



Uniwersytet Rzeszowski  
Collegium Medicum  
Wydział Nauk o Kulturze Fizycznej

Rozprawa doktorska  
w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu,  
w dyscyplinie **nauki o kulturze fizycznej**

---

ZMIENNOŚĆ WYBRANYCH ZDOLNOŚCI MOTORYCZNYCH  
POD WPLYWEM UKIERUNKOWANEGO SZKOLENIA  
UCZNIÓW KLAS MUNDUROWYCH

---

MGR WALDEMAR TŁUCZEK

Promotor:  
dr hab. Paweł Król, prof. UR

Promotor pomocniczy:  
dr Jarosław Herbert

Rzeszów, 2025

*Składam serdeczne podziękowanie Promotorowi,  
Panu Profesorowi Pawłowi Królowi,  
za pomoc i wszelkie wnikliwe uwagi, które  
przyczyniły się do zrealizowania badań i napisania  
niniejszej pracy.*

*Podziękowania kieruję również do Pana Doktora  
Jarosława Herberta, za pomoc, poświęcony  
czas oraz wsparcie na wszystkich etapach pracy.*

*Serdecznie dziękuję także całemu zespołowi badawczemu  
Uniwersyteckiego Centrum Lekkoatletycznego  
przy Uniwersytecie Rzeszowskim  
za pomoc organizacyjną i techniczną  
oraz zaangażowanie w realizację projektu.*

## Oświadczenie

Waldemar Tłuczek

Rzeszów, 01.12.2025 r.

Ja niżej podpisany Waldemar Tłuczek oświadczam, że przygotowana dysertacja pt. „Zmienność wybranych zdolności motorycznych pod wpływem ukierunkowanego szkolenia uczniów klas mundurowych”, którą przedkładałam w przewodzie doktorskim procedowanym w Wydziale Nauk o Kulturze Fizycznej na Uniwersytecie Rzeszowskim, została przygotowana i w pełni odpowiada założeniom projektu badawczego pt. „Międzypokoleniowy wymiar sprawności fizycznej po pandemii COVID-19”, który uzyskał pozytywną opinię Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Rzeszowskiego (Uchwała nr 31/2023/B wydana w dniu 24.04.2023 r.)

.....

(promotor)

.....

(składający oświadczenie)

## Spis treści

Wykaz stosowanych skrótów .....	7
Wstęp .....	10
1. Wprowadzenie teoretyczne .....	13
1.1. Ewolucja Polskich Sił Zbrojnych od II wojny światowej w aspekcie liczebności i metod rekrutacji .....	13
1.2. Rola szkolenia klas mundurowych w rozwijaniu sprawności fizycznej. 22	
1.3. Wybrane międzynarodowe testy sprawności fizycznej w szkoleniu służb mundurowych .....	25
1.4. Charakterystyka programu szkolenia klas mundurowych OPW w kontekście rozwoju zdolności motorycznych .....	28
2. Cel pracy, pytania i hipotezy badawcze .....	33
2.1. Cel i zakres pracy .....	33
2.2. Pytania badawcze .....	34
2.3. Hipotezy badawcze .....	34
3. Materiał i metody badań.....	35
3.1. Charakterystyka grupy badanej.....	35
3.2. Metody badawcze.....	36
3.3. Zakres zajęć realizowanych w programie Oddziału Przygotowania Wojskowego.....	44
3.4. Metody statystyczne.....	45
4. Wyniki badań własnych .....	48
Szczegółowa charakterystyka porównawcza wyników kolejnych pomiarów kontrolnych .....	48
4.1. Budowa ciała.....	48
4.2. Skład ciała .....	48
4.3. Wytrzymałość tlenowa.....	49
4.4. Siła eksplozywna.....	50

