahadła (zadanie 7) oraz rozumienie przemian energii mechanicznej w ruchu wahadła (zadanie 11).

Drugi obszar sprawdzał rozumienie przez uczniów związane z komplikacją wybranych zagadnień fizycznych w celu rozwiązania prostych zadań. Sprawdzono rozumienie pojęć z zakresu ruchu wahadła, polegające na odczytaniu z wykresu jego ruchu charakterystycznych położzeń (zadanie 2). Sprawdzono również rozumienie pojęć amplitudy oraz długości fali na podstawie wyznaczenia ich wartości na wykresie przedstawiającym ruch fali (zadanie 6). Oceniono również rozumienie z zakresu pojęć fal mechanicznych i elektromagnetycznych, dzięki porównaniu ich właściwości (zadanie 15).

Wskazywanie desygnatów pojęcia z uwzględnieniem prostych ograniczeń, jakie musi spełniać dany przykład. Wykorzystując test chi-kwadrat, porównano wyniki testu rozumienia końcowego z wynikami testu rozumienia wstępnego w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych. Na podstawie otrzymanego współczynnika istotności (p) wskazano i wyróżniono w tabeli 25 grupy, w których różnice w przeprowadzonych testach miały wartość istotną statystycznie ($p < 0,05$).

Tabela 25. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu drugiego poziomu, tj. poziomu lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru wskazywania desygnatów pojęcia z uwzględnieniem prostych ograniczeń, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
7	GEM (N=90)	24	78	54	p<0,001	niski – wysoki
	GKM (N=16)	56	75	19	0,457	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=50)	46	84	38	p<0,001	średni – wysoki
	GKW (N=17)	65	82	17	0,438	wynik statystycznie nieistotny
11	GEM (N=90)	16	80	64	p<0,001	niski – wysoki
	GKM (N=16)	13	50	37	0,057	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=50)	10	84	74	p<0,001	niski – wysoki
	GKW (N=17)	26	76	50	p<0,001	niski – wysoki

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

Analiza wyników badań odpowiedzi uczniów dotyczących rozumienia charakterystycznych położów wahadła (zadanie 7), wskazuje, iż w przypadku tego zadania jedynie grupy eksperymentalne, tj. GEM oraz GEW, uzyskały różnicę istotną statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia, czego nie zaobserwowano w grupach kontrolnych (GKM, GKW).

Przechodząc do analizy wyników badań odpowiedzi uczniów, dotyczących rozumienia przemian energii mechanicznej w ruchu wahadła (zadanie 11), statystycznie istotną różnicę w przeprowadzonych testach rozumienia wstępnego oraz końcowego uzyskano w obu grupach eksperymentalnych (miejskiej i wiejskiej). Należy również zauważyć, iż istotną różnicę uzyskała także grupa kontrolna wiejska. Jednak przedstawione w tabeli 25 wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia dla analizowanego zadania wskazują, że grupa kontrolna wiejska uzyskała najniższą jego wartość (50 p.p.), w porównaniu do grup eksperymentalnych (64 p.p. i 74 p.p.).

Widoczna jest zatem różnica w rozumieniu analizowanych zagadnień fizycznych w grupach poddanych eksperymentowi pedagogicznemu. Można więc stwierdzić, iż narzędzia TIK przyczyniły się do większej poprawy rozumienia w badanym obszarze drugiego poziomu rozumienia w grupach eksperymentalnych w porównaniu lekcji bez tych narzędzi. W przypadku każdej analizowanej grupy, w której różnice w przeprowadzonych testach rozumienia miały wartość istotną statystycznie, uzyskano zmianę stanu wiedzy na wysoki.

Uzyskane różnice w rozumieniu zagadnień fizycznych w grupach eksperymentalnych oraz kontrolnych zweryfikowano również w oparciu o odpowiedzi nauczycieli zawarte w arkuszu obserwacji pracy ucznia. Zapytano nauczycieli, czy jednocześnie wykonanie doświadczenia ruchu wahadła z wykorzystaniem prawdziwego przyrządu fizycznego oraz przedstawienie symulacji ruchu wahadła pomogło uczniom we wskazaniu położenia równowagi i maksymalnego wychylenia (pytanie 3 weryfikujące zadanie testowe 7). Zadano również dwa pytania sprawdzające przydatność narzędzi TIK do analizy przemian energii mechanicznej w ruchu drgającym, tj. czy przedstawienie symulacji pomogło uczniom w zrozumieniu, iż w ruchu drgającym dochodzi do przemian energii mechanicznej (pytanie 9 weryfikujące zadanie testowe 11) oraz czy wykorzystanie symulacji pomogło uczniom w analizie przemian energii w ruchu drgającym (pytanie 10 weryfikujące również zadanie testowe 11).

Odnosząc się do pytania 3 (weryfikującego zadanie testowe 7), nauczyciele odpowiedzieli: *zdecydowanie tak* (5/8) oraz *raczej tak* (3/8). W opinii nauczycieli: *przedstawienie symulacji i możliwość dobierania różnych wychyleń oraz innych parametrów pozwoliło uczniom lepiej zrozumieć pojęcia położenie równowagi czy maksymalne wychylenie*⁴⁷⁰. Kolejny nauczyciel zwrócił uwagę, iż do zrozumienia tego zagadnienia wymagana jest wiedza wcześniejsza: *uczniowie mogli sprawdzić swoje wcześniejsze, teoretyczne wiadomości, a wyniki doświadczeń dokładnie przeanalizować. Symulacja wahadła (...) ułatwiła im zrozumienie nowych pojęć*⁴⁷¹. Jeden z nauczycieli jako dodatkowy atut opisał, iż niewątpliwą zaletą wykonania doświadczenia w klasie oraz jednocześnie pokazania symulacji jest także możliwość dokładnego zobaczenia doświadczenia przez uczniów z dalszych miejsc w sali.

Rozkład odpowiedzi nauczycieli w przypadku pytań 9 i 10 był taki sam (pytania weryfikujące zadanie testowe 11). 6/8 nauczycieli odpowiedziało: *zdecydowanie tak*, zaś 2/8 nauczycieli: *raczej tak*. Uzyskano interesujące odpowiedzi nauczycieli wskazujące, iż *symulacja bardzo ułatwiła uczniom zrozumienie przemian energii mechanicznej w ruchu drgającym. Wielokrotne powtarzanie fragmentów symulacji stwarza możliwość nauczycielowi do bardzo efektywnej pracy z uczniem, któremu opanowanie wiedzy z fizyki i pojęć fizycznych sprawia kłopoty*⁴⁷². Nauczyciele docenili również opcję zwolnienia oraz zatrzymania symulacji w danym położeniu. Byli zgodni w swoich opiniach i orzekli, że

⁴⁷⁰ Pisownia oryginalna.

⁴⁷¹ Pisownia oryginalna.

⁴⁷² Pisownia oryginalna.

symulacja wyraźnie zobrazowała przemiany energii w ruchu drgającym. Uczniowie omówili wspólnie poczynione obserwacje oraz samodzielnie dostrzegli zależności energii od wybranego położenia, co miało wpływ na zrozumienie, iż w ruchu drgającym dochodzi do przemian energii. Dodatkową zaletą symulacji opisaną przez nauczycieli była zmieniająca się kolorystyka podczas prezentacji przemian energii, co przełożyło się na lepsze zilustrowanie tego zagadnienia.

Dokonując podsumowania rozważań z obszaru wskazywania desygnatów z uwzględnieniem narzuconych warunków dla poziomu lokalnej komplikacji zagadnień fizycznych, należy wskazać, iż uzyskano efekt w postaci statystycznie istotnych różnic w wynikach przeprowadzonych testów rozumienia, tj. teście wstępnym oraz końcowym we wszystkich grupach eksperymentalnych, gdzie proces dydaktyczny został wzbogacony o narzędzia TIK. Jednocześnie uzyskano zwiększenie stanu wiedzy z zakresu badanych zagadnień fizycznych. W opinii nauczycieli wdrożone narzędzia TIK miały znaczenie dla uzyskania lepszych wyników rozumienia badanych zagadnień fizycznych w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych, gdyż umożliwiły indywidualną analizę oraz dobór parametrów doświadczenia, a także zobrazowanie tematu. Ponadto pozwoliły na samodzielne dochodzenie uczniów do wiedzy, pracę we własnym tempie, dzięki możliwości jego dostosowania do potrzeb uczniów.

Rozumienie związane z komplikacją wybranych zagadnień fizycznych w celu rozwiązania prostych zadań. Wykorzystując test chi-kwadrat, porównano wyniki testu rozumienia końcowego z wynikami testu rozumienia wstępnego w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych. W tabeli 26 wyróżniono grupy, które charakteryzowała różnica istotna statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia.

Odnosząc się do wyników badań przedstawionych w tabeli (26), w przypadku zadań dotyczących rozumienia charakterystycznych położenia wahadła (zadanie 2) oraz rozumienia różnic dotyczących fal mechanicznych i elektromagnetycznych (zadanie 15), statystycznie istotną różnicę w wynikach przeprowadzonych testów rozumienia (wstępnego oraz końcowego) zauważono jedynie w grupach eksperymentalnych. W grupach kontrolnych nie stwierdzono istotnych różnic w odniesieniu do analizowanych zagadnień fizycznych.

Tabela 26. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu drugiego poziomu, tj. poziomu lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru komplikacji zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
2	GEM (N=90)	20	67	47	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=16)	44	56	12	0,724	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=50)	14	54	40	p<0,001	niski – średni
	GKW (N=17)	36	41	5	1	wynik statystycznie nieistotny
6	GEM (N=90)	2	43	41	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=16)	0	31	31	0,043	niski – niski
	GEW (N=50)	6	54	48	p<0,001	niski – średni
	GKW (N=17)	18	29	11	0,688	wynik statystycznie nieistotny
15	GEM (N=90)	20	57	37	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=16)	13	44	31	0,113	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=50)	16	80	64	p<0,001	niski – wysoki
	GKW (N=17)	29	65	36	0,086	wynik statystycznie nieistotny

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

Warto zwrócić uwagę, iż w przypadku zadania 15 wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia są bardzo zróżnicowane w grupach eksperymentalnych (37 p.p. GEM, 64 p.p. GEW). Uczniowie grupy eksperymentalnej wiejskiej uzyskali wyższe wyniki w teście końcowym. Stan ten może być spowodowany skupieniem uwagi na wykonywanych czynnościach przez uczniów z terenów wiejskich, co wskazali nauczyciele w arkuszu obserwacji pracy ucznia. Podobnych różnic nie zauważono dla pozostałych zagadnień fizycznych.

Nieco inaczej prezentuje się rozkład wyników uczniów w przypadku rozumienia pojęć amplitudy i długości fali i ich wyznaczenia na wykresie (zadanie 6). W tym przypadku różnicę istotną statystycznie otrzymano we wszystkich grupach eksperymentalnych oraz w grupie kontrolnej miejskiej. Jednak w przypadku grup eksperymentalnych uzyskano wyższe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia (41 p.p., 48 p.p.) w porównaniu do grupy kontrolnej miejskiej (31 p.p.). Ponadto stan wiedzy uczniów wszystkich grup eksperymentalnych zmienił się z niskiego na średni, natomiast w grupie kontrolnej miejskiej nie uległ zmianie, czyli pozostał niski.

Przedstawione dane skłaniają do stwierdzenia, iż zaproponowane narzędzia TIK miały istotne znaczenie dla większej poprawy rozumienia wszystkich zagadnień fizycznych

poddanych analizie w tej części pracy w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych.

W arkuszu obserwacji pracy ucznia zapytano nauczycieli, czy symulacja przedstawiająca wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła pomogła uczniom wskazać położenie równowagi oraz maksymalne wychylenie na wykresie opisanego ruchu (pytanie 7 weryfikujące zadanie testowe 2). Nauczyciele odpowiedzieli również, czy symulacja umożliwiająca wyznaczenie amplitudy oraz długości fali pomogła uczniom we wskazaniu wymienionych parametrów na wykresie (pytanie 18 weryfikujące zadanie testowe 6). W arkuszu obserwacji pracy ucznia zadano również nauczycielom pytanie, czy interaktywna gra *Wordwall* była pomocna w usystematyzowaniu wiadomości dotyczących fal elektromagnetycznych i fal mechanicznych (pytanie 26 weryfikujące zadanie testowe 15).

Nawiązując do pytania 7 (weryfikującego zadanie testowe 2), większość nauczycieli (7/8) prowadzących lekcje była zgodna, wskazując odpowiedź: *zdecydowanie tak*, jeden nauczyciel udzielił odpowiedzi: *raczej tak*. Uzasadniając swoją odpowiedź, nauczyciele wskazali, iż symulacja w zrozumiały sposób przedstawia zależność położenia od czasu drgającego wahadła. Dodatkowym atutem jest możliwość zatrzymania symulacji w dowolnym miejscu i obserwacja położenia odpowiadającego punktu na wykresie. W opinii nauczycieli: *synchronizacja ruchu wahadła oraz tworzenie wykresu (...) jednoznacznie wskazała uczniom metodę analizy wykresu ruchu drgającego wraz ze wskazaniem charakterystycznych położenia*⁴⁷³. Nauczyciele zgodnie orzekli, iż symulacja była pomocna dla uczniów, którzy mogli dłużej skupić uwagę na wybranych wielkościach, przeanalizować dokładnie metody ich wyznaczania.

Zebrane odpowiedzi nauczycieli w pytaniu 18 (weryfikującym zadanie testowe 6) były niejednoznaczne. Nauczyciele udzielili odpowiedzi *zdecydowanie tak* (4/8), *raczej tak* (2/8) oraz *nie mam zadania* (2/8). Jako uzasadnienie swoich odpowiedzi nauczyciele odwoływali się do faktu, iż w symulacji możliwe jest jej zatrzymanie, zwolnienie tempa, dzięki czemu łatwiej można wykonać pomiar. Zgodnie stwierdzili, iż wspomniana symulacja pomogła uczniom w zrozumieniu pojęcia amplitudy oraz wskazaniu długości fali, zaś opcja *ruler* pozwoliła im zmierzyć samodzielnie amplitudę oraz długość fali. Uczniowie kilkakrotnie powtórzyli wyznaczanie tych parametrów, dzięki czemu zrozumieli

⁴⁷³ Pisownia oryginalna.

i zapamiętali sposób ich wyznaczania. Odpowiedzi *nie mam zdania* wynikały z pominięcia tej symulacji w toku lekcji.

Odnosząc się do zaproponowanej interaktywnej gry (pytanie 26 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 15), większość nauczycieli (6/8) prowadzących lekcje była zgodna, wskazując odpowiedź: *zdecydowanie tak*, dwóch nauczycieli udzieliło odpowiedzi: *raczej tak*. Wprowadzona gra uzyskała pozytywną opinię wśród nauczycieli. Zgodnie ocenili, iż pomogła ona uczniom usystematyzować zdobyte wiadomości. W ich opinii uczniowie lubią interaktywne ćwiczenia, które zachęcają ich do dodatkowej pracy, myślenia.

Kończąc rozważania z badanego obszaru poziomu lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, warto zaakcentować, iż uzyskano efekt w postaci statystycznie istotnych różnic w wynikach przeprowadzonych testów rozumienia, tj. teście wstępnym oraz końcowym. Tym samym, uzyskano zwiększenie stanu wiedzy z zakresu drugiego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru komplikacji zagadnień fizycznych, we wszystkich grupach eksperymentalnych, gdzie proces dydaktyczny został wzbogacony o narzędzia TIK. W opinii nauczycieli wdrożone aplikacje umożliwiły dogłębne zrozumienie analizowanych wielkości fizycznych, skupienie uwagi w najważniejszych momentach, możliwość samodzielnej analizy symulacji wraz ze zmieniającymi się parametrami, zilustrowanie danego zagadnienia fizycznego. Ponadto dobrze ocenioną przez nauczycieli formą podsumowania wiadomości z lekcji, a jednocześnie porównania właściwości fal elektromagnetycznych i mechanicznych był interaktywny test, który pozwolił usystematyzować zdobytą wiedzę.

Na podstawie analizy otrzymanych wyników zauważono także różnicę w badanym obszarze, wskazującą, iż rozumienie zagadnień fizycznych związanych z odczytywaniem danych z wykresów (zadanie 2 i zadanie 6) charakteryzują podobne wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w obu grupach eksperymentalnych (miejska i wiejska). W przypadku zadania polegającego na porównaniu właściwości fal mechanicznych i elektromagnetycznych (zadanie 15) uzyskane wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia są zróżnicowane wśród uczniów ze środowiska miejskiego i wiejskiego. Przedstawione spostrzeżenia wymagają jednak dalszej weryfikacji w kolejnym etapie badań.

Ogólne porównanie wyników rozumienia na poziomie lokalnej komplikacji zagadnień fizycznych w klasach 8. W celu oceny, czy uzyskane różnice na drugim poziomie rozumienia mogą być następstwem włączenia narzędzi TIK do procesu kształcenia,

wykonano test Wilcoxona dla par wiązanych, porównujący wyniki testów rozumienia (wstępnego i końcowego) w każdej z grup poddanych badaniu. Uzyskane wyniki zestawiono następnie parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna z danego środowiska edukacyjnego. Rezultaty badań przedstawia tabela 27. W tabeli wyróżniono grupy, w których uzyskane różnice w testach rozumienia okazały się statystycznie istotne.

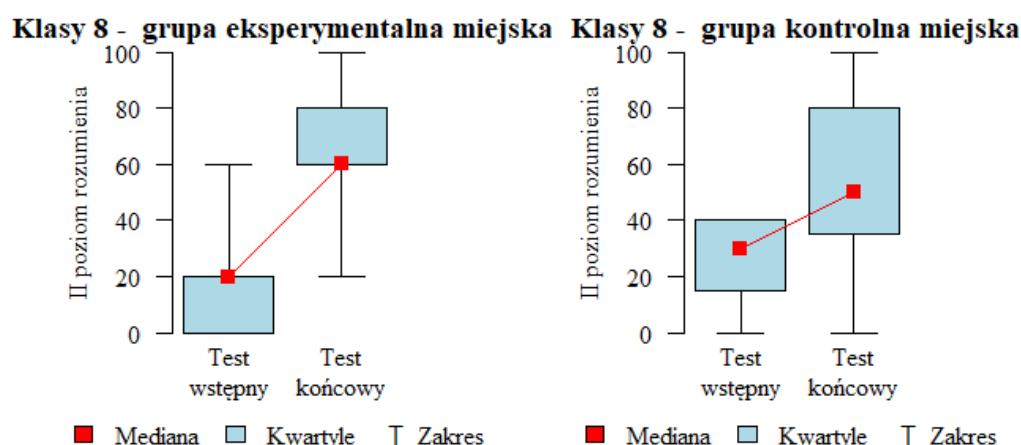
Tabela 27. Porównanie otrzymanych wyników badań rozumienia na drugim poziomie, tj. lokalnej komplikacji zagadnień fizycznych, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 8, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych

Grupa	Test rozumienia	$\bar{x} \pm SD$	Mediana	Kwartyle	p
GEM (N=90)	T_w	$16,44 \pm 17,37$	20	0 – 20	$p < 0,001$
	T_k	$62,89 \pm 25,18$	60	60 – 80	
GKM (N=16)	T_w	$25 \pm 17,13$	30	15 – 40	0,009
	T_k	$51,25 \pm 31,81$	50	35 – 80	
GEW (N=50)	T_w	$18,4 \pm 17,54$	20	0 – 20	$p < 0,001$
	T_k	$71,2 \pm 21,06$	80	60 – 80	
GKW (N=17)	T_w	$30,59 \pm 25,61$	20	20 – 40	0,019
	T_k	$58,82 \pm 30,39$	60	40 – 80	

p - test Wilcoxona dla par wiązanych, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, $\bar{x} \pm SD$ - wynik średni wraz z odchyleniem standardowym

Jak pokazuje tabela 27, wszystkie grupy badawcze, tj. eksperymentalna miejska, kontrolna miejska, eksperymentalna wiejska, kontrolna wiejska, uzyskały statystycznie istotną różnicę w przeprowadzonych testach rozumienia wstępnego i końcowego. Na tej podstawie nie można jednoznacznie stwierdzić, czy narzędzia TIK przyczyniły się do poprawy rozumienia w analizowanym poziomie. Zostanie to zweryfikowane w dalszej części pracy, w której zostanie porównany bezwzględny przyrost rozumienia w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych w danym środowisku edukacyjnym, z wykorzystaniem testu statystycznego Manna-Whitneya.

W celu dokładniejszej analizy wyników przeprowadzonych testów rozumienia przedstawiono je na wykresach skrzynkowych, odpowiednio dla grup środowiska miejskiego (wykres 16) oraz wiejskiego (wykres 17). Na omawianych dalej wykresach nie zauważono uczniów, których wyniki byłyby odstające lub ekstremalne.

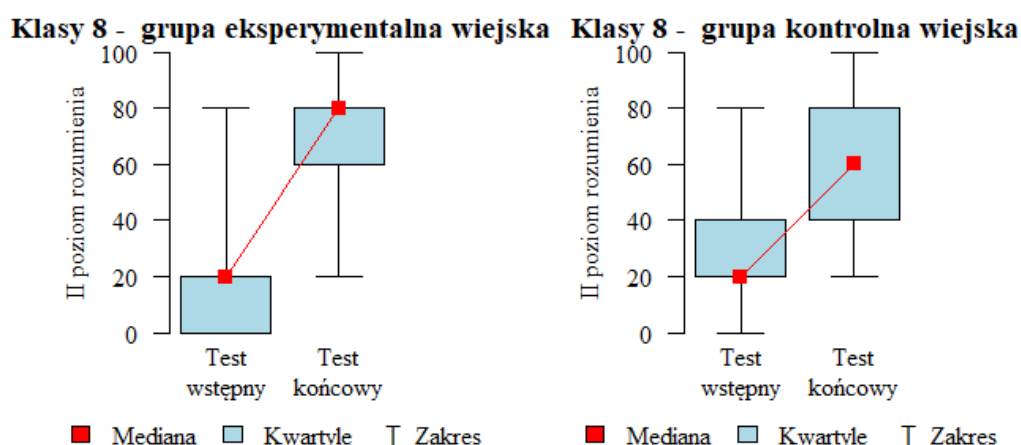


Wykres 16. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań drugiego poziomu, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich

Wykresy prezentują rozrzuty asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w grupie kontrolnej miejskiej. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w tej grupie w teście końcowym, a mniejszym – w teście wstępnym.

Analizując wykres 16, nie zauważono znaczących różnic pomiędzy grupą eksperymentalną i grupą kontrolną w teście końcowym wśród najlepszych uczniów.

Warto odnieść się do różnic w wynikach najsłabszych uczniów. W przypadku grupy eksperymentalnej co czwarty uczeń nie udzielił żadnej poprawnej odpowiedzi w teście wstępnym, natomiast w teście końcowym połowa najsłabszych uczniów udzieliła od 20% do 60% poprawnych odpowiedzi. W przypadku grupy kontrolnej 25% uczniów w teście wstępnym udzieliło od 0% do 15% poprawnych odpowiedzi, zaś w teście końcowym od 0% do 35% poprawnych odpowiedzi. Stan ten spowodowany jest większą poprawą zrozumienia oraz lepszymi wynikami uzyskanymi wśród najsłabszych uczniów grupy eksperymentalnej.



Wykres 17. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań drugiego poziomu, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich

Wykresy prezentują rozrzuty symetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w grupie kontrolnej wiejskiej. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w tej grupie w teście końcowym, a mniejszym – w teście wstępnym.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego w każdej analizowanej grupie.

Mediana testu końcowego w grupie eksperymentalnej uzyskała wartość 80, zaś w grupie kontrolnej – 60, co oznacza, iż połowa uczniów uzyskała wynik powyżej wartości mediany w analizowanych grupach. Należy również dodać, iż w grupie kontrolnej co czwarty uczeń udzielił co najmniej 80% poprawnych odpowiedzi (na podstawie kwartyła 3). Otrzymany wynik świadczy o większej grupie uczniów z najlepszymi wynikami w grupie eksperymentalnej.

Interesujące różnice można zaobserwować w grupie najsłabszych uczniów. Poddając analizie wyniki testów końcowych, należy zauważyć, iż w grupie eksperymentalnej co czwarty uczeń uzyskał wynik pomiędzy 20% a 60%, zaś w teście wstępnym 25% uczniów nie udzieliło żadnej poprawnej odpowiedzi. Dla porównania: w grupie kontrolnej uzyskano wynik od 20% do 40% w teście końcowym (co czwarty uczeń) oraz od 0% do 20% w teście wstępnym (połowa uczniów). Można więc wskazać następującą różnicę w rozumieniu zagadnień fizycznych wśród najsłabszych uczniów grupy eksperymentalnej oraz grupy kontrolnej. Uzyskano większą poprawę rozumienia wśród najsłabszych uczniów grupy eksperymentalnej.

Ogólne porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na poziomie lokalnej komplikacji w klasach 8 parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna. Wykorzystując test statystyczny Manna-Whitneya, porównano bezwzględny przyrost rozumienia parami w grupie eksperymentalnej i kontrolnej z danego środowiska edukacyjnego w celu sprawdzenia, czy rozumienie zagadnień fizycznych uległo większej poprawie w wyniku włączenia narzędzi TIK do procesu kształcenia w porównaniu z kształceniem tradycyjnym. Otrzymane rezultaty badań zestawiono w tabeli 28.

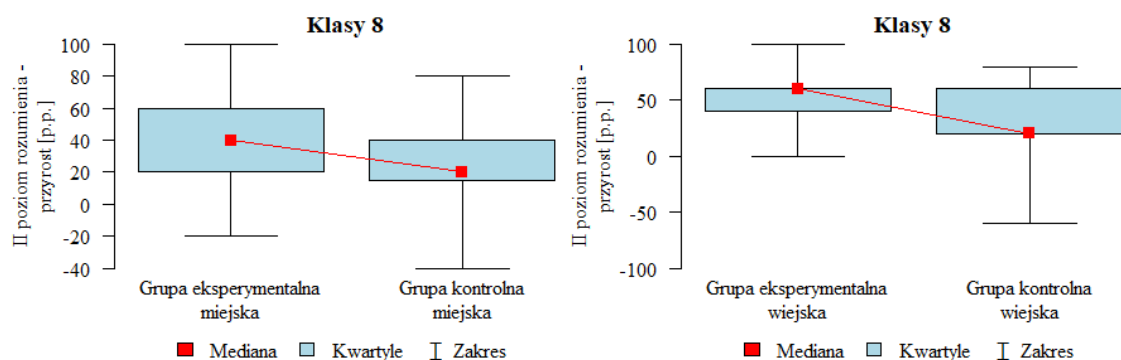
Tabela 28. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na drugim poziomie, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych w klasach 8, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej

Grupa	II poziom rozumienia							P
	Średnia	SD	Mediana	Min	Max	Q1	Q3	
GEM (N=90)	46	27,45	40	-20	100	20	60	0,013
GKM (N=16)	26	28,95	20	-40	80	15	40	
GEW (N=50)	53	25,80	60	0	100	40	60	0,019
GKW (N=17)	28	39,41	20	-60	80	20	60	

p - test Manna-Whitneya, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, SD - odchylenie standardowe, Q1 - kwartył pierwszy, Q3 - kwartył trzeci

Analizując uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia na poziomie lokalnej komplikacji, zauważyć można, iż otrzymano istotną statystycznie różnicę w jego wartości w grupie eksperymentalnej w porównaniu do grupy kontrolnej w obu analizowanych środowiskach edukacyjnych (miejskim i wiejskim). Bezwzględny przyrost rozumienia w zadaniach na drugim poziomie rozumienia był istotnie wyższy w grupach eksperymentalnych niż w grupach kontrolnych. Uzyskano większą poprawę rozumienia zagadnień fizycznych w wyniku włączenia narzędzi TIK do lekcji.

W celu lepszego zobrazowania wyników przedstawiono je na wykresach skrzynkowych (wykres 18).



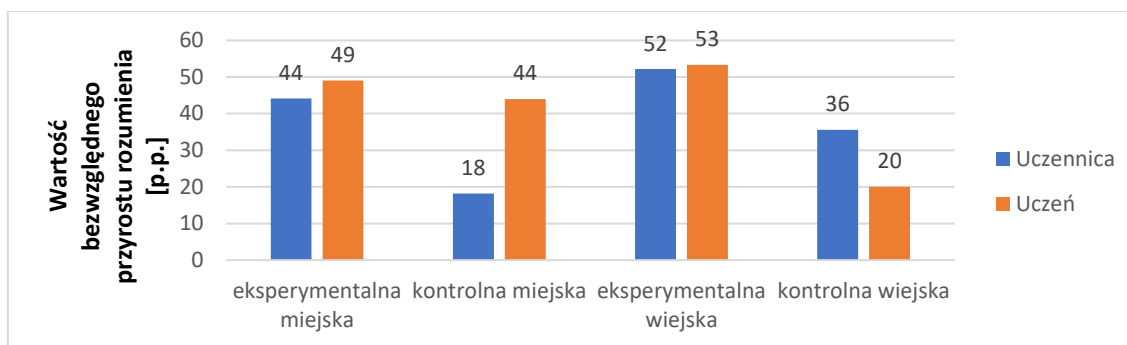
Wykres 18. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 8 na drugim poziomie, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

W przypadku grup eksperymentalnych obu środowisk edukacyjnych, maksymalny bezwzględny przyrost rozumienia wyniósł 100 p.p. Dla porównania: w grupach kontrolnych maksymalną wartość, jaką osiągnął, było 80 p.p. Świadczy to o lepszych wynikach rozumienia uzyskanych w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych.

W przypadku środowiska miejskiego warto zwrócić uwagę na grupę najlepszych uczniów. Co czwarty uczeń w grupie eksperymentalnej uzyskał 60 p.p. lub więcej (maksymalnie 100 p.p.) bezwzględnego przyrostu rozumienia, zaś w grupie kontrolnej 25% uczniów uzyskało 40 p.p. lub więcej (maksymalnie 80 p.p.). Otrzymany wynik świadczy o większym bezwzględnym przyroście rozumienia uzyskanym w grupie eksperymentalnej w porównaniu do grupy kontrolnej, w analizowanym środowisku edukacyjnym.

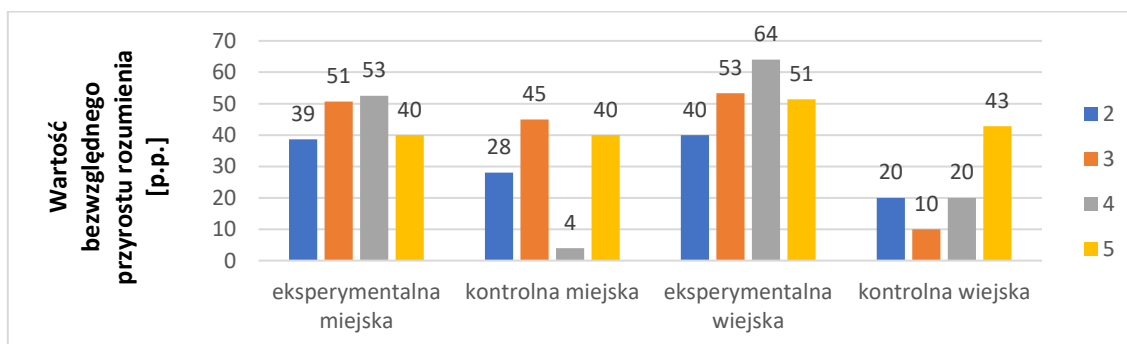
Na wykresie widoczne są również ujemne wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia, co prawdopodobnie wynika z niedostatecznej uwagi, przypadkowych odpowiedzi na pytanie.

Znaczenie zmiennych pośredniczących dla uzyskanych wyników badań. W kolejnej części analizy sprawdzono, czy zmienne pośredniczące, tj. płeć (wykres 19) oraz półroczna ocena z fizyki (wykres 20), miały znaczenie w przypadku analizowanego bezwzględnego przyrostu rozumienia zagadnień fizycznych.



Wykres 19. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu drugiego poziomu rozumienia, tj. lokalnej komplikacji, z podziałem na płeć

Analizując wyniki badań przedstawione na wykresie 19 z uwzględnieniem podziału na płeć, zauważyć należy, iż w przypadku grupy kontrolnej miejskiej znacznie większą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskali uczniowie. W grupie kontrolnej wiejskiej znacznie większą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskały uczennice. W odniesieniu do grup eksperymentalnych nie zaobserwowano podobnie dużych różnic w uzyskanych wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia zagadnień fizycznych.



Wykres 20. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu drugiego poziomu rozumienia, tj. lokalnej komplikacji, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki

Analizując wyniki badań przedstawione na wykresie 20 z uwzględnieniem podziału uczniów ze względu na półroczną ocenę z fizyki, należy zauważyć, iż w grupach kontrolnych uzyskano znacznie niższe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w porównaniu do pozostałych grup. Porównując uzyskane wyniki wśród grup eksperymentalnych, widoczne są większe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia wśród uczniów z półroczną oceną 3 lub 4 w porównaniu do uczniów ze skrajnymi ocenami, tj. 2 lub 5 w obu

środowiskach edukacyjnych. Można więc domniemywać, iż w grupie średnich uczniów narzędzia TIK stały się dodatkowym czynnikiem motywującym do pracy.

2.3. Podsumowanie wyników badań rozumienia na poziomie lokalnej komplikacji zagadnień fizycznych przez uczniów, oparte na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

W ramach podsumowania zrealizowanych badań rozumienia zagadnień fizycznych w zakresie drugiego poziomu, tj. poziomu lokalnej komplikacji, jako główny wniosek należy wskazać, iż zarówno uczniowie klas 7, jak i klas 8 we wszystkich grupach eksperymentalnych wykazali się większą poprawą rozumienia zagadnień fizycznych przypisanych do analizowanego poziomu rozumienia w porównaniu do grup kontrolnych.

Zestawiając ogólne wyniki rozumienia na poziomie lokalnej komplikacji, należy zauważyć, iż w przypadku klas 7 jedynie w grupach eksperymentalnych uzyskano różnice istotne statystycznie w zakresie omawianego poziomu rozumienia.

Odnosząc się do wyników klas 8, różnicę istotną statystycznie w przeprowadzonym teście Wilcozona uzyskano w przypadku wszystkich grup eksperymentalnych i wszystkich grup kontrolnych. W celu weryfikacji, czy rozumienie na drugim poziomie uległo większej poprawie w wyniku wdrożenia narzędzi TIK do lekcji fizyki w przypadku klas 8, wykonano test statystyczny Manna-Whitneya, porównujący otrzymane wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych. Przeprowadzony test wykazał, iż uzyskana różnica w wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia w przypadku grupy eksperymentalnej i kontrolnej ze środowiska miejskiego ($p=0,013$) oraz grupy eksperymentalnej i kontrolnej ze środowiska wiejskiego ($p=0,019$) jest istotna statystycznie. Średni bezwzględny przyrost rozumienia w środowisku miejskim w grupie eksperymentalnej miał wartość 46 p.p., w grupie kontrolnej – 26 p.p. W środowisku wiejskim uzyskano 53 p.p. w grupie eksperymentalnej oraz 28 p.p. w grupie kontrolnej.

Przedstawione wyniki badań prowadzą do wniosku, iż zarówno w klasach 7, jak i 8 zwiększenie rozumienia z zakresu drugiego poziomu nastąpiło w wyniku włączenia narzędzi TIK do lekcji fizyki.

Analizując uzyskane wyniki wśród najlepszych uczniów klas 7 i 8, zaobserwowano, iż w omawianej grupie otrzymano znacznie wyższe wyniki rozumienia lub większą liczbę uczniów z najlepszymi wynikami w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych. Ponadto najslabsi uczniowie grup eksperymentalnych znacząco poprawili

swoje wyniki w teście rozumienia końcowego w porównaniu do testu rozumienia wstępnego. Zauważono więc różnicę w rozumieniu zagadnień fizycznych w postaci znacznej poprawy rozumienia wśród najslabszych i najlepszych uczniów.

Odnosząc się do przedstawionych wyników badań, zweryfikowano drugą hipotezę badawczą i uzyskano potwierdzenie, że poziom lokalnej komplikacji zagadnień fizycznych ulegnie zmianie, nastąpi większa poprawa rozumienia zagadnień fizycznych z zakresu badanego poziomu dzięki zastosowaniu narzędzi TIK w porównaniu z kształceniem tradycyjnym. Jednocześnie uzyskano odpowiedź na postawiony drugi szczegółowy problem badawczy, dotyczący różnic, jakie wystąpią na poziomie lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów, jeśli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.

W opinii nauczycieli zaproponowane narzędzia TIK w postaci symulacji doświadczeń umożliwiły dowolną zmianę parametrów, wyciągnięcie odpowiednich wniosków z doświadczeń przedstawionych w formie symulacji, a także kompleksową analizę, co w konsekwencji prowadziło do lepszego zrozumienia zagadnienia fizycznego. Nauczyciele docenili również opcję zwolnienia oraz zatrzymania symulacji w danym położeniu.

Podobne zalety nowych technologii w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych przedstawił H. Szydłowski, wskazując, iż atutem przeprowadzenia doświadczeń z wykorzystaniem komputerów jest ich skuteczność, oszczędność czasu, niezawodność, precyzyjność, ukazanie uczniom doświadczeń, które przebiegają bardzo wolno lub bardzo szybko, a efekty nie są możliwe do zaobserwowania w warunkach sali lekcyjnej⁴⁷⁴.

Szczegółowa analiza udzielonych odpowiedzi uczniów w testach rozumienia oraz nauczycieli w arkuszu obserwacji pracy ucznia wskazała, iż wykonanie w klasie doświadczenia rzeczywistego, które zostanie wsparte symulacją (lub animacją), ma znaczenie dla poprawy jego rozumienia. Podobne wnioski zostały przedstawione na podstawie prowadzonych badań w ówczesnych gimnazjach, z których wynika, iż zadania wymagające wyobraźni przestrzennej są lepiej zrozumiane przez uczniów w przypadku wykorzystania wirtualnych pomocy. Udowodniono, iż najlepsze efekty uzyskano w przypadku wykonania rzeczywistego doświadczenia (realnego), następnie symulacji, a w końcowym etapie animacji wspierającej analizę doświadczenia⁴⁷⁵.

⁴⁷⁴ H. Szydłowski, *Pomiary wspomagane komputerowo*, „Postępy Fizyki” 2009, nr 60, cyt. za: A. Kamińska, *Rola nowych...*, *op. cit.*, s. 52-53.

⁴⁷⁵ G. Karwasz, *Dydaktyka kognitywistyczna: implementacje...*, *op. cit.*, s. 135.

W kontekście przedstawionych wniosków warto również odwołać się do badań oceniających przydatność symulacji w nauczaniu zasad dynamiki Newtona. Autorzy przeprowadzonych badań twierdzą, iż wiele symulacji fizycznych dotyczących Newtonowskich zasad dynamiki, które są trudne do zaobserwowania w rzeczywistości, staje się łatwiejsze do zrozumienia, gdy można je analizować, przykładowo, w zwolnionym tempie⁴⁷⁶. Do podobnych wniosków doszli N.D. Finkelstein i in., którzy w swoich badaniach udowodnili, iż studenci wykorzystujący symulacje fizyczne osiągnęli lepsze wyniki testów w porównaniu do grupy wykorzystującej tradycyjne przyrządy⁴⁷⁷. Narzędzia TIK pomogły także zobrazować dane pojęcie, dzięki czemu wykonanie prostych zadań stało się dla uczniów bardziej zrozumiałe.

Uzyskano również interesujące opinie nauczycieli, wskazujące, iż film zaproponowany do analizy spadku swobodnego (nagranie *Apollo 15 Hammer-Feather Drop*) przyczynił się do lepszego zrozumienia właściwości tego zjawiska, dzięki rozbudzeniu ciekawości i zainteresowania, co w pełni pokrywa się ze zdaniem Cz. Fotymy i Cz. Ścisłowskiego. W ich opinii film wzmacnia przekaz wiadomości, zastępuje opowiadanie nauczyciela, pobudza zainteresowanie, a przede wszystkim wspomaga wprowadzenie trudnego zagadnienia⁴⁷⁸. Podobnego zadania jest K. Majewska, która wskazuje, iż film wspomaga prezentację, analizę zdarzeń, co w następstwie prowadzi do lepszego zrozumienia tematu⁴⁷⁹.

Ponadto wykorzystanie narzędzi TIK w postaci filmu i symulacji ściśle nawiązuje do zasady pogłębienia wynikającej z dydaktyki ogólnej, jak również do dydaktyki fizyki wskazującej, iż fizyka jako nauka doświadczalna powinna być nauczana ze szczególnym uwzględnieniem eksperymentów, służących do badania zjawisk występujących w przyrodzie. Jednak w sytuacji, gdy wykonanie danego doświadczenia staje się utrudnione lub niemożliwe do zrobienia w warunkach szkolnych, należy wykorzystać środki dydaktyczne, które w dokładny sposób odwzorują rzeczywistość oraz zaprezentują zjawiska, których wykonanie w szkolnej pracowni fizycznej jest niemożliwe, co sprawdziło się w przypadku analizowanego spadku swobodnego.

⁴⁷⁶ M.D. Renken, N. Nunez, *Computer simulations...*, op. cit., s. 10-23.

⁴⁷⁷ N.D. Finkelstein i in., *Can Computer...*, op. cit., s. 1-4.

⁴⁷⁸ Cz. Fotyma, Cz. Ścisłowski, *Metodyka nauczania...*, op. cit., s. 218.

⁴⁷⁹ K. Majewska, *Efektywność interaktywnej...*, op. cit., s. 31.

Szczegółowe spostrzeżenia wynikają z podziału pytań z zakresu drugiego poziomu rozumienia na dwa obszary, tj. wskazywania desygnatów pojęcia z uwzględnieniem prostych ograniczeń, jaki musi spełniać dany przykład, oraz rozumienia przez uczniów związanego z komplikacją wybranych zagadnień fizycznych w celu rozwiązania prostych zadań. Na podstawie uzyskanych wyników badań wyciągnięto wnioski dotyczące rozumienia konkretnych zagadnień fizycznych. Otrzymane wyniki powinny zostać zweryfikowane w dalszym etapie badań, uwzględniając analizę konkretnych przypadków.

W przypadku obszaru związanego z komplikacją wybranych zagadnień fizycznych w klasach 7 dostrzec można różnicę wskazującą, iż największy bezwzględny przyrost rozumienia uzyskano dla pytania sprawdzającego rozumienie oporów ruchu (zadanie 15), w porównaniu do innych zadań z tego obszaru. Opisana różnica prawdopodobnie wynika z przykładów, które zostały zaczerpnięte z codziennego życia, co powtarza się także na pierwszym, tj. definicyjnym poziomie rozumienia.

W klasach 8 zauważono różnicę informującą, iż rozumienie związane z odczytywaniem danych z wykresów (zadanie 2 i zadanie 6) charakteryzują podobne i powtarzalne wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w obu grupach eksperymentalnych (miejska i wiejska). Na tej podstawie można wyciągnąć wniosek, iż narzędzia TIK przyczyniły się do lepszego zrozumienia pojęć dzięki ich zobrazowaniu, skupieniu uwagi w najważniejszych momentach, możliwości samodzielnej analizy symulacji i zatrzymaniu symulacji w odpowiednim momencie, co było wspomniane już wcześniej.

Odnosząc się do pierwszej zmiennej pośredniczącej, tj. płci uczniów, nie zaobserwowano dużych różnic w uzyskanych wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia zagadnień fizycznych w grupach eksperymentalnych, co skłania do wniosku, iż płeć nie ma znaczenia w przypadku rozumienia na drugim poziomie.

Nawiązując do kolejnej zmiennej pośredniczącej, tj. półrocznej oceny z fizyki, dostrzeżono, iż w klasach 7, w grupie eksperymentalnej miejskiej zauważalny jest najniższy wynik bezwzględnego przyrostu rozumienia wśród uczniów z półroczną oceną 3, zaś w grupie eksperymentalnej wiejskiej uczniowie z półroczną oceną 3 uzyskali najwyższe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia, co świadczy o odmiennym oddziaływaniu narzędzi TIK na wspomniane grupy uczniów. Wynik ten może mieć związek z różną motywacją uczniów, pojawieniem się innego (nowego) nauczyciela prowadzącego lekcję i innymi przyzwyczajeniami percepcyjnymi uczniów.

W przypadku klas 8, porównując uzyskane wyniki wśród grup eksperymentalnych, należy zauważyć większe bezwzględne przyrosty rozumienia wśród uczniów z półroczną oceną 3 lub 4 w porównaniu do uczniów ze skrajnymi ocenami, tj. 2 lub 5, co powtarza się w obu grupach eksperymentalnych. Można więc wnioskować, iż w grupie średnich uczniów klas 8 narzędzia TIK stały się dodatkowym czynnikiem motywującym do pracy.

Przeprowadzając analizę ze względu na środowisko uczniów, tj. środowisko miejskie i wiejskie, zauważono, iż w klasach 7 uzyskano lepsze wyniki rozumienia w środowisku wiejskim.

3. Analiza wyników badań różnic występujących w rozumieniu na poziomie uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

3.1. Analiza wyników badań różnic występujących w rozumieniu na poziomie uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

W kolejnej części analizy poszukiwano odpowiedzi na pytanie, czy rozumienie zagadnień fizycznych na poziomie uogólnienia różniło się w zależności od wykorzystanych metod i środków dydaktycznych w toku lekcji. Pytania sprawdzające z zakresu trzeciego poziomu rozumienia zostały podzielone na dwa obszary. Pierwszy z nich dotyczył uogólnienia wiedzy w celu rozwiązania zadań wymagających syntezy różnych pojęć i definicji. W obszarze tym sprawdzono rozumienie właściwości spadku swobodnego (zadanie 12) oraz rozumienie zależności działających sił i ich związku z rodzajem ruchu (zadanie 14).

Drugi obszar sprawdzał rozumienie związane z uogólnieniem zdobytych wiadomości w celu rozwiązania zadań obliczeniowych. Sprawdzono rozumienie zależności wynikających z III zasady dynamiki Newtona (zadanie 9) oraz rozumienie proporcjonalności siły wypadkowej od masy i przyspieszenia wynikającej z II zasady dynamiki Newtona (zadanie 11).

Uogólnienie wiedzy w celu rozwiązania zadań wymagających syntezy różnych pojęć i definicji. Wyniki przeprowadzonych testów rozumienia we wszystkich grupach badawczych poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem testu chi-kwadrat. Wyznaczony współczynnik istotności (p) wskazał, w których grupach różnica w przeprowadzonych testach rozumienia wstępnego i końcowego miała wartość istotną statystycznie. Grupy te zostały wyróżnione w tabeli 29.

Tabela 29. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. poziomu uogólnienia zagadnień fizycznych, obszaru uogólnienia wiedzy, w celu rozwiązania zadań wymagających syntezy różnych pojęć i definicji, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
12	GEM (N=52)	19	63	44	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=14)	29	29	0	1	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	14	81	67	p<0,001	niski – wysoki
	GKW (N=13)	54	54	0	1	wynik statystycznie nieistotny
14	GEM (N=52)	33	67	34	0,001	niski – średni
	GKM (N=14)	43	50	7	1	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	30	63	33	0,005	niski – średni
	GKW (N=13)	38	38	0	1	wynik statystycznie nieistotny

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

Rezultaty badań (tabela 29) wskazują, że różnice istotne statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia uzyskano w każdej grupie eksperymentalnej dla wszystkich analizowanych zagadnień fizycznych w tej części pracy. W grupach kontrolnych takie różnice nie wystąpiły.

Bezwzględny przyrost rozumienia z zakresu badanych zagadnień fizycznych był zróżnicowany. W tabeli 29 zauważyć można, iż powtarzalny w obu grupach eksperymentalnych bezwzględny przyrost rozumienia uzyskano w przypadku zadania sprawdzającego rozumienie zależności działających sił i ich związku z rodzajem ruchu (zadanie 14: 34 p.p. GEM, 33 p.p. GEW).

Z przedstawionych danych wynika również, iż spośród badanych grup i analizowanych zagadnień fizycznych największy bezwzględny przyrost rozumienia uzyskano w grupie eksperymentalnej wiejskiej dla zadania polegającego na analizie właściwości spadku swobodnego (zadanie 12, 67 p.p.). W tej grupie otrzymano również zmianę stanu wiedzy z niskiego na wysoki, co wyróżnia charakteryzowaną grupę na tle pozostałych. Nauczyciel wspomnianej grupy wskazał w arkuszu obserwacji pracy ucznia, iż zaproponowany film zapoczątkował merytoryczną dyskusję w klasie, co prawdopodobnie mogło mieć znaczenie dla otrzymanej wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia oraz zmiany stanu wiedzy.

Materiał badawczy zweryfikowano opinią nauczycieli, zawartą w arkuszu obserwacji pracy ucznia. Poproszono nauczycieli o uzasadnienie, czy animacja spadku swobodnego oraz nagranie *Apollo 15 Hammer-Feather Drop* sprawiły, iż uczniowie zauważyli, że czas swobodnego spadania nie zależy od masy (pytanie 20 weryfikujące zadanie testowe 12). Zapytano również, czy symulacja umożliwiająca przedstawienie działania zrównoważonych sił, wynikających z I zasady dynamiki Newtona, pomogła uczniom zrozumieć istotę wspomnianej zasady (pytanie 3 weryfikujące zadanie testowe 14).

Odnosząc się do pytania 20 (weryfikującego zadanie testowe 12), wszyscy (6/6) respondenci udzielili odpowiedzi *zdecydowanie tak*. W opinii nauczycieli animacja oraz film zobrazowały uczniom zagadnienie spadku swobodnego oraz niezależność jego czasu od masy spadającego ciała. Dodatkowo nauczyciele wskazali, iż film był atrakcyjny dla uczniów, wzbudził duże zaciekawienie, niedowierzanie, a także zainicjował ciekawą dyskusję wśród uczniów.

Nawiązując do kolejnego pytania (pytanie 3 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 14), oceniającego przydatność wdrożonej symulacji do analizy ruchu ciała i powiązanie tej wiedzy z I zasadą dynamiki Newtona, nauczyciele udzielili pozytywnych odpowiedzi: cztery wskazywały *zdecydowanie tak*, a dwie – *raczej tak*. W opinii nauczycieli: *symulacja przedstawiająca działania zrównoważonych sił, wynikających z I zasady dynamiki Newtona pomogła uczniom zrozumieć istotę tego prawa. Korzystając z symulacji komputerowej, uczniowie wykorzystując suwaki, mogli zmieniać długości wektorów sił tak, aby siły działające na te ciała się równoważyły. Na bieżąco mogli korygować swoje odpowiedzi a w razie potrzeby mogli również korzystać z podpowiedzi. Symulacja była bardzo przydatna dla uczniów, którzy mają trudności ze zrozumieniem pojęć fizycznych*⁴⁸⁰. Nauczyciele w swoich wypowiedziach akcentowali, iż w zaproponowanej symulacji dobrze zobrazowane zostały siły działające na ciało pozostające w spoczynku lub poruszające się ruchem jednostajnym, co w konsekwencji pomogło uczniom zrozumieć istotę I zasady dynamiki Newtona.

Reasumując, otrzymany obraz wyników diagnozujących rozumienie przez uczniów w badanym obszarze wskazuje, iż uczniowie grup eksperymentalnych charakteryzowali się lepszym zrozumieniem analizowanych zagadnień fizycznych w porównaniu do uczniów grup kontrolnych. Uzyskali oni również wyższe wartości bezwzględnego przyrostu

⁴⁸⁰ Pisownia oryginalna.

rozumienia oraz zmianę stanu wiedzy (na średni lub wysoki). Ponadto dokładna analiza nauczycielskich opinii wskazała, iż wdrożone narzędzia TIK wzbudziły ciekawość, dyskusję, zobrazowały omawiane zagadnienia fizyczne, czego skutkiem było ich dogłębsze zrozumienie, umożliwiające w konsekwencji wykonanie złożonych zadań, co pokrywa się z wcześniejszymi opiniami nauczycieli.

Rozumienie przez uczniów związane z uogólnieniem zdobytych wiadomości w celu rozwiązania zadań obliczeniowych. Następnie sprawdzono, czy rozumienie zagadnień fizycznych w drugim obszarze trzeciego poziomu rozumienia było zróżnicowane ze względu na zastosowanie narzędzi TIK podczas lekcji w porównaniu do lekcji prowadzonych bez tych narzędzi. W tym celu wykonano test chi-kwadrat porównujący otrzymane wyniki w testach rozumienia (wstępnym i końcowym) w każdej grupie badawczej. W tabeli 30 wyróżniono grupy, w których otrzymane wyniki okazały się istotne statystycznie.

Tabela 30. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. poziomu uogólnienia zagadnień fizycznych, obszaru rozumienia związanego z uogólnieniem zdobytych wiadomości w celu rozwiązania zadań obliczeniowych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
9	GEM (N=52)	0	38	38	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=14)	29	43	14	0,693	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	0	49	49	p<0,001	niski – średni
	GKW (N=13)	8	38	30	0,16	wynik statystycznie nieistotny
11	GEM (N=52)	8	50	42	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=14)	21	21	0	1	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	0	74	74	p<0,001	niski – wysoki
	GKW (N=13)	0	38	38	0,039	niski – średni

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

Analiza wyników badań wykazała istotne statystycznie różnice w grupach poddanych eksperymentowi pedagogicznemu. W przypadku zadania wymagającego rozumienia zależności wynikających z III zasady dynamiki Newtona (zadanie 9) w obu grupach eksperymentalnych odpowiedzi udzielone przez uczniów w teście rozumienia końcowego

w porównaniu do testu rozumienia wstępnego znacząco się różniły, czego nie obserwowano w grupach kontrolnych.

Analiza wyników badań odpowiedzi uczniów dotyczących zależności wynikających z II zasady dynamiki Newtona (zadanie 11) wskazała, iż uczniowie w obu grupach eksperymentalnych (miejskiej i wiejskiej) uzyskali różnicę istotną statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia wstępnego i końcowego. Ponadto istotną różnicę uzyskała grupa kontrolna wiejska. Jednak zaprezentowanie w tabeli 30 wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia dla rozpatrywanego zadania wskazują, że grupa kontrolna wiejska uzyskała najniższą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia (38 p.p.) w odniesieniu do grup eksperymentalnych (42 p.p. i 74 p.p.). Zauważalna jest więc różnica w rozumieniu zagadnień fizycznych w grupach poddanych eksperymentowi pedagogicznemu, czego przyczyną mogą być włączone do lekcji narzędzia TIK.

Wyróżniającym się wynikiem w tej części analizy (tabela 30, zadanie 11) jest bezwzględny przyrost rozumienia (74 p.p.) oraz zmiana stanu wiedzy (niski – wysoki) w grupie eksperymentalnej wiejskiej, co może wynikać z natychmiastowej gratyfikacji zastosowanej przez nauczyciela (na podstawie arkusza obserwacji pracy ucznia).

W kolejnym etapie analizie poddano opinie nauczycieli zawarte w arkuszu obserwacji pracy ucznia. Pytania dotyczyły przydatności animacji w rysowaniu wektorów sił akcji-reakcji (pytanie 15 weryfikujące zadanie testowe 9). Oceniono także znaczenie symulacji umożliwiającej przesunięcie klocka dla zobrazowania wpływu masy i przyłożonej siły na wartość przyspieszenia wózka (pytanie 10 weryfikujące zadanie testowe 11) oraz wprowadzenie interaktywnych zadań, jako dodatkowego czynnika motywującego do rozwiązywania zadań obliczeniowych (pytanie 11 weryfikujące również zadanie testowe 11).

W odpowiedziach nauczycieli, oceniających przydatność animacji w celu lepszego zrozumienia właściwości sił akcji-reakcji, zdania były podzielone (pytanie 15 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 9). Uzyskano odpowiedzi *zdecydowanie tak* (3/6), *raczej tak* (1/6) oraz *nie mam zdania* (2/6). Pozytywne odpowiedzi zostały uzasadnione następująco: (...) *uczniowie otrzymali doskonałą pomoc w rysowaniu wektorów jako graficznych obrazów działających sił, zgodnie z III zasadą dynamiki Newtona. Zrozumieli, dlaczego III zasadę dynamiki Newtona nazywa się też zasadą akcji-reakcji* (...) ⁴⁸¹. Odpowiedzi *nie mam zdania* wynikały z niepoprawnego skorzystania z symulacji

⁴⁸¹ Pisownia oryginalna.

lub zupełnego jej pominięcia w toku lekcji, co przekłada się na niższe wartości bezwzględ-
nego przyrostu rozumienia w tym zadaniu (tabela 30).

Odnosząc się do odpowiedzi oceniających przydatność zaproponowanego narzędzia TIK, tj. symulacji doświadczenia w celu zobrazowania wpływu wybranych parametrów na wartość przyspieszenia wózka (pytanie 10 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 11), nauczyciele w większości odpowiedzieli pozytywnie (5/6 *zdecydowanie tak*, 1/6 *raczej nie*). Nauczyciele docenili możliwość prezentacji wybranych zależności: *wielokrotnie powtarzane symulacje, przy różnych wielkościach masy i siły pozwalały uczniom wyciągnąć prawidłowe wnioski dotyczące tych zależności. Szczególnie taka symulacja przydatna jest dla uczniów, którzy mają trudności ze zrozumieniem zależności pomiędzy zachodzącymi zdarzeniami*⁴⁸². W opinii nauczycieli zastosowana symulacja pomogła uczniom wyciągnąć odpowiednie wnioski i zrozumieć opisywane zależności. Według nauczyciela, który zanegował przydatność zaproponowanego narzędzia TIK, do analizy symulacji wymagana jest uprzednia znajomość wzorów, brakuje wartości prędkości, a także ustawienia opcji ruchu jednostajnie opóźnionego.

Sprawdzając, czy interaktywne zadania zachęciły uczniów do rozwiązywania zadań obliczeniowych (pytanie 11 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 11), uzyskano odpowiedzi, z których wynika ich pozytywne oddziaływanie na uczniów (5/6 *zdecydowanie tak*, 1/6 *raczej tak*). Według jednego z nauczycieli grupy eksperymentalnej: *uczniowie chętnie i z zaciekawieniem wykonywali interaktywne zadania. Przy ich wykonywaniu, ustalając różne wielkości masy i siły zauważali pewne prawidłowości. Wykonywanie interaktywnych zadań na pewno ułatwiło uczniom zrozumienie zależności pomiędzy masą ciała i siłą na niego działającą. Zachęciło to uczniów do rozwiązywania zadań przygotowanych przez nauczyciela. Część uczniów rozwiązywała zadania dodatkowe, które nauczyciel zamieścił na klasowej platformie (...)*. Nauczyciele zgodnie ocenili, iż uczniowie chętniej i z większą motywacją rozwiązują zadania interaktywne, co ma znaczenie dla utrwalenia poznanych wzorów i zależność między wielkościami fizycznymi. Dużą zaletą jest także natychmiastowa odpowiedź zwrotna, wskazująca uczniom, co należy jeszcze powtórzyć, a także natychmiastowa gratyfikacja ucznia.

Podsumowując rozważania z obszaru uogólnienia zdobytych wiadomości w celu rozwiązania zadań obliczeniowych w ramach trzeciego poziomu rozumienia, wskazano, iż we

⁴⁸² Pisownia oryginalna.

wszystkich grupach eksperymentalnych otrzymano efekt w postaci statystycznie istotnych różnic w wynikach przeprowadzonych testów rozumienia wstępnego i końcowego, jak również istotną różnicę w postaci zmiany stanu wiedzy uczniów. W opinii nauczycieli zaproponowane narzędzia TIK zwiększyły chęć uczniów do rozwiązywania zadań oraz ich motywację. Umożliwiły również zademonstrowanie wybranych zależności fizycznych, co miało znaczenie dla lepszego zrozumienia, a w konsekwencji przełożyło się na poprawne rozwiązywanie zadań.

Ogólne porównanie wyników rozumienia na poziomie uogólnienia zagadnień fizycznych w klasach 7. Sprawdzono, czy otrzymane różnice w testach rozumienia końcowego i wstępnego mogły wynikać z zastosowanych narzędzi TIK w toku lekcji. Przeprowadzono test Wilcoxon dla par wiązanych, porównując wyniki testów rozumienia we wszystkich grupach badawczych, osobno w środowisku miejskim i wiejskim. Otrzymane wyniki zestawiono parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna z danego środowiska edukacyjnego (tabela 31). Wyróżniono grupy, w których różnica przeprowadzonych testów rozumienia okazała się statystycznie istotna.

Tabela 31. Porównanie otrzymanych wyników badań rozumienia na trzecim poziomie, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 7, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych

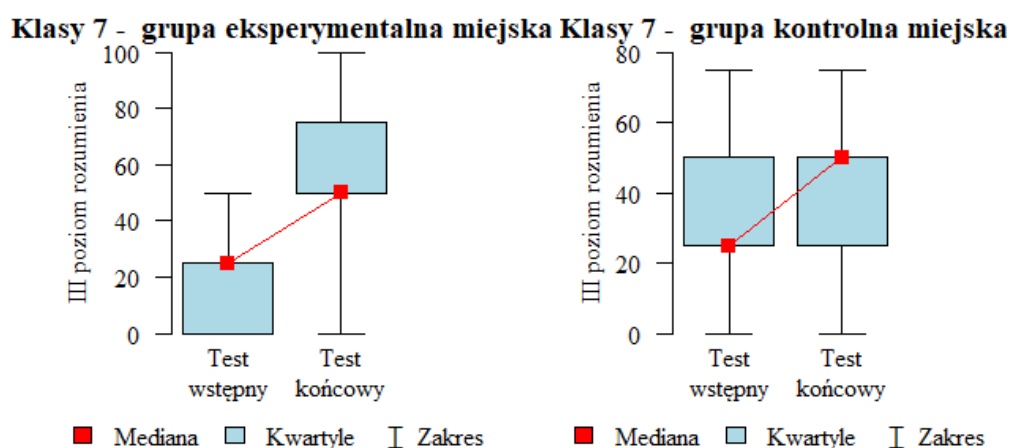
Grupa	Test rozumienia	$\bar{x} \pm SD$	Mediana	Kwartyle	p
GEM (N=52)	T_w	$20,67 \pm 19$	25	0 – 25	$p < 0,001$
	T_k	$57,69 \pm 27,8$	50	50 – 75	
GKM (N=14)	T_w	$33,93 \pm 23,22$	25	25 – 50	0,495
	T_k	$41,07 \pm 21,05$	50	25 – 50	
GEW (N=43)	T_w	$15,7 \pm 18,92$	0	0 – 25	$p < 0,001$
	T_k	$69,77 \pm 21,52$	75	50 – 75	
GKW (N=13)	T_w	$23,08 \pm 16,01$	25	25 – 25	0,093
	T_k	$44,23 \pm 32,52$	50	25 – 75	

p - test Wilcoxon dla par wiązanych, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, $\bar{x} \pm SD$ - wynik średni wraz z odchyleniem standardowym

Przeprowadzone obliczenia udowodniły występowanie statystycznie istotnych różnic w przeprowadzonych testach rozumienia wstępnego i końcowego jedynie w grupach eksperymentalnych (miejska i wiejska: każdorazowo $p < 0,001$). Podobnych różnic nie obserwowano w grupach kontrolnych ($p = 0,495$, $p = 0,093$). Uczniowie grup eksperymentalnych

cechowali się lepszym zrozumieniem zagadnień fizycznych przypisanych do trzeciego poziomu rozumienia w porównaniu do grup kontrolnych.

W celu dokładniejszej analizy uwzględniono wykresy skrzynkowe ilustrujące porównanie uzyskanych wyników badań, odpowiednio dla grup środowiska miejskiego (wykres 21) oraz wiejskiego (wykres 22). Na opisywanych dalej wykresach nie zauważono uczniów, których wyniki byłyby odstające lub ekstremalne.

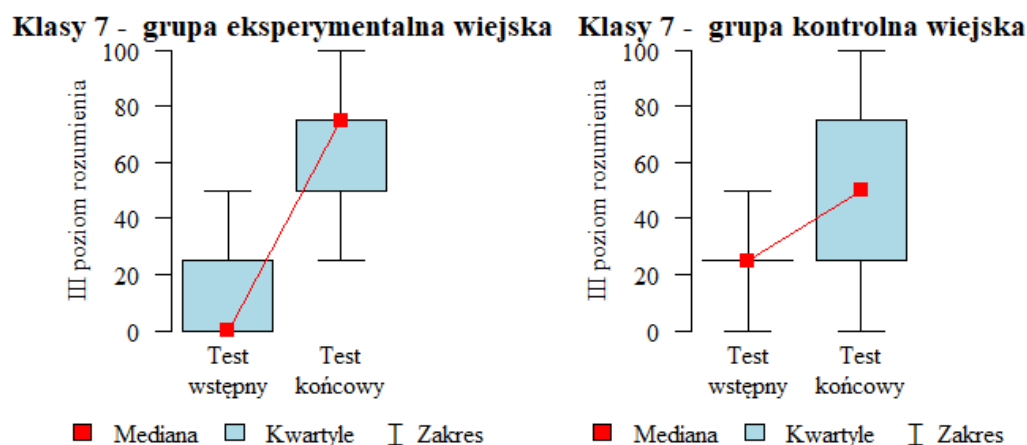


Wykres 21. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich

Analizując przedstawione wykresy, należy zauważyć, iż mediany poszczególnych testów rozumienia przyjmują takie same wartości w grupie eksperymentalnej i w grupie kontrolnej. W przypadku grupy eksperymentalnej połowa uczniów (mediana pokrywa się z kwartylem 3) udzieliła od 25% do 50% poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, natomiast w teście końcowym 25% uczniów udzieliło od 75% do 100% poprawnych odpowiedzi. W przypadku grupy kontrolnej co czwarty uczeń udzielił od 50% do 75% poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, natomiast w teście końcowym taki sam zakres procentowy udzielonych odpowiedzi prawidłowych uzyskała połowa uczniów. Na podstawie przedstawionej analizy można stwierdzić, iż w grupie eksperymentalnej miejskiej uzyskano wyższe wyniki w teście rozumienia końcowego w porównaniu do testu rozumienia wstępnego.

Interesująco przedstawiają się również wyniki w grupie najsłabszych uczniów. Co czwarty uczeń grupy eksperymentalnej nie udzielił żadnej poprawnej odpowiedzi w teście rozumienia wstępnego, natomiast w teście rozumienia końcowego połowa uczniów

uzyskała od 0% do 50% punktów. Ponadto na wykresie zauważalna jest grupa 25% uczniów, którzy uzyskali dokładnie połowę punktów. W grupie kontrolnej zakres najniższych wyników w teście wstępnym i końcowym się nie zmienił (od 0% do 25%), jednak zmniejszyła się o połowę liczba uczniów z takimi wynikami. Zauważalna jest więc znaczna poprawa rozumienia w grupie eksperymentalnej w porównaniu do grupy kontrolnej.



Wykres 22. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich

Wykresy prezentują zarówno rozrzuty symetryczne, jak i asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w grupie kontrolnej wiejskiej. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w tej grupie w teście końcowym, a mniejszym – w teście wstępnym.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego w każdej analizowanej grupie. Jednak na wykresie widoczne jest, iż mediana bardziej rośnie w grupie eksperymentalnej, co świadczy o większej poprawie rozumienia.

Na podstawie położenia mediany w grupie eksperymentalnej należy wskazać, iż połowa uczniów nie udzieliła żadnej poprawnej odpowiedzi w teście wstępnym. Dla porównania: w teście końcowym co czwarty uczeń udzielił od 25% do 50% poprawnych odpowiedzi, co świadczy o poprawie rozumienia w tej grupie uczniów.

Analizując położenie mediany i kwartyła 3, można wskazać różnice, iż w grupie eksperymentalnej połowa uczniów udzieliła od 75% do 100% poprawnych odpowiedzi

w teście rozumienia końcowego. Dla porównania: jedynie co czwarty uczeń grupy kontrolnej uzyskał podobny wynik, co pozwala stwierdzić, iż w grupie eksperymentalnej wyniki wysokie pojawiały się częściej niż w grupie kontrolnej.

Ogólne porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na poziomie uogólnienia w klasach 7 parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna. W celu oceny, czy rozumienie zagadnień fizycznych wzrosło bardziej podczas lekcji, na których wdrożono narzędzia TIK, niż podczas lekcji prowadzonych bez tych narzędzi, porównano bezwzględny przyrost rozumienia parami w grupie eksperymentalnej i kontrolnej w danym środowisku edukacyjnym, wykorzystując test Manna-Whitneya. Otrzymane rezultaty badań zestawiono w tabeli 32.

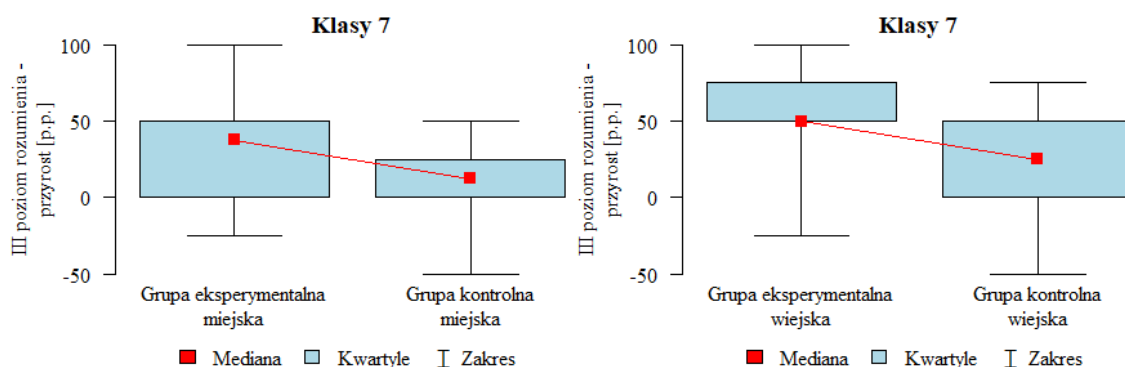
Tabela 32. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na trzecim poziomie, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych w klasach 7, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej

Grupa	III poziom rozumienia							p
	Średnia	SD	Mediana	Min	Max	Q1	Q3	
GEM (N=52)	37,02	32,65	37,5	-25	100	0	50	0,009
GKM (N=14)	7,14	31,67	12,5	-50	50	0	25	
GEW (N=43)	54,07	26,69	50	-25	100	50	75	0,006
GKW (N=13)	21,15	39,33	25	-50	75	0	50	

p - test Manna-Whitneya, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, SD - odchylenie standardowe, Q1 - kwartył pierwszy, Q3 - kwartył trzeci

W obu obszarach edukacyjnych, tj. miejskim i wiejskim, uzyskano istotną statystycznie różnicę w bezwzględnych przyrostach rozumienia w grupach eksperymentalnych w odniesieniu do grup kontrolnych. Bezwzględny przyrost rozumienia w zadaniach na trzecim poziomie rozumienia był istotnie wyższy w grupach eksperymentalnych niż w grupach kontrolnych w obu środowiskach edukacyjnych. Wyniki eksperymentalne w obrębie bezwzględnego przyrostu rozumienia świadczą o tym, iż rozumienie zagadnień fizycznych na trzecim poziomie wzrosło istotniej w wyniku wdrożenia narzędzi TIK do lekcji.

W celu lepszego zobrazowania wyników przedstawiono je na wykresach skrzynkowych (wykres 23).



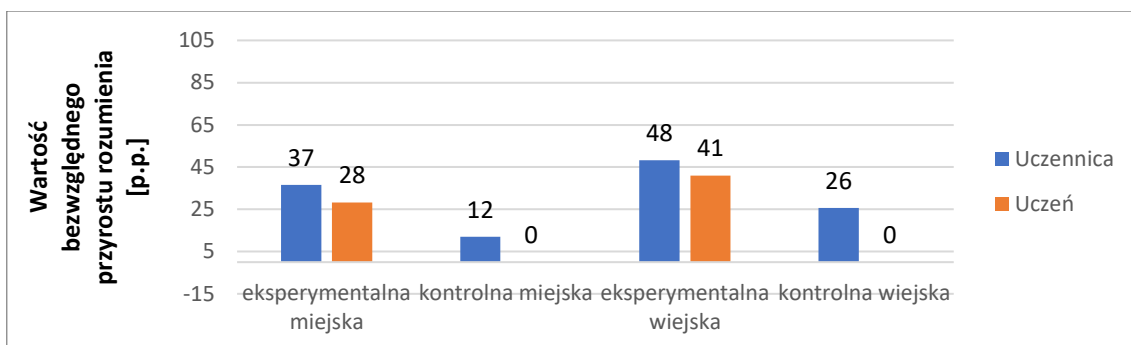
Wykres 23. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 7 na trzecim poziomie, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Porównując bezwzględny przyrost rozumienia, warto zwrócić uwagę na grupę najlepszych uczniów z obu obszarów edukacyjnych. W grupie eksperymentalnej miejskiej co czwarty uczeń uzyskał co najmniej 50 p.p. (maksymalnie 100 p.p.) bezwzględnego przyrostu rozumienia, zaś w grupie kontrolnej – co najmniej 25 p.p. (maksymalnie 50 p.p.).

W przypadku najlepszych uczniów ze środowiska wiejskiego w grupie eksperymentalnej co czwarty uczeń uzyskał co najmniej 75 p.p. (maksymalnie 100 p.p.) bezwzględnego przyrostu rozumienia, zaś w grupie kontrolnej – co najmniej 50 p.p. (maksymalnie 75 p.p.). Otrzymany wynik świadczy o wyższych wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskanych w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych, a także o wyższych przyrostach uzyskanych wśród najlepszych uczniów w środowisku wiejskim.

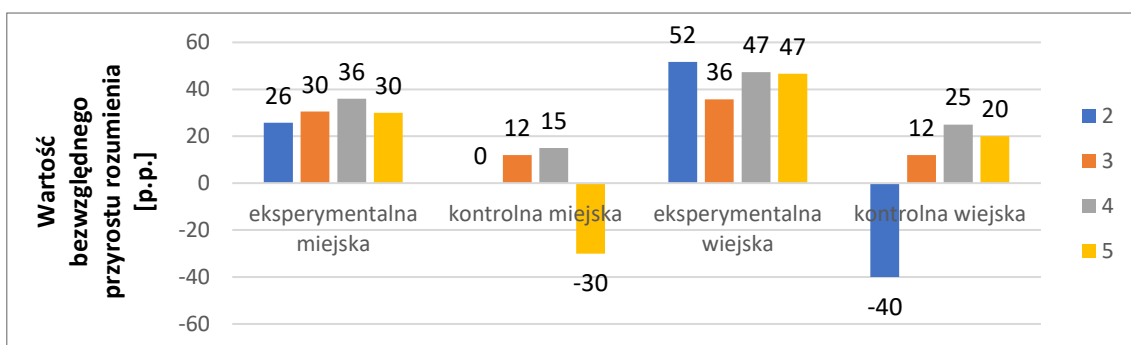
Ciekawie prezentuje się różnica wśród najsłabszych uczniów. Należy zauważyć, iż 25% uczniów zarówno grupy eksperymentalnej, jak i kontrolnej ze środowiska miejskiego nie udzieliło żadnej poprawnej odpowiedzi. Dla porównania: uczniowie środowiska wiejskiego z grupy eksperymentalnej udzielili 50% lub mniej poprawnych odpowiedzi, zaś w grupie kontrolnej – żadnej poprawnej odpowiedzi. Otrzymana różnica świadczy o wyższych wynikach najsłabszych uczniów grupy eksperymentalnej wiejskiej.

Znaczenie zmiennych pośredniczących dla uzyskanych wyników badań. Oceniono, czy wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia była zależna od zmiennych pośredniczących: płci (wykres 24) oraz półrocznej oceny z fizyki (wykres 25).



Wykres 24. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, z podziałem na płeć

Analiza wyników wszystkich grup poddanych eksperymentowi pedagogicznemu wskazała, iż większe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia na trzecim poziomie uzyskały uczennice, co może mieć związek z większym skupieniem uwagi. Ponadto należy zauważyć, iż średnia wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia wśród uczniów grup kontrolnych wynosi 0 p.p. Należy jednak podkreślić, iż w odniesieniu do grup kontrolnych, w których uczniowie wykazali się zupełnym brakiem bezwzględnego przyrostu rozumienia (0 p.p.), w grupach eksperymentalnych uczniowie zbliżyli się uzyskanym wynikiem do uczennic, co może mieć związek z ogólnie podejmowanymi działaniami uczniów w zakresie wykorzystania nowoczesnych narzędzi cyfrowych.



Wykres 25. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki

Analizując wyniki badań przedstawione na wykresie 25, należy zwrócić uwagę na wyróżniające się ujemne wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w grupach kontrolnych wśród uczniów ze skrajnymi ocenami półrocznymi (grupa miejska: -30 p.p. wśród uczniów z półroczną oceną 5, grupa wiejska: -40 p.p. wśród uczniów z półroczną oceną 2).

Otrzymany wynik świadczy przypuszczalnie o braku skupienia uwagi podczas rozwiązywania testów rozumienia lub przypadkowych odpowiedziach na pytanie.

W grupie eksperymentalnej wiejskiej zaobserwowano, iż narzędzia TIK przyczyniły się do uzyskania większych wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia wśród uczniów najsłabszej grupy (z półroczną oceną 2). Prawdopodobnie dla tej grupy uczniów narzędzia TIK mogły stać się dodatkową motywacją do pracy, umożliwiając zobrazowanie sobie danego zagadnienia fizycznego, co przyczyniło się do jego lepszego zrozumienia. Natomiast w grupie eksperymentalnej miejskiej uczniowie z półroczną oceną 2 uzyskali najniższą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia. Czynnikiem różnicującym nie jest więc ocena półroczna z fizyki, lecz prawdopodobnie różni nauczyciele prowadzący lekcje.

3.2. Analiza wyników badań różnic występujących w rozumieniu na poziomie uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.

Wykonano analizę statystyczną, aby uzyskać odpowiedź na pytanie, czy rozumienie zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8 na trzecim poziomie rozumienia, tj. poziomie uogólnienia, było zróżnicowane ze względu na sposób prowadzenia lekcji (z wykorzystaniem lub bez narzędzi TIK). Wzorem poprzednich analiz, pytania sprawdzające rozumienie zostały podzielone na dwa obszary, tj. uogólnienia wiedzy w celu rozwiązywania zadań wymagających syntezy różnych pojęć i definicji, a także rozumienia związanego z uogólnieniem zdobytych wiadomości w celu rozwiązywania zadań obliczeniowych. W pierwszym obszarze zadaniem uczniów było wskazanie amplitudy, okresu oraz obliczenie częstotliwości drgań na podstawie wykresu (zadanie 3), przeprowadzenie analizy przedstawionych na wykresie dźwięków i znalezienie różnic w ich właściwościach (zadanie 12), a także wskazanie momentów, w których energia mechaniczna przyjmowała określoną wartość (zadanie 14).

W obszarze drugim sprawdzono rozumienie dwóch pojęć fizycznych: częstotliwości oraz okresu drgań na podstawie rozwiązania zadania obliczeniowego (zadanie 1). W następnym zadaniu poproszono uczniów o obliczenie prędkości rozchodzenia się fali na podstawie danych w zadaniu (zadanie 10).

Uogólnienie wiedzy w celu rozwiązania zadań wymagających syntezy różnych pojęć i definicji. Wykorzystując test chi-kwadrat, ponownie porównano wyniki testów rozumienia końcowego i wstępnego w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych.

Na podstawie współczynnika istotności (p) wskazano grupy z różnicą istotną statystycznie ($p < 0,05$). Grupy te zostały wyróżnione w tabeli 33.

Tabela 33. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. poziomu uogólnienia zagadnień fizycznych, obszaru uogólnienia wiedzy, w celu rozwiązania zadań wymagających syntezy różnych pojęć i definicji, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T_w (%)	T_k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
3	GEM (N=90)	2	49	47	$p < 0,001$	niski – średni
	GKM (N=16)	6	43	37	0,037	niski – średni
	GEW (N=50)	8	56	48	$p < 0,001$	niski – średni
	GKW (N=17)	12	41	29	0,118	wynik statystycznie nieistotny
12	GEM (N=90)	27	68	41	$p < 0,001$	niski – średni
	GKM (N=16)	31	56	25	0,285	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=50)	28	88	60	$p < 0,001$	niski – wysoki
	GKW (N=17)	35	69	34	0,086	wynik statystycznie nieistotny
14	GEM (N=90)	16	60	44	$p < 0,001$	niski – średni
	GKM (N=16)	6	50	44	0,015	niski – średni
	GEW (N=50)	2	40	38	$p < 0,001$	niski – średni
	GKW (N=17)	0	29	29	0,044	niski – niski

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

Uzyskane wyniki rozumienia na poziomie uogólnienia zagadnień fizycznych, obszaru rozwiązywania zadań wymagających syntezy różnych pojęć i definicji, przedstawiają się interesująco.

Biorąc pod uwagę zagadnienie fizyczne poddane badaniu w zadaniu 3, zauważyć należy, iż obie grupy eksperymentalne (miejaska i wiejska) uzyskały różnicę istotną statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia. Różnicę istotną statystycznie uzyskano także w grupie kontrolnej miejskiej, jednak obliczony bezwzględny przyrost rozumienia dla tej grupy (37 p.p.) jest niższy w porównaniu do grup eksperymentalnych (47 p.p. i 48 p.p.).

W przypadku analizy wykresów dźwięków (zadanie 12) jednoznacznie ocenić można, iż w obu grupach eksperymentalnych otrzymano statystycznie istotne różnice w przeprowadzonych testach rozumienia, czego nie zauważono w obu grupach kontrolnych. Ponadto jedynie w przypadku grupy eksperymentalnej wiejskiej zauważalna jest zmiana stanu wiedzy z niskiego na wysoki oraz wyróżniająca się w analizowanym obszarze wartość

bezwzględne przyrostu rozumienia, tj. 60 p.p., co może być spowodowane dodatkowymi efektami współlistniejącymi przy włączeniu narzędzi TIK do lekcji, np. „efekt halo”.

Odnosząc się do przedstawionych w tej części pracy wyników badań (zadanie 3, zadanie 12), można stwierdzić, iż zauważalne są różnice w rozumieniu analizowanych zagadnień fizycznych w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych, wskazujące, iż wdrożone narzędzia TIK przyczyniły się do zwiększenia ich rozumienia.

W przeciwieństwie do omawianych wcześniej tematów, w przypadku następnego zadania (14) polegającego na wskazaniu chwil, gdy energia mechaniczna przyjmuje dane wartości, nie zauważono różnic w ich rozumieniu w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych. Porównując wyniki przeprowadzonych testów rozumienia (końcowego i wstępnego), zarówno w grupach eksperymentalnych, jak i w grupach kontrolnych uzyskano statystycznie istotne różnice. Zaproponowane narzędzia TIK w tym przypadku nie przyczyniły się do większej poprawy rozumienia.

Otrzymane wyniki badań uzupełniono o opinie nauczycieli zawarte w arkuszu obserwacji pracy ucznia. Poproszono nauczycieli o wskazanie, czy symulacja przedstawiająca wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła pomogła uczniom w zrozumieniu sposobu wyznaczenia okresu drgań na wykresie opisanego ruchu (pytanie 5 weryfikujące zadanie testowe 3) oraz w zrozumieniu sposobu wyznaczenia amplitudy drgań na wykresie opisanego ruchu (pytanie 6 weryfikujące również zadanie testowe 3).

Zadano również dwa pytania odnośnie do przydatności aplikacji *Sound Wave* (aplikacja dostępna na smartfona) w poprawnej identyfikacji zależności wysokości i głośności dźwięku od częstotliwości i amplitudy (pytanie 22 weryfikujące zadanie testowe 12) oraz wpływu tejże symulacji na wzbudzenie ciekawości i chęci aktywnego uczestnictwa w lekcji (pytanie 23 weryfikujące również zadanie testowe 12).

Oceniono także przydatność symulacji w rozwiązywaniu zadań polegających na wskazaniu na wykresie położenia odpowiadających zadanej energii (pytanie 11 weryfikujące zadanie testowe 14).

W odniesieniu do pytań 5 i 6 (weryfikujących zadanie testowe 3) rozkład odpowiedzi nauczycieli w obu przypadkach był taki sam (5/8 *zdecydowanie tak*, 3/8 *raczej tak*). W uzasadnieniu odpowiedzi do pytania (5) nauczyciele odwoływali się do informacji, iż symulacja stanowiła doskonałe uzupełnienie wykonanego przez nauczyciela doświadczenia. Uczniowie samodzielnie zmieniali parametry doświadczenia, np. stałą sprężystości. Dodatkowym pozytywnym efektem wykorzystanej symulacji był fakt, iż uczniowie jednej ze szkół

samodzielnie zauważyli, że w wahadle sprężynowym amplituda nie ma wpływu na okres. W opinii wszystkich nauczycieli symulacja pomogła w zrozumieniu sposobu odczytu okresu drgań, położenia równowagi, czy maksymalnego wychylenia. Dodatkową zaletą użytej symulacji była możliwość wykorzystania opcji zwolnionego tempa, pozwalająca uczniom lepiej zrozumieć kolejne etapy ruchu wahadła i przypisać je do odpowiedniego miejsca na wykresie, fakt ten akcentowała w swojej wypowiedzi większość nauczycieli. Jeden z nauczycieli zwrócił uwagę na kolory użyte w symulacji, twierdząc, iż pomogły uczniom w zrozumieniu wyznaczenia okresu drgań z wykresu.

Szczegółowej analizie poddano odpowiedzi nauczycieli w pytaniu 6 (weryfikującym również zadanie testowe 3), sprawdzającym przydatność symulacji w wyznaczeniu amplitudy drgań na wykresie zależności położenia od czasu. Nauczyciele zaopiniowali pozytywnie wykorzystane narzędzie TIK, twierdząc, iż symulacja była przydatna i w dużym stopniu pomogła uczniom w zrozumieniu tego zagadnienia. Większość ponownie podkreśliła pozytywne aspekty opcji zwolnionego tempa w symulacji. Dużą zaletą symulacji była możliwość obserwacji zależności ruchu wahadła oraz odpowiadających temu ruchowi przemieszczających się punktów na wykresie, których współrzędne wskazywały amplitudę, co ułatwiło uczniom zrozumienie tego pojęcia. Uzupełnieniem tych informacji mogą być słowa jednego z nauczycieli: *W symulacji widać, że danemu położeniu wahadła odpowiada dany punkt na wykresie. Dodatkowo możemy to obserwować w zwolnionym tempie. Dzięki temu łatwo zatrzymać symulację w momencie, gdy ciało jest maksymalnie wychylone, sprawdzić który punkt odpowiada tej sytuacji na wykresie i odczytać jego współrzędną położenia z wykresu. Jest to amplituda drgań. Myślę, że symulacja i niewielka ingerencja nauczyciela pomogła uczniom w zrozumieniu sposobu wyznaczania tej amplitudy na wykresie*⁴⁸³.

Sprawdzono również odpowiedzi nauczycieli w zakresie przydatności aplikacji Sound Wave do lepszego zrozumienia analizy wykresów dźwięków. W obu pytaniach (22 i 23 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 12) wszyscy nauczyciele (8/8) byli zgodni, odpowiadając *zdecydowanie tak* – aplikacja na smartfona pomogła w poprawnej identyfikacji wybranych zależności, a ponadto wzbudziła ciekawość i chęć aktywnego uczestnictwa w lekcji. Jeden nauczyciel dołączył następujący komentarz do swojej oceny: *Nauczyciel wytłumaczył uczniom, że aplikacja pokazuje falę dźwiękową tego co*

⁴⁸³ Pisownia oryginalna.

słyszcy. Może zobaczyć, jak „wygląda” dźwięk z tego co odbiera mikrofon. Po wygenerowaniu dźwięków z gitary/ cichych, głośnych, wysokich, niskich/ i użyciu tej aplikacji uczniowie obserwowali powstające wykresy – obrazy fali dźwiękowej. Zauważyli bez problemów, że wysokość dźwięków i głośność zależą od częstotliwości i amplitudy⁴⁸⁴. Wszyscy nauczyciele w swoich opiniach byli zgodni, twierdząc iż wspomniana aplikacja doskonale przedstawia zależności wysokości i głośności dźwięków od częstotliwości i amplitudy, dzięki czemu identyfikacja tych zależności oraz ich zrozumienie stały się dla uczniów łatwe i przyjemne. Zdaniem nauczycieli lekcja z wykorzystaniem instrumentów muzycznych oraz smartfona była dla uczniów niezwykle interesująca. Nie uczestniczyli oni biernie w lekcji, lecz aktywnie zaangażowani byli w zajęcia, co miało znaczenie dla większego zainteresowania, motywacji oraz interaktywnego charakteru lekcji.

W odniesieniu do ostatniego analizowanego w tym obszarze zagadnienia, tj. wskazania chwil, w których energia mechaniczna przyjmowała określoną wartość, zdania nauczycieli w tej kwestii były podzielone (pytanie 11 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 14). Uzyskano wiele skrajnych opinii (2/8 zdecydowanie tak, 1/8 raczej tak, 1/8 nie mam zdania, 2/8 raczej nie, 2/8 zdecydowanie nie), co potwierdziło uzyskane wyniki w testach rozumienia, tj. występowanie istotnych statystycznie różnic zarówno w grupach eksperymentalnych, jak i w grupach kontrolnych. Negatywne odpowiedzi nauczycieli zwracały uwagę na brak rozumienia przez uczniów wcześniejszych tematów (na poziomie definicyjnym), dlatego też symulacja nie była pomocna w zrozumieniu analizowanego zagadnienia. Uczniowie wymagali powtórnego przypomnienia definicji, z uwzględnieniem tradycyjnych metod i środków dydaktycznych. Użyta podczas lekcji symulacja pomogła w rozwiązywaniu zadań, jednak nauczyciel musiał wracać do niej wielokrotnie. Nauczyciele, którzy pozytywnie ocenili symulację, wskazali, iż ułatwiła ona uczniom zrozumienie pojęć fizycznych dotyczących ruchu drgającego, co miało znaczenie w rozwiązywaniu zadań przygotowanych przez nauczyciela.

Z perspektywy podjętego w tej części pracy obszaru badań, na podstawie otrzymanych wyników przeprowadzonych testów rozumienia oraz odpowiedzi nauczycieli w arkuszu obserwacji pracy ucznia, wynika, iż narzędzia TIK przyczyniły się do lepszego zrozumienia tematu jedynie w części analizowanych zagadnień fizycznych. W dwóch przypadkach, tj. wskazanie amplitudy, okresu oraz obliczenie częstotliwości drgań na podstawie wykresu

⁴⁸⁴ Pisownia oryginalna.

(zadanie 3) oraz przeprowadzenie analizy przedstawionych na wykresie dźwięków i znalezienie różnic w ich właściwościach (zadanie 12), oceniono, iż zaproponowane narzędzia TIK (symulacja oraz aplikacja na smartfona) miały znaczenie dla poprawy ich rozumienia. Potwierdzeniem są istotne statystycznie różnice w przeprowadzonych testach rozumienia w grupach eksperymentalnych oraz brak tychże różnic w większości grup kontrolnych, co przełożyło się na wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia. W tych przypadkach nauczyciele pozytywnie ocenili przydatność narzędzi TIK dla poprawy rozumienia omawianych zagadnień fizycznych, twierdząc, iż umożliwiły dokładną analizę, identyfikację wybranych zależności, wzbudziły ciekawość i aktywność podczas lekcji.

Szczegółowa analiza problemu poruszanego w zadaniu 14 (wskazanie chwil, gdy energia mechaniczna przyjmuje dane wartości) nie daje jednoznacznej odpowiedzi, czy narzędzie TIK było pomocne w poprawnym rozwiązaniu zadania. Otrzymane różnice w wynikach testów rozumienia wskazują, iż zarówno uczniowie z grup eksperymentalnych, jak i grup kontrolnych poprawili rozumienie w zakresie analizowanego zagadnienia fizycznego. Odpowiedzi udzielone przez nauczycieli w arkuszu obserwacji pracy ucznia również nie były jednoznaczne.

Rozumienie przez uczniów związane z uogólnieniem zdobytych wiadomości w celu rozwiązania zadań obliczeniowych. Wykorzystując test chi-kwadrat, porównano wyniki przeprowadzonych testów rozumienia w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych. Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 34, w której wyróżniono grupy z różnicą istotną statystycznie ($p < 0,05$).

Szczegółowa analiza odpowiedzi uczniów (tabela 34) w badanym obszarze wskazała, iż różnice istotne statystycznie w przeprowadzonych testach rozumieniach końcowego i wstępnego uzyskano zarówno w grupach eksperymentalnych, jak i w wybranych grupach kontrolnych. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia w tych grupach nie wskazało na większą poprawę rozumienia sprawdzanych zagadnień fizycznych w grupach eksperymentalnych. Przykładowo: bezwzględny przyrost rozumienia w grupach eksperymentalnych w zadaniu 1 miał wartość 38 p.p. i 50 p.p., natomiast w grupie kontrolnej wiejskiej – 53 p.p. Zaproponowane narzędzia TIK nie przyczyniły się do lepszego rozumienia analizowanych zagadnień fizycznych w tej części badań.

Tabela 34. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. poziomu uogólnienia zagadnień fizycznych, obszaru rozumienia związanego z uogólnieniem zdobytych wiadomości w celu rozwiązania zadań obliczeniowych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
1	GEM (N=90)	3	41	38	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=16)	19	37	18	0,433	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=50)	4	54	50	p<0,001	niski – średni
	GKW (N=17)	12	65	53	0,005	niski – średni
10	GEM (N=90)	4	30	26	p<0,001	niski – niski
	GKM (N=16)	0	31	31	0,043	niski – niski
	GEW (N=50)	8	46	38	p<0,001	niski – średni
	GKW (N=17)	6	29	23	0,175	wynik statystycznie nieistotny

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

Dodatkową motywacją dla uczniów zwiększającą chęć rozwiązywania dodatkowych zadań obliczeniowych z działu „drgania i fale” miał być e-zeszyt zadań. Na wspólnej platformie edukacyjnej (uzgodnionej na początku eksperymentu pedagogicznego) nauczyciel zamieszczał systematycznie zadania z wybranych tematów. W arkuszu obserwacji pracy ucznia zapytano nauczycieli, czy dodatkowy e-zeszyt zadań wpłynął na chęć rozwiązywania przez uczniów dodatkowych zadań obliczeniowych z działu „drgania i fale” (pytanie 32 weryfikujące zadania testowe 1 i 10).

Odpowiedzi nauczycieli były podzielone (2/8 *zdecydowanie tak*, 1/8 *raczej tak*, 2/8 *nie mam zdania*, 3/8 *raczej nie*). Odpowiedzi pozytywne wskazywały, iż część uczniów załogowała się na platformie edukacyjnej i rozwiązała dodatkowe zadania. Jeden z nauczycieli zaproponował także dodatkową ocenę za odesłanie e-zeszytu zadań, jednak zmotywowało to niewielką liczbę uczniów. Odpowiedzi *nie mam zdania* wynikały z braku chętnych uczniów, którzy rozwiązaliby dodatkowe zadania obliczeniowe, pomimo umieszczenia ich na platformie edukacyjnej. Odpowiedzi negatywne wynikały z zupełnego braku zainteresowania wśród uczniów zaproponowaną przez nauczyciela aktywnością.