4.5. Siła izometryczna ścisku dłoni.....	52
4.6. Zwinność .....	53
4.7. Równowaga statyczna.....	54
5. Zmiany w budowie somatycznej i wybranych zdolnościach motorycznych w badanym okresie.....	58
5.1. Budowa ciała.....	58
5.2. Skład ciała .....	61
5.3. Wytrzymałość tlenowa.....	64
5.4. Siła eksplozywna.....	65
5.5. Siła izometryczna ścisku dłoni.....	69
5.6. Zwinność .....	70
5.7. Równowaga statyczna.....	71
6. Analiza wartości indeksów dynamiki .....	77
6.1. Wybrane elementy budowa ciała .....	77
6.2. Skład ciała .....	78
6.3. Wytrzymałość tlenowa.....	82
6.4. Siła eksplozywna.....	83
6.5. Siła izometryczna ścisku dłoni.....	87
6.6. Zwinność .....	88
6.7. Równowaga statyczna.....	90
7. Dyskusja .....	95
7.1. Ograniczenia .....	104
8. Podsumowanie .....	107
9. Wnioski .....	110
Wnioski aplikacyjne.....	111
Literatura.....	114
Spis tabel.....	128
Spis ilustracji.....	130
Aneks .....	132
A.I. Charakterystyka badanych na podstawie pomiaru 1. ....	132

1.1.	Budowa ciała .....	132
1.2.	Skład ciała.....	133
1.3.	Wytrzymałość tlenowa .....	134
1.4.	Siła eksplozywna .....	135
1.5.	Siła izometryczna dłoni .....	137
1.6.	Zwinność.....	138
1.7.	Równowaga .....	139
A. II.	Charakterystyka badanych na podstawie pomiaru 2. ....	143
2.1.	Budowa ciała .....	143
2.2.	Skład ciała.....	144
2.3.	Wytrzymałość tlenowa .....	146
2.4.	Siła eksplozywna .....	147
2.5.	Siła izometryczna ścisku dłoni .....	149
2.6.	Zwinność.....	150
2.7.	Równowaga statyczna.....	151
A.III.	Charakterystyka badanych na podstawie pomiaru 3. ....	155
3.1.	Budowa ciała .....	155
3.2.	Skład ciała.....	156
3.3.	Wytrzymałość tlenowa .....	157
3.4.	Siła eksplozywna .....	158
3.5.	Siła izometryczna ścisku dłoni .....	160
3.6.	Zwinność.....	161
3.7.	Równowaga statyczna.....	162
A.IV.	Przykładowy scenariusz jednostki ćwiczebnej .....	166
	Spis tabel aneksu.....	168
	Streszczenie.....	171
	Abstract .....	173
	Załącznik nr 1 – zgoda komisji bioetycznej .....	175

## Wykaz stosowanych skrótów

---

**ACFT** – (*Army Combat Fitness Test*)

---

**BIA** – bioimpedancja elektryczna

---

**BMI** – (*Body Mass Index*)

---

**BOW** – Branżowe Oddziały Wojskowe

---

**CAConc** – (*Conditioning Activity Concentric*)

---

**CAEcc** – (*Conditioning Activity Eccentric*)

---

**CFA** – (*Candidate Fitness Assessment*)

---

**CMJ** – (*Counter Movement Jump*)

---

**COG** – (*Center of Gravity*)

---

**COP** – (*Center of Pressure*)

---

**CWKM** – Certyfikowane Wojskowe Klasy Mundurowe

---

**EST** – (*European Standardized Test*)

---

**Ellipse COP** (ang.) – elipsa COP

---

**Eurofit** – zestaw testów sprawnościowych

---

**EC** – wynik pomiaru w próbie z oczami zasłoniętymi

---

**EO** – wynik pomiaru w próbie z oczami otwartymi

---

**FAT** – tłuszcz

---

**FFM** – (*Fat Free Mass*)

---

**Force Evaluation** – (*Fitness for Operational Requirements of CAF Employment*)

---

**HGS** – (*hand grip strength*)

---

---

**IDF** – (Israel Defence Forces)

---

**IMiD** – Instytut Matki i Dziecka w Warszawie

---

**ISAF** – Międzynarodowa Siła Wsparcia Bezpieczeństwa

---

**LWP** – Ludowe Wojsko Polskie

---

**MON** – Ministerstwo Obrony Narodowej

---

**NATO** – Organizacja Traktatu Północnoatlantyckiego

---

**OPBMR** – obrona przed bronią masowego rażenia

---

**OPW** – Oddziały Przygotowania Wojskowego

---

**Path COP** (ang.) – ścieżka COP

---

**Próba Romberga** – test diagnostyczny

---

**Random** – w systemie SKILLCOURT ćwiczenie zaprojektowane w celu poprawy szybkości reakcji, koordynacji oraz zdolności podejmowania decyzji w dynamicznych warunkach.