Przedstawiona analiza wyników badań dla zadań obliczeniowych z zakresu rozumienia na poziomie uogólnienia wskazała, iż zagadnienia sprawdzane w omawianych łącznie dwóch zadaniach były dla uczniów trudne. Przemawia za tym stan wiedzy, który niejednokrotnie pozostał niski, nawet po zachęceniu uczniów do wykonania dodatkowych zadań

z wykorzystaniem e-zeszytu. Wyraźnie widać, że korzystny wpływ dodatkowych zadań w formie e-zeszytu jest ograniczony. Odpowiedzi nauczycieli zawarte w arkuszu obserwacji pracy ucznia wskazały, iż zaproponowane rozwiązanie TIK w większości nie zachęciło uczniów do rozwiązywania dodatkowych zadań obliczeniowych, co również ma odzwierciedlenie w uzyskanych wynikach testu rozumienia końcowego.

Ogólne porównanie wyników rozumienia na poziomie uogólnienia zagadnień fizycznych w klasach 8. Otrzymane różnice w testach rozumienia wstępnego i końcowego porównano, wykorzystując test Wilcozona dla par wiązanych. Tym samym sprawdzono, czy narzędzia TIK miały znaczenie dla poprawy rozumienia w badanym poziomie. Otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli 35 parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna z danego środowiska edukacyjnego. Wyróżniono grupy, w których różnica w wynikach przeprowadzonych testów rozumienia okazała się statystycznie istotna.

Tabela 35. Porównanie otrzymanych wyników badań rozumienia na trzecim poziomie, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 8, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych

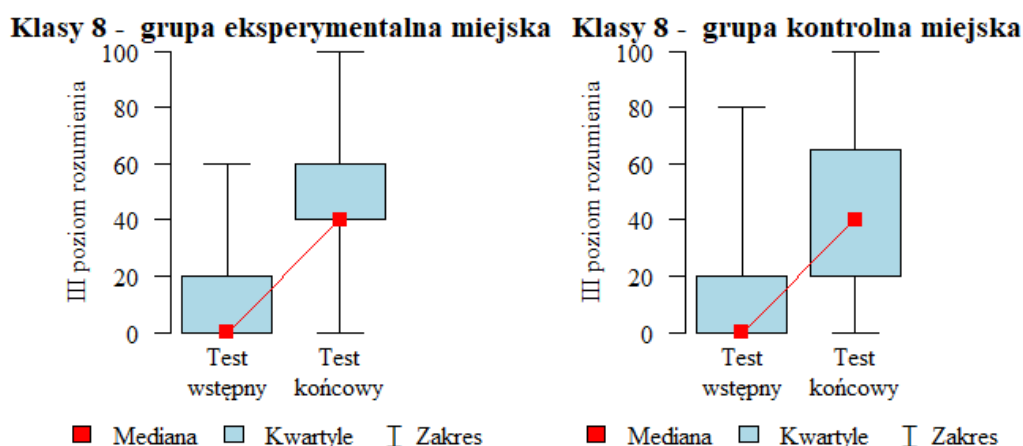
Grupa	Test rozumienia	$\bar{x} \pm SD$	Mediana	Kwartyle	p
GEM (N=90)	T_w	$10,44 \pm 16,75$	0	0 – 20	$p < 0,001$
	T_k	$49,56 \pm 26,35$	4	40 – 60	
GKM (N=16)	T_w	$12,5 \pm 20,49$	0	0 – 20	0,003
	T_k	$43,75 \pm 30,3$	40	20 – 65	
GEW (N=50)	T_w	$10 \pm 16,78$	0	0 – 20	$p < 0,001$
	T_k	$56,8 \pm 23,69$	60	40 – 80	
GKW (N=17)	T_w	$12,94 \pm 17,24$	0	0 – 20	0,001
	T_k	$47,06 \pm 22,29$	40	40 – 60	

p - test Wilcozona dla par wiązanych, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, $\bar{x} \pm SD$ - wynik średni wraz z odchyleniem standardowym

Na przedstawionym zestawieniu tabelarycznym (35) zauważa się, że wszystkie grupy poddane eksperymentowi pedagogicznemu, tj. grupy eksperymentalne i grupy kontrolne, uzyskały statystycznie istotną różnicę w przeprowadzonych testach rozumienia (końcowego i wstępnego). Oznacza to, że rozumienie na trzecim poziomie, tj. poziomie uogólnienia, uległo poprawie bez względu na narzędzia wykorzystane podczas lekcji.

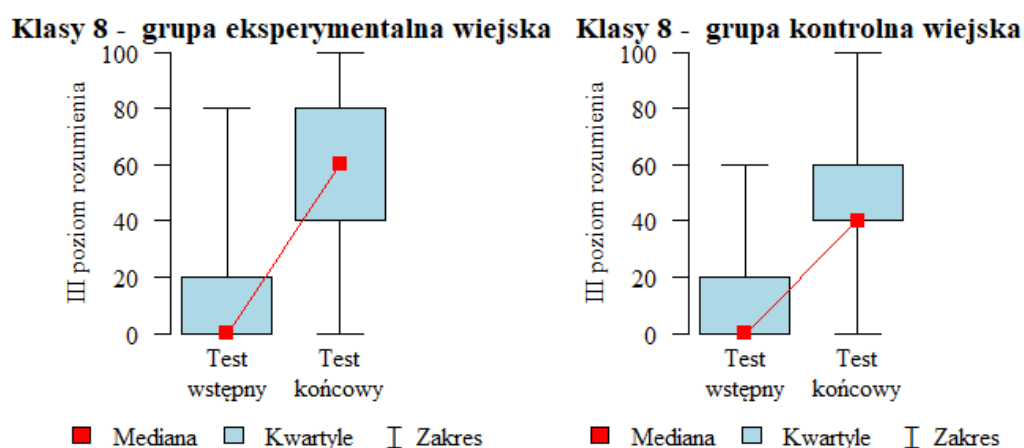
W celu dokładniejszej analizy uwzględniono wykresy skrzynkowe ilustrujące porównanie uzyskanych wyników badań, odpowiednio dla grup ze środowiska miejskiego

(wykres 26) oraz wiejskiego (wykres 27). Na wszystkich omawianych w dalszej części wykresach nie zauważono uczniów, których wyniki byłyby odstające lub ekstremalne.



Wykres 26. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich

Wykresy prezentują zarówno rozrzuty symetryczne, jak i asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w grupie kontrolnej miejskiej. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w tej grupie w teście końcowym, a mniejszym w teście wstępnym. Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego w każdej analizowanej grupie.



Wykres 27. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich

Wykresy prezentują zarówno rozrzuty symetryczne, jak i asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w grupie eksperymentalnej wiejskiej. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w tej grupie w teście końcowym, a mniejszym – w teście wstępnym.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego w każdej analizowanej grupie.

Połowa uczniów grupy eksperymentalnej oraz 25% uczniów grupy kontrolnej udzieliła co najmniej 60% poprawnych odpowiedzi w teście rozumienia końcowego. Świadczy to o większej liczbie uczniów z wyższymi wynikami w grupie eksperymentalnej.

Dodatkowo w przypadku testu rozumienia końcowego, na podstawie wykresu można wskazać, iż 25% uczniów grupy eksperymentalnej (na podstawie kwartyla 1) oraz 50% uczniów grupy kontrolnej (kwartył 1 pokrywa się z medianą) udzieliło 40% lub mniej poprawnych odpowiedzi. Świadczy to o mniejszej liczbie uczniów z niższymi wynikami w grupie eksperymentalnej.

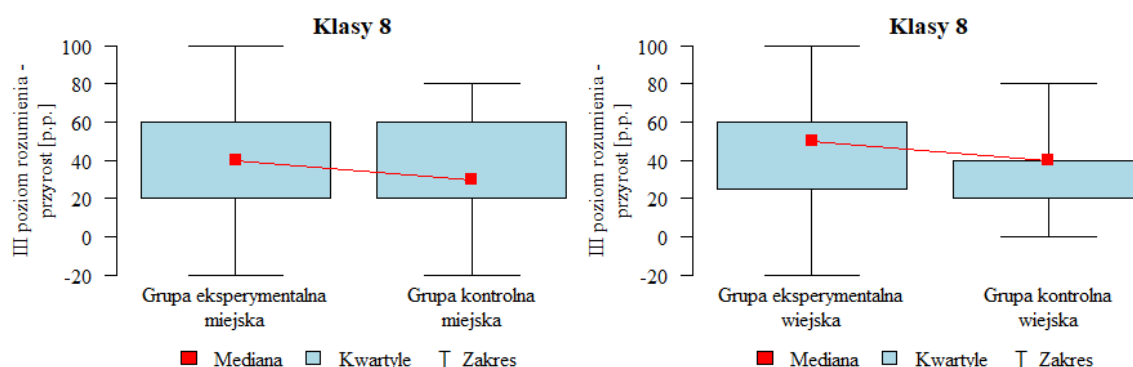
Ogólne porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia definicyjnego w klasach 8 parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna. W celu oceny, czy rozumienie zagadnień fizycznych wzrosło bardziej w wyniku wdrożenia narzędzi TIK w porównaniu do lekcji prowadzonych metodą tradycyjną, przeprowadzono test Manna-Whitneya. Porównano bezwzględny przyrost rozumienia parami w grupie eksperymentalnej i kontrolnej w danym środowisku edukacyjnym. Otrzymane rezultaty badań zestawiono w tabeli 36.

Tabela 36. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na trzecim poziomie, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych w klasach 8, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej

Grupa	III poziom rozumienia							P
	Średnia	SD	Mediana	Min	Max	Q1	Q3	
GEM (N=90)	39,11	27,63	40	-20	100	20	60	0,426
GKM (N=16)	31,25	29,18	30	-20	80	20	60	
GEW (N=50)	46,80	26,99	50	-20	100	25	60	0,064
GKW (N=17)	34,12	23,20	40	0	80	20	40	

p - test Manna-Whitneya, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, SD - odchylenie standardowe, Q1 - kwartył pierwszy, Q3 - kwartył trzeci

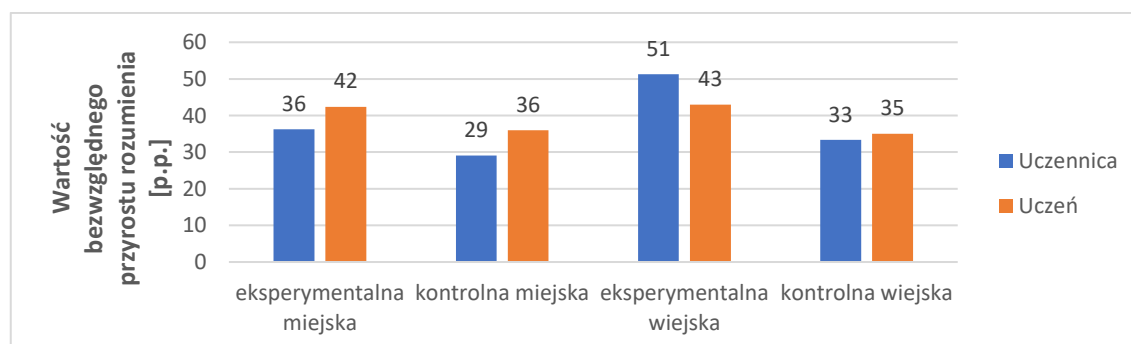
Na trzecim poziomie porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia zagadnień fizycznych w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych w obu środowiskach edukacyjnych wskazało na brak istotnych różnic, co skłania do stwierdzenia, iż w analizowanym poziomie narzędzia TIK nie przyczyniły się do lepszego rozumienia zagadnień fizycznych wśród uczniów klas 8, co przedstawiono na wykresach skrzynkowych (wykres 28).



Wykres 28. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 8 na trzecim poziomie, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Porównanie bezwzględnych przyrostów rozumienia wśród uczniów ze środowiska wiejskiego pozwala zauważyć przede wszystkim różnicę w grupie najlepszych uczniów. W grupie eksperymentalnej co czwarty uczeń uzyskał co najmniej 60 p.p., zaś w grupie kontrolnej połowa uczniów uzyskała 40 p.p. Brak istotnych różnic w otrzymanych wynikach potwierdza także współczynnik istotności (p).

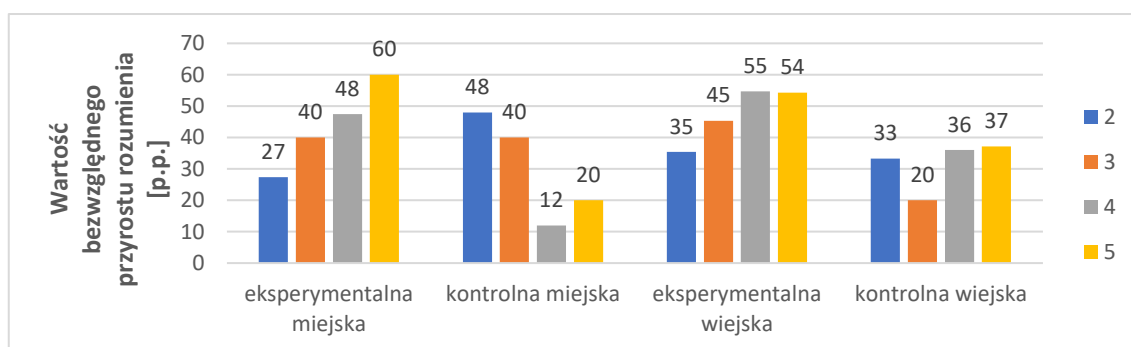
Znaczenie zmiennych pośredniczących dla uzyskanych wyników badań. Oceniono, czy wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia była zależna od zmiennych pośredniczących: płci (wykres 29) oraz półrocznej oceny z fizyki (wykres 30).



Wykres 29. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, z podziałem na płeć

Przedstawione na wykresie (29) wyniki badań pozwalają stwierdzić, iż w przypadku grupy eksperymentalnej wiejskiej uczennice uzyskały większą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia. Odwrotnie sytuacja przedstawia się w grupie eksperymentalnej środowiska miejskiego. Uczniowie uzyskali wyższą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia. Jednak opisane różnice mogą być związane z różnymi nauczycielami prowadzącymi lekcje w każdej z grup.

W przypadku grupy kontrolnej miejskiej różnice w wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia z uwzględnieniem podziału na płeć wskazują na korzyść uczniów.



Wykres 30. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki

W przypadku uczniów grupy eksperymentalnej miejskiej zauważono, iż bezwzględny przyrost rozumienia zagadnień na trzecim poziomie rośnie wraz z wyższą oceną półroczną z fizyki. Najmniejszą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia, tj. 27 p.p., uzyskali uczniowie najslabsi (z półroczną oceną 2). Najwyższą – uczniowie najlepsi (60 p.p.). Podobna tendencja zauważalna jest wśród uczniów grupy eksperymentalnej wiejskiej, jednak w przypadku oceny półrocznej 5 i 4 wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia są wyrównane. Otrzymane różnice prawdopodobnie mogą wynikać z poziomu trudności analizowanych zagadnień fizycznych oraz konieczności zrozumienia wcześniejszych tematów. Narzędzia TIK stały się dodatkowym czynnikiem, poprawiającym rozumienie w grupach eksperymentalnych w odniesieniu do grup kontrolnych, jednak najbardziej wśród uczniów z najwyższą oceną półroczną, gdyż wykazali się oni zrozumieniem wcześniejszych zagadnień fizycznych.

3.3. Podsumowanie wyników badań rozumienia na poziomie uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów, oparte na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

Podsumowując rozważania dotyczące rozumienia wybranych zagadnień fizycznych przez uczniów z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. poziomu uogólnienia, należy zaakcentować różnice występujące wśród uczniów klas 7 oraz uczniów klas 8.

Przeprowadzona analiza zebranego materiału empirycznego oraz jej przedstawione wyniki wskazują, iż w przypadku klas 7 jedynie w grupach eksperymentalnych uzyskano różnice istotne statystycznie w rozumieniu zagadnień fizycznych przypisanych do poziomu uogólnienia. Tym samym uzyskano statystycznie istotne różnice w bezwzględnym przyroście rozumienia, porównując grupę eksperymentalną do grupy kontrolnej w danym środowisku edukacyjnym (miejskim lub wiejskim). Ponadto zauważano znaczną poprawę rozumienia wśród najsłabszych uczniów, a także znacznie wyższe wyniki uzyskane wśród najlepszych uczniów grup eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych. Dodatkowo wyższe wyniki rozumienia pojawiały się częściej w grupach eksperymentalnych, co szczególnie jest widoczne w grupie eksperymentalnej środowiska wiejskiego.

Odnosząc się do wyników klas 8 – różnicę istotną statystycznie w rozumieniu na poziomie uogólnienia uzyskano w przypadku wszystkich grup eksperymentalnych i wszystkich grup kontrolnych. Dlatego też w kolejnym kroku analizy sprawdzono, czy rozumienie na trzecim poziomie uległo większej poprawie w wyniku wdrożenia narzędzi TIK do lekcji fizyki. Porównano testem statystycznym Manna-Whitneya wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych. Przeprowadzona analiza nie wykazała istotnych różnic bezwzględnego przyrostu rozumienia w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych (środowisko miejskie: $p=0,426$, środowisko wiejskie: $p=0,064$). Jednak dostrzegalne były różnice świadczące o tym, iż w grupie eksperymentalnej wiejskiej grupa uczniów z wyższymi wynikami była liczniejsza w odniesieniu do grupy kontrolnej. Ponadto uzyskano mniejszą liczbę najsłabszych wyników.

Odnosząc się do przedstawionych wyników badań, zweryfikowano trzecią hipotezę badawczą i uzyskano potwierdzenie jedynie w przypadku klas 7, iż poziom uogólnienia zagadnień fizycznych ulegnie zmianie, nastąpi większa poprawa rozumienia zagadnień fizycznych z zakresu badanego poziomu dzięki zastosowaniu narzędzi TIK w porównaniu z kształceniem tradycyjnym. W klasach 8 poprawa rozumienia zagadnień fizycznych przypisanych do trzeciego poziomu rozumienia nastąpiła bez względu na sposób prowadzenia

lekcji. Otrzymane rezultaty należy traktować jako argument za częściowym potwierdzeniem hipotezy 3.

Jednocześnie uzyskano odpowiedź na postawiony trzeci szczegółowy problem badawczy dotyczący różnic, jakie wystąpią na poziomie uogólnienia rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów, jeśli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.

Szczegółowe spostrzeżenia w analizowanym poziomie wynikają z interpretacji odpowiedzi uczniów, udzielonych w przeprowadzonych testach rozumienia oraz odpowiedzi nauczycieli, zawartych w arkuszu obserwacji pracy ucznia.

Zauważono, iż narzędziem TIK, które znacząco poprawia rozumienie wśród uczniów, są symulacje doświadczeń. W opinii nauczycieli zwiększają one ciekawość uczniów, obniżają trudne zagadnienia fizyczne (w tym zjawiska fizyczne), umożliwiają uczniom swobodną manipulację warunkami eksperymentu, wzbudzają dyskusję, a w konsekwencji przyczyniają się do lepszego zrozumienia tematów, co przekłada się na rozwiązywanie skomplikowanych problemów fizycznych.

Podobną opinię na temat symulacji doświadczeń w dydaktyce fizyki przedstawił R. Kutner. Wykorzystując symulację, nauczyciel ma możliwość ukazania przebiegu zjawisk fizycznych, których w warunkach szkolnej pracowni nie można zaobserwować. Uczeń zaś może dowolnie zmieniać parametry doświadczeń, co daje wyobrażenie na temat analizowanego zjawiska fizycznego, a tym samym stanowi cenne dopełnienie procesu dydaktycznego⁴⁸⁵.

Za B. Siemienieckim należy również wskazać, iż dzięki możliwości wizualizacji oraz symulacji zjawisk i procesów uzyskuje się lepsze zrozumienie danego tematu, a także stymuluje ucznia do myślenia twórczego⁴⁸⁶.

Jednak przeprowadzona analiza odpowiedzi nauczycieli zawartych w arkuszu obserwacji klas 8 wskazała, iż w celu poprawnej interpretacji symulacji doświadczeń niezbędne jest także rozumienie zagadnień fizycznych przypisanych do poprzedzających poziomów rozumienia, zarówno z badanego działu nauczania, jak i z działów wcześniejszych. Braki w rozumieniu spowodują niedostateczną i niepoprawną interpretację symulacji, co zostało potwierdzone w przeprowadzonych testach rozumienia końcowego i wstępnego w klasach 8.

⁴⁸⁵ R. Kutner, *Symulacje komputerowe w nauczaniu fizyki ogólnej* [w:] *Materiały IV Krajowej Konferencji „Informatyka w Szkole”*, Wałbrzych 1988, cyt. za: W. Furmanek, *Symulacje, gry...*, op. cit., s. 31.

⁴⁸⁶ B. Siemieniecki, *Kognitywistyczne aspekty...*, op. cit., s. 9-10.

W literaturze dostępne są zbliżone wyniki, wskazujące, iż wykorzystane symulacje muszą być wspierane zawsze wiedzą podstawową oraz pomocą ze strony nauczyciela w jej interpretacji⁴⁸⁷.

Pomimo wskazania, iż w przypadku uczniów klas 8 narzędzia TIK nie miały znaczenia dla poprawy rozumienia na poziomie uogólnienia, zauważono wyróżniające się zagadnienie fizyczne, w którym tylko grupy eksperymentalne uzyskały istotną statystycznie różnicę w teście rozumienia końcowego w stosunku do testu rozumienia wstępnego – była to analiza wykresów dźwięków. Ponadto jedynie w przypadku grupy eksperymentalnej wiejskiej uzyskano zmianę stanu wiedzy z niskiego na wysoki oraz wyróżniającą się w analizowanym poziomie wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia (60 p.p.). Otrzymaną poprawę rozumienia należy łączyć z wykorzystaną podczas lekcji aplikacją na smartfona (*Sound Wave*), co wskazali nauczyciele w arkuszu obserwacji pracy ucznia. W ich opinii lekcja z wykorzystaniem smartfona była dla uczniów niezwykle interesująca, wzbudziła aktywność, zainteresowanie i motywację.

Istotną rolę interaktywnych narzędzi podkreśla D. Siemieniecka, wskazując, iż celem wykorzystania tychże narzędzi jest zaintrygowanie ucznia, wzbudzenie ciekawości, chęci i gotowości do nauki, czyli ogólnie pojęta motywacja ucznia⁴⁸⁸.

Interesujące wnioski wynikają również z analizy rozumienia przez uczniów związanego z uogólnieniem zdobytych wiadomości w celu rozwiązywania zadań obliczeniowych. Przeprowadzone badania w klasach 8 jednoznacznie wskazały, iż dodatkowe zadania obliczeniowe dla uczniów, zamieszczone na platformie edukacyjnej do samodzielnej pracy w domu, zupełnie nie miały znaczenia dla ich lepszego rozumienia. Uczniowie w większości nie wykazali chęci rozwiązywania dodatkowych zadań.

W klasach 7 zaś wykorzystano interaktywne zadania podczas lekcji. W tym przypadku uczniowie chętnie i z dużym zaciekawieniem zajęli się ich rozwiązywaniem. Zauważalne różnice w klasach 7 i 8 mają związek prawdopodobnie z opóźnioną gratyfikacją lub jej brakiem w przypadku klas 8 oraz natychmiastową gratyfikacją w klasach 7, co wynika z odpowiedzi nauczycieli w arkuszu obserwacji pracy ucznia. Rolę gratyfikacji jako czynnika zwiększającego motywację potwierdza M. Głoskowska-Sołdatow, twierdząc, iż

⁴⁸⁷ K.Chang i in., *Effects of...*, op. cit., s. 1486-1498.

⁴⁸⁸ D. Siemieniecka, *Creative Use...*, op. cit., s. 66.

stwarza ona dodatkową zachętę do działania⁴⁸⁹. Wybrane narzędzia TIK niewątpliwie umożliwiają natychmiastową gratyfikację, co zwiększa motywację, chęć rozwiązywania zadań, a w konsekwencji prowadzi do ich lepszego zrozumienia.

Odnosząc się do zmiennej pośredniczącej, tj. płci uczniów, zaobserwowano interesującą zależność w grupie klas 7. Większe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia na trzecim poziomie uzyskały uczennice. Należy jednak podkreślić, iż w porównaniu do grup kontrolnych, w których uczniowie wykazali się zupełnym brakiem bezwzględnego przyrostu rozumienia (0 p.p.), w grupach eksperymentalnych uczniowie zbliżyli się z uzyskanym wynikiem do uczennic, co może mieć związek z ogólnie podejmowanymi działaniami uczniów w zakresie wykorzystania nowoczesnych narzędzi cyfrowych. Przedstawiony wniosek nawiązuje do badań prowadzonych przez E. Baron-Polańczyk, z których wynika, iż czynnikiem różnicującym poziom korzystania z metod i narzędzi ICT jest płeć. Przeprowadzone badania pokazują, iż co piąty chłopiec oraz co dziesiąta dziewczyna deklaruje, iż korzystają z narzędzi ICT sprawnie i w każdych warunkach, dokonują analizy, syntezy i oceny, zaś zadania informacyjne rozwiązują w twórczy sposób⁴⁹⁰. W przypadku klas 8 przeprowadzona analiza wskazuje, iż płeć nie jest czynnikiem mającym znaczenie dla bezwzględnego przyrostu rozumienia.

W przypadku kolejnej zmiennej pośredniczącej, tj. półrocznej oceny z fizyki, zauważono, iż w klasach 7 w grupie eksperymentalnej wiejskiej narzędzia TIK przyczyniły się do uzyskania większych wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia wśród uczniów najsłabszej grupy (z półroczną oceną 2). Dla porównania: w grupie eksperymentalnej miejskiej uczniowie z półroczną oceną 2 uzyskali najniższą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia. Czynnikiem różnicującym nie jest więc ocena półroczna z fizyki, lecz prawdopodobnie różni nauczyciele prowadzący lekcje.

W odniesieniu do klas 8 zauważono podobną tendencję zarówno w grupie eksperymentalnej miejskiej, jak i wiejskiej, iż najmniejszą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskali uczniowie najsłabsi, zaś najwyższą – uczniowie najlepsi. Można więc wnioskować, iż w klasach 8 narzędzia TIK stały się dodatkowym czynnikiem poprawiającym rozumienie w grupach eksperymentalnych w odniesieniu do grup kontrolnych,

⁴⁸⁹ M. Głowska-Sołdatow, *Wybrane aspekty motywowania uczniów do nauki* [w:] *Edukacja dziecka – mity i fakty*, red. E. Jaszczyszyn i J. Szada-Borzyszkowska, Trans Humana Wydawnictwo Uniwersyteckie, Białystok 2010, s. 423.

⁴⁹⁰ E. Baron-Polańczyk, *My i Oni...*, op. cit., s. 143-149.

Najbardziej jest to zauważalne wśród uczniów z najwyższą oceną półroczną, gdyż wykazali się oni zrozumieniem wcześniejszych zagadnień fizycznych.

Oceniając znaczenie środowiska edukacyjnego uczniów (miejskie lub wiejskie) dla otrzymanych wyników badań, zauważyć można, iż uczniowie szkół wiejskich wykazywali się wielokrotnie lepszymi wynikami w przeprowadzonych testach rozumienia w przypadku analizowanych zagadnień z zakresu trzeciego poziomu rozumienia.

4. Analiza wyników badań różnic występujących na poziomie rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych przez uczniów, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

4.1. Analiza wyników badań różnic występujących na poziomie rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

Celem przedstawionej w niniejszym rozdziale analizy wyników badań było określenie, czy rozumienie zagadnień fizycznych na czwartym poziomie rozumienia, tj. rozumienia strukturalnego, przez uczniów klas 7 było zróżnicowane w zależności od zastosowania technologii TIK na lekcji w stosunku do nauczania tradycyjnego. Podobnie jak poprzednie analizy, tym razem również pytania sprawdzające zostały podzielone na dwa obszary.

Pierwszy z nich dotyczył rozumienia logicznych związków występujących między różnymi zagadnieniami fizycznymi. W obszarze tym sprawdzono rozumienie zachowania się ciała (balon z helem) wynikające z bezwładności (zadanie 7), obliczenie prędkości podczas spadku swobodnego (zadanie 13), powiązanie zasad dynamiki Newtona z ruchem ciała (zadanie 17). Drugi obszar sprawdzał rozumienie przez uczniów, polegające na rozpoznaniu i określeniu problemu badawczego, postawieniu i weryfikacji hipotezy, analizie oraz wyciągnięciu wniosków, czyli zaplanowaniu procesu badawczego przedstawiającego zjawisko odrzutu (zadanie 18).

Rozumienie logicznych związków występujących między różnymi zagadnieniami fizycznymi. Z użyciem testu chi-kwadrat porównano wyniki testów rozumienia końcowego i wstępnego w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych. Wskazano grupy, w których różnice w przeprowadzonych testach miały wartość istotną statystycznie ($p < 0,05$). Grupy te zostały wyróżnione w tabeli 37.

Tabela 37. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu czwartego poziomu tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, obszaru rozumienia logicznych związków występujących między różnymi zagadnieniami fizycznymi, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
7	GEM (N=52)	0	73	73	p<0,001	niski – wysoki
	GKM (N=14)	28	28	0	1	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	14	72	58	p<0,001	niski – wysoki
	GKW (N=13)	8	38	30	0,16	wynik statystycznie nieistotny
13	GEM (N=52)	2	35	33	p<0,001	niski – niski
	GKM (N=14)	7	21	14	0,596	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	5	60	55	p<0,001	niski – średni
	GKW (N=13)	0	23	23	0,22	wynik statystycznie nieistotny
17	GEM (N=52)	2	50	48	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=14)	0	21	21	0,222	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	0	65	65	p<0,001	niski – średni
	GKW (N=13)	0	46	46	0,015	niski – średni

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

W odniesieniu do zadań 7 i 13 analiza wyników badań zawartych w tabeli (37) wykazała istotne statystycznie różnice występujące w każdej z grup eksperymentalnych dla wszystkich analizowanych zagadnień fizycznych. W grupach kontrolnych takie różnice nie wystąpiły.

W przypadku zadania polegającego na dostrzeżeniu logicznych związków łączących zasady dynamiki Newtona z ruchem ciała (zadanie 17) istotną statystycznie różnicę w przeprowadzonych testach rozumienia poza obiema grupami eksperymentalnymi uzyskała również grupa kontrolna wiejska. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia w grupie eksperymentalnej wiejskiej (65 p.p.) oraz kontrolnej wiejskiej (46 p.p.) pozwoliło ocenić, iż istnieje różnica w rozumieniu zagadnień fizycznych w grupach poddanych eksperymentowi pedagogicznemu.

Opierając się na przedstawionych wynikach testów rozumienia, można stwierdzić, iż rozumienie w zakresie wszystkich badanych zagadnień fizycznych w tej części pracy uwarunkowane było wprowadzonymi narzędziami TIK do lekcji fizyki.

Podjęto próbę ustalenia zdania nauczycieli na temat zaproponowanych narzędzi TIK. Zapytano ich, czy symulacja przedstawiająca pasażerkę autobusu oraz balon z helem

pomogła uczniom w obserwacji bezwładności ciała, ze szczególnym uwzględnieniem balona z helem zachowującego się inaczej niż „typowe ciała” (pytanie 5 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 7). Zadano także pytanie, czy interaktywne zadania zachęciły uczniów do rozwiązywania zadań dotyczących spadku swobodnego (pytanie 23 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 13). Oceniono również przydatność zaproponowanego narzędzia TIK (symulacji) w analizie zadań wymagających łączenia wiedzy z zakresu kinematyki i dynamiki (pytanie 12 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 17).

Odnosząc się do przydatności symulacji w celu obserwacji bezwładności ciał, wszyscy nauczyciele (6/6) wskazali, iż *zdecydowanie tak* – symulacja pomogła uczniom w dokonaniu właściwych obserwacji (pytanie 5 weryfikujące zadanie testowe 7). W opinii nauczycieli zaproponowana symulacja cieszyła się dużym zainteresowaniem, pozwoliła zaobserwować, a w konsekwencji zrozumieć reakcje ciał (także tych nietypowych) wynikające z bezwładności. Zachowanie balona z helem było dla uczniów zaskakujące, wzbudziło pozytywne emocję, zaintrygowało uczniów oraz sprawiło, iż dopytywali o powody innego zachowania.

Na pytanie dotyczące zwiększenia chęci rozwiązywania zadań w wyniku włączenia do lekcji interaktywnych zadań (pytanie 23 w arkuszu obserwacji pracy ucznia weryfikujące zadanie testowe 13) wszyscy nauczyciele (6/6) odpowiedzieli pozytywnie, czyli *zdecydowanie tak*. W opinii nauczycieli: *rozwiązywanie zadań i interpretacja pojęć z fizyki zawsze sprawiało części uczniów kłopoty. Każda dodatkowa pomoc w tym zakresie, a zwłaszcza możliwość wykonywania interaktywnych zadań jest potrzebna a wręcz nieodzowna. Uczniowie zmotywowani i zachęcani tą formą pomocy rozwiązywali zadania chętniej, mniej korzystali z pomocy nauczyciela i przekazywali do oceny nauczycielowi*⁴⁹¹. Zadania interaktywne powodują, że więcej uczniów podejmuje próbę ich rozwiązania, a tym samym aktywnego uczestniczenia w lekcji, szczególnie w tych zadaniach, gdzie wymagana jest wiedza z różnych działów fizycznych. Dzięki aktywnemu działaniu uczniowie samodzielnie budują strukturę zdobytej wiedzy, rozumienia.

Na pytanie o przydatność symulacji w analizie zadań wymagających łączenia wiedzy z zakresu kinematyki i dynamiki (pytanie 12 weryfikujące zadanie testowe 17) również uzyskano pozytywne odpowiedzi od nauczycieli, tj. *zdecydowanie tak* (5/6) oraz *raczej tak*

⁴⁹¹ Pisownia oryginalna.

(1/6). Nauczyciele zwrócili uwagę, iż *wskazanie zależności pomiędzy masą, siłą i przyspieszeniem zawsze sprawiało uczniom trudności. Zastosowanie narzędzi TIK w celu ułatwienia uczniom i lepszego zrozumienia zależności wynikających z II zasady dynamiki Newtona jest zdecydowanie konieczne i potrzebne. Symulacje wyjaśniają i obrazują wiele zależności, których samo rozwiązywanie matematyczne i tłumaczenie nauczyciela nie wystarczają do zrozumienia II zasady dynamiki Newtona*⁴⁹². Zaproponowane narzędzia miały znaczenie dla zrozumienia omawianych związków. Dodatkowo zachęciły uczniów do pracy oraz zwiększyły motywację do rozwiązywania zadań.

Na podstawie przedstawionej analizy wyników testów rozumienia oraz opinii nauczycieli, zawartych w arkuszu obserwacji pracy ucznia, można stwierdzić, iż w przypadku każdego analizowanego zagadnienia fizycznego uczniowie grupy eksperymentalnej charakteryzowali się istotną statystycznie różnicą w przeprowadzonych testach rozumienia, większym bezwzględnym przyrostem rozumienia oraz w większości przypadków zmianą stanu wiedzy, czego nie zaobserwowano w grupach kontrolnych. Ponadto przydatność zaproponowanych narzędzi TIK została pozytywnie oceniona przez nauczycieli, którzy stwierdzili, iż umożliwiły one obserwację trudnych zjawisk fizycznych. Uczniowie aktywnie uczestniczyli w lekcji, byli zmotywowani, co pozwoliło na budowanie struktur wiedzy niezbędnej do rozumienia logicznych powiązań różnych zagadnień fizycznych.

Planowanie procesu badawczego. Porównano wyniki testu rozumienia końcowego z wynikami testu rozumienia wstępnego w grupach poddanych eksperymentowi pedagogicznemu, wykorzystując test chi-kwadrat. Obliczono współczynnik istotności (p) wskazujący grupy, w których otrzymana różnica była istotna statystycznie ($p < 0,05$). Grupy te zostały wyróżnione w tabeli 38.

Przeprowadzona analiza wykazała statystycznie istotne różnice w rozumieniu strukturalnym, dotyczącym planowania procesu badawczego, występujące w grupach eksperymentalnych, na podstawie przeprowadzonych testów rozumienia (wstępnego i końcowego), w obu obszarach edukacyjnych, tj. miejskim i wiejskim (tabela 38). Podobnych różnic nie otrzymano w grupach kontrolnych. Obliczona wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia dla obu grup eksperymentalnych jest zbliżona (63 p.p. i 67 p.p.). Jednak końcowy stan wiedzy w grupie miejskiej był średni, natomiast w grupie wiejskiej – wysoki.

⁴⁹² Pisownia oryginalna.

W przypadku omawianego zagadnienia fizycznego narzędzia TIK miały znaczenie dla poprawy jego rozumienia.

Tabela 38. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu czwartego poziomu, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, obszaru planowania procesu badawczego, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
18	GEM (N=52)	0	63	63	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=14)	14	29	15	0,648	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=43)	7	74	67	p<0,001	niski – wysoki
	GKW (N=13)	0	23	23	0,22	wynik statystycznie nieistotny

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

Potwierdzeniem otrzymanych różnic w przeprowadzonych testach rozumienia były odpowiedzi nauczycieli zawarte w arkuszu obserwacji pracy ucznia. Nauczyciele odpowiedzieli, czy symulacja przedstawiająca zjawisko odrzutu zachęciła uczniów do sprawdzenia wpływu wybranych parametrów (masy armaty, masy kulki, siły) na omawiane zjawisko oraz do zaplanowania podobnego doświadczenia do przeprowadzenia w klasie (pytanie 17 weryfikujące zadanie testowe 18). Nauczyciele, uzasadniając swoje odpowiedzi, odwoływali się do informacji, iż *podczas symulacji zjawiska odrzutu (armata i kula) uczniowie zauważyli, że siła odrzutu armaty jest taka sama jak siła wywierana na kulę (...). Symulacja wpłynęła zachęcająco na uczniów i zmotywowała do wykonywania stosownych obliczeń. Dodatkowo symulacja pozwoliła uczniom dokładnie zaplanować cały proces badawczy do przeprowadzenia w klasie. W opinii wszystkich nauczycieli (6/6) symulacja pomogła uczniom zaplanować proces badawczy, sprawdzający wpływ wybranych parametrów na zjawisko odrzutu, zaś samo zagadnienie cieszyło się dużym zainteresowaniem uczniów. Przedstawiona symulacja zachęciła uczniów do dokładnego poznania tego zjawiska.*

Podsumowując, na podstawie otrzymanych istotnych statystycznie różnic w przeprowadzonych testach rozumienia w grupach eksperymentalnych oraz braku podobnych różnic w grupach kontrolnych, a także na podstawie zebranych opinii nauczycieli w arkuszach obserwacji pracy ucznia można stwierdzić, iż narzędzia TIK przyczyniły się do zwiększenia rozumienia strukturalnego z obszaru planowania procesu badawczego.

Ogólne porównanie wyników rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych w klasach 7. W celu oceny, czy otrzymane różnice w przeprowadzonych testach rozumienia są następstwem włączenia narzędzi TIK do lekcji fizyki, wykonano test Wilcoxona dla par wiązanych, porównując wyniki testu wstępnego i testu końcowego w każdej grupie poddanej eksperymentowi pedagogicznemu. Otrzymane wyniki zestawiono parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna z danego środowiska edukacyjnego i przedstawiono w tabeli 39. Wyróżniono grupy z różnicą istotną statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia.

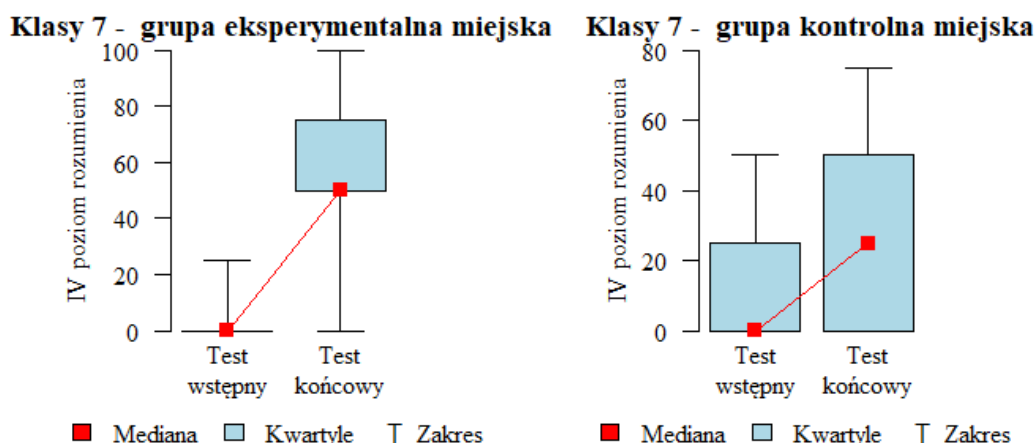
Tabela 39. Porównanie otrzymanych wyników badań rozumienia na czwartym poziomie, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 7, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych

Grupa	Test rozumienia	$\bar{x} \pm SD$	Mediana	Kwartyle	p
GEM (N=52)	T_w	$0,96 \pm 4,85$	0	0 – 0	$p < 0,001$
	T_k	$55,29 \pm 22,87$	50	50 – 75	
GKM (N=14)	T_w	$12,5 \pm 16,26$	0	0 – 25	0,159
	T_k	$25 \pm 25,94$	25	0 – 50	
GEW (N=43)	T_w	$6,4 \pm 14,53$	0	0 – 0	$p < 0,001$
	T_k	$68,02 \pm 26,35$	75	50 – 100	
GKW (N=13)	T_w	$1,92 \pm 6,93$	0	0 – 0	0,005
	T_k	$32,69 \pm 18,78$	25	25 – 50	

p - test Wilcoxona dla par wiązanych, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, $\bar{x} \pm SD$ - wynik średni wraz z odchyleniem standardowym

Istotną statystycznie różnicę w przeprowadzonych testach rozumienia uzyskano w przypadku wszystkich grup eksperymentalnych (každorazowo $p < 0,001$). W grupach kontrolnych nie otrzymano różnicy statystycznie istotnej ($p = 0,159$, $p = 0,005$). Uczniowie grup eksperymentalnych charakteryzowali się więc lepszym zrozumieniem zagadnień na czwartym poziomie rozumienia, w porównaniu do grup kontrolnych.

W celu dokładniejszej analizy otrzymane wyniki badań przedstawiono na wykresach skrzynkowych, odpowiednio dla grup ze szkół miejskich (wykres 31) oraz wiejskich (wykres 32). Na wykresach nie zauważono uczniów, których wyniki byłyby odstające lub ekstremalne.



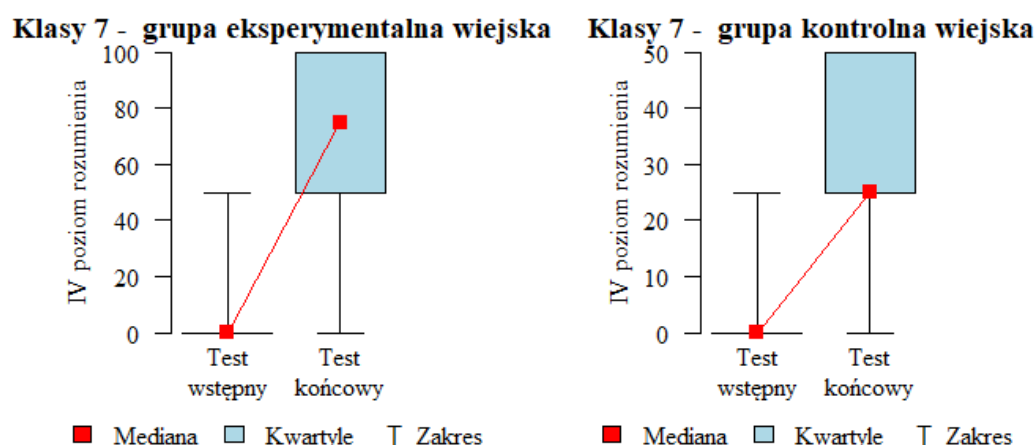
Wykres 31. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań czwartego poziomu, tj. rozumienia strukturalnego przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich

Wykresy prezentują zarówno rozrzuty symetryczne, jak i asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w przypadku testów końcowych. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w testach końcowych w obu środowiskach edukacyjnych, a mniejszym – w teście wstępnym.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego w każdej analizowanej grupie. Jednak mediana bardziej rośnie w grupie eksperymentalnej, co świadczy o większej poprawie rozumienia.

Zakres otrzymanych wyników w teście końcowym w grupie eksperymentalnej jest większy w porównaniu do grupy kontrolnej (na podstawie odległości skrajnych wąsów). W grupie eksperymentalnej pojawiają się uczniowie, którzy udzielili 100% poprawnych odpowiedzi, czego nie zaobserwowano w grupie kontrolnej.

W teście końcowym grupy kontrolnej 25% uczniów nie udzieliło żadnej poprawnej odpowiedzi (na podstawie kwartyła 1). Natomiast połowa uczniów grupy eksperymentalnej udzieliła poniżej 50% poprawnych odpowiedzi. Zauważalna jest więc duża różnica w przypadku odpowiedzi udzielonych w teście końcowym przez najsłabszych uczniów porównywanych grup.



Wykres 32. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań czwartego poziomu, tj. rozumienia strukturalnego przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich

Wykresy prezentują zarówno rozrzuty symetryczne, jak i asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników przeciętnych, co szczególnie widoczne jest w przypadku testów końcowych. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w testach końcowych w obu środowiskach edukacyjnych, a mniejszym – w teście wstępnym.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego w każdej analizowanej grupie. Jednak bardziej rośnie w grupie eksperymentalnej, co świadczy o większej poprawie rozumienia.

Ponadto zakres otrzymanych wyników w teście końcowym w grupie eksperymentalnej jest większy niż w grupie kontrolnej (na podstawie odległości skrajnych wąsów). W grupie eksperymentalnej pojawili się uczniowie, którzy uzyskali 100% możliwych punktów (co czwarty uczeń), czego nie zaobserwowano w grupie kontrolnej. Maksymalny wynik w grupie kontrolnej to 50% (co czwarty uczeń).

W teście końcowym grupy kontrolnej połowa uczniów udzieliła 25% lub mniej poprawnych odpowiedzi (kwartył 1 pokrywa się z medianą). Natomiast co czwarty uczeń grupy eksperymentalnej udzielił co najmniej połowę poprawnych odpowiedzi. Zauważalna jest więc duża różnica w przypadku odpowiedzi udzielonych przez najsłabszych uczniów w teście końcowym. Słabsi uczniowie grupy kontrolnej stanowili większą zbiorowość oraz uzyskali gorsze wyniki w porównaniu do grupy eksperymentalnej.

Ogólne porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na poziomie rozumienia strukturalnego w klasach 7 parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna.

Przeprowadzono test Manna-Whitneya w celu sprawdzenia, czy rozumienie w ostatnim poziomie rozumienia zagadnień fizycznych wzrosło istotniej w wyniku włączenia narzędzi TIK do lekcji w porównaniu do kształcenia tradycyjnego. Porównano bezwzględny przyrost rozumienia parami w grupie eksperymentalnej i kontrolnej w danym środowisku edukacyjnym. Otrzymane rezultaty badań zestawiono w tabeli 40.

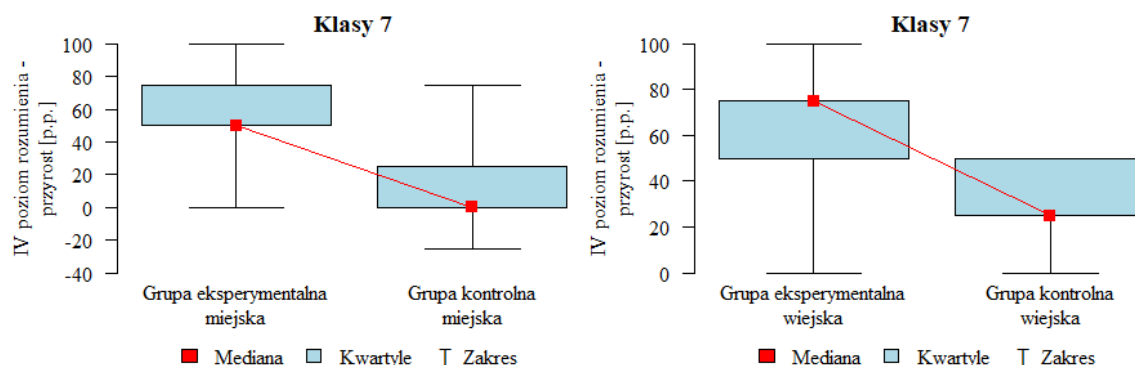
Tabela 40. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na czwartym poziomie, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych w klasach 7, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej

Grupa	IV poziom rozumienia							p
	Średnia	SD	Mediana	Min	Max	Q1	Q3	
GEM (N=52)	54,33	22,54	50	0	100	50	75	p<0,001
GKM (N=14)	12,50	30,62	0	-25	75	0	25	
GEW (N=43)	61,63	25,79	75	0	100	50	75	0,001
GKW (N=13)	30,77	20,80	25	0	50	25	50	

p - test Manna-Whitneya, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, SD - odchylenie standardowe, Q1 - kwartyl pierwszy, Q3 - kwartyl trzeci

W obu obszarach edukacyjnych (miejskim i wiejskim) otrzymano różnicę istotną statystycznie w przypadku bezwzględnego przyrostu rozumienia w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych. W zadaniach na poziomie rozumienia strukturalnego był on istotnie wyższy w grupach eksperymentalnych niż w grupach kontrolnych w obu środowiskach edukacyjnych. Otrzymana różnica w analizowanych grupach spowodowana była włączeniem narzędzi TIK do procesu kształcenia.

Otrzymane wyniki badań przedstawiono również na wykresach skrzynkowych (wykres 33).

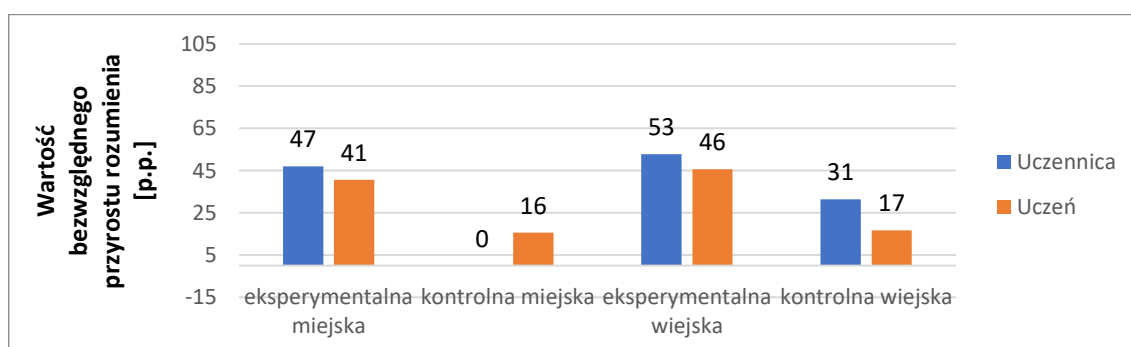


Wykres 33. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 7 na czwartym poziomie, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Porównując bezwzględną wartość przyrostu rozumienia, należy zauważyć różnice występujące w grupie najlepszych uczniów. W przypadku środowiska miejskiego co czwarty uczeń uzyskał 75 p.p. lub większy przyrost rozumienia (maksymalnie 100 p.p.). Dla porównania: w grupie kontrolnej co najmniej 25 p.p., (maksymalnie 75 p.p.). W grupie eksperymentalnej najlepsi uczniowie ze szkół wiejskich uzyskali 75 p.p. (maksymalnie 100 p.p.), zaś w grupie kontrolnej maksymalnie 50 p.p. Znacznie większa wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia w grupach eksperymentalnych wynika z lepszego rozumienia tematu przez uczniów tej grupy.

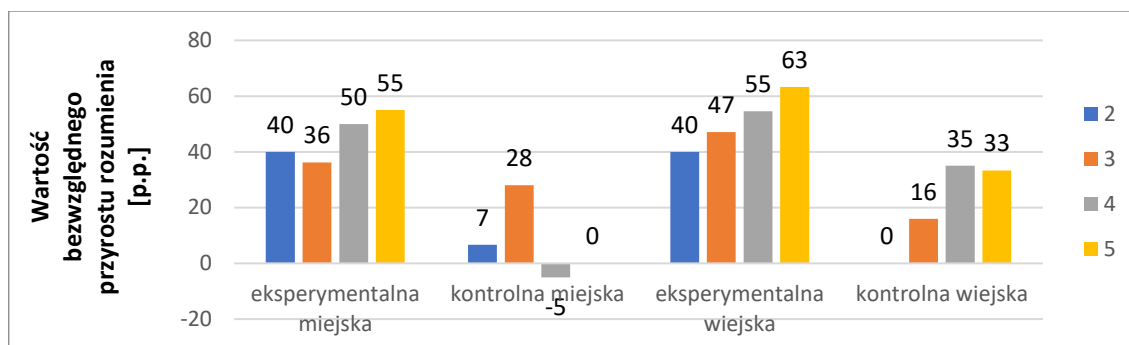
Na wykresie zauważalne są również ujemne wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia, co prawdopodobnie wynika z niedostatecznego skupienia uwagi, przypadkowych odpowiedzi na pytania.

Znaczenie zmiennych pośredniczących dla uzyskanych wyników badań. Sprawdzono również, czy zmienne pośredniczące, tj. płeć (wykres 34) oraz półroczna ocena z fizyki (wykres 35), miały znaczenie w przypadku analizowanego bezwzględnego przyrostu rozumienia zagadnień fizycznych.



Wykres 34. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu czwartego poziomu rozumienia, tj. rozumienia strukturalnego, z podziałem na płeć

Odnosząc się do grupy kontrolnej miejskiej, znacznie większą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskali uczniowie. W grupie kontrolnej wiejskiej prawie dwukrotnie większą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskały uczennice. W przypadku grup eksperymentalnych nie zaobserwowano podobnie dużych różnic w uzyskanych wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia zagadnień fizycznych ze względu na płeć.



Wykres 35. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu czwartego poziomu rozumienia, tj. rozumienia strukturalnego, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki

Analizując przedstawione wyniki badań z uwzględnieniem podziału uczniów na półroczną ocenę z fizyki, należy zauważyć, iż w grupach kontrolnych uzyskano znacznie niższe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w porównaniu do grup eksperymentalnych. Ponadto w grupie kontrolnej miejskiej uczniowie z półroczną oceną 4 z fizyki uzyskali ujemną wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia. Otrzymany wynik prawdopodobnie ma związek z niedostatecznym skupieniem, nieodpowiednim podejściem do testów rozumienia.

W przypadku grupy eksperymentalnej wiejskiej zauważalna jest tendencja, iż wraz z lepszą oceną półroczną z fizyki wzrasta wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia. Otrzymana zależność może być spowodowana faktem, iż uczniowie najlepsi wykazywali się lepszym zrozumieniem wcześniejszych zagadnień (nie objętych eksperymentem pedagogicznym), a włączone narzędzia TIK stały się dla nich dodatkowym czynnikiem, mającym znaczenie w rozumieniu wprowadzonych nowych zagadnień fizycznych. Podobna tendencja zauważalna jest w grupie eksperymentalnej miejskiej, jednak ze spadkiem bezwzględnego przyrostu rozumienia wśród uczniów z półroczną oceną 3 w porównaniu do uczniów z półroczną oceną 2.

4.2. Analiza wyników badań różnic występujących na poziomie rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8 szkoły podstawowej, oparta na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

Zaprezentowana w niniejszym rozdziale analiza wyników badań miała na celu sprawdzenie, czy rozumienie zagadnień fizycznych na czwartym poziomie rozumienia, tj. rozumieniu strukturalnym, przez uczniów klas 8 było zróżnicowane w zależności od tego, czy

na lekcjach zastosowano technologie TIK, czy kształcenie prowadzono z wykorzystaniem tradycyjnych środków dydaktycznych.

Pytania sprawdzające zostały podzielone na dwa obszary, analogicznie do poprzednich analiz. Pierwszy z nich dotyczył rozumienia logicznych związków występujących między różnymi zagadnieniami fizycznymi. W obszarze tym sprawdzono rozumienie zależności prędkości fali od ośrodka, w jakim fala się rozchodzi (zadanie 8); rozumienie sposobu wyznaczania długości fali elektromagnetycznej w zależności od częstotliwości prądu (zadanie 13); rozumienie zależności prędkości fali od temperatury (zadanie 17). Drugi obszar sprawdzał rozumienie, polegające na rozpoznaniu i określeniu problemu badawczego, postawieniu i weryfikacji hipotezy, analizie oraz wyciągnięciu wniosków, czyli zaplanowaniu procesu badawczego pozwalającego wyznaczyć okres i częstotliwość ciała drgającego (zadanie 18).

Rozumienie logicznych związków występujących między różnymi zagadnieniami fizycznymi. Wykorzystując test chi-kwadrat, porównano wyniki testów rozumienia końcowego i wstępnego w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych. W tabeli 41 wyróżniono grupy, w których otrzymane różnice okazały się istotne statystycznie ($p < 0,05$).

Tabela 41. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu czwartego poziomu, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, obszaru rozumienia logicznych związków występujących między różnymi zagadnieniami fizycznymi, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
8	GEM (N=90)	3	71	68	$p < 0,001$	niski – wysoki
	GKM (N=16)	6	69	63	0,001	niski – średni
	GEW (N=50)	6	70	64	$p < 0,001$	niski – wysoki
	GKW (N=17)	12	59	47	0,012	niski – średni
13	GEM (N=90)	9	24	15	0,009	niski – niski
	GKM (N=16)	6	19	13	0,6	wynik statystycznie nieistotny
	GEW (N=50)	8	32	24	0,006	niski – niski
	GKW (N=17)	24	59	35	0,081	wynik statystycznie nieistotny
17	GEM (N=90)	0	37	37	0,001	niski – średni
	GKM (N=16)	13	25	12	0,018	niski – średni
	GEW (N=50)	4	44	40	$p < 0,001$	niski – średni
	GKW (N=17)	12	29	17	0,398	wynik statystycznie nieistotny

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

Przedstawione w tabeli (41) wyniki przeprowadzonych testów rozumienia na poziomie rozumienia strukturalnego, obszaru logicznych związków występujących między różnymi zagadnieniami, wskazują na duże zróżnicowanie w odniesieniu do sprawdzanych zagadnień fizycznych.

Nawiązując do zagadnienia fizycznego poddanego badaniu w zadaniu 8 (zależność prędkości fali od ośrodka, w którym rozchodzi się fala), zauważyć należy, iż wszystkie grupy, tj. grupy eksperymentalne (miejska i wiejska) i grupy kontrolne (miejska i wiejska), uzyskały różnicę istotną statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia. W odniesieniu do badanego zagadnienia narzędzia TIK nie przyczyniły się do poprawy jego rozumienia.

W przypadku wyznaczenia długości fali (zadanie 13) można wskazać jednoznacznie, iż w obu grupach eksperymentalnych otrzymano statystycznie istotne różnice w przeprowadzonych testach rozumienia, czego nie zauważono w obu grupach kontrolnych.

Odnosząc się następnie do zagadnienia fizycznego sprawdzanego w zadaniu 17 (zależność prędkości fali od temperatury), należy zauważyć, iż różnice istotne statystycznie uzyskano w obu grupach eksperymentalnych (miejskiej i wiejskiej) oraz w grupie kontrolnej miejskiej. Jednak obliczona wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia wskazuje, iż grupa eksperymentalna miejska uzyskała wyższą jego wartość (37 p.p.) w porównaniu do grupy kontrolnej miejskiej (12 p.p.).

Można więc stwierdzić, iż narzędzia TIK przyczyniły się do poprawy rozumienia w zakresie dwóch spośród trzech sprawdzanych w analizowanym obszarze zagadnień fizycznych (zadanie 13: wyznaczenie długości fali, zadanie 17: zależność prędkości fali od temperatury).

W badanym obszarze zauważono także, iż uczniowie lepiej poradzili sobie z rozumieniem zależności prędkości fali od temperatury, na co wskazują wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia (tabela 41, zadanie 17: GEM 37 p.p., GEW: 40 p.p.) oraz zmiana stanu wiedzy z niskiego na średni w porównaniu do zadania polegającego na wyznaczeniu długości fali (tabela 41, zadanie 13: GEM 15 p.p., GEW: 24 p.p.). Stan wiedzy w przypadku tego zadania nie zmienił się, pozostał niski.

Zgromadzony materiał badawczy uzupełniono o opinię nauczycieli zawartą w arkuszu obserwacji pracy ucznia. Zapytano nauczycieli, czy film przedstawiający zależność prędkości fali od ośrodka, w jakim rozchodzi się fala, miał znaczenie dla lepszego zrozumienia przez uczniów omawianej zależności (pytanie 20 weryfikujące zadanie testowe 8).

Sprawdzono także, czy symulacja przedstawiająca propagację fali elektromagnetycznej pozwoliła uczniom zrozumieć istotę powstawania tej fali (pytanie 27 weryfikujące zadanie testowe 13) oraz czy film przedstawiający zależność prędkości dźwięku od temperatury miał znaczenie dla lepszego zrozumienia przez uczniów omawianej zależności (pytanie 24 weryfikujące zadanie testowe 17).

W opinii większości nauczycieli (5/8) film przedstawiający zależność prędkości fali od ośrodka, w którym fala się rozchodzi, zdecydowanie miał znaczenie dla lepszego zrozumienia przez uczniów danego zagadnienia fizycznego (pytanie 20 weryfikujące zadanie testowe 8). Pozostali ankietowani odpowiedzieli *raczej tak* (3/8). Nauczyciele zgodnie stwierdzili, iż dokładnie identyfikuje on zależność prędkości dźwięku od ośrodka, co przekłada się na lepsze zobrazowanie, a następnie zrozumienie tej zależności przez uczniów. *Film pozwolił uczniom zobrazować, iż zależność prędkości dźwięku od ośrodka, w którym dźwięk się rozchodzi zależy od budowy ośrodka. Zależność ta jest niemożliwa do zaobserwowania bez filmu, a tym samym do zrozumienia przez uczniów. Film pozwala na lepsze zrozumienie tego zagadnienia*⁴⁹³. Nauczyciele zwrócili uwagę, iż film jest krótkim, lecz bardzo interesującym materiałem, który pomaga uczniom przede wszystkim zaobserwować właściwości trzech stanów skupienia. Nauczyciele akcentowali również fakt, iż budowa ciał stałych, cieczy i gazów realizowana jest na początku klasy 7, więc przypomnienie uczniom tego zagadnienia w postaci filmu jest doskonałym rozwiązaniem problemu. Jeden z nauczycieli podzielił się także opinią ucznia, który stwierdził, iż dzięki obejrzanemu filmowi mógł w pełni zrozumieć omawianą zależność, gdyż w dokładny sposób prezentowała ona ruchy cząsteczek w zależności od budowy ciała, co nie jest możliwe do zaobserwowania w warunkach rzeczywistych.

W przypadku symulacji przedstawiającej propagację fali elektromagnetycznej uzyskano 5/8 odpowiedzi *zdecydowanie tak*, 3/8 *raczej tak* (pytanie 27 weryfikujące zadanie testowe 13). Nauczyciele wskazali, iż symulacja ukazała uczniom powstawanie fali elektromagnetycznej.

Analizując odpowiedzi nauczycieli, w których odpowiadali na pytania, czy film okazał się pomocny w rozumieniu zależności prędkości dźwięku od temperatury (pytanie 24 weryfikujące zadanie testowe 17), uzyskano 6/8 odpowiedzi *zdecydowanie tak* oraz 2/8 *raczej tak*. W uzasadnieniu nauczyciele zauważali, iż film identyfikuje zależność prędkości

⁴⁹³ Pisownia oryginalna.

dźwięku od temperatury, co przekłada się na lepsze zobrazowanie, a w konsekwencji zrozumienie tej zależności przez uczniów. *Film pozwolił uczniom na wyobrażenie, iż zależność prędkości dźwięku od temperatury wynika z ruchu cząsteczek w danej temperaturze. Zależność ta jest niemożliwa do zaobserwowania bez symulacji lub filmu, a tym samym do zrozumienia przez uczniów. Film pozwala na lepsze zrozumienie tego zagadnienia*⁴⁹⁴.

Podsumowując przeprowadzoną analizę uzyskanych wyników testów rozumienia oraz opinii nauczycieli w arkuszu obserwacji pracy ucznia, należy stwierdzić, iż rozwiązania w postaci dodatkowych narzędzi TIK włączonych do lekcji fizyki w większości miały znaczenie dla lepszego zrozumienia analizowanych zagadnień fizycznych. W jednym z zagadnień (zadanie 8), pomimo pozytywnej oceny nauczycieli (pytanie 20), nie uzyskano różnic w rozumieniu pomiędzy grupą eksperymentalną a kontrolną, co może być spowodowane trudnością z interpretacją przez uczniów omawianych zależności, nawiązujących do wcześniejszych zagadnień fizycznych z klasy 7.

W pozostałych zagadnieniach przeprowadzona analiza wyników badań jednoznacznie wskazała, iż narzędzia TIK przyczyniły się do różnic w rozumieniu tych zagadnień w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych. Zaproponowane narzędzia TIK pozwoliły przywołać, a następnie powiązać wcześniejszą wiedzę, która była niezbędna w rozumieniu strukturalnym w badanym obszarze. Umożliwiły także zwizualizowanie sobie przez uczniów analizowanych zagadnień fizycznych, co przełożyło się na ich rozumienie.

Planowanie procesu badawczego. Otrzymane wyniki testu rozumienia końcowego porównano z wynikami testu rozumienia wstępnego w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych poddanych eksperymentowi pedagogicznemu. W tym celu wykorzystano test chi-kwadrat. Na podstawie obliczonego współczynnika istotności (p) wskazano i wyróżniono (w tabeli 42) grupy, w których otrzymana różnica była istotna statystycznie ($p < 0,05$).

Przeprowadzona analiza wykazała, iż w grupach: eksperymentalnej miejskiej, kontrolnej miejskiej i eksperymentalnej wiejskiej różnice w przeprowadzonych testach rozumienia okazały się statystycznie istotne, czego nie zaobserwowano w grupie kontrolnej wiejskiej (tabela 42). Ponadto zauważalna jest różnica w wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w grupach eksperymentalnych (GEM: 40 p.p., GEW: 36 p.p.) i w grupie kontrolnej

⁴⁹⁴ Pisownia oryginalna.

(GKM: 28 p.p.), świadcząca o lepszym rozumieniu analizowanego zagadnienia fizycznego wśród uczniów grup eksperymentalnych.

Tabela 42. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu czwartego poziomu, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, obszaru planowania procesu badawczego, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

Nr zadania	Rodzaj grupy	T _w (%)	T _k (%)	Bpr (p.p.)	p	Zmiana stanu wiedzy
18	GEM (N=90)	7	47	40	p<0,001	niski – średni
	GKM (N=16)	0	28	28	0,018	niski – średni
	GEW (N=50)	6	42	36	p<0,001	niski – średni
	GKW (N=17)	0	24	24	0,103	wynik statystycznie nieistotny

GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, p - współczynnik istotności chi-kwadrat, Bpr - bezwzględny przyrost rozumienia wyrażony w punktach procentowych

W celu weryfikacji, czy zaproponowane w toku lekcji narzędzia TIK przyczyniły się do większej poprawy rozumienia w badanym obszarze, zadano nauczycielom następujące pytania: czy jednoczesne wykonanie doświadczenia przedstawiającego ruch wahadła oraz przedstawienie symulacji ruchu wahadła pomogło uczniom w zdefiniowaniu ruchu drgającego jako ruchu tam i z powrotem po tym samym torze (pytanie 2 weryfikujące zadanie testowe 18), oraz czy jednoczesne wykonanie doświadczenia przedstawiającego ruch wahadła oraz przedstawienie symulacji ruchu wahadła pomogło uczniom w zrozumieniu i wyznaczeniu okresu drgań wahadła (pytanie 4 weryfikujące zadanie testowe 18). W obu przypadkach nauczyciele byli zgodni, odpowiadając: *zdecydowanie tak* (7/8) i *raczej tak* (1/8). W uzasadnieniach nauczycieli często powtarzało się stwierdzenie, iż pomocna okazała się możliwość zwolnienia ruchu w symulacji, co stwarzało lepsze warunki do analizy. Jeden nauczyciel wskazał, iż w zaproponowanych symulacjach była możliwość zobaczenia wykreślonego toru ruchu w czasie jednego okresu. Pomogło to uczniom w zdefiniowaniu ruchu drgającego jako ruchu tam i z powrotem po tym samym torze. Warto przytoczyć także odpowiedzi nauczycieli, wskazujące wprost, iż zaproponowane narzędzia TIK miały znaczenie dla lepszego rozumienia wprowadzanego zagadnienia: *W symulacji komputerowej uczniowie mogli dokładnie przyjrzeć się torowi ruchu i stwierdzić, że jest on taki sam przy określonych parametrach wahadła. Doświadczenie wykonane przez nauczyciela oraz*

symulacja komputerowa ułatwiły zrozumienie i zdefiniowanie ruchu drgającego⁴⁹⁵. Każdy uczeń mógł wykonać doświadczenie i przeanalizować ruch wahadła oraz zwrócić uwagę na kolejne jego położenia. Ułatwiło to uczniom przyswojenie pojęć związanych z ruchem drgającym⁴⁹⁶.

Odnosząc się do odpowiedzi udzielonych na pytanie 4, warto przytoczyć opinię jednego z nauczycieli: *Uczniowie wykonywali rzeczywiste doświadczenie oraz wykorzystując symulacje, z której korzystali na swoich telefonach. Jednocześnie nauczyciel wyświetlał symulację doświadczenia na ekranie multimedialnym. Pomogło to uczniom w zrozumieniu i wyznaczeniu okresu drgań wahadła. (...) Dodatkowo symulacja pokazywała okres danego wahadła i mogliśmy zestawić otrzymane wyniki z tą wartością. Wywiązała się dyskusja na temat z czego biorą się otrzymane rozbieżności⁴⁹⁷. Większość nauczycieli zwróciła uwagę, iż możliwość analizy okresu drgań w wolniejszym tempie, wskazanie położenia równowagi czy maksymalnych wychyleń pomogło uczniom zrozumieć nowe pojęcia, a następnie samodzielnie wyznaczyć okres drgań wahadła. Symulacja ruchu wahadła pozwoliła na dokładne przedstawienie uczniom sposobu, w jaki wyznacza się okres drgań wahadła, co sprawiło, że w realnym doświadczeniu w klasie uczniowie nie mieli najmniejszych problemów z wyznaczeniem okresu drgań (wskazał to jeden z nauczycieli).*

Nawiązując do opinii nauczycieli zawartych w arkuszu obserwacji pracy ucznia oraz uzyskanych wyników rozumienia w teście wstępnym i teście końcowym, można stwierdzić, iż narzędzia TIK przyczyniły się do lepszego poznania definicji, sposobu wyznaczania danej wielkości fizycznej, a w ostateczności – do zaplanowania procesu badawczego i jego wykonania.

Ogólne porównanie wyników rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych w klasach 8. Otrzymane różnice w przeprowadzonych testach rozumienia w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych sprawdzono, wykorzystując test Wilcoxona dla par wiązanych w celu oceny, czy są one następstwem włączenia narzędzi TIK do lekcji fizyki. Otrzymane wyniki zestawiono parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna z danego środowiska edukacyjnego, i przedstawiono w tabeli 43. Wyróżniono grupy z różnicą istotną statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia.

⁴⁹⁵ Pisownia oryginalna.

⁴⁹⁶ Pisownia oryginalna.

⁴⁹⁷ Pisownia oryginalna.

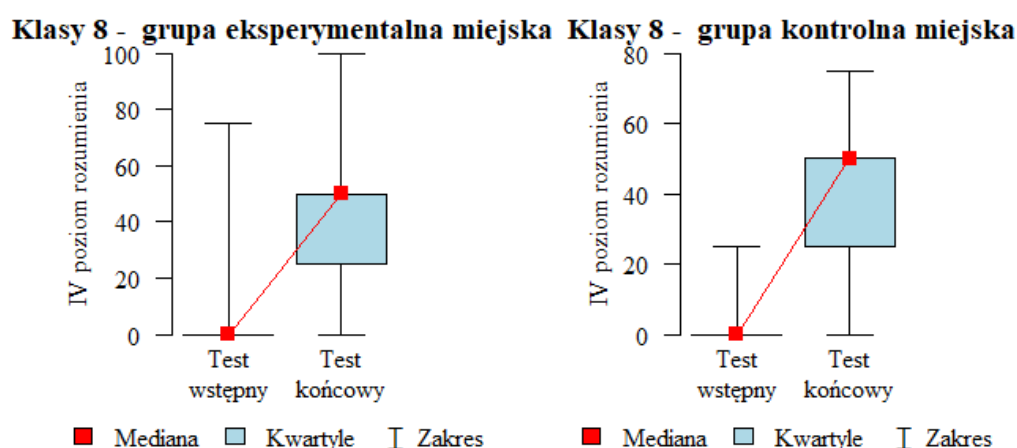
Tabela 43. Porównanie otrzymanych wyników badań rozumienia na czwartym poziomie, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 8, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych

Grupa	Test rozumienia	$\bar{x} \pm SD$	Mediana	Kwartyle	p
GEM (N=90)	T _w	8,06 ± 16,69	0	0 – 0	p<0,001
	T _k	44,72 ± 22,01	50	25 – 50	
GKM (N=16)	T _w	3,12 ± 8,54	0	0 – 0	0,001
	T _k	40,62 ± 20,16	50	25 – 50	
GEW (N=50)	T _w	6 ± 14,78	0	0 – 0	p<0,001
	T _k	47 ± 24,56	50	25 – 75	
GKW (N=17)	T _w	11,76 ± 15,61	0	0 – 25	0,001
	T _k	42,65 ± 17,15	50	25 – 50	

p - test Wilcozona dla par wiązanych, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, T_w - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście wstępnym, T_k - uzyskany procent poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, $\bar{x} \pm SD$ - wynik średni wraz z odchyleniem standardowym

Istotną statystycznie różnicę w przeprowadzonych testach rozumienia uzyskano w przypadku wszystkich grup eksperymentalnych (każdorazowo p<0,001) oraz wszystkich grup kontrolnych (każdorazowo p=0,001). Należy więc stwierdzić, iż rozumienie zagadnień fizycznych na czwartym poziomie nie było zależne od narzędzi wykorzystanych podczas lekcji.

W celu dokładniejszej analizy otrzymane wyniki badań przedstawiono na wykresach skrzynkowych, odpowiednio dla grup ze środowiska miejskiego (wykres 36) oraz wiejskiego (wykres 37). Na wykresach nie zauważono uczniów, których wyniki byłyby odstające lub ekstremalne.



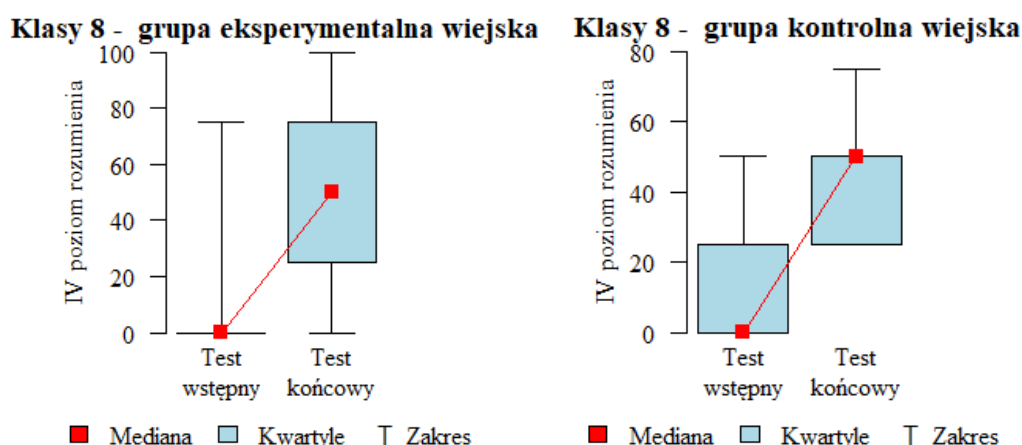
Wykres 36. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań czwartego poziomu rozumienia tj. rozumienia strukturalnego przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich

Wykresy prezentują zarówno rozrzuty symetryczne, jak i asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników, co szczególnie widoczne jest w przypadku testów końcowych. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w testach końcowych w obu środowiskach edukacyjnych, a mniejszym w teście wstępnym.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego w każdej analizowanej grupie.

Główną różnicą wynikającą z interpretacji wykresów jest zakres wyników, który w teście końcowym w grupie eksperymentalnej jest większy (100%) w porównaniu do grupy kontrolnej (75%). W grupie eksperymentalnej pojawiają się uczniowie, którzy uzyskali 100%, czego nie zaobserwowano w grupie kontrolnej.

Wartość mediany i kwartyle pozostają takie same w obu grupach, nie zaobserwowano więc różnic w grupach najsłabszych i najlepszych uczniów.



Wykres 37. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań czwartego poziomu rozumienia, tj. rozumienia strukturalnego przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich

Wykresy prezentują zarówno rozrzuty symetryczne, jak i asymetryczne. „Wielkość skrzynki” informuje o większym lub mniejszym rozrzucie wyników, co szczególnie widoczne jest w grupie eksperymentalnej wiejskiej. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu otrzymanych wyników w teście końcowym, a mniejszym w teście wstępnym.

Mediany rosną, czyli wyniki w teście rozumienia końcowego są lepsze niż w teście rozumienia wstępnego w każdej analizowanej grupie.

Ponadto zakres otrzymanych wyników w teście końcowym w grupie eksperymentalnej jest większy w porównaniu do grupy kontrolnej (na podstawie odległości skrajnych wąsów). W grupie eksperymentalnej pojawiają się uczniowie, którzy uzyskali 100%, czego nie zaobserwowano w grupie kontrolnej. Jednak w grupie eksperymentalnej są uczniowie, którzy nie udzielili żadnej poprawnej odpowiedzi w teście końcowym, natomiast w grupie kontrolnej nie ma uczniów, których wynik byłby niższy niż 25%. Co czwarty uczeń grupy eksperymentalnej udzielił co najmniej 75% poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, w grupie kontrolnej zaś połowa uczniów udzieliła powyżej 50% poprawnych odpowiedzi (maksymalnie 75%). Świadczy to o wyższych wynikach uzyskanych w grupie eksperymentalnej.

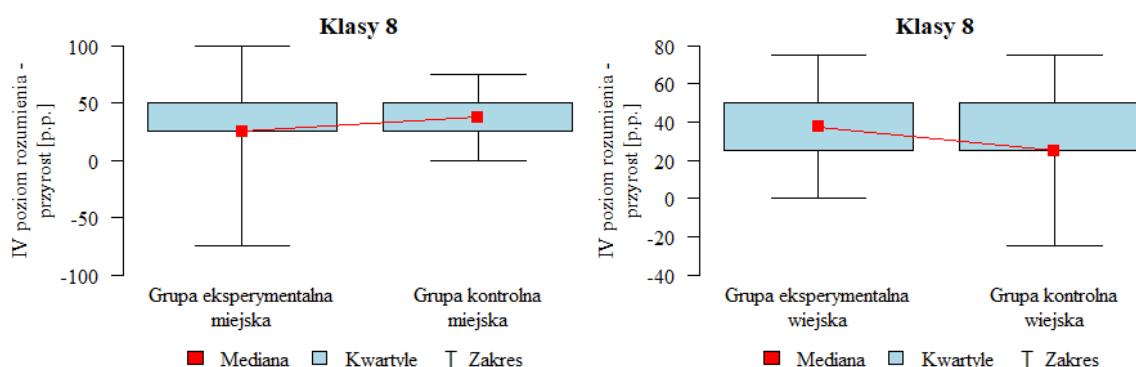
Ogólne porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na poziomie rozumienia strukturalnego w klasach 8 parami, tj. grupa eksperymentalna – grupa kontrolna. W związku z potwierdzonymi we wcześniejszej analizie różnicami istotnymi statystycznie w przeprowadzonych testach rozumienia, zarówno w grupach eksperymentalnych, jak i w grupach kontrolnych, w kolejnym kroku wykorzystano test Manna-Whitneya w celu sprawdzenia, czy bezwzględny przyrost rozumienia w ostatnim poziomie rozumienia zagadnień fizycznych wzrósł istotniej w wyniku włączenia narzędzi TIK do lekcji, w porównaniu do lekcji prowadzonych bez tych narzędzi (tabela 44).

Tabela 44. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na czwartym poziomie, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych w klasach 8, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej

Grupa	IV poziom rozumienia							p
	Średnia	SD	Mediana	Min	Max	Q1	Q3	
GEM (N=90)	36,67	25,75	25,0	-75	100	25	50	0,885
GKM (N=16)	37,50	18,26	37,5	0	75	25	50	
GEW (N=50)	41,00	24,10	37,5	0	75	25	50	0,194
GKW (N=17)	30,88	25,81	25,0	-25	75	25	50	

p - test Manna-Whitneya, GEM - grupa eksperymentalna miejska, GKM - grupa kontrolna miejska, GEW - grupa eksperymentalna wiejska, GKW - grupa kontrolna wiejska, N - liczba badanych uczniów w danej grupie, SD - odchylenie standardowe, Q1 - kwartył pierwszy, Q3 - kwartył trzeci

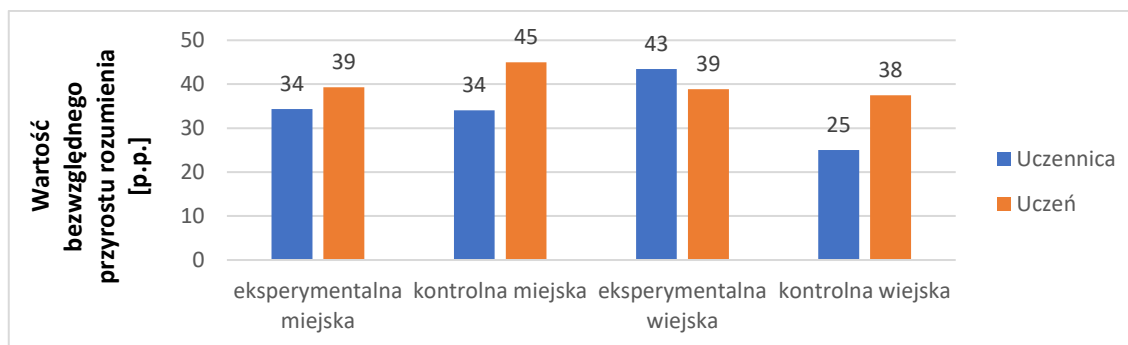
Jak pokazano w tabeli 44, zarówno wśród uczniów pochodzących ze środowiska miejskiego, jak i uczniów ze środowiska wiejskiego nie uzyskano statystycznie istotnych różnic w bezwzględnym przyroście rozumienia, porównując grupy eksperymentalną i kontrolną w danym środowisku edukacyjnym. Należy więc stwierdzić, iż na czwartym poziomie rozumienia zagadnień fizycznych przez klasy 8, narzędzia TIK nie miały znaczenia dla poprawy ich rozumienia. Otrzymane wyniki badań przedstawiono również na wykresach skrzynkowych (38).



Wykres 38. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 8 na czwartym poziomie, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych

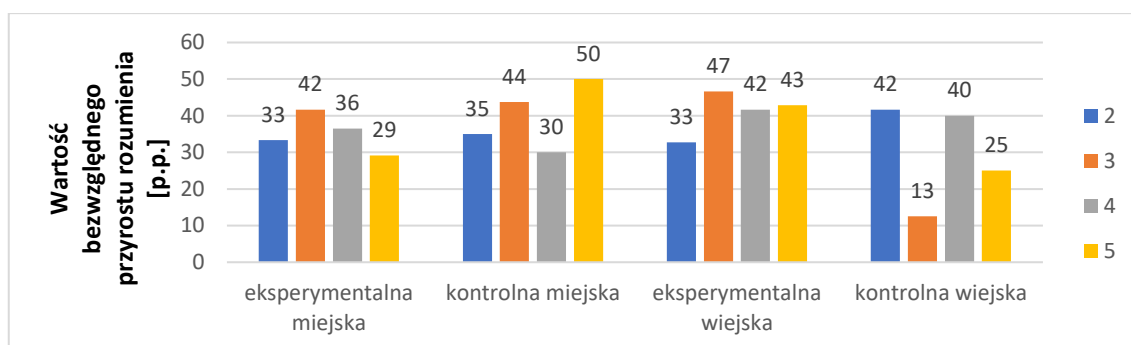
Otrzymane różnice w bezwzględnych wartościach przyrostu rozumienia w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych obu obszarów edukacyjnych (miejskim i wiejskim) nie są istotne statystycznie, co potwierdzają przedstawione wykresy. Należy jednak zwrócić uwagę na zakres otrzymanych wyników, który jest zróżnicowany. Jedynie w grupie eksperymentalnej miejskiej pojawiają się uczniowie, których bezwzględny przyrost rozumienia wyniósł 100 p.p. Na wykresie zauważalne są również ujemne wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia, świadczące o niedostatecznym skupieniu uwagi, udzielonych przypadkowych odpowiedziach na pytania.

Znaczenie zmiennych pośredniczących dla uzyskanych wyników badań. Jako ostatni element sprawdzono, czy zmienne pośredniczące, tj. płeć (wykres 39) oraz półroczna ocena z fizyki (wykres 40), miały znaczenie dla wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia zagadnień fizycznych na czwartym poziomie rozumienia.



Wykres 39. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu czwartego poziomu rozumienia, tj. rozumienia strukturalnego, z podziałem na płeć

W przypadku grup eksperymentalnych nie zaobserwowano dużych różnic w uzyskanych wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia zagadnień fizycznych na czwartym poziomie rozumienia. Większe różnice zaobserwowano w przypadku grup kontrolnych, gdzie uczennice wykazały się lepszym zrozumieniem sprawdzanych zagadnień fizycznych.



Wykres 40. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu czwartego poziomu rozumienia, tj. rozumienia strukturalnego, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki

W przypadku grupy eksperymentalnej wiejskiej zauważalne jest, iż uczniowie z najniższą oceną półroczną (2) charakteryzowali się najmniejszą wartością bezwzględnego przyrostu rozumienia. W przypadku grupy eksperymentalnej miejskiej najniższe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskali uczniowie ze skrajnymi ocenami półrocznymi (2 lub 5). Otrzymane różnice prawdopodobnie spowodowane są innym podejściem nauczycieli prowadzących lekcję, przyzwyczajeniami uczniów do prowadzenia lekcji przez danego nauczyciela.

4.3. Podsumowanie wyników badań poziomu rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych przez uczniów, oparte na porównaniu kształcenia z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym

Podsumowując rozważania dotyczące rozumienia wśród uczniów z zakresu czwartego poziomu rozumienia, tj. poziomu rozumienia strukturalnego, należy zaakcentować różnice występujące wśród uczniów klas 7 oraz uczniów klas 8.

Prowadzone badania potwierdziły, iż uczniowie klas 7 we wszystkich grupach eksperymentalnych charakteryzowali się lepszym zrozumieniem zagadnień fizycznych przypisanych do analizowanego poziomu rozumienia w porównaniu do uczniów grup kontrolnych. Wykonany test statystyczny Wilcozona wskazał na istnienie statystycznie istotnych różnic w ogólnym rozumieniu zagadnień fizycznych przypisanych do poziomu rozumienia

strukturalnego. W przypadku grup kontrolnych podobnych różnic nie otrzymano. Użytkano również statystycznie istotne różnice w bezwzględnym przyroście rozumienia, porównując grupę eksperymentalną do grupy kontrolnej w danym środowisku edukacyjnym (miejskim lub wiejskim). Ponadto zauważalne są także różnice w postaci wyższych wyników grupy eksperymentalnej w porównaniu do grupy kontrolnej z uwagi na to, iż w grupie eksperymentalnej pojawili się uczniowie, którzy udzielili 100% poprawnych odpowiedzi w teście końcowym. Takich uczniów nie było w grupach kontrolnych. Zaobserwowano również różnicę w postaci znaczącej poprawy rozumienia wśród najsłabszych uczniów grup eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych. W grupie kontrolnej miejskiej nadal pozostaje liczna grupa uczniów, którzy nie udzielili żadnej poprawnej odpowiedzi w teście końcowym (co czwarty uczeń).

Odnosząc się do uzyskanych wyników klas 8, różnicę istotną statystycznie w rozumieniu na poziomie strukturalnym uzyskano we wszystkich grupach eksperymentalnych oraz we wszystkich grupach kontrolnych. Przeprowadzono więc kolejną analizę, w której sprawdzono, z wykorzystaniem testu Manna-Whitneya, czy występują różnice istotne statystycznie w bezwzględnym przyroście rozumienia w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych. Wykonana analiza dowiodła o braku istotnych różnic bezwzględnego przyrostu rozumienia pomiędzy grupą eksperymentalną i grupą kontrolną w danym środowisku edukacyjnym (środowisko miejskie: $p=0,885$, środowisko wiejskie: $p=0,194$). Na tej podstawie oceniono, iż poprawa rozumienia na czwartym poziomie nastąpiła bez względu na sposób prowadzenia lekcji. Należy jednak zauważyć różnicę, iż w grupach eksperymentalnych pojawili się pojedynczy uczniowie, którzy udzielili 100% poprawnych odpowiedzi w teście końcowym, czego nie zauważono w grupach kontrolnych.

Na podstawie przedstawionych wyników badań należy wyciągnąć wniosek, iż narzędzia TIK przyczyniły się do poprawy rozumienia w zakresie najbardziej zaawansowanego poziomu rozumienia jedynie wśród uczniów klas 7. W przypadku uczniów klas 8 zaprezentowane wyniki badań własnych prowadzą do wniosku, iż narzędzia TIK nie miały znaczenia dla poprawy rozumienia zagadnień fizycznych. Uzyskany wniosek w przypadku uczniów klas 8 może być tożsamy z wnioskami dotyczącymi poprzedniego poziomu rozumienia. Rozumienie zagadnień fizycznych przypisanych do poziomu rozumienia strukturalnego musi nawiązywać do rozumienia wcześniejszych zagadnień, przypisanych do niższych poziomów. Braki w rozumieniu spowodują niedostateczną i niepoprawną

interpretację omawianych zagadnień fizycznych, co zostało potwierdzone w przeprowadzonych testach rozumienia końcowego i wstępnego w klasach 8.

Odnosząc się do przedstawionych wyników badań, zweryfikowano czwartą hipotezę badawczą i uzyskano potwierdzenie jedynie w przypadku klas 7, iż poziom rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych ulegnie zmianie, nastąpi większa poprawa rozumienia zagadnień fizycznych z zakresu badanego poziomu dzięki zastosowaniu narzędzi TIK w porównaniu z kształceniem tradycyjnym. W przypadku klas 8 narzędzia TIK nie miały znaczenia dla poprawy rozumienia w analizowanym poziomie rozumienia.

Jednocześnie uzyskano odpowiedź na postawiony czwarty szczegółowy problem badawczy dotyczący różnic, jakie wystąpią na poziomie rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych przez uczniów, jeśli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.

Szczegółowe spostrzeżenia wynikają z podziału pytań z analizowanego poziomu rozumienia na dwa obszary, tj. rozumienia logicznych związków występujących między różnymi zagadnieniami fizycznymi oraz planowania procesu badawczego.

W przypadku pierwszego obszaru badawczego z arkusza obserwacji pracy ucznia zarówno klas 7, jak i klas 8 wynika, że zaproponowane narzędzia TIK (np. interaktywne zadania, symulacje, film) pobudzają w uczniach aktywność poznawczą, sprzyjającą budowaniu własnych struktur rozumienia, będących nieodzownym elementem rozumienia logicznych związków między różnymi pojęciami, definicjami, wielkościami fizycznymi. Do podobnych wniosków doszła K. Majewska, która wśród elementów mających znaczenie dla lepszego zrozumienia wymieniła możliwość samodzielnego tworzenia struktur wiedzy na podstawie aktywnego działania uczniów⁴⁹⁸.

Szczegółowa analiza wszystkich przypisanych do badanego obszaru zagadnień fizycznych w klasach 7 oraz dwóch spośród trzech w klasach 8 wykazała, iż narzędzia TIK przyczyniły się do wyższego niż w przypadku tradycyjnej formy zajęć poziomu prawidłowego zrozumienia omawianych zagadnień fizycznych. Miały one również znaczenie dla większego zaangażowania oraz skupienia na budowaniu własnych struktur wiedzy i doświadczeń, co przełożyło się bezpośrednio na wzrost udziału poprawnie rozwiązanych przez uczniów zadań, weryfikujących rozumienie logicznych związków pomiędzy różnymi zagadnieniami fizycznymi.

⁴⁹⁸ K. Majewska, *Efektywność interaktywnej...*, op. cit., s. 36.

Interesujące wnioski wynikają również ze szczegółowej analizy drugiego obszaru, tj. rozumienia przez uczniów związanego z planowaniem procesu badawczego. W tym przypadku różnice w istotności statystycznej w testach rozumienia wskazały, iż uczniowie grup eksperymentalnych lepiej poradzili sobie z zaplanowaniem własnego procesu badawczego niż uczniowie grup kontrolnych – zarówno w klasach 7, jak i 8. Potwierdzają to również opinie nauczycieli. Narzędzia TIK umożliwiają uczniom odtworzenie faz procesu badawczego, m.in. z wykorzystaniem specjalnego oprogramowania, zapoznanie się z symulacjami działania urządzeń, które w codziennym życiu są niedostępne. Nowoczesne narzędzia TIK mogą więc wspomóc uczniów w procesie samodzielnego dochodzenia do wiedzy, co zgodne jest z zasadą świadomego i aktywnego udziału uczniów w procesie nauczania-uczenia się. Samodzielne rozwiązywanie problemów praktycznych na podstawie wiedzy teoretycznej nawiązuje zaś do zasady operatywności posiadanej wiedzy oraz łączenia teorii z praktyką⁴⁹⁹.