---

**Random Star** – w systemie SKILLCOURT jedno z ćwiczeń zaprojektowanych w celu oceny i poprawy szybkości reakcji, koordynacji oraz zdolności do szybkiej zmiany kierunku

---

**RT** – szybkość reakcji prostej

---

**SJ** – (*Jump Squat*)

---

**SKILLCOURT** – nowoczesny system treningowy, który wykorzystuje technologie cyfrowe i sensory do podnoszenia wydolności, szybkości, precyzji, koordynacji oraz reakcji i oraz rejestruje rezultaty ćwiczenia

---

**SZRP** – Siły Zbrojne Rzeczypospolitej Polskiej

---

**TBW** – (*Total Body Water*)

---

---

**UPA** – Ukraińska Powstańcza Armia

---

**Velocity COP** (ang.) – prędkość COP

---

**WOT** – Wojska Obrony Terytorialnej, obecnie piąty rodzaj sił zbrojnych RP

---

## Wstęp

Współczesne klasy mundurowe, takie jak klasy wojskowe, policyjne czy strażackie, mają na celu nie tylko kształcenie teoretyczne, ale przede wszystkim rozwój fizyczny uczniów. Specjalistyczne programy szkoleniowe koncentrują się na poprawie zdolności motorycznych, które są niezbędne w przyszłej pracy w służbach mundurowych. Dzięki ukierunkowanemu szkoleniu uczniowie nie tylko podnoszą swoje kompetencje fizyczne, ale także rozwijają dyscyplinę, wytrzymałość oraz umiejętności pracy w zespole.

Programy szkoleniowe w klasach mundurowych są z reguły bardzo intensywne i zróżnicowane. Obejmują one ćwiczenia siłowe, biegi wytrzymałościowe, treningi interwałowe, a także ćwiczenia techniczne, które są specyficzne dla danej służby (np. techniki obronne w klasach policyjnych czy wspinaczka i ratownictwo w klasach strażackich). Regularne zajęcia fizyczne i próby sprawnościowe, umożliwiają monitorowanie postępów uczniów i dostosowywanie programów szkoleniowych do ich indywidualnych potrzeb i możliwości.

Ważnym elementem rozwoju fizycznego są zdolności motoryczne, czyli różnorodne umiejętności fizyczne obejmujące siłę, wytrzymałość, szybkość, koordynację i zwinność. Istotną cechą anatomiczno-funkcjonalną, wpływającą na poziom tych zdolności, jest gibkość. W kontekście klas mundurowych jej rozwój ma szczególne znaczenie, ponieważ przygotowuje uczniów do wyzwań służbowych.

Zainteresowanie podjętym zagadnieniem, wynika z rosnącego znaczenia edukacji mundurowej w systemie kształcenia ponadpodstawowego w Polsce. Klasy o profilu wojskowym, policyjnym czy strażackim, cieszą się dużą popularnością wśród młodzieży, a ich liczba systematycznie wzrasta. Tymczasem brakuje opracowań naukowych analizujących, w jakim stopniu intensywny i ukierunkowany trening w tych klasach wpływa na rozwój wybranych zdolności motorycznych. Problem ten jest szczególnie istotny w kontekście rosnących wymagań wobec przyszłych kandydatów do służb mundurowych, a także w obliczu współczesnych zagrożeń związanych z bezpieczeństwem i obronnością państwa.

Zmiany w zdolnościach motorycznych, które zachodzą pod wpływem ukierunkowanego szkolenia, są znaczące i mogą być mierzone za pomocą różnorodnych testów sprawnościowych. Przykładowo, próby wytrzymałościowe (np. biegi na długie dystanse), próby siły (np. podciąganie na drążku) czy próby szybkości i zwinności

(np. biegi na krótkie dystanse) pozwalają ocenić rozwój fizyczny uczniów i skuteczność programów szkoleniowych.