Warto odnieść się do literatury z zakresu dydaktyki fizyki wskazującej, iż samodzielna, eksperymentalna praca uczniów skutkuje lepszym zrozumieniem badanego zjawiska fizycznego⁵⁰⁰. Ponadto w literaturze odnaleźć można badania wskazujące, iż symulacje komputerowe wspierają proces dociekania przez ucznia, który staje się aktywnym uczestnikiem procesu badawczego. Uczeń samodzielnie formułuje pytania, hipotezy, gromadzi dane oraz wyciąga wnioski. Symulacja eksperymentu sprzyja poszczególnym etapom badawczym, co prowadzi do zmian w oryginalnych koncepcjach uczniów⁵⁰¹. Ponadto zachęca uczniów do pytań, co przybliży proces odkrywania świata. Przeprowadzone badania wskazały, iż uczniowie wykazują się większym zaangażowaniem, gdy wykorzystywane są symulacje komputerowe⁵⁰².

Badania prowadzone przez M. Kozielską potwierdziły, iż prowadzenie procesu dydaktycznego z wykorzystaniem edukacyjnych programów komputerowych (w tym symulacji) ma znaczenie dla wyższego stopnia aktywności poznawczej i badawczej w stosunku do nauczania bez wspomnianych programów. Badania dowiodły, iż nauczani z wykorzystaniem programów komputerowych uczniowie wykazywali się lepszym zrozumieniem stawianych problemów badawczych, poprawniejszą i szybszą analizą oraz innowacyjnymi

⁴⁹⁹ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna...*, op. cit., s. 128-129.

⁵⁰⁰ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne...*, op. cit., s. 120-121.

⁵⁰¹ T. de Jong, W.R. van Joolingen, *Scientific Discovery...*, op. cit., s. 179-201.

⁵⁰² N.S. Podolefsky, K.K. Perkins, W.K. Adams, *Promoting engaged...*, op. cit., s. 1-10.

metodami rozwiązywania problemów⁵⁰³. Włączenie do lekcji symulacji komputerowych może odnieść więc pozytywne skutki, co zostało potwierdzone badaniami własnymi w przypadku klas 7 i klas 8.

Odnosząc się do pierwszej zmiennej pośredniczącej, tj. płci uczniów, w przypadku grup eksperymentalnych klas 7 i 8 nie zauważono dużych różnic w uzyskanych wartościach bezwzględnego przyrostu rozumienia.

W przypadku kolejnej zmiennej pośredniczącej, tj. półrocznej oceny z fizyki, zaobserwowano w klasach 7 w grupie eksperymentalnej wiejskiej następującą tendencję: wraz z wyższą oceną półroczną z fizyki wzrasta wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia. Podobna tendencja zauważalna jest w grupie eksperymentalnej miejskiej, jednak ze spadkiem bezwzględnego przyrostu rozumienia w przypadku uczniów z półroczną oceną 3, w porównaniu do uczniów z półroczną oceną 2. Otrzymana zależność może być wynikiem lepszego zrozumienia wcześniejszych zagadnień przez uczniów z najlepszą oceną półroczną z fizyki, natomiast narzędzia TIK stanowiły dodatkowy czynnik ułatwiający zrozumienie.

Odnosząc się do wyników klas 8 w grupie eksperymentalnej wiejskiej, zauważalne jest, iż uczniowie z najniższą oceną półroczną (2) charakteryzowali się najmniejszym bezwzględnym przyrostem rozumienia. W przypadku grupy eksperymentalnej miejskiej najniższe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskali uczniowie ze skrajnymi ocenami półrocznymi (2 lub 5). Otrzymane różnice związane są prawdopodobnie z innym nauczycielem prowadzącym lekcje, nie wynikają bezpośrednio z półrocznej oceny z fizyki.

Oceniając znaczenie środowiska edukacyjnego uczniów (miejskie lub wiejskie) na otrzymane wyniki badań, zauważyć można, iż uczniowie szkół wiejskich wykazywali się wielokrotnie lepszymi wynikami w przeprowadzonych testach rozumienia w przypadku analizowanych zagadnień z zakresu czwartego poziomu rozumienia.

5. Uogólnienie wyników badań

Dla współczesnej cywilizacji technologie informacyjno-komunikacyjne stały się podstawowym i niezbędnym narzędziem uzyskiwania i przetwarzania informacji, prowadząc do tworzenia wiedzy⁵⁰⁴. Konieczne stało się więc innowacyjne podejście do nauczania,

⁵⁰³ M. Kozielska, *Walory komputerowego...*, op. cit., s. 264-269.

⁵⁰⁴ W. Walat, *Przemiany edukacji...*, op. cit., s. 9.

adekwatne do potrzeb oraz możliwości poznawczych współczesnych uczniów, ze szczególnym akcentem na włączenie technologii informacyjno-komunikacyjnych do procesu dydaktycznego⁵⁰⁵. Współcześni uczniowie, określanii jako generacja Z (pokolenie „Zetów”), postrzegają świat inaczej niż poprzednie pokolenia, dorastają w otoczeniu najnowszych technologii, posiadają wysoki poziom kompetencji cyfrowych⁵⁰⁶. Prowadzenie innowacyjnego procesu nauczania-uczenia się pozostaje także w zgodzie z głównymi założeniami fizyki, jako przedmiotu nauczania.

W niniejszej dysertacji podkreślono znaczenie narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych w procesie nauczania-uczenia się fizyki, a w konsekwencji możliwości ich wykorzystania dla lepszego rozumienia zagadnień fizycznych, przypisanych do poszczególnych poziomów rozumienia.

Weryfikacja teoretyczno-poznawczego celu badań. Przeprowadzone badania własne pozwoliły uzyskać odpowiedź na określony w formie pytania główny problem badawczy, mający na celu ustalenie: *jakie różnice wystąpią na poziomach rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 i 8, jeżeli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym?* Na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzonych testów rozumienia wstępnego i końcowego oraz arkusza obserwacji pracy ucznia wyciągnięto ogólny wniosek, iż poszczególne narzędzia TIK przyczyniły się do większej poprawy rozumienia zagadnień fizycznych (na wybranych poziomach) przez badanych uczniów klas 7 i 8 szkoły podstawowej w porównaniu do uczniów kształconych tradycyjnie.

Pierwszy szczegółowy problem badawczy koncentrował się na *różnicach, jakie wystąpią na poziomie rozumienia definicyjnego zagadnień fizycznych przez uczniów, jeśli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym.* Potwierdzono, iż grupa uczniów klas 7, których proces nauczania-uczenia się został wzbogacony o narzędzia TIK, charakteryzowała się większą poprawą rozumienia zagadnień fizycznych, określoną na podstawie analizy wyników testów rozumienia z wykorzystaniem testów statystycznych. W przypadku klas 8, w celu jednoznacznej oceny, czy narzędzia TIK zastosowane w grupie eksperymentalnej przyczyniły się do większej poprawy rozumienia w odniesieniu do grupy kontrolnej, konieczne było potwierdzenie istotnych statystycznie różnic

⁵⁰⁵ J. Bednarek, *Multimedia...*, op. cit., s. 14.

⁵⁰⁶ E. Baron-Polańczyk, *My i Oni...*, op. cit., s. 61.

w bezwzględny przyroście rozumienia, występujących pomiędzy grupą eksperymentalną i kontrolną ze środowiska wiejskiego z wykorzystaniem testu statystycznego Manna-Whitneya, który to potwierdził. Uzyskane różnice w przeprowadzonych testach rozumienia w grupach kontrolnych i w grupach eksperymentalnych potwierdzone zostały również udzielonymi przez nauczycieli grup eksperymentalnych opiniami w arkuszu obserwacji pracy ucznia.

Szczegółowa analiza wykresów ilustrujących wyniki testów rozumienia wstępnego i końcowego w każdej z grup poddanych eksperymentowi pedagogicznemu pozwoliła na dostrzeżenie interesujących różnic występujących w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych. Zarówno w klasach 7, jak i w klasach 8 zauważono, iż w grupach eksperymentalnych częściej pojawiali się uczniowie, którzy udzieli 100% poprawnych odpowiedzi z zakresu badanego poziomu rozumienia w teście końcowym niż to miało miejsce w grupach kontrolnych. Ponadto wyniki uzyskiwane w teście końcowym w grupach najlepszych uczniów każdorazowo były wyższe w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych w danym środowisku edukacyjnym. Odnosząc się do wyników najslabszych uczniów, zauważono większą poprawę rozumienia wśród najslabszych uczniów grupy eksperymentalnej, w porównaniu do grupy kontrolnej w obu środowiskach edukacyjnych.

Przeprowadzona dogłębna analiza odpowiedzi uczniów z uwzględnieniem wyróżnionych obszarów wskazała ponadto różnice rozumienia w odniesieniu do konkretnych zagadnień fizycznych. Największe wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia charakteryzowały zagadnienia fizyczne, które nawiązywały do życiowych sytuacji (definicyjne rozumienie tarcia w klasach 7, desygnaty ruchu drgającego w klasach 8). Zauważono również pozytywne znaczenie interaktywnego testu *Kahoot!*, który według opinii zamieszczonych przez nauczycieli w arkuszu obserwacji pracy ucznia okazał się dobrą metodą na powtórzenie i utrwalenie zdobytej wiedzy, zwiększającą dynamizm lekcji i motywację uczniów.

Dostrzeżono również, iż interesującym narzędziem, który miał znaczenie dla poprawy rozumienia wśród uczniów grupy eksperymentalnej, był film. Według nauczycieli wzbudził pozytywne emocje, zainteresowanie i zaskoczenie.

Wśród uczniów klas 8 zaobserwowano, iż narzędzia TIK przyczyniły się do większego zrozumienia zagadnień z obszaru definicji niż z obszaru desygnatów pojęć. Zagadnienie to może stanowić kolejny etap badań, uwzględniający analizę konkretnych przypadków.

Analiza pod kątem zmiennych pośredniczących wykazała, iż płeć oraz półroczna ocena z fizyki mogą mieć znaczenie dla uzyskanych wyników.

Drugi problem szczegółowy badań własnych dotyczył *różnic, jakie wystąpią na poziomie **lokalnej komplikacji** rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów, jeśli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym*. Na podstawie analizy badawczej określono, iż w przypadku grup eksperymentalnych klas 7 uzyskano statystycznie istotne różnice w przeprowadzonych testach rozumienia, co pozwoliło wnioskować, iż narzędzia TIK przyczyniły się do większej poprawy rozumienia zagadnień fizycznych w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych.

Odnosząc się do uzyskanych wyników badań w klasach 8, test statystyczny Wilcozona wykazał statystycznie istotne różnice w przeprowadzonych testach rozumienia zarówno w grupie eksperymentalnej, jak i w grupie kontrolnej. W celu jednoznacznej oceny, czy narzędzia TIK zastosowane w grupach eksperymentalnych przyczyniły się do większej poprawy zrozumienia w odniesieniu do grup kontrolnych, konieczne było przeprowadzenie testu statystycznego Manna-Whitneya, który to potwierdził. Uzyskane różnice w przeprowadzonych testach rozumienia w grupach kontrolnych i w grupach eksperymentalnych potwierdzone zostały opiniami udzielonymi przez nauczycieli grup eksperymentalnych w arkuszu obserwacji pracy ucznia.

Interesujące różnice można dostrzec, przeprowadzając szczegółową analizę wykresów obrazujących wyniki testów rozumienia wstępnego i końcowego w każdej z grup poddanych badaniom. W przypadku klas 7 zauważono, iż w grupach eksperymentalnych pojawili się uczniowie, którzy udzielili 100% prawidłowych odpowiedzi, takich uczniów nie było natomiast w grupach kontrolnych. Ponadto w większości grup eksperymentalnych zauważono znacznie wyższe wyniki uzyskane w grupie najlepszych uczniów lub większą częstość najlepszych wyników w porównaniu do grup kontrolnych. Każdorazowo wyniki uzyskiwane przez reprezentację najsłabszych uczniów były wyższe w grupach eksperymentalnych niż w grupach kontrolnych.

Wskazano również różnice w rozumieniu przez uczniów konkretnych zagadnień fizycznych. Podobnie jak w analizie pierwszego poziomu rozumienia, również na drugim poziomie zauważono, iż w klasach 7 większą wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia uzyskano dla pytania, które w przykładach nawiązywało do codziennego życia uczniów (opory ruchu).

W klasach 8 zauważono, iż dwa zadania, które polegały na odczytaniu danych z wykresów, uzyskały podobne wartości bezwzględnego przyrostu rozumienia w obu grupach eksperymentalnych, co wynika z zastosowanej symulacji, która w opinii nauczycieli, zawartej w arkuszu obserwacji pracy ucznia, umożliwiła lepsze skupienie uczniów na danej wielkości fizycznej, samodzielną analizę także w zwolnionym tempie.

Analiza pod kątem zmiennych pośredniczących wykazała, iż półroczna ocena z fizyki oraz środowisko edukacyjne mogą mieć znaczenie dla uzyskanych wyników.

Trzeci szczegółowy problem badawczy koncentrował się na *różnicach, jakie wystąpią na poziomie **uogólnienia** rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów, jeśli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym*. Udowodniono, iż w przypadku klas 7 uczniowie przypisani do grupy eksperymentalnej wykazali się lepszym rozumieniem zagadnień fizycznych z trzeciego poziomu rozumienia w porównaniu do uczniów, których kształcenie prowadzone było z wykorzystaniem tradycyjnych narzędzi.

Odnosząc się do uczniów klas 8: wykonany test statystyczny Wilcozona wskazał, iż wyniki testów rozumienia końcowego i wstępnego różnią się statystycznie zarówno w przypadku grup eksperymentalnych, jak i grup kontrolnych. Przeprowadzony kolejny test statystyczny (Manna-Whitneya) jednoznacznie pozwolił ocenić, iż wartość bezwzględnego przyrostu rozumienia nie różni się statystycznie, porównując grupę eksperymentalną z grupą kontrolną. Na podstawie przedstawionej analizy udowodniono, iż w przypadku uczniów klas 8 narzędzia TIK nie przyczyniły się do lepszego rozumienia sprawdzanych zagadnień fizycznych.

W celu dokładniejszego zilustrowania różnic występujących pomiędzy badanymi grupami przeprowadzono analizę wykresów, przedstawiających wyniki testów rozumienia wstępnego i końcowego w każdej z grup poddanych eksperymentowi pedagogicznemu.

W przypadku klas 7 zauważano znaczną poprawę rozumienia wśród najsłabszych uczniów, jak również znacznie wyższe wyniki uzyskane wśród najlepszych uczniów grup eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych. Dodatkowo wyższe wyniki rozumienia pojawiały się częściej w grupach eksperymentalnych, co szczególnie jest widoczne w grupie eksperymentalnej środowiska wiejskiego.

Nawiązując ponownie do wyników uzyskanych przez uczniów klas 8: pomimo jednoznacznej oceny, iż narzędzia TIK nie miały znaczenia dla lepszego rozumienia zagadnień fizycznych, zauważono następujące różnice w grupie eksperymentalnej wiejskiej: grupa

uczniów z wyższymi wynikami była większa oraz grupa uczniów z niższymi wynikami była mniejsza w odniesieniu do grupy kontrolnej.

Analizując odpowiedzi udzielone przez uczniów w testach rozumienia (wstępnym i końcowym) oraz przez nauczycieli w arkuszu obserwacji pracy ucznia, zauważono, iż symulacje nadal pozostają jednym z tych narzędzi, które wspierają proces rozumienia przez uczniów, co zostało potwierdzone wynikami badań własnych. Jednak uzyskane wyniki wśród uczniów klas 8 oraz odpowiedzi nauczycieli w arkuszu obserwacji pracy ucznia wskazują, iż analiza symulacji w badanym poziomie rozumienia musi bazować na rozumieniu wcześniejszych zagadnień fizycznych, zarówno z badanego działu, jak i poprzednich (także z wcześniejszych klas), co przemawia za znaczącą poprawą rozumienia w klasach 7 i brakiem poprawy rozumienia w klasach 8.

W przypadku klas 8 wykazano, iż wykorzystanie aplikacji dostępnych na smartfona, np. w celu analizy wykresów dźwięków, przyczyniło się do istotnego zwiększenia rozumienia w zakresie badanego zagadnienia fizycznego. Włączenie smartfona do procesu dydaktycznego znacznie zwiększyło aktywność uczniów podczas lekcji, ich zainteresowanie i motywację.

Ponadto dostrzeżono również interesującą różnicę w przypadku zastosowania narzędzi TIK w rozwiązywaniu zadań obliczeniowych. Uczniowie chętniej i z większą motywacją rozwiązywali interaktywne zadania obliczeniowe w sytuacji, gdy była możliwa natychmiastowa gratyfikacja. Opóźnione ocenianie związane z wykorzystaniem platformy edukacyjnej nie uzyskało aprobaty ani uczniów, ani nauczycieli.

Analiza pod kątem zmiennych pośredniczących wykazała, iż płeć, środowisko edukacyjne oraz półroczna ocena z fizyki mogą mieć znaczenie dla uzyskanych wyników badań.

Czwarty szczegółowy problem badawczy dotyczył *różnic, jakie wystąpią na poziomie rozumienia **strukturalnego** zagadnień fizycznych przez uczniów, jeśli porówna się kształcenie z zastosowaniem narzędzi TIK z kształceniem tradycyjnym*. Na podstawie analizy badawczej i przeprowadzonych testów statystycznych określono, iż uczniowie klas 7, których proces nauczania-uczenia się wzbogacony został o dodatkowe narzędzia TIK, uzyskali lepsze wyniki rozumienia w stosunku do uczniów kształconych tradycyjnie.

Przeprowadzony test statystyczny Wilcozona udowodnił, iż w przypadku uczniów klas 8, zarówno w grupach eksperymentalnych, jak i w grupach kontrolnych, uzyskano istotną statystycznie różnicę w przeprowadzonych testach rozumienia. Kolejny test statystyczny (Manna-Whitneya) wskazał brak istotnych różnic w bezwzględnym przyroście rozumienia

między grupami eksperymentalnymi i grupami kontrolnymi. Przeprowadzona analiza pozwoliła zatem ocenić, iż w przypadku uczniów klas 8 narzędzia TIK nie przyczyniły się do lepszego rozumienia sprawdzanych zagadnień fizycznych na czwartym poziomie rozumienia, tj. poziomie rozumienia strukturalnego, co nawiązuje do poprzednich wniosków.

Wykonano również analizę wykresów ilustrujących różnice w przeprowadzonych testach rozumienia w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych.

W klasach 7 dostrzeżono, iż we wszystkich grupach eksperymentalnych (miejskiej i wiejskiej) pojawili się uczniowie, którzy udzielili 100% prawidłowych odpowiedzi, czego nie zaobserwowano w grupach kontrolnych. Wyniki testu końcowego w grupach najlepszych uczniów każdorazowo były wyższe w grupach eksperymentalnych w porównaniu do grup kontrolnych w danym środowisku edukacyjnym oraz zdarzały się częściej. Najślabi uczniowie grup eksperymentalnych udzieli więcej poprawnych odpowiedzi w porównaniu do grup kontrolnych oraz było ich więcej.

W przypadku klas 8 – pomimo jednoznacznego stwierdzenia, iż narzędzia TIK nie miały znaczenia dla lepszego rozumienia zagadnień fizycznych – zauważono, iż w grupach eksperymentalnych pojawili się uczniowie, którzy udzielili 100% poprawnych odpowiedzi, czego nie dostrzeżono w grupach kontrolnych.

Przechodząc do szczegółowej interpretacji odpowiedzi uczniów udzielonych na poszczególne pytania, zauważono, iż narzędzia TIK pozytywnie oddziałują na zaangażowanie uczniów podczas lekcji oraz skupienie na budowaniu własnych struktur wiedzy, dzięki czemu rozwiązywanie zadań wymagających odnalezienia logicznych związków pomiędzy zagadnieniami z różnych tematów fizycznych staje się dla ucznia łatwiejsze, pod warunkiem, iż uczniowie wykazywali się zrozumieniem wcześniejszych tematów.

Ponadto włączenie do lekcji narzędzi TIK w postaci symulacji doświadczeń, umożliwiających zaplanowanie procedury badawczej, sprawiło, iż uczniowie grup eksperymentalnych wykazali się lepszym zrozumieniem tego zagadnienia i poprawnie projektowali własny proces badawczy.

Analiza pod kątem zmiennych pośredniczących wykazała, iż środowisko edukacyjne oraz półroczna ocena z fizyki mogą mieć znaczenie dla uzyskanych wyników badań.

Weryfikacje praktycznego celu badań. Podjęte w pracy rozważania oraz przeprowadzone na ich potrzeby badania własne, zorientowane na problem poprawy rozumienia wśród uczniów zagadnień fizycznych w wyniku włączenia do procesu dydaktycznego narzędzi TIK, pozwoliły na wyciągnięcie wniosków oraz sformułowanie rekomendacji, które

pozwolą efektywniej wykorzystać te narzędzia podczas lekcji. Przeprowadzone badania, wynikające z założonych w pracy celów, umożliwiły wzbogacenie wiedzy dotyczącej rozumienia przez uczniów zagadnień fizycznych w zakresie opracowanych poziomów rozumienia oraz przedstawienie korzyści z wykorzystania nowoczesnych technologii podczas lekcji. Określono, iż:

1. Autorski program nauczania fizyki w szkole podstawowej dla klas 7 i 8 zawierał rozszerzenia metodyczne – ze szczególnym uwzględnieniem narzędzi TIK, które zostały pozytywnie zaopiniowane przez grupę sędziów kompetentnych.
2. Grupa sędziów kompetentnych posiadała odpowiednie przygotowanie do wystawienia opinii na temat autorskiego programu nauczania, co wynikało z ich codziennej pracy z uczniami oraz uzyskanych osiągnięć dydaktycznych, które zostały opisane w kwestionariuszu ankiety.
3. W opinii sędziów kompetentnych zaproponowane narzędzia TIK posiadają realne możliwości poprawy rozumienia zagadnień fizycznych omawianych podczas lekcji, zaś autorski program charakteryzował się ciekawym zestawem nowoczesnych narzędzi TIK, które sprawnie zostały włączone do procesu kształcenia.
4. Wskazane przez sędziów kompetentnych zalety włączenia narzędzi TIK do procesu nauczania-uczenia się często pokrywały się z odpowiedziami nauczycieli w arkuszu obserwacji pracy ucznia.
5. Zdefiniowane na potrzeby badań własnych poziomy rozumienia zagadnień fizycznych pozwoliły na zróżnicowanie rozumienia przez uczniów, począwszy od pojęć, definicji i desygnatów, kończąc na rozumieniu strukturalnym i projektowaniu procesu badawczego.
6. Poszczególne zalecenia dotyczące rozumienia zagadnień fizycznych zmieniają się w zależności od poziomu rozumienia oraz zależą od klasy (7 lub 8).
7. Na pierwszym poziomie rozumienia, tj. poziomie rozumienia definicyjnego, bez względu na klasę (7 i 8) narzędzia TIK przyczyniają się do lepszego rozumienia zagadnień fizycznych (definicji, desygnatów), gdyż umożliwiają samodzielne dochodzenie do wiedzy, pracę we własnych tempie, zilustrowanie danego pojęcia.
8. Na drugim poziomie rozumienia, tj. poziomie lokalnej komplikacji, bez względu na klasę (7 i 8) narzędzia TIK mają znaczenie dla lepszego rozumienia zagadnień fizycznych, przedstawionych w postaci desygnatów z narzuconymi ograniczeniami oraz prostych zadań, co wynika m.in. z możliwości kompleksowej analizy symulacji (np. z dowolną zmianą parametrów przez uczniów).

9. Na trzecim poziomie rozumienia, tj. poziomie uogólnienia, narzędzia TIK mają znaczenie dla lepszego rozumienia zadań obliczeniowych oraz zadań wymagających syntezy różnych pojęć i definicji, jednak jedynie w klasie 7. W przypadku uczniów klasy 8 wprowadzone narzędzia TIK nie miały znaczenia dla lepszego rozumienia wprowadzanych tematów, gdyż wymagają analizy z uwzględnieniem rozumienia wcześniejszych zagadnień oraz pomocy nauczyciela w interpretacji.
10. Na czwartym poziomie rozumienia, tj. poziomie rozumienia strukturalnego, narzędzia TIK mają znaczenie dla lepszego rozumienia logicznych związków pomiędzy różnymi zagadnieniami oraz dla planowania procesu badawczego, jednak tylko w klasie 7. W przypadku uczniów klasy 8 wprowadzone narzędzia TIK nie miały znaczenia dla lepszego rozumienia wprowadzanych tematów, gdyż podobnie jak w poprzednim poziomie wymagają analizy z uwzględnieniem rozumienia wcześniejszych zagadnień oraz pomocy nauczyciela w interpretacji.
11. Uczeń może osiągnąć wyższy poziom rozumienia jedynie w przypadku rozumienia zagadnień fizycznych z poziomów niższych.
12. Określone poziomy rozumienia zagadnień fizycznych pozostają w zgodzie z wiedzą psychologiczną, która wskazuje, iż pierwsze, intuicyjne i wyobrażeniowe spotkanie ucznia z pojęciem fizycznym powinno mieć miejsce na konkretnym przykładzie. W drugiej fazie następuje werbalne zdefiniowanie pojęcia, zapamiętanie i tworzenie powiązań z pojęciami już znanymi. W ostatnim etapie dochodzi do symbolicznego przedstawienia pojęcia oraz operacji z nim związanych.
13. Narzędzia TIK przyczyniają się do poprawy rozumienia wśród najlepszych uczniów, a także wśród uczniów najsłabszych.
14. Uczniowie wykazują się lepszym rozumieniem zagadnień fizycznych, które nawiązują do życia codziennego, przykładów znanych i obserwowanych na co dzień.
15. Lepiej rozumiane są przez uczniów te doświadczenia, które zostały wykonane realnie podczas lekcji, a następnie wsparte symulacją i animacją, wspomagającą interpretację zjawiska.
16. Film wzbudza duże emocje, ma znaczenie dla lepszego zobrazowania zagadnienia fizycznego, dzięki czemu ma znaczenie dla lepszego rozumienia wprowadzanego tematu.
17. Interaktywne testy typu *Kahoot!* pozytywnie oddziałują na uczniów. Włączenie ich do procesu kształcenia zwiększa motywację, zainteresowanie, zachęca do aktywnego udziału w lekcji, a tym samym zwiększa rozumienie poruszanych zagadnień.

18. Wykorzystanie aplikacji dostępnych na smartfona znacznie zwiększa aktywność uczniów podczas lekcji, zainteresowanie i motywację, co przekłada się na uzyskane wyniki rozumienia wśród uczniów.

19. Uczniowie chętniej wybierają te narzędzia TIK, które umożliwiają natychmiastowe ocenienie ich pracy, czyli natychmiastową gratyfikację.

Wnioski z analizy badań własnych stanowią odpowiedź dla nauczycieli, którzy stoją przed trudnym zadaniem wdrożenia uczniów do procesu nauczania-uczenia się fizyki, zaczynając od wprowadzenia trudnych definicji, zjawisk fizycznych i innych zagadnień, kończąc na rozwiązywaniu skomplikowanych zadań wymagających syntezy wiedzy z różnych dziedzin fizyki oraz innych przedmiotów szkolnych (np. matematyki). Na podstawie zrealizowanych badań ustalono rekomendacje, które przyczyniają się do prowadzenia procesu nauczania-uczenia się z nastawieniem na zwiększenie rozumienia fizyki wśród uczniów klas 7 i 8 szkoły podstawowej.

1. Należy włączyć narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych do procesu nauczania-uczenia się współczesnych uczniów (określanych pokoleniem Z) z uwagi na realne możliwości poprawy rozumienia zagadnień poruszanych podczas lekcji fizyki.

2. Wdrożenie do procesu dydaktycznego narzędzi TIK pozostaje w zgodzie z podstawą programową nauczania fizyki w szkole podstawowej oraz polityką oświatową.

3. Wzbogacenie procesu dydaktycznego o dodatkowe narzędzia TIK nawiązuje do założeń dydaktyki fizyki oraz aktualnych tendencji w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych, nakazujących, aby proces dydaktyczny przybliżyć jak najbardziej do pracy badawczej, stawiając ucznia w roli współtwórcy procesu dydaktycznego.

4. Należy wykorzystać symulacje fizyczne w przypadku doświadczeń, których wykonanie jest niemożliwe lub utrudnione (np. ze względu na stwarzane niebezpieczeństwo lub brak odpowiedniego sprzętu), gdyż wspierają proces samodzielnego dochodzenia ucznia do wiedzy.

5. Włączenie symulacji fizycznych do procesu dydaktycznego pozwoli na efektywniejszą analizę doświadczeń z uwagi na wizualizację zjawisk, które podczas realnego wykonywania doświadczenia nie mogą zostać dostrzeżone oraz zinterpretowane.

6. Rzeczywiste doświadczenia wykonane podczas lekcji należy wspierać symulacjami i animacjami, gdyż ułatwiają prawidłową interpretację eksperymentu.

7. Filmy, podobnie jak symulacje, są doskonałym narzędziem do prezentacji niedostępnych zjawisk, zwiększają atrakcyjność lekcji oraz wzbudzają ciekawość i chęć do pracy wśród uczniów.
8. Dobrym sposobem podsumowania i utrwalenia wiadomości są interaktywne testy, które wieloaspektowo oddziałują na uczniów.
9. Większym zainteresowaniem wśród uczniów cieszą się te narzędzia TIK, które umożliwiają natychmiastową gratyfikację.
10. Smartfon włączony do procesu kształcenia zwiększa aktywność uczniów podczas lekcji, zainteresowanie i motywację, co przekłada się również na lepsze wyniki rozumienia.
11. Podczas lekcji fizyki należy jak najczęściej odnosić się do przykładów zaczerpniętych z życia codziennego.

Zakończenie

Nieodłącznym elementem funkcjonowania w społeczeństwie XXI wieku są nowoczesne technologie, których gwałtowny rozwój oraz wszechobecność spowodowały nieodwracalne zmiany na wielu płaszczyznach życia. Narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK) znajdują również zastosowanie w procesie kształcenia i powinny stać się jego nieodłączną częścią, z uwagi na sposób odbioru świata przez współczesnych uczniów, nazywanych pokoleniem Z.

Konieczność włączenia narzędzi TIK do procesu nauczania-uczenia się została uwzględniona w podstawie programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej. We wspomnianym dokumencie odnaleźć można informację, iż szczególną uwagę należy zwrócić na kształcenie kompetencji cyfrowych wśród uczniów, z naciskiem na umiejętność posługiwania się nowoczesnymi technologiami w rozwiązywaniu problemów z różnych obszarów⁵⁰⁷. Ponadto potrzeba wdrożenia nowoczesnych narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych w codziennej pracy nauczyciela została ujęta w *Zintegrowanej Strategii Umiejętności 2030*⁵⁰⁸.

Włączenie narzędzi TIK do procesu kształcenia uzasadnione jest w przypadku każdego przedmiotu szkolnego, w tym fizyki – z uwagi na możliwość reprezentacji wielu zagadnień fizycznych w atrakcyjnej dla ucznia formie, co akcentowane jest w literaturze.

W ramach przygotowanej dysertacji postawiono cele oraz pytania badawcze. Głównym celem badań było wskazanie różnic w rozumieniu zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 i 8, które są efektem zastosowania narzędzi TIK w porównaniu z kształceniem tradycyjnym. W związku z tym, w praktycznym celu badań uwzględniono opracowanie autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej dla klas 7 i 8, zawierającego rozszerzenia metodyczne, ze szczególnym uwzględnieniem narzędzi TIK. Program ten poddano ocenie z wykorzystaniem kwestionariusza oceny autorskiego programu nauczania. Uzyskano pozytywne opinie od grupy sędziów kompetentnych.

Opracowano również cztery poziomy rozumienia zagadnień fizycznych dla dwóch wybranych działów: „dynamika” (klasa 7) oraz „drgania i fale” (klasa 8). Scharakteryzowane poziomy rozumienia posłużyły do określenia różnic w rozumieniu zagadnień fizycznych na każdym z poziomów, do czego wykorzystano porównanie lekcji, podczas których zastosowano

⁵⁰⁷ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. ..., *op. cit.*, s. 12-13.

⁵⁰⁸ *Zintegrowana Strategia...*, *op. cit.*

narzędzia TIK, do lekcji, podczas których wykorzystano tradycyjne środki dydaktyczne. Wskazanie różnic w rozumieniu na każdym z poziomów stanowiło szczegółowy problem badawczy, a narzędziami, które do tego posłużyły, były testy rozumienia wstępnego i końcowego oraz arkusz obserwacji pracy ucznia. Uzyskane wyniki badań miały przyczynić się do wzbogacenia wiedzy i sformułowania wniosków dotyczących tego, jaka była skuteczność zaproponowanych narzędzi TIK w poprawie rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7 i 8 szkoły podstawowej, oraz proponowania rozwiązań praktycznych służących rozpowszechnieniu oraz wdrożeniu narzędzi TIK do nauczania fizyki w szkole podstawowej.

Przeprowadzona analiza statystyczna zweryfikowała postawione hipotezy badawcze, wskazując poziomy rozumienia oraz klasy, w których narzędzia TIK przyczyniły się do lepszego rozumienia wprowadzonych zagadnień fizycznych w porównaniu do uczniów kształconych tradycyjnie. Dowiedziono pozytywnego związku proponowanych narzędzi TIK z rozumieniem na wszystkich poziomach w odniesieniu do uczniów klasy 7 oraz o ograniczeniach w przypadku wyższych poziomów rozumienia w klasie 8. Określone ograniczenia w klasie 8 wynikają z konieczności posłużenia się wiedzą uprzednią (zdobytą w klasie 7) w celu poprawnej interpretacji np. zjawiska fizycznego przedstawionego w postaci symulacji fizycznej. Utrudnienia w badaniach wynikają również z ograniczeń w dostępności do Internetu przez pojedynczych uczniów oraz z niedostatku czasu podczas lekcji, co wskazali nauczycieli w kilku sytuacjach.

Zauważano również różnice w rozumieniu zagadnień fizycznych wynikające z podziału pytań na danym poziomie rozumienia na dwa obszary, np. obszar definicji i desygnatów (I poziom rozumienia), co może stanowić dalszą perspektywę badawczą.

Ponadto na podstawie interpretacji odpowiedzi nauczycieli zawartych w arkuszu obserwacji pracy ucznia wyszczególniono narzędzia TIK, których zastosowanie przyczyniło się do większej motywacji uczniów do nauki, lepszego rozumienia, zwiększenia atrakcyjności zajęć, co również może być istotnym punktem przyszłych badań,

Z uwagi na fakt, iż niniejsze badania realizowane były tuż po kryzysie pandemicznym, w perspektywie dalszych badań warto zweryfikować uzyskane wyniki, szczególnie w przypadku wyższych poziomów rozumienia uczniów klas 8 i ich ograniczeń związanych z koniecznością wykorzystania zdobytych informacji w klasie 7. Należy również zwrócić uwagę, iż po powrocie uczniów do szkół obserwowano chwilowe odrzucenie narzędzi TIK zastosowanych podczas lekcji, dlatego też warto porównać w dalszym etapie badań zmiany w odbiorze narzędzi TIK przez uczniów.

Bibliografia

- Apanowicz J., *Metodologia nauk*, Poznań, Toruń 2003.
- Apple M.W., Jungck S., *You don't have to be a teacher to teach this unit: Teaching technology and gender in the classroom*, „American Education Research Journal”, 1990, t. 27, nr 2.
- Baron-Polańczyk E., *My i Oni: Uczniowie wobec nowych trendów ICT*, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2018.
- Baron-Polańczyk E., *Uczenie się wspomagane metodami i narzędziami ICT w perspektywie dyskursu konektywistycznego*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2014, nr 2(5).
- Bartoszewski A., *Komputer na lekcjach fizyki – modelowanie zjawisk fizycznych za pomocą arkusza kalkulacyjnego*, http://www.bartoszewski.uniwersytetradom.pl/old/dorobek/2005_b_Bartoszewski.pdf (dostęp: 05.2023).
- Baster-Grzaślewicz M., *Fizyka „na całe życie”*, „Fizyka w Szkole”, 2003, nr 3 maj-czerwiec.
- Bednarek J., *Edukacyjne wyzwania społeczeństwa informacyjnego* [w:] *Media a edukacja*, red. W. Strykowski, eMPI², Poznań 2000.
- Bednarek J., *Multimedia w kształceniu*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2006.
- Białkowski G., *Cele nauczania a program i system nauczania fizyki* [w:] *Problemy dydaktyki fizyki*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Czeszów-Wrocław 2013.
- Błasiak W., *Rozważania o nauczaniu przyrody*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego, Kraków 2011.
- Brzeziński J., *Metodologia badań psychologicznych*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1996.
- Burewicz A., Jagodziński P., *Komputerowy zbiór doświadczeń chemicznych w kształceniu przyrodniczym* [w:] *Media a edukacja*, red. W. Strykowski, eMPI², Poznań 2000.
- Chang K. i in., *Effects of learning support in simulation-based physics learning*, „Computers & Education”, 2008, Volume 51, Issue 4, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.01.007> (dostęp: 05.2022).
- Czubla J., *Schemat przyswajania oraz rozumienia informacji o faktach* [w:] *Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973.

- de Jong T., van Joolingen W.R., *Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains*, „Review of Educational Research”, 1998, Vol. 68, No. 2, Summer, <https://doi.org/10.2307/1170753> (dostęp: 06.2023).
- Dewey J., *Demokracja i wychowanie. Wstęp do filozofii wychowania*, przeł. Z. Bastgen, Książka i Wiedza, Warszawa 1963.
- Dokument otwierający debatę w sprawie wykorzystania możliwości płynących z globalizacji, https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/reflection-paper-globalisation_pl.pdf, (dostęp: 04.2020).
- Domalewski J., Wasielewski K., *Zmiany w edukacji: szkoła i jej społeczne otoczenie*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2011.
- Donderowicz M., *The Latest Theories of Learning in Digital Age*, „Dydaktyka Informatyki” 2014, nr 9.
- Dunin-Borkowski J., *Czy TI może pomóc w rozumieniu fizyki?* [w:] *Materiały konferencyjne 13. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe „Komputer w edukacji”*, pod red. J. Morbitzer, Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej w Krakowie, Kraków 2003.
- Dutkiewicz W., *Podstawy metodologii badań do pracy magisterskiej i licencjackiej*, Wyd. Stachurski, Kielce 2000.
- Dyrzslag Z., *O poziomach i kontroli rozumienia pojęć matematycznych w procesie dydaktycznym*, Wyższa Szkoła Pedagogiczna im. Powstańców Śląskich w Opolu, 1978.
- Encyklopedia popularna PWN*, Warszawa 1992.
- European Commission, *Education and training in Europe: diverse systems, shared goals for 2010*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2002, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ccd78097-d2dd-4db8-9a23-3394cd608654> (dostęp: 04.2020).
- Eurostat Households-level od internet access*, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Digital_economy_and_society_statistics_households_and_individuals#Internet_access (dostęp: 11.2022).
- Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M., *Feynmana wykłady z fizyki*, tom 1.1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- Finkelstein N.D. i in., *Can Computer Simulations Replace Real Equipment in Undergraduate Laboratories?*, Physics Education Research Conference 2005, <https://doi.org/10.1063/1.2084711> (dostęp: 05.2023).

- Fontana D., *Psychologia dla nauczycieli*, Zysk i S-ka Wydawnictwo, Poznań 1998.
- Forma P., *Uczeń w świecie Internetu w dobie XXI wieku [w:] Szkoła w perspektywie XXI wieku. Teraźniejszość – Przyszłość, część 2*, red. S. Koziej, Wydawnictwo Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego, Kielce 2009.
- Fotyma Cz., Ścisłowski Cz., *Metodyka nauczania fizyki*, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1961.
- Franus E., *Wielkie funkcje technicznego intelektu. Struktura uzdolnień technicznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2000.
- Furmanek W., *Symulacje, gry symulacyjne w dydaktyce*, „Dydaktyka Informatyki” 2010, nr 5.
- Gawlik B., *Definicja pojęć „pomoc naukowa” i „środek dydaktyczny” [w:] Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973.
- Głoskowska-Sołdatow M., *Wybrane aspekty motywowania uczniów do nauki [w:] Edukacja dziecka – mity i fakty*, red. E. Jaszczyszyn i J. Szada-Borzyszkowska, Trans Humana Wydawnictwo Uniwersyteckie, Białystok 2010.
- Głowacki M., *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie, 1986.
- Głowacki M., *Dydaktyka fizyki, zagadnienia szczegółowe*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie, Częstochowa 1986.
- Gnutek M., *Na wirtualnej tablicy, „TIK w Edukacji”*, październik 2019.
- Goh K.S.A. i in., *Addressing learning difficulties in Newtons 1st and 3rd Laws through problem based inquiry using Easy Java Simulation*, Paper presented at the NIE Redesigning Pedagogy Conference, Singapore 2013, https://www.researchgate.net/publication/235761139_Addresssing_learning_difficulties_in_Newtons_1st_and_3rd_Laws_through_problem_based_inquiry_using_Easy_Java_Simulation (dostęp: 05.2023).
- Gołąb-Meyer Z., *O przeszkodach poznawczych w nauczaniu fizyki*, „Foton” 1996, Zeszyt dydaktyczny 2, nr 45.
- Gołąb-Meyer Z., *Wkład psychologii w rozwiązywanie problemów dydaktycznych*, „Foton” 1996, Zeszyt dydaktyczny 1, nr 43.
- Greczyło T., *Ewolucyjne zmiany w tempie rewolucji*, „Foton” 2016, zima 135.

- Greczyło T., *Laboratorium przyrodnicze wspierane TI* [w:] *Problemy dydaktyki fizyki*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Czeszów-Wrocław 2013.
- Greczyło T., *Phyphox – urządzenie pomiarowe w obudowie telefonu lub tabletu*, „Foton”, 2020, nr 148.
- Gregorczyk G., Kozak A.M., *Konektywizm, czyli o uczeniu się w epoce cyfrowej*, „Meritum” 2012, nr 1 (24).
- Grygrowski D., *Prezentacja multimedialna w edukacji* [w:] *Media a edukacja*, red. W. Strykowski, eMPI², Poznań 2000.
- Hajdukiewicz A., *Nowe wyzwania edukacji i szkoły w perspektywie XXI wieku* [w:] *Szkoła w perspektywie XXI wieku*, red. Z. Ratajek, Wyd. UHP Jana Kochanowskiego, Kielce 2009.
- Heisenberg W., *część i całość*, Państwowy Instytut Wydawniczy, 1987.
- Iftakhar S., *Google classroom: what works and how?* „Journal of Education and Social Sciences” 2016, Vol. 3, (Feb.), http://jesoc.com/wp-content/uploads/2016/03/KC3_35.pdf (dostęp: 04.2020).
- „Internetowe centra informacji multimedialnej w bibliotekach szkolnych i pedagogicznych”, instytucja wdrażająca Ministerstwo Edukacji Narodowej i Sportu, projekt współfinansowany przez Unię Europejską.
- Jagięła J., *Psychopedagogika uczenia się i zachowania, czyli o związkach behawioryzmu z edukacyjną analizą transakcyjną*, „Edukacyjna Analiza Transakcyjna” 2017, 6.
- Johnson J.K., *Individualized learning and interactive learning for distance education* [w:] *Media a edukacja*, eMPI², Poznań 1997.
- Juszczyk S., *Konstruktywistyczne i kognitywistyczne koncepcje nauczania wspomaganego komputerem oraz uczenia się z wykorzystaniem Internetu*, „Pedagogika Mediów” 2005, nr 1, Toruń.
- Kameduła E., *Edukacja i media w zreformowanej szkole* [w:] *Media a edukacja*, red. W. Strykowski, eMPI², Poznań 2000.
- Kamińska A., *Rola nowych technologii w nauczaniu – przykład fizyki* [w:] *Nowe media w edukacji*, red. T. Lewowicki, B. Siemieniecki, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2012.
- Kamiński A., *Metoda, technika, procedura badawcza w pedagogice empirycznej* [w:] *Metodologia pedagogiki społecznej*, red. R. Wroczyński, T. Pilch, PAN, Wrocław 1974.

- Karwasz G., *Dydaktyka kognitywistyczna: implementacje* [w:] *Dydaktyka i pedagogika kognitywistyczna. Zasady ogólne i implementacje w fizyce*, red. D. Siemieniecka, G. Karwasz, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2023.
- Karwasz G., *Dydaktyka kognitywistyczna: zasady* [w:] *Dydaktyka i pedagogika kognitywistyczna. Zasady ogólne i implementacje w fizyce*, red. D. Siemieniecka, G. Karwasz, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2023.
- Karwasz G., Wróblewski T., *Co to jest fizyka? – esej dydaktyczny*, „Fizyka w Szkole z Astronomią”, nr 2 marzec-kwiecień 2019.
- Kąkolewicz M., Strykowski W., Ubermanowicz S., *Kompetencje nauczycieli edukacji medialnej*, „Neodidagmata” 2008, T. 29/30.
- Kontrym-Sznajd G., Sznajd-Weron K., *Jak zainteresować uczniów fizyką* [w:] *Problemy dydaktyki fizyki*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Czeszów-Wrocław 2013.
- Kopański J., *Efektywność nauczania. Siedem zasad*, „Fizyka w Szkole” 2003, nr 3 maj-czerwiec.
- Koziej S., *Polska szkoła w dobie cywilizacji informacyjnej* [w:] *Szkoła w perspektywie XXI wieku. Teraźniejszość – Przyszłość*, część 2, red. S. Koziej, Wydawnictwo Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego, Kielce 2009.
- Kozielska M., *Walory komputerowego wspomaganie procesu kształcenia* [w:] *Media a edukacja*, red. W. Strykowski, eMPI², Poznań 2000.
- Kruszewski K., *Słowiki i wróble* [w:] *Pedagogika @ środki informatyczne i media*, red. M. Tanaś, Impuls, Warszawa – Kraków, 2004.
- Kubinowski D., *Jakościowe badania pedagogiczne. Filozofia – Metodyka – Ewaluacja*, Lublin 2010.
- Kupisiewicz Cz., *Dydaktyka ogólna*, Graf Punkt, Warszawa 2000.
- Kupisiewicz Cz., *O efektywności nauczania problemowego*, PWN, Warszawa 1973.
- Kutner R., *Symulacja komputerowa w nauczaniu fizyki ogólnej* [w:] *Materiały IV Krajowej Konferencji „Informatyka w Szkole”*, Wałbrzych 1988.
- Lange R. (red.), *Nastolatki 3.0. Raport z ogólnopolskiego badania uczniów*, NASK – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2021.
- Lange R., Osiecki J., *Ogólnopolskie badanie „Nastolatki wobec Internetu”*, realizowane na zlecenie Rzecznika Praw Dziecka i NASK przez Pedagogium WSNS, w okresie maj – czerwiec 2014, Warszawa 2014.

- Lewis J.L., *Nauczanie fizyki*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1982.
- Lib W., Walat W., *Teoretyczne podstawy kształcenia ogólnego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2021.
- Łobocki M., *Metody i techniki badań pedagogicznych*, Impuls, Kraków 2003.
- M. Musialik, B. Ostrowska, U. Poziomek, *Nauczyciele przedmiotów przyrodniczych* [w:] *Liczą się nauczyciele. Raport o stanie edukacji 2013*, red. M. Federowicz, J. Choińska-Mika, D. Walczak, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2014.
- Maher D., i in., *Primary school teachers' use of digital resources with interactive whiteboards*, „Australasian Journal of Educational Technology”, 2012, 28(1), <https://doi.org/10.14742/ajet.888> (dostęp: 04.2022).
- Majewska K., *Efektywność interaktywnej formy nauczania z użyciem tablicy multimedialnej*, „e-Mentor” 2016, nr 1(62).
- Malska W., Koziorowska A., *Wykorzystanie testu t dla pojedynczej próby we wnioskowaniu statystycznym*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2015, nr 4(22).
- Małkiewicz E. i in., *Nauczanie fizyki przyjazne rozwojowi* [w:] *Problemy dydaktyki fizyki*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Czeszów-Wrocław 2013.
- Małkiewicz E., *Pojęcia potoczne i naukowe a proces nauczania i uczenia się* [w:] *Nauczanie przyrody. Wybrane zagadnienia*, red. E. Arciszewska, S. Dylak, Wydawnictwa CODN, Warszawa 2005.
- Marczewski A., *Gamification: A Simple Introduction*, https://books.google.pl/books/about/Gamification_A_Simple_Introduction.html?id=IOu9kPjIndYC&redir_esc=y (dostęp: 04.2022).
- Maszkę A.W., *Metody i techniki badań pedagogicznych*, Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2008.
- Mataczyna A., *Multimedialne środki dydaktyczne do zajęć technicznych i komputerowych w szkole podstawowej* [w:] *Dydaktyczna użyteczność komputerów*, red. E. Baron-Polańczyk, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2010.
- Mayer R.E., Moreno R., *A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles*, 1998.
- Mazur Z., *Koncepcja i założenia metodologiczne badań nad kształtowaniem się fizycznego rozumienia świata i umiejętności poznawczych człowieka*. Wrocław 1987 (maszynopis pracy wykonanej w ramach RPBP III.30, temat VI.1).

- Niemierko B., *Kształcenie szkolne. Podręcznik skutecznej dydaktyki*, Wydawnictwo Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2007.
- Nowak S., *Metodologia badań społecznych*, PWN, Warszawa 1985.
- Okoń W., *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Żak, Warszawa 2003.
- Papert S., *Burze mózgów. Dzieci i komputery*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996.
- Pęczkowski R., *Media w szkole – i co dalej?*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2015, nr 3/13.
- Pflug A., *Znaczenie prostych jakościowych doświadczeń w nauczaniu fizyki*, „Foton 100” 2008.
- Phillips D.C., Soltis J.F., *Podstawy wiedzy o nauczaniu*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2003.
- Piaget J., Inhelder B., *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, PWN, Warszawa 1970.
- Piaget J., *Mowa i myślenie dziecka*, PWN, Warszawa 1992.
- Piaget J., *Piaget's Theory* [w:] *Carmichaels's Manual of Child Psychology*, red. P. Mussen, New York: John Wiley 1970.
- Piaget J., *Równoważenie struktur poznawczych*, PWN, Warszawa 1975.
- Pilch T., Bauman T., *Zasady badań pedagogicznych. Strategie ilościowe i jakościowe*, Żak, Warszawa 2010.
- Plebańska M. (red.), *Polska szkoła w dobie cyfryzacji. Diagnoza 2017. Podsumowanie wyników badania zespołu badawczego Wydziału Pedagogicznego Uniwersytetu Warszawskiego i PCG Edukacja*, Warszawa, 2017, <https://nck.pl/badania/raporty/raport-polska-szkola-w-dobie-cyfryzacji-diagnoza-2017> (dostęp: 06.2023).
- Pluta S., *Zakres i sposoby wykorzystywania środków audiowizualnych w klasach początkowych* [w:] „Rocznik naukowo-dydaktyczny”, Zeszyt 63, Prace pedagogiczne II, red. J. Długosz, Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Kraków 1978.
- Podolefsky N.S., Perkins K.K., Adams W.K., *Promoting engaged exploration with computer simulations*, „Physical Review Special Topics – Physics Education Research”, 2010, 6(2), <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020117> (dostęp: 05.2023).
- Popiołek M., *Wykluczenie cyfrowe w Polsce*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” 2013, nr 32.
- Półturzycki J., *Dydaktyka dla nauczycieli*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 1999.

- „Pracownie komputerowe dla szkół”, instytucja wdrażająca Ministerstwo Edukacji Narodowej i Sportu, projekt współfinansowany przez Unię Europejską.
- Prensky M., *Digital Natives, Digital Immigrants*, „On the Horizon” 2001, Vol. 9, No. 5, <https://marcprensky.com> (dostęp: 04.2020).
- Puentedura R.R., *SAMR, A contextualized introduction*, 2014, <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/01/15/SAMRABriefContextualizedIntroduction.pdf> (dostęp: 08.2022).
- Radomski A., *O zastosowaniu map myśli w nauce i edukacji*, „Kultura i Historia” 2019, nr 36(2).
- Raport Ministra Edukacji i Nauki. Zapewnienie funkcjonowania jednostek systemu oświaty w okresie epidemii COVID-19, Warszawa, styczeń 2021, <https://www.gov.pl/web/edukacja-i-nauka/raport-ministra-edukacji-narodowej-na-temat-funkcjonowania-szkol-i-placowek-oswiatowych-w-okresie-covid-19> (dostęp: 01.2022).
- Renken M.D., Nunez N., *Computer simulations and clear observations do not guarantee conceptual understanding*, „Learning and Instruction” 2013, Vol. 23, <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.08.006> (dostęp: 05.2023).
- Rochowicz K., Akimkhanova Z., Karwasz G., *Formy dydaktyki kognitywistycznej: teatr i wykład interaktywny* [w:] *Dydaktyka i pedagogika kognitywistyczna. Zasady ogólne i implementacje w fizyce*, red. D. Siemieniecka, G. Karwasz, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2023.
- Rochowicz K., *Smartfon jako pomoc w nauczaniu fizyki*, „Fizyka w Szkole”, 2019, 5.
- Salach J., *Dydaktyka fizyki, zagadnienia wybrane*, Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Kraków 1986.
- Sałata E., *Dokształcanie nauczycieli w kontekście idei i praktyki uczenia się w ciągu całego życia*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2019, nr 3.
- Sałata E., *Innowacyjny nauczyciel w zmieniającej się rzeczywistości szkolnej*, „Szkoła, Zawód, Praca”, 2017, nr 13.
- Sawicki M., *Czym zajmuje się fizyka* [w:] *Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973.
- Sawicki M., *Środki dydaktyczne* [w:] *Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973.

- Sawicki M., *Wprowadzenie [w:] Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973.
- Sekuła A. (red.), *Założenia komponentu badawczego Cyfrowa szkoła*, Centrum Cyfrowe Ministerstwa Administracji i Cyfryzacji, Warszawa 2012, <http://mc.bip.gov.pl/rok-2012/zalozenia-komponentu-badawczego-cyfrowa-szkola.html> (dostęp: 07.2022).
- Siemieniecka D., *Creative Use of Multimedia Technology in Teacher's Work*, „The Teacher for the Knowledge Society: With Contributors from Argentina, Norway, Poland and USA” 2008, no. 3, <https://nordopen.nord.no/nord-xmlui/handle/11250/145495> (dostęp: 11.2023).
- Siemieniecka D., *Status praktyczny konektywizmu [w:] Pedagogika społeczna wobec zagrożeń człowieka i idei sprawiedliwości społecznej*, red. W. Danilewicz, W. Theiss, Wydawnictwo Akademickie Żak, Warszawa 2014.
- Siemieniecka D., *Twórcze aspekty nowych technologii [w:] Pedagogika medialna*, red. B. Siemieniecki, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2021.
- Siemieniecki B., *Kognitywistyczne aspekty technologii edukacyjnej – kierunki badań [w:] Technologia informacyjna w polskiej edukacji*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2003.
- Siemieniecki B., *Komputery i hipermedia w procesie edukacji dorosłych*, Toruń 2001.
- Siemieniecki B., *Przedmiot i zadania mediów w edukacji [w:] Pedagogika medialna*, red. B. Siemieniecki, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2021.
- Sieniawska K., *Dydaktyczne aspekty wykorzystania grywalizacji w edukacji [w:] Grywalizacja w edukacji i biznesie*, red. M. Makowiec, A. Witoszek-Kubicka, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków 2019.
- Skorny Z., *Prace magisterskie z psychologii i pedagogiki: przewodnik metodyczny dla studiujących nauczycieli*, WSiP, Warszawa 1984.
- Skrzydlewski W., *Interakcyjny model uczenia się medialnego*, „Neodidagmata” 1991, XX.
- Skurski P., Wójtowicz M.W., *Rozmowy o nauczaniu, dydaktyka i psychologia*, Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Płocku, Płock 2009.
- Smoluchowski M., *Poradnik dla samouków*, tom II. *Wskazówki metodyczne dla studiujących poszczególne nauki – fizyka, geofizyka, meteorologia*, Wydawnictwo A. Heflicha i St. Michalskiego, Warszawa 1917.
- Sobczyk M., *Statystyka. Podstawy teoretyczne, przykłady, zadania*, Wyd. UMCS, Lublin 2000.

- Sokołowski A., *Symulacje fizyczne jako efektywna pomoc dydaktyczna*, „Foton” 2009, nr 107.
- Stachórska D., *Prace Piageta a nauczanie fizyki*, „Fizyka w Szkole” 1981, nr 3, 149.
- Stecyk A., *Wartość systemów e-learningowych w podmiotach edukacyjnych*, Difin, Warszawa 2013.
- Steinbrink B., *Multimedia u progu technologii XXI wieku*, Wrocław 1993.
- Stępniewski I., *Przewycięzanie antynomii „naukowość” przedmiotu nauczania – potrzeby i możliwości intelektualna ucznia*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Krośnice-Wrocław 2011.
- Strykowski W., *Media i edukacja medialna w tworzeniu współczesnego społeczeństwa* [w:] *Media i edukacja w dobie integracji*, red. W. Strykowski, W. Skrzydlewski, eMPI², Poznań 2002.
- Strykowski W., *Media wyznacznikiem zmian w edukacji*, „Neodidagmata” 2003, t. 25/26.
- Strykowski W., *Rola mediów i edukacji medialnej we współczesnym społeczeństwie*, „Chowanna” 2003, 1.
- Strykowski W., *Rola mediów w edukacji*, „Edukacja Medialna” 1996, 2.
- Subieta R., *Kształtowanie naukowego poglądu na świat* [w:] *Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973.
- Subieta R., *Różne klasyfikacje celów nauczania przedmiotów przyrodniczych*, [w:] *Zasady i metody nauczania fizyki, kurs podstawowy*, red. M. Sawicki, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1973.
- Sysło M.M., *Multimedia w edukacji. Wskazania uniijne i przykłady dobrej praktyki* [w:] *Media i edukacja w dobie integracji*, red. W. Strykowski, W. Skrzydlewski, eMPI², Poznań 2002.
- Sysło M.M., *Technologia informacyjna w edukacji*, https://www.academia.edu/6905757/TECHNOLOGIA_INFORMACYJNA_W_EDUKACJI1, (dostęp: 02.2023).
- Szlagor P., *Potencjał smartfonów i tabletów w nauczaniu przedmiotowym*, „Meritum” 2013, nr 4.
- Sztumski J., *Wstęp do metod i technik badań społecznych*, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice, 2005.
- Szydłowski H., *Pomiary wspomagane komputerowo*, „Postępy Fizyki” 2009, nr 60.

- Tanaś M., *Dydaktyczny kontekst kształcenia na odległość* [w:] *Pedagogika @ środki informatyczne i media*, red. M. Tanaś, Impuls, Warszawa – Kraków, 2004.
- Tanaś M., *Wstęp* [w:] *Pedagogika @ środki informatyczne i media*, red. M. Tanaś, Impuls, Warszawa – Kraków, 2004.
- Twardowski K., *Zasadnicze pojęcia dydaktyki i logiki do użytku w seminariach nauczycielskich i w nauce prywatnej*, nakł. Tow. Pedagogicznego, Lwów 1901.
- Veen W., *Homo Zappiens and the Need for New Education Systems*, Delft University of Technology, 2007, https://www.researchgate.net/publication/25361521_Homo_Zappiens_and_the_Need_for_New_Education_Systems (dostęp: 09.2020).
- von Lakerveld L., *Kształcenie kontekstualne w zarządzaniu i nauczaniu w Europie. Jak zmienić szkołę w środowisko kształcenia dla nauczycieli*, Wyd. System Ewaluacji Oświaty, Nadzór Pedagogiczny, 2014.
- Walat W., *Edukacyjne zastosowania hipermediów*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2007.
- Walat W., *Homo interneticus – wyzwanie dla współczesnej edukacji*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2016, nr 4/18.
- Walat W., *Poszukiwanie nowego modelu edukacji w oparciu o idee kognitywizmu i konstruktywizmu*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2010, 1/2.
- Walat W., *Przemiany edukacji pod wpływem technologii informacyjno-komunikacyjnych*, „Dydaktyka Informatyki” 2013, nr 8.
- Wang A.I., Tahir R., *The effect of using Kahoot! for learning – A literature review*, „Computers & Education”, 2020, Volume 149, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818> (dostęp 05.2023).
- Warzocha T., *Nowoczesne technologie w cyfrowej społeczności nauczyciela akademickiego* [w:] *Problemy, wyzwania i perspektywy współczesnej edukacji*, red. S. Koziej, Wydawnictwo Uniwersytetu Jana Kochanowskiego, Kielce 2021.
- Warzocha T., Winiarczyk A., *Jeszcze wybór czy już konieczność wykorzystania przez nauczycieli TIK w edukacji? – opinie studentów kierunków nauczycielskich Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach i Uniwersytetu Rzeszowskiego*, „Studia Pedagogiczne. Problemy społeczne, edukacyjne i artystyczne”, t. 33, 2019.
- Warzocha T., Winiarczyk A., *Nowe technologie w eduk@cji. Przygotowanie akademickie przyszłych nauczycieli w zakresie wykorzystania TIK*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2022.

- Wąsowska M., *Badania wśród uczniów Akademii Uczniowskiej*, prezentacja styczeń 2014.
- Wieczorek-Tomaszewska M. (red.), *Dydaktyka cyfrowa epoki smartfona. Analiza cyfrowych aspektów dydaktyki gimnazjum i szkoły średniej, raport ekspercki*, Stowarzyszenie „Miasta w Internecie” 2013.
- Wiśniewski A., *Badania struktur formalno-logicznych z zakresu fizyki na różnych poziomach nauczania*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Krośnice-Wrocław 2011.
- Wypich I., *Szkolny escape room*, „TIK w Edukacji” 2019, październik.
- Zaczyński W., *Praca badawcza nauczyciela*, WSiP, Poznań 1997.
- Zaczyński W., *Uczenie się przez przeżywanie*, WSiP, Warszawa 1990.
- Zarzecki L., *Wybrane problemy dydaktyki ogólnej*, Kolegium Karkonoskie w Jeleniej Górze, Jelenia Góra 2008, <https://www.dbc.wroc.pl/publication/247> (dostęp: 05.2022).
- Zespół Badania PISA w Polsce, *Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA: Wyniki badania 2006 w Polsce*. Ministerstwo Edukacji Narodowej, Warszawa 2007.
- Zimmerman C., *The Development of Scientific Reasoning: What psychologists contribute to an Understanding of Elementary Science Learning. Paper commissioned by the National Academies of Science (National Research Council's Board of Science Education, Consensus Study on Learning Science, Kindergarten through Eighth Grade)*, 2005, <https://www.informalscience.org/development-scientific-reasoning-skills-what-psychologists-contribute-understanding-elementary> (dostęp: 02.2022).
- Zintegrowana Strategia Umiejętności 2030* (część ogólna), <https://efs.mein.gov.pl/zintegrowana-strategia-umiejtnosci-2030-czesc-ogolna/> (dostęp: 08.2022).
- Żylińska M., *Neurodydaktyka, czyli o tym, jak uczyć w zgodzie z mózgiem*, red. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, Oficyna Wydawnicza ATUT-Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Krośnice-Wrocław 2011.
- Żylińska M., *Neurodydaktyka. Nauczanie i uczenie się przyjazne mózgowi*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2013.

Akty prawne

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 kwietnia 2012 r. w sprawie warunków, form i trybu realizacji przedsięwzięcia dotyczącego rozwijania kompetencji uczniów i nauczycieli w zakresie stosowania technologii informacyjno-komunikacyjnych, Dz.U. 2012 poz. 411.

Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej, Dz.U. 2017 poz. 356.

Uchwała nr 108/2017 Rady Ministrów z dnia 19 lipca 2017 r. w sprawie Rządowego programu rozwijania szkolnej infrastruktury oraz kompetencji uczniów i nauczycieli w zakresie technologii informacyjno-komunikacyjnych na lata 2017-2019 – „Aktywna tablica”.

Uchwała nr 151/2020 Rady Ministrów z dnia 23 października 2020 r. w sprawie ustanowienia Rządowego programu rozwijania szkolnej infrastruktury oraz kompetencji uczniów i nauczycieli w zakresie technologii informacyjno-komunikacyjnych na lata 2020-2024 – „Aktywna tablica”.

Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 30.12.2006 r., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0962&from=LT>, (dostęp: 04.2020).

Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 4.06.2018 r., [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=en](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=en) (dostęp: 04.2020).

Netografia

<https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives> (dostęp: 04.2022).

<https://jamboard.google.com/> (dostęp: 04.2022).

<https://pl.padlet.com/> (dostęp: 04.2022).

<https://miro.com/signup/> (dostęp: 04.2022).

<https://en.linoit.com/> (dostęp: 04.2022).

<https://nearpod.com/> (dostęp: 04.2022).

<https://phet.colorado.edu/> (dostęp: 04.2022).

<https://padlet.com/> (dostęp: 04.2022).

<https://en.linoit.com/> (dostęp: 04.2022).

<https://wakelet.com/> (dostęp: 04.2022).

<https://phet.colorado.edu/> (dostęp: 04.2022).

<https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pl> (dostęp: 04.2022).

<http://fizyka.if.pw.edu.pl/~wlf/> (dostęp: 04.2022).

<http://e-doswiadczenia.mif.pg.gda.pl/glowna-pl> (dostęp: 04.2022).

<https://kahoot.com/schools-u/> (dostęp: 04.2022).

<https://wordwall.net/pl> (dostęp: 04.2022).

<https://quizizz.com/> (dostęp: 04.2022).

<https://www.baamboozle.com/> (dostęp: 04.2022).

<https://learningapps.org/> (dostęp: 04.2022).

<https://quizlet.com/pl> (dostęp: 04.2022).

<https://get.plickers.com/> (dostęp: 04.2022).

<https://www.canva.com/> (dostęp: 04.2022).

<https://miro.com/mind-map/> (dostęp: 04.2022).

<https://www.mindomo.com/mind-maps-for-education> (dostęp: 04.2022).

<https://www.genial.ly/> (dostęp: 04.2022).

<https://wordart.com/> (dostęp: 04.2022).

<https://answer garden.ch/> (dostęp: 04.2022).

<https://www.mentimeter.com/> (dostęp: 04.2022).

Spis tabel

Tabela 1. Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej oraz przypisane im poziomy rozumienia zagadnień fizycznych w klasie 7 (dział „dynamika”)	66
Tabela 2. Zestawienie szczegółowych zmiennych zależnych badań i ich wskaźników dla klas 7 (dział „dynamika”), klas 8 (dział „drgania i fale”)	137
Tabela 3. Procentowy udział poprawnych odpowiedzi wraz z przypisanym stanem wiedzy	138
Tabela 4. Zestawienie szczegółowych zmiennych pośredniczących wraz z ich wskaźnikami	138
Tabela 5. Odniesienie zadań w teście rozumienia dla klas 7 z działu „dynamika” do poziomów rozumienia	144
Tabela 6. Odniesienie zadań w teście rozumienia dla klas 8 z działu „drgania i fale” do poziomów rozumienia	144
Tabela 7. Zestawienie wszystkich uczniów z klas 7 biorących udział w badaniach	148
Tabela 8. Zestawienie wszystkich uczniów z klas 8 biorących udział w badaniach	148
Tabela 9. Zestawienie wszystkich uczniów klas 7 biorących udział w badaniach, ze względu na płeć	149
Tabela 10. Zestawienie wszystkich uczniów klas 8 biorących udział w badaniach, ze względu na płeć	149
Tabela 11. Zestawienie wszystkich uczniów klas 7 biorących udział w badaniach, ze względu na półroczną ocenę z fizyki	150
Tabela 12. Zestawienie wszystkich uczniów klas 8 biorących udział w badaniach, ze względu na półroczną ocenę z fizyki	150
Tabela 13. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru definicji, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	154
Tabela 14. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru desygnatów, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	157
Tabela 15. Porównanie otrzymanych wyników badań pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych w teście rozumienia wstępnego oraz w teście	

rozumienia końcowego w klasach 7, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych	159
Tabela 16. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na pierwszym, tj. definicyjnym poziomie rozumienia zagadnień fizycznych w klasach 7, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej	162
Tabela 17. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru definicji, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych.....	166
Tabela 18. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru desygnatów, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych.....	169
Tabela 19. Porównanie otrzymanych wyników badań pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 8, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych	172
Tabela 20. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na pierwszym, tj. definicyjnym poziomie rozumienia zagadnień fizycznych w klasach 8, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej	175
Tabela 21. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu drugiego poziomu, tj. poziomu lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru wskazywania desygnatów pojęcia z uwzględnieniem prostych ograniczeń, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych.....	183
Tabela 22. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu drugiego poziomu, tj. poziomu lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru komplikacji zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	186
Tabela 23. Porównanie otrzymanych wyników badań rozumienia na drugim poziomie, tj. lokalnej komplikacji zagadnień fizycznych, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 7, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych	189

Tabela 24. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na drugim poziomie, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych w klasach 7, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej	192
Tabela 25. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu drugiego poziomu, tj. poziomu lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru wskazywania desygnatów pojęcia z uwzględnieniem prostych ograniczeń, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych.....	196
Tabela 26. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu drugiego poziomu, tj. poziomu lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, obszaru komplikacji zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	199
Tabela 27. Porównanie otrzymanych wyników badań rozumienia na drugim poziomie, tj. lokalnej komplikacji zagadnień fizycznych, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 8, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych	202
Tabela 28. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na drugim poziomie, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych w klasach 8, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej	205
Tabela 29. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. poziomu uogólnienia zagadnień fizycznych, obszaru uogólnienia wiedzy, w celu rozwiązania zadań wymagających syntezy różnych pojęć i definicji, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	213
Tabela 30. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. poziomu uogólnienia zagadnień fizycznych, obszaru rozumienia związanego z uogólnieniem zdobytych wiadomości w celu rozwiązania zadań obliczeniowych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	215
Tabela 31. Porównanie otrzymanych wyników badań rozumienia na trzecim poziomie, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 7, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych	218

Tabela 32. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na trzecim poziomie, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych w klasach 7, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej	221
Tabela 33. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. poziomu uogólnienia zagadnień fizycznych, obszaru uogólnienia wiedzy, w celu rozwiązania zadań wymagających syntezy różnych pojęć i definicji, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	225
Tabela 34. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. poziomu uogólnienia zagadnień fizycznych, obszaru rozumienia związanego z uogólnieniem zdobytych wiadomości w celu rozwiązania zadań obliczeniowych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	230
Tabela 35. Porównanie otrzymanych wyników badań rozumienia na trzecim poziomie, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 8, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych	231
Tabela 36. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na trzecim poziomie, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych w klasach 8, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej	233
Tabela 37. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu czwartego poziomu tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, obszaru rozumienia logicznych związków występujących między różnymi zagadnieniami fizycznymi, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych.....	241
Tabela 38. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 7 w zadaniach z zakresu czwartego poziomu, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, obszaru planowania procesu badawczego, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	244
Tabela 39. Porównanie otrzymanych wyników badań rozumienia na czwartym poziomie, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 7, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych	245

Tabela 40. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na czwartym poziomie, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych w klasach 7, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej.....	248
Tabela 41. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu czwartego poziomu, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, obszaru rozumienia logicznych związków występujących między różnymi zagadnieniami fizycznymi, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych.....	251
Tabela 42. Zestawienie otrzymanych wyników badań uczniów klas 8 w zadaniach z zakresu czwartego poziomu, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, obszaru planowania procesu badawczego, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	255
Tabela 43. Porównanie otrzymanych wyników badań rozumienia na czwartym poziomie, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego w klasach 8, w grupach eksperymentalnych i w grupach kontrolnych	257
Tabela 44. Porównanie bezwzględnego przyrostu rozumienia na czwartym poziomie, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych w klasach 8, w grupie eksperymentalnej miejskiej – grupie kontrolnej miejskiej oraz w grupie eksperymentalnej wiejskiej – grupie kontrolnej wiejskiej.....	259

Spis wykresów

Wykres 1. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich	160
Wykres 2. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich	161
Wykres 3. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 7 na pierwszym, tj. definicyjnym poziomie rozumienia zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	163
Wykres 4. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia, z podziałem na płeć	164
Wykres 5. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki	164
Wykres 6. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich	173
Wykres 7. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich	174
Wykres 8. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 8 na pierwszym, tj. definicyjnym poziomie rozumienia zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	176
Wykres 9. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia, z podziałem na płeć	177
Wykres 10. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu pierwszego, tj. definicyjnego poziomu rozumienia, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki	177

Wykres 11. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań drugiego poziomu, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich	190
Wykres 12. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań drugiego poziomu, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich	191
Wykres 13. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 7 na drugim poziomie, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	193
Wykres 14. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu drugiego poziomu rozumienia, tj. lokalnej komplikacji, z podziałem na płeć	194
Wykres 15. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu drugiego poziomu rozumienia, tj. lokalnej komplikacji, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki	194
Wykres 16. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań drugiego poziomu, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich	203
Wykres 17. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań drugiego poziomu, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich	204
Wykres 18. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 8 na drugim poziomie, tj. lokalnej komplikacji rozumienia zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	206
Wykres 19. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu drugiego poziomu rozumienia, tj. lokalnej komplikacji, z podziałem na płeć	207
Wykres 20. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu drugiego poziomu rozumienia, tj. lokalnej komplikacji, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki	207

Wykres 21. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich	219
Wykres 22. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich	220
Wykres 23. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 7 na trzecim poziomie, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych.....	222
Wykres 24. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, z podziałem na płeć	223
Wykres 25. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki.....	223
Wykres 26. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich	232
Wykres 27. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich	232
Wykres 28. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 8 na trzecim poziomie, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych.....	234
Wykres 29. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, z podziałem na płeć	234

Wykres 30. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu trzeciego poziomu rozumienia, tj. uogólnienia zagadnień fizycznych, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki	235
Wykres 31. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań czwartego poziomu, tj. rozumienia strukturalnego przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich	246
Wykres 32. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań czwartego poziomu, tj. rozumienia strukturalnego przez uczniów klas 7, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich	247
Wykres 33. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 7 na czwartym poziomie, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	248
Wykres 34. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu czwartego poziomu rozumienia, tj. rozumienia strukturalnego, z podziałem na płeć	249
Wykres 35. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 7 z zakresu czwartego poziomu rozumienia, tj. rozumienia strukturalnego, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki	250
Wykres 36. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań czwartego poziomu rozumienia tj. rozumienia strukturalnego przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół miejskich	257
Wykres 37. Graficzne przedstawienie uzyskanych wyników badań czwartego poziomu rozumienia, tj. rozumienia strukturalnego przez uczniów klas 8, w teście rozumienia wstępnego oraz w teście rozumienia końcowego, w grupach szkół wiejskich.....	258
Wykres 38. Graficzne przedstawienie bezwzględnego przyrostu rozumienia w klasach 8 na czwartym poziomie, tj. rozumienia strukturalnego zagadnień fizycznych, w grupach eksperymentalnych oraz w grupach kontrolnych	260
Wykres 39. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu czwartego poziomu rozumienia, tj. rozumienia strukturalnego, z podziałem na płeć.....	260
Wykres 40. Uzyskane wyniki bezwzględnego przyrostu rozumienia uczniów klas 8 z zakresu czwartego poziomu rozumienia, tj. rozumienia strukturalnego, z podziałem na półroczną ocenę z fizyki	261

Aneksy

1. Wzory narzędzi zastosowanych w badaniach własnych

1.1. Kwestionariusz ankiety oceny autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej

Kwestionariusz ankiety oceny autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej

Szanowni Państwo, otrzymujecie kwestionariusz ankiety autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej. Celem tej ankiety jest uzyskanie opinii dotyczącej autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej. Pytania numer 1, 2, 3 dotyczą Pani/Pana stylu nauczania fizyki, stosowanych metod nauczania, wykorzystywanych środków dydaktycznych. Pytania numer 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 skupiają się głównie na ocenie autorskiego programu nauczania fizyki. Dziękuję za poświęcony czas.

Imię i nazwisko oceniającego nauczyciela (eksperta):

Miejsce pracy:

Rodzaj ukończonych studiów (przygotowanie pedagogiczne):

Staż pracy:

Stopień awansu zawodowego:

Sprawowana funkcja:

1. Czy w swojej pracy z uczniami korzysta Pani/Pan głównie z tradycyjnych, czy aktywizujących metod nauczania?

- a) tradycyjne metody nauczania
- b) aktywizujące metody nauczania
- c) tradycyjne i aktywizujące metody nauczania

Uzasadnienie odpowiedzi:

2. Jak często używa Pani/Pan nowoczesne narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK) podczas swoich lekcji?

- a) podczas każdej lekcji fizyki
- b) na większości lekcji
- c) na połowie lekcji
- d) na mniej niż połowie lekcji
- e) na żadnej lekcji

Uzasadnienie odpowiedzi:

3. Jeżeli używa Pani/Pan narzędzia TIK podczas lekcji to proszę opisać, w jakim celu wykorzystuje Pani/Pan te narzędzia?

4. Jaka jest Pani/Pana opinia dotycząca autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej ze szczególnym zastosowaniem narzędzi TIK:

- a) bardzo dobra
- b) dobra
- c) neutralna
- d) średnia
- e) niska

Uzasadnienie odpowiedzi:

5. Proszę w kilku zdaniach scharakteryzować spójność ogólnych i szczegółowych celów nauczania z proponowanymi rozwiązaniami metodycznymi, uwzględniając wskazane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK. Proszę odwołać się do konkretnych przykładów.

6. Czy Pani/Pana zdaniem lekcje z zastosowaniem narzędzi TIK pomogą uczniom kształtować kompetencje kluczowe opisane w Zaleceniach Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie⁵⁰⁹:

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

7. Proszę ocenić czy Pani/Pan zdaniem zaproponowane narzędzia TIK mają potencjał, aby polepszyć rozumienie fizyki przez uczniów: w dziale „dynamika” oraz w dziale „drgania i fale”. Proszę odwołać się do konkretnych przykładów:

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

8. Proszę ocenić, czy zaproponowane formy pracy będą pomocne w osiągnięciu ogólnych i szczegółowych celów nauczania, opisanych w autorskim programie nauczania (w uzasadnieniu proszę odwołać się do konkretnych przykładów):

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

9. Jak jest Pani/Pana ogólna ocena programu nauczania, w tym jego potencjalna (i rzeczywista) możliwość realizacji podstawy programowej z fizyki w szkole podstawowej?

10. Jak ma Pani/Pan propozycje wprowadzenia zmian/modyfikacji w ocenianym programie nauczania?

⁵⁰⁹ Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej C189/7, 4.06.2018 r., [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN), (dostęp 28.07.2022).

1.2. Testy rozumienia wstępnego i końcowego, dział „dynamika” w klasie 7

Kod ucznia:

Klasa:

Data:

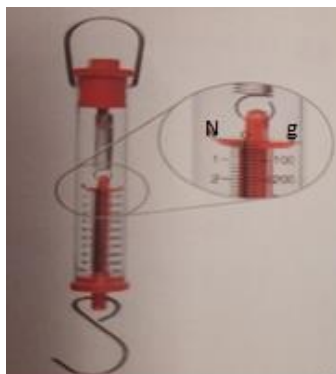
Test wstępny z działu „Dynamika”

Za każde poprawne rozwiązanie zadania można otrzymać 1 pkt

Zadanie 1. Wiedząc, że II zasada dynamiki Newtona odnosi się do działania siły wypadkowej, która musi być różna od zera. Zaznacz definicję, która w Twojej opinii odnosi się do II zasady dynamiki Newtona.

- a) Jeżeli na ciało działają siły, które się nie równoważą to ciało porusza się ruchem zmiennym z przyspieszeniem wprost proporcjonalnym do działającej siły i odwrotnie proporcjonalnym do masy ciała.
- b) Jeżeli ciało A działa siłą na ciało B, to jednocześnie ciało B oddziałuje na ciało A, siłą równą co do wartości, mającą ten sam kierunek, lecz przeciwny zwrot.

Zadanie 2. Napisz, jak nazywa się przyrząd przedstawiony na rysunku? Napisz, do czego zastosowałabyś / zastosowałbyś ten przyrząd w pracowni fizycznej lub w życiu codziennym.



Zadanie 3. Wybierz zbiór zawierający tylko jednostki siły.

A. N, MN, kN

C. $\frac{km}{h}$, N, N/kg

B. $\frac{kg}{m^2}$, kN, m/s^2

D. m, $\frac{m}{s^2}$, kN

Zadanie 4. Przeczytaj poniższe zdanie a następnie oceń i zaznacz, czy zdanie jest prawdziwe czy fałszywe.

Spadające swobodnie ciała poruszają się ruchem jednostajnie przyspieszonym.

Powyższe zdanie jest *prawdziwe* / *fałszywe*.

Zadanie 5. Podkreśl właściwe dokończenia zdań.

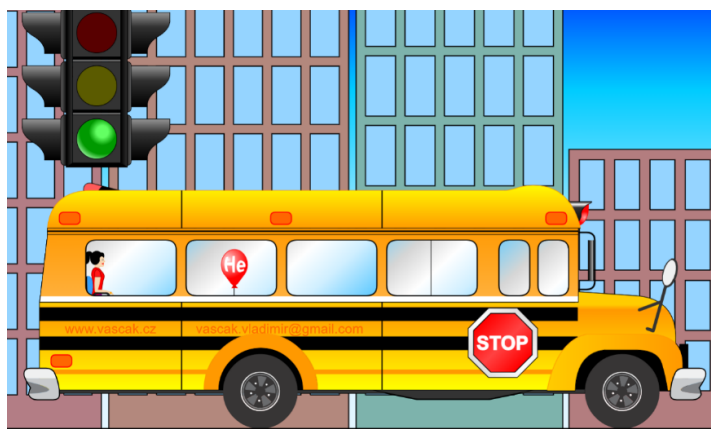
- 1. Podczas gwałtownego hamowania pociągu, bezwładność sprawia, że pasażerowie *są przyciskani do oparcia foteli / pochylają się do przodu*.
- 2. Kiedy samochód skręca w prawo, bagaże przesuwają się *w prawo / w lewo*.

Zadanie 6. Przeczytaj poniższy tekst i wybierz właściwą odpowiedź.

„Jeżeli naciskasz palcem na kamień, to kamień naciska równie mocno na palec”. Zdanie to wypowiedział Newton, odnosząc się do działania pewnych sił. W Twojej opinii, o jakich siłach myślał Newton, wypowiadając powyższe zdanie?

- a) siła akcji – siła reakcji
- b) siła wypadkowa

Zadanie 7. Na rysunku przedstawiono autobus poruszający się do przodu. Opisz co stanie się z pasażerką autobusu siedzącą z tyłu pojazdu oraz z balonem z helem (He) podczas przyspieszania?



Zadanie 8. Podkreśl przykład, który w Twojej opinii, przedstawia spadek swobodny.

spadający klocek i piórko w próżni

spadający klocek i piórko w powietrzu

Zadanie 9. Na szklankę stojącą na stole działa siłą ciężkości F_g oraz siłą sprężystości F_s , którą blat stołu działa na szklankę. Masa szklanki wynosi 0,1 kg. Oblicz, ile wynosi wartość działającej na nią siły ciężkości oraz oblicz wartość siły sprężystości, z jaką blat stołu działa na szklankę.

Zadanie 10. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe lub F, jeśli jest fałszywe.

Tarcie kinetyczne występuje wówczas, gdy powierzchnie są w spoczynku względem siebie.	P	F
Im bardziej chropowate podłoże, tym mniejszej siły należy użyć, aby przesunąć kubek.	P	F

Zadanie 11. Wskaż auto, na które działa siła wypadkowa o większej wartości. Potrzebne dane podano pod ilustracjami. Zwróć uwagę na podaną masę i przyspieszenie. Uzasadnij krótko swoją odpowiedź.



A. $m = 1420 \text{ kg}$, $a = 4 \text{ m/s}^2$

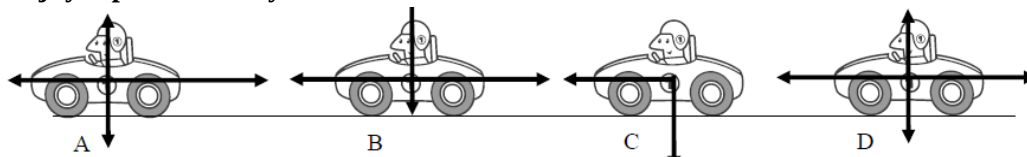


B. $m = 1310 \text{ kg}$, $a = 3,5 \text{ m/s}^2$

Zadanie 12. Odpowiedź na poniższe pytanie oraz uzasadnij odpowiedź. Czy zgnieciona w kulkę kartka papieru oraz zwykła (niezgnieciona) kartka papieru, rzucone z tej samej wysokości na podłogę, spadną w tym samym czasie?

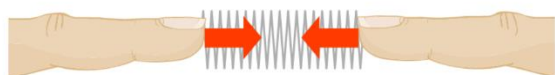
Zadanie 13. Oblicz, z jaką prędkością będzie spadał pomidor w próżni po 4 sekundach ruchu? Podpowiedź: przypomnij sobie wzory z kinematyki.

Zadanie 14. Wiedząc, że samochód porusza się ruchem jednostajnym, gdy wypadkowa sił działających na samochód wynosi 0 N, wybierz samochód, który porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym.

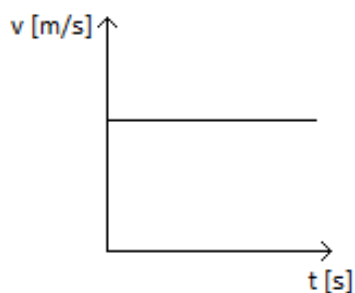


Zadanie 15. Napisz, jakie czynności wykonałabyś / wykonałbyś podczas jazdy na rowerze, aby przy danej prędkości zmniejszyć opór powietrza.

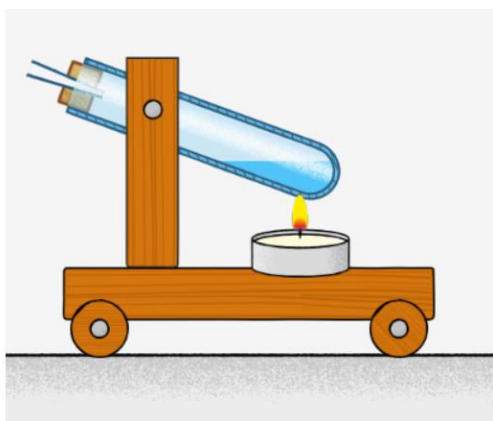
Zadanie 16. Napisz cztery cechy sił przedstawionych na rysunku.



Zadanie 17. Na wykresie przedstawiono zależność prędkości samochodu od czasu. Dokonaj interpretacji wykresu i odpowiedź na pytania: jakim ruchem porusza się ten samochód i jaką wartość ma siła wypadkowa działająca na ten samochód?



Zadanie 18. Opisz, jakie zjawisko może przedstawiać poniższe doświadczenie. Nazwij sprzęt laboratoryjny użyty w doświadczeniu oraz opisz przewidywane obserwacje doświadczenia.



Kod ucznia:

Klasa:

Data

Test końcowy z działu „Dynamika”

Za każde poprawne rozwiązanie zadania można otrzymać 1 pkt

Zadanie 1. Uzupełnij zdania brakującymi wyrazami, tak aby powstała definicja II zasady dynamiki Newtona.

Jeżeli na ciało działają siły, które się, to ciało porusza się ruchem, z przyspieszeniem wprost proporcjonalnym do działającej i odwrotnie proporcjonalnym do ciała.

Zadanie 2. Napisz, jak nazywa się przyrząd przedstawiony na rysunku i napisz w jakim celu używany jest w pracowni fizycznej.



Zadanie 3. Spośród podanych jednostek fizycznych zaznacz przykładowe jednostki siły.

N $\frac{kg}{m^2}$ $\frac{m}{s^2}$ $\frac{kg \cdot m}{s^2}$ $\frac{km}{h}$ kN h cm

Zadanie 4. Spośród podanych rodzajów ruchów, wybierz ten, który jest odpowiedzią na pytanie: Jakim ruchem poruszają się ciała swobodnie spadające?

- A. jednostajnie przyspieszonym B. jednostajnie opóźnionym C. jednostajnym

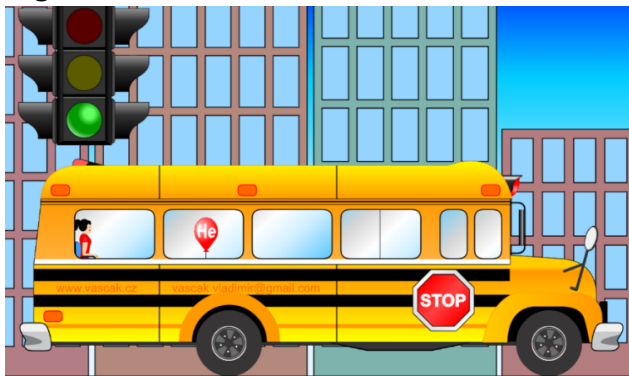
Zadanie 5. Podkreśl właściwe dokończenia zdań.

1. Kiedy autobus przyspiesza, bezwładność sprawia, że pasażerowie są *przyciskani do oparcia foteli / pochylają się do przodu.*
2. Kiedy samochód skręca w lewo, bagaże przesuwają się *w prawo / w lewo.*

Zadanie 6. Wybierz i zaznacz prawdziwe informacje dotyczące sił akcji – reakcji.

- a) Siła akcji i siła reakcji mają ten sam zwrot.
- b) Siła akcji i siła reakcji mają ten sam kierunek.
- c) Siła akcji i siła reakcji mają różne punkty przyłożenia.

Zadanie 7. Na rysunku przedstawiono autobus poruszający się do przodu. Opisz, co stanie się z pasażerką autobusu siedzącą z tyłu pojazdu oraz z balonem z helem (He) podczas gwałtownego hamowania?



Zadanie 8. Podkreśl właściwe uzupełnienia zdań.

W warunkach *próżni* / *powietrza* wszystkie ciała spadają z tej samej wysokości na powierzchnię dokładnie w tym samym czasie. Na rysunku spадanie w warunkach próżni przedstawiono na obrazku 1 / obrazku 2.



Zadanie 9. Na stojącą na stole szklankę działa siłą ciężkości F_g oraz siłą sprężystości F_s , którą blat stołu działa na szklankę. Szklanka ma masę 200 g. Na rysunku dorysuj działające siły oraz oblicz wartość działających sił ciężkości oraz sprężystości.



Zadanie 10. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe lub F, jeśli jest fałszywe.

Tarcie statyczne występuje wówczas, gdy powierzchnie są w spoczynku względem siebie.	P	F
Im bardziej chropowate podłoże, tym większej siły należy użyć aby przesunąć kubek.	P	F

Zadanie 11. Wykonaj odpowiednie obliczenia i wybierz auto, na które działa siła wypadkowa o większej wartości. Potrzebne dane podano pod ilustracjami.



A. $m = 1420 \text{ kg}$, $a = 4 \text{ m/s}^2$

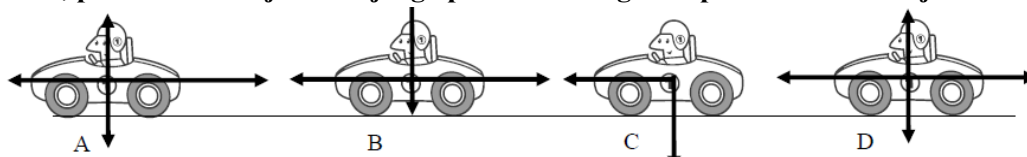


B. $m = 1310 \text{ kg}$, $a = 5 \text{ m/s}^2$

Zadanie 12. Odpowiedź na poniższe pytanie oraz uzasadnij swój wybór. Czy czas swobodnego spadania ciała z danej wysokości zależy od masy? Odpowiedź uzasadnij.

Zadanie 13. Istnieją specjalne tunele, w których można przeprowadzić doświadczenie badania spadku swobodnego. Wyobraź sobie, że przebywasz w takim tunelu i z wysokości 100 m zrzucasz piłkę, która po około 5 s uderza w podłoże. Oblicz prędkość, z jaką piłka ta uderza w podłoże.

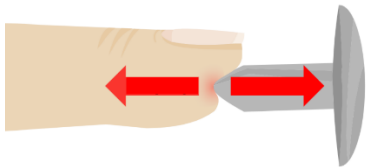
Zadanie 14. Wybierz, który z poniższych rysunków poprawnie przedstawia siły działające na ciało, podczas ruchu jednostajnego prostoliniowego. Odpowiedź uzasadnij.



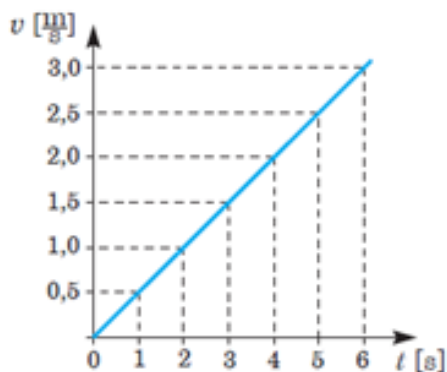
Zadanie 15. Zaznacz prawidłowe odpowiedzi spośród podanych. Co powinien zrobić rowerzysta, aby przy danej prędkości zmniejszyć opór powietrza?

- a) powinien się pochylić
- b) powinien nałożyć gładki ubiór
- c) powinien przyjąć bardziej aerodynamiczną postawę
- d) powinien zwiększyć powierzchnię oporu

Zadanie 16. Napisz cztery cechy sił przedstawionych na rysunku i wyjaśnij, do jakiej zasady dynamiki Newtona nawiązuje ten rysunek.



Zadanie 17. Na wykresie przedstawiono zależność prędkości samochodu od czasu. Dokonaj interpretacji wykresu i odpowiedź na pytanie, która zasada dynamiki Newtona opisuje ruch tego samochodu? Odpowiedź uzasadnij.



Zadanie 18. Zaprojektuj doświadczenie przedstawiające zjawisko odrzutu. Zaproponuj potrzebne przyrządy fizyczne i sprzęt laboratoryjny. Opisz przebieg doświadczenia i napisz odpowiednie wnioski z doświadczenia.

1.3. Testy rozumienia wstępnego i końcowego, dział „Drgania i fale” w klasie 8

Kod ucznia:

Klasa:

Data:

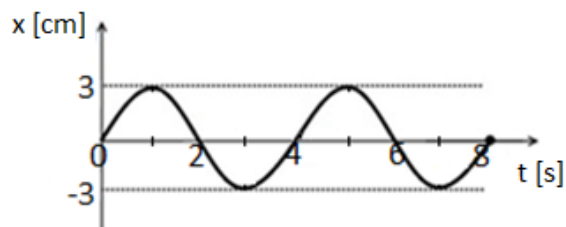
Test wstępny z działu „Drgania i fale”

Za każde poprawne rozwiązanie zadania można otrzymać 1 pkt

Zadanie 1. Mucha domowa macha skrzydłami 11000 razy na minutę. Oblicz częstotliwość drgań (liczbę drgań w ciągu jednej sekundy) jej skrzydełek oraz okres drgań (czas jednego pełnego drgania).

Informacja do zadania 2 i 3.

Na wykresie przedstawiono ruch wahadła. Wychylenia w lewo oznaczono jako dodatnie, w prawo jako ujemne.



Zadanie 2. Odczytaj z wykresu i zapisz wszystkie chwile t , w których wahadło było maksymalnie wychylone w prawo:

Zadanie 3. Odczytaj potrzebne dane z wykresu i zapisz następujące parametry ruchu wahadła:

maksymalne wychylenie:

czas jednego pełnego drgania:

liczbę drgań w ciągu jednej sekundy:

Zadanie 4. Zaznacz przykład, gdzie występuje ruch drgający.



Zadanie 5. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe lub F, jeśli jest fałszywe.

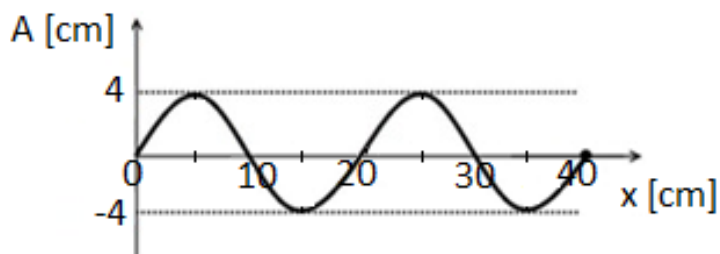
Długość fali to odległość między dwoma kolejnymi grzbietami.	P	F
Jednostką częstotliwości jest herc (Hz).	P	F

Największe wychylenie cząsteczek drgającego ośrodka z położenia równowagi nazwiemy amplitudą.	P	F
Częstotliwość fali jest tym samym co okres fali.	P	F

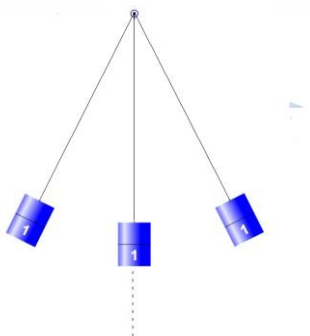
Zadanie 6. Z wykresu ruchu fali odczytaj i zapisz amplitudę i długość fali. Zwróć uwagę na oznaczenie osi oraz jednostki.

amplituda:

długość fali:



Zadanie 7. Na rysunku przedstawiono ciało wykonujące ruch drgający. Zaznacz położenie równowagi poruszającego się wahadła.



Zadanie 8. Odpowiedz na pytanie, czy prędkość fali jest taka sama w każdym ośrodku, odpowiedź uzasadnij. Odnies się przykładowo do prędkości fali w powietrzu i stali.

Zadanie 9. Wybierz prawidłową odpowiedź. Częstotliwość ultradźwięków, którymi porozumiewają się delfiny, a są niesłyszalne dla ucha ludzkiego, znajduje się w zakresie

- a) niższej od 16 Hz b) od 16 Hz do 20 000 Hz c) wyższej od 20 000 Hz

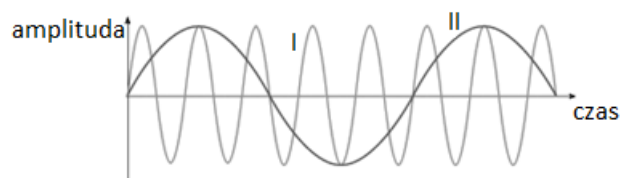
Zadanie 10. Oblicz prędkość rozchodzenia się fali, wiedząc, że jej długość wynosi 1 mm, a częstotliwość 350 kHz.

Zadanie 11. Podkreśl właściwe uzupełnienia zdań.

Podczas maksymalnego wychylenia prędkość oraz energia kinetyczna ciężarka zawieszonego na sprężynie mają *największą / najmniejszą* wartość.

W położeniu równowagi *energia kinetyczna / energia potencjalna* ma największą wartość

Zadanie 12. Rysunek przedstawia wykresy dwóch dźwięków. Przeanalizuj wykresy dźwięków i wskaż poprawne uzupełnienie zdania oraz jego uzasadnienie.



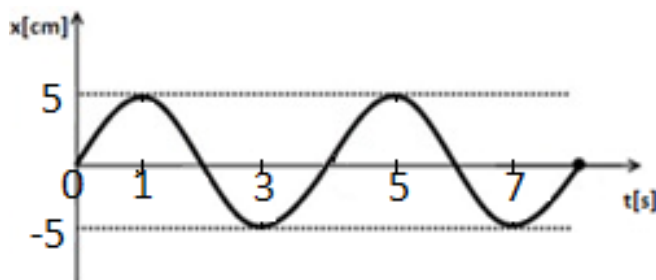
Dźwięk I i dźwięk II różnią się	1.	<i>amplitudą</i>	dlatego też odbieramy je jako różniące się	A.	<i>głośnością</i>
	2.	<i>częstotliwością</i>		B.	<i>wysokością</i>

Zadanie 13. Wiedząc, że prędkość fali elektromagnetycznej wynosi 300 000 000 m/s, oblicz długość fali, jeżeli jej częstotliwość wynosi 50 Hz.

Zadanie 14. Odczytaj z wykresu i zapisz wszystkie chwile t , w których:

a) Energia potencjalna wahadła była najmniejsza

b) Energia kinetyczna wahadła była najmniejsza



Zadanie 15. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe lub F, jeśli jest fałszywe.

Źródłem fal elektromagnetycznych są drgające ładunki elektryczne oraz prąd o natężeniu zmieniającym się w czasie.	P	F
Fale mechaniczne rozchodzą się w próżni.	P	F
Fale elektromagnetyczne nie rozchodzą się w próżni.	P	F
Fale mechaniczne przenoszą energię.	P	F

Zadanie 16. Połącz rodzaj fali z jej odpowiednim zastosowaniem.

stosowane w medycynie do prześwietleń	fale radiowe
stosowane do sterowania telewizorem za pomocą pilota	promieniowanie γ
wykorzystywane w telekomunikacji	promieniowanie podczerwone
niszczy bakterie, dlatego stosuje się w medycynie do sterylizacji narzędzi chirurgicznych	promieniowanie X (rentgenowskie)

Zadanie 17. Wpływ na wartość prędkości fali dźwiękowej ma temperatura powietrza. Tabela przedstawia szybkość rozchodzenia się dźwięku w powietrzu w zależności od temperatury. Określ wpływ temperatury na szybkość rozchodzenia się dźwięku w powietrzu oraz wyjaśnij to zjawisko odnosząc się do modelu ośrodka sprężystego, w którym cząsteczki oddziałują na siebie.

Temperatura powietrza	Szybkość rozchodzenia się dźwięku
30°C	349 m/s
20°C	343 m/s
10°C	337 m/s
0°C	331 m/s

Zadanie 18. Narysuj model wahadła i zaproponuj w jaki sposób można wyznaczyć jego okres drgań i częstotliwość. Opisz przebieg doświadczenia i oraz kolejne czynności służące do wyznaczenia podanych wielkości fizycznych.

Kod ucznia:
Klasa:

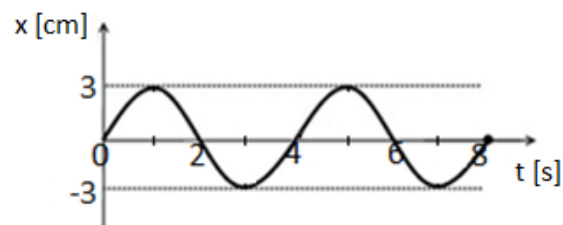
Data:

Test końcowy z działu „Drgania i fale”
Za każde poprawne rozwiązanie zadania można otrzymać 1 pkt

Zadanie 1. Koliber sylfik zielonokryzy macha skrzydełkami 12000 razy na minutę. Oblicz częstotliwość drgań jego skrzydełek oraz okres drgań.

Informacja do zadania 2 i 3.

Na wykresie przedstawiono ruch wahadła. Wychylenia w lewo oznaczono jako dodatnie, w prawo jako ujemne.



Zadanie 2. Odczytaj z wykresu i zapisz wszystkie chwile t , w których wahadło było maksymalnie wychylone w lewo.

Zadanie 3. Odczytaj potrzebne dane z wykresu i zapisz następujące parametry ruchu wahadła.

amplituda:

okres:

częstotliwość:

Zadanie 4. Zaznacz przykłady drgań mechanicznych.

A. ruch wahadła w zegarze	D. ruch Ziemi wokół Słońca
B. ciężarek zawieszony na sprężynie	E. ruch skrzydeł muchy
C. dziecko huśtające się na huśtawce	F. otwarcie okna

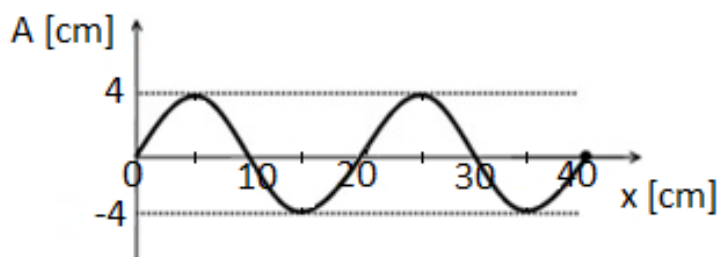
Zadanie 5. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe lub F, jeśli jest fałszywe.

Długość fali to odległość między kolejnym grzbietem i doliną.	P	F
Jednostką okresu fali jest sekunda.	P	F
Amplituda fali to najmniejsze wychylenie cząsteczek drgającego ośrodka z położenia równowagi.	P	F
Częstotliwość fali obliczamy jako odwrotność jej okresu.	P	F

Zadanie 6. Z wykresu ruchu fali odczytaj i zapisz amplitudę i długość fali. Zwróć uwagę na oznaczenie osi oraz jednostki.

amplituda:

długość fali:



Zadanie 7. Na rysunku przedstawiono ciało wykonujące ruch drgający. Dorysuj możliwe położenia, w których wahadło będzie maksymalnie wychylone z położenia równowagi.



Zadanie 8. Zaznacz poprawne uzupełnienie zdania oraz jego uzasadnienie.

Prędkość fali dźwiękowej jest większa w	1.	powietrzu	ponieważ	A.	w ciałach stałych cząsteczki i atomy znajdują się znacznie bliżej siebie niż w gazach.
	2.	stali		B.	cząsteczki gazu przekazują sobie energię podczas zderzeń, a pomiędzy nimi poruszają się bez żadnych oporów.

Zadanie 9. Wybierz prawidłową odpowiedź. Delfiny porozumiewają się za pomocą ultradźwięków, których częstotliwość może wynosić

- A. 100 Hz B. 500 Hz C. 1000 Hz D. 100 000 Hz

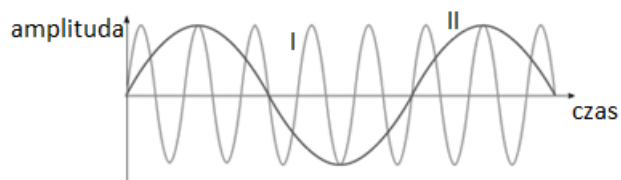
Zadanie 10. Oblicz prędkość rozchodzenia się fali, wiedząc, że jej długość wynosi 2 mm, a częstotliwość 175 kHz.

Zadanie 11. Podkreśl właściwe uzupełnienia zdań.

W położeniu równowagi prędkość oraz energia kinetyczna ciężarka zawieszonego na sprężynie mają *największą / najmniejszą* wartość.

Podczas maksymalnego wychylenia *energia kinetyczna / energia potencjalna* ma największą wartość.

Zadanie 12. Rysunek przedstawia wykresy dwóch dźwięków. Przeanalizuj wykresy dźwięków i zaznacz właściwe uzupełnienia zdań.



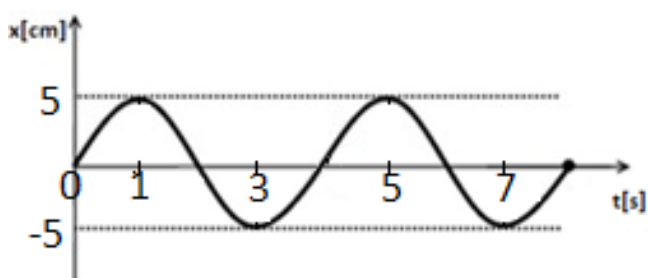
Dźwięk I i dźwięk II mają różną *amplitudę / częstotliwość*. Z związku z powyższym dźwięki te różnią się *głośnością / wysokością*.

Zadanie 13. W domowej sieci elektrycznej płynie prąd przemienny o częstotliwości 50 Hz. Prąd ten generuje fale elektromagnetyczne o tej samej częstotliwości. Oblicz długość tych fal.

Zadanie 14. Odczytaj z wykresu i zapisz wszystkie chwile t , w których:

c) Energia potencjalna wahadła była największa

d) Energia kinetyczna wahadła była największa



Zadanie 15. Podkreśl właściwe uzupełnienia zdań.

Źródłem fal elektromagnetycznych są *drgające ładunki elektryczne oraz prąd o natężeniu zmieniającym się w czasie / membrana głośnika.*

Fale mechaniczne *rozchodzą się / nie rozchodzą się* w próżni.

Fale elektromagnetyczne *rozchodzą się / nie rozchodzą się* w próżni

Fale elektromagnetyczne i fale mechaniczne / tylko fale elektromagnetyczne przenoszą energię.

Zadanie 16. Przyporządkuj wymienione rodzaje promieniowania do zastosowania opisanego poniżej. Masz do dyspozycji następujące rodzaje promieniowania elektromagnetycznego: fale radiowe, promieniowanie γ , promieniowanie podczerwone, promieniowanie X (rentgenowskie).

Zastosowanie	Rodzaj fali elektromagnetycznej
stosowane w medycynie do prześwietleń	
stosowane do sterowania telewizorem za pomocą pilota	
wykorzystywane w telekomunikacji	
niszczy bakterie, dlatego stosuje się w medycynie do sterylizacji narzędzi chirurgicznych	

Zadanie 17. Wpływ na wartość prędkości fali dźwiękowej ma temperatura powietrza. Wiedząc, że szybkość rozchodzenia się dźwięku w powietrzu w temperaturze 10°C wynosi 337 m/s , określ czy w temperaturze 30°C fala dźwiękowa będzie się rozchodzić szybciej, czy wolniej. Uzasadnij swoją odpowiedź odnosząc się do modelu ośrodka sprężystego, w którym cząsteczki oddziałują na siebie.

Zadanie 18. Zaprojektuj doświadczenie pozwalające wyznaczyć okres i częstotliwość drgań ciała wykonującego ruch drgający. Zaproponuj zestaw badawczy, opisz przebieg doświadczenia oraz kolejne czynności służące do wyznaczenia podanych wielkości fizycznych.

1.4. Arkusz obserwacji pracy ucznia klasy 7

Arkusz obserwacji pracy ucznia klasy 7 - dział „dynamika”

Szanowni Państwo, otrzymujecie arkusz obserwacji pracy ucznia, dotyczący działu „dynamika”. Arkusz obserwacji pracy ucznia należy wypełnić po zrealizowaniu danego tematu lekcji. Arkusz jest narzędziem mającym na celu obserwację uczniów, podczas lekcji z użyciem autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej.

Imię i nazwisko nauczyciela:

Nazwa szkoły, klasa:

Pytania dotyczące lekcji nr 1: I zasada dynamiki Newtona – zasada bezwładności.

1. Proszę ocenić, czy jednoczesna prezentacja siłomierza dostępnego w pracowni fizycznej oraz symulacji działania siłomierza wraz z rozrysowanymi siłami, ułatwiła uczniom poznanie zasady działania tego urządzenia oraz wskazanie przykładów jego zastosowania?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

2. Proszę ocenić, czy jednoczesna prezentacja siłomierza dostępnego w pracowni fizycznej oraz symulacji działania siłomierza wraz z rozrysowanymi siłami, ułatwiła uczniom poznanie sposobu prawidłowego odczytu wartości siły wskazanej przez siłomierz?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

3. Proszę ocenić, czy symulacja umożliwiająca przedstawienie działania zrównoważonych sił, wynikających z I zasady dynamiki Newtona pomogła uczniom zrozumieć istotę wspomnianej zasady?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

4. Proszę ocenić, czy symulacja prezentująca zachowanie paczki niezabezpieczonej pasami, pomogła zobrazować uczniom skutki gwałtownego hamowania lub przyspieszania w codziennym życiu.

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

5. Czy w Pani / Pana opinii symulacja przedstawiająca pasażerkę oraz balon z helem w autobusie, pomogła uczniom w obserwacji bezwładności ciała, ze szczególnym uwzględnieniem balona z helem zachowującego się inaczej niż „typowe ciała”?

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

6. W Pani / Pana opinii, czy filmik dotyczący zachowania balona z helem podczas gwałtownego hamowania i przyspieszania wzbudził ciekawość wśród uczniów?

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania dotyczące lekcji nr 2: Gdy siły się nie równoważą, czyli II zasada dynamiki Newtona.

7. Proszę ocenić, czy symulacja umożliwiająca przesunięcie klocka, używając wybranej siły lub zmieniając masę klocka, może zastąpić wykonanie realnego doświadczenia w klasie, przedstawiającego II zasadę dynamiki Newtona?

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

8. Proszę ocenić, czy symulacja umożliwiająca przesunięcie klocka, używając wybranej siły lub zmieniając masę klocka, pomogła uczniom w sformułowaniu II zasady dynamiki Newtona?

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

9. Proszę ocenić, czy symulacja umożliwiająca przesunięcie klocka, używając wybranej siły lub zmieniając masę klocka, pomogła uczniom w zrozumieniu II zasady dynamiki Newtona, uwzględniając jednostkę siły.

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

10. Proszę ocenić, czy symulacja umożliwiająca przesunięcie klocka, używając wybranej siły lub zmieniając masę klocka, wystarczająco zobrazowała uczniom wpływ masy i przyłożonej siły na wartość przyspieszenia wózka i pomogła wyciągnąć wnioski dotyczące powyższych zależności?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

11. W Pani / Pana opinii, czy możliwość wykonania interaktywnych zadań, np. z użyciem wzoru $a = \frac{F}{m}$, zachęciła uczniów do rozwiązywania zadań?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

12. Proszę ocenić, czy użyte podczas lekcji narzędzia TIK przedstawiające zależności wynikające z II zasady dynamiki Newtona pomogły uczniom w analizie zadań wymagających łączenia wiedzy z zakresu kinematyki i dynamiki?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania dotyczące lekcji nr 3: III zasada dynamiki Newtona.

13. Proszę ocenić, czy symulacje doświadczeń: wskazania połączonych ze sobą siłomierzy podczas ich rozciągania oraz wzajemności oddziaływań magnesu i pręta żelaznego, okazały się pomocne w przedstawieniu III zasady dynamiki Newtona?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

14. Proszę ocenić, czy symulacje doświadczeń: wskazania połączonych ze sobą siłomierzy podczas ich rozciągania oraz wzajemności oddziaływań magnesu i pręta żelaznego okazały się pomocne w sformułowaniu III zasady dynamiki Newtona?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

15. Proszę ocenić, czy animację przedstawiającą różne rodzaje sił akcji-reakcji okazały się pomocne w rysowaniu wektorów działających sił, zgodnie z III zasadą dynamiki Newtona?

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

16. Proszę ocenić, czy animacja doświadczenia „odrzutowy wózek” okazała się pomocna w zobrazowaniu zjawiska odrzutu?

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

17. Proszę ocenić, czy symulacja przedstawiająca zjawisko odrzutu (armata i kula), zachęciła uczniów do sprawdzenia wpływu wybranych parametrów (masy armaty, masy kulki, siły) na omawiane zjawisko oraz zaplanowania podobnego doświadczenia do przeprowadzenia w klasie.

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania dotyczące lekcji nr 4: Spadek swobodny.

18. Czy nagranie *Apollo 15 Hammer-Feather Drop* sprawiły, iż uczniowie wyciągnęli wnioski, jakie muszą być spełnione warunki, aby spadek nazwać swobodnym.

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

19. Czy animacja spadku swobodnego oraz nagranie *Apollo 15 Hammer-Feather Drop* sprawiły, iż uczniowie wyciągnęli wnioski, jakim ruchem poruszają się ciała swobodnie spadające?

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

20. Czy animacja spadku swobodnego oraz nagranie *Apollo 15 Hammer-Feather Drop* sprawiły, iż uczniowie zauważyli, że czas swobodnego spadania nie zależy od masy?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

21. Czy zaprezentowanie uczniom aplikacji *Phyphox* wzbudziło wśród uczniów ciekawość i chęć eksperymentowania?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

22. Czy w klasie znaleźli się chętni uczniowie, którzy wykonali dodatkowe zadanie, dotyczące badania spadku swobodnego w aplikacji *Phyphox*?

- a) tak
- b) nie

23. W Pani / Pana opinii, czy możliwość wykonania interaktywnych zadań dotyczących spadku swobodnego, zachęciła uczniów do rozwiązywania zadań?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania dotyczące lekcji nr 5: Doświadczenia prezentujące zasady dynamiki Newtona.

24. W Pani / Pana opinii, czy podział uczniów na grupy z użyciem aplikacji do tworzenia grup sprawił, iż uczniowie poczuli większą motywację i chęć do pracy?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

25. W Pani / Pana opinii, czy udostępnienie uczniom doświadczeń w postaci kodu QR sprawił, iż uczniowie poczuli większą motywację i chęć do pracy?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania dotyczące lekcji nr 6: Opory ruchu. Siła tarcia.

26. W Pani / Pana opinii, czy wprowadzenie do tematu lekcji dotyczącej siły tarcia, w postaci bajki prezentującej zmniejszone tarcie i zjawisko odrzutu, wzbudziło dyskusję dotyczącą tarcia, znaczenia tarcia w życiu codziennym, np. skutków poruszania się po oblodzonej drodze ze znacznie zmniejszonym tarcie?

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

27. Proszę ocenić, czy symulacje w których możliwa jest zmiana podłoża, zmiana rodzaju przesuwanego ciała, pomogła uczniom zrozumieć istotę tarcia, oporów ruchu?

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

28. Proszę ocenić, czy wprowadzenie do tematu lekcji dotyczącej siły tarcia, w postaci bajki prezentującej zmniejszone tarcie i zjawisko odrzutu, wzbudziła wśród uczniów ciekawość i entuzjazm?

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania dotyczące lekcji nr 7: Powtórzenie wiadomości z działu „dynamika”.

29. Proszę ocenić, czy utworzenie wraz z uczniami wspólnej mapy myśli, zachęciło uczniów do aktywnego uczestnictwa w powtórzeniu wiadomości z działu „dynamika”?

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

d) raczej nie

e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

30. W Pani / Pana opinii, czy utworzenie wraz z uczniami wspólnej mapy myśli, ułatwiło uczniom zrozumienie i usystematyzowanie zagadnień z działu „dynamika”?

a) zdecydowanie tak

b) raczej tak

c) nie mam zdania

- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

31. W Pani / Pana opinii, czy powtórzenie wiadomości z użyciem interaktywnych gier typu *Kahoot!*, wzbudziło wśród uczniów motywację i chęć rozwiązywania zadań?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

32. W Pani / Pana opinii, czy powtórzenie wiadomości z użyciem interaktywnych gier typu *Kahoot!*, zwiększyło wśród uczniów entuzjazm?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

33. Proszę ocenić, czy chętni uczniowie wykonujący zadanie dodatkowe „mechaniczny samochód” potrafili wytłumaczyć pierwszą, drugą i trzecią zasadę dynamiki Newtona z użyciem tego modelu?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania ogólne:

34. W Pani / Pana opinii, czy uczniowie byli zaciekawieni przedstawionymi narzędziami TIK?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

35. Jeżeli uczniowie wykazali zainteresowanie przedstawionymi narzędziami TIK, to proszę opisać, jakie narzędzia w największym stopniu zainteresowały uczniów (symulacje doświadczeń, interaktywne zadania, gry, filmy, kody QR, interaktywne narzędzia do tworzenia mapy myśli, aplikacje na telefon).

36. W przypadku braku możliwości wykonania doświadczeń w pracowni fizycznej, czy symulacje doświadczeń mogą wspomóc nauczanie fizyki?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania

- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

37. Proszę ocenić, czy wprowadzenie podczas lekcji elementów humorystycznych zwiększa chęć pracy podczas lekcji wśród uczniów?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

38. Proszę ocenić, czy lekcje z zastosowaniem narzędzi TIK mogą być inspirujące dla uczniów?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

1.5. Arkusz obserwacji pracy ucznia klasy 8

Arkusz obserwacji pracy ucznia klasy 8 - dział „drgania i fale”

Szanowni Państwo, otrzymujecie arkusz obserwacji pracy ucznia, dotyczący działu „drgania i fale”. Arkusz obserwacji pracy ucznia należy wypełnić po zrealizowaniu danego tematu lekcji. Arkusz jest narzędziem mającym na celu obserwację uczniów, podczas lekcji z użyciem autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej.

Imię i nazwisko nauczyciela:

Nazwa szkoły, klasa:

Pytania dotyczące lekcji nr 1, 2: Czym charakteryzuje się ruch drgający?

1. Proszę ocenić, czy interaktywna gra *Kahoot!* pomogła uczniom utrwalić przykłady ruchu drgającego?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

2. Proszę ocenić, czy jednocześnie wykonanie doświadczenia przedstawiającego ruch wahadła oraz przedstawienie symulacji ruchu wahadła, pomogło uczniom w zdefiniowaniu ruchu drgającego, jako ruchu tam i z powrotem po tym samym torze?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

3. Proszę ocenić, czy jednocześnie wykonanie doświadczenia przedstawiającego ruch wahadła oraz przedstawienie symulacji ruchu wahadła, pomogło uczniom we wskazaniu położenia równowagi, maksymalnego wychylenia?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

4. Proszę ocenić, czy jednocześnie wykonanie doświadczenia przedstawiającego ruch wahadła oraz przedstawienie symulacji ruchu wahadła, pomogło uczniom w zrozumieniu i wyznaczeniu okresu drgań wahadła.

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania dotyczące lekcji nr 3: Wykres ruchu drgającego.

5. Proszę ocenić, czy symulacja przedstawiająca wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła, pomogła uczniom w zrozumieniu sposobu wyznaczenia okresu drgań na wykresie opisanego ruchu?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

6. Proszę ocenić, czy symulacja przedstawiająca wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła, pomogła uczniom w zrozumieniu sposobu wyznaczenia amplitudy drgań na wykresie opisanego ruchu?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

7. Proszę ocenić, czy symulacja przedstawiająca wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła, pomogła uczniom wskazać położenie równowagi oraz maksymalne wychylenie na wykresie opisanego ruchu?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

8. W Pani / Pana opinii, czy podsumowanie wiadomości zdobytych podczas lekcji, z użyciem interaktywnych gier typu *Kahoot!* wzbudziło wśród uczniów motywację i chęć rozwiązywania zadań?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania dotyczące lekcji nr 4, 5: Przemiany energii w ruchu drgającym.

9. Proszę ocenić, czy przedstawienie uczniom symulacji drgań ciała zawieszonego na sprężynie lub drgającego wahadła z zaznaczoną opcją „energia”, pomogło uczniom w zrozumieniu, iż w ruchu drgającym dochodzi do przemian energii mechanicznej.

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

10. Proszę ocenić, czy przedstawienie uczniom symulacji drgań ciała zawieszonego na sprężynie lub drgającego wahadła z zaznaczoną opcją „energia”, pomogło uczniom w analizie przemian energii w ruchu drgającym?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

11. Proszę ocenić, czy przedstawienie uczniom symulacji drgań ciała zawieszonego na sprężynie lub drgającego wahadła z zaznaczoną opcją „energia”, pomogło uczniom w rozwiązywaniu zadań, polegających na wskazaniu na wykresie zależności położenia od czasu drgającego wahadła (ciężarka na sprężynie) położenia, gdzie energia potencjalna ciężkości / sprężystości jest maksymalna / minimalna oraz energia kinetyczna jest maksymalna / minimalna.

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania dotyczące lekcji nr 6: Od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego?

12. W Pani / Pana opinii, czy symulacja umożliwiająca zbadanie wpływu długości linki, kąta wychylenia oraz masy obciążnika na okres drgań wahadła matematycznego pomogła uczniom w wyciągnięciu odpowiednich wniosków, dotyczących wpływu badanych parametrów na okres drgań wahadła matematycznego?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

13. Czy e-doświadczenie „wahadło matematyczne” wzbudziło wśród uczniów ciekawość i chęć eksperymentowania?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

14. Czy w klasie znaleźli się chętni uczniowie, którzy wykonali dodatkowe zadanie z użyciem aplikacji *Phyphox*?

- a) tak
- b) nie

Pytania dotyczące lekcji nr 7: Fale mechaniczne.

15. W Pani / Pana opinii, czy symulacja przedstawiająca powstawanie impulsu falowego oraz ciągu impulsów falowych pozwoliła uczniom zrozumieć powstawanie fali mechanicznej?

- a) zdecydowanie tak

- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

16. Czy jednoczesne wykonanie doświadczenia w klasie oraz symulacja przedstawiająca powstawanie impulsu falowego oraz ciągu impulsów falowych pomogła uczniom opisać rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

17. Czy symulacja przedstawiająca impuls falowy, grzbiet fali, dolinę fali oraz film prezentujący amplitudę, długość fali oraz częstotliwość pomogły uczniom w zdefiniowaniu wielkości charakteryzujących fale?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

18. Czy symulacja umożliwiającą wyznaczenie amplitudy oraz długości fali (z włączoną opcją *ruler*) pomogła uczniom w wyznaczaniu wymienionych parametrów?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania dotyczące lekcji nr 8, 9: Fale dźwiękowe. Wysokość i głośność dźwięku.

19. W Pani / Pana opinii, czy aplikacja *Sound Meter*, służąca do zbadania poziomu głośności dźwięku wzbudziła wśród uczniów zainteresowanie oraz chęć do zbadania poziomu głośności dźwięku w różnych sytuacjach (np. podczas przerwy szkolnej) oraz porównanie uzyskanych wyników z zakresami poziomu intensywności hałasu dostępnymi np. w internecie?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

20. W Pani/Pana opinii, czy film przedstawiający zależność prędkości fali od ośrodka w jakim rozchodzi się fala wpłynął na lepsze zrozumienie przez uczniów omawianej zależności?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

21. Proszę ocenić, czy symulacja umożliwiająca zaprezentowanie uczniom dźwięków o różnej częstotliwości wraz z ich wykresami, pomogła uczniom w zdefiniowaniu zakresów częstotliwości dla infradźwięków, dźwięków słyszalnych i ultradźwięków?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

22. W Pani / Pana opinii, czy aplikacja *Sound Wave* umożliwiła uczniom poprawną identyfikację zależności wysokości i głośności dźwięków od częstotliwości i amplitudy.

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

23. Proszę ocenić, czy aplikacja *Sound Wave* wzbudziła wśród uczniów ciekawość oraz chęć aktywnego uczestnictwa w lekcji.

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

24. W Pani/Pana opinii, czy film przedstawiający zależność prędkości dźwięku od temperatury wpłynął na lepsze zrozumienie przez uczniów omawianej zależności?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania dotyczące lekcji nr 10: Fale elektromagnetyczne.

25. Proszę ocenić, czy symulacja przedstawiająca długości fali elektromagnetycznych, częstotliwości oraz wybrane zastosowania fal elektromagnetycznych wzbudziła ciekawość wśród uczniów i zachęciła do zadawania pytań, dotyczących fal elektromagnetycznych (np. ich wykorzystania, jednostek zastosowanych w symulacji).

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

26. Proszę ocenić, czy interaktywna gra *Wordwall* pomogła uczniom usystematyzować wiadomości dotyczące fal elektromagnetycznych i fal mechanicznych.

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

27. Proszę ocenić, czy symulacja przedstawiająca propagację fali elektromagnetycznej pozwoliła uczniom zrozumieć istotę powstawania tej fali?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania dotyczące lekcji nr 11: Powtórzenie wiadomości z działu „Drgania i fale”.

28. W Pani / Pana opinii, czy utworzenie wraz z uczniami wspólnej mapy myśli, ułatwiło uczniom zrozumienie i usystematyzowanie zagadnień z działu „drżania i fale”?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

29. W Pani / Pana opinii, czy powtórzenie wiadomości z użyciem interaktywnych gier typu *Kahoot!* wzbudziło wśród uczniów motywację i chęć rozwiązywania zadań?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

Pytania ogólne.

30. W Pani / Pana opinii, czy uczniowie byli zaintrygowani przedstawionymi narzędziami TIK oraz czy takie lekcje mogą być inspirujące dla uczniów?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

31. W przypadku braku możliwości wykonania doświadczeń w pracowni fizycznej, czy symulacje doświadczeń mogą wspomóc nauczanie fizyki?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

32. Proszę ocenić, czy dodatkowy e-zeszyt zadań wpłynął na chęć rozwiązywania przez uczniów dodatkowych zadań obliczeniowych z działu drgania i fale?

- a) zdecydowanie tak
- b) raczej tak
- c) nie mam zdania
- d) raczej nie
- e) zdecydowanie nie

Uzasadnienie odpowiedzi:

2. Autorski program nauczania fizyki w szkole podstawowej wraz z opiniami weryfikującymi program

2.1. Autorski program nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej

Rzeszów, sierpień 2022

**AUTORSKI PROGRAM NAUCZANIA FIZYKI
dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej**

Opracowała:
mgr inż. Beata Semków-Nęcza

Rok szkolny 2022/2023

Spis treści

1. Wprowadzenie	
2. Ogólna charakterystyka autorskiego programu nauczania	
3. Cele i treści nauczania, propozycje rozwiązań metodycznych oraz przewidywane osiągnięcia uczniów z fizyki w klasie 7 szkoły podstawowej	
3.1. Ogólne i szczegółowe cele nauczania	
3.2. Treści nauczania	
3.3. Propozycja rozwiązań metodycznych dla klasy 7 („rozkład materiału”).....	
4. Cele i treści nauczania, propozycje rozwiązań metodycznych oraz przewidywane osiągnięcia uczniów z fizyki w klasie 8 szkoły podstawowej	
4.1. Ogólne i szczegółowe cele nauczania	
4.2. Treści nauczania	
4.4. Propozycja rozwiązań metodycznych dla klasy 8 („rozkład materiału”).....	
5. Sposoby osiągnięcia założonych celów nauczania.....	
6. Zestawienie narzędzi TIK uwzględnionych w autorskim programie nauczania	
7. Autorski program nauczania a realizacja kompetencji kluczowych	
8. Ocena postępów ucznia	
9. Sposoby ewaluacji programu.....	
10. Bibliografia.....	
11. Netografia	

1. Wprowadzenie

Autorski program nauczania fizyki w szkole podstawowej został sporządzony zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej⁵¹⁰ oraz Rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 28 marca 2017 r. w sprawie ramowych planów nauczania dla publicznych szkół⁵¹¹.

Niniejszy program nauczania obejmuje cele kształcenia oraz treści nauczania zawarte w podstawie programowej kształcenia ogólnego na II etapie edukacyjnym⁵¹².

Najważniejszym założeniem autorskiego programu nauczania było stworzenie takiej koncepcji dydaktycznej, w której narzędzia TIK (technologie informacyjno-komunikacyjne) pomogą uczniom w zrozumieniu konkretnych zagadnień fizycznych.

*Roztropne korzystanie w procesie kształcenia z narzędzi i zasobów cyfrowych oraz metod kształcenia wykorzystujących technologie informacyjno-komunikacyjne*⁵¹³ zostało przedstawione jako jeden z podstawowych kierunków realizacji polityki oświatowej państwa w roku szkolnym 2021/2022. Zalecenia dotyczące włączenia narzędzi TIK do procesu kształcenia uwzględnione zostały również w latach wcześniejszych.

Konieczność wdrożenia nowoczesnych narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych w codziennej pracy nauczyciela została również ujęta w *Zintegrowanej Strategii Umiejętności 2030*⁵¹⁴.

2. Ogólna charakterystyka autorskiego programu nauczania

Współczesna nauka i technika rozwijają się w bardzo szybkim tempie. Zmiany, jakie nieustannie dokonują się w naszym społeczeństwie, transformacja stylu życia, wszechobecna cyfryzacja, wiążą się z licznymi przemianami, także w edukacji. Wyzwaniem dla współczesnej edukacji jest podążanie za wspomnianymi zmianami, m.in. dzięki dostosowaniu programów nauczania, co stanowi warunek funkcjonowania w dynamicznie przeobrażającym się świecie.

Realizowane treści nauczania, metody i środki dydaktyczne należy przystosować do stale rozwijających się kompetencji cyfrowych współczesnej młodzieży. Dzisiejsza edukacja wymaga innowacyjnego podejścia do ucznia, uwzględniając jego potrzeby oraz nieustanne przebywanie w świecie pełnym interaktywnych bodźców. Potwierdzeniem tego może być następujący cytat: *Współczesna szkoła nie jest w stanie wyposażyć uczniów w wiadomości i ukształtować u nich umiejętności niezbędnych do funkcjonowania w realiach*

⁵¹⁰ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej, Dz.U. 2017 poz. 356.

⁵¹¹ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 28 marca 2017 r. w sprawie ramowych planów nauczania dla publicznych szkół Dz.U. 2017 poz. 703.

⁵¹² *Ibidem*.

⁵¹³ Minister Edukacji Narodowej, DKO-WNP.4092.46.2021.DB, Warszawa 2021 r.

⁵¹⁴ *Zintegrowana Strategia Umiejętności 2030* (część ogólna), <https://efs.mein.gov.pl/zintegrowana-strategia-umiejtnosci-2030-czesc-ogolna/> (dostęp: 08.2022).

*społeczeństwa informacyjnego bez wykorzystania nowoczesnych technologii, stanowiących sedno cyfrowego świata, jest to warunek sine qua non*⁵¹⁵.

Już w latach 80. XX wieku J. Salach zwróciła uwagę, iż ze względu na dynamiczny rozwój fizyki programy nauczania tego przedmiotu powinny być aktualizowane i dostosowywane do aktualnej wiedzy⁵¹⁶. Podobne wnioski w roku 1986 przedstawił S. Głowacki, który zauważył, iż programy nauczania fizyki są przestarzałe w odniesieniu do przekazywanych informacji oraz sposobu, w jaki te informacje zostają przekazane uczniom. Pomimo znacznego upływu lat wnioski J. Salach i S. Głowackiego nadal pozostają aktualne. Program nauczania musi być dostosowany do stale zmieniającej się rzeczywistości. Natomiast proces nauczania-uczenia się fizyki powinien pobudzić wśród uczniów myślenie, a także nauczyć umiejętności rozwiązywania problemów, z którymi spotkają się w dorosłym życiu⁵¹⁷. Technologie informacyjno-komunikacyjne powinny stanowić więc fundamentalny element w procesie kształcenia.

Biorąc pod uwagę nieustanne zmiany zachodzące w dobie cyfryzacji, został stworzony autorski program nauczania fizyki w szkole podstawowej, dostosowany właśnie do potrzeb współczesnej młodzieży. Autorski program nauczania przeznaczony został dla klas siódmej i ósmej szkoły podstawowej i ma charakter innowacyjny.

Nadrzędnym celem autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej było stworzenie takiej koncepcji kształcenia, która, integrując treści wynikające z podstawy programowej nauczania fizyki z nowoczesnymi technologiami, pozwoli uczniom w większym stopniu zrozumieć fizykę nauczaną w szkole.

Powołując się na ogólny cel zawarty w podstawie programowej: *wyzwaniem dla szkolnej fizyki jest dostarczanie uczniom narzędzi poznawania przyrody, prowadzenie do rozumienia jej podstawowych prawidłowości i umożliwianie korzystania ze zdobytej wiedzy i rozwiniętych umiejętności*⁵¹⁸, należy wykorzystać możliwości, jakie oferuje nowoczesna technologia. Racjonalne wykorzystanie narzędzi TIK wspomogą proces rozumienia zagadnień fizycznych przez uczniów.

Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 28 marca 2017 r. w sprawie ramowych planów nauczania dla publicznych szkół⁵¹⁹ przypisuje w II etapie edukacyjnym naukę fizyki w wymiarze czterech godzinnych lekcyjnych, w całym cyklu kształcenia. W klasie 7 oraz w klasie 8 przewiduje się po dwie godziny lekcyjne. W tabeli 1 zawarto zestawienie liczby godzin przypisanych do odpowiedniego działu tematycznego.

⁵¹⁵ T. Warzocha, A. Winiarczyk, *Jeszcze wybór czy już konieczność wykorzystania przez nauczycieli TIK w edukacji? – opinie studentów kierunków nauczycielskich Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach i Uniwersytetu Rzeszowskiego*, „Studia Pedagogiczne. Problemy społeczne, edukacyjne i artystyczne”, t. 33, 2019, s. 147.

⁵¹⁶ J. Salach, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia wybrane*, Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Kraków, 1986, s. 9.

⁵¹⁷ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie, 1986, s. 78.

⁵¹⁸ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r...., *op. cit.*, s. 25.

⁵¹⁹ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 28 marca 2017 r...., *op. cit.* s. 8.

Tabela 1. Szczegółowe zestawienie liczby godzin przewidzianych na realizację podstawy programowej wraz z podziałem na omawiane działy tematyczne.

Klasa	Nr działu	Nazwa działu tematycznego	Liczba godzin przeznaczonych na realizację podstawy programowej wraz z powtórzeniem wiadomości oraz sprawdzianem wiadomości
Klasa 7	1	Pierwsze spotkanie z fizyką	10
	2	Właściwości i budowa materii	9
	3	Hydrostatyka i aerostatyka	8
	4	Kinematyka	9
	5	Dynamika	8
	6	Praca, moc, energia	8
Klasa 8	7	Termodynamika	10
	8	Elektrostatyka	8
	9	Prąd elektryczny	11
	10	Magnetyzm	8
	11	Drgania i fale	13
	12	Optyka	15
W sumie 117 godzin			

Podstawa programowa z fizyki została określona w przepisach Rozporządzenia Ministerstwa Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r.⁵²⁰. Podstawa programowa stanowi dokument określający cele kształcenia – wymagania ogólne, a także treści nauczania – wymagania szczegółowe. Podstawa programowa daje jednak nauczycielowi swobodę działania w odniesieniu do doboru strategii nauczania, metod oraz środków dydaktycznych, które wpływają na proces nauczania-uczenia się. W podrozdziałach 3.1-3.3 oraz 4.1-4.3 zostaną przedstawione cele ogólne, cele szczegółowe oraz treści nauczania fizyki wynikające z podstawy programowej, a także proponowane rozwiązania metodyczne, odpowiednio dla klas 7 i 8.

Warto również zwrócić wagę na rolę wychowania w procesie kształcenia uczniów. Autorski program nauczania, poza realizacją celów ogólnych kształcenia oraz realizacją wymagań szczegółowych z fizyki, przewiduje także kształtowanie odpowiednich postaw wychowawczych ujętych w rozporządzeniu⁵²¹. Wśród najważniejszych postaw wychowawczych, kształtowanych podczas lekcji fizyki, wymienić można: wzbudzenie zainteresowania zjawiskami w otaczającym nas świecie, kształtowanie postawy badawczej i umiejętności zadawania pytań, szukania odpowiedzi, a także wykorzystania różnych źródeł do poszerzania własnej wiedzy. Niezmiernie ważną umiejętnością jest również posługiwanie się językiem charakterystycznym dla fizyki, a także kształtowanie podstaw rozumowania naukowego. Uczniowie muszą być świadomi roli, jaką spełnia fizyka w dzisiejszym świecie, jej osiągnięć oraz możliwości rozwoju gospodarczego i społecznego, jaką oferuje.

⁵²⁰ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r..., *op. cit.*

⁵²¹ *Ibidem*, s. 25-26.

3.Cele i treści nauczania, propozycje rozwiązań metodycznych oraz przewidywane osiągnięcia uczniów z fizyki w klasie 7 szkoły podstawowej

3.1. Ogólne i szczegółowe cele nauczania

Dział 1: „Pierwsze spotkanie z fizyką”

Cel ogólny:

Zapoznanie z podstawowymi pojęciami i metodami badań używanymi w fizyce.

Cele szczegółowe:

- 1.1. Zapoznanie z przepisami obowiązującymi w pracowni fizycznej.
- 1.2. Poznanie podstaw badań przyrodniczych.
- 1.3. Poznanie sposobów zapisu wielkości fizycznych i ich jednostek.
- 1.4. Zidentyfikowanie metod przeprowadzenia eksperymentu i jego opisu.
- 1.5. Poznanie przyczyn, zjawisk i procesów zachodzących w otoczeniu.
- 1.6. Charakterystyka siły jako miary oddziaływań ciał.
- 1.7. Zapoznanie z siłą zastępującą działanie kilku sił.
- 1.8. Powtórzenie wiadomości z działu „Pierwsze spotkanie z fizyką”.
- 1.9. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Pierwsze spotkanie z fizyką”.

Dział 2: „Właściwości i budowa materii”

Cel ogólny:

Poznanie właściwości materii i jej budowy.

Cele szczegółowe:

- 2.1. Charakterystyka budowy materii i założeń teorii cząsteczkowej budowy materii.
- 2.2. Zapoznanie ze stanami skupienia substancji i ich własnościami.
- 2.3. Poznanie oddziaływań międzycząsteczkowych i ich skutków.
- 2.4. Doświadczalne sprawdzenie skutków oddziaływań międzycząsteczkowych.
- 2.5. Identyfikacja oraz rozróżnienie pojęć masa i siła ciężkości.
- 2.6. Zapoznanie z pojęciem gęstości.
- 2.7. Wyznaczenie gęstości wybranych ciał fizycznych.
- 2.8. Powtórzenie wiadomości z działu „Właściwości i budowa materii”.
- 2.9. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Właściwości i budowa materii”.

Dział 3: „Hydrostatyka i aerostatyka”

Cel ogólny:

Zastosowanie praw hydrostatyki i aerostatyki w życiu codziennym.

Cele szczegółowe:

- 3.1. Zapoznanie z pojęciami siły nacisku, parcia i ciśnienia.
- 3.2. Identyfikacja pojęć ciśnienie hydrostatyczne i ciśnienie atmosferyczne oraz ich zależności od wybranych czynników.
- 3.3. Zapoznanie z prawem Pascala.

- 3.4. Poznanie siły wyporu i konsekwencji jej działania.
- 3.5. Identyfikacja warunków pływania ciał.
- 3.6. Powtórzenie wiadomości z działu „Hydrostatyka i aerostatyka”.
- 3.7. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Hydrostatyka i aerostatyka”.

Dział 4: „Kinematyka”

Cel ogólny:

Identyfikacja rodzajów ruchu ciał i ich parametrów.

Cele szczegółowe:

- 4.1. Zapoznanie z najważniejszymi pojęciami w kinematyce.
- 4.2. Identyfikacja ruchu jednostajnego prostoliniowego.
- 4.3. Identyfikacja ruchu zmiennego.
- 4.4. Zapoznanie z problematyką zadaniową dla ruchu zmiennego.
- 4.5. Zapoznanie z problematyką zadaniową przedstawioną na wykresach ruchu.
- 4.6. Zapoznanie z aplikacjami umożliwiającymi zbadanie ruchu.
- 4.7. Powtórzenie wiadomości z działu „Kinematyka”.
- 4.8. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Kinematyka”.

Dział 5: „Dynamika”

Cel ogólny:

Określenie wpływu działających sił na ruch ciała.

Cele szczegółowe:

- 5.1. Poznanie wpływu równoważących sił na ruch ciała.
- 5.2. Określenie parametrów ruchu ciała pod wpływem siły wypadkowej.
- 5.3. Poznanie zasad wzajemnego oddziaływania dwóch ciał.
- 5.4. Charakterystyka spadku swobodnego ciał.
- 5.5. Doświadczalne sprawdzenie zasad dynamiki Newtona.
- 5.6. Poznanie sił przeciwdziałających ruchowi.
- 5.7. Powtórzenie wiadomości z działu „Dynamika”.
- 5.8. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Dynamika”.

Dział 6: „Praca, moc, energia”

Cel ogólny:

Zidentyfikowanie oraz rozróżnienie pojęć pracy, mocy, energii.

Cele szczegółowe:

- 6.1. Identyfikacja pojęcia pracy i energii.
- 6.2. Poznanie pojęcia mocy.
- 6.3. Zapoznanie z pojęciem energii potencjalnej grawitacji i energii potencjalnej sprężystości.
- 6.4. Zapoznanie z pojęciem energii kinetycznej.

- 6.5. Sformułowanie zasady zachowania energii mechanicznej w układzie izolowanym.
- 6.6. Wykonanie pomiarów oraz obliczenie pracy, mocy, energii.
- 6.7. Powtórzenie wiadomości z działu „Praca, moc, energia”.
- 6.8. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Praca, moc, energia”.

Dział 7: „Termodynamika”

Cel ogólny:

Zapoznanie z pojęciami stosowanymi w termodynamice oraz efektami energetycznymi przemian.

Cele szczegółowe:

- 7.1. Identyfikacja pojęć energii wewnętrznej i temperatury.
- 7.2. Poznanie sposobów zmiany energii wewnętrznej.
- 7.3. Zapoznanie ze sposobami przekazywania ciepła między ciałami.
- 7.4. Identyfikacja pojęcia ciepła właściwego.
- 7.5. Doświadczalne wyznaczenie ciepła właściwego dla wybranych substancji.
- 7.6. Analiza procesów zmiany stanów skupienia ciał.
- 7.7. Powtórzenie wiadomości z działu „Termodynamika”.
- 7.8. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Termodynamika”.

3.2. Treści nauczania

Dział 1: „Pierwsze spotkanie z fizyka”

- 1.1. Zapoznanie z przepisami obowiązującymi w pracowni fizycznej:
 - przepisy BHP podczas lekcji;
- 1.2. Poznanie podstaw badań przyrodniczych:
 - czym zajmuje się fizyka,
 - metody badań w fizyce (obserwacja, doświadczenie, pomiar),
 - podstawowe pojęcia fizyki (ciało fizyczne, substancja),
 - słynne odkrycia fizyczne;
- 1.3. Poznanie sposobów zapisu wielkości fizycznych i ich jednostek:
 - pomiary wielkości fizycznych,
 - jednostki układu SI,
 - zapis wielkości fizycznych i jednostek,
 - wielokrotności i podwielokrotności jednostek,
 - przeliczanie jednostek;
- 1.4. Zidentyfikowanie metod przeprowadzenia eksperymentu i jego opisu:
 - pomiar pojedynczy,
 - pomiar wielokrotny,
 - niepewność pomiarowa,
 - cyfry znaczące,
 - zaokrąglanie wyników;

1.5. Poznanie przyczyn, zjawisk i procesów zachodzących w otoczeniu:

- rodzaje oddziaływań (grawitacyjne, elektrostatyczne, magnetyczne, sprężyste, mechaniczne),
- wzajemność oddziaływań,
- skutki oddziaływań (statyczne i dynamiczne);

1.6. Charakterystyka siły jako miary oddziaływań ciał:

- siła jako miara oddziaływań ciał,
- siła jako wielkość wektorowa,
- wielkości charakteryzujące wektor,
- pomiar siły z użyciem siłomierza;

1.7. Zapoznanie z siłą zastępującą działanie kilku sił:

- wypadkowa sił działających wzdłuż tej samej prostej,
- siła równoważąca;

Dział 2. „Właściwości i budowa materii”

2.1. Charakterystyka budowy materii i założeń teorii cząsteczkowej budowy materii:

- pojęcia: atom, cząsteczka,
- teoria cząsteczkowej budowy materii,
- zjawisko dyfuzji;

2.2. Zapoznanie ze stanami skupienia substancji i ich opisem:

- budowa i właściwości ciał stałych, cieczy, gazów,
- zmiany stanów skupienia;

2.3. Poznanie oddziaływań międzycząsteczkowych i ich skutków:

- siły spójności, przylegania i ich skutki,
- zjawisko napięcia powierzchniowego,
- menisk;

2.4. Doświadczalne sprawdzenie skutków oddziaływań międzycząsteczkowych.

2.5. Identyfikacja oraz rozróżnienie pojęć masa i ciężar:

- masa (symbol, jednostka),
- ciężar (symbol, jednostka),
- przyspieszenie ziemskie (symbol, jednostka),
- zależność wprost proporcjonalna,
- obliczanie siły ciężkości;

2.6. Zapoznanie z pojęciem gęstości:

- gęstość (symbol, jednostka),
- zamiana jednostek gęstości,
- wyznaczanie gęstości,
- doświadczalne wyznaczenie gęstości,
- obliczanie gęstości;

2.7. Wyznaczenie gęstości wybranych ciał fizycznych:

- doświadczalne wyznaczenie gęstości ciał stałych o regularnym kształcie, nieregularnym kształcie oraz cieczy;
- 2.8. Powtórzenie wiadomości z działu „Właściwości i budowa materii”.
- 2.9. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Właściwości i budowa materii”.

Dział 3: „Hydrostatyka i aerostatyka”

- 3.1. Zapoznanie z pojęciami siły nacisku, parcia i ciśnienia:
- siła nacisku (symbol, jednostka),
 - ciśnienie (symbol, jednostka),
 - obliczanie ciśnienia,
 - parcie;
- 3.2. Identyfikacja pojęć ciśnienie hydrostatyczne i ciśnienie atmosferyczne oraz ich zależności od wybranych czynników:
- ciśnienie hydrostatyczne,
 - zależność ciśnienia hydrostatycznego od wysokości słupa cieczy i gęstości,
 - ciśnienie atmosferyczne,
 - zależność między ciśnieniem atmosferycznym a wysokością nad poziomem morza,
 - urządzenia do pomiaru ciśnienia atmosferycznego;
- 3.3. Poznanie sposobu rozchodzenia się ciśnienia w cieczach i gazach:
- prawo Pascala,
 - zastosowanie prawa Pascala na przykładzie prasy hydraulicznej, hamulców hydraulicznych;
- 3.4. Poznanie siły wyporu i konsekwencji jej działania:
- siła wyporu, zależność siły wyporu od gęstości cieczy,
 - prawo Archimedesesa dla cieczy;
- 3.5. Identyfikacja warunków pływania ciał:
- warunki pływania ciał a gęstość ciała (tonięcie, wypłynięcie, tkwienie w cieczy na wybranej głębokości);
- 3.6. Powtórzenie wiadomości z działu „Hydrostatyka i aerostatyka”.
- 3.7. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Hydrostatyka i aerostatyka”.

Dział 4: „Kinematyka”

- 4.1. Zapoznanie z najważniejszymi pojęciami w kinematyce:
- względność ruchu,
 - układ odniesienia,
 - tor i droga,
 - prędkość (symbol, jednostka),
 - klasyfikacja ruchu;
- 4.2. Identyfikacja ruchu jednostajnego prostoliniowego:
- ruch jednostajny prostoliniowy,

- związek prędkości, drogi i czasu,
 - zamiana km/h na m/s i odwrotnie,
 - wykresy ruchu w układzie współrzędnych $v(t)$, $s(t)$;
- 4.3. Identyfikacja ruchu zmiennego:
- średnia wartość prędkości w ruchu niejednostajnym,
 - ruch jednostajnie zmienny (przyspieszony, opóźniony),
 - przyspieszenie (symbol i jednostka),
 - wykres ruchu w układzie współrzędnych $v(t)$, $s(t)$, $a(t)$;
- 4.4. Zapoznanie z problematyką zadaniową dla ruchu zmiennego:
- zadania dotyczące ruchu zmiennego;
- 4.5. Zapoznanie z problematyką zadaniową przedstawioną na wykresach ruchu, dla ruchu jednostajnego oraz zmiennego:
- zadania dotyczące ruchu jednostajnego i jednostajnie zmiennego, przedstawione na wykresach w układzie współrzędnych $v(t)$, $s(t)$, $a(t)$;
- 4.6. Zapoznanie z aplikacjami umożliwiającymi zbadanie ruchu:
- wybrane aplikacje umożliwiające zbadanie ruchu;
- 4.7. Powtórzenie wiadomości z działu „Kinematyka”.
- 4.8. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Kinematyka”.

Dział 5: „Dynamika”

- 5.1. Wpływ równoważących się sił na ruch ciała:
- siła (symbol, jednostka),
 - siła wypadkowa, siła równoważąca,
 - bezwładność ciała: definicja I zasady dynamiki Newtona,
 - zastosowanie I zasady dynamiki Newtona,
 - doświadczenia przedstawiające I zasadę dynamiki Newtona,
 - znaczenie i obserwacja bezwładności ciał (w tym przykład balona z helem);
- 5.2. Parametry ruchu ciała pod wpływem siły wypadkowej:
- siła wypadkowa,
 - działanie na ciało siły wypadkowej: definicja II zasady dynamiki Newtona,
 - zastosowanie II zasady dynamiki Newtona,
 - doświadczenia przedstawiające II zasadę dynamiki Newtona,
 - związek przyspieszenia, siły i masy,
 - zadania z treścią dotyczące związku przyspieszenia, siły i masy,
 - jednostka siły,
 - wprost proporcjonalna zależność siły i przyspieszenia,
 - odwrotnie proporcjonalna zależność masy i przyspieszenia;
- 5.3. Zasada wzajemnego oddziaływania dwóch ciał:
- akcja – reakcja: III zasada dynamiki Newtona,

- zastosowanie III zasady dynamiki Newtona,
- doświadczenie przedstawiające III zasadę dynamiki Newtona (dwa siłomierze),
- cechy siły akcji i reakcji,
- zjawisko odrzutu,
- doświadczenie przedstawiające zjawisko odrzutu;

5.4. Parametry ciała związane z jego swobodnym spadkiem:

- rodzaj ruchu w przypadku spadku swobodnego ciała,
- czas swobodnego spadku ciała,
- doświadczenie sprawdzające wpływ masy ciała na czas spadania,
- prędkość podczas spadku swobodnego,
- przyspieszenie ciał swobodnie spadających;

5.5. Doświadczalne sprawdzenie zasad dynamiki Newtona:

- doświadczenia podsumowujące zdobyte informacje podczas wcześniejszych lekcji dotyczące trzech zasad dynamiki Newtona, spadku swobodnego, bezwładności ciał;

5.6. Rodzaje sił przeciwdziałających ruchowi:

- opory ruchu,
- siła tarcia,
- tarcie statyczne, kinetyczne,
- związek siły tarcia i siły nacisku, współczynnik tarcia,
- opór powietrza,
- pozytywne znaczenie tarcia,
- negatywne znaczenia tarcia;

Dział 6: „Praca, moc, energia”

6.1. Identyfikacja pojęcia pracy i energii:

- formy energii,
- praca w sensie fizycznym,
- praca (symbol, jednostka),
- związek pracy, drogi i siły;

6.2. Poznanie pojęcia mocy:

- moc (symbol, jednostka),
- związek mocy, pracy, czasu;

6.3. Zapoznanie z pojęciem energii potencjalnej grawitacji i energii potencjalnej sprężystości:

- energia mechaniczna,
- energia potencjalna ciężkości (wzór, zastosowanie),
- energia potencjalna sprężystości (wzór, zastosowanie);

6.4. Zapoznanie z pojęciem energii kinetycznej:

- energia mechaniczna,
- energia kinetyczna (wzór, zastosowanie);

- 6.5. Sformułowanie zasady zachowania energii mechanicznej w układzie izolowanym:
- przemiany energii,
 - zasada zachowania energii mechanicznej,
 - układ izolowany;
- 6.6. Wykonanie pomiarów oraz obliczenie pracy, mocy, energii:
- pomiary wybranych wielkości fizycznych,
 - obliczenie energii potencjalnej ciężkości, energii kinetycznej;
- 6.7. Powtórzenie wiadomości z działu „Praca, moc, energia”.
- 6.8. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Praca, moc, energia”.

Dział 7: „Termodynamika”

- 7.1. Identyfikacja pojęć energii wewnętrznej i temperatury:
- energia wewnętrzna,
 - temperatura,
 - temperatura zera bezwzględnego,
 - skale temperatury (Celsjusza, Kelwina, Fahrenheita),
 - przeliczanie stopni Celsjusza na Kelwiny i odwrotnie;
- 7.2. Poznanie sposobów zmiany energii wewnętrznej:
- zamiana energii wewnętrznej w wyniku wykonania pracy,
 - zamiana energii wewnętrznej w wyniku przepływu ciepła,
 - definicja ciepła,
 - I zasada termodynamiki;
- 7.3. Zapoznanie ze sposobami przekazywania ciepła między ciałami:
- przewodnik,
 - izolator, rola izolacji cieplnej,
 - sposoby przekazywania ciepła (przewodnictwo, konwekcja, promieniowanie);
- 7.4. Identyfikacja pojęcia ciepła właściwego:
- ciepło właściwe (symbol, jednostka),
 - obliczanie pobranego ciepła,
 - wyznaczenie ciepła właściwego;
- 7.5. Doświadczalne wyznaczenie ciepła właściwego dla wybranych substancji:
- doświadczalne wyznaczenie ciepła właściwego wody;
- 7.6. Analiza procesów zmiany stanów skupienia ciał:
- kryształy, ciała amorficzne,
 - zmiany stanów skupienia ciał (topnienie, krzepnięcie, parowanie, skraplanie, sublimacja, resublimacja),
 - parametry wpływające na szybkość parowania;
- 7.7. Powtórzenie wiadomości z działu „Termodynamika”.
- 7.8. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Termodynamika”.

3.3. Propozycja rozwiązań metodycznych dla klasy 7 („rozkład materiału”)

Dział nr 1: Pierwsze spotkanie z fizyką (9 jednostek tematycznych / 10 godzin)

Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej)	Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK
Temat 1: Przepisy BHP w klasopracowni fizyki. Wymagania edukacyjne (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania obserwacji, pomiarów i doświadczeń (I.9) - zapoznał się ze szkolnym systemem oceniania i wymaganiami edukacyjnymi z fizyki - zalicza fizykę do nauk przyrodniczych	- TIK – przedstawienie uczniom skali świata: <i>The scale of the Universe 2</i> - Doświadczenie: półkule magdeburskie. - Ustalenie wspólnie z uczniami platformy edukacyjnej do pracy on-line, gdzie będą umieszczane dodatkowe zadania i inne materiały do lekcji.
Temat 2: Czym zajmuje się fizyka? (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - rozdziela pojęcia obserwacja, pomiar, doświadczenie (I.3) - przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów (I.3) - rozdziela i podaje przykłady ciał fizycznych i substancji fizycznych - korzysta z przyrządów fizycznych - podaje przykłady powiązań fizyki z życiem codziennym - przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania obserwacji, pomiarów i doświadczeń (I.9)	- TIK – <i>Mentimeter</i>: uzyskanie odpowiedzi na pytanie: czym zajmuje się fizyka? - Wykonanie następujących czynności i zdefiniowanie przez uczniów pojęć: – pomiar: pomiar temperatury z użyciem termometru, pomiar długości ołówka, – obserwacja: obserwacja pogody, – doświadczenie: dyfuzja (KMnO_4 + woda). - Podstawowe pojęcia fizyczne: ciało fizyczne a substancja fizyczna – doświadczenie: zaprezentowanie kilku ciał fizycznych i dopasowanie do nich substancji (butelka, krzesło, szyba i inne propozycje uczniów). - TIK – przedstawienie uczniom różnych symulacji doświadczeń. Pogadanka z uczniami: czy wszystkie doświadczenia jesteśmy w stanie wykonać na lekcji lub w laboratorium? https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_vlneni&l=pl oraz https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_vytah&l=pl - TIK – zadanie domowe dla chętnych uczniów. Poszukaj w dostępnych źródłach (w tym w Internecie) i opisz najciekawsze doświadczenie fizyczne. Zadanie należy oddać na wspólnej platformie edukacyjnej.
Temat 3: Zamiana jednostek oraz sposób zapisu wielkości fizycznej? (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: - wyraża wielkości fizyczne w odpowiadających im jednostkach w układzie SI - przelicza jednostki czasu, masy i długości - przelicza wielokrotności i podwielokrotności (mikro-, mili-, centy-, hekto-, kilo-, mega-) (I.7)	- Ćwiczenia – zamiana jednostek długości, czasu i masy. - TIK – podsumowanie zamiany jednostek: test <i>Kahoot!</i> - TIK – zadanie domowe dla chętnych uczniów zamieszczone na wspólnej platformie edukacyjnej. Bajka o królu, szachach i ziarnach pszenicy – magia liczb: http://www.copernikids.pl/matematyka/krol-i-szachy
Temat 4: Projektujemy i wykonujemy proste doświadczenia fizyczne (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów (I.4)	TIK – doświadczenie: podział uczniów na 6 grup, każda grupa wykonuje inne doświadczenie zgodnie z opisem, używając przyrządów fizycznych oraz aplikacji dostępnych na smartfona (<i>linijka, weight scale estimator, stoper</i>):

- wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu (I.2) - przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych (I.6) - posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności (I.5) - wyznacza doświadczalnie masę, czas, długość - korzysta z aplikacji służących do pomiarów - przestrzega zasad BHP podczas wykonywania doświadczeń (I.9)	- zmierzenie długości wybranego ciała fizycznego (np. gumki do mazania) za pomocą linijki, - zmierzenie długości ciała fizycznego (np. gumki do mazania) za pomocą <i>linijki</i> (aplikacja na smartfona), - zmierzenie czasu spadania ciała po równi pochyłej za pomocą zegarka, - zmierzenie czasu spadania ciała po równi pochyłej za pomocą <i>stopera</i> (aplikacja na smartfona), - zważenie ciała fizycznego za pomocą wagi, - zważenie ciała fizycznego za pomocą <i>wagi</i> (aplikacja na smartfona). Należy wykonać 5 powtórzeń pomiarów – uczniowie wyciągają średnią ze wszystkich pomiarów, a wynik zaokrągla do części setnych, dziesiętnych i jednostki. - Niepewność pomiarowa oraz cyfry znaczące – ćwiczenia. - Burza mózgów: tradycyjne a nowoczesne metody pomiarów; nakierowanie dyskusji, iż znajomość metod nowoczesnych jest potrzebą dzisiejszego świata natomiast znajomość tradycyjnych metod, będących dalej w użyciu, jest obowiązkiem każdego człowieka.
Temat 5: Rodzaje oddziaływań i ich wzajemność (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - podaje przykłady oddziaływań i je nazywa - dzieli skutki oddziaływań na statyczne i dynamiczne - charakteryzuje wzajemność oddziaływań - bada oddziaływanie zgodnie z opisem doświadczenia - podaje przykłady statycznych i dynamicznych skutków oddziaływań - wymienia skutki oddziaływań w życiu codziennym	- Doświadczenie: pokaz oddziaływań, a następnie próba samodzielnego nazwania oddziaływania przez uczniów: - grawitacyjnego (spadająca piłka), - sprężystego (zgniatanie plasteliny i gąbki, rozciąganie sprężyny), - magnetycznego (oddziaływanie dwóch magnesów, przyciąganie szpilek), - elektrostatycznego (działanie maszyny elektrostatycznej, elektryzowanie linijki, balonów). - Dyskusja: analiza skutków oddziaływań; ukierunkowanie dyskusji na podział skutków oddziaływań na statyczne i dynamiczne. - Doświadczenie: wzajemność oddziaływań, demonstracja zaczepionych wzajemnie siłomierzy. - TIK – podsumowanie lekcji <i>Wordwall</i> (dopasuj do każdego opisu sytuacji prawidłowy rodzaj oddziaływania).
Temat 6: Siła i jej cechy (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - określa siłę jako miarę oddziaływań - stosuje pojęcie siły jako działania skierowanego (wektor) - wskazuje wartość, kierunek i zwrot wektora siły; posługuje się jednostką siły (II.10) - rozróżnia pojęcia: wielkość wektorowa oraz skalarna - rysuje wektor siły - rozpoznaje i nazywa siły, podaje ich przykłady w różnych sytuacjach praktycznych (siły: ciężkości, nacisku, sprężystości, oporów ruchu) (II.11)	- TIK – interaktywny film: czym jest siła?: https://www.echalk.co.uk/Science/physics/forces/NGfL_forces/startHere.html - Doświadczenie: wyznaczenie wartości siły za pomocą siłomierza. - Zadanie domowe dla chętnych uczniów: wykonanie własnego siłomierza – przykładowa instrukcja: https://epodreczniki.pl/a/sila-jako-miara-oddziaływan-rownowaga-sil-sila-wypadkowa-wyznaczanie-sily-wypadkowej/DZGzFHWat

- wyznacza wartość siły za pomocą siłomierza albo wagi analogowej lub cyfrowej (II.18c) - buduje własny siłomierz	
Temat 7: Siła wypadkowa a siła równoważąca (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - wyznacza i rysuje siłę wypadkową dla sił o jednakowych kierunkach; opisuje i rysuje siły, które się równoważą (II.12) - podaje cechy siły wypadkowej i siły równoważącej - opisuje zachowanie ciała pod wpływem siły wypadkowej i równoważącej - podaje przykłady z życia codziennego, gdzie występują siła wypadkowa i równoważąca	- TIK – symulacja działania siły wypadkowej: https://phet.colorado.edu/en/simulation/forces-1d - TIK – interaktywne ćwiczenie, „dorysuj siłę wypadkową”: https://www.geogebra.org/m/w933k6tm - TIK – interaktywne ćwiczenie, „do narysowanej siły dorysuj siłę ją równoważącą”: https://www.geogebra.org/m/p4pgkmjy - Ćwiczenia przygotowane przez nauczyciela: siła wypadkowa i siła równoważąca. - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 8: Powtórzenie wiadomości z działu „Pierwsze spotkanie z fizyką” (1 godzina lekcyjna).	
	- TIK – klasowa interaktywna zabawa „Kółko fortuny” (Wordwall) - Losowanie uczniów do odpowiedzi: https://www.online-stopwatch.com/random-number-generators/ - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 9: Sprawdzenie wiadomości z działu „Pierwsze spotkanie z fizyką” (1 godzina lekcyjna).	

Dział nr 2: Właściwości i budowa materii (9 jednostek tematycznych / 9 lekcji)

Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej)	Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK
Temat 1: Podstawowy składnik materii – atom. Łączenie się atomów w cząsteczki (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - wyjaśnia pojęcia atomu i cząsteczki - wykonuje doświadczenia potwierdzające cząsteczkową budowę materii - wskazuje przykłady świadczące o cząsteczkowej budowie materii - wyjaśnia oraz podaje przykłady zjawiska dyfuzji - doświadczalnie przedstawia zjawisko dyfuzji	- TIK – prezentacja filmu dotyczącego atomów i cząsteczek wraz z umieszczonymi pytaniami w trakcie filmu: film:https://www.youtube.com/watch?v=WLY0MqbZoRM - montaż filmu wraz z pytaniami: https://edpuzzle.com/ - Doświadczenie: zjawisko dyfuzji w cieczach i gazach. - TIK – gra dydaktyczna dotycząca budowy atomu: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pl.html
Temat 2: Budowa i właściwości ciał stałych, cieczy i gazów (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - podaje przykłady substancji w trzech stanach skupienia - opisuje różnice w budowie wewnętrznej ciał stałych, cieczy i gazów - podaje przykłady ciał stałych: kruchych, sprężystych i plastycznych, opisuje różnice w budowie - opisuje właściwości ciał stałych, cieczy i gazów	- TIK – symulacja obrazująca budowę ciał stałych, cieczy i gazów: https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pl.html - Wykonanie prostych doświadczeń, dzięki którym można wskazać cechy charakterystyczne ciał stałych, cieczy i gazów. - TIK – podsumowanie lekcji: „przyporządkuj odpowiednio cechy ciał stałych, cieczy i gazów” – Quizizz.
Temat 3: Oddziaływania międzycząsteczkowe (1 godzina lekcyjna).	

Uczeń: - wymienia oddziaływania międzycząsteczkowe (siły spójności i przylegania) - wskazuje, kiedy działają siły spójności, a kiedy przylegania - opisuje skutki oddziaływań międzycząsteczkowych - opisuje zjawisko napięcia powierzchniowego (V.8) - demonstruje zjawisko napięcia powierzchniowego (V.9a) - ilustruje istnienie sił spójności i w tym kontekście tłumaczy formowanie się kropli (V.8) - podaje przykłady występowania napięcia powierzchniowego	- TIK – prezentacja zdjęć przedstawiających oddziaływania międzycząsteczkowe (np. krople wody na szybie, menisk, nartnik na powierzchni wody). - TIK – podział uczniów na grupy z użyciem strony: https://www.online-stopwatch.com/random-number-generators/ Po ustaleniu grup reprezentant każdej grupy losuje kod QR z doświadczeniem do przygotowania na następną lekcję. Opis doświadczeń dostępny będzie również na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 4: Oddziaływania międzycząsteczkowe – wykonujemy doświadczenia (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - projektuje i wykonuje doświadczenia przedstawiające skutki oddziaływań międzycząsteczkowych - demonstruje zjawisko napięcia powierzchniowego (V.9a) - ocenia wpływ detergentu na napięcie międzycząsteczkowe - wymienia inne czynniki, zmniejszające napięcie powierzchniowe wody	TIK – kontynuacja lekcji z kodami QR, doświadczenia dotyczące oddziaływań międzycząsteczkowych (łączenie strużki wody z butelki, sklejenie dwóch płyt CD za pomocą wody, badanie napięcia powierzchniowego i inne).
Temat 5: Czy masa i ciężar to to samo? (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - wyjaśnia różnicę pomiędzy masą a ciężarem - posługuje się pojęciem masy wraz z jednostką w układzie SI - posługuje się pojęciem siły ciężkości; stosuje do obliczeń związek między siłą, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym (II.17) - wyjaśnia zależność wprost proporcjonalną - doświadczalnie wyznacza ciężar ciała	- Wyznaczenie ciężaru ciała z użyciem siłomierza. - Przedstawienie schematu rozwiązywania zadań rachunkowych. - Rozwiązywanie zadań rachunkowych z użyciem wzoru $F = m \cdot g$. - TIK – nagranie z kosmosu: https://www.youtube.com/watch?v=UyFYgeE32f0
Temat 6: Gęstość (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - posługuje się pojęciem masy i gęstości oraz ich jednostkami (V.I) - przelicza jednostki gęstości - analizuje różnice gęstości substancji w różnych stanach skupienia wynikające z budowy mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów (V.I) - stosuje do obliczeń związek gęstości z masą i objętością (V.2) - znajduje w dostępnych źródłach gęstość wybranej substancji	- Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela z użyciem wzoru $d = \frac{m}{V}$. - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 7: Wyznaczamy gęstość ciał stałych i cieczy (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - wyznacza długość, masę, objętość (również objętość ciała o nieregularnym kształcie) - doświadczalnie wyznacza gęstość substancji, z jakiej wykonany jest przedmiot o kształcie regularnym, za pomocą wagi i przymiaru lub o	- Doświadczenia: - wyznaczenie gęstości ciał stałych o regularnym kształcie, - wyznaczenie gęstości ciał stałych o nieregularnym kształcie, - wyznaczenie gęstości cieczy.

nieregularnym kształcie za pomocą wagi, cieczy i cylindra miarowego (V.9d)	
• przestrzega zasad BHP	
Temat 8: Podsumowanie wiadomości z działu „Właściwości i budowa materii” (1 godzina lekcyjna).	
	- Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela. - TIK – <i>escape room</i> utworzony w aplikacji <i>Genially</i>. - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 9: Sprawdzian wiadomości z działu „Właściwości i budowa materii” (1 godzina lekcyjna).	

Dział nr 3: Hydrostatyka i aerostatyka (7 jednostek tematycznych / 8 lekcji)

Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej)	Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK
Temat 1: Siła nacisku na podłoże. Parcie i ciśnienie (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń - posługuje się pojęciem parcia (nacisku) oraz pojęciem ciśnienia w cieczach i gazach wraz z jego jednostką (V.3) - stosuje do obliczeń związek między parciem a ciśnieniem (V.3) - przelicza jednostki ciśnienia - wyjaśnia, czym różni się parcie od siły nacisku - doświadczalnie sprawdza zależność ciśnienia od pola powierzchni	- TIK – <i>Mentimeter</i>, uzyskanie odpowiedzi na pytanie: czym będziemy zajmować się w dziale hydrostatyka i aerostatyka? Skojarzenia ze słowem hydrostatyka i aerostatyka. - Doświadczenie z mąką i ciałem w kształcie prostopadłościanu (doświadczenie nr 27 z podręcznika „Spotkanie z fizyką”). - Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzoru $p = \frac{F}{S}$. - TIK – zadanie domowe, zapoznaj się z filmem przed następną lekcją (link zostanie umieszczony na klasowej platformie edukacyjnej): https://www.youtube.com/watch?v=01OuRHP9Epc - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 2: Ciśnienie hydrostatyczne i ciśnienie atmosferyczne (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - posługuje się pojęciem ciśnienia atmosferycznego (V.4) - stosuje do obliczeń związek między ciśnieniem hydrostatycznym a wysokością słupa cieczy i jej gęstością (V.6) - potrafi wymienić urządzenia do pomiaru ciśnienia atmosferycznego - opisuje zależność między ciśnieniem atmosferycznym a wysokością nad poziomem morza - doświadczalnie demonstruje istnienie ciśnienia atmosferycznego (V.9a) - doświadczalnie demonstruje zależność ciśnienia hydrostatycznego od wysokości słupa cieczy (V.9b) - wyjaśnia wpływ ciśnienia atmosferycznego na organizm ludzki	- Doświadczenie „butelka Pascala”: czy ciśnienie hydrostatyczne zależy od wysokości cieczy? + TIK animacja przedstawiająca „butelkę Pascala”: http://radiolatorium.pl/?idd=10&rok=2022&page=0&page=1 - TIK – pogadanka z uczniami na temat filmu z zadania domowego. - Doświadczalne wykazanie ciśnienia atmosferycznego (doświadczenie z jajkiem i butelką lub butelką i rękawiczką lub doświadczenie z pompą próżniową i balonem). - Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela z użyciem wzoru $p = d \cdot g \cdot h$. - Zadanie domowe dla chętnych: czy można napić się wody przez rurkę na Księżycu? Dlaczego Pascal, napełniając wodą cienką rurką przymocowaną do beczki, spowodował jej pęknięcie? Rurka zawieszona była na wysokości około 2 piętra. - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 3: Prawo Pascala (1 godzina lekcyjna).	

Uczeń: • posługuje się prawem Pascala, zgodnie z którym zwiększenie ciśnienia zewnętrznego powoduje jednakowy przyrost ciśnienia w całej objętości cieczy lub gazu (V.5) • demonstruje prawo Pascala (V.9b) • podaje przykłady zastosowania prawa Pascala • opisuje zastosowanie prawa Pascala w prasie hydraulicznej, układach hamulcowych • wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; ilustruje je w różnych postaciach (I.1)	• Doświadczenie: demonstracja prawa Pascala + TIK animacja demonstrująca prawo Pascala: http://radiolatorium.pl/?idd=10&rok=2022&page=0&page=1 lub https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_pascal&l=pl • TIK – praca w grupach: uczniowie zostają podzieleni na grupy, każda grupa dostaje jedno zastosowanie prawa Pascala w praktyce: prasa pneumatyczna, układ hamulcowy, pompka rowerowa, prasa hydrauliczna. Uczniowie, korzystając z Internetu, szukają informacji o zastosowaniu prawa Pascala w danym urządzeniu. Następnie prezentują zdobyte informacje. • TIK – prezentacja zasady działania prasy hydraulicznej, układu hamulcowego oraz nurka Kartezjusza, prasa hydrauliczna: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_lis&l=pl lub https://www.geogebra.org/m/tz5fmsuz układ hamulcowy: https://www.youtube.com/watch?v=jtOAf1auVF8 nurek Kartezjusza: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=mech_kartezian&l=pl • Zadanie domowe dla chętnych: wykonać prasę hydrauliczną lub nurka Kartezjusza.
Temat 4: Eureka! Prawo Archimidesa (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: • nazywa siłę wyporu, wie, od czego zależy ta siła • podaje przykłady występowania siły wyporu w codziennym życiu • analizuje siły działające na ciała zanurzone w cieczach lub gazach, posługując się pojęciem siły wyporu i prawem Archimidesa (V.7) • potrafi przedstawić siłę wyporu w postaci wektora • analizuje siły działające na ciało zanurzone w cieczach lub gazach • rozwiązuje zadania obliczeniowe z użyciem wzoru na siłę wyporu • demonstruje prawo Archimidesa i na tej podstawie analizuje pływanie ciał (V.9c) • posługuje się i przekształca wzór na siłę wyporu $F = d \cdot g \cdot V$ • rozwiązuje zadania z wykorzystaniem prawa Archimidesa	• TIK – co to jest wyporność? https://mocomi.com/buoyancy/ • Doświadczenie: prawo Archimidesa + symulacja TIK: http://radiolatorium.pl/?idd=10&rok=2022&page=0&page=1 • Doświadczenie: topienie jajka. • Rozwiązywanie zadań z użyciem wzoru $F = d \cdot g \cdot V$. • TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 5: Kiedy ciało pływa, a kiedy tonie? (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • opisuje warunki pływania ciał • potrafi narysować siły działające na ciało zanurzone w wodzie • analizuje siły działające na ciało zanurzone w cieczach lub gazach, posługując się pojęciem siły wyporu i prawem Archimidesa (V.7)	• TIK – symulacja działania siły wyporu: https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_pl.html • TIK – gra dydaktyczna, na podstawie gęstości ciała fizycznego i cieczy należy przewidzieć, czy ciało zatoni, czy unosi się w cieczy: https://phet.colorado.edu/en/simulations/buoyancy

- demonstruje prawo Archimiedesa i na tej podstawie analizuje pływanie ciał (V.9c) - wyznacza gęstość cieczy lub ciał stałych - podaje przykłady zastosowania prawa Archimiedesa	Doświadczenie: dlaczego puszka z colą light unosi się na wodzie, a puszka z colą zwykłą tonie?
Temat 6: Powtórzenie wiadomości z działu „Hydrostatyka i aerostatyka” (1 godzina lekcyjna).	
	- TIK – symulacja paradoksu hydrostatycznego: http://e-doswiadczenia.mif.pg.gda.pl/e_doswiadczenia-pl (mechanika cieczy). - TIK – utworzenie wspólnej mapy myśli podsumowującej dział, np. w aplikacji <i>Miro</i>. - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 7: Sprawdzenie wiadomości z działu „Hydrostatyka i aerostatyka” (1 godzina lekcyjna).	

Dział nr 4: Kinematyka (8 jednostek tematycznych / 9 lekcji)

Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej)	Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK
Temat 1: Jakim ruchem może poruszać się ciało? (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - opisuje i wskazuje przykłady względności ruchu (II.1) - odróżnia pojęcia tor i droga (II.2) - przelicza jednostki czasu (sekunda, minuta, godzina) (II.3) - dzieli ruch na jednostajny i jednostajnie zmienny (przyspieszony lub opóźniony) - odróżnia ruch prostoliniowy od krzywoliniowego	- TIK – symulacja różnych rodzajów ruchu; nazywanie i opis przez uczniów ruchu występującego podczas symulacji: https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/1-D-Kinematics/Name-That-Motion/Name-That-Motion-Interactive - TIK – symulacja droga a przemieszczenie: https://phet.colorado.edu/en/simulation/moving-man - TIK – symulacja ruchów: jednostajny, jednostajnie zmienny: https://www.edukator.pl/simulations/Seilias/omali.html?fbclid=IwAR1oOrus0wJHYRRdEA-allMmtZiMOTAJ-gRZN8nAKXT3XIyHjEqGD7l_ZDBS4 lub https://www.walter-fendt.de/html5/phpl/acceleration_pl.htm lub https://phet.colorado.edu/sims/cheerj/moving-man/latest/moving-man.html?simulation=moving-man - TIK – ruch prostoliniowy i ruch krzywoliniowy: https://www.geogebra.org/m/j6nw6vxj
Temat 2: Ruch jednostajny prostoliniowy (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: - wyjaśnia, kiedy ciało porusza się ruchem jednostajnym - posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu prostoliniowego; oblicza jej wartość i przelicza jednostki (II.4) - stosuje do obliczeń związek prędkości z drogą i czasem, w którym została przebyta (II.4) - nazywa ruchem jednostajnym ruch, w którym droga przebyta w jednostkowych przedziałach czasu jest stała (II.5)	- Doświadczenie: badanie ruchu kropli oleju w wodzie (lub inne doświadczenie prezentujące ruch jednostajny). - TIK – analiza wykresów ruchu: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=mech_pohyb&l=pl - TIK – zamiana jednostek prędkości: https://www.geogebra.org/m/dwe7wree - Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzoru $v = \frac{s}{t}$.

• wyjaśnia, dlaczego prędkość jest wielkością wektorową • rysuje wykresy $v(t)$ oraz $s(t)$ ruchu jednostajnego • odczytuje prędkość, przebytą drogę z wykresu zależności $v(t)$ i $s(t)$ • posługuje się proporcjonalnością prostą zależności drogi i czasu • rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu (I.8) • doświadczalnie bada ruch jednostajny	• TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 3: Ruch prostoliniowy zmienny (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • wyjaśnia, kiedy ciało porusza się ruchem jednostajnie zmiennym • odróżnia ruch jednostajnie zmienny od niejednostajnie zmiennego • rozróżnia pojęcia prędkość średnia i prędkość chwilowa • nazywa ruchem jednostajnie przyspieszonym ruch, w którym wartość prędkości rośnie w jednostkowych przedziałach czasu o tę samą wartość, a ruchem jednostajnie opóźnionym, ruch, w którym wartość prędkości maleje w jednostkowych przedziałach czasu o tę samą wartość (II.7) • posługuje się pojęciem przyspieszenia do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego i jednostajnie opóźnionego; wyznacza wartość przyspieszenia wraz z jednostką (II.8) • stosuje do obliczeń związek przyspieszenia ze zmianą prędkości i czasem, w którym ta zmiana nastąpiła ($a = \frac{\Delta v}{t}$,) (II.8) • potrafi narysować wykresy $v(t)$ oraz $a(t)$ ruchu jednostajnie zmiennego • posługuje się wykresem $v(t)$ w celu wyznaczenia zmiany prędkości i przyspieszenia;	• TIK – symulacja ruchu jednostajnie przyspieszonego: https://www.walter-fendt.de/html5/phys/acceleration_pl.htm • TIK – analiza wykresów ruchu: https://www.vascak.cz/data/android/physicschool/templateimg.php?s=mech_pohyb&l=pl • Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzoru $a = \frac{\Delta v}{t}$. • TIK – zadanie domowe dla chętnych uczniów: twoja droga do szkoły. Korzystając z aplikacji <i>Phyphox</i>, narzędzia <i>Położenie/Location (GPS)</i>, zarejestruj swoją drogę z domu do szkoły. Następnie na klasowej platformie edukacyjnej odnajdziesz karty pracy do pomiarów wykonanych dzięki aplikacji <i>Phyphox</i>. Uzupełnij karty pracy, przedstawiając podstawowe parametry swojego ruchu uwzględnione w kartach pracy.
Temat 4: Rozwiązywanie zadań – ruch jednostajnie zmienny (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • rozwiązuje zadania z użyciem wzoru $a = \frac{\Delta v}{t}$, posługuje się związkiem przyspieszenia ze zmianą prędkości i czasem • wyznacza wartość przyspieszenia	• Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzoru $a = \frac{\Delta v}{t}$. • TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 5: Analiza wykresów ruchu jednostajnego oraz jednostajnie przyspieszonego (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • identyfikuje ruch na podstawie wykresu • odczytuje z wykresów $s(t)$, $v(t)$, $a(t)$ niezbędne dane (np. prędkość, droga, czas, przyspieszenie) • wyznacza wartość prędkości i drogę z wykresów zależności prędkości i drogi od czasu dla ruchu prostoliniowego oraz rysuje te wykresy na podstawie podanych informacji (II.6)	• Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, dotyczących wykresów ruchu jednostajnego oraz jednostajnie zmiennego.

- wyznacza zmianę prędkości i przyspieszenie z wykresów zależności prędkości od czasu dla ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego (przyspieszonego lub opóźnionego) (II.9) - rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu (I.9) - samodzielnie tworzy wykresy na podstawie danych	
Temat 6: Lekcja w terenie lub analiza ruchu z programem Tracker (w zależności od warunków atmosferycznych) (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: wyznacza prędkość z pomiaru czasu i drogi z użyciem przyrządów analogowych lub cyfrowych bądź oprogramowania do pomiarów na obrazach wideo (II.18b)	- TIK – badanie prędkości wybranych ciał – lekcja w terenie. Aplikacja na telefon <i>Prędkościomierz smart speed</i>. Aplikacja mierzy prędkość poruszających się obiektów przy pomocy ekranu dotykowego. W celu zmierzenia prędkości należy znać odległość do celu („przesuń palcem po ekranie podążając za celem”). Odległość do celu można zmierzyć przy pomocy innych aplikacji (np. <i>Smart Distance</i>, <i>Smart Measure</i>). - TIK – analiza ruchu z programem <i>Tracker</i>. Nauczyciel rozpoczyna lekcję od prezentacji obsługi programu <i>Tracker</i>. Uczniowie zostają podzieleni na grupy. Każda grupa wykonuje analizę ruchu wybranego ciała, a następnie przedstawia wyniki pracy na forum klasowym.
Temat 7: Powtórzenie wiadomości z działu „Kinematyka” (1 godzina lekcyjna).	
	- TIK – utworzenie wspólnej mapy myśli podsumowującej dział, uwzględniającej rodzaje ruchu, wzory, np. w aplikacji <i>Miro</i>. - TIK – klasowa interaktywna zabawa „Koło fortuny” (<i>Wordwall</i>). Losowanie uczniów do odpowiedzi: https://www.online-stopwatch.com/random-number-generators/ - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej. - TIK – zadanie dla chętnych uczniów, analiza ruchu w programie <i>Tracker</i>.
Temat 8: Sprawdzenie wiadomości z działu „Kinematyka” (1 godzina lekcyjna).	

Dział nr 5: Dynamika (8 jednostek tematycznych / 8 lekcji)

Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej)	Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK
Temat 1: I zasada dynamiki Newtona – zasada bezwładności (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - podaje symbol siły, jednostkę (II.10) - wskazuje wartość, kierunek i zwrot wektora siły (II.10) - posługuje się jednostką siły (II.10) - stosuje siłomierz do pomiaru siły - wyjaśnia, dlaczego siła to wielkość wektorowa (II.10) - stosuje pojęcie siły jako działania skierowanego (II.10)	- TIK – siłomierz: https://javalab.org/en/spring_scales_en/ - TIK – symulacja I zasady dynamiki Newtona – zasady bezwładności: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=mech_newton1&l=pl oraz https://www.geogebra.org/m/gtfemrm9

- wyznacza i rysuje siłę wypadkową dla sił o jednakowych kierunkach (II.12) - opisuje i rysuje siły, które się równoważą (II.12) - analizuje zachowanie się ciał na podstawie I zasady dynamiki (II.14) - potrafi wyjaśnić znaczenie I zasady dynamiki Newtona - doświadczalnie ilustruje I zasadę dynamiki Newtona (II.18a) - posługuje się pojęciem masy jako miary bezwładności ciał (II.15) - opisuje pojęcie bezwładności - podaje przykłady bezwładności w życiu codziennym	- TIK – symulacja bezwładności w układzie przyspieszonym: http://radiolatorium.pl/print_media-box.php?id_pliku=210&id=190&id_galerii=191 - TIK – czy balon z helem łamie I zasadę dynamiki Newtona? Dyskusja na podstawie obejrzanego filmu: https://www.youtube.com/watch?v=KSOKyMWg2Uc - Symulacja działania zrównoważonej siły (opcja Net Force): https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_en.html
Temat 2: Gdy siły się nie równoważą, czyli II zasada dynamiki Newtona (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - wyznacza siłę wypadkową - analizuje zachowanie się ciał na podstawie II zasady dynamiki Newtona (II.15) - wskazuje jednostkę siły i definiuje ją na podstawie II zasady dynamiki Newtona - stosuje do obliczeń związek między siłą i masą a przyspieszeniem (II.15) - doświadczalnie ilustruje II zasadę dynamiki Newtona (II.18a) - wskazuje zależność wprost proporcjonalną siły i przyspieszenia - wskazuje zależność odwrotnie proporcjonalną masy i przyspieszenia	- TIK – symulacja przedstawiająca związek siły, masy i przyspieszenia: https://javalab.org/en/force_movement_en/ - TIK – symulacja działania niezrównoważonej siły: https://www.echalk.co.uk/Science/physics/forces/NGfL_forces/startHere.html - Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzoru $a = \frac{F}{m}$ + TIK: https://www.geogebra.org/m/hcr3epy3 - TIK – gra dydaktyczna dotycząca działania sił i wypadkowej siły: https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_en.html - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 3: III zasada dynamiki Newtona (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się III zasadą dynamiki Newtona (II. 13) - wyjaśnia znaczenie III zasady dynamiki Newtona - doświadczalnie ilustruje III zasadę dynamiki Newtona (II.18a) - doświadczalnie wyznacza wartość siły za pomocą siłomierza albo wagi analogowej lub cyfrowej (II.18c) - podaje cechy sił akcji i reakcji (kierunek, zwrot, punkt przyłożenia i wartość) - tłumaczy zjawisko odrzutu	- Doświadczenie: dwa siłomierze. - TIK – symulacja dwóch siłomierzy: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=mech_newton3&l=pl - TIK – symulacja III zasady dynamiki Newtona: https://www.echalk.co.uk/Science/physics/forces/NGfL_forces/startHere.html - Doświadczenie: magnes i pręt żelazny + TIK: http://radiolatorium.pl/print_media-box.php?id_pliku=201&id=181&id_galerii=182 - Doświadczenie: zjawisko odrzutu + TIK: http://radiolatorium.pl/print_media-box.php?id_pliku=203&id=183&id_galerii=184 oraz http://radiolatorium.pl/print_media-box.php?id_pliku=209&id=189&id_galerii=190 - TIK – zjawisko odrzutu: https://www.geogebra.org/m/uzcm9gpk - Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, dotyczących III zasady dynamiki Newtona.
Temat 4: Spadek swobodny (1 godzina lekcyjna).	

Uczeń: • opisuje spadek swobodny jako przykład ruchu jednostajnie przyspieszonego (II.16) • opisuje siły (ciężkości i oporów ruchu) działające na spadające ciało • wskazuje, że czas swobodnego spadania nie zależy od masy • oblicza prędkość podczas spadku swobodnego	• TIK – nagranie <i>Apollo 15 Hammer-Feather Drop</i> (spadek swobodny, nagranie z kosmosu): https://www.youtube.com/watch?v=oYEgdZ3iEKA • TIK – animacja spadku swobodnego: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_volny_pad&l=pl • Doświadczenie: czy czas swobodnego spadania zależy od masy (dwie kartki papieru). • TIK – badanie spadku swobodnego z użyciem aplikacji <i>Phyphox</i>. • TIK – gra dydaktyczna: obliczanie wielkości fizycznych w spadku swobodnym: https://www.geogebra.org/m/hs4n9wap
Temat 5: Doświadczenia prezentujące zasady dynamiki Newtona (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • projektuje i wykonuje doświadczenia dotyczące zasad dynamiki Newtona oraz spadku swobodnego • opisuje doświadczenie i wyciąga wnioski z wykonanych doświadczeń	• Na wcześniejszych lekcjach uczniowie zostają podzieleni na grupy. Grupom zostają przydzielone odpowiednie doświadczenia, do wykonania podczas bieżącej lekcji. - TIK – podział uczniów na grupy z użyciem strony: https://www.online-stopwatch.com/random-number-generators/ - Po ustaleniu grup reprezentant każdej grupy losuje kod QR z doświadczeniem do przygotowania na następną lekcję. - Ponadto opis doświadczeń dostępny będzie na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 6: Opory ruchu. Siła tarcia (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • opisuje pojęcia tarcia i opór ruchu (II.11) • podaje przykłady oporów ruchu (II.11) • odróżnia tarcie statyczne od kinetycznego • wskazuje pozytywne oraz negatywne znaczenie tarcia • wymienia przykłady tarcia w życiu	• TIK – wstęp do lekcji: bajka dotycząca tarcia i siły odrzutu: https://www.youtube.com/watch?v=vaXLj9O0vIE • TIK – symulacja tarcia statycznego oraz tarcia kinetycznego (opcja fricton/tarcie): https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pl.html • Doświadczenie przedstawiające działanie tarcia statycznego i kinetycznego (drewniany klocek, chropowate powierzchnie, płyn do mycia naczyń). • TIK – siła tarcia kinetycznego przy przesuwaniu ciała (w poziomie): https://www.geogebra.org/m/ybpwukvf
Temat 7: Powtórzenie wiadomości z działu „Dynamika” (1 godzina lekcyjna).	
	• TIK – utworzenie wspólnej mapy myśli podsumowującej dział, uwzględniającej zasady dynamiki Newtona, opory ruchu, spadek swobodny, np. w aplikacji <i>Miro</i>. • TIK – <i>Kahoot!</i> • Zadanie dodatkowe dla chętnych uczniów: wykonać mechaniczny samochód, za pomocą którego można przedstawić działanie wszystkich trzech zasad dynamiki Newtona. Przykładowy został przedstawiony na stronie: http://www.instructables.com/id/Propeller-Powered-Car/
Temat 8: Sprawdzian wiadomości z działu „Dynamika” (1 godzina lekcyjna).	

Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej)	Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK
Temat 1: Formy energii. Czy fizyk zawsze może powiedzieć, że wykonał pracę? (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - wymienia różne formy energii - wskazuje, kiedy wykonywana jest praca w sensie fizycznym - posługuje się pojęciem pracy mechanicznej wraz z jej jednostką (III.1) - stosuje do obliczeń związek pracy z siłą i drogą, na jakiej została wykonana (III.1)	- TIK – dyskusja na temat form energii występujących w filmie: https://www.youtube.com/watch?v=mkPS5UzkOO0 - Praca z książką – uczniowie szukają różnych form energii wymienionych w tekście. - Drama – odegranie dwóch scenek tematycznych przez uczniów, przesunięcie krzesła oraz próba przesunięcia szafy. - Dyskusja – próba odpowiedzi na pytanie na temat: czy fizyk zawsze może powiedzieć, że wykonał pracę? - TIK – symulacja przedstawiająca pracę w ujęciu fizycznym: https://javalab.org/en/work-in-science/ - Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzoru $W = F \cdot s$. - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 2: Moc, czyli wykonujemy pracę w danym czasie (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - posługuje się pojęciem mocy wraz z jej jednostką (III.2) - stosuje do obliczeń związek mocy z pracą i czasem, w którym została wykonana (III.2) - odróżnia pojęcie mocy w fizyce od potocznego znaczenia słowa	- Dyskusja – próba odpowiedzi na pytania zadane przez nauczyciela: jaka jest różnica między pracą a mocą? Co ma wpływ na moc? - Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzoru $P = \frac{W}{t}$. - TIK – dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na wspólnej platformie edukacyjnej.
Temat 3: Energia potencjalna ciężkości i potencjalna sprężystości (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - wymienia rodzaje energii mechanicznej - posługuje się pojęciem energii potencjalnej grawitacji i potencjalnej sprężystości (III.3) - opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii (III.3) - wyznacza zmianę energii potencjalnej grawitacji (III.4) - wskazuje, od czego zależy energia potencjalna - wskazuje jednostkę energii w układzie SI - rozwiązuje zadania z użyciem wzoru $E_p = m \cdot g \cdot h$	- Doświadczenie: od czego zależy energia potencjalna ciężkości: - kulki o różnej masie spadające z tej samej wysokości do pudełka z mąką, - kulki o tej samej masie spadające z różnej wysokości do pudełka z mąką. - TIK – obliczenie energii potencjalnej dla sytuacji zaprezentowanych na symulacji: https://www.geogebra.org/m/hrascibe - Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzoru $E_p = m \cdot g \cdot h$. - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 4: Energia kinetyczna (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - wymienia rodzaje energii mechanicznej - opisuje, dlaczego, wykonując pracę, można zmienić energię - posługuje się pojęciem energii kinetycznej (III.3) - opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii (III.3) - wyznacza zmianę energii kinetycznej (III.4)	- TIK – praca a energia kinetyczna, gra dydaktyczna dotycząca zmiany masy, prędkości lub energii: https://www.edukator.pl/site/applet/?id=16 lub https://www.geogebra.org/m/r4cr5hg4 - Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzoru $E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$. - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.

- wskazuje, od czego zależy energia kinetyczna - wskazuje jednostkę energii w układzie SI - rozwiązuje zadania z użyciem wzoru $E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$	
Temat 5: Zasada zachowania energii mechanicznej (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń - wyjaśnia pojęcie układu izolowanego - opisuje treść zasady zachowania energii mechanicznej - wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu zjawisk oraz zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczeń (III.5)	- TIK – symulacja zasady zachowania energii mechanicznej: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_en.html lub https://www.geogebra.org/m/pgdseh7f - TIK – dyskusja dotycząca zasady zachowania energii mechanicznej: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/moving-man/latest/moving-man.html?simulation=moving-man - Dyskusja: jakie wielkości można wyznaczyć, znając zasadę zachowania energii mechanicznej? - Doświadczenie: gumowy skoczek.
Temat 6: Praca, moc, energia – wykonywanie doświadczeń (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - planuje i przeprowadza doświadczenia dotyczące energii mechanicznej - opisuje doświadczenia - wyciąga wnioski z doświadczenia	- TIK – lekcja doświadczalna. Podział uczniów na grupy z użyciem strony: https://www.online-stopwatch.com/random-number-generators/ Po ustaleniu grup reprezentant każdej grupy losuje kod QR z doświadczeniem do przygotowania. Ponadto opis doświadczeń dostępny będzie na klasowej platformie edukacyjnej. Uczniowie wykonują sprawozdanie z doświadczeń. Podczas lekcji powtórzeniowej mają za zadanie przedstawić swoje wyniki na forum klasy, korzystając z narzędzi TIK (<i>Word, Power Point</i>). - Pomiar wykonanej pracy (drewniany klocek z haczykiem, niewielki kamień, siłomierz, arkusz papieru ściernego, taśma miernicza). - Pomiar mocy (drewniany klocek z haczykiem, taśma miernicza, siłomierz, stoper). - Obliczenie prędkości spadającego z wysokości ciała o określonej masie.
Temat 7: Podsumowanie wiadomości z działu „Praca, moc, energia” (1 godzina lekcyjna).	
	- TIK – prezentacja projektów uczniów z wcześniejszej lekcji. - TIK – utworzenie wspólnej mapy myśli podsumowującej dział, uwzględniającej wzory, jednostki, np. w aplikacji <i>Miro</i>. - TIK – interaktywny test przygotowany przez nauczyciela (<i>Wordwall</i>).
Temat 8: Sprawdzian wiadomości z działu „Praca, moc, energia” (1 godzina lekcyjna).	

Dział nr 7: Termodynamika (8 jednostek tematycznych / 10 lekcji)

Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej)	Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK
Temat 1: Czym się różni energia wewnętrzna od temperatury? (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń:	TIK – <i>Mentimeter</i>: o czym będziemy się uczyć w dziale „Termodynamika”?

• Opisuje, czym jest energia wewnętrzna oraz wskazuje jednostkę w układzie SI • posługuje się pojęciem temperatury (IV.1) • rozpoznaje, że ciała o równej temperaturze pozostają w stanie równowagi termicznej (IV.1) • posługuje się skalami temperatur (Celsjusza, Kelwina, Fahrenheita); przelicza temperaturę w skali Celsjusza na temperaturę w skali Kelwina i odwrotnie (IV.2) • opisuje czym różni się energia wewnętrzna od temperatury • analizuje jakościowo związek między temperaturą a energią kinetyczną (IV.5)	• Doświadczenie: zaparzenie herbaty w zimnej i gorącej wodzie. Z czego wynika różnica? • Doświadczenie: przemiana energii wewnętrznej (gumowy skoczek). • TIK – dyskusja na podstawie symulacji: czym jest zmiana temperatury? Wpływ zmiany temperatury na szybkość cząsteczek: https://www.vascak.cz/data/android/physicschool/templateimg.php?s=mf_rozdeleni_rychlosti&l=pl lub https://www.vascak.cz/data/android/physicschool/templateimg.php?s=mf_vnitni_energie&l=pl • TIK – temperatura, zamiana jednostek: https://www.vascak.cz/data/android/physicschool/templateimg.php?s=mf_teplotni_stupnice&l=pl
Temat 2: W jaki sposób możemy zmienić energię wewnętrzną? (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • planuje i wykonuje doświadczenia prezentujące zmianę energii wewnętrznej w wyniku wykonania pracy oraz przepływu ciepła • wskazuje, że energię układu (energję wewnętrzną) można zmienić, wykonując nad nim pracę lub przekazując energię w postaci ciepła (IV.4) • wskazuje, że nie następuje przekazywanie energii w postaci ciepła między ciałami o tej samej temperaturze (IV.3) • tłumaczy, że ciała o jednakowej temperaturze pozostają w stanie równowagi termicznej • posługuje się pojęciem ciepła, wyraża go w jednostce układu SI • formułuje I zasadę termodynamiki	• TIK – animacja przedstawiająca przemiany energii: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_en.html • Doświadczenie: – zmiana energii wewnętrznej na skutek wykonania pracy (pocieranie termometru, pocieranie rąk itp.), – zmiana energii wewnętrznej w wyniku przepływu ciepła.
Temat 3: Trzy sposoby przepływu ciepła (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: • wskazuje trzy sposoby przepływu ciepła, podaje ich przykłady • opisuje zjawisko przewodnictwa cieplnego (IV.7) • rozróżnia materiały o różnym przewodnictwie; opisuje rolę izolacji cieplnej (IV.7) • opisuje ruch gazów i cieczy w zjawisku konwekcji (IV.8) • doświadczalnie demonstruje zjawisko konwekcji (IV.9a) • opisuje zjawisko promieniowania • doświadczalnie bada zjawisko przewodnictwa cieplnego i określa, który z badanych materiałów jest lepszym przewodnikiem ciepła (IV.10b)	• Dyskusja: dlaczego w piwnicy jest zimno? Gdzie w domu umieszcza się najczęściej kaloryfery? Dlaczego kaloryfery umieszcza się przy podłodze, a nie przy suficie? Dlaczego klimatyzatory wiesza się przy suficie? • Prezentacja doświadczeń przedstawiających trzy sposoby przepływu ciepła: (latająca torebka herbaty, rurka do demonstracji zjawiska konwekcji – konwekcja, nagrzewanie metalowego pręta z kawałkiem plasteliny – przewodnictwo, rozgrzewanie plasteliny pod lampką – promieniowanie). Dyskusja z uczniami na temat przeprowadzonych doświadczeń oraz sformułowanie wniosków dotyczących przewodnictwa, konwekcji i promieniowania. • Doświadczenie: które naczynie jest najlepszym przewodnikiem ciepła, a które najlepszym izolatorem? • TIK – praca z programem <i>Energy 2D</i>. Symulacja przewodnictwa cieplnego, konwekcji i promieniowania.
Temat 4: Ciepło właściwe (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń:	• Dyskusja: próba odpowiedzi uczniów na następujące pytania: co i dlaczego nagrzewa się szybciej:

• posługuje się pojęciem ciepła właściwego wraz z jego jednostką (IV.6) • wskazuje, że ciepło właściwe jest wartością stałą dla danej substancji • odszukuje w tabeli wartości ciepła właściwego danej substancji • oblicza ciepło pobrane z użyciem wzoru $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ • wymienia, od czego zależy ilość pobranego ciepła	piasek czy woda? Co i dlaczego szybciej oddaje ciepło: piasek czy woda? • Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela z użyciem wzoru $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. • TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej. • TIK – zadanie dla chętnych uczniów. Zastanowić się oraz poszukać w literaturze lub Internecie metodę, za pomocą której można wyznaczyć ciepło właściwe wody (chętni uczniowie wykonują doświadczenia na następnej lekcji).
Temat 5: Wyznaczamy ciepło właściwe wody (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • doświadczalnie wyznacza ciepło właściwe wody z użyciem czajnika elektrycznego lub grzałki o znanej mocy, termometru, cylindra miarowego lub wagi (IV.10c)	• Doświadczenie: wyznaczenie ciepła właściwego wody przy użyciu czajnika elektrycznego. Porównanie otrzymanego wyniku z danymi z literatury.
Temat 6: Zmiany stanu skupienia ciał – pobieranie czy oddawanie ciepła? (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: • rozróżnia i nazywa zmiany stanów skupienia; analizuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczenie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury (IV. 9) • wskazuje, które przemiany polegają na pobraniu, a które na oddaniu ciepła • doświadczalnie demonstruje zjawiska topnienia, wrzenia, skraplania (IV. 10a) • opisuje pojęcia kryształu oraz ciała bezpostaciowego • wymienia czynniki, od których zależy szybkość parowania • opisuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia	• TIK – prezentacja filmu dotyczącego atomów i cząsteczek wraz z umieszczonymi pytaniami w trakcie filmu: film: http://scholaris.pl/zasob/105618 montaż filmu wraz z pytaniami: https://edpuzzle.com/ • Doświadczenie: badanie ciepła topnienia lodu. • TIK – symulacja, wyjaśnienie zamarzania i topnienia na poziomie molekularnym: https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_en.html
Temat 7: Podsumowanie wiadomości z działu „Termodynamika” (1 godzina lekcyjna).	
	• TIK – <i>Plickers</i>: pytania podsumowujące dział „Termodynamika”. Nauczyciel wyświetla uczniom pytania. Zadaniem uczniów jest pokazanie kodu w kierunku urządzenia mobilnego nauczyciela. Karteczka z kodem musi być obrócona adekwatnie do udzielanej odpowiedzi (odpowiedzią do góry). Nauczyciel otrzymuje natychmiast odpowiedź zwrotną wraz z analizą odpowiedzi uczniów.
Temat 8: Sprawdzenie wiadomości z działu „Termodynamika” (1 godzina lekcyjna).	

4. Cele i treści nauczania, propozycje rozwiązań metodycznych oraz przewidywane osiągnięcia uczniów z fizyki w klasie 8 szkoły podstawowej

4.1. Ogólne i szczegółowe cele nauczania

Dział 1: „Elektrostatyka”

Cel ogólny:

Wyjaśnienie oddziaływań i właściwości ładunków elektrycznych w stanie spoczynku.

Cele szczegółowe:

- 1.1. Identyfikacja najważniejszych pojęć dotyczących budowy atomu.
- 1.2. Obserwacja procesu elektryzowania ciał.
- 1.3. Identyfikacja różnic w budowie wewnętrznej przewodników i izolatorów.
- 1.4. Poznanie sposobów elektryzowania ciał.
- 1.5. Zapoznanie z zasadą działania urządzenia do wykrywania ciał naelektryzowanych.
- 1.6. Powtórzenie wiadomości z działu „Elektrostatyka”.
- 1.7. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Elektrostatyka”.

Dział 2: „Prąd elektryczny”

Cel ogólny:

Eksplikacja najważniejszych pojęć i praw dotyczących prądu elektrycznego.

Cele szczegółowe:

- 2.1. Charakterystyka uporządkowanego ruchu ładunków elektrycznych i jego parametrów.
- 2.2. Identyfikacja pojęcia opór elektryczny i jego zależności od wybranych parametrów.
- 2.3. Graficzne przedstawienie schematów obwodów elektrycznych.
- 2.4. Tworzenie obwodów elektrycznych na podstawie schematu.
- 2.5. Poznanie pojęć praca i moc prądu elektrycznego.
- 2.6. Zapoznanie z zagadnieniami dotyczącymi energii elektrycznej.
- 2.7. Charakterystyka domowej instalacji elektrycznej.
- 2.8. Powtórzenie wiadomości z działu „Prąd elektryczny”.
- 2.9. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Prąd elektryczny”.

Dział 3: „Magnetyzm”

Cel ogólny:

Identyfikacja pojęć stosowanych w magnetyzmie oraz skutków oddziaływań magnetycznych.

Cele szczegółowe:

- 3.1. Zapoznanie z podstawowymi skutkami oddziaływań magnetycznych.
- 3.2. Wyjaśnienie właściwości magnetycznych przewodników, przez które płynie prąd elektryczny.
- 3.3. Poznanie budowy, zasady działania i zastosowania elektromagnesu.
- 3.4. Wyjaśnienie pojęcia siły magnetycznej i skutków jej działania.
- 3.5. Powtórzenie wiadomości z działu „Magnetyzm”.
- 3.6. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Magnetyzm”.

Dział 4: „Drgania i fale”

Cel ogólny:

Zapoznanie z pojęciami, przykładami i opisem drgań i fal.

Cele szczegółowe:

- 4.1. Charakterystyka ruchu drgającego.
- 4.2. Zapoznanie z graficznym sposobem opisu ruchu drgającego.
- 4.3. Określenie wpływu położenia wahadła na zmiany energii.
- 4.4. Doświadczalne określenie wpływu wybranych parametrów na okres drgań wahadła matematycznego.
- 4.5. Poznanie właściwości i parametrów charakteryzujących fale mechaniczne.
- 4.6. Zapoznanie z charakterystyką fal dźwiękowych.
- 4.7. Identyfikacja wielkości fizycznych mających wpływ na wybrane parametry dźwięku.
- 4.8. Zapoznanie z falami, których źródłem są drgające ładunki elektryczne i zmienne natężenie prądu elektrycznego.
- 4.9. Powtórzenie wiadomości z działu „Drgania i fale”.
- 4.10. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Drgania i fale”.

Dział 5: „Optyka”

Cel ogólny:

Poznanie właściwości światła i jego oddziaływań z materią.

Cele szczegółowe:

- 5.1. Identyfikacja właściwości światła.
- 5.2. Poznanie właściwości cienia i półcienia.
- 5.3. Charakterystyka zjawiska odbicia i rozproszenia światła.
- 5.4. Zapoznanie ze zjawiskiem odbicia światła w zwierciadle płaskim.
- 5.5. Zapoznanie ze zjawiskiem odbicia światła w zwierciadle sferycznym.
- 5.6. Konstrukcja obrazów powstających w zwierciadle sferycznym.
- 5.7. Zapoznanie ze zjawiskiem załamania światła.
- 5.8. Poznanie właściwości i rodzajów soczewek.
- 5.9. Konstrukcja obrazów powstających w soczewkach.
- 5.10. Charakterystyka wad wzroku i sposobu ich korekcji.
- 5.11. Identyfikacja zjawisk i złudzeń optycznych.
- 5.12. Powtórzenie wiadomości z działu „Optyka”.
- 5.13. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Optyka”.

4.2.Treści nauczania

Dział „Elektrostatyka”

- 1.1. Identyfikacja najważniejszych pojęć dotyczących budowy atomu:
 - budowa atomu (protony, neutrony, elektrony),

- ładunek elementarny (symbol, jednostka);
- 1.2. Obserwacja procesu elektryzowania ciał:
- proces elektryzowania ciał,
 - oddziaływanie elektrostatyczne,
 - doświadczenia przedstawiające proces elektryzowania ciał;
- 1.3. Identyfikacja różnic w budowie wewnętrznej przewodników i izolatorów:
- elektrony swobodne,
 - budowa wewnętrzna przewodników i izolatorów,
 - elektryzowanie przewodników;
- 1.4. Poznanie sposobów elektryzowania ciał:
- sposoby elektryzowania ciał (przez tarcie, dotyk, indukcję),
 - zasada zachowania ładunku elektrycznego;
- 1.5. Zapoznanie z zasadą działania urządzenia do wykrywania ciał naelektryzowanych:
- budowa elektroskopu,
 - wyznaczanie ładunku elektrycznego za pomocą elektroskopu;
- 1.6. Powtórzenie wiadomości z działu „Elektrostatyka”.
- 1.7. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Elektrostatyka”.

Dział „Prąd elektryczny”

- 2.1. Charakterystyka uporządkowanego ruchu ładunków elektrycznych i jego parametrów:
- przepływ prądu elektrycznego,
 - napięcie elektryczne (symbol, jednostka),
 - natężenie prądu elektrycznego (symbol, jednostka),
 - związek natężenia prądu, ładunku i czasu;
- 2.2. Identyfikacja pojęcia opór elektryczny i jego zależności od wybranych parametrów:
- opór elektryczny (symbol, jednostka),
 - zależność oporu elektrycznego przewodnika od wybranych parametrów,
 - związek oporu, napięcia i natężenia;
- 2.3. Graficzne przedstawienie schematów obwodów elektrycznych:
- podstawowe symbole elementów obwodu elektrycznego,
 - obwód szeregowy, równoległy,
 - schemat obwodu elektrycznego,
 - pomiar natężenia prądu i napięcia;
- 2.4. Tworzenie obwodów elektrycznych na podstawie schematu:
- łączenie obwodów elektrycznych na podstawie schematu;
- 2.5. Poznanie pojęć praca i moc prądu elektrycznego:
- sposoby wytwarzania energii elektrycznej,
 - przemiany energii elektrycznej w inną formę energii,
 - praca prądu elektrycznego,

- moc prądu elektrycznego,
 - zużycie prądu elektrycznego w J i kWh;
- 2.6. Zapoznanie z zagadnieniami dotyczącymi energii elektrycznej:
- źródła energii elektrycznej (odnawialne i nieodnawialne),
 - odbiorniki energii elektrycznej,
 - przemiany energii elektrycznej w inne formy energii;
- 2.7. Charakterystyka domowej instalacji elektrycznej:
- bezpieczniki,
 - prąd stały i przemienny,
 - wpływ prądu elektrycznego na organizmy żywe,
 - pierwsza pomoc w przypadku porażenia prądem elektrycznym,
 - skutki przerw w dostawie energii elektrycznej, zasilanie awaryjne;
- 2.8. Powtórzenie wiadomości z działu „Prąd elektryczny”.
- 2.9. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Prąd elektryczny”.

Dział „Magnetyzm”

- 3.1. Zapoznanie z podstawowymi skutkami oddziaływań magnetycznych:
- magnetyzm,
 - oddziaływanie magnesów,
 - kompas,
 - bieguny magnetyczne i geograficzne Ziemi,
 - ferromagnetyki,
 - magnesowanie, domeny magnetyczne;
- 3.2. Wyjaśnienie właściwości magnetycznych przewodników, przez które płynie prąd elektryczny:
- doświadczenie Oersteda,
 - oddziaływanie magnesów trwałych i przewodnika z prądem,
 - oddziaływanie magnetyczne dwóch przewodników z prądem,
 - reguła prawej dłoni;
- 3.3. Poznanie budowy, zasady działania i zastosowania elektromagnesu:
- budowa elektromagnesu,
 - zasada działania,
 - zastosowanie elektromagnesu;
- 3.4. Wyjaśnienie pojęcia siły magnetycznej i skutków jej działania:
- siła magnetyczna,
 - zależność siły magnetycznej od wybranych parametrów,
 - silnik prądu stałego;
- 3.5. Powtórzenie wiadomości z działu „Magnetyzm”.
- 3.6. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Magnetyzm”.

Dział „Drgania i fale”

4.1. Charakterystyka ruchu drgającego:

- przykłady ruchu drgającego,
- opis ruchu drgającego,
- parametry ruchu drgającego (amplituda, okres, częstotliwość),
- związek okresu i częstotliwości,
- położenie równowagi, maksymalne wychylenie z położenia równowagi;

4.2. Zapoznanie z graficznym sposobem opisu ruchu drgającego:

- wykres ruchu drgającego,
- odczytywanie wybranych wielkości fizycznych (amplituda, okres drgań) z wykresu $x(t)$ ruchu drgającego,
- związek okresu i częstotliwości;

4.3. Określenie wpływu położenia wahadła na zmiany energii:

- położenie wahadła a maksymalna / minimalna energia kinetyczna,
- położenie wahadła a maksymalna / minimalna energia potencjalna,
- przemiany energii w ruchu drgającym (energia potencjalna ciężkości, potencjalna sprężystości i kinetyczna);

4.4. Doświadczalne określenie wpływu wybranych parametrów na okres drgań wahadła matematycznego:

- wahadło matematyczne,
- wpływ wybranych parametrów na okres drgań wahadła matematycznego;

4.5. Poznanie właściwości i parametrów charakteryzujących fale mechaniczne:

- impuls falowy,
- powstawanie fali mechanicznej,
- przenoszenie energii przez falę, bez przenoszenia materii,
- ośrodek rozchodzenia się fali mechanicznej,
- źródła fali,
- wielkości charakteryzujące fale (długość fali, okres fali, częstotliwość fali, prędkość fali, amplituda fali),
- związek prędkości fali z częstotliwością (lub okresem) i długością fali;

4.6. Zapoznanie z charakterystyką fal dźwiękowych:

- źródła dźwięku,
- rozchodzenie się fali dźwiękowej,
- fala dźwiękowa jako fala mechaniczna,
- prędkość rozchodzenia się dźwięku w różnych ośrodkach;

4.7. Identyfikacja wielkości fizycznych mających wpływ na wybrane parametry dźwięku:

- zależność głośności dźwięku od amplitudy,
- zależność wysokości dźwięku od częstotliwości,
- energia fali,
- mechanizm wytwarzania dźwięków w instrumentach muzycznych,

- oscylogramy dźwięków,
 - infradźwięki i ultradźwięki (zakresy częstotliwości, zastosowanie);
- 4.8. Zapoznanie z falami, których źródłem są drgające ładunki elektryczne i zmienne natężenie prądu elektrycznego:
- źródło fali elektromagnetycznej,
 - rodzaje fal elektromagnetycznych i ich zastosowanie,
 - widmo fal elektromagnetycznych,
 - prędkość fal elektromagnetycznych;
- 4.9. Powtórzenie wiadomości z działu „Drgania i fale”.
- 4.10. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Drgania i fale”.

Dział „Optyka”

- 5.1. Identyfikacja właściwości światła:
- prędkość światła,
 - źródła światła,
 - rozchodzenie się światła,
 - ośrodek optyczny;
- 5.2. Poznanie właściwości cienia i półcienia:
- zjawisko cienia i półcienia,
 - zaćmienie Słońca i Księżyca;
- 5.3. Charakterystyka zjawiska odbicia i rozproszenia światła:
- zjawisko odbicia światła,
 - prawo odbicia, kąt padania, kąt odbicia,
 - zjawisko rozproszenia światła;
- 5.4. Zapoznanie ze zjawiskiem odbicia światła w zwierciadle płaskim:
- rodzaje zwierciadeł,
 - cechy obrazów tworzonych przez zwierciadła,
 - konstrukcja obrazów w zwierciadle płaskim;
- 5.5. Zapoznanie ze zjawiskiem odbicia światła w zwierciadle sferycznym:
- zwierciadło sferyczne wklęsłe i wypukłe,
 - oś główna, ognisko, ogniskowa, promień krzywizny zwierciadła,
 - zależność ogniskowej i promienia krzywizny;
- 5.6. Konstrukcja obrazów powstających w zwierciadle sferycznym:
- promienie światła rozproszonego (promień równoległy do osi optycznej, promień padający na zwierciadło w punkcie S, promień przechodzący przez ognisko),
 - konstrukcja obrazu i cechy obrazu;
- 5.7. Zapoznanie ze zjawiskiem załamania światła:
- prawo załamania światła,
 - kąt padania, kąt załamania,

- pryzmat (zjawisko rozszczepienia światła),
 - światło białe, światło monochromatyczne;
- 5.8. Poznanie właściwości i rodzajów soczewek:
- rodzaje soczewek (soczewki skupiające i rozpraszające),
 - ognisko i ogniskowa soczewki,
 - zdolność skupiająca soczewki;
- 5.9. Konstrukcja obrazów powstających w soczewkach:
- powiększenie obrazu,
 - charakterystyczne promienie (promień równoległy do osi optycznej, promień przechodzący przez środek soczewki, promień przechodzący przez ognisko),
 - konstrukcja i cechy obrazu;
- 5.10. Charakterystyka wad wzroku i sposobu ich korekcji:
- akomodacja,
 - wady wzroku (krótkowzroczność, dalekowzroczność, astygmatyzm),
 - soczewki korygujące,
 - zdolność skupiająca soczewki;
- 5.11. Identyfikacja zjawisk i złudzeń optycznych:
- zjawiska optyczne (miraż dolny, miraż górny, widmo Brockenu, halo),
 - złudzenia optyczne;
- 5.12. Powtórzenie wiadomości z działu „Optyka”.
- 5.13. Weryfikacja osiągniętych efektów edukacyjnych z zakresu działu „Optyka”.

4.3. Propozycja rozwiązań metodycznych dla klasy 8 („rozkład materiału”)

Dział nr 8: Elektrostatyka (7 jednostek tematycznych / 8 godzin)

Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej)	Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK
Temat 1: Budowa atomu – przypomnienie (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • opisuje budowę atomu • posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elementarnego (VI.6) • stosuje jednostkę ładunku elektrycznego (VI.6) • przelicza jednostkę ładunku elektrycznego	• TIK – gra dydaktyczna dotycząca budowy atomu: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pl.html
Temat 2: Elektryzujemy ciała – czyli przenosimy ładunek (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • opisuje, czym zajmuje się elektrostatyka • podaje przykłady elektryzowania ciał • opisuje sposoby elektryzowania ciał przez potarcie i dotyk; wskazuje, że zjawiska te polegają na przemieszczaniu elektronów (VI.1) • opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednorodnych i różnorodnych (VI.2) • doświadczalnie demonstruje zjawiska elektryzowania przez potarcie lub dotyk (VI.16a) • doświadczalnie demonstruje wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych (VI.16b)	• Proste doświadczenia polegające na elektryzowaniu ciał: elektryzowanie woreczków foliowych, elektryzowanie woreczków foliowych i papieru, próba naelektryzowania folii aluminiowej, elektryzowanie dwóch balonów, rurki plastikowej. Wspólne wyciągnięcie wniosków z doświadczeń. • TIK – symulacja elektryzowania ciał: https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_en.html • Zadanie domowe: w jaki sposób działają filtry elektrostatyczne służące do oczyszczania powietrza z

	zanieczyszczeń. Zadanie należy oddać na wspólnej platformie edukacyjnej.
Temat 3: Czy wszystkie ciała możemy naelektryzować? Przewodniki i izolatory (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - rozdziela przewodniki od izolatorów oraz wskazuje ich przykłady (VI.3) - doświadczalnie rozdziela przewodniki od izolatorów oraz wskazuje ich przykłady (VI.16c)	- Doświadczenie: w jaki sposób można naelektryzować przewodnik? - TIK – animacja przewodnik i izolator (przedstawienie różnic w ich budowie): https://javalab.org/en/conductor_and_insulator_en/ - TIK – maszyna elektrostatyczna: https://www.vascak.cz/data/android/physicschool/templateimg.php?s=ele_wimshurst&l=pl - Zadanie domowe: dlaczego nie należy przewozić i przechowywać benzyny w nieatestowanych plastikowych pojemnikach? W pojemnikach z jakiego materiału należy przewozić łatwopalne ciecze? Jak działa piorunochron? Zadanie należy oddać na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 4: Elektryzujemy ciała przez pocieranie, dotyk i indukcję (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: - opisuje sposoby elektryzowania ciał przez potarcie i dotyk; wskazuje, że zjawiska te polegają na przemieszczaniu elektronów (VI.1) - opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednorodnych i różnorodnych (VI.2) - doświadczalnie demonstruje zjawiska elektryzowania przez potarcie lub dotyk (VI.16a) - doświadczalnie demonstruje wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych (VI.16b) - opisuje przemieszczanie ładunków w przewodnikach pod wpływem oddziaływania ze strony ładunku zewnętrznego (indukcja elektrostatyczna) (VI.4) - charakteryzuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego i stosuje ją do rozwiązywania zadań	- Doświadczenia - elektryzowanie ciał przez tarcie + TIK: https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Static-Electricity/Charging/Charging-Interactive - elektryzowanie ciał przez dotyk - elektryzowanie ciał przez indukcję; doświadczenie + TIK: https://javalab.org/en/electrostatic_induction_en/ - TIK – prezentacja procesu elektryzowania: https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Static-Electricity/Aluminum-Can-Polarization/Aluminum-Can-Polarization-Interactive - Dodatkowe zadanie dla chętnych uczniów: wykonać elektroskop i zaprezentować jego działanie na następnej lekcji.
Temat 5: Elektroskop - budowa i działanie (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - opisuje budowę oraz zasadę działania elektroskopu (VI.5) - potrafi zastosować elektroskop do zbadania ładunku ciała naelektryzowanego	- Prezentacja elektroskopów wykonanych przez uczniów wraz z omówieniem zasady ich działania. - TIK – zasada działania elektroskopu: https://www.edukator.pl/site/applet/?id=64 https://javalab.org/en/electroscope_en/ - W jaki sposób za pomocą elektroskopu możemy ustalić ładunek? Doświadczenia.
Temat 6: Powtórzenie wiadomości z działu „Elektrostatyka” (1 godzina lekcyjna).	
	- TIK – escape room w aplikacji Google Forms „W elektrostatycznej krainie”. - TIK – animacja: https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage_en.html - TIK – klatka Faradaya: https://www.youtube.com/watch?v=WqvImbn9GG4&list=PL860B6886A47E5490 - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 6: Sprawdzian wiadomości z działu „Elektrostatyka” (1 godzina lekcyjna).	

Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej)	Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK
Temat 1: Co to jest prąd elektryczny? Napięcie i natężenie prądu (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - opisuje przepływ prądu w obwodach jako ruch elektronów swobodnych albo jonów w przewodnikach (VI.7) - wskazuje umowny kierunek przepływu prądu - posługuje się pojęciem natężenia prądu wraz z jego jednostką (VI.8) - stosuje do obliczeń związek między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez przekrój poprzeczny przewodnika (VI.8) - posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego jako wielkości określającej ilość energii potrzebnej do przeniesienia jednostkowego ładunku w obwodzie (VI.9) - stosuje jednostkę napięcia (VI.9)	- Dyskusja: czym jest natężenie? Porównanie natężenia prądu do natężenia ruchu ulicznego. - TIK – symulacja przepływu prądu elektrycznego: https://www.vascak.cz/data/android/physicschool/template.php?s=ele_uir&l=pl - Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzoru $I = \frac{q}{t}$. - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 2: Opór elektryczny (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako własnością przewodnika (VI.12) - stosuje do obliczeń związek między napięciem a natężeniem prądu i oporem; posługuje się jednostką oporu (VI.12)	- TIK – przedstawienie uczniom grafiki ilustrującej zależność oporu elektrycznego, napięcia i natężenia prądu. - TIK – symulacja prawa Ohma: https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_en.html - Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzoru $R = \frac{U}{I}$. - TIK – interaktywne ćwiczenie podsumowujące lekcję (Wordwall). - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 3: Rysowanie obwodów elektrycznych (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: - posługuje się symbolami graficznymi (VI.13) - rysuje schematy obwodów elektrycznych składających się z jednego źródła energii, jednego odbiornika, mierników i wyłączników (VI.13) - opisuje warunki przepływu prądu elektrycznego w obwodzie - wskazuje, z czego składa się najprostszy obwód elektryczny - rysuje połączenie szeregowe i równoległe - opisuje, w jaki sposób włącza się do obwodu amperomierz i woltomierz	- Wprowadzenie podstawowych symboli elementów obwodu elektrycznego. - TIK – symulacja tworzenia obwodu elektrycznego: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pl.html lub https://javalab.org/en/electric_circuit_en/ - TIK – podsumowanie lekcji: Kahoot! - TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 4: Tworzenie obwodów elektrycznych (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - doświadczalnie łączy według podanego schematu obwód elektryczny składający się ze źródła (akumulatora, zasilacza), odbiornika (żarówki, brzęczyka, silnika, diody, grzejnika, opornika), wyłączników, woltomierzy, amperomierzy; odczytuje wskazania mierników (VI.16d) - podłącza szeregowo amperomierz w celu zmierzenia natężenia prądu	- TIK – symulacja tworzenia obwodu elektrycznego: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pl.html lub https://javalab.org/en/electric_circuit_en/ - Praca w grupach: uczniowie otrzymują zestaw prostych doświadczeń wraz z kartą pracy:

• podłącza równolegle woltomierz w celu zmierzenia napięcia • doświadczalnie wyznacza opór przewodnika przez pomiary napięcia na jego końcach oraz natężenia prądu przez niego płynącego (VI.16e) • przestrzega zasad BHP	– stworzenie obwodu elektrycznego z użyciem baterii, żarówki, przewodów, – włączenie do obwodu z wcześniejszego zadania szeregowo amperomierza i pomiar natężenia prądu, – włączenie do obwodu równolegle woltomierza i pomiar napięcia prądu, – włączenie jednocześnie do obwodu woltomierza i amperomierza, pomiar natężenia prądu i napięcia. Uczniowie mają za zadanie stworzyć powyższe obwody elektryczne, wypełnić karty pracy przygotowane przez nauczyciela, podać wynik z odpowiednią dokładnością oraz niepewnością.
Temat 5: Praca i moc prądu elektrycznego (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: • posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego wraz z ich jednostkami (VI.10) • stosuje do obliczeń związki między tymi wielkościami (VI.10) • przelicza energię elektryczną wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule i odwrotnie (VI.10) • projektuje i wykonuje doświadczenie pozwalające wyznaczyć moc żarówki	• Zbudowanie przez uczniów obwodu elektrycznego do pomiaru mocy żarówki. • Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela z użyciem wzorów: $P = U \cdot I$ oraz $W = U \cdot I \cdot t$. • TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej. • TIK – zadanie domowe: na następną lekcję przygotuj się do dyskusji na temat odnawialnych i nieodnawialnych źródeł energii.
Temat 6: Energia elektryczna (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna (VI.11) • wskazuje źródła energii elektrycznej i odbiorniki (VI.11) • dzieli źródła energii na odnawialne i nieodnawialne, potrafi wymienić ich przykłady	• TIK – <i>Mentimeter</i>: twoje zdanie na temat odnawialnych źródeł energii. • Dyskusja: energia ze źródeł odnawialnych czy nieodnawialnych? • TIK – praca ze smartfonem. Uczniowie dostają od nauczyciela tabelkę dotyczącą pozyskiwania energii z różnych źródeł. Zadaniem ucznia jest uzupełnienie tabelki z wykorzystaniem książki i Internetu. • TIK – przedstawienie uczniom kalkulatora zużycia energii elektrycznej: http://www.naukowiec.org/kalkulator-pradu.html • TIK – zadanie dla chętnych. Sporządź tygodniowy bilans zużycia energii w Twoim domu. Stwórz tabelę, w której umieścisz nazwę urządzenia, moc, dzienny i tygodniowy czas użytkowania oraz przewidywane koszty zużycia. Zadanie należy oddać na wspólnej platformie edukacyjnej. • Zadanie dla chętnych. Stwórz model wybranej elektrowni, korzystającej ze źródeł odnawialnych.
Temat 7: Domowa instalacja elektryczna (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • opisuje rolę izolacji i bezpieczników przeciążeniowych w domowej sieci elektrycznej oraz warunki bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej (VI.14) • wskazuje skutki przerywania dostaw energii elektrycznej do urządzeń o kluczowym znaczeniu (VI.15) • opisuje, na czym polega zwarcie • przedstawia wpływ prądu elektrycznego na organizmy żywe • wymienia objawy porażenia prądem elektrycznym	• TIK – przedstawienie projektów wykonanych przez uczniów (tematy projektów zostaną przydzielone na wcześniejszej lekcji): zasady bezpiecznego użytkowania energii elektrycznej, rola bezpieczników i izolacji w domowej instalacji elektrycznej, skutki przerywania dostaw energii elektrycznej do domu, rola zasilania awaryjnego, jak poradzić sobie z brakiem prądu (np. zasilanie lodówki), wpływ prądu elektrycznego na organizmy żywe, objawy porażenia prądem elektrycznym oraz pierwsza pomoc w przypadku porażenia prądem.

• stosuje zasady pierwszej pomocy w przypadku porażenia prądem elektrycznym	
Temat 8: Podsumowanie wiadomości z działu „Prąd elektryczny” (1 godzina lekcyjna).	
	• Skrzynka pytań: uczniowie losują pytania przygotowane wcześniej przez nauczyciela. Zadania dotyczą teorii oraz praktyki (zbuduj układ, narysuj wykres, odpowiedz na pytanie). • TIK – utworzenie wspólnej mapy myśli podsumowującej dział, uwzględniającej wzory, jednostki, np. w aplikacji <i>Miro</i>. • TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 9: Sprawdzian wiadomości z działu „Prąd elektryczny” (1 godzina lekcyjna).	

Dział nr 10: Magnetyzm (6 jednostek tematycznych / 8 godzin)

Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej)	Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK
Temat 1: Magnesy. Czy Ziemia jest magnesem? (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • nazywa bieguny magnesów stałych i opisuje oddziaływanie między nimi (VII.1) • opisuje zachowanie się igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu (VII.2) • posługuje się pojęciem biegunów magnetycznych Ziemi (VII.2) • opisuje na przykładzie żelaza oddziaływanie magnesów na materiały magnetyczne i wymienia przykłady wykorzystania tego oddziaływania (VII.3) • doświadczalnie demonstruje zachowanie się igły magnetycznej w obecności magnesu (VII.7a)	• TIK – symulacja właściwości magnetycznych Ziemi: https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/magnet-and-compass • Doświadczenia + TIK (symulacje, porównanie doświadczeń wykonanych w klasie oraz symulacji): – oddziaływanie dwóch magnesów, – tańczące magnesy (magnesy na statywie), – zachowanie igły magnetycznej w obecności magnesu (platforma e-doświadczenia): http://e-doswiadczenia.mif.pg.gda.pl/e_doswiadczenia-pl - lub https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Magnetism/Magnetic-Field/Magnetic-Field-Interactive - lub https://javalab.org/en/magnetic_field_around_a_bar_magnet_en/ – symulacja układania domen magnetycznych: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=mag_ferro&language=pl – magnesowanie gwoździ lub igieł: https://javalab.org/en/magnetization_en/ • Zadanie dodatkowe: chętni uczniowie wykonują na następnej lekcji doświadczenie Oersteda.
Temat 2: Doświadczenie Oersteda. Oddziaływanie przewodnika z prądem i magnesu (2 godziny lekcyjne).	

Uczeń: • projektuje i wykonuje doświadczenie Oersteda • formułuje wnioski z doświadczenia Oersteda • opisuje zachowanie się igły magnetycznej w otoczeniu prostoliniowego przewodnika z prądem (VII.4) • doświadczalnie demonstruje zjawisko oddziaływania magnesu i przewodnika z prądem (VII.7b) • potrafi opisać oddziaływanie magnesów i przewodników z prądem oraz dwóch przewodników z prądem • stosuje regułę prawej dłoni do wyznaczenia biegunowości zwojnicy	• Doświadczenie Oersteda; wykonanie doświadczenia, opis doświadczenia oraz wyciągnięcie odpowiednich wniosków + TIK symulacja: http://radiolatorium.pl/?idd=11&rok=2022&page=0&page=1 • Doświadczenie: linie pola magnetycznego zwojnicy. • Doświadczenia: oddziaływanie magnesu i przewodnika z prądem, oddziaływanie dwóch przewodników z prądem. • TIK – reguła prawej dłoni – ćwiczenia przygotowane przez nauczyciela wyświetlane na tablicy. • Zadanie dodatkowe dla chętnych uczniów: uczniowie wykonują własne elektromagnesy lub silniki elektryczne, które zaprezentują podczas następnych lekcji.
Temat 3: Elektromagnes (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • opisuje budowę i działanie elektromagnesu (VII.5) • opisuje wzajemne oddziaływanie elektromagnesów i magnesów (VII.5) • wymienia przykłady zastosowania elektromagnesów (VII.5)	• Doświadczenie: prezentacja elektromagnesów wykonanych przez uczniów. • TIK – zasada działania dzwonka do drzwi: https://interactives.ck12.org/simulations/physics/doorbell/app/index.html?lang=pl&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html
Temat 4: Siła magnetyczna a silnik elektryczny (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: • wskazuje, od czego zależy siła magnetyczna • wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych (VII.6) • wyznacza kierunek i zwrot siły magnetycznej, używając reguły lewej dłoni • opisuje budowę silnika elektrycznego	• Prezentacja silników elektrycznych wykonanych przez uczniów. • TIK – symulacja działania silnika elektrycznego: https://www.walter-fendt.de/html5/phpl/electricmotor_pl.htm
Temat 5: Powtórzenie wiadomości z działu „Magnetyzm” (1 godzina lekcyjna).	
	• TIK – przedstawienie uczniom aplikacji na smartfona służącej do badania zmian pola magnetycznego: <i>Physics Toolbox Sensor – Magnetometr</i>. • TIK – utworzenie wspólnej mapy myśli podsumowującej dział, uwzględniającej wzory, jednostki, np. w aplikacji <i>Miro</i>. • TIK – ćwiczenia on-line <i>Kahoot!</i> • TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 6: Sprawdzian wiadomości z działu „Magnetyzm” (1 godzina lekcyjna).	

Dział nr 11: Drgania i fale (10 jednostek tematycznych / 13 godzin)

Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej)	Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK
Temat 1: Czym charakteryzuje się ruch drgający? (2 godziny lekcyjne).	

Uczeń: • opisuje ruch okresowy wahadła (VIII.1) • posługuje się pojęciami amplitudy, okresu i częstotliwości do opisu ruchu okresowego wraz z ich jednostkami (VIII.1) • podaje przykłady ruchu drgającego z życia codziennego • opisuje ruch drgający (drgania) ciała pod wpływem siły sprężystości (VIII.2) • wskazuje położenie równowagi (VIII.2) i maksymalne wychylenie • oblicza okres drgań, znając częstotliwość, i na odwrót • doświadczalnie wyznacza okres i częstotliwość w ruchu okresowym (VIII.9a)	• Pogadanka z uczniami dotycząca nowego działu. • TIK – doświadczenie: wyznaczenie okresu drgań wahadła matematycznego za pomocą stopera oraz używając aplikacji: https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_en.html lub https://www.edukator.pl/tik_edukator/my-PhysicsLab/pendulum-pl.html • TIK – Kahoot! – przykłady ruchu drgającego. • Rozwiązywanie zadań tekstowych z wykorzystaniem zależności okresu drgań i częstotliwości. • TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 2: Wykres ruchu drgającego (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • opracowuje wykres ruchu drgającego • wskazuje położenie równowagi (VIII.2) • wskazuje maksymalne wychylenie z położenia równowagi • wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie przedstawionego wykresu zależności położenia od czasu (VIII.3)	• Doświadczenie: tworzenie wykresu ruchu drgającego (butelka z piaskiem, kartka). • TIK – przedstawienie tworzenia przykładowego wykresu ruchu drgającego. Wyznaczenie amplitudy, okresu drgań, częstotliwości: https://www.walter-fendt.de/html5/phpl/pendulum_pl.htm https://javalab.org/en/spring_pendulum_en/ • Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela: analiza wykresów ruchu drgającego; odczytywanie okresu, amplitudy, wyznaczanie częstotliwości, położenia równowagi, maksymalnego wychylenia z położenia równowagi. • TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej. • TIK – podsumowanie lekcji – Kahoot! (wyznaczenie amplitudy, okresu drgań i częstotliwości).
Temat 3: Przemiany energii w ruchu drgającym (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: • analizuje jakościowo przemiany energii kinetycznej i energii potencjalnej sprężystości w ruchu drgającym (VIII.2) • wskazuje położenie, w którym wahadło ma największą/najmniejszą energię kinetyczną/potencjalną	• TIK – doświadczenie, drgania ciężarka na sprężynie, symulacja drgań na sprężynie: https://www.walter-fendt.de/html5/phpl/springpendulum_pl.htm • TIK – przemiany energii w ruchu wahadła: https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_en.html • Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela: analiza wykresów ruchu drgającego; odczytywanie okresu, amplitudy, wyznaczanie częstotliwości, położenia, w których wahadło ma największą/najmniejszą energię kinetyczną/potencjalną. • TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.

Temat 4: Od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego? (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • wyjaśnia pojęcie wahadła matematycznego oraz opisuje jego ruch • analizuje przemiany energii w ruchu wahadła matematycznego • projektuje i wykonuje doświadczenia sprawdzające, od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego (długość linki, wychylenie, masa ciężarka)	• TIK – symulacja, sprawdzająca wpływ długości linki, kąta wychylenia oraz masy obciążnika na okres drgań wahadła matematycznego: https://www.walter-fendt.de/html5/phet/pendulum_pl.htm • TIK – doświadczenie (platforma e-doświadczenia), wyznaczenie okresu drgań wahadła matematycznego: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_kyva_dlo&l=pl lub https://drive.pg.edu.pl/s/4hNMT-TRyPPQEM1B • TIK – badanie ruchu wahadła z użyciem aplikacji <i>Phyphox</i>: https://www.youtube.com/watch?v=xY3NFcDG3ZU • Doświadczenie: od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego (długość linki, wychylenie, masa ciężarka). • Doświadczenie dla chętnych uczniów do wykonania w domu: Wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego lub wykonanie wahadła prezentującego rezonans mechaniczny.
Temat 5: Fale mechaniczne (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: • opisuje pojęcia fali mechanicznej, impulsu falowego, źródła fali • opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii (VIII.4) • posługuje się pojęciem prędkości rozchodzenia się fali (VIII.4) • wskazuje, że fala mechaniczna rozchodzi się tylko w ośrodku sprężystym • posługuje się pojęciami amplitudy, okresu, częstotliwości i długości fali do opisu fal, stosuje do obliczeń związki między tymi wielkościami wraz z ich jednostkami (VIII.5) • z wykresu ruchu fali odczytuje amplitudę oraz długość fali • rozwiązuje zadania z użyciem wzoru $v = \frac{\lambda}{T}$ i $v = \lambda \cdot f$, stosuje do obliczeń związki między tymi wielkościami • wyjaśnia zależność prędkości fali mechanicznej od temperatury	• Doświadczenie: wytworzenie impulsu falowego oraz ciągu impulsów falowych (o dużej i małej częstotliwości) przy użyciu sznura + TIK: https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_pl.html • TIK – pogadanka dotycząca wielkości opisujących fale (amplituda, częstotliwość, długość fali): https://www.pbslearningmedia.org/resource/089ccfb5-1d10-473a-a0fd-6acfa0e21c87/measuring-waves/ • TIK – symulacja obrazująca impuls falowy, grzbiet fali, dolinę fali: https://interactives.ck12.org/simulations/physics/stadium-wave/app/index.html?screen=sandbox&lang=pl&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html • Rozwiązywanie zadań obliczeniowych. • TIK – symulacja pomagająca wyznaczyć amplitudę oraz długość fali: https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_en.html. Konieczne jest włączenie opcji ruler (linijka). • TIK – zależność prędkości fali mechanicznej od temperatury: https://www.youtube.com/watch?v=3Br66N7QHpM&t=114s.

	Jako ciekawostkę nauczyciel może przedstawić uczniom kalkulator zależności prędkości fali dźwiękowej od temperatury: https://pl.calcprofi.com/predkosc-dzwieku-w-powietrzu-obliczanie-internecie.html. • TIK – przykład fal poprzecznych i podłużnych: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template-img.php?s=kv_vlneni&l=pl • Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzorów $v = \frac{\lambda}{T}$ i $v = \lambda \cdot f$. • TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 6: Fale dźwiękowe (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu (VIII.6) • podaje przykłady źródeł dźwięku (VIII.6) • rozwiązuje zadania z użyciem wzoru $v = \frac{\lambda}{T}$ i $v = \lambda \cdot f$, stosuje do obliczeń związek między tymi wielkościami • wskazuje prędkość dźwięku w powietrzu • tłumaczy zależność prędkości dźwięku od ośrodka, w jakim rozchodzi się fala	• Doświadczenie z użyciem pojemnika próżniowego. Czy dźwięk rozchodzi się w próżni? • TIK – film przedstawiający zależność prędkości fali dźwiękowej od ośrodka, w jakim dźwięk się rozchodzi: https://www.youtube.com/watch?v=bSA4gfiahNw • Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela z użyciem wzorów: $v = \frac{\lambda}{T}$ i $v = \lambda \cdot f$. • TIK – aplikacja na smartfona <i>Miernik dźwięku (Sound Meter)</i> – pomiar poziomu natężenia dźwięku podczas lekcji, przerwy. • TIK – pomiar szybkości dźwięku (aplikacja <i>Phyphox</i>). Instrukcja wykonania doświadczenia dostępna jest na stronie: https://phyphox.org/experiment/speed-of-sound/. • TIK – e-zeszyt zadań, dodatkowe zadania dla chętnych uczniów zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 7: Wysokość i głośność dźwięku (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: – opisuje jakościowo związek między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz związek między natężeniem dźwięku a energią i amplitudą fali (VIII.7) – demonstruje dźwięki o różnych częstotliwościach z wykorzystaniem drgającego przedmiotu lub instrumentu muzycznego (VIII.9b) – rozróżnia dźwięki słyszalne, ultradźwięki i infradźwięki; wymienia przykłady ich źródeł i zastosowań (VIII.8) – obserwuje oscylogramy dźwięków z wykorzystaniem technik multimedialnych (VIII.9c)	• TIK – chętni uczniowie przynoszą na lekcję instrumenty muzyczne (np. gitarę). Wszyscy uczniowie na swoich telefonach instalują aplikację <i>Sound Wave</i> (lub odpowiednią aplikację na iOS). Chętny uczeń generuje dźwięki na instrumencie, odpowiednio ciche lub głośne, wysokie lub niskie. Uczniowie obserwują powstające wykresy, czyli obrazy fali dźwiękowej w aplikacji. • TIK – symulacja umożliwiająca zaprezentowanie uczniom dźwięków o różnej częstotliwości wraz z ich wykresami: https://javalab.org/en/sound_wave_en/. • TIK – analiza dźwięków z użyciem symulacji: https://javalab.org/en/sound_fft_en/.
Temat 8: Fale elektromagnetyczne (1 godzina lekcyjna).	

Uczeń: - wskazuje źródło fali elektromagnetycznej - wymienia cechy wspólne i różnice w rozchodzeniu się fal mechanicznych i elektromagnetycznych (IX.13) - wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych: radiowe, mikrofałe, promieniowanie podczerwone, światło widzialne, promieniowanie nadfioletowe, rentgenowskie i gamma; wskazuje przykłady ich zastosowania (IX.12) - rozwiązuje zadania z użyciem wzoru $v = \frac{\lambda}{T}$ i $v = \lambda \cdot f$	- TIK – prezentacja projektów wykonanych przez uczniów, dotyczących fal elektromagnetycznych. - TIK – animacja przedstawiająca fale elektromagnetyczne: https://javalab.org/en/electromagnetic_waves_en/ - TIK – interaktywny test <i>Wordwall</i> podsumowujący podstawowe wiadomości dotyczące fal. - Projekty uczniów: zastosowanie fal elektromagnetycznych. - TIK – wykrywanie źródła podczerwieni za pomocą aparatu fotograficznego lub smartfona. - Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela z użyciem wzorów: $v = \frac{\lambda}{T}$ i $v = \lambda \cdot f$. - TIK – przedstawienie uczniom licznika <i>Smart Geiger Pro SGP-001</i>. Praca z oprogramowaniem <i>Smart Geiger Pro</i>, służącego do detekcji promieniowania.
Temat 9: Powtórzenie wiadomości z działu „Drgania i fale” (1 godzina lekcyjna).	
	- TIK – utworzenie wspólnej mapy myśli podsumowującej dział, uwzględniającej wzory, jednostki, np. w aplikacji <i>Miro</i>. - TIK – test podsumowujący: <i>Kahoot!</i>
Temat 10: Sprawdzian wiadomości z działu „Drgania i fale” (1 godzina lekcyjna).	

Dział nr 12: Optyka (13 jednostek tematycznych / 15 godzin)

Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej)	Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK
Temat 1: Czym jest światło? (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - wymienia źródła światła - dzieli źródła światła na naturalne i sztuczne - wskazuje prędkość światła w próżni - opisuje sposoby rozchodzenia się światła - ilustruje prostoliniowe rozchodzenie się światła w ośrodku jednorodnym (IX.1) - doświadczalnie demonstruje zjawisko prostoliniowego rozchodzenia się światła (IX.14a)	- Doświadczenie: czym jest światło? Doświadczenie z użyciem radiometru Crookesa - TIK – uczniowie podzieleni na grupy opracowują na lekcji następujące zagadnienia: - źródła światła: czym są i jak można je podzielić, - prędkość światła w próżni i innych ośrodkach, - sposoby rozchodzenia się światła, ośrodek optycznie jednorodny, - rodzaje wiązek światła. - Zadanie dodatkowe dla chętnych uczniów: „wykonaj i zaprezentuj <i>camerę obscurę</i>”.
Temat 2: Obserwujemy cienie i półcienie (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - wyjaśnia powstawanie cienia i półcienia (IX.1) - opisuje zjawisko zaćmienia Słońca i Księżyca	- TIK – film „Teatr cieni” dyskusja dotycząca powstania cienia i półcienia: https://www.youtube.com/watch?v=gtiJ-fDePyM - Doświadczenie: powstawanie cienia i półcienia.

	• TIK – animacja przedstawiająca zaćmienie Słońca: https://www.youtube.com/watch?v=Wci7ad_itho • TIK – prezentacja projektów wykonanych przez uczniów dotyczących zaćmienia Słońca i Księżyca. • TIK – klasowy konkurs na najlepsze zdjęcie cienia. Instrukcja zamieszczona będzie na klasowej platformie edukacyjnej.
Temat 3: Odbicie a rozproszenie światła? (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • opisuje zjawisko odbicia i rozproszenia światła od powierzchni płaskiej (IX.2) • formułuje prawo odbicia • wskazuje kąt padania i kąt odbicia • opisuje zjawisko rozproszenia światła przy odbiciu od powierzchni chropowatej (IX.3) • podaje przykłady odbicia i rozproszenia światła w życiu codziennym	• Doświadczenie: prawo odbicia. • Doświadczenie: badanie zjawiska wielokrotnego odbicia (ustawione lusterka pod kątem 30, 60, 90 stopni). • TIK – film (dlaczego niebo jest niebieskie): https://www.youtube.com/watch?v=eKcekS-FrHxk • TIK – animacja (dlaczego niebo jest niebieskie): https://java-lab.org/en/why_is_the_sky_blue_en/ • Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, dotyczących prawa odbicia.
Temat 4: Zwierciadło płaskie (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • tłumaczy, co to jest zwierciadło • analizuje bieg promieni wychodzących z punktu w różnych kierunkach, a następnie odbitych od zwierciadła płaskiego (IX.4) • konstruuje bieg promieni ilustrujący powstawanie obrazów pozornych wytwarzanych przez zwierciadło płaskie (IX.5) • wskazuje cechy obrazu powstającego w zwierciadle płaskim • wskazuje różnice między obrazem pozornym a rzeczywistym • doświadczalnie demonstruje powstawanie obrazów za pomocą zwierciadeł płaskich (IX.14a)	• Doświadczenie: uczniowie, korzystając ze zwierciadeł płaskich, próbują nazwać cechy przedmiotu powstającego w zwierciadle. • Konstrukcja obrazu w zwierciadle płaskim. • TIK – symulacja powstawania obrazu w zwierciadle płaskim: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_zrcadlo&l=pl
Temat 5: Zwierciadła sferyczne (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • tłumaczy, co to jest zwierciadło sferyczne • wymienia przykłady zastosowania zwierciadeł w życiu codziennym • analizuje bieg promieni wychodzących z punktu w różnych kierunkach, a następnie odbitych od zwierciadła płaskiego i od zwierciadeł sferycznych (IX.4) • opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym oraz bieg promieni odbitych od zwierciadła wypukłego; posługuje się pojęciami ogniska i ogniskowej (IX.4) • konstruuje bieg promieni ilustrujący powstawanie obrazów rzeczywistych i pozornych wytwarzanych przez zwierciadła sferyczne, znając położenie ogniska (IX.5) • doświadczalnie demonstruje powstawanie obrazów za pomocą zwierciadeł sferycznych (IX.14a)	• Doświadczenie: jaki obraz powstaje w łyżce, bombce choinkowej, lusterku dentystrycznym? • Doświadczenie: obserwacja obrazu rzeczywistego w zwierciadle sferycznym wklęsłym. • TIK – doświadczenie zwierciadło sferyczne: https://drive.pg.edu.pl/s/wufvOpdOKg0sfzV • TIK – prezentacja promieni w zwierciadle sferycznym wklęsłym: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template-img.php?s=opt_dute&l=pl lub https://www.physicsclassroom.com/Physics-

wskazuje cechy obrazu powstającego w zwierciadle sferycznym	Interactives/Reflection-and-Mirrors/Optics-Bench/Optics-Bench-Interactive
Temat 6: Tworzymy obrazy w zwierciadle sferycznym (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: - opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym oraz bieg promieni odbitych od zwierciadła wypukłego; posługuje się pojęciami ogniska i ogniskowej (IX.4) - konstruuje bieg promieni ilustrujący powstawanie obrazów rzeczywistych i pozornych wytwarzanych przez zwierciadła sferyczne, znając położenie ogniska (IX.5) - doświadczalnie demonstruje powstawanie obrazów za pomocą zwierciadeł sferycznych (IX.14a) - wskazuje cechy obrazu powstającego w zwierciadle sferycznym	- Konstrukcja obrazu w zwierciadle sferycznym wklęsłym. - TIK – symulacja konstrukcji obrazu w zwierciadle sferycznym: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_dute&l=pl
Temat 7: Zjawisko załamania światła (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - opisuje jakościowo zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła, wskazuje kierunek załamania (IX.6) - doświadczalnie demonstruje zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków (IX.14a) - opisuje światło białe jako mieszaninę barw i ilustruje to rozszczepieniem światła w pryzmacie; wymienia inne przykłady rozszczepienia światła (IX.10) - opisuje światło lasera jako jednobarwne i ilustruje to brakiem rozszczepienia w pryzmacie (IX.11) - doświadczalnie demonstruje i opisuje rozszczepienie światła w pryzmacie (IX.14c)	- Doświadczenie: zjawisko załamania światła. - TIK – symulacja zjawiska załamania światła: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pl.html - Doświadczenie: przejście światła przez pryzmat, rozszczepienie światła białego w pryzmacie. - TIK – symulacja pryzmatu: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=opt_hranol&l=pl
Temat 8: Soczewki (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: - rozpoznaje rodzaje soczewek z podziałem na soczewki wklęsłe i wypukłe - opisuje bieg promieni równoległych do osi optycznej przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej (IX.7) - rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki; rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone (IX.8) - porównuje wielkość przedmiotu i obrazu (IX.8) - doświadczalnie demonstruje powstawanie obrazów za pomocą soczewek (IX.14a) - otrzymuje za pomocą soczewki skupiającej ostre obrazy przedmiotu na ekranie (IX.14b)	- Doświadczenie: otrzymywanie obrazów w soczewkach. - TIK – doświadczenie soczewki: https://drive.pg.edu.pl/s/wufvOpdOKg0sfzV - TIK – prezentacja promieni w soczewkach skupiających: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_spojka&l=pl
Temat 9: Tworzymy obrazy w soczewkach (2 godziny lekcyjne).	
Uczeń: - rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki; rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone (IX.8) - porównuje wielkość przedmiotu i obrazu (IX.8) - oblicza powiększenie	- TIK – doświadczenie ława optyczna (jakie obrazy mogą tworzyć soczewki): http://e-doswiadczenia.mif.pg.gda.pl/e-doswiadczenia-pl https://open.agh.edu.pl/course/view.php?id=100#Mechanika - Konstrukcja obrazu w soczewce skupiającej i rozpraszającej.
Temat 10: Zdolność skupiająca soczewek. Wady wzroku (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń:	TIK – symulacja wad wzroku:

• posługuje się pojęciem zdolności skupiającej, wyraża ją w jednostce układu SI • tłumaczy, że zdolność skupiająca to odwrotność ogniskowej • posługuje się pojęciem krótkowzroczności i dalekowzroczności oraz opisuje rolę soczewek w korygowaniu tych wad wzroku (IX.9)	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_vady&l=pl • Rozwiązywanie zadań przygotowanych przez nauczyciela, z użyciem wzoru $Z = \frac{1}{f}$.
Temat 11: Zjawiska optyczne i złudzenia optyczne (1 godzina lekcyjna).	
Uczeń: • opisuje najpopularniejsze złudzenia optyczne oraz zjawiska optyczne występujące w przyrodzie	• Lustro weneckie: zasada działania. • TIK – pokaz multimedialny złudzeń optycznych oraz zjawisk optycznych występujących w przyrodzie. • TIK – prezentacja projektów wykonanych przez uczniów.
Temat 12: Powtórzenie wiadomości z działu „Optyka” (1 godzina lekcyjna).	
	• TIK – utworzenie wspólnej mapy myśli podsumowującej dział, uwzględniającej wzory, jednostki, np. w aplikacji Miro • TIK – interaktywny test przygotowany przez nauczyciela (Wordwall).
Temat 13: Sprawdzenie wiadomości z działu „Optyka” (1 godzina lekcyjna).	

Podsumowując, należy zauważyć, że w autorskim programie nauczania zawarte są wszystkie obowiązujące zagadnienia z podstawy programowej oraz cele kształcenia dla szkół podstawowych, zapisane w Rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej⁵²². Program ten zawiera także nieliczne treści wykraczające poza podstawę programową, rozszerzające wiedzę ucznia. Tematy te są odpowiedzią na potrzeby dzisiejszego świata. Dotyczą one m.in. odnawialnych źródeł energii.

5.Sposoby osiągnięcia założonych celów nauczania

W celu zainteresowania uczniów trudnym, lecz bardzo ciekawym przedmiotem szkolnym, czyli fizyką należy przedstawić treści nauczania w sposób zrozumiały i odpowiedni dla każdego ucznia. Podczas lekcji fizyki uczeń poznaje otaczającą rzeczywistość, zjawiska zachodzące w codziennym życiu, zasadę działania urządzeń technicznych. Uzyskuje odpowiedzi na temat interesujących go zagadnień. W dobie Internetu, masowych środków komunikacji oraz nowoczesnych technologii nauczyciel powinien przekazać wiedzę uczniowi, stosując takie metody nauczania i środki dydaktyczne, aby pozostały w zgodzie z potrzebami współczesnego ucznia, były dla niego atrakcyjne oraz rozbudzały ciekawość.

Współczesna edukacja za najważniejsze metody uważa te, które aktywizują uczniów. Nowoczesny proces kształcenia powinien być oparty na twórczej pracy uczniów, aktywnym ich uczestnictwie w procesie dydaktycznym, tworzeniu sytuacji problemowych skłaniających do myślenia, np. burza mózgów, licznych

⁵²² Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. ..., *op. cit.*

(w tym samodzielnych) eksperymentach, stosowaniu elementów grywalizacji, tworzeniu wspólnych map myśli. Warto zwrócić uwagę na kształcenie umiejętności odnajdywania najważniejszych informacji, ich selekcji i segregacji. Wszystkie powyższe aktywności ucznia podczas lekcji mogą być z entuzjazmem wsparte dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych, co zostało zaproponowane w niniejszym programie nauczania. Realizacja treści nauczania przebiegająca z wykorzystaniem narzędzi TIK uczyni lekcje bliższe światu, w którym na co dzień funkcjonuje uczeń.

W autorskim programie nauczania tematy realizowanych treści nauczania sformułowane zostały w języku ucznia. Niejednokrotnie mają one postać pytań, rozbudzając u ucznia ciekawość i zachęcając go do szukania odpowiedzi.

Realizacja treści wynikających z podstawy programowej opiera się na doświadczeniu – z uwzględnieniem współczesnych narzędzi dydaktycznych, samodzielnym eksperymencie uczniów, licznych pomiarach z zastosowaniem narzędzi TIK, w tym smartfona ucznia. W programie zaproponowano, by proces przekazywania wiedzy został wsparty symulacjami doświadczeń, animacjami, filmami i innymi narzędziami interaktywnymi, do których podano bezpośredni adres internetowy. Wykorzystanie na lekcjach tego typu narzędzi przybliży uczniom zawarte w podstawie programowej zagadnienia fizyczne, jak również umożliwi ich powiązanie z innymi dziedzinami nauki oraz wskaże praktyczne zastosowanie.

Odnosząc się do symulacji, jako jednego z rozwiązań metodycznych zaproponowanych w autorskim programie nauczania, warto wskazać ich rolę w procesie nauczania-uczenia się fizyki, jaka została opisana w literaturze, np. w artykule A. Sokołowskiego *Symulacje fizyczne jako efektywna pomoc dydaktyczna*. Autor tej publikacji zwraca uwagę, że dobrze przemyślane symulacje, prezentujące dane zjawisko, pomagają w zrozumieniu fizyki. Symulacje nie powinny zastąpić prawdziwych doświadczeń, jednak mogą w znaczący sposób ułatwić prowadzenie lekcji. Zaletą symulacji (np. *PhET*⁵²³) jest również ich sposób przedstawienia: prosty, kolorowy i humorystyczny. Symulacje mogą zostać wykorzystane podczas każdego etapu lekcji, np. wprowadzenia, rozwinięcia tematu, samodzielnej pracy ucznia, jako podsumowanie lekcji lub zadanie domowe⁵²⁴.

W autorskim programie nauczania rolą symulacji jest wsparcie procesu przekazywania wiedzy uczniom, dzięki zwizualizowania tego, co jest niedostępne dla oka ludzkiego. Jako przykład można wskazać proces dyfuzji. Doświadczenie przedstawiające ten proces jest niezwykle łatwe do zrealizowania podczas lekcji. Jednak wytłumaczenie oraz zrozumienie tego procesu na poziomie molekularnym stwarza uczniom problemy. Użycie w tym celu symulacji zobrazuje uczniom proces mieszania się cząsteczek oraz ukaże przyczynę różnic w szybkości tego procesu dla ciał stałych, cieczy i gazów.

Innym przykładem potwierdzającym, iż symulacje mogą wspomóc proces rozumienia fizyki jest przedstawienie zasady działania prasy hydraulicznej, układu hamulcowego, dzwonka elektrycznego i wielu innych urządzeń, które są niedostępne w szkolnej pracowni fizycznej.

Ciekawym zastosowaniem symulacji jest również porównanie wyników uzyskanych podczas wirtualnego doświadczenia z doświadczeniem wykonanym w klasie. Jako inny przykład można wskazać

⁵²³ <https://phet.colorado.edu/en/>

⁵²⁴ A. Sokołowski, *Symulacje fizyczne jako efektywna pomoc dydaktyczna*, „Foton” nr. 107, zima 2009, s. 43-47.

wyświetlenie doświadczenia na dużym ekranie, co będzie służyło uczniom jako pomoc podczas wykonywania doświadczeń w toku danej lekcji, np. przy budowie własnych obwodów elektrycznych.

W nauczaniu fizyki ważną rolę odgrywają filmy, co również zostało potwierdzone w literaturze⁵²⁵. W programie zostały zaproponowane filmy dotyczące, np. nagrań NASA z kosmosu (spadek swobodny), przemian energii podczas skoku o tyczce, zachowania balona z helem w poruszającym się aucie.

Nauczanie i uczenie się fizyki opiera się również na rozwiązywaniu zadań, co doskonale kształci umysł. Zadania, jakie uczniowie będą rozwiązywać na lekcjach lub samodzielnie w domu, są zgodne z założeniami dydaktyki fizyki. Każde z nich stanowić będzie integralną część procesu kształcenia. Zadanie stanowi wprowadzenie do sytuacji problemowej. Ponadto w swojej treści często nawiązuje do zastosowania fizyki w codziennym życiu. Rozwiązanie zadania nie zawsze stanowić będzie cel, lecz potraktowane zostanie jako punkt wyjścia do samodzielnej pracy ucznia. Rozwiązanie każdego zadania będzie się opierać na rozumieniu jego fizycznej strony, z uwzględnieniem zasad matematycznych⁵²⁶. Umiejętność rozwiązywania zadań jest wyznacznikiem stopnia opanowania materiału przez ucznia, umiejętności korzystania ze zdobytych informacji. Proces rozwiązywania zadań niejednokrotnie wsparty zostanie narzędziami TIK. Jako przykład kreatywnego zadania domowego można podać stworzenie tygodniowego bilansu wykorzystania urządzeń elektrycznych i kosztów zużycia energii elektrycznej w domu przy zastosowaniu kalkulatora zużycia energii elektrycznej dostępnego on-line.

W ramach autorskiego programu nauczania zostanie także wprowadzony e-zeszyt zadań. Chętni uczniowie będą mogli systematycznie pogłębiać swoją wiedzę, rozwiązując dodatkowe zadania zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej.

Dodatkowo w ramach autorskiego programu nauczania nauczyciel na bieżąco będzie udostępniał uczniom najważniejsze zagadnienia na wybranej wspólnie z uczniami platformie edukacyjnej. Uczniowie natomiast w dowolnym miejscu będą mogli skorzystać z udostępnionych materiałów (na urządzeniach z systemem iOS lub Android), bez konieczności używania podręcznika i zeszytu przedmiotowego. Uczniowie mogą także utrwalać zdobyte wiadomości, korzystając z gier dydaktycznych, które także będą udostępniane na platformie edukacyjnej.

W procesie poznawania fizyki bardzo ważną rolę odgrywają pamięć i zapominanie. Psychologia tłumaczy, dlaczego w procesie nauczania-uczenia się duże znaczenie ma utrwalanie i powtarzanie wiadomości oraz jakie są efektywne metody wykonania tych czynności. Dydaktyka fizyki wymienia trzy momenty służące do utrwalenia i powtórzenia wiadomości: pierwsza to początek i koniec lekcji, druga to praca domowa, trzecia okazja to lekcje powtórzeniowe i podsumowujące dany dział. Ważnymi lekcjami z perspektywy utrwalenia i powtórzenia wiadomości są więc te, podczas których sprawdzane są zdobyte wiadomości⁵²⁷.

W autorskim programie nauczania, lekcje powtórzeniowe w celu efektywniejszego utrwalenia wiadomości zostały zaprojektowane tak, aby pobudzać ciekawość uczniów i aktywizować ich. Zastosowano

⁵²⁵ Zob. szerzej: Cz. Fotyma, Cz. Ścisłowski, *Metodyka nauczania fizyki*, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1961, s. 218; J.L. Lewis, *Nauczanie fizyki*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1982, s. 244-246.

⁵²⁶ M. Głowacki, *Dydaktyka fizyki, zagadnienia szczegółowe*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie, Częstochowa 1986, s. 56-57.

⁵²⁷ *Ibidem*, s. 65.

narzędzia TIK, elementy grywalizacji oraz *game based learning*, np. testy *Kahoot!*⁵²⁸, *Wordwall*⁵²⁹. Interesującą aplikacją jest również *Plickers*⁵³⁰, gdyż umożliwia otrzymanie natychmiastowej odpowiedzi zwrotnej od uczniów.

Autorski program nauczania fizyki w szkole podstawowej wspomagany narzędziami TIK został dostosowany do rozkładu materiału podręcznika fizyki dla szkoły podstawowej „Spotkania z fizyką” wydawnictwa „Nowa Era”. Jednak w autorskim programie nauczania zostały wprowadzone modyfikacje w stosunku do rozkładu, liczby godzin przydzielonych dla danego zagadnienia, przekazywanych treści czy tematu lekcji zaproponowanych przez wspomniane wydawnictwo. Autorski sposób prowadzenia lekcji, wykorzystane narzędzia dydaktyczne (w tym narzędzia TIK) opisane zostały szczegółowo w niniejszym programie.

Przykładowe zmiany, jakie zostały wprowadzone, to dodanie jednej godziny lekcyjnej do zagadnienia dotyczącego zamiany jednostek, układu SI, wielokrotności i podwielokrotności. Zmiany te podyktowane są wnioskami wynikającymi z przeprowadzonych lekcji pilotażowych oraz doświadczeniem własnym, iż wspomniany temat zamiany jednostek sprawia uczniom niejednokrotnie problemy i warto poświęcić więcej czasu na doskonalenie tych umiejętności.

Kolejne modyfikacje dotyczą zmiany kolejności rozkładu tematów, np. dotyczących budowy ciał stałych, cieczy i gazów oraz oddziaływań międzycząsteczkowych. Następną zmianą w tym rozdziale jest zmiana treści tematu dotyczącego badania napięcia powierzchniowego, na temat bardziej ogólny *Oddziaływania międzycząsteczkowe – wykonujemy doświadczenia*. Zmiana ta wynika z zaproponowanych doświadczeń, dotyczących również innych skutków oddziaływań międzycząsteczkowych, np. menisku.

Temat *Ruch i jego względność* został zastąpiony tematem wzbudzającym większą ciekawość wśród uczniów, w szczególności jako pierwsza lekcji w danym dziale: *Jakim ruchem może poruszać się ciało?*. W tym dziale zaproponowano również zmianę tematu *Badanie ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego*. W przypadku gdy warunki atmosferyczne pozwolą na wyjście poza budynek szkolny, zaproponowano lekcję w terenie, dotyczącą badania prędkości wybranych ciał, wykorzystując aplikację na telefon *Prędkościomierz smart speed*. Aplikacja mierzy prędkość poruszających się obiektów przy pomocy ekranu dotykowego. W celu zmierzenia prędkości należy znać odległość do celu i przesunąć palcem po ekranie, podążając za celem. Odległość do celu można zmierzyć przy pomocy innych aplikacji (np. *Smart Distance*, *Smart Measure*).

W dziale „dynamika” dodano lekcję polegającą na wykonaniu doświadczeń przez uczniów z zakresu trzech zasad dynamiki Newtona, a następnie ich prezentacji na forum klasowym. Lekcje, podczas których uczniowie sami wykonują doświadczenia, kształtują naukowy pogląd na świat, rozwijają umiejętność pracy w grupie, eksperymentowania, wyciągania wniosków z doświadczeń. Zmiana w tym dziale dotyczy również kolejności tematów, tj. omówienie kolejnych zasad dynamiki Newtona bezpośrednio lekcja po lekcji.

⁵²⁸ <https://kahoot.com/>

⁵²⁹ <https://wordwall.net/pl>

⁵³⁰ <https://get.plickers.com/>

W kolejnym dziale zaproponowano rozdzielnie lekcji dotyczącej dwóch zagadnień: energia kinetyczna oraz zasada zachowania energii mechanicznej. Podobnie jak w dziale poprzednim, dodano również lekcję, podczas której uczniowie samodzielnie wykonują doświadczenia.

Pierwszy temat w dziale „termodynamika”, tj. *Energia wewnętrzna i temperatura*, zastąpiono tematem *Czym się różni energia wewnętrzna od temperatury*. Działanie to ma na celu zwrócenie uwagi uczniów i zasygnalizowanie im, iż te dwa pojęcia fizyczne nie są tożsame.

Kolejną propozycją w autorskim programie nauczania jest rozpoczęcie działu „elektrostatyka” tematem przypominającym zagadnienia dotyczące budowy atomu, a w dalszej kolejności przejście do sposobów elektryzowania ciał. Działanie to ma na celu przypomnienie uczniom o istnieniu i właściwościach cząstek budujących atom. Inną propozycją jest zrealizowanie oddzielnej lekcji dotyczącej elektroskopu. Podczas tej lekcji uczniowie zapoznają się z budową elektroskopu, sposobem wyznaczania ładunku elektrycznego, a także mogliby zaprezentować zasadę działania własnych elektroskopów wykonanych wcześniej w domu.

Propozycje zmian dotyczą również kolejnego działu „prąd elektryczny”. Zaproponowano, aby lekcje dotyczące natężenia prądu i napięcia elektrycznego zostały zrealizowane razem. Dodatkową lekcję zaś można wykorzystać na budowę obwodów elektrycznych. Kolejną propozycją jest realizacja lekcji *Opór elektryczny* bezpośrednio po lekcjach dotyczących natężenia i napięcia prądu, a przed budową obwodów elektrycznych. Realizacja tematów w takiej kolejności pozwoli uczniom podczas lekcji doświadczalnej dotyczącej budowy obwodów elektrycznych zmierzyć natężenie prądu i napięcie, a w konsekwencji wyznaczyć opór w obwodzie. W tym dziale zwrócono również uwagę na problem odnawialnych źródeł energii, czyli temat, który w obecnym świecie jest ważny z perspektywy ekologii, finansów i stylu życia.

Ważną zmianą w dziale „drgania i fale” jest dodanie lekcji dotyczącej wahadła matematycznego i zależności okresu jego drgań od wybranych czynników. Lekcja wspomagana będzie e-doświadczeniem. Temat lekcji *Badanie fal dźwiękowych* zastąpiono tematem *Wysokość i głośność dźwięku*. Opisane zmiany wynikają z obserwacji uczniów podczas lekcji pilotażowych z wykorzystaniem autorskiego programu nauczania.

Podsumowując dotychczasowe rozważania, dokonano zestawienia najważniejszych innowacyjnych działań nauczyciela i uczniów zawartych w autorskim programie nauczania, ze szczególnym uwzględnieniem narzędzi TIK:

- stworzenie wspólnej platformy edukacyjnej, gdzie będą zamieszczane materiały potrzebne do lekcji, dodatkowe zadania, przydatne linki itp.,
- wykorzystanie symulacji doświadczeń, animacji, e-doświadczeń,
- wykorzystanie nagrań NASA,
- wykorzystanie ogólnodostępnych programów: *Microsoft Word*, *Microsoft Excel*, m.in. w celu opracowania wyników doświadczeń,
- wykorzystanie aplikacji dostępnych na smartfona, np. *Sound Wave Generator*,
- analiza filmów wideo z użyciem programu *Tracker*,
- wykorzystanie aplikacji *Phyphox* do przeprowadzenia doświadczeń i pomiarów fizycznych,

- wprowadzenie interaktywnych testów podczas lekcji, np. *Kahoot!*, *Wordwall*, *Quizizz* i inne gry dydaktyczne,
- zastosowanie grywalizacji podczas lekcji (np. liczniki czasu, interaktywne losowanie grup oraz pytań),
- wspólne tworzenie mapy myśli z użyciem narzędzi TIK (np. *Miro*),
- interaktywna burza mózgów, np. używając aplikacji *Mentimeter*,
- *Plickers*, aplikacja umożliwiająca otrzymanie natychmiastowej odpowiedzi zwrotnej, np. na pytanie wyświetlone na tablicy,
- kształtowanie umiejętności odnajdywania najważniejszych informacji, selekcji i segregacji informacji z zastosowaniem TIK,
- umiejętne przeprowadzenie dyskusji, obrona swojego stanowiska, dbanie o poprawne posługiwanie się językiem fizycznym,
- dodatkowe problemowe zadania domowe dla chętnych uczniów,
- e-zeszyt zadań – zadania o podobnym oraz zwiększonym stopniu trudności, dla chętnych uczniów, zamieszczone na klasowej platformie edukacyjnej,
- samodzielne eksperymentowanie uczniów oraz tworzenie prostych przyrządów fizycznych lub pomocy dydaktycznych,
- praca z zadaniami przygotowanymi przez nauczyciela,
- praca z książką.

6. Zestawienie narzędzi TIK uwzględnionych w autorskim programie nauczania

L.p.	Typ narzędzi	Nazwa	Opis	Link
1	Narzędzia do tworzenia testów on-line, sprawdzania wiedzy uczniów	<i>Kahoot!</i>	Narzędzie do tworzenia interaktywnych testów, które uczniowie będą wykonywać na własnych urządzeniach (tablet, smartfon). Narzędzie posiada różne tryby pracy, a także możliwość pracy indywidualnej, grupowej.	https://kahoot.com/
2		<i>Wordwall</i>	Portal umożliwia tworzenie ćwiczeń interaktywnych oraz wersji do wydruku. Testy przygotowywane są z użyciem różnych szablonów, np. labirynt, krzyżówka, dopasuj pary, koło fortuny i inne.	https://wordwall.net/pl
3		<i>Plickers</i>	Aplikacja ta umożliwia otrzymanie natychmiastowej odpowiedzi zwrotnej od uczniów, z użyciem tylko jednego urządzenia mobilnego podczas lekcji oraz indywidualnych kodów na kartce.	https://get.plickers.com/
4		<i>Quizizz</i>	Platforma internetowa służąca do tworzenia interaktywnych quizów.	https://quizizz.com/
5	Symulacje doświadczeń, animacje	<i>Vascak</i>	Interaktywne symulacje z fizyki.	https://www.vascak.cz/
6		<i>PhET</i>	Interaktywne symulacje z fizyki i innych przedmiotów.	https://phet.colorado.edu/
7		<i>Geogebra</i>	Interaktywna aplikacja wspomagająca nauczanie fizyki i innych przedmiotów.	https://www.geogebra.org/
8		<i>Epodreczniki</i>	Ogólnodostępne materiały edukacyjne.	https://zpe.gov.pl/
9		<i>eChalk</i>	Płatne oprogramowanie edukacyjne udostępniające interaktywne pomoce, symulacje, gry edukacyjne.	https://www.echalk.co.uk/
10		<i>Radiolatorium</i>	Interaktywne doświadczenia z fizyki i innych przedmiotów, prezentujące prawa, twierdzenia, zasady działania urządzeń technicznych.	http://radiolatorium.pl
11		<i>Scholaris</i>	Portal udostępniający bezpłatne materiały dla nauczycieli.	https://zpe.gov.pl/scholaris
12		<i>Mocomi</i>	Zestaw interaktywnych filmów, narzędzi wspierających naukę poprzez zabawę.	https://mocomi.com/buoyancy/
13		<i>e-Doświadczenia</i>	Innowacyjny projekt stworzony przez Politechnikę Gdańską udostępniający e-doświadczenia.	https://ftims.pg.edu.pl/spolecznosc-lokalna/materiały-dydaktyczne/materiały-projektu-e-doswiadczenia-w-fizyce
14		<i>The Physics Classroom</i>	Zestawy multimedialnych narzędzi dla nauczycieli.	https://www.physicsclassroom.com/
15		<i>edukator.pl</i>	Narzędzia do edukacji stacjonarnej oraz zdalnej i hybrydowej.	https://www.edukator.pl/
16		<i>Walter fendt</i>	Interaktywne symulacje z fizyki.	https://www.walterfendt.de/phys.htm
17		<i>ck 12 foundation</i>	Interaktywna darmowa platforma wspierająca proces nauczania.	https://www.ck12.org/teacher/
18		<i>Javalab</i>	Darmowe interaktywne symulacje z fizyki i innych przedmiotów.	https://javalab.org/en/
19		<i>The scale of the Universe 2</i>	Interaktywne narzędzie do eksploracji rozmiaru i skali wszechświata oraz poznawania ciał większych i mniejszych.	https://htwins.net/scale2/

20		<i>Energy 2D</i>	Program symulacyjny modelujący trzy sposoby wymiany ciepła: przewodzenie, konwekcja, promieniowanie.	https://energy.concord.org/energy2d/
21		<i>Nauko-wiec.org</i>	Strona internetowa udostępniająca kalkulatory fizyczne, tablice i inne.	https://www.nauko-wiec.org/
22		<i>Phyphox</i>	Aplikacja wykorzystująca wbudowane w smartfon czujniki wraz z opisami doświadczeń.	https://phyphox.org/
23		<i>Prędkościomierz smart speed</i>	Aplikacja służąca do mierzenia prędkości poruszających się obiektów z użyciem ekranu dotykowego.	aplikacje do pobrania na smartfona
24		<i>Smart Distance, Smart Measure</i>	Aplikacje do mierzenia odległości.	
25		<i>Miernik dźwięku Sound Meter</i>	Miernik poziomu dźwięku.	
26		<i>Sound Wave Generator</i>	Generator fal dźwiękowych.	
27		<i>Smart Geiger Pro</i>	Detektor promieniowania.	
28		<i>Aparat fotograficzny</i>	Aparat wbudowany w smartfona.	
29		<i>Physics Toolbox Sensor</i>	Aplikacja wykorzystująca czujniki wbudowane w smartfona, do wykonywania pomiarów, doświadczeń i eksportu danych.	
30		<i>Linijka</i>	Aplikacja umożliwiająca zbadanie długości z uwzględnieniem zamiany jednostek.	
31		<i>Weight Scale Estimator</i>	Aplikacja pozwalająca zamienić smartfona w wagę.	
32		<i>Stoper</i>	Aplikacja do pomiaru czasu.	
33		<i>Youtube</i>	Serwis internetowy z darmowymi filmami.	https://www.youtube.com/
34		<i>Tracker</i>	Darmowy program do pomiarów wideo i analizy ruchu.	https://phslets.org/tracker/
35		<i>Edpuzzle</i>	Narzędzie do personalizacji filmów, dodawania pytań w trakcie filmu.	https://edpuzzle.com/
36		<i>Skaner kodów QR</i>	Aplikacja służąca do odczytywania kodów QR.	aplikacje do pobrania na smartfona
37		<i>Genially</i>	Narzędzie do tworzenia interaktywnych treści o ciekawej grafice, np.: prezentacji, quizów, pokoi zagadek, plików wideo.	https://www.genial.ly/
38		<i>Online-Stopwatch</i>	Narzędzia do wprowadzania elementów grywalizacji podczas lekcji: odliczanie czasu, losowanie uczniów, podział na grupy.	https://www.online-stopwatch.com/
39		<i>Mentimeter</i>	Aplikacja umożliwiająca interakcję z uczniami i uzyskanie szybkiej informacji zwrotnej na zadane pytanie.	https://www.menti-meter.com/
40		<i>Miro</i>	Wirtualna tablica do pracy zdalnej, np. do tworzenia map myśli.	https://miro.com
41		<i>CalcProfi-Kalkulatora</i>	Kalkulatory on-line, m.in. kalkulatory fizyczne	https://pl.calcprofi.com/favorites.html

7. Autorski program nauczania a realizacja kompetencji kluczowych

Definicja kompetencji kluczowych odnosi się do połączenia wiedzy, umiejętności oraz postaw adekwatnych do sytuacji, które są niezbędne do samorealizacji oraz osobistego rozwoju⁵³¹. Zgodnie z Zaleceniem Rady Unii Europejskiej z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie zostało ustanowionych osiem kompetencji kluczowych:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,
- kompetencje w zakresie wielojęzyczności,
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,
- kompetencje cyfrowe,
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się,
- kompetencje obywatelskie,
- kompetencje w zakresie przedsiębiorczości,
- kompetencje w zakresie świadomości i ekspresji kulturalnej⁵³².

Należy zwrócić uwagę, iż obecne kompetencje kluczowe, uwzględnione w Zaleceniach Rady z 2018 roku, stanowią modyfikację do kompetencji kluczowych z roku 2006. Nowe kompetencje kluczowe zostały wprowadzone ze względu na częstszą automatyzację miejsc pracy, nieustannie rozwijającą się technologię, a także zmiany w społeczeństwie⁵³³.

Warto zaznaczyć, iż wszystkie wymienione kompetencje kluczowe są jednakowo ważne i powinny być kształtowane podczas każdej lekcji. Autorski program nauczania przewiduje realizację wszystkich kompetencji kluczowych.

W odniesieniu do nauczania fizyki kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii pozostają w głównym obszarze zainteresowań uczniów i nauczycieli. Nie mniej ważne są kompetencje cyfrowe, które zostaną opisane w dalszej części.

W przypadku nauczania fizyki najistotniejsza wiedza obejmuje najważniejsze prawa rządzące światem, elementarne pojęcia naukowe, teorie, zasady, metody, technologie. Konieczne jest zrozumienie ingerencji człowieka, nauki, technologii i inżynierii w świat przyrody. Ważną umiejętnością wynikającą z omawianych kompetencji jest zrozumienie korzyści, ograniczeń, jak również zagrożeń dla społeczeństwa związanych z wiedzą, nauką oraz rozwojem technologii. Umiejętność obejmuje także zrozumienie nauki jako procesu badawczego, a także wsparcia procesu badawczego (obserwacji, kontroli eksperymentu, weryfikacja hipotezy, wyciągnięcia wniosków) narzędziami technicznymi⁵³⁴.

Autorski program nauczania przewiduje wykorzystanie narzędzi TIK, które doskonale kształcą kompetencje cyfrowe uczniów. Niezbędna jest wiedza, w jaki sposób nowoczesne technologie mogą wspomóc

⁵³¹ Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, 4.06.2018 r., [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=en](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=en) (dostęp: 04.2020).

⁵³² *Ibidem*.

⁵³³ *Ibidem*.

⁵³⁴ *Ibidem*.

komunikację, kreatywność, innowacyjność. Ważna jest także znajomość funkcji, korzyści i ograniczeń wynikających z zastosowania technologii⁵³⁵.

Kompetencje matematyczne są nieodłącznym elementem lekcji fizyki. Kształtowane są podczas przeprowadzania licznych zadań obliczeniowych, analizy wzorów oraz wykonywania obliczeń niezbędnych podczas eksperymentów. Kompetencje w zakresie technologii i inżynierii, podobnie jak kompetencje matematyczne kształtowane są podczas większości lekcji fizyki. Liczne doświadczenia, np. tworzenie układów elektrycznych, konstruowanie wahadeł, planowanie doświadczeń, to przykłady, jak zostają wykorzystane powyższe kompetencje.

Kompetencje w zakresie przedsiębiorczości oraz obywatelskie kształtowane będą m.in. podczas lekcji o elektryczności, alternatywnych źródłach energii, energii elektrycznej w domu. Uczniowie będą zdobywać informacje oraz nabywać doświadczenia, jak być obywatelem odpowiedzialnym za swoje środowisko przyrodnicze oraz swój dom.

Kompetencje w zakresie świadomości i ekspresji kulturalnej rozumiane są jako sposób kreatywnego wyrażania i komunikowania swoich pomysłów. Kompetencje w zakresie wielojęzyczności również będą często wykorzystywane na lekcji, gdyż wiele symboli i jednostek fizycznych czerpie inspiracje z obcych języków (np. symbol fizyczny pracy „*W* – *work*, mocy „*P*” – *power*, prędkość „*v*” – *velocity*). Niektóre z zaproponowanych narzędzi TIK, wymienionych w autorskim programie nauczania, również wymagają znajomości języka angielskiego.

8. Ocena postępów ucznia

Ocena postępów a jest ważna zarówno dla ucznia, jak i nauczyciela. Poniżej przedstawiono najważniejsze zasady dotyczące oceny postępów uczniów.

1. Ocenianie uczniów jest dokonywane w różnych formach pisemnych i ustnych.
2. Na ocenę składają się wyniki z następujących form aktywności ucznia: prace klasowe, kartkówki, odpowiedzi ustne i inne.
3. Ponadto w ocenie semestralnej i rocznej uwzględnia się oceny: z zadań domowych, aktywnej pracy na lekcji, przeprowadzonych doświadczeń, wykonania pomocy dydaktycznych do pracowni fizycznej, prezentacji z wykorzystaniem narzędzi TIK oraz nadobowiązkowej aktywności ucznia (e-zeszyt zadań, praca w kółku, udział w konkursach itp.)
4. W programie zawarta jest propozycja sprawdzania wiedzy krótkimi testami tworzonymi na platformie edukacyjnej, np. *Kahoot!* i *Quizizz* oraz grami edukacyjnymi. W ten sposób sprawdzaniu wiedzy oraz umiejętności uczniów towarzyszy dobra atmosfera. Ponadto ważna jest natychmiastowa informacja zwrotna dla ucznia i nauczyciela o postępach w nauce. Rywalizacja jest metodą, która sprzyja osiąganiu przez ucznia lepszych wyników.
5. Po zakończeniu działu wiadomości zostaną powtórzone i utrwalone.
6. Terminy prac pisemnych są podawane z tygodniowym wyprzedzeniem.
7. W ciągu semestru przewidziane są co najmniej dwie jednogodzinne prace klasowe (sprawdziany).

⁵³⁵ *Ibidem*.

8. Prace pisemne są poprawiane i omawiane w terminie dwutygodniowym.
9. Uczeń nieobecny na sprawdzianie ma obowiązek napisać zaległy sprawdzian w ciągu dwóch tygodni od dnia powrotu do szkoły, po wcześniejszym ustaleniu terminu z nauczycielem (co jest obowiązkiem ucznia) na konsultacjach.
10. Uczeń ma prawo poprawić ocenę ze sprawdzianu. Poprawa ma formę pisemną i obowiązuje w ciągu dwóch tygodni od daty otrzymania ocenionego sprawdzianu na konsultacjach.
11. Ocenę poprawiamy tylko raz i jest ona wpisywana do dziennika jako średnia arytmetyczna, i jest liczona do średniej ocen.
12. Nauczyciel przechowuje prace pisemne uczniów do końca bieżącego roku szkolnego. Prace te są do wglądu u nauczyciela.
13. Nauczyciel może bez uprzedzenia przeprowadzić kartkówkę obejmującą materiał z trzech ostatnich tematów lekcji .
14. Wszelkie braki uczeń zgłasza nauczycielowi na początku lekcji.
15. Brak pracy domowej, zeszytu ćwiczeń, zeszytu przedmiotowego jest zaznaczane jako „bz” w dzienniku.
16. Aktywność ucznia na lekcji może być nagradzana plusami. Trzy plusy są równoznaczne z oceną “bdb” w obszarze aktywności.
17. Ocena na koniec I i II semestru jest średnią ważoną ocen cząstkowych.

9. Sposoby ewaluacji programu

Zadaniami ewaluacji programu będą:

- określenie, czy program ma być nadal kontynuowany,
- ulepszenie struktury, wdrożenie, dodanie lub usunięcie różnych metod pracy, środków dydaktycznych w tym narzędzi TIK.

Program będzie ewaluowany na bieżąco. Głównym sposobem ewaluowania programu będzie jego skuteczność, prowadzone na bieżąco obserwacje postępów uczniów oraz spostrzeżenia nauczyciela wykorzystującego program w pracy. Każdy sprawdzian wiadomości stanie się okazją do refleksji nad koniecznymi zmianami metod, środków dydaktycznych lub liczby godzin przeznaczonych na realizację poszczególnych tematów.

10. Bibliografia

- Fotyma Cz., Ścisłowski Cz., *Metodyka nauczania fizyki*, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1961.
- Głowacki M., *Dydaktyka fizyki, zagadnienia ogólne*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie, 1986.
- Głowacki M., *Dydaktyka fizyki, zagadnienia szczegółowe*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie, Częstochowa 1986.
- Lewis J.L., *Nauczanie fizyki*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1982.
- Salach J., *Dydaktyka fizyki, zagadnienia wybrane*, Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Kraków, 1986.
- Sokołowski A., *Symulacje fizyczne jako efektywna pomoc dydaktyczna*, „Foton” nr 107, zima 2009.
- Warzocha T., Winiarczyk A., *Jeszcze wybór czy już konieczność wykorzystania przez nauczycieli TIK w edukacji? – opinie studentów kierunków nauczycielskich Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach i Uniwersytetu Rzeszowskiego*, „Studia Pedagogiczne. Problemy społeczne, edukacyjne i artystyczne”, t. 33, 2019.
- Zintegrowana Strategia Umiejętności 2030* (część ogólna), <https://efs.mein.gov.pl/zintegrowana-strategia-umiejtnosci-2030-czesc-ogolna/> (dostęp: 08.2022).

Akty prawne

- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 28 marca 2017 r. w sprawie ramowych planów nauczania dla publicznych szkół, Dz.U. 2017 poz. 703.
- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej, Dz.U. 2017 poz. 356.
- Minister Edukacji Narodowej, DKO-WNP.4092.46.2021.DB, Warszawa 2021 r.
- Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 4.06.2018 r., [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=en](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=en) (dostęp: 04.2020).

11. Netografia

- <https://www.ck12.org/teacher/>
- <https://www.echalk.co.uk/>
- <https://edpuzzle.com/>
- <https://www.edukator.pl/>
- <https://energy.concord.org/energy2d/>
- <https://ftims.pg.edu.pl/spolecznosc-lokalna/materialy-dydaktyczne/materialy-projektu-e-doswiadczenia-w-fizyce>
- <https://www.genial.ly/>
- <https://www.geogebra.org/>
- <https://get.plickers.com/>
- <https://htwins.net/scale2/>
- <https://javalab.org/en/>
- <https://kahoot.com/>
- <https://www.mentimeter.com/>
- <https://miro.com>
- <https://mocomi.com/buoyancy/>
- <https://www.naukowiec.org/>

<https://www.online-stopwatch.com/>
<https://phet.colorado.edu/>
<https://phyphox.org/>
<https://www.physicsclassroom.com/>
<https://physlets.org/tracker/>
<http://radiolatorium.pl>
<https://quizizz.com/>
<https://www.vascak.cz/>
<https://www.walter-fendt.de/phys.htm>
<https://wordwall.net/pl>
<https://www.youtube.com/>
<https://zpe.gov.pl/>

2.2. Opinie sędziów kompetentnych zawarte w kwestionariuszu ankiety oceny autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej

Kwestionariusz ankiety oceny autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej

Szanowni Państwo, otrzymujecie kwestionariusz ankiety autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej. Celem tej ankiety jest uzyskanie opinii dotyczącej autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej. Pytania numer 1, 2, 3 dotyczą Pani/Pana stylu nauczania fizyki, stosowanych metod nauczania, wykorzystywanych środków dydaktycznych. Pytania numer 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 skupiają się głównie na ocenie autorskiego programu nauczania fizyki. Dziękuję za poświęcony czas.

Imię i nazwisko oceniającego nauczyciela (eksperta):

Miejsce pracy:

1. Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli, szkoła podstawowa
2. liceum
3. szkoła podstawowa
4. zespół szkół
5. zespół szkół
6. szkoła podstawowa
7. szkoła podstawowa
8. zespół szkół
9. zespół szkół, doradca metodyczny

Rodzaj ukończonych studiów (przygotowanie pedagogiczne):

1. Fizyka ogólna, studia doktoranckie z fizyki, obrona rozprawy doktorskiej na WSE UAM w Poznaniu
2. Wyższa Szkoła Pedagogiczna
3. wyższe magisterskie z przygotowaniem pedagogicznym
4. studia magisterskie z przygotowaniem pedagogicznym na kierunku fizyka
5. wyższe magisterskie
6. wyższe magisterskie na kierunku fizyka
7. wyższe magisterskie na kierunku fizyka
8. Ukończyłam AGH w Krakowie na wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Elektroniki, kierunek Elektrotechnika, specjalność Metrologia elektryczna oraz studia podyplomowe: Informatyka w nauczaniu. Posiadam przygotowanie pedagogiczne. Ukończyłam Dwuletnie Międzywydziałowe Studium Pedagogiczne na AGH.
9. brak odpowiedzi

Staż pracy:

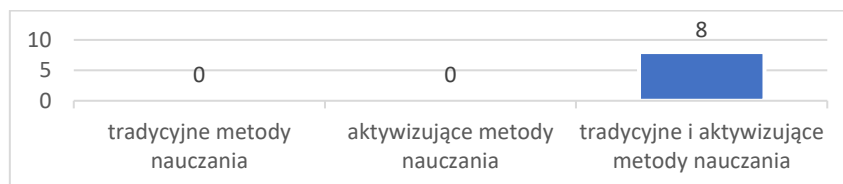
1. 21 lat
2. 44 lata
3. 29 lat
4. 22 lata
5. 12 lat
6. 22 lata
7. 40 lat
8. 30 lat
9. brak odpowiedzi

Stopień awansu zawodowego:

1. nauczyciel dyplomowany
2. nauczyciel mianowany
3. nauczyciel dyplomowany
4. nauczyciel dyplomowany
5. nauczyciel dyplomowany
6. nauczyciel dyplomowany
7. nauczyciel mianowany
8. nauczyciel dyplomowany
9. nauczyciel dyplomowany

Sprawowana funkcja

1. doradca metodyczny z fizyki w ODN
2. nauczyciel
3. nauczyciel fizyki i matematyki
4. dyrektor ZS i nauczyciel fizyki i techniki
5. nauczyciel
6. nauczyciel
7. nauczyciel
8. nauczyciel fizyki, informatyki i techniki, w przeszłości również matematyki
9. nauczyciel fizyki, doradca metodyczny

1. Czy w swojej pracy z uczniami korzysta Pani/Pan głównie z tradycyjnych, czy aktywizujących metod nauczania?

Uzasadnienie odpowiedzi:

1. Nauczanie fizyki oprócz metod aktywizujących, eksperymentalnych także wymaga w małym stopniu metod podających (znajomości faktów, pojęć i praw).
2. Podział na metody "tradycyjne" i "aktywizujące" jest mylący. Nauczanie "tradycyjne" może być też aktywizujące.
3. W zależności od omawianego zagadnienia wykorzystuję różne metody. Pogadanki, dyskusje, obserwacje, pokazy, pracę z książką, czy krótki wykład w celu wprowadzenia nowego działu, pojęcia czy zagadnienia. Natomiast częściej stosuję metody aktywizujące, gdyż mobilizują uczniów do większej aktywności i pracy podczas lekcji. Metody: projektu, plakatu, burza mózgów, prezentacje multimedialne, eksperymenty cieszą się dużym zainteresowaniem wśród uczniów. W swojej pracy coraz częściej wykorzystuję metodę lekcji odwróconej oraz metodę QtA, które zwiększają efektywność nauczania.
4. Gdy tylko czas pozwala staram się do maksimum aktywizować uczniów do działania korzystając z metod aktywizujących, jednak nie zawsze jestem w stanie prowadzić lekcje tak jakbym chciał lub tak jak sobie zaplanowałem (z różnych względów – czasem szkolnych, czasem służbowych – pozaszkolnych).
- 5.

Uzasadnienie odpowiedzi:
 Tradycyjne - popołamka, odpowiedzi ustne, sprawdziany
 Aktywizujące - pobudzenie ucznia do zadawania ciekawych pytań, metoda 3BS5

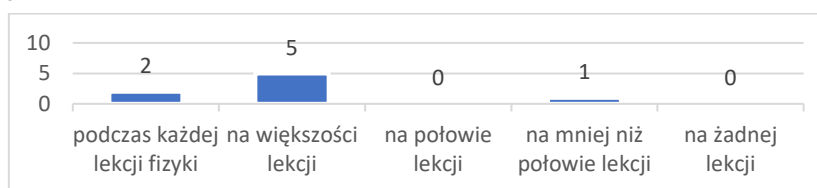
6.

Uzasadnienie odpowiedzi:
 ŁĄCZENIE METOD NAUCZANIA DAJE MOŻLIWOŚĆ DOJĄRCIA DO KAŻDEGO UCZNIA ZWŁASZTA W SYTUACJI BRAKU WYSTARCZAJĄCEJ WIEDZY MATEMATYCZNEJ UCNIÓW CZY BRAKU PRACOWNI FIZYCZNEJ.

7. Tradycyjne podejście do nauczania to przede wszystkim jest skoncentrowanie się nauczyciela na przekazywaniu wiedzy, głównie teoretycznej. Przekaz jest jednostronny, od nauczyciela do ucznia. Tradycyjne metody są często postrzegane jako tłumiące aktywność uczniów. Współczesny nauczyciel i współczesna szkoła musi zapewnić swoim uczniom samodzielne zdobywanie wiedzy w toku własnej aktywności poznawczej. Metody aktywizujące, które stosuję w mojej codziennej pracy stymulują zdolności twórcze moich uczniów. Stosowanie tych metod na lekcjach fizyki w klasach siódmych i ósmych przyspiesza proces uczenia się, a przede wszystkim rozwija myślenie twórcze. Często stosuję w procesie nauczania metodę burzy pytań, celem której jest generowanie pytań i wątpliwości na wybrany temat fizyczny.

8. W mojej pracy korzystam zarówno z tradycyjnych metod nauczania takich jak wykład, opis, prelekcja, czytanie tekstu czy pogadanka oraz w większym stopniu metod aktywizujących. Między innymi wykorzystuję nowoczesne narzędzia technologii informacyjno – komunikacyjnej (TIK). Metody aktywizujące pozwalają na rozbudzenie w uczniu zainteresowania przedmiotem oraz szybko sprawdzić jego wiedzę. Charakteryzują się wysoką skutecznością, dużą różnorodnością i atrakcyjnością, dlatego często je wykorzystuję.

2. Jak często używa Pani/Pan nowoczesne narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK) podczas swoich lekcji?



Uzasadnienie odpowiedzi:

1. Na każdej lekcji korzystam z TIK ponieważ tak mam urządzoną pracownię i pomoce dydaktyczne, które wymagają na co dzień TIKu.
2. Odpowiedź to orientacyjna średnia dotycząca mojego nauczania w 3 szkołach w ostatnich 12 latach.
3. Uważam, że nowoczesne narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych zwiększają efektywność uczenia się, rozbudzają w uczniach większą ciekawość oraz dają im większą autonomię.
4. Staram się uatrakcyjnić swoje lekcje dostosowując je technologicznie i zwiększać zainteresowanie uczniów tematem.
- 5.

Korzystam z elementów multimedialnego,
internetu itp.

6.

Uzasadnienie odpowiedzi:
TIK umożliwia PRZEKAZANIE WIEDZY W SPOSÓB
ATRAKCYJNY, ZWIĘKSZA AKTYWNOŚĆ UCZNIA, UPRYĘKA
NA POPRAWĘ SKUTECZNOŚCI NAUCZANIA, ZWIĘKSZA
POZIOM MOTYWACJI I SATYSFAKЦИИ UCNIOS.

7. Zajęcia z wykorzystaniem TIK organizuję w zależności od potrzeb w ciągu całego roku szkolnego realizując podstawę programową nauczania fizyki w klasie siódmej i ósmej. Zajęcia odbywają się w pracowni fizycznej, w której znajduje się tablica interaktywna. W razie potrzeby korzystam również z pracowni komputerowej. Programy, filmy edukacyjne, encyklopedie multimedialne wykorzystuję podczas większości lekcji.

8. Bardzo często korzystam z narzędzi TIK na lekcji. Ich różnorodność sprawia, że stosuję się na każdym etapie lekcji, zarówno w części wstępnej, jak i na podsumowanie czy w części zasadniczej lekcji. Narzędzia te mają szereg zalet, dlatego je stosuję.

3. Jeżeli używa Pani/Pan narzędzia TIK podczas lekcji to proszę opisać, w jakim celu wykorzystuje Pani/Pan te narzędzia?

1. Posiadam Laboratorium Przyszłości z bezprzewodowymi czujnikami PASCO a także uczniowie wykorzystują swoje smartfony do lekcji powtórkowych learnup.ai oraz z kilkudziesięciu czujników zamontowanych w przeciętnym smartfonie.

2. W celu uzyskania możliwie dobrych efektów nauczania z daną klasą (grupą) młodzieży.

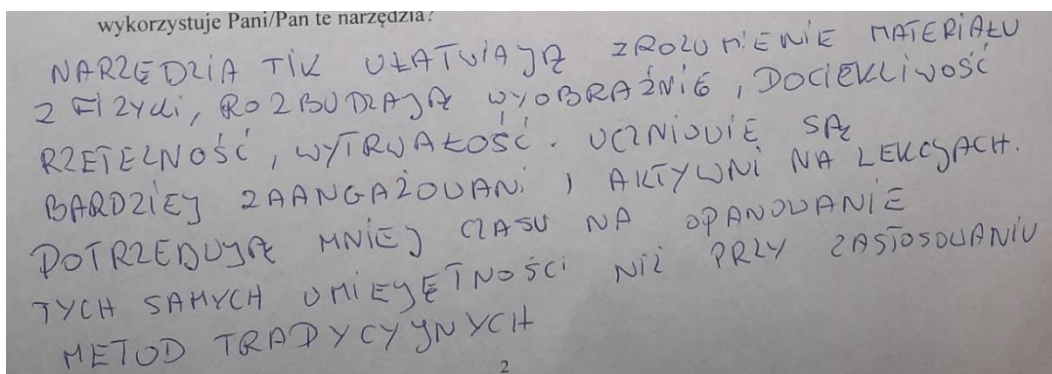
3. Uważam, że narzędzia TIK pomagają zarówno nauczycielowi w prowadzeniu lekcji, jak i uczniom w uczeniu się. Zauważyłam, że efekty uczenia są zdecydowanie lepsze niż w przypadku metod tradycyjnych. Uczniowie mogą więcej zobaczyć, usłyszeć i zrozumieć, niż jest w podręczniku. Mogą pracować samodzielnie, współpracować oraz komunikować się z innymi kolegami odnośnie danego zadania. Dzięki narzędziom TIK można rozwijać w uczniach kreatywność, ciekawość, wyobraźnię oraz umiejętność logicznego myślenia.

4. Ze względu na fakt, że szkoła nie dysponuje pracownią fizyczną z pełnym wyposażeniem staram się za pomocą filmów, symulacji, prezentacji, grafik komputerowych pokazać uczniom te rzeczy, których nie jestem w stanie pokazać doświadczalnie.

5.

W celu lepszego zrozumienia
i wyjaśnienia danego tematu.

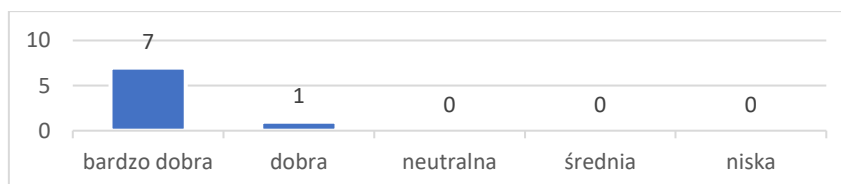
6.



7. Wykorzystanie TIK w procesie edukacyjnym na lekcjach fizyki usprawnia i przyspiesza zaplanowany przeze mnie proces edukacyjny. Ponadto, co jest bardzo ważne dla mnie, digitalizuję wiele dokumentów papierowych, które w procesie edukacyjnym w tym w nauczaniu fizyki są niezbędne np. sprawdziany. Usprawniam również proces nauczania korzystając z platform edukacyjnych, wirtualnych encyklopedii komunikatorów czy interaktywnych pomocy dydaktycznych. Lekcje z wykorzystaniem TIK ułatwiają moim uczniom zrozumienie wielu zjawisk fizycznych dzięki zastosowaniu programów zawierających animacje i symulacje zjawisk fizycznych. Rozwijają u uczniów umiejętność wyszukiwania i korzystania z różnych źródeł informacji. Łączą procesy poznawcze i kształcące z dobrą zabawą. Zastosowanie TIK pozwala mi również na indywidualizację procesu nauczania oraz organizowanie sprawdzianów wiedzy zgodnie z zaleceniami dotyczącymi uczniów ze szczególnymi potrzebami edukacyjnymi.

8. Narzędzia TIK wykorzystuję podczas lekcji w następujących celach: do zwiększenia zainteresowania i zaangażowania uczniów; do szybkiego i efektywnego powtórzenia, utrwalenia czy sprawdzenia wiedzy; do lepszego zrozumienia omawianych zagadnień; do zwiększenia motywacji uczniów do nauki; do wizualizacji modelu teoretycznego; do symulacji doświadczeń; do dokumentowania utrwalania i rejestrowania przebieg i wyników eksperymentów; do poszukiwania, zbierania i przetwarzania informacji; do skupienia uwagi uczniów.

4. Jaka jest Pani/Pana opinia dotycząca autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej ze szczególnym zastosowaniem narzędzi TIK:



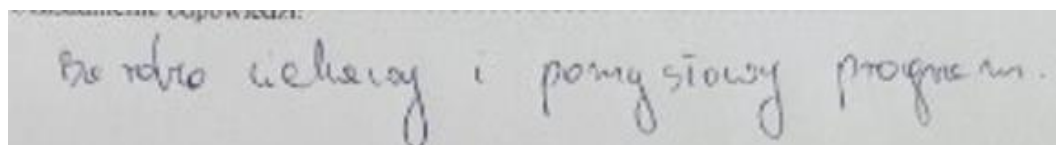
Uzasadnienie odpowiedzi:

1. Nie działają przestarzałe linki oraz za duże podobieństwo z programem Nowej Ery.
2. Praca jest interesującą, przemyślaną próbą integracji treści nauczania zawartych w podstawie programowej z nowymi technologiami, ze szczególnym uwzględnieniem narzędzi TIK.
3. Po dokładnej analizie autorskiego programu nauczania fizyki w szkole podstawowej stwierdzam, iż zawiera on wszystkie obowiązujące zagadnienia z podstawy programowej oraz cele kształcenia do szkół podstawowych, zapisane w Rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej. Pozwala na realizację wszystkich treści zapisanych w podstawie programowej, gdyż tworzy dobrze przemyślaną i logiczną całość. W programie zostały wprowadzone zmiany w stosunku do rozkładu treści nauczania, liczby godzin przydzielonej dla danego zagadnienia oraz treści tematu lekcji, zaproponowanych przez wydawnictwo Nowa Era do podręcznika „Spotkania z fizyką”. Autorka położyła nacisk na technologię informacyjno-komunikacyjną (TIK), co nie

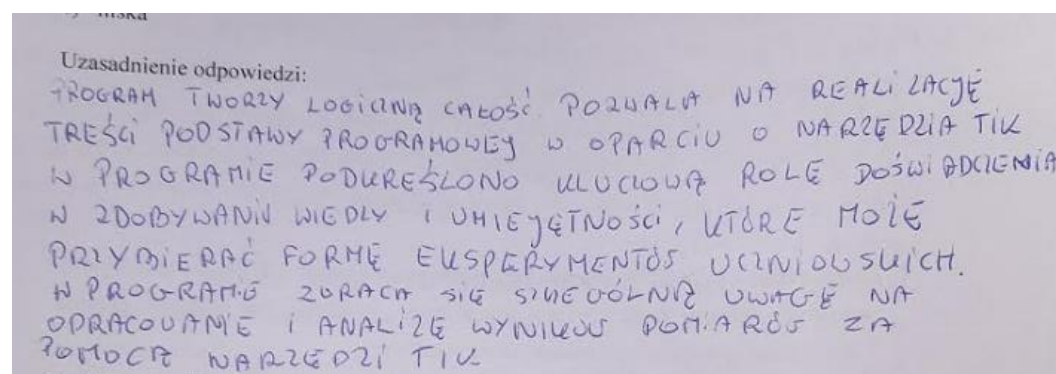
oznacza, że nie przewiduje doświadczeń oraz samodzielnego eksperymentu uczniowskiego. Treściom nauczania i przewidywanym osiągnięciom uczniów towarzyszy propozycja środków dydaktycznych - doświadczeń i pokazów, a także pracy z wykorzystaniem narzędzi TIK. Autorka programu przedstawiła obszerną listę narzędzi TIK, z opisem i celami wykorzystania. Zaproponowane narzędzia TIK ułatwią uczniom rozumienie praw fizycznych oraz uatrakcyjnią proces nauczania, co zwiększy ich zaangażowanie i zainteresowanie przedmiotem. Zatem, moja opinia dotycząca programu autorskiego z fizyki do szkoły podstawowej jest bardzo dobra.

4. Program nauczania odnosi się do wszystkich wymagań edukacyjnych opisanych w podstawie programowej kształcenia ogólnego dla klas 7 i 8. Zawiera spójny układ treści, który pozytywnie wpływa na realizację zawartego w nim materiału.

5.



6.



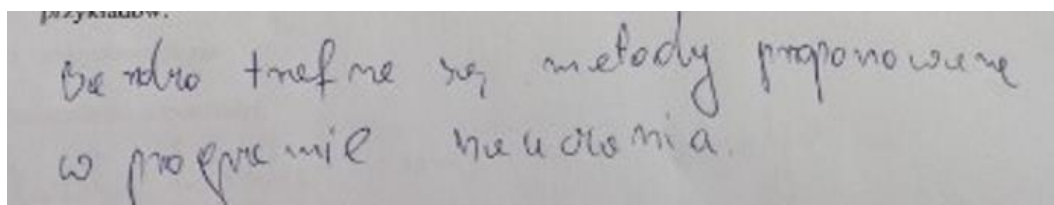
7. Program autorski nie dubluje zawartości podręcznika, lecz jest jego uzupełnieniem. Oprócz ćwiczeń uczeń znajduje w nich ciekawe informacje powiązane z książkowymi informacjami filmy, animacje oraz zdjęcia ilustrujące oraz wyjaśniające zjawiska fizyczne. Program autorski z wykorzystaniem TIK pozwala na lepsze i trwalsze przyswojenie przez uczniów treści programowych oraz rozwija zainteresowanie uczniów z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnej. Inspiruje uczniów do samodzielnego i kreatywnego myślenia. Daje możliwość samokontroli i sprawdzania wiadomości i umiejętności przy wykorzystaniu interaktywnych zagadek, krzyżówek, testów itp., do których podane są adresy stron internetowych. Zastosowanie technologii informacyjno-komunikacyjnej zwiększa cyfrowe kompetencje uczniów, sprawia, że poznają cyfrowy świat i uczą się w nim poruszać. Zaproponowane w programie nauczania wykorzystanie narzędzi TIK jest uzasadnione i prowadzi do zwiększenia efektywności nauczania realizacji podstawy programowej nauczania fizyki w klasie siódmej i ósmej. Wspomaga i wzbogaca tradycyjne treści kształcenia i formy przekazu. Umożliwia i ułatwia proces uczenia się oraz osobisty rozwój ucznia. Wzbogaca wiedzę uczniów oraz ich motywację do nauki fizyki. Program autorski z zastosowaniem TIK zachęca uczniów do samodzielnego zdobywania wiedzy wykraczającej poza ramy podstawy programowej.

8. Moja opinia o programie jest bardzo dobra. Program opracowano profesjonalnie. Zawiera on wszystkie elementy, które powinny się znaleźć w programie nauczania w przede wszystkim cele i treści nauczania, propozycje rozwiązań metodycznych oraz przewidywane osiągnięcia uczniów z fizyki w klasach 7 i 8 szkoły podstawowej. W propozycji rozwiązań metodycznych zaproponowano wykorzystanie różnorodnych narzędzi TIK co powoduje, że program jest bardzo atrakcyjny dla uczniów i nowoczesny. Uwzględnia on zmiany zachodzące w społeczeństwie, technologii i umiejętnościach cyfrowych współczesnych uczniów.

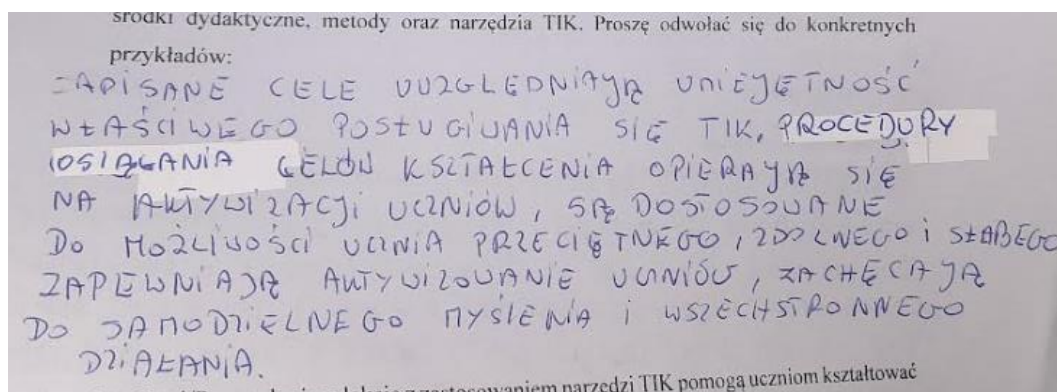
5. Proszę w kilku zdaniach scharakteryzować spójność ogólnych i szczegółowych celów nauczania z proponowanymi rozwiązaniami metodycznymi, uwzględniając wskazane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK. Proszę odwołać się do konkretnych przykładów:

1. Chociaż cele ogólne i szczegółowe są scharakteryzowane w sposób prawidłowy to jednak wydaje się niemożliwym do zrealizowania w sposób aktywny. Za mało praktycznego działania na lekcjach a za dużo TIK. Lekcje z fizyki powinny być żywe i nawiązywać do jej istoty, czyli "metody naukowej" nawet w szkole podstawowej, czego właśnie największy brak jest w tym programie. Stąd ocen dobra.
2. Centralną częścią pracy są rozkłady materiału, w których zaproponowano rozwiązania metodyczne i środki dydaktyczne (w tym narzędzia TIK) potrzebne w realizacji poszczególnych celów kształcenia.
3. Proponowane rozwiązania metodyczne są spójne z celami ogólnymi i szczegółowymi. Kształtują one umiejętności właściwego posługiwania się technologią informacyjną oraz zachęcają do samodzielnego myślenia i wszechstronnego działania. Środki dydaktyczne, metody i narzędzia TIK kształtują w uczniach dociekliwość, wytrwałość i systematyczność, zaś proponowane symulacje wpierają proces przekazywania wiedzy uczniom. Przykładem może być symulacja, a następnie dyskusja na temat zasady zachowania energii mechanicznej. Uczniowie mają możliwość opisać różne zjawiska oraz rozwiązać zadania z wykorzystaniem poznanej zasady. Kolejnym przykładem jest nie tylko poznanie, ale także wyjaśnienie zjawisk zachodzących w przyrodzie na poziomie molekularnym. Jest to temat, z którym uczniowie spotkali się na innych lekcjach, jednak wykorzystanie proponowanej symulacji z pewnością przybliży omawiane zagadnienia. Dużym zainteresowaniem na lekcjach cieszą się różne gry dydaktyczne, które wyzwalają ciekawość, zainteresowania poznawcze i wzbudzają motywację do wykonywania zadań, np. gra dotycząca budowy atomu. Uważam, że także aplikacje na telefon, np. Phyphox, Prędkościomierz smart speed, Sound Wave Generator, Physics Toolbox Sensor powodują, że lekcje są ciekawsze, a omawiane zagadnienia bliższe uczniom. Ciekawym rozwiązaniem metodycznym jest przeprowadzanie lekcji powtórzeniowych z zastosowaniem narzędzi TIK, np. Kahoot (uczniowie wykonują na własnych urządzeniach testy interaktywne), Plickers czy Quizizz. Dzięki tym narzędziom uczniowie mogą sprawdzić swoją wiedzę w sposób mniej stresujący niż tradycyjne odpytywanie przy tablicy. Podsumowując uważam, że proponowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK są bardzo dobrze dobrane do danego tematu czy zagadnienia i przyczynią się do podniesienia efektów nauczania.
4. Program charakteryzuje się dużą spójnością pomiędzy ogólnymi i szczegółowymi celami nauczania. Dla każdego realizowanego tematu określono przewidywane osiągnięcia ucznia oraz zaproponowano sposób wykorzystania narzędzi TIK. Dla przykładu: Cel ogólny: Określenie właściwości materii i jej budowy Cele szczegółowe: 2.1. Charakterystyka budowy materii i założeń teorii cząsteczkowej budowy materii. • TIK: prezentacja filmu dotyczącego atomów i cząstek wraz z umieszczonymi pytaniami w trakcie filmu (Film: <https://www.youtube.com/watch?v=WLY0MqbZoRM>) • Montaż filmu wraz z pytaniami: <https://edpuzzle.com/> • Doświadczenie: zjawisko dyfuzji w cieczach i gazach • TIK: gra dydaktyczna dotycząca budowy atomu https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pl.html.

5.



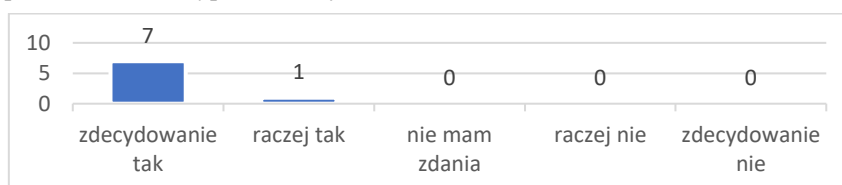
6.



7. Dział nr 5. Dynamika. Temat lekcji. I zasada dynamiki Newtona – zasada bezwładności. Jako cel ogólny ustalono: „Określenie wpływu działających sił na ruch ciała”, a jako cel szczegółowy lekcji „Poznanie wpływu równoważących się sił na ruch ciała”. Do osiągnięcia celów ustalonych w podstawie programowej autorka w sposób prawidłowy zaproponowała formy pracy, metody i dydaktyczne środki kształcenia. Zbiorowa forma pracy pozwala kierować nauczycielowi całą klasą. Nauczyciel, znając swoich uczniów wykorzystuje wówczas walory wszystkich form aktywności uczniów uczestniczących w zajęciach. Po przedstawieniu celu lekcji i pogadance dotyczącej nowego działu tj. „Dynamiki” wykorzystano film - TIK, który przypomina uczniom działanie siłomierza, jego budowę i sposoby odczytywania wartości siły. Dzięki projekcji filmu uczniowie mogą z dużą dokładnością odczytywać skalę siłomierza czy odczyty wartości sił. Środki dydaktyczne zaproponowane przez autorkę programu (siłomierz, klocek z haczykiem) wykorzystywane bezpośrednio do doświadczenia jako metody pracy, oddziałują na zmysły uczniów i ułatwiają poznanie I zasady dynamiki. Wykonanie doświadczenia i wysnucie odpowiednich wniosków z doświadczenia, spełnia zawarte w podstawie programowej nauczania fizyki wymagania doświadczalne, które stanowią kluczowy element osiągnięć uczniów i powinny być traktowane, tak jak w tym przypadku priorytetowo. Nauczanie fizyki powinno być postrzegane jako sposobność do zaspokajania ciekawości poznawczej uczniów i na tej bazie kształtowania zdobywania wiedzy. Dlatego też, bardzo trafne i wydaje się niezbędne jest przedstawienie animacji filmowych dotyczących I zasady dynamiki Newtona zaproponowanych przez autorkę programu. Taki rodzaj przekazu silnie oddziałuje na zmysły uczniów i ułatwia poznanie rzeczywistości.

8. Zaproponowane rozwiązania metodyczne są spójne z ogólnymi i szczegółowymi celami nauczania. Przykładowo użyte narzędzia TIK w dziale „Drgania i fale” pomagają osiągnąć cel ogólny, tj. zapoznanie z pojęciami, przykładami i opisem drgań i fal oraz cele szczegółowe tj. na przykład zapoznanie z graficznym sposobem opisu ruchu drgającego. Narzędzia te pozwalają również zrozumieć pojęcia amplitudy, okresu i częstotliwości i pokazują od czego zależy okres drgań ciężarka zawieszonego na sprężynie czy wahadła matematycznego. Cel szczegółowy: określenie wpływu położenia wahadła na zmiany energii bardzo dobrze można osiągnąć wykorzystując: https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_en.html.

6. Czy Pani/Pana zdaniem lekcje z zastosowaniem narzędzi TIK pomogą uczniom kształtować kompetencje kluczowe opisane w Zaleceniach Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie⁵³⁶:

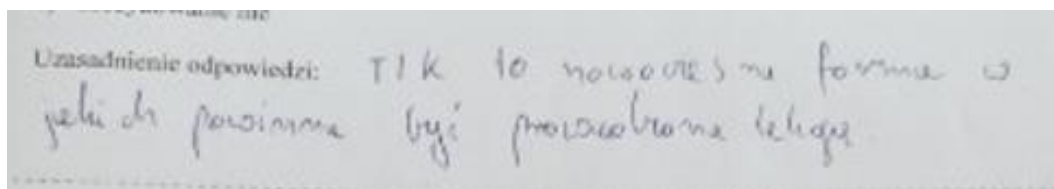


⁵³⁶ Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej C189/7, 4.06.2018 r., [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN), (dostęp 28.07.2022).

Uzasadnienie odpowiedzi:

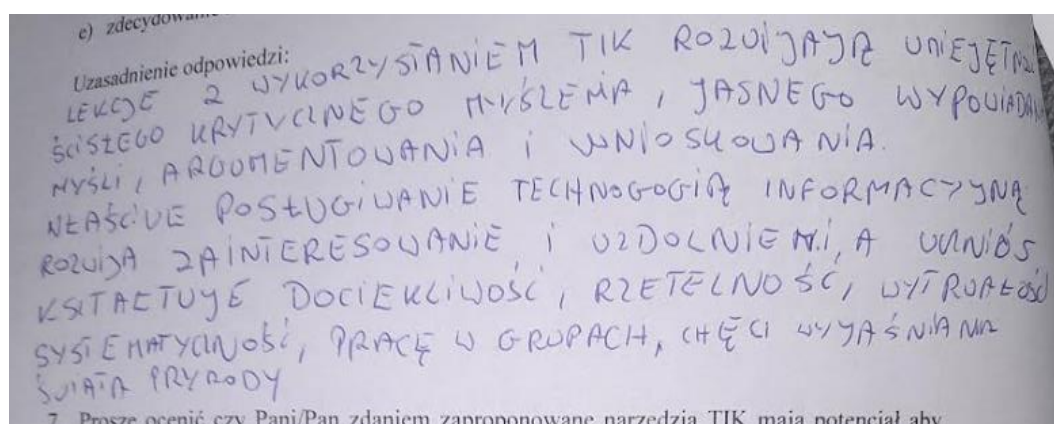
1. To nie samo TIK pomoże np. w kreatywności czy krytycznym myśleniu. To tylko narzędzia. Czy tablice interaktywne pomogły nam w tym. Tak naprawdę to tylko tablice podobnie jak te na pisaki czy kredę. Kreatywności nie nauczymy się teoretycznie za pomocą samych narzędzi TIK. Potrzebne jest działanie ukierunkowane przez nauczyciela. Szkoła dla innowatora to nie tylko samo TIK.
2. Podzielałam zdanie Autorki oraz Jej argumentację, że nauczanie fizyki umożliwia realizację wszystkich (ośmiu) kompetencji kluczowych. Jednak w największym stopniu dotyczy to: - kompetencji matematycznych oraz kompetencji w zakresie nauk przyrodniczych, techniki i inżynierii (wynika to z przedmiotu badań i metodologii fizyki jako nauki), - kompetencji w zakresie rozumienia i tworzenia informacji (wynika to z proponowanych przez Autorkę metod dydaktycznych przy rozwiązywaniu zadań oraz wykonywania doświadczeń przez uczniów), kompetencji cyfrowych. Autorka proponuje szeroki zestaw narzędzi TIK w nauczaniu.
3. Uważam, że lekcje przeprowadzone z zastosowaniem narzędzi TIK zdecydowanie pomogą uczniom kształtować kompetencje kluczowe. Narzędzia te opierają się m.in. na samodzielnym dochodzeniu do wiedzy, pracy w grupie, komunikacji w zespole. Kładzie się w nich nacisk na aktywne i samodzielne zdobywanie wiedzy przez samego ucznia poprzez formułowanie problemów i wniosków, stawianie hipotez badawczych. Pozwalają one na kształtowanie logicznego myślenia, uczą analizy i syntezy, odpowiedzialności za swoje działanie. Kształtują też umiejętność komunikowania się i wypowiadania się na forum klasy oraz planowania swojej pracy.
4. Stosowanie wymienionych metod pracy zapewnia wsparcie na wszystkich etapach ścieżek kształcenia, szkolenia i uczenia się. Rozwija edukację i opiekę nad dziećmi, usprawnia edukację szkolną i pozwala dbać o doskonały poziom nauczania. W pełni zgadzam się ze słowami autora programu, że "w przypadku nauczania fizyki, najistotniejsza wiedza obejmuje najważniejsze prawa rządzące światem, elementarne pojęcia naukowe, teorie, zasady, metody, technologie. Konieczne jest zrozumienie ingerencji człowieka, nauki, technologii i inżynierii w świat przyrody". Kompetencje kluczowe rozwijane są praktycznie na każdym kroku choćby przez nawiązanie do obcych języków. Przykładowo symbol fizyczny pracy W – work, mocy P – power, prędkość v – velocity.

5.



Uzasadnienie odpowiedzi: TIK to nowoczesna forma w jakiej powinna być prowadzona lekcja.

6.



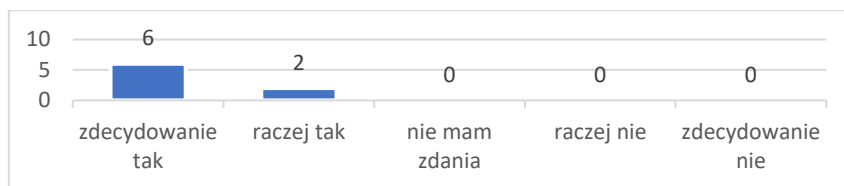
e) zdecydowanie.
Uzasadnienie odpowiedzi:
LEKCJE Z WYKORZYSTANIEM TIK ROZWIJAJĄ UMIEJĘTNOŚĆ ŚCISZEGO KRYTYCZNEGO MYŚLENIA, JASNEGO WYPOWIADANIA MYŚLI, ARGUMENTOWANIA I WNIOŚKOWANIA. NAUCZYCIELE POSŁUGUJĄCIE SIĘ TECHNOLOGIĄ INFORMACYJNĄ ROZWIJAJĄ ZAINTERESOWANIE I UZDOLNIENIA UCZNIÓW KSZTAŁTUJĄ DOCIEKLIWOŚĆ, RZETELNOŚĆ, WYTRWAŁOŚĆ, SYSTEMATYCZNOŚĆ, PRACĘ W GRUPACH, CHĘĆ WYGAŚNIANIA ŚWIATA PRZYRODY

7. Nowoczesne metody pracy dydaktycznej wykorzystują możliwości technologii informacyjnej. Celem nowoczesnej edukacji jest nauczanie poszukiwania informacji w różnych źródłach najczęściej w internecie oraz ich selekcionowania, opracowywania, oceniania ich przydatności. Metoda ta aktywizuje ucznia, zmusza do samodzielnej pracy. Jest bardzo

przydatna i powinna być wykorzystywana na lekcjach fizyki, na każdym etapie nauczania. W nowoczesnej dydaktyce sposób nauczania, który odbywa się przez komunikowanie, przetwarzanie, gromadzenie i przesyłanie informacji w postaci elektronicznej jest najbardziej efektywny.

8. Moim zdaniem lekcje z zastosowaniem narzędzi TIK pomagają uczniom kształtować kompetencje kluczowe a szczególnie kompetencje informatyczne, matematyczne, naukowo-techniczne czy umiejętność uczenia się. Różnorodność narzędzi TIK sprzyja również opanowaniu pozostałych kompetencji kluczowych takich jak porozumiewanie się w języku ojczystym i w językach obcych.

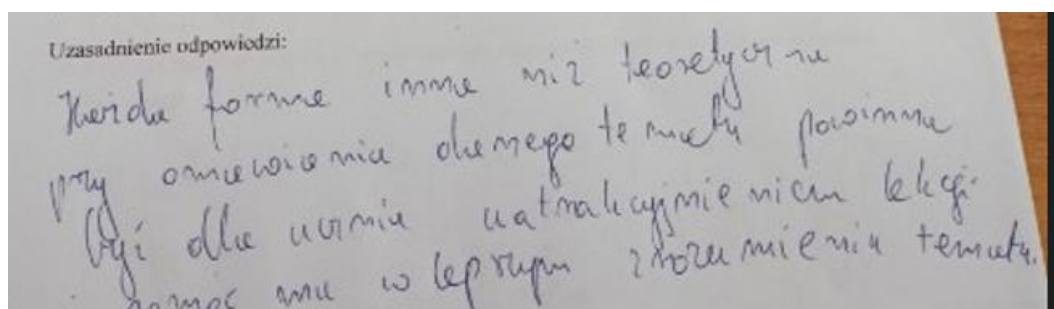
7. Proszę ocenić czy Pani/Pan zdaniem zaproponowane narzędzia TIK mają potencjał, aby polepszyć rozumienie fizyki przez uczniów: w dziale „dynamika” oraz w dziale „drgania i fale”. Proszę odwołać się do konkretnych przykładów.



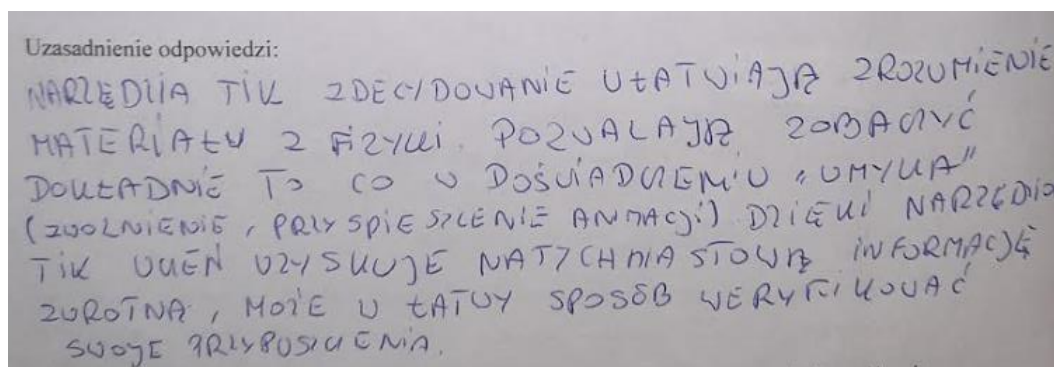
Uzasadnienie odpowiedzi:

1. Z dynamiki dobrze wskazano na Trakery czy analizę video a z drgań i fal dobrze się sprawdza PhyPhox.
2. Autorka proponuje tu szeroki zestaw narzędzi TIK: symulacje doświadczeń, animacje, e - doświadczeń, prezentacje filmów, tworzenie filmów z pytaniami i testów on line oraz gry dydaktyczne. Narzędzia te są proponowane w sposób przemyślany i racjonalny z uwzględnieniem stopnia trudności i specyfiki poszczególnych haseł programowych. Niektóre propozycje wybiegające nieco poza program Autorka sprawdziła na lekcjach pilotażowych. Dla uczniów zainteresowanych przedmiotem Autorka tworzy klasową platformę edukacyjną z e- zeszytem zadań.
3. Uważam, że zaproponowane w autorskim programie narzędzia TIK (w dziale „Dynamika” – kl.7 oraz „Drgania i fale” – kl.8) mają duży potencjał w lepszym zrozumieniu fizyki. Najczęściej, są to nowe narzędzia, z którymi uczniowie spotykają się po raz pierwszy w swojej edukacji. Dzięki nim lekcje będą ciekawsze, a uczniowie bardziej aktywni i chętni do dodatkowej pracy. Przykładem może być wykorzystanie podczas zajęć: filmu oraz symulacji na temat bezwładności ciał i konsekwencji bezwładności w życiu codziennym, symulacji dotyczącej zachowania się niezabezpieczonej paczki w ciężarówce podczas hamowania lub przyspieszania, symulacji doświadczenia przedstawiającej działanie niezerównoważonej siły na klocek, animacji zjawiska odrzutu, symulacji doświadczenia, przedstawiającego zjawisko odrzutu (armata i kula), gdzie można samodzielnie dobrać parametry doświadczenia i sprawdzić ich wpływ na omawiane zjawisko, nagrania Apollo 15 Hammer-Feather Drop, symulacji działania tarcia (opcja friction/tarcie), aby wprowadzić pojęcie tarcia statycznego i kinetycznego, symulacji, by przedstawić uczniom sposób odczytywania parametrów ruchu drgającego, symulacji przedstawiającej wpływ zmiany długości wahadła, kąta wychylenia oraz masy obciążnika na okres drgań wahadła matematycznego, aplikacji Phyphox do badania ruchu wahadła, aplikacji Miro do utworzenia wspólnej mapy myśli podsumowującej dział. Uważam, że stosowanie nowoczesnych technologii pozwoli uczniom w większym stopniu zrozumieć fizykę nauczaną w szkole.
4. Moim zadaniem zdecydowanie tak, ze względu na możliwość zobrazowania istoty zasad dynamiki. Zaproponowane symulacje: • TIK: symulacja I zasady dynamiki Newtona – zasady bezwładności https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=mech_newton1&l=pl • TIK: symulacja bezwładności w układzie przyspieszonym http://radiolatorium.pl/print_media-box.php?id_pliku=210&id=190&id_galerii=191 ułatwiają zrozumienie różnic pomiędzy poszczególnymi zasadami i zapamiętanie kiedy i w jaki sposób je stosujemy. Gry dydaktyczne zawsze cieszą się dużym zainteresowaniem wśród uczniów, dlatego każda z nich nawet najprostsza zawsze wzbogaca lekcje i wspomaga proces dydaktyczny • TIK: gra dydaktyczna dotycząca działania sił i wypadkowej siły https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motionbasics_en.html.

5.



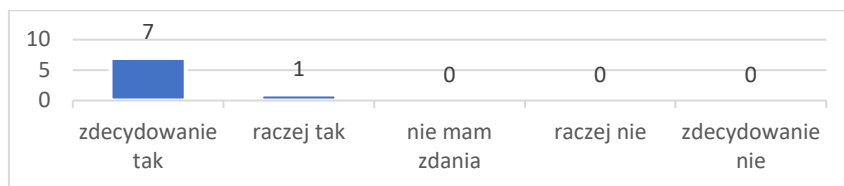
6.



7. Rozumienie czegokolwiek jest zjawiskiem indywidualnym. W miarę wzrostu wiedzy, rozumienie danego tematu przez ucznia zmienia się, pogłębia się i staje się lepsze. Nauczanie fizyki natrafia na ogromne trudności właśnie w zakresie uczenia się ze zrozumieniem. Rozumienie fizyki lub brak rozumienia, może dotyczyć zjawisk, praw i teorii oraz zastosowań praktycznych zrozumiałej wiedzy. Najczęściej mówimy, że rozumiem jakieś zjawisko fizyczne, gdy potrafię przedstawić je w formie pogładowego, wizualnego modelu słownego lub graficznego. Rozumienie zjawiska jest więc uwarunkowane możliwością wytworzenia obrazu lub modelu tego zjawiska. Zaproponowane w tym programie nauczania narzędzia TIK mają potencjał, aby polepszyć rozumienie fizyki w wymienionych działach. Dzisiejsze pokolenia nie mogą wrócić do starych metod uczenia się z przeszłości. Dlatego zaproponowane przez autorkę narzędzia TIK w nauczaniu fizyki są niezbędne, aby w dzisiejszej erze rozwoju technologii informacyjnej przybliżyć uczniom i zachęcić ich do nauki fizyki. Zaproponowane narzędzia TIK bezproblemowo integrują nowoczesne technologie z programem nauczania nie traktując ich tylko jako dodatku.

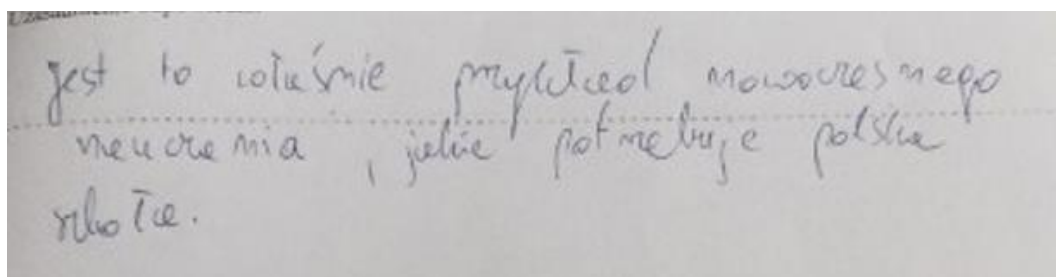
8. Zaproponowane narzędzia TIK zdecydowanie pomagają uczniom zrozumieć fizykę. Szczególnie jest to ważne w dziale „Dynamika”, który jest trudny dla uczniów. Przykładowo symulacja przedstawiająca związek siły, masy i przyspieszenia https://javalab.org/en/force_movement_en/ pozwala uczniom na eksperymentowanie z wartościami masy i siły i przekonanie się naocznie jak zmienia się ruch ciała w zależności od tych wielkości. Bardzo pomocna okazuje się gra dydaktyczna https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_en.html, która możemy wykorzystać do wytłumaczenia wszystkich zasad dynamiki czy sił tarcia, przy czym uczniowie dobrze się bawią i uczą się przez zabawę. Wiele emocji wzbudza symulacja I zasady dynamiki https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=mech_newton1&l=pl i dyskusja nad zachowaniem balonu. Po obejrzeniu filmu <https://www.youtube.com/watch?v=KSOKyMWg2Uc> uczniowie dobrze rozumieją pojęcie bezwładności. Również w dziale „Drgania i fale” narzędzia TIK pomagają zrozumieć fizykę. Chociażby prosta aplikacja https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=kv_vlneni&l=pl pomaga zrozumieć różnicę pomiędzy falą poprzeczną i podłużną.

8. Proszę ocenić, czy zaproponowane formy pracy będą pomocne w osiągnięciu ogólnych i szczegółowych celów nauczania, opisanych w autorskim programie nauczania (w uzasadnieniu proszę odwołać się do konkretnych przykładów):

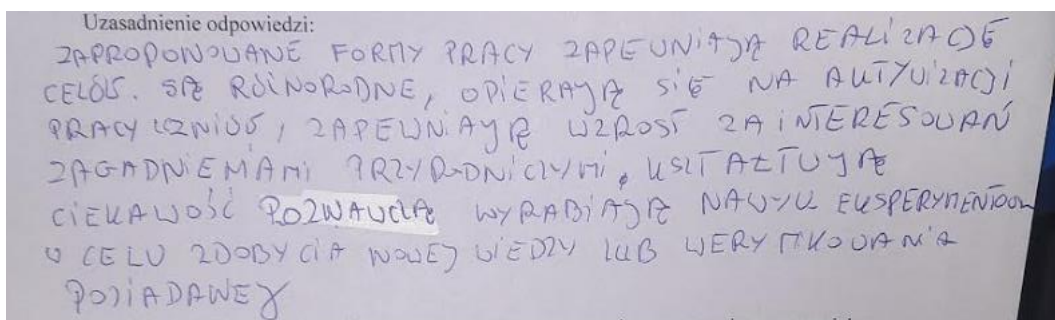


Uzasadnienie odpowiedzi:

1. Wymienionych jest zbyt mało metod aktywizujących a za dużo TIKu.
2. Odpowiedź na to pytanie wynika z odpowiedzi na pytanie poprzednie. I tak na przykład proponowana przez Autorkę symulacja TIK użyta przy realizacji takich treści (trudnych pojęciowo dla ucznia) jak zasada bezwładności czy bezwładność w układzie przyspieszonym na pewno pomoże w zrozumieniu tych zagadnień.
3. Uważam, że proponowane metody i formy pracy będą bardzo pomocne w uzyskaniu przez uczniów wielu umiejętności, zdobyciu wiedzy i kształtowaniu odpowiednich postaw. Każda z form ma za zadanie przybliżyć uczniowi omawiane zagadnienie, np.: dyskusja na temat: skutków oddziaływań i ich podziału, form energii występujących w obejrzanym filmie, czy energii ze źródeł odnawialnych czy nieodnawialnych, dyskusja zmierzająca do odpowiedzi na pytania: Czym jest natężenie? Porównanie natężenia prądu do natężenia ruchu ulicznego, praca w grupach – wykonanie doświadczenia zgodnie z opisem, przy użyciu przyrządów fizycznych oraz aplikacji dostępnych na smartfon (linijka, weight scale estimator, stoper), czy szukanie informacji w Internecie na temat zastosowania prawa Pascala we wskazanym urządzeniu, praca indywidualna - wykonanie własnego siłomierza, prasy hydraulicznej lub nurka Kartezjusza czy elektroskopu.
4. Na podstawie mojej wiedzy i nabytego doświadczenia uważam, że obecnie każda forma zainteresowania ucznia wiedzą, a w szczególności wiedzą z trudnej dziedziny, jaką niewątpliwie są nauki ścisłe (a do nich należy fizyka) jest sukcesem nauczyciela. Z pewnością stosowanie w pracy nowoczesnych technologii jest niezmiernie ważne, gdyż poza samą wizualizacją problemu można przykuć uwagę ucznia poprzez stosowanie narzędzi, do których on przywykł i sam się nimi posługuje praktycznie na co dzień. Daje to także uczniowi komunikat, że komputer, smartfon, czy Internet nie musi służyć wyłącznie do gier. Przy odrobinie chęci i zaangażowania można znaleźć i wiele różnego rodzaju programów, symulacji i gier dydaktycznych wspomagających proces kształcenia. Współczesny nauczyciel nie musi „walczyć” z nowoczesnością, lecz w umiejętny sposób włączyć ją w tok zajęć lekcyjnych.
- 5.



6.



7. Dział: Drgania i fale. Temat lekcji: Od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego? Cel ogólny: Zapoznanie z pojęciami, przykładami i opisem drgań i fal. Cel szczegółowy lekcji: Doświadczalnie określenie wpływu wybranych parametrów na okres drgań wahadła matematycznego. Przy realizacji tego tematu zaplanowano zbiorową oraz grupową formę pracy. Metoda ta świetnie nadaje się do zaangażowania całej klasy w aktywność, a także do przyczynienia się do lepszej komunikacji pomiędzy uczniami. Ponieważ na lekcji zaplanowano symulację E-doświadczeń związanych z pojęciem wahadła matematycznego m.in. zbadanie wpływu wybranych parametrów: długość linki, wychylenie, masa ciężarka na okres drgań wahadła matematycznego praca grupowa w tym przypadku jest bardzo zasadna. Pozwala ona rozwijać umiejętność podejmowania własnych decyzji z uwzględnieniem innych opinii i zdań.

8. Zaproponowane formy pracy są bardzo pomocne w osiągnięciu ogólnych i szczegółowych celów nauczania. Formy te uwzględniają tradycyjne metody pracy oraz metody aktywizujące. W dużym stopniu opierają się na wykorzystaniu narzędzi TIK. Przykładowo aplikacja https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_en.html pomocna będzie przy braku pracowni fizycznej, doświadczalnie wyznaczenie okresu drgań można wykonać używając tego narzędzia. Każdy uczeń może tego dokonać na swoim telefonie.

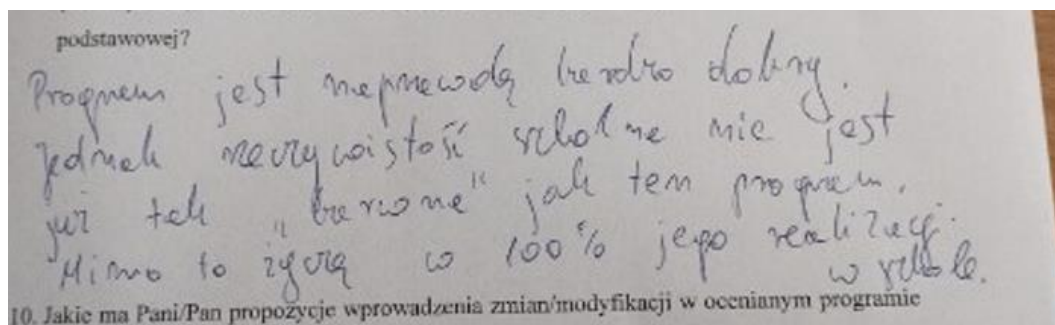
9. Jak jest Pani/Pana ogólna ocena programu nauczania, w tym jego potencjalna (i rzeczywista) możliwość realizacji podstawy programowej z fizyki w szkole podstawowej?

1. Ogólna ocena dobry i można ten program stosować mając na uwadze nieaktualność linków.
2. Nigdy nie uczyłem fizyki w szkole podstawowej. Pełna realizacja podstawy programowej wydaje mi się bardzo trudnym zadaniem. Wymaga potężnych kompetencji metodycznych i dlatego może być wyzwaniem dla każdego nauczyciela. W tej sytuacji praca Autorki trafia w sedno, ponieważ zawiera szereg cennych propozycji dydaktycznych i proponuje stosowanie w nauczaniu narzędzi używanych przez uczniów z upodobaniem i na co dzień.
3. Autorski program nauczania fizyki w szkole podstawowej przewiduje realizację celów ogólnych kształcenia, realizację wymagań szczegółowych z fizyki oraz kształtowanie odpowiednich postaw wychowawczych. W programie zawarte są wszystkie obowiązujące zagadnienia z podstawy programowej oraz cele kształcenia do szkół podstawowych. Znajdują się też treści, które wykraczają poza podstawę programową, ale poszerzają wiedzę dotyczącą omawianego zagadnienia. Ciekawym rozwiązaniem jest zaczynanie działu lub nowego tematu problemem symulacyjnym z życia codziennego, pytaniem, doświadczeniem lub obejrzeniem filmu. Program przewiduje również przeprowadzanie różnych doświadczeń, nie tylko na lekcjach, ale też samodzielnie w domu i zaprezentowanie otrzymanych wyników na forum klasy. W prezentowanym programie są umieszczone adresy stron internetowych symulacji komputerowych, animacji, filmów dydaktycznych, e-doświadczeń oraz aplikacji na smartfona. Uważam, że ich wykorzystanie przybliży uczniom zawarte w podstawie programowej treści nauczania fizyki, jak również umożliwi powiązać omawiane zagadnienia z innymi dziedzinami nauki. Zgodnie z założeniami autorskiego programu nauczania fizyki, uczniowie będą mieli możliwość poszerzania swojej wiedzy rozwiązując dodatkowe zadania, umieszczone na klasowej platformie edukacyjnej w e-zeszytach. Dla uczniów uzdolnionych taka forma pracy z pewnością przyczyni się do rozwinięcia zainteresowań przedmiotem. Uważam, że program autorski pozwoli dokładnie zrealizować wszystkie treści zapisane w podstawie programowej z fizyki w szkole podstawowej.

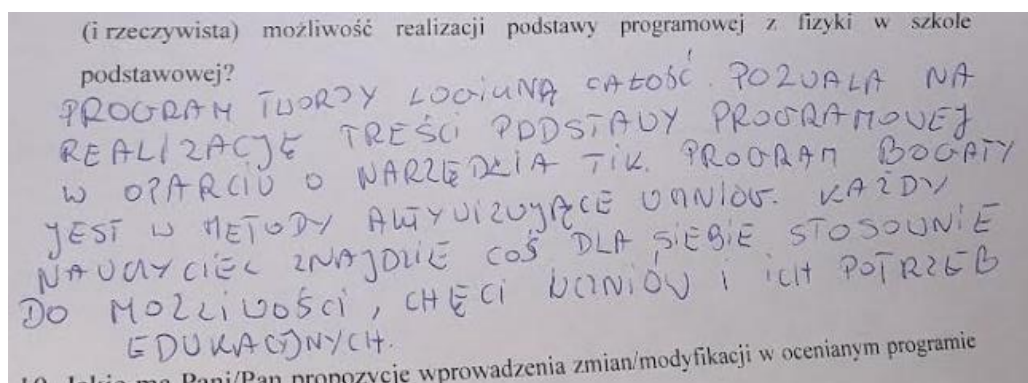
4. Program nauczania oceniam bardzo dobrze. Uważam, że zajęcia prowadzone wymienionymi w nim metodami, przy

użyciu zaproponowanych przez autora narzędzi daje duże szanse na realizację podstawy programowej z fizyki w szkole podstawowej.

5.



6.

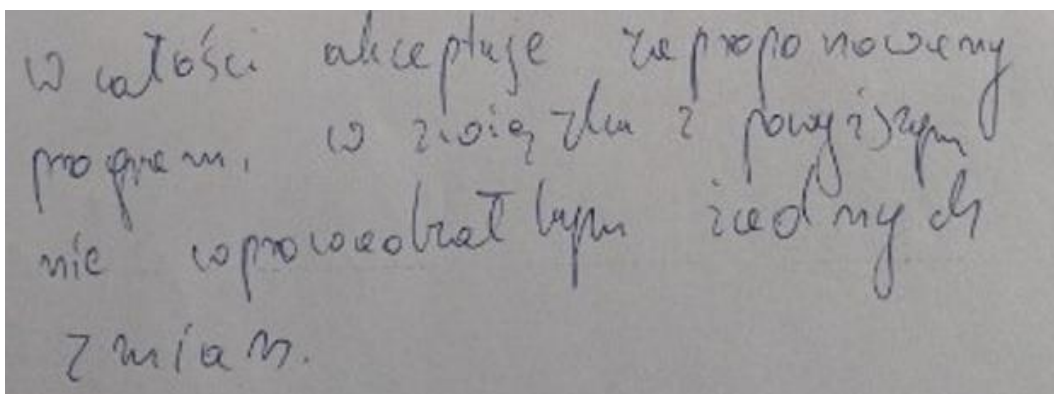


7. Program autorski nauczania fizyki dla klasy siódmej i ósmej szkoły podstawowej z zastosowaniem narzędzi TIK zapewnia pełną realizację podstawy programowej. Ze względu na wprowadzenie nowych, cyfrowych technologii (TIK) będzie miał wpływ na zmianę sposobu uczenia się i nauczania. Media cyfrowe zwiększają zaangażowanie uczniów i chęci do zdobywania wiedzy. Pozwalają na poprawę efektywności procesu nauczania i uczenia się. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej w sprawie podstawy programowej do najważniejszych umiejętności zdobywanych przez ucznia w trakcie kształcenia ogólnego w szkole podstawowej należą m.in. umiejętność posługiwania się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi, w tym także dla wyszukiwania i korzystania z informacji oraz przygotowanie uczniów do życia w społeczeństwie informacyjnym. Podstawą stosowania TIK w edukacji jest wspieranie uczniów w rozwoju. Wykorzystanie narzędzi w ten sposób, by uczniowie podczas pracy byli aktywni, a nauczyciele jedynie wspierali uczniów w procesie zdobywania wiedzy. W przedstawionym autorskim programie wypracowano taką koncepcję stosowania technologii, aby wzbogaciły one kompetencje uczniów. Autorka kierowała się przy tym nadrzędnymi celami kształcenia zapisanymi w podstawie programowej oraz zawartymi w niej wymaganiami edukacyjnymi. Zaplanowane w programie lekcje ze zwiększonym zastosowaniem TIK stanowią część komplementarną w stosunku do tradycyjnej metody prowadzenia lekcji z wykorzystaniem podręczników. Program pozwala uczniom podczas lekcji oraz w czasie pozalekcyjnym na ułatwiony dostęp do informacji, pomaga skutecznie łączyć i przetwarzać dane, pomaga w uczeniu się współpracy z innymi uczniami, umożliwia uczniom bardziej efektywne komunikowanie się z innymi. Nie wykorzystanie możliwości jakie dają nowoczesne technologie w szkołach i posługiwanie się wyłącznie tradycyjnymi metodami nauczania mogą wydawać się uczniom archaiczne i nieciekawe. Ten program, który uwzględnia używanie najnowszych zdobyczy techniki, nie tylko zainteresuje uczniów nauki fizyką, ale może otworzyć im drzwi lepszego poznawania otaczającego świata. Wykorzystanie nowych technologii w edukacji, w tym w nauczaniu fizyki ma na celu nie tylko sprawienie, że nauka będzie bardziej atrakcyjna. Może to również pomóc w nauce fizyki tym, którym tradycyjne sposoby nauczania sprawiają więcej trudności.

8. Program zapewnia realizację celów ogólnych i szczegółowych zawartych w podstawie programowej. Zastosowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia TIK są różnorodne, opierają się na aktywizacji pracy uczniów, dostosowane są do możliwości każdego ucznia. Powodują wzrost zainteresowania fizyką i ciekawości uczniów. Uczniowie aktywnie uczestniczą w procesie edukacyjnym. W rzeczywistości liczba godzin do realizacji programu jest za mała aby wykorzystać wszystkie zaproponowane metody i narzędzia TIK. Ogólnie program oceniam pozytywnie.

10. Jakie ma Pani/Pan propozycje wprowadzenia zmian/modyfikacji w ocenianym programie nauczania?

1. Wprowadzić więcej eksperymentów (w podstawie jest ich ponad 30) o których jest zbyt pobieżnie napisane.
2. Nie mam takich propozycji.
3. Nie mam żadnych zastrzeżeń, aby program został wdrożony w szkole podstawowej.
4. Nie mam uwag.
- 5.



W całości akceptuję zaproponowany program, w związku z powyższym nie wprowadzałbym żadnych zmian.

6. Brak odpowiedzi.
7. Uważam, że program autorski nie wymaga zmian czy modyfikacji. Zaproponowane narzędzia TIK pozwolą uczniom na lepsze zrozumienie wielu zagadnień z fizyki, symulacje komputerowe w części zastąpią pokazy i doświadczenia, których z różnych względów nauczyciel wraz z uczniami nie jest w stanie wykonać w szkole.
8. Brak

Opinia o programie nauczania fizyki dla klasy 7 i 8 szkoły podstawowej

autorstwa mgr inż. Beaty Semków - Nędzy

Współczesna szkoła potrzebuje nowoczesnych narzędzi edukacyjnych, form i metod pracy wykraczających poza utarty sposób myślenia. Wiąże się to z koniecznością opracowywania nowatorskich programów nauczania i scenariuszy lekcji uwzględniających wszechstronny rozwój każdego ucznia oraz pozwalających na indywidualizację procesu nauczania. Pani Beata Semków-Nędza podjęła trud opracowania innowacyjnego programu nauczania fizyki opartego zarówno na tradycyjnych metodach jak i technologii informacyjno-komunikacyjnej. Zaproponowane środki dydaktyczne, metody oraz narzędzia łączą nowoczesne i aktywizujące metody nauczania z technologią cyfrową, która w tym programie wzbogaca repertuar dydaktyczny nauczyciela. Autorka doskonale wplata między metody badawcze bardzo ważne w nauczaniu fizyki różnorodne narzędzia informatyki poprzez symulacje, animacje, gry dydaktyczne. Sama komunikacja z uczniami odbywa się także za pomocą platformy edukacyjnej, na której można umieszczać zadania domowe, materiały do lekcji. Taka metoda na pewno bardziej zachęci uczniów do wykonania pracy domowej i samodzielnego zdobywania wiedzy. Autorka zawarła w swoim programie także bardzo ważne dla nowoczesnej szkoły ocenianie kształtujące. Przedstawia karty *Plickery*, za pomocą których w czasie rzeczywistym w szybki sposób nauczyciel otrzymuje informację zwrotną pozwalającą ocenić stopień zrozumienia danego zagadnienia. Z opinii użytkowników przedstawionych kart można wnioskować, że uczniowie również lubią *Plickery*, które przypominają formę zabawy. Bardzo dużym atutem programu jest kształtowanie odpowiednich postaw wychowawczych, które powinno towarzyszyć podczas nauczania każdego przedmiotu. Poprzez kształtowanie postawy badawczej i umiejętności zadawania pytań, szukania odpowiedzi, poszukiwania różnych źródeł informacji, rozwijania umiejętności samodzielnego zdobywania wiedzy i wykorzystania jej w życiu codziennym. Niezmiernie ważną umiejętnością jest również posługiwanie się językiem charakterystycznym dla fizyki, a także kształtowanie podstaw rozumowania naukowego.

Analizując program można stwierdzić, że spełniony jest postawiony przez autorkę nadrzędny cel programu, czyli stworzenie takiej koncepcji nauczania fizyki, która będzie integrowała treści wynikające z podstawy programowej nauczania fizyki w szkole podstawowej z nowoczesnymi technologiami, dzięki czemu uczniowie w większym stopniu będą rozumieli fizykę nauczaną w szkole. Jest to program przyjazny zarówno dla ucznia jak i nauczyciela.

nauczyciel dyplomowany fizyki

doradca metodyczny z fizyki dla szkół podstawowych w latach 2019-2022

2.3. Wymagania edukacyjne z fizyki przedstawione w odniesieniu do czterech poziomów rozumienia

2.3.1 Wymagania edukacyjne z fizyki przedstawione w odniesieniu do czterech poziomów rozumienia dla klasy 7, dział „dynamika”

Temat lekcji nr 1: I zasada dynamiki Newtona – zasada bezwładności.		
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	definiuje, czym zajmuje się dynamika	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
	podaje symbol siły, jednostkę (II.10)	definiuje wielkości fizyczne wraz z jednostkami oraz symbole fizyczne
	definiuje pojęcie siły jako działania skierowanego (wektor) (II.10)	wskazuje przykład lub przykłady desygnatów pojęcia
	formułuje treść pierwszej zasady dynamiki Newtona	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
	definiuje masę jako miarę bezwładności ciał (II.15)	
	podaje przykłady bezwładności ciał w otaczającym świecie	wskazuje przykład lub przykłady desygnatów pojęcia
	wskazuje siłomierz jako przyrząd do pomiaru siły	nazywa podstawowe urządzenia fizyczne oraz przykłady zastosowania
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	wyjaśnia, dlaczego siła to wielkość wektorowa	wskazuje czy dany przykład może być desygnatem pojęcia; przypisuje informacje dotyczące konkretnych faktów, pojęć, praw, zasad i teorii fizycznych do odpowiedniego przykładu
	wskazuje wartość, kierunek i zwrot wektora siły (II.10)	posługuje się językiem fizyki w sytuacjach typowych
	przypisuje konkretne zachowanie ciała związane z bezwładnością do danej sytuacji	podaje przykłady desygnatów pojęcia, uwzględniając narzucone warunki
	posługuje się jednostką siły i dokonuje przeliczeń z uwzględnieniem przedrostków stosowanych w fizyce	posługuje się podstawowymi symbolami fizycznymi; zamienia proste jednostki fizyczne; przelicza jednostki z uwzględnieniem przedrostków stosowanych fizyce
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	opisuje i rysuje siły, które się równoważą (II.12)	stosując odpowiednie prawa i zasady fizyczne rozwiązuje zadania obliczeniowe oraz zadania przedstawione w sposób graficzny
	rysuje siłę wypadkową dla sił o jednakowych kierunkach i określa jej cechy (II.12)	
	analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona (II.14)	dokonuje trafnych obserwacji fizycznych w celu interpretacji danego zjawiska
	analizuje zachowanie się ciał związane z bezwładnością	
	analizuje wektory siły i na ich podstawie wyciąga wnioski dotyczące ruchu ciała	dokonuje trafnych obserwacji fizycznych w celu interpretacji danego zjawiska; stosuje posiadane wiadomości w sytuacji wymagającej syntezy różnych wiadomości, pojęć, definicji
	wyznacza wartość siły za pomocą siłomierza (II.118c)	wykonuje proste pomiary fizyczne, posługując się przyrządami fizycznymi oraz innym potrzebnym sprzętem laboratoryjnym
	doświadczalnie potwierdza I zasadę dynamiki Newtona (II.18a)	korzysta z opisu doświadczenia, instrukcji słownej lub graficznej w celu rozwiązania zadania lub wykonania doświadczenia
IV poziom rozumienia, tj. poziom	dokonuje trafnych obserwacji wynikających z I zasady dynamiki Newtona,	dostrzega spontaniczny związek między danymi pojęciami i je wykorzystuje

rozumienia strukturalnego	bezwładności, także dla ciał typu balon wypełniony helem;	
	planuje i przeprowadza doświadczenie ilustrujące pierwszą zasadę dynamiki Newtona oraz bezwładność, opisuje przebieg doświadczeń, wyciąga prawidłowe wnioski z doświadczenia, na podstawie przeprowadzonych doświadczeń potrafi obliczyć wybrane wielkości fizyczne	stawia pytania badawcze, tworzy hipotezy, planuje eksperyment badawczy, zestawia wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia

Temat lekcji nr 2: Gdy siły się nie równoważą, czyli II zasada dynamiki Newtona.		
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	formułuje treść drugiej zasady dynamiki Newtona	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	wskazuje jednostkę siły i definiuje ją na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona ($1\text{N} = 1 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2}$)	podaje przykłady desygatów pojęcia, uwzględniając narzucone warunki
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	wyjaśnia związek siły masy i przyspieszenia ($a = \frac{F}{m}$)	interpretuje związki zachodzące między różnymi pojęciami, wielkościami fizycznymi
	wyjaśnia jak zmiana (zwiększenie lub zmniejszenie) masy lub siły wpływa na wartość przyspieszenia	
	wskazuje zależność wprost proporcjonalną siły i przyspieszenia	
	wskazuje zależność odwrotnie proporcjonalną masy i przyspieszenia	
	stosuje do obliczeń związki między siłą i masą a przyspieszeniem (II.15)	dokonuje trafnych obserwacji fizycznych w celu interpretacji danego zjawiska
	analizuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona (II.15)	
	doświadczalnie ilustruje drugą zasadę dynamiki Newtona (II.18a)	korzysta z opisu doświadczenia, instrukcji słownej lub graficznej w celu rozwiązania zadania lub wykonania doświadczenia
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe dotyczące treści z działu dynamika (I zasada dynamiki Newtona, II zasada dynamiki Newtona, związek między siłą masą i przyspieszeniem lub siłą ciężkości masą i przyspieszeniem grawitacyjnym) oraz treści z działu kinematyka (związek przyspieszenia ze zmianą prędkości i czasem)	dostrzega spontaniczny związek między danymi pojęciami i je wykorzystuje; wykorzystuje zdobytą wiedzę w twórczym rozwiązywaniu problemów przedstawionych w różnych kontekstach
	planuje i przeprowadza doświadczenie ilustrujące drugą zasadę dynamiki Newtona, opisuje przebieg doświadczeń, wyciąga prawidłowe wnioski z doświadczenia, na podstawie przeprowadzonych doświadczeń potrafi obliczyć wybrane wielkości fizyczne	stawia pytania badawcze, tworzy hipotezy, planuje eksperyment badawczy, zestawia wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia

Temat lekcji nr 3: III zasada dynamiki Newtona		
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom	formułuje treść trzeciej zasady dynamiki Newtona	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami

rozumienia defini- cyjnego (formal- nego)	wymienia cechy sił akcji i reakcji (kierunek, zwrot, punkt przyłożenia i wartość)	
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	na podstawie wektorów sił ustala, iż prezentują one siły zgodne z trzecią zasadą dynamiki Newtona	przypisuje informacje dotyczące konkretnych faktów, pojęć, praw, zasad i teorii fizycznych do odpowiedniego przykładu
	wyjaśnia, że siły wzajemnego oddziaływania (III zasada dynamiki Newtona) mają jednakowe wartości, ten sam kierunek, przeciwne zwroty i różne punkty przyłożenia	wyjaśnia i opisuje proste fakty fizyczne, zjawiska fizyczne i procesy
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	doświadczalnie ilustruje III zasadę dynamiki Newtona (II.18a)	korzysta z opisu doświadczenia, instrukcji słownej lub graficznej w celu rozwiązania zadania lub wykonania doświadczenia
	opisuje wzajemne oddziaływanie ciał posługując się trzecią zasadą dynamiki Newtona (II.13)	dokonuje trafnych obserwacji fizycznych w celu interpretacji danego zjawiska
	wyjaśnia znaczenie trzeciej zasady dynamiki Newtona	
	doświadczalnie wyznacza wartość siły za pomocą siłomierza albo wagi analogowej lub cyfrowej (II.18c)	wykonuje proste pomiary fizyczne, posługując się przyrządami fizycznymi oraz innym potrzebnym sprzętem laboratoryjnym
	na wybranym przykładzie wskazuje siły wzajemnego oddziaływania, potrafi narysować wektory sił wynikające z trzeciej zasady dynamiki Newtona oraz podaje ich cechy	stosując odpowiednie prawa i zasady fizyczne rozwiązuje zadania obliczeniowe oraz zadania przedstawione w sposób graficzny
	tłumaczy zjawisko odrzutu i wskazuje przykłady w otaczającym świecie	dokonuje trafnych obserwacji fizycznych w celu interpretacji danego zjawiska
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	planuje i przeprowadza doświadczenie prezentujące trzecią zasadę dynamiki Newtona, opisuje przebieg doświadczenia, wyciąga prawidłowe wnioski z doświadczenia, na podstawie przeprowadzonych doświadczeń potrafi obliczyć wybrane wielkości fizyczne	stawia pytania badawcze, tworzy hipotezy, planuje eksperyment badawczy, zestawia wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia
	planuje i przeprowadza doświadczenie prezentujące zjawisko odrzutu, opisuje przebieg doświadczenia, wyciąga prawidłowe wnioski z doświadczenia, na podstawie przeprowadzonych doświadczeń potrafi obliczyć wybrane wielkości fizyczne	

Temat lekcji nr 4: Spadek swobodny		
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	definiuje swobodny spadek ciał i wskazuje, że odbywa się wyłącznie w próżni	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
	wskazuje przykłady spadku swobodnego	wskazuje przykład lub przykłady desygatów pojęcia
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	opisuje spadek swobodny jako przykład ruchu jednostajnie przyspieszonego (II.16)	podaje przykłady desygatów pojęcia, uwzględniając narzucone warunki
	wskazuje, że czas swobodnego spadania nie zależy od masy	wskazuje, czy dany przykład może być desygatem pojęcia
	wyjaśnia pojęcie przyspieszenia ziemskiego i podaje jego wartość	przypisuje informacje dotyczące konkretnych faktów, pojęć, praw, zasad i teorii fizycznych do odpowiedniego przykładu
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	posługuje się pojęciem siły ciężkości, stosuje do obliczeń związek między siłą, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym (II.17)	interpretuje związki zachodzące między różnymi pojęciami, wielkościami fizycznymi

	rozpoznaje i nazywa siły działające podczas spadku swobodnego ciała	dokonuje trafnych obserwacji fizycznych w celu interpretacji danego zjawiska
	porównuje czas spadania swobodnego i rzeczywistego różnych ciał z danej wysokości	
	tłumaczy, dlaczego czas swobodnego spadku nie zależy od masy ciała	
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	oblicza prędkość podczas spadku swobodnego	dostrzega spontaniczny związek między danymi pojęciami i je wykorzystuje
	planuje i przeprowadza doświadczenie prezentujące spadek ciał i jego zależność od wybranych parametrów (np. opór powietrza), opisuje przebieg doświadczenia, wyciąga prawidłowe wnioski z doświadczenia	stawia pytania badawcze, tworzy hipotezy, planuje eksperyment badawczy, zestawia wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia

Temat lekcji nr 5: Doświadczenia prezentujące zasady dynamiki Newtona		
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	formuluje treść pierwszej, drugiej, trzeciej zasady dynamiki Newtona	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
	wskazuje siłomierz jako przyrząd do pomiaru siły	nazywa podstawowe urządzenia fizyczne oraz przykłady ich zastosowania
	podaje symbol siły, jednostkę (II.10)	definiuje wielkości fizyczne wraz z jednostkami oraz symbole fizyczne
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	posługuje się jednostką siły i dokonuje przeliczeń z uwzględnieniem przedrostków stosowanych w fizyce	posługuje się podstawowymi symbolami fizycznymi; zamienia proste jednostki fizyczne; przelicza jednostki z uwzględnieniem przedrostków stosowanych w fizyce
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona (II.14), drugiej zasady dynamiki Newtona (II.15), trzeciej zasady dynamiki Newtona (II.13)	dokonuje trafnych obserwacji fizycznych w celu interpretacji danego zjawiska
	wyznacza wartość siły za pomocą siłomierza (II.118c)	wykonuje proste pomiary fizyczne, posługując się przyrządami fizycznymi oraz innym potrzebnym sprzętem laboratoryjnym
	doświadczalnie ilustruje I, II, III zasadę dynamiki Newtona (II.18a)	korzysta z opisu doświadczenia, instrukcji słownej lub graficznej w celu rozwiązania zadania lub wykonania doświadczenia
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	planuje i przeprowadza doświadczenia przedstawiające pierwszą, drugą lub trzecią zasadę dynamiki Newtona oraz bezwładność, opisuje przebieg doświadczeń, wyciąga prawidłowe wnioski z doświadczenia, na podstawie przeprowadzonych doświadczeń potrafi obliczyć wybrane wielkości fizyczne	stawia pytania badawcze, tworzy hipotezy, planuje eksperyment badawczy, zestawia wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia

Temat lekcji nr 6: Opory ruchu. Siła tarcia		
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	definiuje pojęcia sił oporów ruchu i tarcia	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
	podaje przykłady oporów ruchu w różnych sytuacjach praktycznych (II.11)	wskazuje przykład lub przykłady desygnatów pojęcia
	definiuje pojęcie siły tarcia jako działania skierowanego (wektor)	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
	odróżnia pojęcia tarcia statycznego i kinetycznego	

II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciało	wyjaśnia i opisuje proste fakty fizyczne, zjawiska fizyczne i procesy
	wskazuje wartość, kierunek i zwrot wektora siły tarcia	posługuje się językiem fizyki w sytuacjach typowych
	podaje przykłady sytuacji, podczas których działa tarcie statyczne lub kinetyczne	podaje przykłady desygnatów pojęcia, uwzględniając narzucone warunki
	opisuje znaczenie tarcia w życiu codziennym	
	podaje przykłady, kiedy tarcie oraz inne opory ruchu mają pozytywne znaczenie dla człowieka, a kiedy negatywne	
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	podaje sposoby zmniejszania lub zwiększania tarcia, oporów powietrza	stosuje posiadane wiadomości w sytuacji wymagającej syntezy różnych wiadomości, pojęć, definicji
	wyjaśnia związek pomiędzy siłą tarcia a siłą nacisku i wykorzystuje ten związek w zadaniach obliczeniowych	
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	planuje i przeprowadza doświadczenie przedstawiające opory ruchu i ich wpływ na wybrane parametry, opisuje przebieg doświadczenia, wyciąga prawidłowe wnioski z doświadczenia, na podstawie przeprowadzonych doświadczeń potrafi obliczyć wybrane wielkości fizyczne	stawia pytania badawcze, tworzy hipotezy, planuje eksperyment badawczy, zestawia wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia

2.3.2. Wymagania edukacyjne z fizyki przedstawione w odniesieniu do czterech poziomów rozumienia dla klasy 8, dział „drgania i fale”

Temat lekcji nr 1, 2:	Czym charakteryzuje się ruch drgający?	
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	wskazuje, że ruch drgający jest jednym z przykładów ruchu	wskazuje przykład lub przykłady desygnatów pojęcia
	definiuje, kiedy ciało porusza się ruchem drgającym	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
	podaje przykłady ruchu drgającego	wskazuje przykład lub przykłady desygnatów pojęcia
	definiuje pojęcia amplitudy, okresu, częstotliwości do opisu ruchu drgającego wraz z ich symbolami oraz jednostkami	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	podczas ruchu wahadła wskazuje maksymalne wychylenie w lewo / prawo, położenie równowagi	podaje przykłady desygnatów pojęcia, uwzględniając narzucone warunki
	na rysunku ruchu wahadła wskazuje maksymalne wychylenie w lewo / prawo, położenie równowagi	
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	doświadczalnie wyznacza okres i częstotliwość w ruchu okresowym (VIII.9.1)	korzysta z opisu doświadczenia, instrukcji słownej lub graficznej w celu rozwiązania zadania lub wykonania doświadczenia
	posługuje się pojęciem amplitudy, okresu, częstotliwości do opisu ruchu okresowego wraz z ich symbolami oraz jednostkami (VIII.1), wykonuje proste obliczenia wykorzystując zależność okresu i częstotliwości	stosując odpowiednie prawa i zasady fizyczne rozwiązuje zadania obliczeniowe oraz zadania przedstawione w sposób graficzny; interpretuje związki zachodzące między różnymi pojęciami, wielkościami fizycznymi

IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	planuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające wyznaczyć okres i częstotliwość w ruchu okresowym (VIII.9.1); opisuje przebieg doświadczeń, wyciąga prawidłowe wnioski z doświadczenia, na podstawie przeprowadzonych doświadczeń potrafi obliczyć wybrane wielkości fizyczne	stawia pytania badawcze, tworzy hipotezy, planuje eksperyment badawczy, zestawia wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia

Temat lekcji nr 3:		Wykres ruchu drgającego
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	wskazuje wykres przedstawiający ruch drgający	wskazuje przykład lub przykłady desygnatów pojęcia
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	przedstawia sposób tworzenia wykresu ruchu drgającego	wyjaśnia i opisuje proste zjawiska fizyczne i procesy
	na wykresie zależności położenia od czasu dla drgającego wahadła wskazuje maksymalne wychylenie w lewo / prawo, położenie równowagi	odczytuje konkretne dane z tabeli, wykresów, diagramów,
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie przedstawionego wykresu zależności położenia od czasu (VIII.3), oblicza częstotliwość na podstawie odczytanego okresu drgań	odczytuje potrzebne dane z tabeli, wykresów, diagramów i wykorzystuje do rozwiązywania zadań; interpretuje związki zachodzące między różnymi pojęciami, wielkościami fizycznymi
	porównuje wykresy zależności położenia od czasu dla kilku różnych drgań, na ich podstawie wskazuje drganie mające największą / najmniejszą amplitudę / okres / częstotliwość	odczytuje potrzebne dane z tabeli, wykresów, diagramów i wykorzystuje do rozwiązywania zadań
	z wykresu zależności położenia od czasu wskazuje na jakiej wysokości znajdował się w danym momencie ciężarek na sprężynie, w którą stronę się poruszał	
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	tworzy wykresy drgań na podstawie podanych parametrów ruchu wahadła	dostrzega spontaniczny związek między danymi pojęciami i je wykorzystuje
	porównuje wykresy drgań gasnących i niegasnących, analizuje różnice między tymi wykresami oraz wskazuje przyczynę różnic	

Temat lekcji nr 4, 5:		Przemiany energii w ruchu drgającym
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	definiuje pojęcie energii potencjalnej ciężkości, potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
	wskazuje, że wraz ze zmianą położenia wahadła (ciężarka na sprężynie) następują przemiany energii	definiuje, tj. rozpoznaje i nazywa fizyczne fakty, zjawiska, procesy
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	analizuje jakościowo przemiany energii kinetycznej i energii potencjalnej sprężystości w ruchu ciężarka zawieszzonego na sprężynie (VIII.2)	podaje przykłady desygnatów pojęcia, uwzględniając narzucone warunki;
	analizuje jakościowo przemiany energii kinetycznej i energii potencjalnej ciężkości w ruchu wahadła	wyjaśnia i opisuje proste fakty fizyczne, zjawiska fizyczne i procesy; przypisuje informacje dotyczące konkretnych faktów, pojęć, praw, zasad i teorii fizycznych do odpowiedniego przykładu

III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	na podstawie wykresu zależności położenia od czasu drgającego wahadła (lub ciężarka na sprężynie) wskazuje chwile t , gdzie energia potencjalna ciężkości / sprężystości jest maksymalna / minimalna lub energia kinetyczna jest maksymalna / minimalna	stosuje posiadane wiadomości w sytuacji wymagającej syntezy różnych wiadomości, pojęć, definicji
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	opisuje ruch drgający (drgania) ciała pod wpływem siły sprężystości opisuje wpływ oporów ruchu na drgający obciążnik zawieszony na sprężynie	dostrzega spontaniczny związek między danymi pojęciami i je wykorzystuje

Temat lekcji nr 6: Od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego?		
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	definiuje pojęcie wahadła matematycznego	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	opisuje ruch wahadła matematycznego	wyjaśnia i opisuje proste fakty fizyczne, zjawiska fizyczne i procesy
	analizuje jakościowo przemiany energii kinetycznej i energii potencjalnej ciężkości w ruchu wahadła matematycznego	wyjaśnia i opisuje proste fakty fizyczne, zjawiska fizyczne i procesy; przypisuje informacje dotyczące konkretnych faktów, pojęć, praw, zasad i teorii fizycznych do odpowiedniego przykładu
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	wskazuje wielkości fizyczne, od których zależy okres drgań wahadła matematycznego	interpretuje związki zachodzące między różnymi pojęciami, wielkościami fizycznymi
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	projektuje i wykonuje doświadczenie pozwalające sprawdzić, od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego (długość linki, wychylenie, masa ciężarka), wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyników doświadczeń; zapisuje wyniki pomiarów wraz z ich jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności; przeprowadza obliczenia i zapisuje wyniki zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiarów; formułuje wnioski	stawia pytania badawcze, tworzy hipotezy, planuje eksperyment badawczy, zestawia wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia

Temat lekcji nr 7: Fale mechaniczne		
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	definiuje pojęcie fali mechanicznej, impulsu falowego	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
	wskazuje źródło fali mechanicznej	
	wymienia wielkości opisujące fale: długość, okres, częstotliwość, prędkość fali, amplituda	
	definiuje pojęcie długości fali, podaje symbol i jednostkę	
	definiuje długość fali jako odległość między jej kolejnymi grzbietami lub dolinami	
	podaje przykłady fal mechanicznych w otaczającej rzeczywistości	wskazuje przykład lub przykłady desygnatów pojęcia

II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	posługuje się pojęciem prędkości rozchodzenia się fali (VIII.4)	posługuje się językiem fizyki w sytuacjach typowych
	analizuje wykres fali; wskazuje oraz wyznacza jej długość i amplitudę	odczytuje konkretne dane z tabeli, wykresów, diagramów
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	posługuje się w pojęciami amplitudy, okresu, częstotliwości i długości fali do opisu fal, stosuje do obliczeń związku między tymi wielkościami wraz z ich jednostkami (VIII.5)	interpretuje związki zachodzące między różnymi pojęciami, wielkościami fizycznymi
	porównuje fale na podstawie ich ilustracji i wskazuje falę np. o największej amplitudzie / okresie	odczytuje potrzebne dane z tabeli, wykresów, diagramów i wykorzystuje do rozwiązywania zadań
	porównuje fale na podstawie ich ilustracji i wskazuje różnice i podobieństwa w przedstawionych falach	
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii (VIII.4)	dostrzega spontaniczny związek między danymi pojęciami i je wykorzystuje
	wyjaśnia zależność prędkości fali mechanicznej od temperatury odwołując się do budowy cząsteczkowej materii	

Temat lekcji nr 8, 9:	Fale dźwiękowe. Wysokość i głośność dźwięku	
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	podaje przykłady źródeł dźwięku (VIII.6)	wskazuje przykład lub przykłady desygnatów pojęcia
	definiuje pojęcie dźwięki słyszalne, ultradźwięki, infradźwięki, wskazuje zakresy częstotliwości dla danych fal dźwiękowych (VIII.8)	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
	wskazuje prędkość dźwięku w powietrzu	definiuje wielkości fizyczne wraz z jednostkami oraz symbole fizyczne
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	wymienia przykłady źródeł ultradźwięków, infradźwięków i dźwięków słyszalnych i ich zastosowanie (VIII.8)	podaje przykłady desygnatów pojęcia, uwzględniając narzucone warunki
	wyjaśnia, że fala dźwiękowa jest falą mechaniczną oraz wskazuje warunki rozchodzenia się fali dźwiękowej	wskazuje czy dany przykład może być desygna-tem pojęcia; wyjaśnia i opisuje proste fakty fizyczne, zjawiska fizyczne i procesy
	wyjaśnia, czy dźwięk rozchodzi się w próżni	wyjaśnia i opisuje proste fakty fizyczne, zjawiska fizyczne i procesy
	demonstruje powstawanie i rozchodzenie się fal dźwiękowych	wykonuje zadania za pomocą których sprawdzana jest umiejętność wskazywania przykładów zjawisk w otaczającym świecie
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu (VIII.6)	stosuje posiadane wiadomości w sytuacji wymagającej syntezy różnych wiadomości, pojęć, definicji
	opisuje jakościowo związek między wysokością dźwięku a częstotliwością fali (VIII.7)	interpretuje związki zachodzące między różnymi pojęciami, wielkościami fizycznymi; dokonuje trafnych obserwacji fizycznych w celu interpretacji danego zjawiska
	opisuje jakościowo związek między natężeniem dźwięku (głośnością) a energią fal i amplitudą fali (VIII.7)	
	doświadczalnie demonstruje dźwięki o różnych częstotliwościach z wykorzystaniem drgającego przedmiotu lub instrumentu muzycznego (VIII.9.2) lub generatora dźwięków	korzysta z opisu doświadczenia, instrukcji słownej lub graficznej w celu rozwiązania zadania lub wykonania doświadczenia
	posługuje się w zadaniach obliczeniowych związkiem między prędkością,	interpretuje związki zachodzące między różnymi pojęciami, wielkościami fizycznymi

	długością i częstotliwością, okresem fali	
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	doświadczalnie obserwuje oscylogramy dźwięków z wykorzystaniem różnych technik (VIII.9.3) w tym aplikacji dostępnych na smartfona	wykorzystuje zdobytą wiedzę w twórczym rozwiązywaniu problemów przedstawionych w różnych kontekstach; dostrzega spontaniczny związek między danymi pojęciami i je wykorzystuje
	wskazuje, iż prędkość fali mechanicznej zależy od ośrodka, w którym rozchodzi się dźwięk, tłumaczy różnice w szybkości rozchodzenia się fal mechanicznych w różnych ośrodkach (np. powietrze i stal)	

Temat lekcji nr 10, 11:		Fale elektromagnetyczne
Poziomy rozumienia	Wymagania edukacyjne w odniesieniu do podstawy programowej	Odniesienie do poziomów rozumienia
I poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia definicyjnego (formalnego)	wskazuje źródło fali elektromagnetycznej	przedstawia definicję pojęcia fizycznego wraz z jej ograniczeniami
	wskazuje rodzaje fal elektromagnetycznych: radiowe, mikrofale, promieniowanie podczerwone, światło widzialne, promieniowanie nadfioletowe, rentgenowskie i gamma; wskazuje przykłady ich zastosowania (IX.12)	
	wskazuje prędkość fali elektromagnetycznej w próżni	definiuje wielkości fizyczne wraz z jednostkami oraz symbole fizyczne
II poziom rozumienia, tj. poziom lokalnej komplikacji w podawaniu przykładów i kontrprzykładów	wymienia cechy wspólne i różnice w rozchodzeniu się fal mechanicznych i elektromagnetycznych (IX.13)	podaje przykłady desygnatów pojęcia, uwzględniając narzucone warunki; odróżnia, porównuje, interpretuje zjawiska fizyczne i procesy
III poziom rozumienia, tj. poziom uogólnienia	posługuje się w zadaniach obliczeniowych związkiem między prędkością, długością i częstotliwością, okresem fali	interpretuje związki zachodzące między różnymi pojęciami, wielkościami fizycznymi
IV poziom rozumienia, tj. poziom rozumienia strukturalnego	łączy wiedzę dotyczącą fal elektromagnetycznych z innymi dziedzinami wiedzy	wykorzystuje zdobytą wiedzę w twórczym rozwiązywaniu problemów przedstawionych w różnych kontekstach; dostrzega spontaniczny związek między danymi pojęciami i je wykorzystuje

2.4. Przykładowe konspekty lekcji fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej wykorzystywane w eksperymencie pedagogicznym

2.4.1. Przykładowy konspekt lekcji dla klasy 7, dział „dynamika”

Konspekt lekcji nr 2

I. Metryczka konspektu

1. Imię i nazwisko osoby prowadzącej lekcję:
2. Klasa: 7 szkoła podstawowa
3. Data prowadzonej lekcji:
4. Miejsce realizacji lekcji:
5. Czas trwania lekcji: 45 minut

II. Umieszczenie lekcji w strukturze jednostki metodycznej

1. Dział: *Dynamika*
2. Cel ogólny: *Określenie wpływu działających sił na ruch ciała.*
3. Temat lekcji: *Gdy siły się nie równoważą, czyli II zasada dynamiki Newtona.*
4. Cel szczegółowy lekcji: *Określenie parametrów ruchu ciała pod wpływem siły wypadkowej.*

III. Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej), uczeń:

- wyznacza siłę wypadkową (II.12)
- analizuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona (II.15)
- wskazuje jednostkę siły i definiuje ją na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona
- stosuje do obliczeń związki między siłą i masą a przyspieszeniem (II.15)
- doświadczalnie ilustruje II zasadę dynamiki Newtona (II.18a)
- wskazuje zależność wprost proporcjonalną siły i przyspieszenia
- wskazuje zależność odwrotnie proporcjonalną masy i przyspieszenia

IV. Forma pracy, metody i dydaktyczne środki kształcenia

1. Forma pracy: zbiorowa
2. Metody: pogadanka, symulacja doświadczenia, rozwiązywanie prostych zadań rachunkowych
3. Środki dydaktyczne: laptop, rzutnik lub tablica interaktywna, zeszyt ucznia, podręcznik

V. Struktura lekcji

L.p.	Fazy/ogniwa lekcji
1.	Czynności organizacyjne (sprawdzenie obecności, wpis tematu lekcji do dziennika).
2.	Uświadomienie celów lekcji.
3.	Pogadanka z uczniami oraz symulacja doświadczenia, przedstawiająca działanie niezerównoważonej siły na ruch ciała. Określenie wpływu masy oraz siły na ruch ciała. (wykorzystanie TIK) (II.12, II.15, II.18a)
4.	Sformułowanie II zasady dynamiki Newtona. Wprowadzenie jednostki siły. Zapisanie przez uczniów krótkiej notatki do zeszytu. (II.15)
5.	Rozwiązywanie zadań dotyczących II zasady dynamiki Newtona. (wykorzystanie TIK) (II.15)
6.	Zadanie uczniom dodatkowych zadań (e-zeszyt zadań), które umieszczone zostaną na klasowej platformie edukacyjnej. (wykorzystanie TIK)
7.	Podsumowanie zdobytych wiadomości i zakończenie lekcji. (wykorzystanie TIK)

VI. Przebieg lekcji

1. Nauczyciel sprawdza obecność, odczytując imiona i nazwiska z listy w dzienniku.

2. Nauczyciel prezentuje uczniom cel lekcji oraz wprowadza uczniów do nowego tematu lekcji.
3. Nauczyciel rozpoczyna pogadankę zadając pytanie uczniom: jak zachowa się ciało, gdy przyłożymy do niego nie-zrównoważoną siłę. Następnie nauczyciel prezentuje uczniom symulację doświadczenia https://java-lab.org/en/force_movement_en/, przedstawiającą działanie niezrównoważonej siły na klocek. Uczniowie wyciągają wniosek, iż pod wpływem niezrównoważonej siły ciało porusza się ruchem zmiennym. Kolejnym etapem doświadczenia jest sprawdzenie wpływu siły oraz masy na przyspieszenie ciała. W tym celu, używając symulacji, nauczyciel wybiera parametry doświadczenia, wprowadzając tę samą masę klocków oraz różną siłę, przyłożoną do każdego klocka. Uczniowie wyciągają następujący wniosek: im większa przyłożona siła tym większe przyspieszenie ciała. Następnie uczniowie określają wpływ masy na przyspieszenie ciała. W tym celu nauczyciel ustawia nowe parametry doświadczenia: tę samą siłę, lecz różną masę każdego klocka. Uczniowie wyciągają wniosek, iż im większa masa ciała tym mniejsze przyspieszenie.
4. W kolejnym etapie lekcji nauczyciel prosi uczniów o zapisanie krótkiej notatki do zeszytu, dotyczącej II zasady dynamiki Newtona, zwracając uwagę na wprost proporcjonalną zależność siły i przyspieszenia oraz odwrotnie proporcjonalną zależność masy i przyspieszenia. Nauczyciel przedstawia także jednostkę siły, wykorzystując wcześniejszą symulację.
5. Następnie nauczyciel wprowadza uczniom zadania z treścią dotyczące II zasady dynamiki Newtona. Uczniowie wykonują proste zadania, z uwzględnieniem przekształcenia wzoru. Podczas rozwiązywania zadań nauczyciel uwzględnia również wykonanie interaktywnych zadań: <https://www.geogebra.org/m/hcr3epy3>, co może być dodatkową motywacją oraz zachętą dla uczniów.
6. Nauczyciel zadaje uczniom dodatkowe zadania (e-zeszyt zadań), które umieszczone zostaną na klasowej platformie edukacyjnej.
7. Nauczyciel przechodzi do podsumowania lekcji. Jako podsumowanie II zasady dynamiki Newtona nauczyciel proponuje uczniom symulację (opcja 4 – acceleration) https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_en.html, w której uczniowie mogą samodzielnie wybrać przyłożoną siłę, masę ciała jaką należy przesunąć, zobaczyć wektory siły, obliczoną prędkość oraz przyspieszenie.

2.4.2. Przykładowy konspekt lekcji dla klasy 8, dział „drgania i fale”

Konspekt lekcji nr 9

I. Metryczka konspektu

1. Imię i nazwisko osoby prowadzącej lekcję:
2. Klasa: 8 szkoła podstawowa
3. Data prowadzonej lekcji:
4. Miejsce realizacji lekcji:
5. Czas trwania lekcji: 45 minut

II. Umiejscowienie lekcji w strukturze jednostki metodycznej

1. Dział: *Drgania i fale*
2. Cel ogólny: *Zapoznanie z pojęciami, przykładami i opisem drgań i fal.*
3. Temat lekcji: *Wysokość i głośność dźwięku.*
4. Cel szczegółowy lekcji: *Identyfikacja wielkości fizycznych mających wpływ na wybrane parametry dźwięku.*

III. Osiągnięcia ucznia (z odniesieniem do podstawy programowej), uczeń:

- opisuje jakościowo związek między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz związek między natężeniem dźwięku a energią i amplitudą fali (VIII.7)
- demonstruje dźwięki o różnych częstotliwościach z wykorzystaniem drgającego przedmiotu lub instrumentu muzycznego (VIII.9b)

- rozróżnia dźwięki słyszalne, ultradźwięki i infradźwięki; wymienia przykłady ich źródeł i zastosowań (VIII.8)
- obserwuje oscylogramy dźwięków z wykorzystaniem technik multimedialnych (VIII.9c)

IV. Forma pracy, metody i dydaktyczne środki kształcenia

1. Forma pracy: zbiorowa
2. Metody: pogadanka, doświadczenie
3. Środki dydaktyczne: instrument muzyczny, smartfon – aplikacja *Sound Wave*, laptop, rzutnik lub tablica interaktywna, zeszyt ucznia, podręcznik

V. Struktura lekcji

L.p.	Fazy/ogniwa lekcji
1.	Czynności organizacyjne (sprawdzenie obecności, wpis tematu lekcji do dziennika).
2.	Uświadomienie celów lekcji.
3.	Praca z aplikacją <i>Sound Wave</i> (lub odpowiednią aplikacją na iOS). (wykorzystanie TIK)
4.	Pogadanka dotycząca dźwięków słyszalnych, ultradźwięków i infradźwięków. (wykorzystanie TIK)
5.	Zaproponowanie przez nauczyciela projektów dla uczniów, do wykonania na następną lekcję. (wykorzystanie TIK)
6.	Podsumowanie zdobytych wiadomości i zakończenie lekcji. (wykorzystanie TIK)

VI. Przebieg lekcji

1. Nauczyciel sprawdza obecność, odczytując imiona i nazwiska z listy w dzienniku.
2. Nauczyciel prezentuje uczniom cel lekcji.
3. Nauczyciel prosi wszystkich uczniów o wyciągnięcie smartfonów i uruchomienie aplikacji *Sound Wave* (lub odpowiednią aplikację na iOS). Uczniowie zapoznają się z zasadą działania aplikacji, obserwując oscylogramy różnych dźwięków. Chętny uczeń, używając przyniesionego na lekcję instrumentu, generuje dźwięk głośny, cichy, następnie dźwięk wysoki, niski. Zadaniem uczniów jest obserwacja powstających oscylogramów dźwięków oraz identyfikacja zależności wysokości i głośności dźwięków od częstotliwości i amplitudy.
4. W kolejnym etapie lekcji nauczyciel zadaje uczniom pytanie, czy wszystkie dźwięki możemy usłyszeć. Nauczyciel wprowadza pojęcia oraz zakresy częstotliwości dla dźwięków słyszalnych, ultradźwięków, infradźwięków oraz ich zastosowania. Pomocna jest również symulacja umożliwiająca zaprezentowanie uczniom dźwięków o różnej częstotliwości wraz z ich wykresami: https://javalab.org/en/sound_wave_en/.
5. Nauczyciel proponuje uczniom wykonanie projektów na następną lekcję przedstawiających zastosowanie fal elektromagnetycznych.
6. Nauczyciel przechodzi do podsumowania lekcji. W podsumowaniu lekcji nauczyciel zwraca uwagę na zdobyte wiadomości dotyczące fal dźwiękowych, rozchodzenia się dźwięku, prędkości dźwięku. Nauczyciel przypomina o zadaniu dodatkowym dla chętnych uczniów. W podsumowaniu lekcji nauczyciel może poprosić uczniów o analizę dźwięków z użyciem symulacji: https://javalab.org/en/sound_fft_en/.

3. Wyniki badań własnych

3.1. Zestawienie surowych wyników testu rozumienia przeprowadzonego w klasie 7 –

test rozumienia wstępnego

test początkowy		ID	plc	wiek	edukacja	nowa szkoła	d. 1 wstęp.	2 wstęp.	3 wstęp.	4 wstęp.	5 wstęp.	6 wstęp.	7 wstęp.	8 wstęp.	9 wstęp.	10 wstęp.	11 wstęp.	12 wstęp.	13 wstęp.	14 wstęp.	15 wstęp.	16 wstęp.	17 wstęp.	18 wstęp.
	2	SM1,A01	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM1,A02	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	3	SM1,A03	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,A04	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	4	SM1,A05	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,A06	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	2	SM1,A07	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	5	SM1,A08	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	3	SM1,A09	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	2	SM1,A10	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,A11	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,A12	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	2	SM1,A13	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,A14	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	4	SM1,A15	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,A17	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM1,A18	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	SM1,A19	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	2	SM1,A20	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	4	SM1,A21	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,B01	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM1,B02	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	3	SM1,B03	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM1,B04	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	3	SM1,B05	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM1,B06	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM1,B07	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	SM1,B08	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
	3	SM1,B09	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM1,B10	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	3	SM1,B11	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	2	SM1,B12	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM1,B13	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,B14	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,B15	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,B16	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	4	SM1,B17	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	4	SM1,B18	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	3	SM1,B19	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,C01	M	miasto	kontrolna	mięjska	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	SM1,C02	M	miasto	kontrolna	mięjska	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,C03	M	miasto	kontrolna	mięjska	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM1,C04	K	miasto	kontrolna	mięjska	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
	5	SM1,C05	M	miasto	kontrolna	mięjska	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
	5	SM1,C06	M	miasto	kontrolna	mięjska	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM1,C07	M	miasto	kontrolna	mięjska	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	3	SM1,C08	M	miasto	kontrolna	mięjska	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM1,C09	K	miasto	kontrolna	mięjska	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM1,C10	K	miasto	kontrolna	mięjska	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	5	SM1,C11	M	miasto	kontrolna	mięjska	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	3	SM1,C12	K	miasto	kontrolna	mięjska	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	2	SM1,C13	K	miasto	kontrolna	mięjska	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM1,C14	M	miasto	kontrolna	mięjska	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM2,A1	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	4	SM2,A2	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	4	SM2,A3	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	4	SM2,A4	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	2	SM2,A5	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM2,A6	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM2,A7	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	SM2,A8	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	SM2,A9	M	miasto	eksperymentalna	mięjs	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM2,A10	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM2,A11	K	miasto	eksperymentalna	mięjs	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	SM2,A12																						

3.2. Zestawienie surowych wyników testu rozumienia przeprowadzonego w klasie 7 – test rozumienia końcowego

test końcowy					p. 1 korc. 2 korc. 3 korc. 4 korc. 5 korc. 6 korc. 7 korc. 8 korc. 9 korc. 10 korc. 11 korc. 12 korc. 13 korc. 14 korc. 15 korc. 16 korc. 17 korc. 18 korc.																		
pobrano	id	plec	wiek	szkół	nazwa szkoły	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	SM1A01	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
4	SM1A02	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	SM1A03	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
3	SM1A04	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
4	SM1A05	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
3	SM1A06	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
2	SM1A07	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
5	SM1A08	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
3	SM1A09	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0
2	SM1A10	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
3	SM1A11	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
3	SM1A12	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
2	SM1A13	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
3	SM1A14	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1
4	SM1A15	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
3	SM1A17	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
4	SM1A18	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
5	SM1A19	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
2	SM1A20	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1
4	SM1A21	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
3	SM1B01	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
4	SM1B02	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
3	SM1B03	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
4	SM1B04	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3	SM1B05	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
4	SM1B06	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
4	SM1B07	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
5	SM1B08	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
3	SM1B09	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
4	SM1B10	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0
3	SM1B11	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0
2	SM1B12	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
4	SM1B13	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
3	SM1B14	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
3	SM1B15	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
3	SM1B16	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
4	SM1B17	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
4	SM1B18	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1
3	SM1B19	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
3	SM1C01	M	miasto	kontrolna	mięjska	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
2	SM1C02	M	miasto	kontrolna	mięjska	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
3	SM1C03	M	miasto	kontrolna	mięjska	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	SM1C04	K	miasto	kontrolna	mięjska	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
5	SM1C05	M	miasto	kontrolna	mięjska	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
5	SM1C06	M	miasto	kontrolna	mięjska	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	SM1C07	M	miasto	kontrolna	mięjska	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
3	SM1C08	M	miasto	kontrolna	mięjska	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
3	SM1C09	K	miasto	kontrolna	mięjska	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	SM1C10	K	miasto	kontrolna	mięjska	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
2	SM1C11	M	miasto	kontrolna	mięjska	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
3	SM1C12	K	miasto	kontrolna	mięjska	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
2	SM1C13	K	miasto	kontrolna	mięjska	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4	SM1C14	M	miasto	kontrolna	mięjska	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0
4	SM2A1	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
4	SM2A2	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
4	SM2A3	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
4	SM2A4	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
2	SM2A5	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
4	SM2A6	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
4	SM2A7	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
4	SM2A8	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	SM2A9	M	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
3	SM2A10	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
3	SM2A11	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
3	SM2A12	K	miasto	eksperymentalna	mięjska	1	1	1	1	1													

[illegible]

3.5. Arkusz obserwacji pracy ucznia klasy 7

Arkusz obserwacji pracy ucznia klasy 7 - dział „dynamika”

Szanowni Państwo, otrzymujecie arkusz obserwacji pracy ucznia, dotyczący działu „dynamika”. Arkusz obserwacji pracy ucznia należy wypełnić po zrealizowaniu danego tematu lekcji. Arkusz jest narzędziem mającym na celu obserwację uczniów, podczas lekcji z użyciem autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej.

Imię i nazwisko nauczyciela:

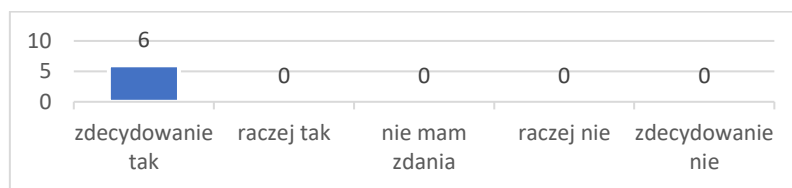
Nazwa szkoły, klasa:

Przyjęte oznaczenia:

Szkoła, klasa	Oznaczenie
Szkoła miejska 1, klasa A	SM1,A
Szkoła miejska 1, klasa B	SM1,B
Szkoła miejska 2, klasa A	SM2,A
Szkoła wiejska 3, klasa B	SW3,B
Szkoła wiejska 4, klasa A	SW4,A
Szkoła wiejska 5, klasa A	SW5,A

Pytania dotyczące lekcji nr 1: I zasada dynamiki Newtona – zasada bezwładności.

1. Proszę ocenić, czy jednoczesna prezentacja siłomierza dostępnego w pracowni fizycznej oraz symulacji działania siłomierza wraz z rozrysowanymi siłami, ułatwiła uczniom poznanie zasady działania tego urządzenia oraz wskazanie przykładów jego zastosowania?



SM1,A: Jednoczesna prezentacja prawdziwego siłomierza oraz symulacji działania siłomierza ułatwiła uczniom zrozumienie zasady działania siłomierza. Dużą zaletą symulacji były wektory sił grawitacji i siły równoważącej, zmieniające się odpowiednio do zawieszanej masy.

SM1,B: Dzięki możliwości prezentacji sił symulacja pozwoliła uczniom lepiej zrozumieć zasadę działania przyrządu oraz jego wykorzystania.

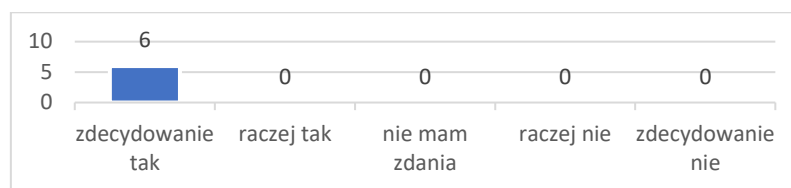
SM2,A: Rozrysowane siły pomagają uczniom zrozumieć, że siłomierz działa na zasadzie porównania siły grawitacji z siłą sprężystości. Uczniowie mogą zaobserwować, że zwiększenie zawieszanej masy powoduje wzrost siły grawitacji i równoczesny wzrost równoważącej ją siły sprężystości oraz że, wartości tych sił po zawieszeniu danej masy są zawsze równe.

SW3,B: Połączenie prezentacji siłomierza na lekcji fizyki oraz zastosowanie narzędzi TIK w celu symulacji działania pozwala uczniom na dokładniejsze zrozumienie jednego z podstawowych praw mechaniki. Uczniowie zauważają jak odkształcenie sprężyny zależy od działającej siły. Dodatkowo uczeń otrzymuje instrukcje i możliwość wykonania własnego siłomierza w domu i dokonania własnych obserwacji oraz dokonywania pomiarów co pozwala wskazać przykłady zastosowania tego urządzenia. Zachęca to do samodzielnego poszerzania wiedzy. Gra dydaktyczna zwiększa atrakcyjność i możliwość lepszego zrozumienia pojęć fizycznych przedstawianych na lekcji.

SW4,A: Uczniowie samodzielnie próbują odczytywać wartości siły, ale symulacja działania siłomierza z narysowanymi siłami zdecydowanie ułatwi im to zadanie. Mogą też sprawdzić poprawność wykonanego zadania.

SW5,A: Odczytywanie wartości siły z siłomierza oraz symulacja działania tego przyrządu z narysowanymi siłami zdecydowanie ułatwi uczniom poznanie zasady działania siłomierza.

2. Proszę ocenić, czy jednoczesna prezentacja siłomierza dostępnego w pracowni fizycznej oraz symulacji działania siłomierza wraz z rozrysowanymi siłami, ułatwiła uczniom poznanie sposobu prawidłowego odczytu wartości siły wskazanej przez siłomierz?



SM1,A: W symulacji jest możliwość dołożenia dodatkowej siły w trakcie pomiaru. Możemy dodatkowo pociągnąć za haczyk, na którym wisi dana masa. Widać wtedy, że działające siły się nie równoważą. Rośnie tylko siła sprężystości a siła grawitacji pozostaje bez zmian. Odczyt byłby wtedy nieprawidłowy. Uczniowie odkrywają, że prawidłowy odczyt jest w punkcie, w którym siła sprężystości i siła grawitacji równoważą się.

SM1,B: Tak, dzięki symulacji można było uczniom dokładnie wytłumaczyć sposób odczytu siły.

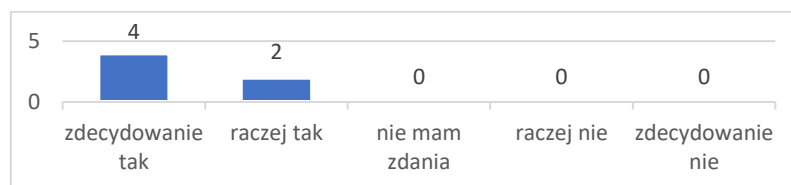
SM2,A: Dzięki temu, że można dowolną ilość razy odczytywać wartość siły wskazaną przez siłomierz uczniowie lepiej się tego nauczyli.

SW3,B: Jednoczesna prezentacja siłomierza dostępnego w pracowni fizycznej oraz symulacji działania siłomierza wraz z rozrysowanymi siłami, ułatwiła uczniom poznanie sposobu prawidłowego odczytu wartości siły wskazanej przez siłomierz. Związane to jest z możliwością wielokrotnego powtórzenia i ustawienia własnych, wybranych przez ucznia parametrów. Jest to szczególnie przydatne dla uczniów, którzy są dociekliwi w poznawaniu wiedzy.

SW4,A: Uczniowie mogą wzorować się na symulacji i sprawdzić, czy odczytują wartość siły poprawnie.

SW5,A: Tak. Ważne jest to, że uczniowie widzą dokładnie skalę pomiarową i mogą ją porównać z siłomierzami dostępnymi w pracowni.

3. Proszę ocenić, czy symulacja umożliwiająca przedstawienie działania zrównoważonych sił, wynikających z I zasady dynamiki Newtona pomogła uczniom zrozumieć istotę wspomnianej zasady?



SM1,A: Uczniowie zauważyli, że gdy siły się równoważą to ciało pozostaje w spoczynku. Powiązali tę informację z I zasadą dynamiki Newtona.

SM1,B: Wykorzystując tę symulację uczniowie szybko wyciągnęli odpowiednie wnioski dotyczące działania sił na ciała pozostające w spoczynku lub poruszające się ruchem jednostajnym.

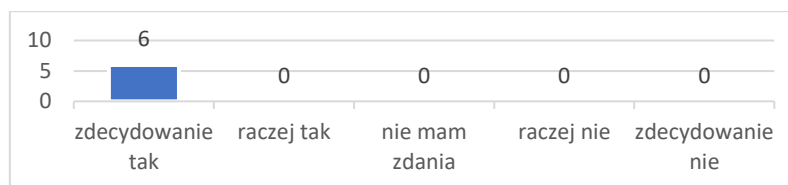
SM2,A: Uczniowi widzą, że przy pomiarze siły grawitacji działającej na daną masę zawieszoną na siłomierzu mamy do czynienia z sytuacją, gdy siły działające na dane ciało się równoważą oraz że badane ciało pozostaje wtedy w bezruchu. Uczniowie zauważają, że takie zachowanie ciała opisuje I zasada dynamiki Newtona.

SW3,B: Symulacja przedstawiająca działania zrównoważonych sił, wynikających z I zasady dynamiki Newtona pomogła uczniom zrozumieć istotę tego prawa. Korzystając z symulacji komputerowej, uczniowie wykorzystując suwaki, mogli zmieniać długości wektorów sił tak, aby siły działające na te ciała się równoważyły. Na bieżąco mogli korygować swoje odpowiedzi, a w razie potrzeby mogli również korzystać z podpowiedzi. Symulacja była bardzo przydatna dla uczniów, którzy mają trudności ze zrozumieniem pojęć fizycznych.

SW4,A: Dzięki przedstawieniu działania zrównoważonych sił uczniowie z łatwością zrozumieli pierwszą zasadę dynamiki Newtona.

SW5,A: W użytej symulacji dokładnie widać, iż kiedy na ciało nie działają żadne siły lub działające siły się równoważą to ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym. Dlatego też symulacja jak najbardziej pomogła uczniom zrozumieć istotę I zasady dynamiki Newtona.

4. Proszę ocenić, czy symulacja prezentująca zachowanie paczki niezabezpieczonej pasami, pomogła zobrazować uczniom skutki gwałtownego hamowania lub przyspieszania w codziennym życiu.



SM1,A: Zaproponowana symulacja zobrazowała uczniom skutki gwałtownego hamowania i przyspieszania a także uświadomiła, że ze z fizyką spotykają się w codziennym życiu.

SM1,B: Symulacja doskonale ukazała działanie bezwładności. Uczniowie szybko nawiązali do życia codziennego oraz skutków bezwładności na co dzień.

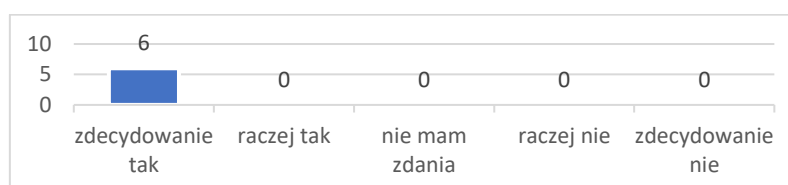
SM2,A: Uczniowie powinni znać te sytuacje z codziennego życia. W większości są wzrokowcami, czyli lepiej zapamiętują sytuacje, które zobaczą. Symulacja zachowania się paczki w samochodzie pomogła zobrazować uczniom skutki gwałtownego hamowania lub przyspieszania i uzmysłowić im, że mieli do czynienia z takimi sytuacjami w codziennym życiu np. w trakcie drogi do szkoły autobusem.

SW3,B: Symulacja prezentująca zachowanie paczki niezabezpieczonej pasami, w sposób bardzo sugestywny zobrazowała uczniom skutki gwałtownego hamowania i przyspieszania. Uczniowie stwierdzali, że takie sytuacje bardzo często zdarzają się w życiu codziennym podczas jazdy, a symulacja jeszcze bardziej ich o tym przekonała. W podsumowaniu zauważyli, że wiedza połączona ze spostrzeżeniami z przedstawionej symulacji może wpłynąć na ich osobiste bezpieczeństwo podczas podróży samochodem. Stwierdzili, że samochód do jazdy powinien być odpowiednio przygotowany, pasażer zapięty w pasy, a przedmioty np. butelka z wodą odpowiednio umocowane.

SW4,A: Symulacja uświadomiła uczniom, że z takimi „doświadczeniami” spotykają się w życiu codziennym. Sytuacja pomogła w zrozumieniu zachowania się ciała podczas hamowania czy przyspieszania.

SW5,A: Ta sytuacja pokazała, iż z bezwładnością spotykają się na co dzień. Jadąc autem mogą teraz przewidzieć zachowanie się ciała podczas hamowania lub przyspieszania.

5. Czy w Pani / Pana opinii symulacja przedstawiająca pasażerkę oraz balon z helem w autobusie, pomogła uczniom w obserwacji bezwładności ciała, ze szczególnym uwzględnieniem balona z helem zachowującego się inaczej niż „typowe ciała”?



SM1,A: Z poprzednich lekcji uczniowie wiedzieli, jak zachowa się ciało pasażerki podczas hamowania lub przyspieszania. Zachowanie balona z helem było dla nich zaskakujące, wzbudziło konsternację, emocje oraz sprawiło, iż dopytywali o powody innego zachowania.

SM1,B: Symulacja wzbudziła wiele pozytywnych emocji podczas lekcji oraz wpłynęła na lepsze zapamiętanie nietypowego zachowania balona z helem.

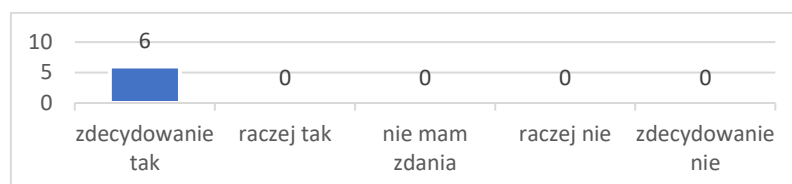
SM2,A: Uczniowie potrafili już przewidzieć zachowanie pasażerki. Natomiast zachowanie balona było dla nich zaskoczeniem. Wywiązała się dyskusja, której towarzyszyło wiele emocji. Uczniowie próbowali wytłumaczyć nietypowe zachowanie się balona.

SW3,B: Symulacja przedstawiająca pasażera oraz balon z helem w samochodzie pomogła uczniom w obserwacji bezwładności ciała. Wytlumaczyła i pokazała, dlaczego balon z helem nie ulega przeciążeniom jak inne przedmioty w samochodzie, lecz zachowuje się dokładnie odwrotnie.

SW4,A: Uczniowie z dużym zainteresowaniem obserwowali zachowanie się balona oraz pasażerki. Na ich przykładzie została omówiona bezwładność ciała.

SW5,A: Dużym zainteresowaniem cieszyła się zastosowana podczas lekcji symulacja, gdzie uczniowie obserwowali zachowanie się balona oraz pasażerki. Pozwoliła ona zrozumieć bezwładność ciała.

6. W Pani / Pana opinii, czy filmik dotyczący zachowania balona z helem podczas gwałtownego hamowania i przyspieszania wzbudził ciekawość wśród uczniów?



SM1,A: Film dotyczący zachowania balona z helem bardzo się uczniom podobał i ich zaciekał. Po obejrzeniu filmu uczniowie dobrze zrozumieli pojęcie bezwładności.

SM1,B: Uczniowie z dużym zainteresowaniem obserwowali filmik. Po jego zakończeniu doszło do dyskusji, dotyczącej zachowania się balona z helem w różnych sytuacjach.

SM2,A: Film spodobał się uczniom, zaciekał i sprawił, że uczniowie dobrze zrozumieli pojęcie bezwładności.

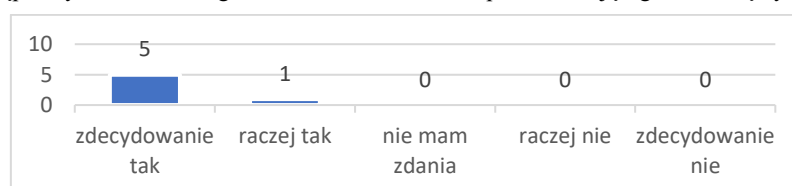
SW3,B: Film wzbudził ciekawość wśród uczniów. Zwracali uwagę w dyskusji, że z doświadczenia życiowego wiedzieli, jak zachowuje się ich ciało podczas jazdy samochodem w czasie hamowania i przyspieszania. Natomiast zachowanie się balona z helem podczas hamowania samochodu wzbudziło ciekawość i chęć zadawania dodatkowych pytań.

SW4,A: Uczniowie z dużym zainteresowaniem obserwowali filmik. Po jego zakończeniu doszło do dyskusji, dotyczącej zachowania się balona z helem w różnych sytuacjach.

SW5,A: Film wzbudził duże zainteresowanie i ciekawość wśród uczniów.

Pytania dotyczące lekcji nr 2: Gdy siły się nie równoważą, czyli II zasada dynamiki Newtona.

7. Proszę ocenić, czy symulacja umożliwiająca przesunięcie klocka, używając wybranej siły lub zmieniając masę klocka, może zastąpić wykonanie realnego doświadczenia w klasie, przedstawiającego II zasadę dynamiki Newtona?



SM1,A: Tak, w przypadku ograniczeń czasowych lub braku aparatury pomiarowej warto przedstawić drugą zasadę dynamiki Newtona wykorzystując symulację.

SM1,B: Symulacja dokładnie ukazuje II zasadę dynamiki Newtona, skłania uczniów od przemyśleń i wyciągania wniosków.

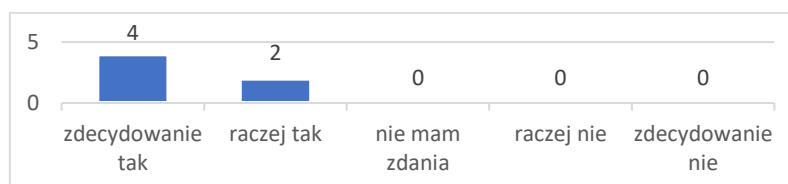
SM2,A: Symulacja przedstawiająca związek siły, masy i przyspieszenia może zastąpić wykonanie realnego doświadczenia. Uczniowie mogą korzystać z niej na swoich telefonach i eksperymentować z wartościami masy i siły i przekonać się naocznie jak zmienia się ruch ciała w zależności od tych wielkości. Wykonanie takiego doświadczenia jest zasadne np. przy braku pracowni fizycznej i zajmuje znacznie mniej czasu niż rzeczywiste doświadczenie. Nie należy jednak zapominać, że fizyka jest nauką eksperymentalną i wykonane realnie doświadczenie uczniowie lepiej pamiętają, dlatego zdecydowałam się na odpowiedź: raczej tak.

SW3,B: Przedstawiając II zasadę dynamiki Newtona można wykorzystać zaproponowaną symulację komputerową. Symulacja umożliwia przesuwanie klocka, używając wybranej siły lub zmieniając masę klocka. Obrazy te bardzo pomagają uczniom, którzy mają kłopoty ze zrozumieniem praw fizyki oraz dla uczniów ze szczególnymi potrzebami edukacyjnymi.

SW4,A: Symulacja ta może zastąpić wykonanie doświadczenia w rzeczywistości. Uczniowie mogą zmienić siłę oraz masę klocka i dochodzić do odpowiednich wniosków, które prowadzą do II zasady dynamiki Newtona.

SW5,A: Symulacja nawet lepiej obrazuje zależności wynikające z II zasady dynamiki Newtona, gdyż lepiej widoczne są efekty, liczby i pomiary.

8. Proszę ocenić, czy symulacja umożliwiająca przesunięcie klocka, używając wybranej siły lub zmieniając masę klocka, pomogła uczniom w sformułowaniu II zasady dynamiki Newtona?



SM1,A: Symulacja ta pozwala zrozumieć uczniom, co to są wielkości proporcjonalne i odwrotnie proporcjonalne. Pomaga więc sformułować II zasadę dynamiki Newtona. Uczniowie widzą, że symulacja dotyczy sytuacji, gdy wartość działającej siły jest różna od zera i stała w czasie ruchu.

SM1,B: Symulacja umożliwiła uczniom sprawdzenie II zasady dynamiki Newtona, a w konsekwencji wyciągnięcie odpowiednich wniosków do danych zależności.

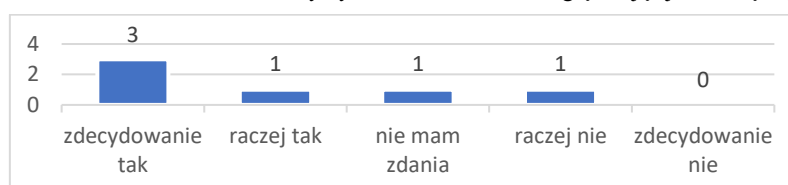
SM2,A: Symulacja ta pozwala zrozumieć uczniom, co to są wielkości proporcjonalne i odwrotnie proporcjonalne. Pomaga więc sformułować II zasadę dynamiki Newtona. Uczniowie widzą, że symulacja dotyczy sytuacji, gdy wartość działającej siły jest różna od zera i stała w czasie ruchu.

SW3,B: Symulacje ułatwiły uczniom analizowanie zachowania się ciał i sformułowanie II zasady dynamiki Newtona. Podczas symulacji uczniowie zauważali pewne zależności, których nie zauważyliby podczas doświadczenia wykonywanego realnie w pracowni. Symulacja jest szczególnie przydatna w klasach z dużą liczą dzieci w klasie.

SW4,A: Zmieniając masę klocka i wartość działającej siły uczniowie nie mieli problemów w sformułowaniu II zasady dynamiki Newtona.

SW5,A: Dzięki możliwości zmiany wielkości fizycznych charakteryzujących klocki, uczniowie bez problemu znaleźli zależności wynikające z II zasady dynamiki Newtona.

9. Proszę ocenić, czy symulacja umożliwiająca przesunięcie klocka, używając wybranej siły lub zmieniając masę klocka, pomogła uczniom w zrozumieniu II zasady dynamiki Newtona, uwzględniając jednostkę siły.



SM1,A: Symulacja nie pokazuje wprost jednostki siły. Nie pomogła uczniom w tej kwestii, jednak wartościowa była pod względem analizy II zasady dynamiki Newtona.

SM1,B: Dzięki analizie symulacji uczniowie szybko domyślili się jaka powinna być jednostka siły.

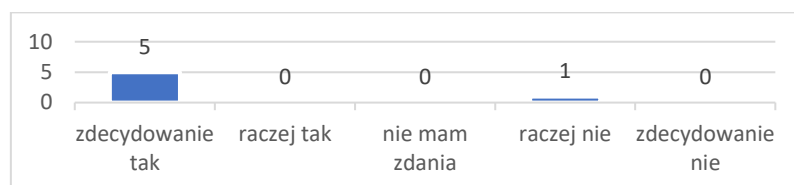
SM2,A: Symulacja nie tłumaczy, kiedy wartość działającej siły wynosi 1 niuton i nie pokazuje, jak z II zasady dynamiki definiujemy jednostkę siły.

SW3,B: Uczniom dzięki zastosowaniu symulacji komputerowej łatwiej było wskazać jednostkę siły i zdefiniować ją na podstawie II zasady dynamiki Newtona. Na bieżąco mogli analizować zachowanie się ciał i przewidywać ich zachowanie na podstawie II zasady dynamiki Newtona.

SW4,A: Z wykorzystaniem symulacji uczniowie szybko zrozumieli, iż w przypadku zwiększenia masy klocka zmniejsza się przyspieszenie, a w przypadku zwiększenia siły zwiększa się przyspieszenie, dzięki czemu łatwo było wyprowadzić jednostkę siły.

SW5,A: Z użyciem symulacji uczniowie bardzo szybko doszli do wniosku, że w przypadku zwiększenia masy klocka zmniejsza się przyspieszenie, a w przypadku zwiększenia siły zwiększa się przyspieszenie.

10. Proszę ocenić, czy symulacja umożliwiająca przesunięcie klocka, używając wybranej siły lub zmieniając masę klocka, wystarczająco zobrazowała uczniom wpływ masy i przyłożonej siły na wartość przyspieszenia wózka i pomogła wyciągnąć wnioski dotyczące powyższych zależności?



SM1,A: Symulacja wskazała jednoznacznie jakie znaczenie dla przyspieszenia ma masa i przyłożona siła. Uczniowie z zacięciem wykorzystali symulację do lekcji.

SM1,B: Symulacja naprowadziła uczniów na odpowiednie wnioski, dotyczące sprawdzanych parametrów.

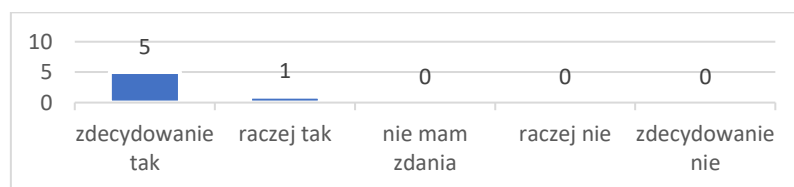
SM2,A: Symulacja pokazuje, że zmiana wartości siły lub masy ma wpływ na pokonaną przez ciało drogę. Widać również, że odcinki drogi pokonanej przez poruszające się ciała w jednakowych odstępach czasu są coraz dłuższe, co świadczy o ruchu przyspieszonym. Trudno ocenić, bez znajomości wzorów, że jest to ruch jednostajnie przyspieszony. Brakuje pokazania jak zmienia się prędkość w czasie tego ruchu. Pozwoliłoby to sprawdzić, czy przyspieszenie się nie zmienia i wysunąć wniosek, że jest to ruch jednostajnie przyspieszony. Natomiast, gdy założymy, że jest to ruch jednostajnie przyspieszony możemy sprawdzić, że przyspieszenie jest proporcjonalne do przyłożonej siły i odwrotnie proporcjonalne do masy. Nie należy zapominać, że w II zasadzie jest mowa o ruchu jednostajnie zmiennym, a symulacja nie przewiduje ruchu jednostajnie opóźnionego.

SW3,B: Symulacja wystarczająco zobrazowała uczniom wpływ masy i przyłożonej siły na wartość przyspieszenia wózka. Wielokrotnie powtarzane symulacje, przy różnych wielkościach masy i siły pozwalały uczniom wyciągnąć prawidłowe wnioski dotyczące tych zależności. Szczególnie taka symulacja przydatna jest dla uczniów, którzy mają trudności ze zrozumieniem zależności pomiędzy zachodzącymi zdarzeniami.

SW4,A: Zastosowana symulacja pomogła uczniom wyciągnąć odpowiednie wnioski dotyczące wpływu masy i przyłożonej siły na wartość przyspieszenia wózka.

SW5,A: Bez najmniejszych wątpliwości zastosowana symulacja pomogła uczniom w wyciągnięciu odpowiednich wniosków dotyczących wpływu masy i przyłożonej siły na wartość przyspieszenia wózka.

11. W Pani / Pana opinii, czy możliwość wykonania interaktywnych zadań, np. z użyciem wzoru $a = \frac{F}{m}$, zachęciła uczniów do rozwiązywania zadań?



SM1,A: Zaproponowana forma pracy była bardzo atrakcyjna dla uczniów. Dodatkową zachętą była możliwość natychmiastowego ocenienia ucznia.

SM1,B: Uczniowie chętniej zgłaszali się do rozwiązywania zadań przy tablicy. Interaktywne zadania z natychmiastową odpowiedzią zwrotną stanowiły dla nich dodatkową atrakcję i natychmiastową ocenę.

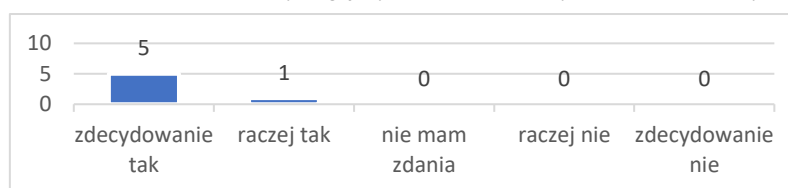
SM2,A: Uczniowie zawsze chętnie wykonują interaktywne ćwiczenia. Taka forma zadań jest dla nich bardziej atrakcyjna.

SW3,B: Uczniowie chętnie i z zacięciem wykonywali interaktywne zadania. Przy ich wykonywaniu, ustalając różne wielkości masy i siły zauważali pewne prawidłowości. Wykonywanie interaktywnych zadań na pewno ułatwiło uczniom zrozumienie zależności pomiędzy masą ciała i siłą na niego działającą. Zachęciło to uczniów do rozwiązywania zadań przygotowanych przez nauczyciela. Część uczniów rozwiązywała zadania dodatkowe, które nauczyciel zamieścił na klasowej platformie dla klasy siódmej.

SW4,A: Uczniowie chętniej rozwiązują zadania interaktywne niż metodą tradycyjną z wykorzystaniem zeszytów przedmiotowych. Dzięki temu utrwalać poznany wzór oraz zależności między wielkościami fizycznymi. Możliwa jest również natychmiastowa gratyfikacja.

SW5,A: Uczniowie chętnie rozwiązują zadania interaktywne. Dzięki temu utrwalać poznany wzór i zależność między wielkościami fizycznymi. Nauczyciel może w szybki sposób ocenić ucznia.

12. Proszę ocenić, czy użyte podczas lekcji narzędzia TIK przedstawiające zależności wynikające z II zasady dynamiki Newtona pomogły uczniom w analizie zadań wymagających łączenia wiedzy z zakresu kinematyki i dynamiki?



SM1,A: Zaproponowane narzędzia TIK pomogły uczniom w analizie zależności II zasady dynamiki Newtona, połączenia wiedzy dynamiki z kinematyką. Miały znaczenie dla zrozumienia omawianych zagadnień.

SM1,B: Narzędzia TIK zachęciły uczniów do pracy, wprowadziły pozytywne emocje do lekcji oraz zwiększyły motywację do rozwiązywania zadań.

SM2,A: Uczniowie wykorzystując aplikację ilustrującą drugą zasadę dynamiki mogli obliczyć wartość przyspieszenia przekształcając wzór na drogę w ruchu jednostajnie przyspieszonym lub skorzystać z wzoru opisującego drugą zasadę. Pokazało to im, że w zadaniach często musimy korzystać z wiedzy zarówno z kinematyki jak i z dynamiki.

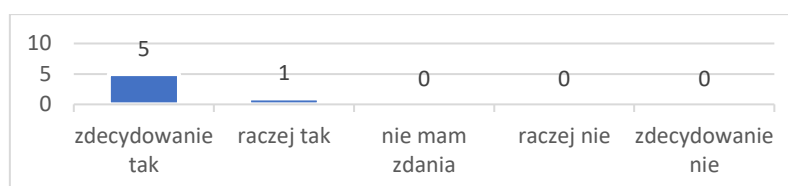
SW3,B: Wskazanie zależności pomiędzy masą, siłą i przyspieszeniem zawsze sprawiało uczniom trudności. Zastosowanie narzędzi TIK w celu ułatwienia uczniom i lepszego zrozumienia zależności wynikających z II zasady dynamiki Newtona jest zdecydowanie konieczne i potrzebne. Symulacje wyjaśniają i obrazują wiele zależności, których samo rozwiązywanie matematyczne i tłumaczenie nauczyciela nie wystarczą do zrozumienia II zasady dynamiki Newtona.

SW4,A: Wspomniane symulacje zawierają w sobie elementy kinematyki i dynamiki, dlatego też wspomagają uczniów w rozwiązaniu i analizie zadań złożonych.

SW5,A: Wykorzystane narzędzia TIK często odnoszą się także do kinematyki, dzięki czemu pomogły uczniom w analizie zadań z obu działów.

Pytania dotyczące lekcji nr 3: III zasada dynamiki Newtona.

13. Proszę ocenić, czy symulacje doświadczeń: wskazania połączonych ze sobą siłomierzy podczas ich rozciągania oraz wzajemności oddziaływań magnesu i pręta żelaznego, okazały się pomocne w przedstawieniu III zasady dynamiki Newtona?



SM1,A: Uczniowie dokonali właściwych obserwacji, iż oddziaływania są wzajemne. Właściwie zauważyli, że siły zmieniają się tak samo po obu stronach siłomierzy. Przełożyło się to na wskazanie cech wektorów sił akcji-reakcji.

SM1,B: Tak

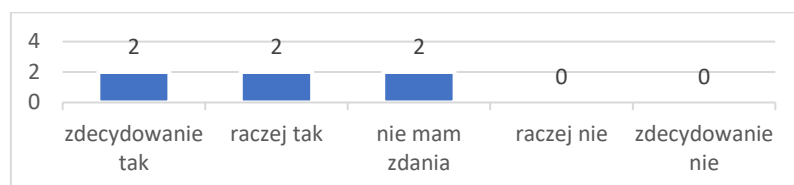
SM2,A: Uczniowie mogli zaobserwować, że oddziaływania są wzajemne. Zauważyli, że gdy ciągniemy za jeden z połączonych siłomierzy wartości sił zmieniają się jednakowo na obu. Trudniej było ustalić, że siły mają przeciwne zwroty i różne punkty przyłożenia.

SW3,B: Symulacja doświadczenia pokazująca wskazania połączonych ze sobą siłomierzy podczas ich rozciągania okazała się bardzo pomocna i stanowiła podsumowanie doświadczenia wykonywanego w pracowni. Pokazane w symulacji graficzne obrazy sił w postaci wektorów stanowiły dużą pomoc w przedstawieniu III zasady dynamiki Newtona i lepszym zrozumieniu przez uczniów.

SW4,A: Doświadczenia dotyczące III zasady dynamiki Newtona zostały wykonane na lekcji. Dzięki symulacji mogli porównać zobrazowanie w/w/ zasady i wyciągnąć wnioski.

SW5,A: Dzięki symulacji uczniowie mogli porównać zachowania wynikające z III zasady dynamiki Newtona i wyciągnąć odpowiednie wnioski.

14. Proszę ocenić, czy symulacje doświadczeń: wskazania połączonych ze sobą siłomierzy podczas ich rozciągania oraz wzajemności oddziaływań magnesu i pręta żelaznego okazały się pomocne w sformułowaniu III zasady dynamiki Newtona?



SM1,A: Uczniowie sformułowali trzecią zasadę dynamiki, ale z pomocą nauczyciela.

SM1,B: Uczniowie szybko zauważyli i wyciągnęli wnioski dotyczące III zasady dynamiki Newtona oraz właściwości sił akcji-reakcji. W symulacji dobrze zostały zobrazowane te siły, co ułatwiło uczniom zobrazowanie działania tej zasady.

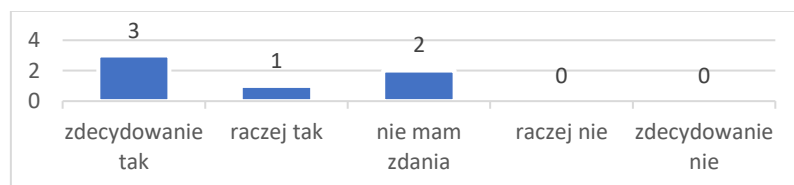
SM2,A: Uczniowie mogli zaobserwować, że oddziaływania są wzajemne. Zauważyli, że gdy ciągniemy za jeden z połączonych siłomierzy wartości sił zmieniają się jednakowo na obu. Trudniej było ustalić, że siły mają przeciwne zwroty i różne punkty przyłożenia.

SW3,B: Podczas przedstawionej symulacji uczniowie mogli zauważyć, że siły zawsze występują parami. Jedno ciało nie może działać z jakąkolwiek siłą na drugie, nie doświadczając tej samej siły ze strony drugiego ciała. Zauważyli podczas symulacji komputerowej, że III zasada dynamiki Newton opisuje pewną symetrię w układach mechanicznych. Zastosowanie tej symulacji było bardzo pomocne dla uczniów podczas formułowania III zasady dynamiki Newtona.

SW4,A: Symulacja została pominięta w związku z brakiem czasu na lekcji.

SW5,A: Nie wykorzystaliśmy tej symulacji.

15. Proszę ocenić, czy animację przedstawiającą różne rodzaje sił akcji-reakcji okazały się pomocne w rysowaniu wektorów działających sił, zgodnie z III zasadą dynamiki Newtona?



SM1,A: Uczniowie sformułowali trzecią zasadę dynamiki, ale z pomocą nauczyciela. Gdyby w symulacji pojawiły się wektory sił myślę, że byłoby to dla nich łatwiejsze.

SM1,B: Niestety nie udało nam się skorzystać z tej symulacji.

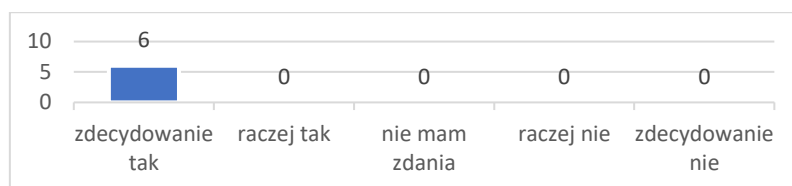
SM2,A: W animacjach brakowało wektorów sił. Były one tylko w symulacji odrzutu na geogebra. Trudno powiedzieć na ile to pomogło uczniom w rysowaniu wektorów działających sił.

SW3,B: Przedstawiając różne rodzaje sił akcji-reakcji podczas symulacji, uczniowie otrzymali doskonałą pomoc w rysowaniu wektorów, jako graficznych obrazów działających sił zgodnie z III zasadą dynamiki Newtona. Zrozumieli, dlaczego III zasadę dynamiki Newtona nazywa się też zasadą akcji-reakcji, każdej akcji towarzyszy reakcja o tej samej wartości i kierunku, lecz zwrócona przeciwnie. To doskonale obrazuje rysowanie wektorów.

SW4,A: Dzięki zaprezentowanym wektorom sił animacje okazały się bardzo pomocne w nauce rysowania wektorów przez uczniów.

SW5,A: Animacje w dokładny sposób przedstawiły działanie sił akcji i reakcji, dzięki czemu uczniowie lepiej zrozumieli w jaki sposób powinno się je rysować i oznaczać.

16. Proszę ocenić, czy animacja doświadczenia „odrzucony wózek” okazała się pomocna w zobrazowaniu zjawiska odrzutu?



SM1,A: Animacja bardzo dobrze pokazuje zjawisko odrzutu.

SM1,B: Tak, szczególnie w przypadku ograniczenia czasowego na lekcji, niemożności stworzenia aparatury ta animacja jest niezbędna.

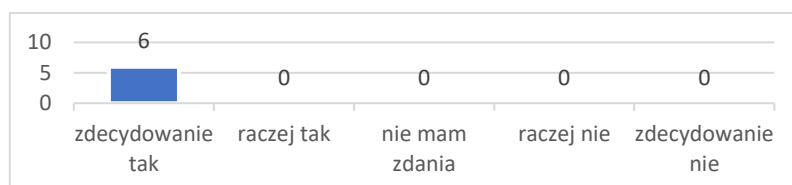
SM2,A: Animacja bardzo dobrze pokazuje zjawisko odrzutu.

SW3,B: Animacja doświadczenia „odrzucony wózek” wyjaśniła uczniom zjawisko odrzutu. Zauważyli, że wózek porusza się w kierunku przeciwnym niż działająca siła.

SW4,A: Po analizie doświadczenia z pomocą podręcznika, animacja „odrzucony wózek” była bardzo pomocna w wytłumaczeniu zjawiska odrzutu.

SW5,A: Animacja ta była bardzo pomocna w wytłumaczeniu zjawiska odrzutu.

17. Proszę ocenić, czy symulacja przedstawiająca zjawisko odrzutu (armata i kula), zachęciła uczniów do sprawdzenia wpływu wybranych parametrów (masy armaty, masy kulki, siły) na omawiane zjawisko oraz zaplanowania podobnego doświadczenia do przeprowadzenia w klasie.



SM1,A: Uczniowie z radością badali wpływ różnych wielkości fizycznych na zjawisko odrzutu, co przełożyło się na wykonanie ciekawych doświadczeń w klasie.

SM1,B: Uczniowie zdecydowanie zrozumieli, jak sprawdzić zjawisko odrzutu od wybranych parametrów.

SM2,A: Uczniowie chętnie odkrywali możliwości symulacji. Sprawdzali jak wybrane parametry wpływają na omawiane zjawisko.

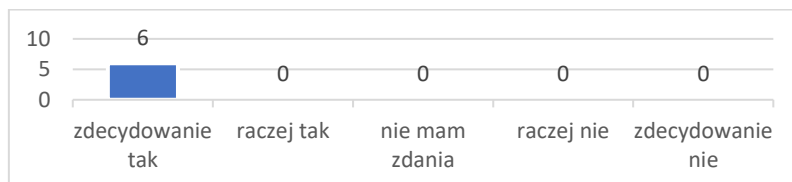
SW3,B: Podczas symulacji zjawiska odrzutu (armata i kula) uczniowie zauważyli, że siła odrzutu armaty jest taka sama jak siła wywierana na kulę. Zmieniając wybrane parametry doszli do wniosku, że „duża masa x małe przyspieszenie = mała masa x duże przyspieszenie”. Symulacja wpłynęła zachęcająco na uczniów i zmotywowała do wykonywania stosownych obliczeń. Dodatkowo symulacja pozwoliła uczniom dokładnie zaplanować cały proces badawczy do przeprowadzenia w klasie.

SW4,A: Samo zjawisko odrzutu cieszyło się dużym zainteresowaniem wśród uczniów. Przedstawiona symulacja bardzo zachęciła uczniów do dokładnego poznania tego zjawiska.

SW5,A: Dzięki symulacji uczniowie doskonale wiedzieli, jak przeprowadzić doświadczenie w klasie sprawdzające wpływ wybranych parametrów na zjawisko odrzutu.

Pytania dotyczące lekcji nr 4: Spadek swobodny.

18. Czy nagranie *Apollo 15 Hammer-Feather Drop* sprawiły, iż uczniowie wyciągnęli wnioski, jakie muszą być spełnione warunki, aby spadek nazwać swobodnym.



SM1,A: Uczniowie bez problemu zauważyli, jakie warunki muszą być spełnione, aby spadek nazwać swobodnym.

SM1,B: Obejrany film wzbudził duże zaniepokojenie, emocje, a także pewne niedowierzanie wśród uczniów. Szybko i łatwo uczniowie znaleźli zależności spadku swobodnego.

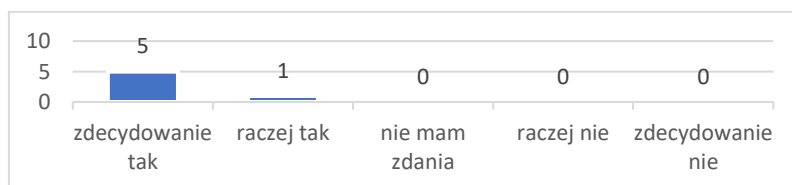
SM2,A: Uczniowie szybko doszli do tego jakie muszą być spełnione warunki, aby spadek nazwać swobodnym.

SW3,B: Film wykonany w 1996 roku w czasie misji Apollo 11. Astronauci na Księżycu opuszczali na powierzchnię 2 przedmioty o różnych kształtach i masie. Uczniowie zauważyli, że przedmioty te spadły na powierzchnię jednocześnie. Stwierdzili również, że na Księżycu nie ma atmosfery więc nie istnieje opór powietrza.

SW4,A: Obejrany film cieszył się dużym zainteresowaniem wśród uczniów, bez problemu zauważyli właściwości spadku swobodnego.

SW5,A: Obejrany film pomógł uczniom zrozumieć, co to znaczy, że ciało porusza się swobodnie, zwrócić uwagę na to jakie warunki muszą być spełnione. Ułatwił uczniom wyciągnąć odpowiednie wnioski.

19. Czy animacja spadku swobodnego oraz nagranie *Apollo 15 Hammer-Feather Drop* sprawiły, iż uczniowie wyciągnęli wnioski, jakim ruchem poruszają się ciała swobodnie spadające?



SM1,A: Uczniowie szybko zauważyli, iż jest to ruch przyspieszony a ciała spadają w tym samym czasie.

SM1,B: Film zaniepokoił uczniów, szybko doszli do wniosku jakim ruchem poruszają się ciała swobodnie spadające.

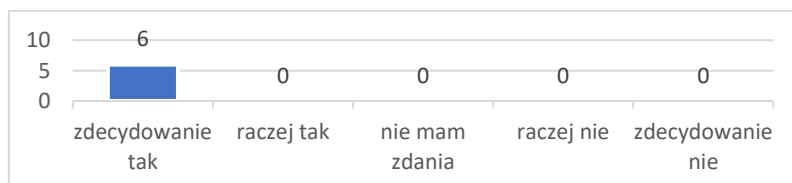
SM2,A: Uczniowie stwierdzili, że jest to ruch przyspieszony. Trudno jednak było stwierdzić, że jest to ruch ze stałym przyspieszeniem. Dopiero odwołanie się do drugiej zasady dynamiki pomogło określić rodzaj ruchu.

SW3,B: Uczniowie zauważyli, że ciała swobodnie spadające na księżycu poruszają się ruchem przyspieszonym. Stwierdzili, że spadek wygląda na „wolniejszy” niż na Ziemi.

SW4,A: Film rozbudził ciekawość uczniów oraz pomógł nauczycielowi w prezentacji trudnego zagadnienia.

SW5,A: Obejrany film pomógł uczniom wywnioskować jakim ruchem poruszają się ciała swobodnie spadające.

20. Czy animacja spadku swobodnego oraz nagranie *Apollo 15 Hammer-Feather Drop* sprawiły, iż uczniowie zauważyli, że czas swobodnego spadania nie zależy od masy?



SM1,A: Uczniowie wyciągnęli odpowiednie wnioski z obejrzanego filmu. Film był dużą atrakcją dla młodzieży.

SM1,B: Uczniowie z zaciekawieniem obejrżeli film, wyciągnęli wnioski dotyczące zależności spadku swobodnego od masy. Film rozpoczął ciekawą dyskusję wśród uczniów.

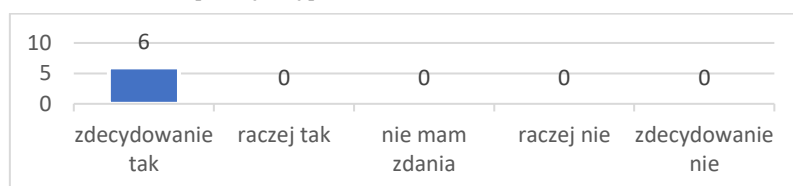
SM2,A: Uczniowie szybko doszli do wniosku, że czas swobodnego spadania nie zależy od masy, dzięki obserwacji tego ruchu dla ciał o różnych masach.

SW3,B: Uczniowie zwrócili uwagę na to, że astronauta trzyma w ręce dwa różne przedmioty o różnych kształtach. Stwierdzili, że pewnie też mają różne masy a spadły jednocześnie na powierzchnię Księżyca.

SW4,A: Obserwując film uczniowie natychmiast zaobserwowali, iż czas swobodnego spadania nie zależy od masy. Film wzbudził duże zaciekawienie wśród uczniów oraz niedowierzenie.

SW5,A: Uczniowie od razu zauważyli, iż czas swobodnego spadania nie zależy od masy, dzięki obserwacji tego ruchu dla ciał o różnych masach.

21. Czy zaprezentowanie uczniom aplikacji *Phyphox* wzbudziło wśród uczniów ciekawość i chęć eksperymentowania?



SM1,A: Aplikacja *Phyphox* zaciekała uczniów, szczególnie, że mogli ją zainstalować na swoich telefonach.

SM1,B: *Phyphox* był znany moim uczniom jednak zawsze aplikacja ta wzbudza ciekawość i chęć eksperymentowania.

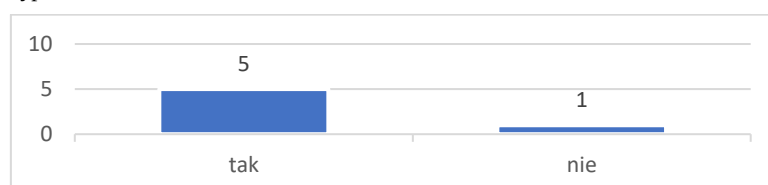
SM2,A: Po zaprezentowaniu przez nauczyciela i wytłumaczeniu sposobu działania aplikacji *Phyphox*, kilku uczniów zainteresowanych zainstalowało na swoim smartfonie aplikację i wykonało dodatkowe zadania wskazane przez nauczyciela. Uczniowie ci kontaktowali się z nauczycielem po zajęciach obowiązkowych, uzyskiwali dodatkowe informacje i omawiali sposoby wykonywania doświadczeń i wykonywanie obliczeń.

SW3,B: Nauczyciel fizyki, podczas zajęć lekcyjnych zaprezentował uczniom możliwości i działanie w aplikacji *Phyphox*. Poinformował, że aplikacja ta stwarza możliwość wykorzystania smartfonu jako uniwersalnego narzędzia pomiarowego. Część uczniów zadeklarowała się i wyraziła chęć poznania tej aplikacji.

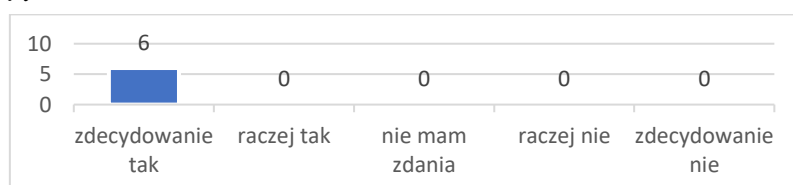
SW4,A: Sama aplikacja wzbudziła wśród uczniów ciekawość. Chętnie zgodzili się na przeprowadzenie, a potem omówienie doświadczeń wykonanych z użyciem aplikacji *Phyphox*.

SW5,A: Aplikacja *Phyphox* wzbudziła ciekawość. Uczniowie chętnie przeprowadzili doświadczenia z użyciem poznanej aplikacji oraz je omówili.

22. Czy w klasie znaleźli się chętni uczniowie, którzy wykonali dodatkowe zadanie, dotyczące badania spadku swobodnego w aplikacji *Phyphox*?



23. W Pani / Pana opinii, czy możliwość wykonania interaktywnych zadań dotyczących spadku swobodnego, zachęcała uczniów do rozwiązywania zadań?



SM1,A: Interaktywne zadania zawsze zachęcają uczniów do dodatkowej pracy.

SM1,B: Zadania dotyczące spadku swobodnego zawsze sprawiają uczniom trudność w związku z koniecznością połączenia ich z wiedzą z kinematyki. Interaktywna forma zadań motywuje uczniów do pracy.

SM2,A: Uczniowie zawsze chętnie wykonują interaktywne ćwiczenia. Taka forma zadań jest dla nich bardziej atrakcyjna.

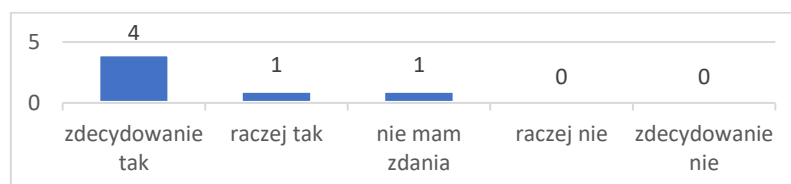
SW3,B: Rozwiązywanie zadań i interpretacja pojęć z fizyki zawsze sprawiało części uczniów kłopoty. Każda dodatkowa pomoc w tym zakresie, a zwłaszcza możliwość wykonywania interaktywnych zadań jest potrzebna a wręcz nieodzowna. Uczniowie zmotywowani i zachęceni tą formą pomocy rozwiązywali zadania chętniej, mniej korzystali z pomocy nauczyciela i przekazywali do oceny nauczycielowi.

SW4,A: Często zadania wymagające od ucznia zamiany jednostek czy przekształcenia wzorów stanowią problem. Wykonywanie zadań interaktywnych zwiększa liczbę osób, które próbują je rozwiązać, nie siedzą biernie na lekcji.

SW5,A: Zadania, w których uczeń musi dokonać zamiany jednostek, przekształcić wzór by obliczyć daną wielkość stanowią trudność. Zadania interaktywne powodują, że więcej osób próbuje je rozwiązać, a tym samym uczestniczyć aktywnie w lekcji.

Pytania dotyczące lekcji nr 5: Doświadczenia prezentujące zasady dynamiki Newtona.

24. W Pani / Pana opinii, czy podział uczniów na grupy z użyciem aplikacji do tworzenia grup sprawił, iż uczniowie poczuli większą motywację i chęć do pracy?



SM1,A: Uczniowie chcą pracować w grupach, w których dobrze się czują. U nas pomyśl się nie sprawdził.

SM1,B: Uczniowie byli zaangażowani w losowanie grup i chętnie pracowali w losowo wybranych grupach.

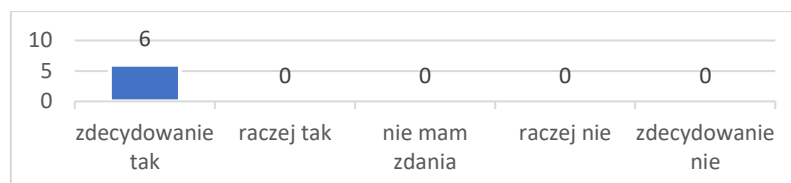
SM2,A: Uczniowie wolą pracować w grupach, do których sami się dobrali, choć muszę przyznać, że dobór grup z użyciem aplikacji wzbudził dużo emocji.

SW3,B: Podział uczniów na grupy odbył się z użyciem strony internetowej zaproponowanej przez autorkę programu. Po ustaleniu grup reprezentant każdej grupy losował kod QR z doświadczeniem do przygotowania na następną lekcję. Opis doświadczeń nauczyciel udostępnił na platformie edukacyjnej. Praca w grupach bardzo pobudzała uczniów do działania. Pracując w grupie dzieci nawiązywały ze sobą relacje, miały poczucie przynależności do swojej grupy. Można było zauważyć, że podczas wykonywania zadań uczniowie słabsi otrzymywali wsparcie w prawidłowym wykonaniu poleceń w zadaniu. Metoda ta budowała pozytywne relacje wśród uczniów i przyjazną atmosferę.

SW4,A: Takie tworzenie grup sprawia, że uczniowie wybrani losowo muszą wspólnie pracować, rozwiązywać zadania, dyskutować czy wyciągnąć wnioski, by potem zaprezentować na forum efekty swojej pracy.

SW5,A: Uczniowie są wybierani losowo, muszą wspólnie pracować, dyskutować i wyciągać wnioski, rozwiązywać zadania. Taki podział zwiększa motywację i chęć do pracy.

25. W Pani / Pana opinii, czy udostępnienie uczniom doświadczeń w postaci kodu QR sprawił, iż uczniowie poczuli większą motywację i chęć do pracy?



SM1,A: Użycie kodów QR zwiększa zaciekawienie uczniów. Sama je stosuję na lekcjach. Uczniowie zawsze chcą sprawdzić, co kryje się pod danym kodem.

SM1,B: Kody QR są przede wszystkim dobrym narzędziem do udostępniania danej zawartości uczniów.

SM2,A: Ja również wykorzystuję kody QR w pracy z uczniami. Zawsze zwiększa to motywację i chęć do pracy uczniów.

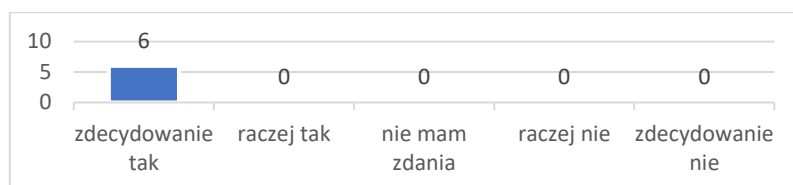
SW3,B: Udostępnienie uczniom doświadczeń w postaci kodu QR było dla nich nowym doświadczeniem związanym z przekazywaniem informacji i przygotowaniem się do zajęć. Można było zauważyć, że uczniowie, którzy dotychczas mieli trudności z odrabianiem zadań domowych i przygotowaniem się do lekcji, aktywnie pracowali w przydzielonych im grupach.

SW4,A: Najpierw duże zainteresowanie było wyborem doświadczenia, co będzie trzeba zrobić, co jest ukryte w kodzie QR. Następnie po otrzymaniu doświadczenia widać było zwiększoną współpracę i motywację.

SW5,A: Przydzielenie uczniom doświadczeń w postaci kodu QR wzbudziło dużą ciekawość, poprawiło współpracę i motywację.

Pytania dotyczące lekcji nr 6: Opory ruchu. Siła tarcia.

26. W Pani / Pana opinii, czy wprowadzenie do tematu lekcji dotyczącej siły tarcia, w postaci bajki prezentującej zmniejszone tarcie i zjawisko odrzutu, wzbudziło dyskusję dotyczącą tarcia, znaczenia tarcia w życiu codziennym, np. skutków poruszania się po oblodzonej drodze ze znacznie zmniejszonym tarciem?



SM1,A: Bajka wprowadziła elementy humorystyczne do lekcji. Zainteresowała uczniów oraz zachęciła do rozmowy na forum klasowym. Bajka wprowadziła do lekcji także przyjazną atmosferę, która sprzyjała procesowi zdobywania wiedzy.

SM1,B: Zaproponowane narzędzia TIK doskonale wpisały się w omawiany temat. Zachęciły uczniów do pracy podczas całej lekcji. Bajka wprowadziła różnorodność oraz multisensorycznie oddziaływała na uczniów.

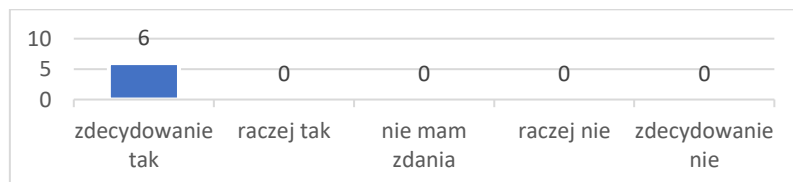
SM2,A: Bajka fajnie wprowadziła nas w temat lekcji. Uczniowie dyskutowali o tarcu w życiu codziennym i sposobach zmniejszania go oraz przedstawiali sytuacje w których zmniejszenie tarcia jest niewskazane.

SW3,B: Prezentacja wzbudziła zainteresowanie uczniów. Temat związany z siłą tarcia i zjawiskiem odrzutu w postaci bajki ożywił dyskusję na lekcji, uczniowie wskazywali sytuacje, z którymi spotykali się w codziennym życiu i do tej pory nie wiązali tego ze zjawiskiem tarcia.

SW4,A: Wprowadzenie do nowego tematu w postaci bajki jest bardzo dobrym pomysłem. Dzieci chętniej się później wypowiadają na przedstawiony w bajce temat. Dochodzą do trafnych wniosków.

SW5,A: Bardzo spodobał mi się pomysł wprowadzenia bajki do nowego tematu. Uczniowie z dużym zainteresowaniem ją obejrżeli, chętnie wypowiadali się na jej temat, wyciągali odpowiednie wnioski.

27. Proszę ocenić, czy symulacje w których możliwa jest zmiana podłoża, zmiana rodzaju przesuwanego ciała, pomogła uczniom zrozumieć istotę tarcia, oporów ruchu?



SM1,A: Symulacje były pomocne w zrozumieniu siły tarcia, wyraźnie zobrazowały różnice pomiędzy tarciem statycznym i dynamicznym, co jest trudne do wyobrażenia dla uczniów.

SM1,B: Symulacja zaciekała uczniów i sprawiła, że zadawali pytania dotyczące tarcia, oporów ruchu.

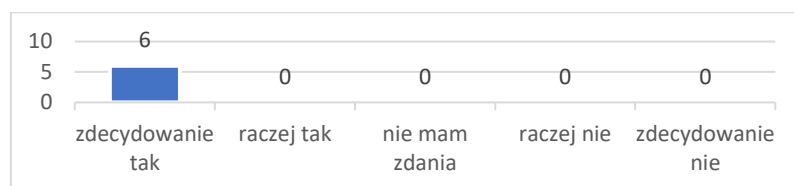
SM2,A: Symulacje bardzo pomogły zrozumieć istotę siły tarcia, różnicę pomiędzy tarcieniem statycznym i dynamicznym oraz określić od czego zależą.

SW3,B: Zastosowanie TIK w postaci symulacji różnych parametrów, od których zależy siła tarcia, w istotny sposób wpłynęła na proces poznawczy związany z siłą tarcia. Uczniowie korzystający z symulacji mogli w dowolny, ustalony przez siebie sposób zmieniać rodzaj podłoża i rodzaj przesuwanego ciała. Wielokrotnie powtarzana symulacja pomogła uczniom zrozumieć istotę tarcia i oporów ruchu.

SW4,A: Na podstawie symulacje uczniowie mogą zrozumieć jakie czynniki wpływają na tarcie.

SW5,A: Przedstawiona symulacja pomogła zrozumieć istotę tarcia.

28. Proszę ocenić, czy wprowadzenie do tematu lekcji dotyczącej siły tarcia, w postaci bajki prezentującej zmniejszone tarcie i zjawisko odrzutu, wzbudziła wśród uczniów ciekawość i entuzjazm?



SM1,A: Uczniowie przyjęli bajkę bardzo entuzjastycznie.

SM1,B: Tak, bajka wzbudziła entuzjazm i dużą ciekawość wśród uczniów.

SM2,A: Bajka wzbudziła ogromny entuzjazm uczniów.

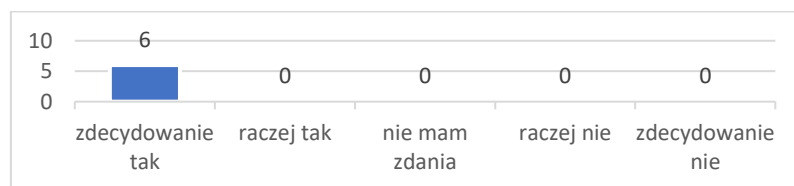
SW3,B: Ten sposób prezentacji zjawiska tarcia zaciekał uczniów. W prosty sposób pokazał, że zjawisko to występuje w obszarze styku dwóch przemieszczających się względem siebie ciał. Uczniowie akceptują i lubią taki sposób przekazywania wiedzy.

SW4,A: Dzieciom bardzo podobała się bajka, jest to super sposób, by zainteresować tematem znaczną część obecnych uczniów.

SW5,A: Bajka bardzo spodobała się uczniom. Pozwoliła zainteresować tematem obecnych uczniów.

Pytania dotyczące lekcji nr 7: Powtórzenie wiadomości z działu „dynamika”.

29. Proszę ocenić, czy utworzenie wraz z uczniami wspólnej mapy myśli, zachęciło uczniów do aktywnego uczestnictwa w powtórzeniu wiadomości z działu „dynamika”?



SM1,A: Tworzenie wspólnej mapy myśli bardzo aktywizuje uczniów, szczególnie jest to dla uczniów atrakcyjne, gdy mogą to uczynić wykorzystując swoje umiejętności informatyczne.

SM1,B: Tak, generowanie mapy myśli zachęciło uczniów do aktywnego uczestnictwa w powtórzeniu.

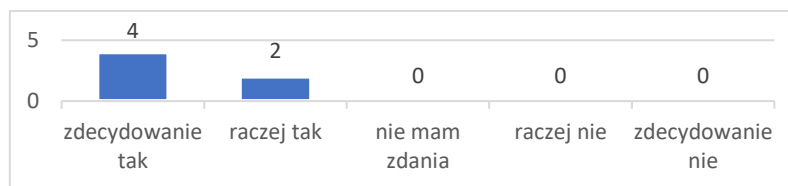
SM2,A: Tak, mapy myśli zawsze aktywizowały uczniów do pracy i stanowiły dobre podsumowanie zdobytych wiadomości.

SW3,B: Zapowiedź utworzenia mapy myśli wraz z uczniami zachęciła uczniów do aktywnego uczestnictwa w powtórzeniu wiadomości z działu „dynamika”.

SW4,A: Zebranie wiadomości wspólnie z uczniami na jednych zajęciach jest dobrym sposobem na ich utrwalenie i usystematyzowanie. Uczniowie bardzo aktywnie uczestniczyli w lekcji.

SW5,A: Mapy myśli to dobry sposób na aktywny udział uczniów w powtórzeniu.

30. W Pani / Pana opinii, czy utworzenie wraz z uczniami wspólnej mapy myśli, ułatwiło uczniom zrozumienie i usystematyzowanie zagadnień z działu „dynamika”?



SM1,A: Tak, zaproponowana aktywność zdecydowanie usystematyzowała i miała znaczenie dla lepszego zrozumienia omawianych zagadnień.

SM1,B: Na pewno mapy myśli uporządkowały zdobytą wiedzę uczniów.

SM2,A: Mapy myśli mają szereg zalet:

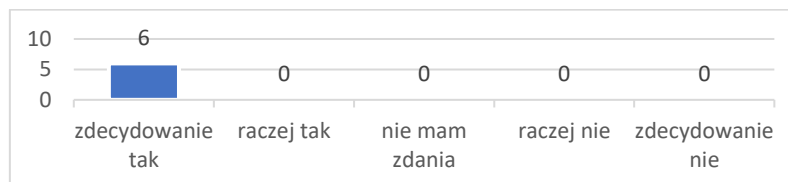
- Zwiększają efektywność nauki.
- Ułatwiają przyswajanie wiedzy.
- Wizualizacja informacji pozwala na łatwiejsze ich odczytywanie.
- Pomagają zamienić rozrzucone informacje w logiczne połączenia.
- Pobudzają kreatywność.
- Stworzona wspólnie mapa myśli ułatwiła zrozumienie i usystematyzowanie zagadnień z działu „Dynamika”.

SW3,B: Mapa myśli pozwoliła uczniom na usystematyzowanie i uporządkowanie swojej wiedzy z działu „dynamika”. Podczas tworzenia mapy myśli uczniowie zauważali również pewne zależności, których wcześniej nie dostrzegli.

SW4,A: Nauczyciel podpowiedział uczniom na co zwrócić uwagę w danym temacie, a oni sami wybierali najważniejsze wiadomości, segregując je i tym samym utrwalając.

SW5,A: Uczniowie sami zastanawiali się, co jest według nich najważniejsze w danym temacie, na co zwrócić uwagę. Uczyli się segregacji wiadomości, a jednocześnie je utrwalali.

31. W Pani / Pana opinii, czy powtórzenie wiadomości z użyciem interaktywnych gier typu Kahoot!, wzbudziło wśród uczniów motywację i chęć rozwiązywania zadań?



SM1,A: Uczniowie bardzo lubią ze sobą rywalizować. Szczególnie jest to dla nich atrakcyjne, gdy na bieżąco widać wyniki tej rywalizacji oraz gdy oprócz wiedzy liczy się również refleks. Quizy Kahoot motywują uczniów do pracy, bo wszyscy chcą wypaść na nich jak najlepiej.

SM1,B: Uczniowie uwielbiają tego typu gry.

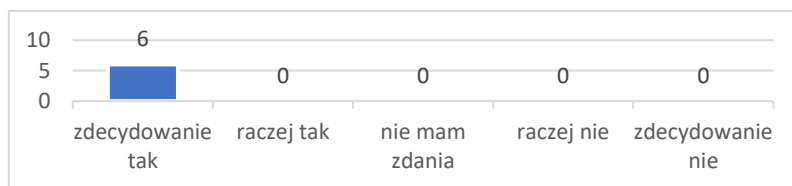
SM2,A: Uczniowie bardzo lubią wzajemną rywalizację. Zwłaszcza gdy dochodzi do natychmiastowej gratyfikacji.

SW3,B: Testy z Kahoot są dla uczniów bardziej atrakcyjne od zazwyczaj stosowanych testów pisemnych. Uczniowie mieli możliwość podsumowania wiadomości za pomocą quizu oraz testów. Zadania z Kahoot uczniowie wykonywali z większym zainteresowaniem, mogli w czasie rzeczywistym zobaczyć odpowiedzi i natychmiast otrzymać informację o jej poprawności. Te metody stosowano jako zadania domowe, zadania do uzupełnienia treści programowych jak również wykorzystywano do wyjaśniania nowych pojęć. Urozmaicały lekcje oraz przyciągały uwagę uczniów.

SW4,A: Wszystkie stosowane gry interaktywne są bardzo dobrym sposobem na większą motywację uczniów do rozwiązywania zadań.

SW5,A: Interaktywne gry sprawiają, że uczniowie -szczególnie słabsi- chętniej biorą w nich udział.

32. W Pani / Pana opinii, czy powtórzenie wiadomości z użyciem interaktywnych gier typu *Kahoot!*, zwiększyło wśród uczniów entuzjazm?



SM1,A: Uczniowie podchodzą do gier typu Kahoot bardzo entuzjastycznie.

SM1,B: Tak, interaktywne gry zawsze wzbudzają entuzjazm.

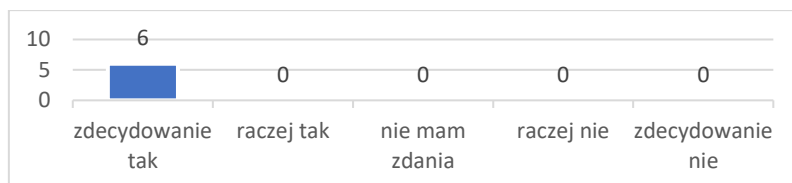
SM2,A: Tak, powtórzenie wiadomości z użyciem interaktywnych gier zwiększa entuzjazm.

SW3,B: Uczniowie chętnie korzystają z proponowanych im nowoczesnych metod nauczania i sprawdzania wiedzy. Gry dydaktyczne gwarantują uczniom, że lekcja fizyki będzie atrakcyjna i przyjemna dla nich. Podchodzą do nich z entuzjazmem, ponieważ traktują je jak trening, który będzie usprawniać kształcone umiejętności i pomoże radzić sobie z własnymi emocjami.

SW4,A: Powtórzenie wiadomości z użyciem interaktywnych gier m.in. kahoot jest sposobem lubianym przez uczniów. Cieszą się z takich lekcji, aktywnie w nich uczestniczą.

SW5,A: Uczniowie sami mówią, że podczas kahoota: są mniej zestresowani, mniej się denerwują i więcej zadań rozwiązują.

33. Proszę ocenić, czy chętni uczniowie wykonujący zadanie dodatkowe „mechaniczny samochód” potrafili wytłumaczyć pierwszą, drugą i trzecią zasadę dynamiki Newtona z użyciem tego modelu?



SM1,A: Uczniowie, którzy wykonali dodatkowe zadanie bez problemu nawiązywali ruch samochodu do zasad dynamiki Newtona.

SM1,B: Tak, tłumaczyli to bez problemu.

SM2,A: Uczniowie wykonujący dodatkowe zadanie potrafili wytłumaczyć pierwszą, drugą i trzecią zasadę dynamiki.

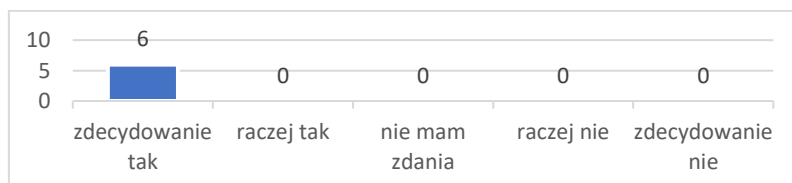
SW3,B: Uczniowie, którzy wykonali mechaniczny samochód korzystali z proponowanej przez nauczyciela strony internetowej. Skonstruowali samochód napędzany śmigłem. Uczniowie, którzy pracowali przy jego konstrukcji prawidłowo interpretowali zachodzące zjawiska fizyczne zgodnie z trzema zasadami dynamiki Newtona.

SW4,A: Ci uczniowie, którzy zgłosili się do wykonania dodatkowego zadania bardzo dobrze zrozumieli poznane zasady dynamiki.

SW5,A: Uczniowie, którzy wykonali dodatkowe zadanie „mechaniczny samochód” potrafili poprawnie wytłumaczyć poznane zasady dynamiki.

Pytania ogólne:

34. W Pani / Pana opinii, czy uczniowie byli zaintrygowani przedstawionymi narzędziami TIK?



SM1,A: Tak, widać było dużą ciekawość wśród uczniów.

SM1,B: Uczniowie wykazywali się dużą ciekawością podczas lekcji i dopytywali co będzie na następnych lekcjach.

SM2,A: Uczniowie byli zaciekawieni narzędziami TIK zastosowanymi na lekcjach z dynamiki.

SW3,B: Przed rozpoczęciem realizacji programu z fizyki w klasie siódmej z wykorzystaniem TIK, uczniom wytłumaczono pojęcie narzędzi TIK. Wyjaśniono, że są to technologie informacyjno-komunikacyjne, wprowadzające tradycyjną edukację w innowacyjny, cyfrowy świat. Poinformowano uczniów, że podczas lekcji wykorzystywane będą komunikatory internetowe, arkusze różnych platform, encyklopedie, gry i aplikacje, interaktywne pomoce dydaktyczne, symulacje doświadczeń fizycznych. Uczniowie z zaciekawieniem przyjęli propozycje nauczyciela. Podczas zajęć prowadzonych z wykorzystaniem TIK stwierdzali, że ten sposób nauczania bardzo im odpowiada, motywuje ich do nauczania. Wielu uczniów stwierdziło, że łatwiej im się uczy i szybciej przyswajają sobie nowe pojęcia fizyczne.

SW4,A: Stosowanie narzędzi TIK zwiększa wśród uczniów zainteresowanie przedmiotem. Lekcje są ciekawsze, uczniom łatwiej jest zrozumieć nowy materiał.

SW5,A: Narzędzia TIK zwiększają wśród uczniów zainteresowanie fizyką. Mogą lepiej, często w prosty sposób zrozumieć omawiane zjawisko, zmianę różnych parametrów w symulacjach, pozwalają na wyciągnięcie trafnych wniosków.

35. Jeżeli uczniowie wykazali zainteresowanie przedstawionymi narzędziami TIK, to proszę opisać, jakie narzędzia w największym stopniu zainteresowały uczniów (symulacje doświadczeń, interaktywne zadania, gry, filmy, kody QR, interaktywne narzędzia do tworzenia mapy myśli, aplikacje na telefon).

SM1,A: Wszystkie niesamowicie zainteresowały uczniów.

SM1,B: Symulacje doświadczeń, zadania interaktywne, gry, kody QR, aplikacje na telefon.

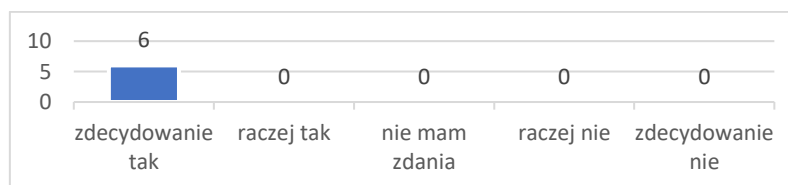
SM2,A: Wszystkie narzędzia interesowały uczniów: zarówno symulacje, gry, filmy, kody QR oraz aplikacje na telefon czy filmy. Z mniejszym entuzjazmem podchodzili do interaktywnych zadań.

SW3,B: komunikatory internetowe, arkusze różnych platform, encyklopedie, gry i aplikacje, interaktywne pomoce dydaktyczne, symulacje doświadczeń fizycznych.

SW4,A: Aplikacja Phyphox.

SW5,A: Symulacje doświadczeń.

36. W przypadku braku możliwości wykonania doświadczeń w pracowni fizycznej, czy symulacje doświadczeń mogą wspomóc nauczanie fizyki?



SM1,A: Symulacje doświadczeń mogą w dużym stopniu zastąpić rzeczywiste doświadczenia, jeżeli są dobrze przemysłane. Jednak wykonanie doświadczenia w rzeczywistości jest lepiej pamiętane przez uczniów niż symulacje komputerowe.

SM1,B: Często doświadczenia pomagają zrozumieć omawiane zagadnienia. Zatem symulacje doświadczeń w przypadku braku możliwości ich wykonania wspomagają nauczanie fizyki.

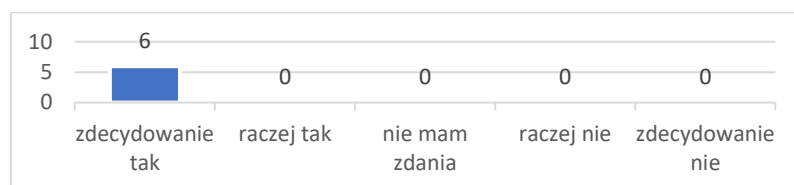
SM2,A: Tak, co szczególnie jest przydatne w mojej szkole, w której nie mam pracowni fizycznej.

SW3,B: W przypadku braku możliwości wykonania doświadczeń – przeprowadzenie eksperymentu w pracowni fizycznej, wydaje się konieczne przedstawienie symulacji tych doświadczeń. Uczeń w sposób wirtualny ma możliwość obserwacji zachodzących zjawisk. Nie wszystkie zagadnienia w nauczaniu fizyki w klasie siódmej są łatwo przyswajalne i często nauczyciel fizyki nie jest w stanie, w krótkim czasie wytłumaczyć uczniom zawile teorie np. zasady dynamiki Newtona. Doskonałym uzupełnieniem zajęć na lekcjach są symulacje, które nie tylko tłumaczą teorie, ale pozwalają także sprawdzić, jak działają one w praktyce, dzięki możliwości przeprowadzenia prostych doświadczeń poza pracownią fizyczną.

SW4,A: Doświadczenia, szczególnie wykonane samodzielnie pozwalają lepiej zrozumieć omawiane zagadnienie. Wszystkie proponowane symulacje doświadczeń w przypadku braku możliwości ich wykonania wspomagają nauczanie fizyki.

SW5,A: Symulacje doświadczeń mogą w dużym stopniu zastąpić rzeczywiste doświadczenia, jeżeli są dobrze przemyślane. Jednak wykonanie doświadczenia w rzeczywistości jest lepiej pamiętane przez uczniów niż symulacje komputerowe.

37. Proszę ocenić, czy wprowadzenie podczas lekcji elementów humorystycznych zwiększa chęć pracy podczas lekcji wśród uczniów?



SM1,A: Tak, uczniowie mają lepsze nastawienie do lekcji i lepiej przyswajają wiedzę.

SM1,B: Zdecydowanie tak, z uwagi na większą chęć nauki przez uczniów.

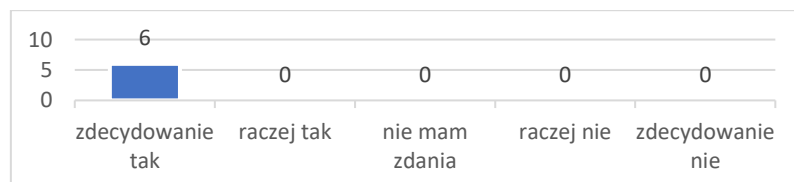
SM2,A: Humor zawsze pomaga, wprowadza przyjazną atmosferę na lekcji i powoduje, że uczniowie są bardziej rozluźnieni, lepiej się im wtedy myśli.

SW3,B: Poeta Ignacy Krasicki napisał „I śmiech niekiedy może być nauką...”. Wprowadzenie podczas lekcji elementów humorystycznych ożywia lekcję, wprowadza dobry nastrój. Taki stan emocjonalny uczniów na pewno zwiększa chęć do pracy i większe zaangażowanie w jej przebieg.

SW4,A: Uczniowie bardzo lubią lekcje, gdzie pewne zagadnienia są wprowadzane humorystycznie. Łatwiej jest im je zapamiętać. Uczniowie też chętniej uczestniczą w lekcji i pracują.

SW5,A: Lekcje, podczas których pewne zagadnienia wprowadzane są humorystycznie są ciekawe i na długo zapadają w pamięci uczniom. Uczniowie chętniej w nich uczestniczą, aktywniej pracują.

38. Proszę ocenić, czy lekcje z zastosowaniem narzędzi TIK mogą być inspirujące dla uczniów?



SM1,A: Takie lekcje są niezwykle inspirujące dla uczniów m.in. z uwagi na dostępność miejsc niedostępnych i możliwość zobaczenia tego co naturalnie nie jest do zobaczenia.

SM1,B: Tak, pozwalają inspirować do odkrywania i działania.

SM2,A: Lekcje z wykorzystaniem TIK inspirują uczniów do aktywnej nauki, wzbudzają w nich ciekawość, zachęcają do tego, aby zrozumieć zasady fizyki i przez to lepiej pojmować otaczający nas świat.

SW3,B: Po przeprowadzonych lekcjach z wykorzystaniem narzędzi TIK można stwierdzić, że uczniowie wykazywali większe zainteresowanie i bardziej angażowali się w tok lekcji. Stwierdzali, że ta metoda powoduje u nich wzrost motywacji do uczenia się fizyki, która w przekonaniu uczniów jest przedmiotem trudnym do nauczania. Pomaga skupić im uwagę na trudniejszych i kluczowych zagadnieniach. Wzrokowcy stwierdzili, że obrazy, grafiki i możliwość wielokrotnego powtarzania symulacji doświadczeń ułatwia im zrozumienie pojęć i praw fizycznych oraz wzorów.

SW4,A: Z całą pewnością uważam, że lekcje prowadzone z zastosowaniem narzędzi TIK są inspirujące dla uczniów.

SW5,A: Uważam, że lekcje z zastosowaniem narzędzi TIK mogą być inspirujące dla uczniów.

3.6. Arkusz obserwacji pracy ucznia klasy 8

Arkusz obserwacji pracy ucznia klasy 8 - dział „drgania i fale”

Szanowni Państwo, otrzymujecie arkusz obserwacji pracy ucznia, dotyczący działu „drgania i fale”. Arkusz obserwacji pracy ucznia należy wypełnić po zrealizowaniu danego tematu lekcji. Arkusz jest narzędziem mającym na celu obserwację uczniów, podczas lekcji z użyciem autorskiego programu nauczania fizyki dla klas 7 i 8 szkoły podstawowej.

Imię i nazwisko nauczyciela:

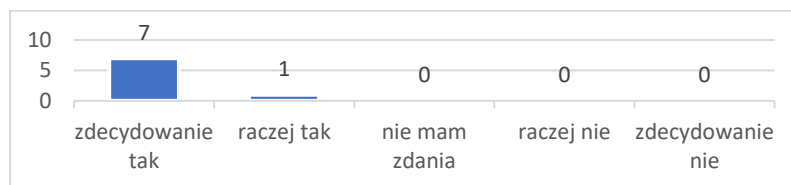
Nazwa szkoły, klasa:

Przyjęte oznaczenia:

Szkoła, klasa	Oznaczenie
Szkoła miejska 1, klasa A	SM1,A
Szkoła miejska 1, klasa B	SM1,B
Szkoła miejska 1, klasa C	SM1,C
Szkoła miejska 1, klasa D	SM1,D
Szkoła miejska 2, klasa A	SM2,A
Szkoła wiejska 3, klasa B	SW3,B
Szkoła wiejska 4, klasa A	SW4,A
Szkoła wiejska 5, klasa A	SW5,A

Pytania dotyczące lekcji nr 1, 2 : Czym charakteryzuje się ruch drgający?

1. Proszę ocenić, czy interaktywna gra Kahoot! pomogła uczniom utrwalić przykłady ruchu drgającego?



SM1,A: Najlepszą metodą utrwalenia materiałów, to w mojej opinii nauka przez zabawę. Pytania zamieszczone w interaktywnej grze dobrane były odpowiednio do utrwalanych wiadomości dotyczących przykładów ruchu drgającego, sformułowane były w ciekawy sposób. Interaktywna gra jest odpowiednio dobraną formą powtórzenia materiału, w ciekawej dla uczniów formie.

SM1,B: Wszelkiego rodzaju interaktywne quizy wzbudzają wśród uczniów emocje, a tym samym sprzyjają powstawaniu dobrych warunków do powtarzania i utrwalania wiadomości zdobytych podczas lekcji. Zaproponowana gra kahoot doskonale sprawdziła się jako utrwalenie przykładów ruchu drgającego.

SM1,C: Zaproponowany quiz sprawił, że lekcja stała się bardziej dynamiczna, a uczniowie chętnie brali w niej udział.

SM1,D: Lekcja była emocjonująca dla uczniów. Uczniowie bardzo lubią i chętnie biorą udział w tzw. kahooce.

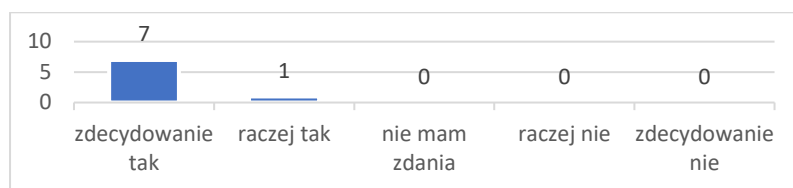
SM2,A: Quizy Kahoot wzbudzają zawsze wśród uczniów wiele emocji. Uczniowie lubią taki sposób powtarzania materiału. Gdy mogą wybierać formę powtórki to w większości wybiorą grę Kahoot. Myślę, że zaproponowana im gra pomogła utrwalić przykłady ruchu drgającego.

SW3,B: Test podsumowujący składający się z 16 pytań okazał się dobrą formą na utrwalenie wiadomości o ruchu drgającym. Przykłady ruchu drgającego były ilustrowane trafnie dobranymi zdjęciami poglądowymi i wykresami. Gra zaciekaowała zarówno uczniów, którzy interesują się fizyka oraz tych, którzy mają problemy ze zrozumieniem pojęć fizycznych.

SW4,A: Każda uczeń mógł samodzielnie wykonać test w odpowiednim dla niego czasie, dzięki czemu utrwalił przykłady ruchu drgającego, które były przedstawione w postaci słownej lub graficznej. Dużą zaletą testu jest natychmiastowa odpowiedź zwrotną, dzięki której uczeń wie, co należy powtórzyć jeszcze do testu końcowego.

SW5,A: Interaktywna gra kahoot pomogła uczniom utrwalić przykłady ruchu drgającego. Przykłady ruchu drgającego przedstawione zostały w formie słownej, obrazkowej oraz interaktywnych symulacji, dzięki czemu lepiej zapadły w pamięć uczniom.

2. Proszę ocenić, czy jednocześnie wykonanie doświadczenia przedstawiającego ruch wahadła oraz przedstawienie symulacji ruchu wahadła, pomogło uczniom w zdefiniowaniu ruchu drgającego, jako ruchu tam i z powrotem po tym samym torze?



SM1,A: Jednoczesne wykonanie doświadczenia w klasie oraz przedstawienie symulacji tego ruchu umożliwiło uczniom zdefiniowanie ruchu drgającego dzięki możliwości samodzielnych ustawień, dobrania odpowiednich parametrów – które wpłynęły na znalezienie odpowiednich zależności mogących charakteryzować ruch drgający.

SM1,B: Zadaniem uczniów była obserwacja doświadczenia przeprowadzonego „na żywo” w klasie oraz symulacja. Dzięki opcji spowolnienia ruchu uczniowie dokładniej mogli zaobserwować tor ruchu wahadła, a tym samym wywnioskować, iż jest to ruch tam i z powrotem po tym samym torze.

SM1,C: Jak najbardziej synchronizacja wykonania doświadczenia w klasie oraz jednoczesna prezentacja symulacji pomogły uczniom w zdefiniowaniu ruchu drgającego.

SM1,D: Tak, wszystkie te narzędzia pomogły uczniom w zrozumieniu ruchu drgającego.

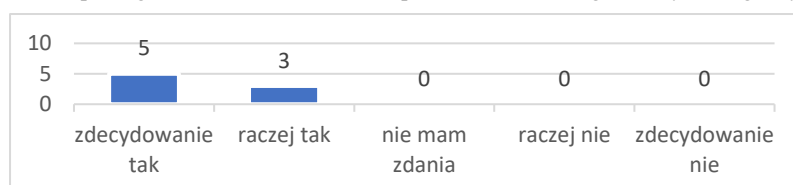
SM2,A: Uczniowie mogli obserwować rzeczywiste doświadczenie i skorzystać z symulacji. Dzięki możliwości spowolnienia ruchu w symulacji mieli lepsze warunki do oglądania a w jednej z symulacji wprost była możliwość zobaczenia wykreślonego toru ruchu w czasie jednego okresu. Pomogło im to w zdefiniowaniu ruchu drgającego jako ruchu tam i z powrotem po tym samym torze.

SW3,B: Przedstawienie symulacji ruchu wahadła okazało się pomocne w zdefiniowaniu ruchu drgającego jako ruchu po tym samym torze. W symulacji komputerowej uczniowie mogli dokładnie przyjrzeć się torowi ruchu i stwierdzić, że jest on taki sam przy określonych parametrach wahadła. Doświadczenie wykonane przez nauczyciela oraz symulacja komputerowa ułatwiły zrozumienie i zdefiniowanie ruchu drgającego.

SW4,A: Każdy uczeń mógł wykonać doświadczenie i przeanalizować ruch wahadła oraz zwrócić uwagę na kolejne jego położenia. Ułatwiło to uczniom przyswojenie pojęć związanych z ruchem drgającym.

SW5,A: Samodzielne wykonanie doświadczeń pomaga uczniom w zrozumieniu i przyswojeniu nowych pojęć. Odchylając obciążnik na nitce, a następnie na sprężynie mogli przeanalizować charakterystyczne wielkości dla ruchu drgającego.

3. Proszę ocenić, czy jednocześnie wykonanie doświadczenia przedstawiającego ruch wahadła oraz przedstawienie symulacji ruchu wahadła, pomogło uczniom we wskazaniu położenia równowagi, maksymalnego wychylenia?



SM1,A: Jednoczesne wykonanie doświadczenia w klasie oraz przedstawienie symulacji tego ruchu sprawiło, iż możliwe stało się dokładne wskazanie uczniom położenia równowagi, maksymalnego wychylenia, co przełożyło się na dokładne wskazanie tych miejsc podczas ruchu wahadła w rzeczywistym doświadczeniu. Niewątpliwą zaletą jest również możliwość dokładnego zobaczenia doświadczenia wśród uczniów z dalszych miejsc w klasie.

SM1,B: Zdecydowanie tak, gdyż analizując symulację można było zwrócić uwagę na cechy wektora siły oraz prędkości, a także połączyć tę wiedzę z wartościami siły, prędkości w położeniu równowagi, maksymalnych wychyleniach oraz dokładnie je wskazać.

SM1,C: Symulacja wraz z możliwością doboru parametrów umożliwiła uczniom zrozumieć i zastosować w zadaniach pojęcia położenia równowagi oraz maksymalnego wychylenia.

SM1,D: Zdecydowanie symulacja umożliwiła lepsze zrozumienie wybranych pojęć.

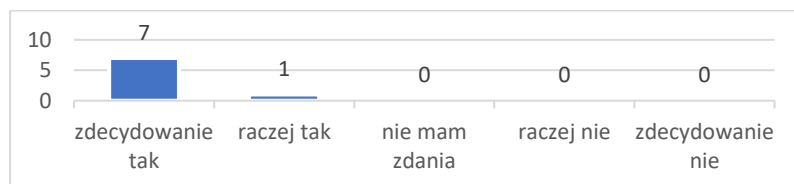
SM2,A: Przedstawienie symulacji ruchu wahadła pomogło uczniom we wskazaniu położenia równowagi i maksymalnego wychylenia. Szczególnie mogliśmy zwrócić uwagę na wartość i zwrot wektora siły lub prędkości w tych położeniach. Uczniowie ustalili, że w położeniu równowagi wartość siły wynosi zero, a prędkość ciała jest maksymalna, a w położeniach maksymalnego wychylenia prędkość spada do zera, a siła ma wartość maksymalną i zawsze w tym ruchu zwrócona jest do środka drgań.

SW3,B: Podczas wykonywania doświadczenia przedstawiającego ruch wahadła w pracowni fizycznej uczniowie obserwowali jego ruch. W trakcie doświadczenia nauczyciel wskazał położenie równowagi i maksymalne wychylenie. Przedstawienie symulacji i możliwość dobierania różnych wychyleń oraz innych parametrów pozwoliło uczniom lepiej zrozumieć pojęcia położenia równowagi czy maksymalnego wychylenia.

SW4,A: Dzięki tym doświadczeniom uczniowie mogli zauważyć, że ruch drgający występuje w różnych sytuacjach i w każdym przypadku można wyznaczyć jego amplitudę, okres czy częstotliwość.

SW5,A: Uczniowie mogli sprawdzić swoje wcześniejsze, teoretyczne wiadomości, a wyniki doświadczeń dokładnie przeanalizować. Symulacja wahadła przedstawiająca ruch wahadła ułatwiła im zrozumienie nowych pojęć.

4. Proszę ocenić, czy jednocześnie wykonanie doświadczenia przedstawiającego ruch wahadła oraz przedstawienie symulacji ruchu wahadła, pomogło uczniom w zrozumieniu i wyznaczeniu okresu drgań wahadła.



SM1,A: Symulacja ruchu wahadła pozwoliła na dokładne wskazanie uczniom sposobu, w jaki wyznacza się okres drgań wahadła – dzięki czemu podczas doświadczenia wykonanego na prawdziwym wahadle nie sprawiło uczniom najmniejszego problemu wyznaczenie okresu drgań.

SM1,B: Doświadczenie wykonane na żywo w klasie oraz symulacja w dokładny sposób odwzorowało sposób wyznaczenia okresu drgań wahadła. Symulacja umożliwia zmianę masy obciążnika, długości linki wahadła. Dzięki tej opcji możliwe było dokładne odwzorowanie doświadczenia i symulacji. Symulacja wyliczała okres drgań wahadła, zaś uczniowie wyznaczali go samodzielnie. W kolejnym etapie lekcji porównywali otrzymane wyniki, utrwalając sposób wyznaczania okresu drgań, a także rozważając, dlaczego wyniki nie są identyczne.

SM1,C: Uczniowie szczególnie na symulacji zrozumieli, jak wyznaczyć okres drgań.

SM1,D: Dzięki jednoczesnemu wykonaniu doświadczenia i prezentacji symulacji oddziaływano na wiele zmysłów, co miało znaczenie dla lepszego zrozumienia sposobu wyznaczenia okresu drgań wahadła.

SM2,A: Uczniowie wykonywali rzeczywiste doświadczenie oraz wykorzystując symulacje, z której korzystali na swoich telefonach. Jednocześnie nauczyciel wyświetlał symulacje doświadczenia na ekranie multimedialnym. Pomogło to uczniom w zrozumieniu i wyznaczeniu okresu drgań wahadła. Dzięki możliwości zmiany masy i długości wahadła w symulacji mogli dobrać takie same parametry jakie miało wahadło w rzeczywistym doświadczeniu i porównać otrzymane wyniki. Dodatkowo symulacja pokazywała okres danego wahadła i mogliśmy zestawiać otrzymane wyniki z tą wartością. Wywiązała się dyskusja na temat z czego biorą się otrzymane rozbieżności.

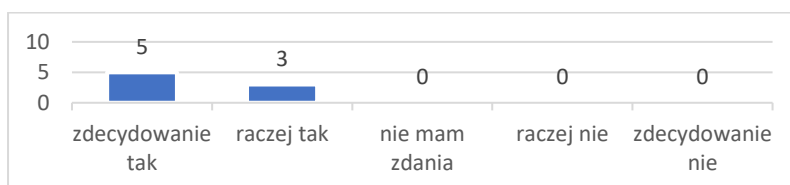
SW3,B: Na pewno wdrożone narzędzie TIK przyczyniło się do lepszego rozumienia tego zagadnienia.

SW4,A: Możliwość analizy okresu drgań w wolniejszym tempie, wskazanie położenia równowagi czy maksymalnych wychyleń pomogło uczniom zrozumieć nowe pojęcia, a następnie poprawnie wyznaczyć okres drgań wahadła.

SW5,A: Samodzielne wykonanie doświadczeń pomaga w zrozumieniu nowych wiadomości. Dodatkowo zaprezentowana symulacja przybliży pojęcia dotyczące ruchu drgającego.

Pytania dotyczące lekcji nr 3: Wykres ruchu drgającego.

5. Proszę ocenić, czy symulacja przedstawiająca wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła, pomogła uczniom w zrozumieniu sposobu wyznaczenia okresu drgań na wykresie opisanego ruchu?



SM1,A: Symulacja, w której tworzony jest wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła sprawiła, iż możliwe stało się dokładne wskazanie uczniom położenia na wykresie, służących wyznaczeniu okresu drgań wahadła. Niewątpliwą zaletą symulacji jest synchronizacja ruchu wahadła oraz tworzenie wykresu adekwatnie do ruchu wahadła, a także analiza powyższych w zwolnionym tempie.

SM1,B: Zaproponowana symulacja przedstawia wykres drgań wahadła sprężynowego, zaś opcja pomiaru okresu dokładnie prezentuje okres drgań jako odległość pomiędzy punktami, co pomogło uczniom w zrozumieniu metody wyznaczania okresu drgań na wykresie.

SM1,C: Symulacja pomogła uczniom zrozumieć metodę wyznaczania parametrów ruchu drgającego.

SM1,D: Główną zaletą i możliwością wykorzystania symulacji jest możliwość synchronizacji ruchu wahadła i tworzenie wykresu ruchu oraz opcja zwolnionego tempa. W sytuacji rzeczywistej nie ma takiej możliwości, dlatego symulacja jest bardzo pomocna podczas lekcji.

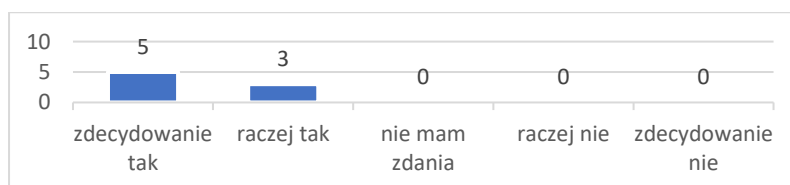
SM2,A: W symulacji https://javalab.org/en/spring_pendulum_en/ przedstawiono wykres drgań wahadła sprężynowego. Zaznaczono na nim za pomocą niebieskich linii wymiarowych (opcja pomiar okresu) okres drgań jako odległość pomiędzy odpowiednimi punktami. Pomogło to uczniom w zrozumieniu jak odczytać okres drgań z wykresu.

SW3,B: Symulacja przedstawiała ruch wahadła sprężynowego i stanowiła doskonałe uzupełnienie do wykonanego doświadczenia przez nauczyciela. Uczniowie sami zmieniając parametry tj. stałą sprężystości i masę mogli obserwować symulację oscylacji. Zauważyli podczas symulacji, że w wahadle sprężynowym amplituda nie ma wpływu na okres.

SW4,A: Uczniowie widzą, że ruch wahadła można też przedstawić na wykresie zależności położenia od czasu. Symulacja pomaga w zrozumieniu sposobu odczytu okresu drgań, amplitudy, położenia równowagi, czy maksymalnego wychylenia.

SW5,A: Użycie w symulacji zwolnionego tempa pozwala uczniom lepiej zrozumieć i powiązać kolejne etapy ruchu wahadła do odpowiedniego miejsca na wykresie.

6. Proszę ocenić, czy symulacja przedstawiająca wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła, pomogła uczniom w zrozumieniu sposobu wyznaczenia amplitudy drgań na wykresie opisanego ruchu?



SM1,A: Symulacja, w której tworzony jest wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła sprawiła, iż możliwe stało się dokładne wskazanie uczniom sposobu wyznaczenia amplitudy, dzięki synchronizacji ruchu wahadła oraz tworzenia wykresu adekwatnie do ruchu wahadła, a także analiza powyższych w zwolnionym tempie.

SM1,B: Wykorzystując zaproponowaną symulację przedstawiono uczniom wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła. Dużą zaletą symulacji była możliwość obserwacji zależności ruchu wahadła oraz odpowiadającym temu

ruchowi przemieszczającym się punktom na wykresie, których współrzędne odpowiadają amplitudzie, co ułatwiło uczniom zrozumienie tego pojęcia.

SM1,C: Symulacja pomogła uczniom zrozumieć metodę wyznaczania parametrów ruchu drgającego.

SM1,D: Główną zaletą i możliwością wykorzystania symulacji jest możliwość synchronizacji ruchu wahadła i tworzenie wykresu ruchu oraz opcja zwolnionego tempa. W sytuacji rzeczywistej nie ma takiej możliwości, dlatego symulacja jest bardzo pomocna podczas lekcji.

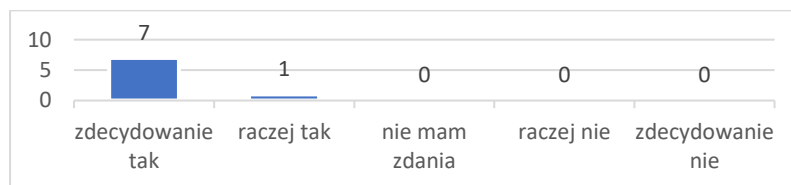
SM2,A: W symulacji widać, że danemu położeniu wahadła odpowiada dany punkt na wykresie. Dodatkowo możemy to obserwować w zwolnionym tempie. Dzięki temu łatwo zatrzymać symulację w momencie, gdy ciało jest maksymalnie wychylone, sprawdzić który punkt odpowiada tej sytuacji na wykresie i odczytać jego współrzędną położenia z wykresu. Jest to amplituda drgań. Myślę, że symulacja i niewielka ingerencja nauczyciela pomogła uczniom w zrozumieniu sposobu wyznaczania tej amplitudy na wykresie.

SW3,B: Przedstawiona symulacja demonstruje wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła. Można zmieniać parametry symulacji w pewnych granicach. Symulacja była bardzo przydatna i w dużym stopniu pomogła uczniom w zrozumieniu sposobu wyznaczania amplitudy.

SW4,A: Użyta symulacja pomogła uczniom w zrozumieniu sposobu wyznaczenia amplitudy drgań na wykresie opisanego ruchu, szczególnie możliwość użycia zwolnionego tempa.

SW5,A: Szczególnie ważne i pomocne było użycie w symulacji zwolnionego tempa i odniesienie ruchu wahadła do odpowiedniego miejsca na wykresie.

7. Proszę ocenić, czy symulacja przedstawiająca wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła, pomogła uczniom wskazać położenie równowagi oraz maksymalne wychylenie na wykresie opisanego ruchu?



SM1,A: Synchronizacja ruchu wahadła oraz tworzenie wykresu adekwatnie do ruchu wahadła jednoznacznie wskazało uczniom metodę analizy wykresu ruchu drgającego wraz ze wskazaniem charakterystycznych położzeń.

SM1,B: Wykorzystując zaproponowaną symulację przedstawiono uczniom wykres zależności położenia od czasu drgającego wahadła. Dużą zaletą symulacji była możliwość obserwacji zależności ruchu wahadła oraz odpowiadającym temu ruchowi przemieszczającym się punktom na wykresie. Istnieje możliwość zatrzymania symulacji w dowolnych miejscach, np. w maksymalnym wychyleniu i sprawdzeniu, gdzie umiejscowiony został punkt odpowiadający ruchowi na wykresie. Symulacja oraz naprowadzenie nauczyciela pomogła uczniom w zrozumieniu wyznaczenia podanych wielkości fizycznych.

SM1,C: Jak najbardziej, dzięki możliwości zatrzymania symulacji w wybranym miejscu uczniowie dokładnie mogli zaobserwować i zrozumieć te zależności.

SM1,D: Tak, zdecydowanie ułatwiła uczniom zrozumienie wyznaczania charakterystycznych położzeń wahadła.

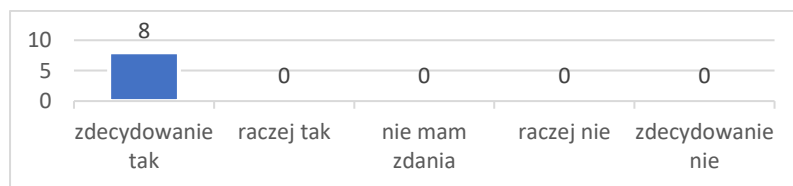
SM2,A: brak odpowiedzi

SW3,B: Na symulacji komputerowej w sposób bardzo zrozumiały dla ucznia przedstawiono zależność położenia od czasu drgającego wahadła. Na bieżąco uczniowie śledzili upływający czas oraz wychylenie. Symulacja bardzo pomocna okazała się dla uczniów w określeniu położenia równowagi oraz maksymalnego wychylenia.

SW4,A: Symulacja pomogła uczniom, gdyż przy zmianie różnych parametrów mogli zobaczyć co się dzieje z położeniem równowagi oraz maksymalnym wychyleniem na wykresie.

SW5,A: Zaproponowane symulacje umożliwiły dokładne wskazanie wybranych wielkości fizycznych, dzięki czemu uczniowie mogli skupić na dłużej uwagę na wybranych wielkościach, przeanalizować dokładnie metody ich wyznaczania.

8. W Pani / Pana opinii, czy podsumowanie wiadomości zdobytych podczas lekcji, z użyciem interaktywnych gier typu *Kahoot!* wzbudziło wśród uczniów motywację i chęć rozwiązywania zadań?



SM1,A: Ciekawość stosowania testu kahoot spowodowała, że wszyscy obecni uczniowie chętnie rozwiązywali kolejne zadania.

SM1,B: Interaktywne gry wzbudzają wśród uczniów motywację, chęć rozwiązywania zadań, dzięki czemu utrwalenie wiadomości z lekcji przebiegło w radosnej atmosferze.

SM1,C: Kahoot bardzo spodobał się uczniom, rywalizacja przebiegła w emocjonującej atmosferze i doskonale zachęciła uczniów do pracy.

SM1,D: Uczniowie z dużą motywacją i zaciekawieniem rozwiązywali zadania.

SM2,A: Kahoot bardzo spodobał się uczniom i ich zmotywował do pracy.

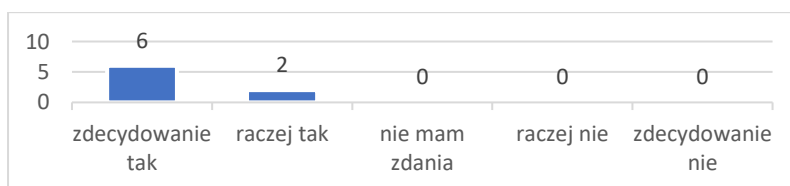
SW3,B: Testy z Kahoot są dla uczniów bardziej atrakcyjne od zazwyczaj stosowanych testów pisemnych. Uczniowie mieli możliwość podsumowania wiadomości za pomocą quizu oraz testów. Zadania z Kahoot uczniowie wykonywali z większym zainteresowaniem, mogli w czasie rzeczywistym zobaczyć odpowiedzi i natychmiast otrzymać informację o jej poprawności. Te metody stosowano jako zadania domowe, zadania do uzupełnienia treści programowych jak również wykorzystywano do wyjaśniania nowych pojęć. Urozmaicały lekcje oraz przyciągały uwagę uczniów.

SW4,A: Uczniowie spotkali się po raz pierwszy na lekcji fizyki z tego typu testem, zatem ich ciekawość wzrosła i aktywność podczas rozwiązywania kolejnych zadań.

SW5,A: Uczniowie chętnie rozwiązują zadania interaktywne, otrzymują na bieżąco wyniki, co dodatkowo wzbudza chęć rywalizacji oraz motywuje do pracy.

Pytania dotyczące lekcji nr 4, 5: Przemiany energii w ruchu drgającym.

9. Proszę ocenić, czy przedstawienie uczniom symulacji drgań ciała zawieszonego na sprężynie lub drgającego wahadła z zaznaczoną opcją „energia”, pomogło uczniom w zrozumieniu, iż w ruchu drgającym dochodzi do przemian energii mechanicznej.



SM1,A: Wskazana symulacja jednoznacznie wskazała uczniom, iż podczas ruchu drgającego dochodzi do przemian energii mechanicznej. Wzbudziła także chęć pytań dotyczących rodzaju energii.

SM1,B: Symulacja drgań ciała zawieszonego na sprężynie oraz drgającego wahadła z opcją energia dokładnie prezentują zależności energii od położenia wahadła. Uczniowie omówili wspólnie poczynione obserwacje oraz znaleźli samodzielnie zależności energii od wybranego położenia, co miało wpływ na zrozumienie, że w ruchu drgającym dochodzi do przemian energii.

SM1,C: Symulacja drgań pozwala uczniom lepiej zrozumieć oraz zastosować w zadaniach zagadnienia dotyczące przemian energii mechanicznej w ruchu drgającym.

SM1,D: Symulacja dobrze obrazuje przemiany energii w ruchu drgającym, co przekłada się na zrozumienie przez uczniów tego tematu.

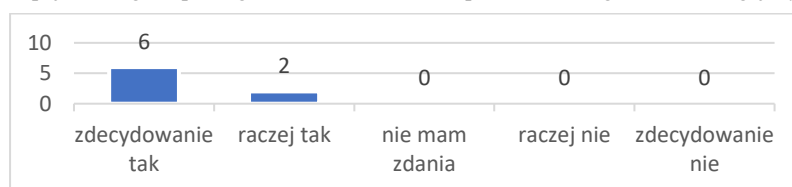
SM2,A: Symulacja drgań ciała zawieszonego na sprężynie pomogła uczniom w zrozumieniu, iż w ruchu drgającym dochodzi do przemian energii mechanicznej. W obserwacji przydaje się możliwość zwolnienia i zatrzymania w danym momencie symulacji oraz możliwość zaobserwowania w danej chwili wartości prędkości i położenia, które mają wpływ na wartość odpowiednio energii kinetycznej i potencjalnej oraz przedstawienie zależności tych energii od czasu na jednym wykresie. Uczniowie omówili położenia ciała dla których wartość energii kinetycznej jest maksymalna a potencjalna maleje do zera i na odwrót.

SW3,B: Symulacja drgań ciała zawieszonego na sprężynie demonstruje zmiany wychylenia, prędkości, przyspieszenia, siły oraz energii podczas drgań wahadła sprężynowego. Uczeń może prowadzić symulację wybierając odpowiednie przyciski. Symulacja bardzo ułatwiła uczniom zrozumienie przemian energii mechanicznej w ruchu drgającym. Wielokrotne powtarzanie fragmentów symulacji stwarza możliwość nauczycielowi do bardzo efektywnej pracy z uczniem, któremu opanowanie wiedzy z fizyki i pojęć fizycznych sprawia kłopoty. Jest to szczególnie przydatne podczas pracy z uczniem o szczególnych potrzebach edukacyjnych.

SW4,A: Dzięki symulacji uczniowie zauważyli, że podczas drgań ciała zawieszonego na sprężynie lub drgającego wahadła dochodzi do przemian energii potencjalnej i kinetycznej.

SW5,A: Każde doświadczenie, pokaz pozwala uczniom lepiej zrozumieć omawiane zagadnienie. Przedstawiona symulacja pokazała, że podczas ruchu drgającego dochodzi do przemian energii potencjalnej i kinetycznej.

10. Proszę ocenić, czy przedstawienie uczniom symulacji drgań ciała zawieszonego na sprężynie lub drgającego wahadła z zaznaczoną opcją „energia”, pomogło uczniom w analizie przemian energii w ruchu drgającym?



SM1,A: Wskazana symulacja jednoznacznie wskazała uczniom, iż podczas ruchu drgającego dochodzi do przemian energii mechanicznej, a także analizy energii ulegających przemianom, co szczególnie dobrze zostało dostrzeżone dzięki możliwości zatrzymania symulacji w wybranym położeniu wraz z analizą przemiany energii.

SM1,B: Symulacja drgań ciała zawieszonego na sprężynie oraz drgającego wahadła z opcją energia dokładnie prezentuje zależności energii od położenia wahadła. Uczniowie omówili wspólnie poczynione obserwacje oraz znaleźli samodzielnie zależności energii od wybranego położenia, co miało wpływ na zrozumienie, że w ruchu drgającym dochodzi do przemian energii.

SM1,C: Symulacja drgań pozwala uczniom lepiej zrozumieć oraz zastosować w zadaniach zagadnienia dotyczące przemian energii mechanicznej w ruchu drgającym.

SM1,D: Symulacja dobrze obrazuje przemiany energii w ruchu drgającym, co przekłada się na zrozumienie przez uczniów tego zagadnienia.

SM2,A: Obie symulacje pomogły uczniom w analizie przemian energii, ponieważ dodatkowo w obu przemiany energii przedstawiono na diagramie. Energie oznaczono różnymi kolorami. Prostokąt raz jest cały w jednym kolorze raz w drugim lub oba kolory występują na nim w różnym stopniu. Widać, że jak jeden kolor zmniejsza się to drugi rośnie, czyli mamy do czynienia z nieustannymi zmianami energii. Zmiany energii możemy powiązać z odpowiednim zachowaniem się ciała. Przykładowo, gdy wahadło porusza się w górę, jego energia kinetyczna zmienia się w energię potencjalną i na odwrót. Widać też, że suma tych energii ma wartość stałą. Przydaje się znowu możliwość zwolnienia i zatrzymania w danym momencie symulacji.

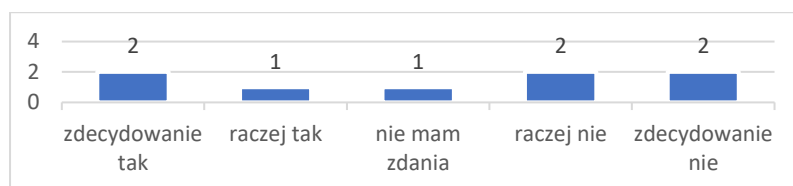
SW3,B: Symulacja w dużym stopniu pomogła uczniom w dokonaniu analizy przemian energii w ruchu drgającym. Uczniowie mają możliwość obserwacji tych przemian na kolorowym diagramie oraz odczytywać konkretne wartości E- potencjalnej i E- kinetycznej. W celu dokładnej analizy i lepszego zrozumienia uczniowie mogli spowalniać ruch sprężyny.

Okazało się to przydatne w przypadku uczniów, którzy mają problemy z opanowaniem i zrozumieniem pojęć fizycznych oraz w przypadku uczniów ze szczególnymi potrzebami edukacyjnymi.

SW4,A: Uważam, że w symulacji ważne jest to, że można ją zatrzymać w różnych położeniach i wtedy z uczniami analizować zmiany energii.

SW5,A: Bardzo istotne jest, że w proponowanej symulacji uczniowie mogą zatrzymać w danych położeniach i wtedy przeanalizować, co się dzieje z energiami.

11. Proszę ocenić, czy przedstawienie uczniom symulacji drgań ciała zawieszonego na sprężynie lub drgającego wahadła z zaznaczoną opcją „energia”, pomogło uczniom w rozwiązywaniu zadań, polegających na wskazaniu na wykresie zależności położenia od czasu drgającego wahadła (ciężarka na sprężynie) położenia, gdzie energia potencjalna ciężkości / sprężystości jest maksymalna / minimalna oraz energia kinetyczna jest maksymalna / minimalna.



SM1,A: Symulacja wymagała kilkukrotnego powtórnego, dokładnego wytłumaczenia zagadnienia z użyciem tradycyjnych metod.

SM1,B: Symulacja nie okazała się pomocna dla moich uczniów.

SM1,C: Omawiane zagadnienia sprawiały trudność moim uczniom, niestety symulacja nie pomogła w lepszym zrozumieniu tego zagadnienia w związku z brakiem rozumienia wcześniejszych tematów.

SM1,D: Uczniowie nie wykazali się chęcią współpracy z symulacją w ramach omawianego tematu.

SM2,A: W symulacji drgań ciała na sprężynie mogliśmy wykorzystując opcje energia oraz spowalnianie i zatrzymywanie symulacji, przerwać symulacje w momencie, gdy np. energia kinetyczna jest maksymalna. Następnie włączyć opcję współrzędna położenia i sprawdzić jaki punkt na wykresie odpowiada tej sytuacji a potem odczytać współrzędną położenia. Podobnie można postąpić z energią potencjalną ciężkości. Myślę, że pomogło to uczniom w rozwiązywaniu zadań, polegających na wskazaniu na wykresie zależności położenia od czasu drgającego wahadła (ciężarka na sprężynie) położenia, gdzie energia potencjalna ciężkości / sprężystości jest maksymalna / minimalna oraz energia kinetyczna jest maksymalna / minimalna.

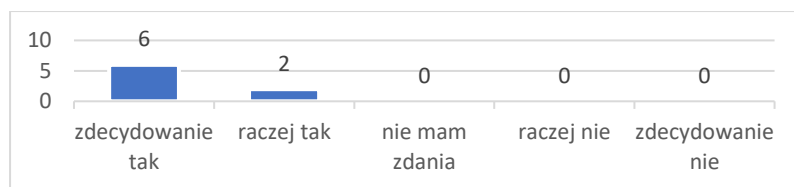
SW3,B: Symulacja ułatwiła uczniom zrozumienie pojęć fizycznych dotyczących ruchu drgającego. Okazało się to bardzo przydatne przy rozwiązywaniu zadań przygotowanych przez nauczyciela. Wielokrotnie podczas rozwiązywania zadań, celem dokładnego wyjaśnienia problemu powracano do prezentacji tej symulacji.

SW4,A: Uczeń, który zrozumiał dzięki symulacji zmiany energii podczas ruchu drgającego, nie miał problemów z rozwiązywaniem zadań.

SW5,A: W rozwiązywaniu zadań uczeń musi wykazać się nie tylko wiedzą teoretyczną, ale przede wszystkim zrozumieniem omawianego zagadnienia. Użyta podczas lekcji symulacja w niewielkim stopniu pomogła w rozwiązywaniu zadań. Nauczyciel musiał kilkakrotnie wracać do symulacji w celu wytłumaczenia zagadnienia.

Pytania dotyczące lekcji nr 6: Od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego?

12. W Pani / Pana opinii, czy symulacja umożliwiająca zbadanie wpływu długości linki, kąta wychylenia oraz masy obciążnika na okres drgań wahadła matematycznego pomogła uczniom w wyciągnięciu odpowiednich wniosków, dotyczących wpływu badanych parametrów na okres drgań wahadła matematycznego?



SM1,A: Użyta symulacja miała możliwość zmiany długości linki, kąta wychylenia obciążnika oraz masy obciążnika. Niemal idealnie odzwierciedlała realne doświadczenie, które można wykonać w klasie, jednak pozwoliła zaoszczędzić czas a uczniowie mogli wyciągnąć odpowiednie wnioski dotyczące wpływu powyższych zależności na okres drgań wahadła matematycznego.

SM1,B: W intuicyjny sposób istnieje możliwość zbadania wpływu wybranych parametrów na okres drgań wahadła, a także wyciągnięcia odpowiednich wniosków przez uczniów, co wpłynęło na zrozumienie przez uczniów wybranych zależności.

SM1,C: Symulacja idealnie odzwierciedlała wszystkie etapy pracy badawczej uczniów. Pozwoliła również na wyciągnięcie odpowiednich wniosków.

SM1,D: Symulacja bardzo dokładnie odwzorowuje rzeczywistość. Uczniowie bez problemu wyciągnęli właściwe wnioski z doświadczenia.

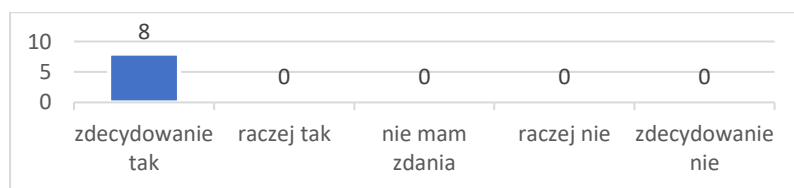
SM2,A: Doświadczenie interaktywne rewelacyjnie sprawdziło się na lekcji a uczniowie nie mieli najmniejszych problemów z opracowaniem właściwych wniosków.

SW3,B: Wykorzystanie symulacji komputerowej w przypadku badania wpływu różnych, zmieniających się parametrów wpływających na okres drgań wahadła matematycznego okazało się bardzo trafne. Uczniowie sami ustalali parametry /długość linki, kąt wychylenia oraz masę obciążników/. Na podstawie ukazujących się wyników interpretowali wpływ długości, kąta i masy na okres drgań. Dodatkowo nauczyciel zaprezentował badanie ruchu wahadła i pomiary na pomocą aplikacji phyphox zainstalowanej na smartfonie.

SW4,A: Ważne jest, jeśli uczniowie sami mogą coś zmienić, by wyciągnąć odpowiednie wnioski. Stosowane symulacje pozwalają na sprawdzenie wpływu długości linki, kąta wychylenia oraz masy obciążnika na okres drgań wahadła matematycznego.

SW5,A: Zmieniając długość linki, kąt wychylenia oraz masę obciążnika uczniowie mogli sprawdzić, jak te wielkości wpływają na okres drgań wahadła matematycznego. Dzięki temu dochodzili do odpowiednich wniosków.

13. Czy e-doświadczenie „wahadło matematyczne” wzbudziło wśród uczniów ciekawość i chęć eksperymentowania?



SM1,A: E-doświadczenie wzbudziło wśród uczniów duży entuzjazm oraz chęć poznania możliwości doświadczeń ze wspomnianej platformy, tym samym wzbudzając chęć eksperymentowania.

SM1,B: Symulacja doświadczenia ma bardzo ciekawą szatę graficzną, co dodatkowo zachęciło uczniów od pracy. Ponadto wzbudziła zainteresowanie i ciekawość. Uczniowie dopytywali czy współczesna praca w laboratorium może również odbywać się na zasadzie symulacji oraz w jakich sytuacjach badacze częściej korzystają z symulacji.

SM1,C: Zaproponowane e-doświadczenie ogromnie spodobało się uczniom, którzy samodzielnie projektowali własne e-doświadczenia.

SM1,D: Tak, e-doświadczenie bardzo zaintrygowało uczniów i wzbudziło chęć eksperymentowania.

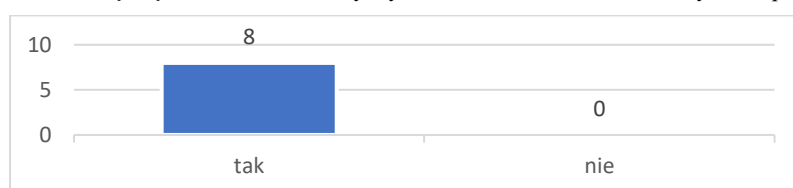
SM2,A: Uczniowie z bardzo dużym zainteresowaniem projektowali własne e-doświadczenia i wykazywali chęć porównania e-doświadczenia to doświadczenia realnego, co tym samym wzbudziło w nich zainteresowanie i chęć eksperymentowania.

SW3,B: Doświadczenie pokazane uczniom za pomocą TIK zaciekało uczniów i ułatwiło zrozumienie omawianych zagadnień. Omawiane tematy przeważnie sprawiały trudności w zrozumieniu i dokonywaniu stosownych obliczeń. Wizualizacja i pokazywanie na bieżąco zmieniających się wyników związanych ze zmianami parametrów zaciekały uczniów i część z nich wykonało z powodzeniem zadanie domowe z tym związane.

SW4,A: E-doświadczenie wzbudziło wśród uczniów ciekawość, chętnie budowali zestawy do doświadczenia dotyczącego wielkości fizycznych wpływających na okres drgań wahadła matematycznego.

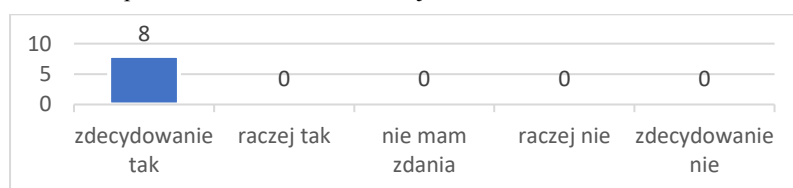
SW5,A: Uczniowie z dużym zainteresowaniem najpierw słuchali a następnie budowali zestaw do doświadczenia, dzięki któremu mogli sprawdzić, jaki wpływ na okres drgań wahadła matematycznego ma masa obciążnika, długość linki i kąt wychylenia.

14. Czy w klasie znaleźli się chętni uczniowie, którzy wykonali dodatkowe zadanie z użyciem aplikacji *Phyphox*?



Pytania dotyczące lekcji nr 7: Fale mechaniczne.

15. W Pani / Pana opinii, czy symulacja przedstawiająca powstawanie impulsu falowego oraz ciągu impulsów falowych pozwoliła uczniom zrozumieć powstawanie fali mechanicznej?



SM1,A: Użyta symulacja dokładnie zaprezentowała uczniom, w jaki sposób powstaje fala mechaniczna, co wpłynęło na zrozumienie tego zagadnienia.

SM1,B: Trudność wytłumaczenia uczniom pojęcia fali mechanicznej związana jest z koniecznością wyobrażenia sobie ruchu cząsteczek. Symulacja jest bardzo pomocna, gdyż odwzorowuje ruch cząsteczek, a tym samym przemieszczanie fali. Dzięki opcji zwolnionego tempa uczniowie poprawnie zauważyli, iż cząsteczki poruszają się w górę i w dół.

SM1,C: Jak najbardziej tak, szczególnie na zobrazowanie powstawania fali.

SM1,D: Dzięki zilustrowaniu ruchu cząsteczek, co uczniowie już dawno zapomnieli, symulacja pomogła im zrozumieć powstawanie fali mechanicznej.

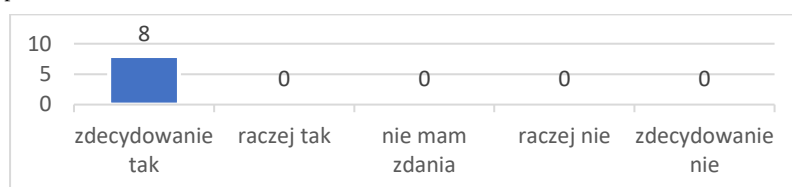
SM2,A: Pojęcie fali mechanicznej jest trudne dla uczniów. Symulacja ruchu cząsteczek bardzo pomaga uczniom zrozumieć, jak powstaje fala mechaniczna a w szczególności zaobserwować jaki ruch wykonują poszczególne cząsteczki, a jak porusza się sama fala. Uczniowie stwierdzili, że poszczególne cząsteczki poruszają się tylko w górę i w dół, a sama fala porusza się od lewej do prawej. Pomaga opcja zwolnione tempo.

SW3,B: Po wykonaniu doświadczenia ilustrującego wytworzenie fali mechanicznej (o dużej i małej częstotliwości) używając sznura i fali podłużnej za pomocą sprężyny, część uczniów miała trudności ze zrozumieniem mechanizmu wytworzenia fal oraz trudności ze zrozumieniem pojęcia fala podłużna i fala poprzeczna. Symulacja przedstawiona za pomocą TIK / ruchy grupy ludzików/ ułatwiły i w obrazowy sposób przedstawiły powstanie impulsu falowego oraz ciągów impulsów falowych.

SW4,A: W prezentowanych symulacjach duże znaczenie ma możliwość zaznaczenia opcji zwolnionego tempa, gdyż pozwala to na dokładną analizę omawianego zagadnienia. Powstawanie impulsu falowego oraz ciągu impulsów falowych pozwoliło uczniom zrozumieć powstawanie fali mechanicznej.

SW5,A: Zwolniona symulacja pozwala na dokładną analizę powstawania impulsu falowego, a tym samym na zrozumienie powstawania fali mechanicznej.

16. Czy jednocześnie wykonanie doświadczenia w klasie oraz symulacja przedstawiająca powstawanie impulsu falowego oraz ciągu impulsów falowych pomogła uczniom opisać rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii?



SM1,A: Symulacja ułatwiła dostrzeżenie oraz potwierdzenie obserwacji z doświadczenia wykonanego z użyciem prawdziwej liny, z których wynikają wnioski dotyczące rozchodzenia się fali mechanicznej.

SM1,B: Najpotrzebniejsza jest symulacja, gdyż wytłumaczenie tego zjawiska bez symulacji jest mocno ograniczone. Uczniowie zaobserwowali, iż cząsteczki drgają, lecz się nie przemieszczają, a każdy ruch cząsteczki wymusza ruch sąsiedniej cząsteczki, co doskonale obrazuje, iż rozchodzenie się fali to proces przekazywania energii bez przenoszenia materii.

SM1,C: Symulacja doskonale zobrazowała proces.

SM1,D: Dzięki symulacji uczniowie zrozumieli na czym polega proces rozchodzenia się fali mechanicznej i bez problemu wyjaśnili go w oparciu o wcześniejsze wiadomości.

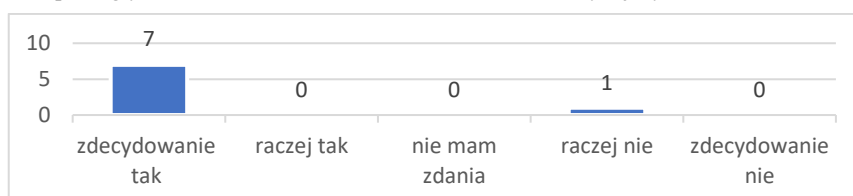
SM2,A: Tutaj pomogła przede wszystkim symulacja. Uczniowie zauważyli, że cząsteczki wykonują tylko ruch drgający, ale same się nie przemieszczają w kierunku lewo – prawo. Dodatkowo każda cząsteczka pociąga za sobą do takiego ruchu cząsteczkę sąsiednią. Oznacza to, że rozchodzenie się fali mechanicznej to proces przekazywania energii bez przenoszenia materii.

SW3,B: Doświadczenie wykonane w klasie oraz symulacja przedstawiająca powstanie impulsu falowego oraz ciągu impulsów falowych wzajemnie się uzupełniły. Symulacja pokazała i uświadomiła uczniom, że przekazywanie energii może odbywać się bez przenoszenia materii. Te zagadnienia, związane z ruchem falowym często sprawiały uczniom trudności w zrozumieniu istoty powstania fali jako zaburzenia ośrodka. Symulacja komputerowa w sposób zrozumiały dla większości uczniów ten problem wyjaśnia.

SW4,A: Właśnie wykonanie doświadczeń oraz symulacja pozwalają uczniom zrozumieć i opisać na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej, gdzie jest przekazywana energia bez przenoszenia materii.

SW5,A: Uczniowie mogli samodzielnie wytworzyć falę mechaniczną i zobaczyć, że wstążka nie przesuwa się tylko porusza rytmicznie. Na tej podstawie wyciągnęli odpowiednie wnioski. Symulacja pozwalała potwierdzić wynik doświadczenia.

17. Czy symulacja przedstawiająca impuls falowy, grzbiet fali, dolinę fali oraz film prezentujący amplitudę, długość fali oraz częstotliwość pomogły uczniom w zdefiniowaniu wielkości charakteryzujących fale?



SM1,A: Symulacja ułatwiła zdefiniowanie wspomnianych wielkości fizycznych charakteryzujących fale mechaniczne.

SM1,B: Tak, wielkości były dobrze zaakcentowane w symulacji.

SM1,C: Symulacja jest dobrym rozwiązaniem, mającym na celu wskazanie uczniom wybranych wielkości fizycznych.

SM1,D: Symulacja pozwala na zobrazowanie wybranych wielkości fizycznych, co w przypadku zwykłego doświadczenia jest niemożliwe. Dlatego jest przydatna i pomocna w zdefiniowaniu wybranych wielkości fizycznych z zakresu fal.

SM2,A: Uczniowie obserwując symulację domyślili się co to jest grzbiet fali i dolina oraz amplituda fali. Długość, okres i częstotliwość fali musiał zdefiniować nauczyciel.

SW3,B: Symulacja przedstawiająca impuls falowy, grzbiet fali, dolinę fali oraz symulacja prezentująca amplitudę, długość fali oraz częstotliwość pomogła uczniom w zdefiniowaniu wielkości charakteryzujących fale. Uczniowie mogą w dowolny sposób zmieniać parametry co wyzwała w nich aktywność oraz ciekawość. Zapamiętanie i sprawne posługiwanie się wielkościami charakteryzującymi fale sprawia trudność uczniom. Symulacja obrazująca te wielkości ułatwi ich zapamiętywanie i poprawne zdefiniowanie.

SW4,A: Wspomniane symulacje pozwoliły uczniom na dokładną analizę oraz zapamiętanie definicji wybranych wielkości fizycznych oraz sposobów ich wyznaczania.

SW5,A: Zaproponowane symulacje umożliwiły dokładne wskazanie wybranych wielkości fizycznych, dzięki czemu uczniowie mogli skupić na dłużej uwagę na wybranych wielkościach, przeanalizować dokładnie metody ich wyznaczania.

18. Czy symulacja umożliwiająca wyznaczenie amplitudy oraz długości fali (z włączoną opcją ruler) pomogła uczniom w wyznaczaniu wymienionych parametrów?



SM1,A: Symulacja pozwoliła na dokładne wskazanie sposobu wyznaczania wybranych wielkości fizycznych, a tym samym wpłynęła do zrozumienia danego zagadnienia.

SM1,B: Opcja ruler (linijka) pozwoliła uczniom zmierzyć samodzielnie amplitudę oraz długość fali. Uczniowie kilkakrotnie przećwiczyli wyznaczanie tych parametrów, dzięki czemu zrozumieli i zapamiętali sposób ich wyznaczania. Uczniowie wykorzystując linijkę mogli zmierzyć amplitudę i długość fali.

SM1,C: Nie wykorzystałam symulacji.

SM1,D: Symulacja jest pomocna w wyznaczeniu amplitudy, długości fali. Uczniowie byli zachęcani do dodatkowej pracy, dzięki wykorzystanej symulacji.

SM2,A: Nie korzystano z tej symulacji.

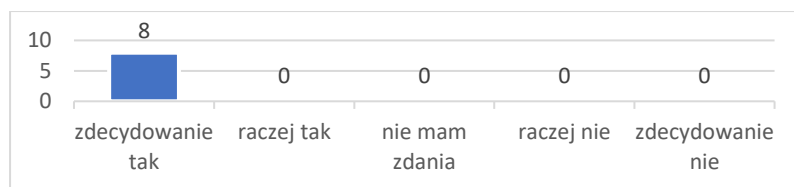
SW3,B: Uczniowie wykorzystując linijkę mogli zmierzyć amplitudę i długość fali. Pomocne było to, że linijką mogliśmy manewrować w kierunkach góra-dół, lewo-prawo oraz możliwość zatrzymania symulacji.

SW4,A: Wyznaczenie amplitudy oraz długości fal z użyciem interaktywnej symulacji umożliwiła uczniom sprawniejsze wyznaczenie podanych wielkości fizycznych.

SW5,A: Tak, wspomniana symulacja pomogła uczniom w zrozumieniu pojęcia amplitudy oraz wskazania długości fali.

Pytania dotyczące lekcji nr 8, 9: Fale dźwiękowe. Wysokość i głośność dźwięku.

19. W Pani / Pana opinii, czy aplikacja *Sound Meter*, służąca do zbadania poziomu głośności dźwięku wzbudziła wśród uczniów zainteresowanie oraz chęć do zbadania poziomu głośności dźwięku w różnych sytuacjach (np. podczas przerwy szkolnej) oraz porównanie uzyskanych wyników z zakresami poziomu intensywności hałasu dostępnymi np. w internecie?



SM1,A: Aplikacja wzbudziła wśród uczniów duży entuzjazm. Kolejny raz uczniowie przekonali się o innych możliwościach zastosowania smartfona, poza tradycyjnymi. Z ekscytacją podeszli do powierzonego im zadania dotyczącego zbadania poziomu głośności dźwięku, porównywali własne wyniki oraz poziomy intensywności hałasu dostępne w sieci.

SM1,B: Aplikacja ta wzbudziła największe zainteresowanie wśród uczniów z dotychczasowych zaproponowanych narzędzi. Większość uczniów z dużym zainteresowaniem pobrało ją na własny smartfon. Uczniowie porównywali otrzymane wyniki między sobą, sprawdzali wybrane parametry podczas przerwy, a także podczas lekcji. Uczniowie zaciekali się również zakresami poziomu intensywności hałasu, a tym samym wzajemnie zadbali o ciszę podczas lekcji.

SM1,C: Aplikacja wzbudziła ogromne emocje wśród uczniów.

SM1,D: Uczniowie wykazali się ogromnym zainteresowaniem zaproponowaną aplikacją. Chętnie eksperymentowali, porównywali i wyciągali wnioski z pomiarów.

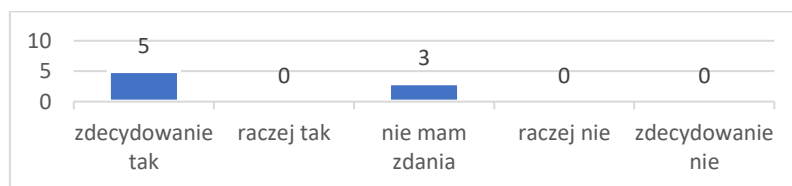
SM2,A: Uczniowie bardzo się zainteresowali aplikacją na smartfona. Pobrali ją na swoje telefony. Sprawdzali, jak zmienia się poziom głośności dźwięku w różnych sytuacjach w klasie. Tak ich to wciągnęło, że dokonywali pomiarów również na przerwie po zakończonej lekcji. Informacja o tym, że hałas jest szkodliwy dla zdrowia sprawiła, że szukali w Internecie, czy w czasie lekcji lub przerwy zachowują się za głośno. Stwierdzili, że na naszym korytarzu szkolnym panuje za duży hałas.

SW3,B: Część uczniów zainstalowała na swoich smartfonach aplikację Sound Meter, służącą do zbadania poziomu głośności dźwięku. Z zainteresowaniem dokonywali pomiarów w różnych miejscach w szkole oraz w różnych sytuacjach/przerwy lekcyjne, zawody sportowe, ruch uliczny przy szkole/. Analizowali te wyniki z danymi wyszukanyymi w internecie określającymi poziom hałasu dopuszczalny w określonych miejscach.

SW4,A: Uczniowie nie mieli problemów z zainstalowaniem na smartfonie aplikacji Sound Meter. Uczniowie wykazali się dużą ciekawością poznając aplikację. Poziom głośności dźwięku badali w różnych sytuacjach a następnie porównywali otrzymane wyniki z zakresami intensywności hałasu w internecie.

SW5,A: Uczniowie zainstalowali na swoich smartfonach aplikację Sound Meter, która cieszyła się dużym zainteresowaniem. Badali na lekcji oraz podczas przerwy poziom głośności dźwięku w różnych sytuacjach. W domu porównywali otrzymane wyniki z zakresem intensywności hałasu.

20. W Pani/Pana opinii, czy film przedstawiający zależność prędkości fali od ośrodka w jakim rozchodzi się fala wpłynęła na lepsze zrozumienie przez uczniów omawianej zależności?



SM1,A: Symulacja dokładnie identyfikuje zależność prędkości dźwięku od stanu skupienia, co przekłada się na lepsze zobrazowanie a następnie zrozumienie tej zależności przez uczniów.

SM1,B: Film pozwolił uczniom zobrazować, iż zależność prędkości dźwięku od ośrodka, w którym dźwięk się rozchodzi zależna jest od budowy ośrodka. Zależność ta jest niemożliwa do zaobserwowania bez symulacji, a tym samym do zrozumienia przez uczniów. Film pozwala na lepsze zrozumienie tego zagadnienia.

SM1,C: Film jest krótkim, lecz bardzo interesującym materiałem, który pomaga uczniom przede wszystkim zobrazować właściwości trzech stanów skupienia, co przekłada się na zrozumienie rozchodzenia się fali.

SM1,D: Nie skorzystaliśmy z symulacji ze względu na brak czasu.

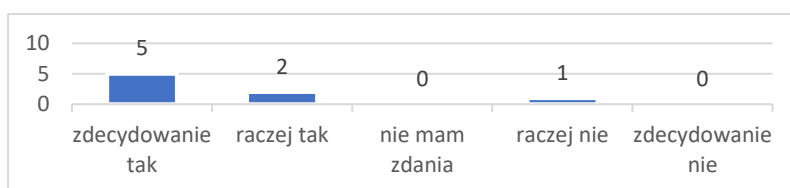
SM2,A: Niestety nie udało się nam skorzystać z tego zasobu.

SW3,B: Nie wykorzystano symulacji.

SW4,A: Dzięki symulacji uczniowie mogli w poprawny sposób zidentyfikować zależność prędkości dźwięku od ośrodka rozchodzenia się fali, dzięki zobrazowaniu tej zależności.

SW5,A: Budowa ciał stałych, cieczy i gazów realizowana jest na początku klasy 7 więc przypomnienie uczniom tego zagadnienia w postaci filmu, jest doskonałym rozwiązaniem problemu. Jeden z moich uczniów stwierdził, iż dzięki obejrzanemu filmowi mógł w pełni zrozumieć omawianą zależność, gdyż w dokładny sposób prezentowała ona ruchy cząsteczek w zależności od budowy ciała, co nie jest możliwe do zaobserwowania w warunkach rzeczywistych.

21. Proszę ocenić, czy symulacja umożliwiająca zaprezentowanie uczniom dźwięków o różnej częstotliwości wraz z ich wykresami, pomogła uczniom w zdefiniowaniu zakresów częstotliwości dla infradźwięków, dźwięków słyszalnych i ultradźwięków?



SM1,A: Dzięki użytej symulacji uczniowie doskonale utrwaliли sobie zakresy wybranych dźwięków.

SM1,B: Tak, wybrana symulacja pozwoliła uczniom ustalić zakresy częstotliwości wybranych dźwięków, jednak z małą dokładnością. Dokładne zakresy zostały podane uczniom przez nauczyciela.

SM1,C: Symulacja zaciekała uczniów i pozwoliła w intuicyjny sposób zapamiętać zakresy wybranych dźwięków.

SM1,D: Symulacja bardzo intuicyjnie spowodowała zapamiętanie przez uczniów wybranych zakresów.

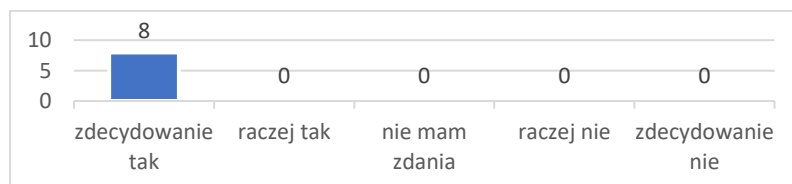
SM2,A: Zakresy częstotliwości infradźwięków i ultradźwięków podał uczniom nauczyciel. Zakres dźwięków słyszalnych uczniowie znali z lekcji teorii gry na instrumentach.

SW3,B: Symulacja w sposób bardzo zrozumiały dla uczniów prezentowała dźwięki o różnej częstotliwości oraz ich wykresy. Na tej podstawie uczniowie już bez problemów definiowali zakresy częstotliwości dla dźwięków słyszalnych i ultradźwięków.

SW4,A: Symulacja wzbudziła duże zainteresowanie wśród uczniów. Pozwoliła na sprawniejsze zapamiętanie zakresów wybranych dźwięków, dzięki możliwości samodzielnego sprawdzenia wybranych dźwięków.

SW5,A: Symulacja bardzo zaciekała uczniów, uczniowie rywalizowali między sobą w zakresie dźwięków, które słyszą. Utrwalili zakresy częstotliwości wybranych dźwięków.

22. W Pani / Pana opinii, czy aplikacja *Sound Wave* umożliwiła uczniom poprawną identyfikację zależności wysokości i głośności dźwięków od częstotliwości i amplitudy.



SM1,A: Wspominana aplikacja doskonale przedstawia zależności wysokości i głośności dźwięków od częstotliwości i amplitudy, dzięki czemu identyfikacja tych zależności oraz ich zapamiętanie stało się dla uczniów łatwe i przyjemne.

SM1,B: Aplikacja ta w dokładny sposób umożliwiła uczniom poprawną identyfikację zależności wysokości i głośności od częstotliwości i amplitudy. Uczniowie samodzielnie zaobserwowali wybrane zależności, sprawdzając je także w różnych konfiguracjach.

SM1,C: Aplikacja bardzo wyraziście prezentuje omawiane zależności, wpływa na szybsze i sprawniejsze zrozumienie tego tematu.

SM1,D: Aplikacja to doskonały pomysł na lekcję, pokazuje zależność tego co słyszymy od tego co widzimy.

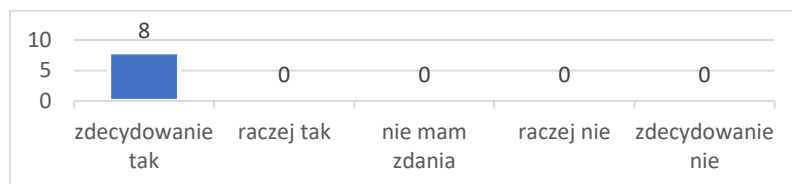
SM2,A: Uczniowie łatwo odkryli, że częstotliwość dźwięku odpowiada za wysokość dźwięku a amplituda decyduje o głośności dźwięku.

SW3,B: Nauczyciel wytłumaczył uczniom, że aplikacja pokazuje falę dźwiękową tego co słyszą. Można zobaczyć, jak „wygląda” dźwięk z tego co odbiera mikrofon. Po wygenerowaniu dźwięków z gitary/ cichych, głośnych, wysokich, niskich/ i użyciu tej aplikacji uczniowie obserwowali powstające wykresy – obrazy fali dźwiękowej. Zauważyli bez problemów, że wysokość dźwięków i głośność zależą od częstotliwości i amplitudy.

SW4,A: Za pomocą aplikacji Sound Wave uczniowie mogli obserwować oscylogramy różnych dźwięków, a następnie dokonywać identyfikacji zależności wysokości i głośności dźwięków od częstotliwości i amplitudy, co na pewno miało znaczenie dla lepszego zrozumienia tematu.

SW5,A: Aplikacja Sound Wave daje możliwość poprawnej identyfikacji zależności wysokości i głośności dźwięków od częstotliwości i amplitudy.

23. Proszę ocenić, czy aplikacja *Sound Wave* wzbudziła wśród uczniów ciekawość oraz chęć aktywnego uczestnictwa w lekcji.



SM1,A: Uczniowie nie uczestniczyli biernie w lekcji, lecz aktywnie zaangażowani byli w zajęcia, co miało znaczenie dla większego zainteresowania, motywacji oraz interaktywnego charakteru lekcji.

SM1,B: Aplikacja ta była kolejną z zaproponowanych, wzbudzającą największe zainteresowanie wśród uczniów. Uczniowie chętnie eksperymentowali i znajdowali wybrane zależności.

SM1,C: Lekcja była bardzo interesująca dla uczniów, cieszyli się i byli zdziwieni, że ich smartfony potrafią „takie trudne rzeczy”.

SM1,D: Lekcja podobała się uczniom, dzięki aplikacji z zainteresowaniem uczestniczyli w niej i wyciągali odpowiednie wnioski.

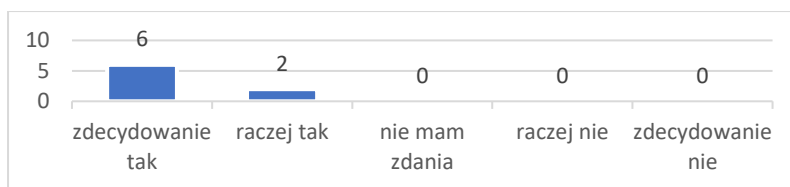
SM2,A: Aplikacja wzbudziła wśród uczniów ciekawość. Aktywnie uczestniczyli w lekcji. Sprawdzaliśmy, jak wyglądają wykresy dla dźwięków generowanych przez różne instrumenty muzyczne i jak wygląda wykres dla kamertonu.

SW3,B: Uczniowie posiadający smartfony zainstalowali aplikację Sound Wave. Aktywnie uczestniczyli w lekcji. Według własnych pomysłów generowali dźwięki i obserwowali ich wykresy. Pozwoliło to im zapamiętać, że częstotliwość i amplituda decydują o wysokości i głośności dźwięku. Aplikacja jest bardzo przydatna w celu aktywizacji uczniów do pracy pozalekcyjnej oraz rozwijaniu zainteresowań.

SW4,A: Aplikacja Sound Wave wzbudziła dużą ciekawość wśród uczniów, tym bardziej że przynieśli na lekcję różne instrumenty muzyczne. Generowali oni różne dźwięki i obserwowali powstające oscylogramy.

SW5,A: Na lekcję uczniowie przynieśli różne instrumenty muzyczne i za pomocą aplikacji Sound Wave mogli obserwować oscylogramy, porównać je i wyciągnąć wnioski.

24. W Pani/Pana opinii, czy film przedstawiający zależność prędkości dźwięku od temperatury wpłynął na lepsze zrozumienie przez uczniów omawianej zależności?



SM1,A: Film dokładnie identyfikuje zależność prędkości dźwięku od temperatury, co przekłada się na lepsze zobrazowanie a następnie zrozumienie tej zależności przez uczniów.

SM1,B: Film pozwolił uczniom zobrazować, iż zależność prędkości dźwięku od temperatury wynika z ruchu cząsteczek w danej temperaturze. Zależność ta jest niemożliwa do zaobserwowania bez symulacji, a tym samym do zrozumienia przez uczniów. Symulacja pozwala na lepsze zrozumienie tego zagadnienia.

SM1,C: Film pozwolił uczniom na wyobrażenie, iż zależność prędkości dźwięku od temperatury wynika z ruchu cząsteczek w danej temperaturze. Zależności tej nie da się zaobserwować bez TIKu, dlatego pozwala on na lepsze zrozumienie tego zagadnienia.

SM1,D: Narzędzie to wpłynęło na lepsze zrozumienie zagadnienia.

SM2,A: Film zobrazował to, czego nie można dostrzec gołym okiem.

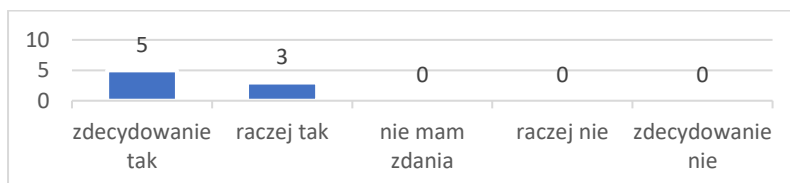
SW3,B: Film zainteresował uczniów i wpłynął na zobrazowanie zagadnienia.

SW4,A: Dzięki filmowi uczniowie mogli w poprawny sposób zidentyfikować zależność prędkości dźwięku od temperatury, dzięki zilustrowaniu tej zależności.

SW5,A: Film w dokładny sposób wskazuje zależność prędkości dźwięku od temperatury, co obrazuje oraz ułatwia uczniom zrozumienie opisywanej zależności.

Pytania dotyczące lekcji nr 10: Fale elektromagnetyczne.

25. Proszę ocenić, czy symulacja przedstawiająca długości fali elektromagnetycznych, częstotliwości oraz wybrane zastosowania fal elektromagnetycznych wzbudziła ciekawość wśród uczniów i zachęciła do zadawania pytań, dotyczących fal elektromagnetycznych (np. ich wykorzystania, jednostek zastosowanych w symulacji).



SM1,A: Wprowadzona symulacja sprawiła, że uczniowie dopytywali nauczyciela o różne zagadnienia z powyższego tematu. Z zaciękwieniem sprawdzali wybrane zastosowania oraz zakresy częstotliwości dla wybranych fal elektromagnetycznych.

SM1,B: Symulacja zaciękwiała uczniów, uczniowie chętnie opowiadali o falach elektromagnetycznych, dzielili się własną wiedzą oraz doświadczeniem. Na pewno można ją wykorzystać jako urozmaicenie teoretycznych wiadomości o falach elektromagnetycznych.

SM1,B: Uczniowie z zainteresowaniem obejrżeli symulację na swoich telefonach oraz zadawali dużo pytań odnośnie konkretnych fal elektromagnetycznych.

SM1,C: Tak, uczniowie byli zaciękwieni.

SM1,D: Uczniom bardzo spodobała się symulacja, która urozmaiciła nudną, teoretyczną lekcję.

SM2,A: Symulacja zaciękwiała uczniów. Dzielili się wiedzą jaką posiadali o niektórych falach. Interesowało ich zastosowanie poszczególnych fal. Zadawali wiele pytań.

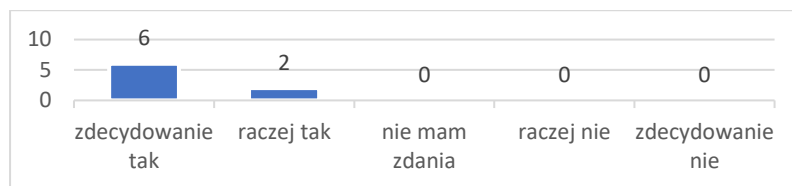
SW3,B: Symulacja przedstawiająca długości fal elektromagnetycznych i częstotliwości oraz wybrane zastosowania fal /radio, telewizja, radary samochodowe, GPS, WIFI, piloty/ wzbudziły u uczniów ciekawość poznawczą. Uczniowie z

zaciekawieniem i bardzo dociekliwie analizowali pokazane w wizualizacji zastosowanie fal elektromagnetycznych w zależności od częstotliwości i długości fali. Wizualizacja w sposób bardzo przejrzysty pokazuje jakie długości fal i częstotliwości fal znajdują zastosowanie w poszczególnych urządzeniach. Zadawano dużo pytań dotyczących np. funkcjonowania radia na „różnych falach” oraz zagadnień związanych z UV i innymi rodzajami promieniowania dochodzącymi np. ze Słońca.

SW4,A: Dużą ciekawość wzbudziła wśród uczniów stosowana symulacja. Chętnie uczestniczyli w lekcji, zadając pytania dotyczące fal elektromagnetycznych.

SW5,A: Zastosowana symulacja wzbudziła ciekawość wśród uczniów i pobudziła do zadawania pytań.

26. Proszę ocenić, czy interaktywna gra *Wordwall* pomogła uczniom usystematyzować wiadomości dotyczące fal elektromagnetycznych i fal mechanicznych.



SM1,A: Interaktywna gra pozwoliła na lepsze zapamiętanie wiadomości zdobytych podczas lekcji, stała się ciekawą metodą na podsumowanie lekcji.

SM1,B: Wordwall to kolejna, interaktywna gra, w którą uczniowie bardzo lubią grać na lekcji. Uczniowie z wykorzystaniem swoich telefonów odpowiadają na pytania, rywalizują ze sobą pod względem poprawnych odpowiedzi, czasu. Wszystkie te aktywności sprawiają, iż uczniowie systematyzują swoją wiedzę dotyczącą wybranych zagadnień.

SM1,C: Moi uczniowie rzadko grają w tego typu gry. Zauważyłam, że zastosowanie ich w celu powtórzenia wiadomości z lekcji sprawia, że lepiej zapamiętują i systematyzują zdobytą wiedzę.

SM1,D: Gra bardzo spodobała się uczniom, lepiej zapamiętali i zrozumieli wiadomości z lekcji.

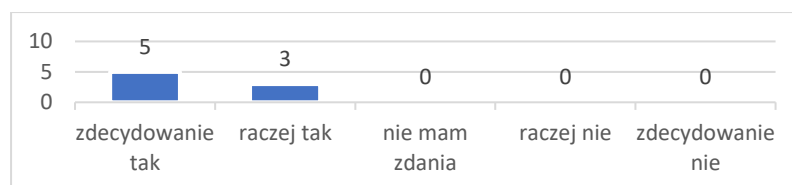
SM2,A: Uczniowie bardzo lubią interaktywne ćwiczenia. Z gier wordwall mogą korzystać na swoich telefonach, gdy nauczyciel wybierze opcje zadaj zadanie. Bardzo chcą udzielić prawidłowych odpowiedzi i zrobić to jak najszybciej, aby wypaść jak najlepiej na końcowym podsumowaniu, gdy nauczyciel prezentuje wyniki, które są dostępne zaraz po skończeniu ćwiczeń. Zadanie mogą wykonać kilkakrotnie więc mają możliwość się poprawić i znaleźć prawidłowe rozwiązanie.

SW3,B: Zdecydowanie, interaktywna gra pomogła uczniom usystematyzować wiadomości dotyczące fal elektromagnetycznych i mechanicznych. Uczniowie musieli wykazać się wiedzą zdobytą na lekcjach fizyki a także wiadomościami, które zdobyli podczas samodzielnej pracy domowej, którą wykonywali przy pomocy narzędzi TIK.

SW4,A: W grze były liczne pytania dotyczące fal, co umożliwiło lepsze zapamiętanie wiadomości.

SW5,A: Gra na portalu wordwall zawierała liczne pytania dotyczące fal elektromagnetycznych i mechanicznych, które pozwoliły usystematyzować zagadnienia dotyczące fal.

27. Proszę ocenić, czy symulacja przedstawiająca propagację fali elektromagnetycznej pozwoliła uczniom zrozumieć istotę powstawania tej fali?



SM1,A: Tak, symulacja dokładnie wskazała, iż fala elektromagnetyczna to rozchodzące się zaburzenie pola elektromagnetycznego (czyli elektrycznego i magnetycznego).

SM1,B: Symulacja zobrazowała uczniom, to czego nie mogli zobaczyć na własne oczy.

SM1,C: Symulacja dokładnie wyjaśniła uczniom co to jest fala elektromagnetyczna.

SM1,D: Symulacja wpłynęła na lepsze zrozumienie zagadnienia.

SM2,A: Nie udało się skorzystać z symulacji ze względu na ograniczony czas lekcji.

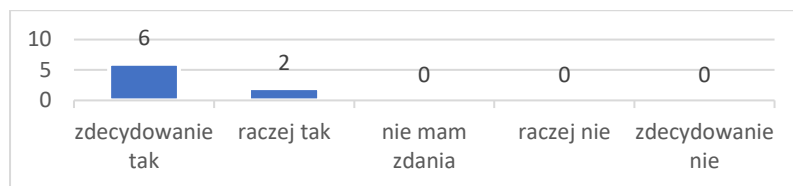
SW3,B: Nie wykorzystano symulacji podczas lekcji jednak uważam, że pomogłaby uczniom.

SW4,A: Z wykorzystaniem symulacji uczniowie sami doszli do informacji, czym jest fala elektromagnetyczna.

SW5,A: Symulacja w dokładny sposób wskazuje propagację fali elektromagnetycznej.

Pytania dotyczące lekcji nr 11: Powtórzenie wiadomości z działu „Drgania i fale”.

28. W Pani / Pana opinii, czy utworzenie wraz z uczniami wspólnej mapy myśli, ułatwiło uczniom zrozumienie i usystematyzowanie zagadnień z działu „drżenia i fale”?



SM1,A: Mapy myśli są doskonałym narzędziem do uporządkowania wiedzy. Uczniowie chętnie dodawali swoje informacje do wspólnie tworzonej mapy myśli wiedząc, że będzie ona przydatna podczas nauki do testu końcowego.

SM1,B: Wspólna mapa myśli aktywizuje uczniów do pracy, wymaga przedstawienia od każdego ucznia swojej wiedzy. Jednocześnie tworzony jest doskonały materiał do powtórki przed testem.

SM1,C: Uczniom spodobał się pomysł wspólnej mapy myśli, chwalili sobie, że bardzo pomogła w uporządkowaniu wiedzy do sprawdzianu.

SM1,D: Uczniowie z entuzjazmem podeszli do zadania, pomogło im to uporządkować zdobytą w tym dziale wiedzę.

SM2,A: Tworzenie wspólnej mapy myśli bardzo aktywizuje uczniów, szczególnie jest to dla uczniów atrakcyjne, gdy mogą to uczynić wykorzystując swoje umiejętności informatyczne.

Mapy myśli mają szereg zalet:

- Zwiększają efektywność nauki.
- Ułatwiają przyswajanie wiedzy.
- Wizualizacja informacji pozwala na łatwiejsze ich odczytywanie.
- Pomagają zamienić rozrzucone informacje w logiczne połączenia.
- Pobudzają kreatywność.

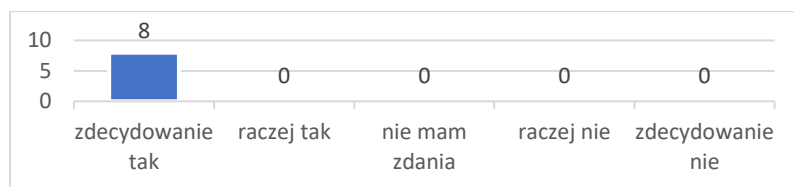
Stworzona wspólnie mapa myśli ułatwiła zrozumienie i usystematyzowanie zagadnień z działu „Drgania i fale”.

SW3,B: Utworzenie wspólnej mapy myśli pozwoliło uczniom na usystematyzowanie i uporządkowanie swojej wiedzy. Uczniowie zauważyli również pewne zależności, których wcześniej nie dostrzegali. Mapa myśli ułatwiła myślenie skojarzeniowe i pozwalała na szybszą naukę. Ta metoda jest szczególnie przydatna w trakcie powtórki do sprawdzianu z całego działu „Drgania i fale”.

SW4,A: Taki sposób powtórzenia wiadomości z całego działu zachęcił wszystkich uczniów do uczestnictwa w lekcji, tym bardziej, że w jednym miejscu znalazły się wiadomości z całego działu.

SW5,A: Powtórzenie wiadomości z całego działu z użyciem mapy myśli jest bardzo dobrym sposobem. W jednym miejscu uczniowie mają zgromadzone najważniejsze wiadomości teoretyczne, wzory, wykresy, które mogą wykorzystać podczas rozwiązywania zadań.

29. W Pani / Pana opinii, czy powtórzenie wiadomości z użyciem interaktywnych gier typu *Kahoot!* wzbudziło wśród uczniów motywację i chęć rozwiązywania zadań?



SM1,A: Powtórzenie wiadomości w formie rozrywkowej sprawia, że uczniowie aktywnie włączają się do zabawy, jednocześnie powtarzając dany materiał.

SM1,B: Tak, zaproponowane interaktywne gry zawsze wzbudzają motywację wśród uczniów, chęć rywalizacji a tym samym rozwiązywania zadań.

SM1,C: Tak, to zawsze motywuje uczniów do pracy.

SM1,D: Uczniowie lubią rywalizację prowadzoną metodą gier typu kahoot. Bardzo się mobilizują do pracy.

SM2,A: Uczniowie bardzo lubią ze sobą rywalizować. Szczególnie jest to dla nich atrakcyjne, gdy na bieżąco widać wyniki tej rywalizacji oraz gdy oprócz wiedzy liczy się również refleks. Quizy Kahoot motywują uczniów do pracy, bo wszyscy chcą wypaść na nich jak najlepiej.

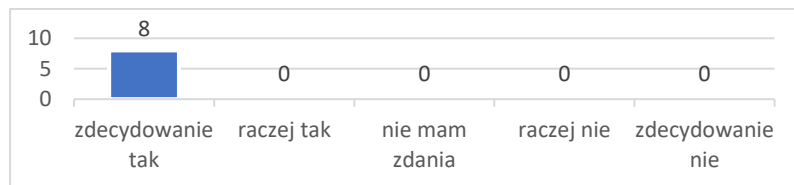
SW3,B: Interaktywne gry typu Kahoot to bardzo dobre narzędzie do lekcji powtórzeniowych oraz do utrwalania i sprawdzania wiadomości uzyskanych na lekcjach fizyki. Motywacją może być współzawodnictwo i chęć osiągnięcia jak najlepszych wyników w klasie i w klasach równoległych. Uczniowie lubią ten sposób sprawdzania wiedzy i powtórzenia wiadomości. Wzbudza u uczniów motywację do nauki i chęć rozwiązywania zadań i problemów fizycznych.

SW4,A: Powtórzenie wiadomości z użyciem interaktywnych gier typu kahoot wzbudza wśród uczniów motywację do pracy i zwiększa aktywność podczas zajęć.

SW5,A: Każdy inny sposób niż odpytywanie przy tablicy wzbudza wśród uczniów motywację do pracy i większą aktywność podczas zajęć. Takim sposobem jest używanie gier interaktywnych m.in. kahoot.

Pytania ogólne.

30. W Pani / Pana opinii, czy uczniowie byli zaintrygowani przedstawionymi narzędziami TIK oraz czy takie lekcje mogą być inspirujące dla uczniów?



SM1,A: Zaproponowane narzędzia TIK charakteryzowały się dużą różnorodnością, co przełożyło się na bardzo duże zaintrygowanie lekcją, także wśród uczniów słabszych i mniej aktywnych podczas tradycyjnych lekcji.

SM1,B: Tak, uczniowie byli zaintrygowani zaproponowanymi narzędziami TIK.

SM1,C: Tak, uczniowie wykazali się dużym zaintrygowaniem podczas lekcji.

SM1,D: Po przeprowadzonych lekcjach z wykorzystaniem narzędzi TIK można stwierdzić, że uczniowie wykazywali większe zainteresowanie i bardziej angażowali się w tok lekcji. Stwierdzali, że ta metoda powoduje u nich wzrost motywacji do uczenia się fizyki, która w przekonaniu uczniów jest przedmiotem trudnym do nauczania. Pomaga skupić im uwagę na trudniejszych i kluczowych zagadnieniach. Wzrokowcy stwierdzili, że obrazy, grafika i możliwość wielokrotnego powtarzania symulacji doświadczeń ułatwiła im zrozumienie pojęć i praw fizycznych oraz wzorów.

SM2,A: Uczniowie byli zaintrygowani narzędziami TIK zastosowanymi na lekcjach z działu „Drgania i fale”.

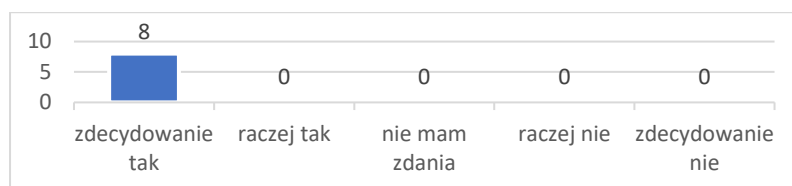
SW3,B: Przed rozpoczęciem realizacji programu z fizyki w klasach ósmych z wykorzystaniem TIK uczniom wytłumaczono pojęcie narzędzi TIK. Wyjaśniono, że są to technologie informacyjno-komunikacyjne, wprowadzające tradycyjną edukację w innowacyjny, cyfrowy świat. Poinformowano uczniów, że podczas lekcji wykorzystywane będą

komunikatory internetowe, arkusze różnych platform, encyklopedie, gry i aplikacje, interaktywne pomoce dydaktyczne, symulacje doświadczeń fizycznych. Uczniowie z zacięciem przyjęli propozycje nauczyciela. Podczas zajęć prowadzonych z wykorzystaniem TIK stwierdzili, że ten sposób nauczania bardzo im odpowiada, motywuje ich do nauczania. Wielu uczniów stwierdziło, że łatwiej im się uczy i szybciej przyswajają sobie nowe pojęcia fizyczne.

SW4,A: Stosowane podczas lekcji narzędzia były w większości stosowane po raz pierwszy i dlatego cieszyły się dużym zainteresowaniem wśród uczniów.

SW5,A: Stosowane narzędzia wzbudzały wśród uczniów dużą ciekawość. Lekcje były ciekawsze, omawiany materiał bardziej zrozumiały dla uczniów.

31. W przypadku braku możliwości wykonania doświadczeń w pracowni fizycznej, czy symulacje doświadczeń mogą wspomóc nauczanie fizyki?



SM1,A: Symulacje są bardzo pomocne w nauczaniu fizyki, zwłaszcza gdy w szkole nie ma pracowni fizycznych (szczególnie w małych, wiejskich szkołach) bądź pracownie są bardzo słabo wyposażone.

SM1,B: Jak najbardziej symulacje doświadczeń wspomagają nauczanie fizyki, szczególnie gdy szkoła nie posiada odpowiednio wyposażonej pracowni fizycznej.

SM1,C: Tak, to dobre rozwiązanie, gdy nauczyciel nie dysponuje odpowiednim sprzętem w pracowni.

SM1,D: Symulacje są przydatne w związku z ograniczeniem czasowym i sprzętowym podczas lekcji.

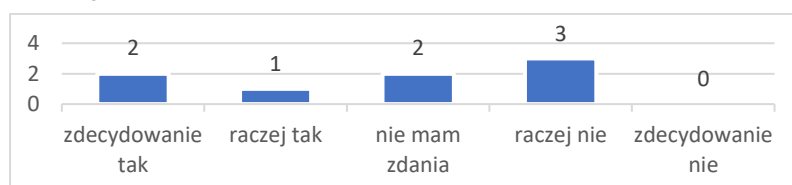
SM2,A: Symulacje doświadczeń mogą w dużym stopniu zastąpić rzeczywiste doświadczenia, jeżeli są dobrze przemyślane. Jednak wykonanie doświadczenia w rzeczywistości jest lepiej pamiętane przez uczniów niż symulacje komputerowe.

SW3,B: W przypadku braku możliwości wykonania doświadczeń – przeprowadzenie eksperymentu w pracowni fizycznej, wydaje się konieczne przedstawienie symulacji tych doświadczeń. Uczeń w sposób wirtualny ma możliwość obserwacji zachodzących zjawisk. Nie wszystkie zagadnienia w nauczaniu fizyki w klasie ósmej są łatwo przyswajalne i często nauczyciel fizyki nie jest w stanie, w krótkim czasie wytłumaczyć uczniom zawile teorie np. przemiany energii w ruchu drgającym. Doskonałym uzupełnieniem zajęć na lekcjach są aplikacje, które nie tylko tłumaczą teorie, ale pozwalają także sprawdzić, jak działają one w praktyce, dzięki możliwości przeprowadzenia prostych doświadczeń poza pracownią fizyczną.

SW4,A: Symulacje doświadczeń wspomagają nauczanie fizyki, szczególnie jeśli nie ma w szkole warunków by wykonać doświadczenia. Często w szkołach brakuje podstawowych pomocy dydaktycznych, które jak wiadomo ułatwiają naukę danego przedmiotu.

SW5,A: Symulacje są bardzo dobrym rozwiązaniem wspomagającym pracę nauczyciela i pomagającym przyswoić wiedzę przez uczniów.

32. Proszę ocenić, czy dodatkowy e-zeszyt zadań wpłynął na chęć rozwiązywania przez uczniów dodatkowych zadań obliczeniowych z działu drgania i fale?



SM1,A: Uczniowie nie wykazali zainteresowania e-zeszytem zadań.

SM1,B: Pomimo umieszczenia zadań na platformie edukacyjnej żaden uczeń nie wykazał chęci rozwiązania dodatkowych zadań obliczeniowych.

SM1,C: Kilku uczniów chętnie wykonało i odesłało zadania.

SM1,D: Żaden uczeń nie zwrócił przypisanych zadań.

SM2,A: Kilkoro uczniów wykazało podczas lekcji chęć rozwiązania dodatkowych zadań, jednak ostatecznie żaden z uczniów nie odesłał ich na platformie edukacyjnej.

SW3,B: Kilku uczniów wykonała i odesłała zadania.

SW4,A: Niewielka liczba uczniów wykonała część dodatkowych zadań pomimo propozycji dodatkowej oceny za wykonane zadania.

SW5,A: W przypadku mojej grupy uczniów żaden uczeń nie wykazał chęci rozwiązywania dodatkowych zadań, pomimo umieszczenia ich na platformie edukacyjnej.