Wprowadzenie specjalistycznego szkolenia w klasach mundurowych ma także pozytywny wpływ na psychikę młodych ludzi. Systematyczny trening fizyczny sprzyja kształtowaniu silnej woli, determinacji oraz umiejętności radzenia sobie ze stresem. To wszystko sprawia, że absolwenci klas mundurowych są lepiej przygotowani do wyzwań, jakie niesie ze sobą praca w służbach mundurowych.

Podsumowując, ukierunkowane szkolenie w klasach mundurowych odgrywa kluczową rolę w rozwijaniu zdolności motorycznych uczniów. Dzięki intensywnym i zróżnicowanym programom szkoleniowym młodzi ludzie nie tylko poprawiają swoją sprawność fizyczną, ale także rozwijają cechy charakteru, które są niezbędne w przyszłej służbie.

Celem niniejszej pracy była ocena reakcji organizmu uczniów klas mundurowych w zakresie wybranych zdolności motorycznych. Analiza obejmowała zmiany parametrów morfologicznych i sprawnościowych pod wpływem systematycznego, ukierunkowanego szkolenia. Przeprowadzone badania wykazały rzeczywistą dynamikę tych zmian oraz ich znaczenie praktyczne dla procesu kształcenia i selekcji do służb mundurowych.

Podjęta problematyka ma istotne znaczenie zarówno dla teorii nauk o kulturze fizycznej, jak i dla praktyki edukacyjno-szkoleniowej. Uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę do modyfikacji programów wychowania fizycznego i zajęć specjalistycznych w klasach mundurowych, a także przyczynić się do opracowania standardów oceny sprawności kandydatów do służb mundurowych.

Współczesne wyzwania związane z obronnością państwa oraz rosnące wymagania wobec osób podejmujących pracę w służbach mundurowych sprawiają, że niezbędne jest opracowanie i wdrożenie efektywnych programów szkoleniowych, które skutecznie rozwijają nie tylko wiedzę teoretyczną, ale przede wszystkim sprawność fizyczną oraz zdolności motoryczne niezbędne w codziennej służbie.

Ukierunkowane szkolenie w klasach mundurowych, którego efektywność była przedmiotem analizy w niniejszej pracy, pozwala na optymalizację procesu treningowego, umożliwiając indywidualizację działań na rzecz podniesienia wydolności fizycznej i motorycznej młodzieży. Wyniki badań dostarczają praktycznych wskazówek dla nauczycieli wychowania fizycznego, instruktorów wojskowych oraz decydentów

edukacyjnych, co pozwala na lepsze dopasowanie programów nauczania do potrzeb i możliwości uczniów.

Ponadto, zrozumienie dynamiki zmian parametrów motorycznych pod wpływem specjalistycznego szkolenia, umożliwia skuteczniejszą selekcję kandydatów do służby mundurowych oraz pozwala na monitorowanie ich gotowości fizycznej na różnych etapach edukacji. Ma to bezpośredni wpływ na jakość przygotowania fizycznego przyszłych żołnierzy i funkcjonariuszy, co w konsekwencji przekłada się na bezpieczeństwo państwa oraz efektywność realizacji zadań obronnych i porządkowych.

Praca ma również wymiar społeczny, promuje świadome i ukierunkowane podejście do rozwoju sprawności fizycznej młodzieży, kształtując postawy prozdrowotne oraz dyscyplinę, które są niezbędne nie tylko w służbie mundurowej, ale również w codziennym funkcjonowaniu w społeczeństwie. Struktura rozprawy obejmuje część teoretyczną, w której przedstawiono zagadnienia związane z wychowaniem fizycznym, specyfiką klas mundurowych i zdolnościami motorycznymi, następnie opis metodologii badań empirycznych, wyniki przeprowadzonych analiz oraz ich omówienie w świetle literatury przedmiotu. Całość zamykają wnioski końcowe wraz z rekomendacjami praktycznymi.

## 1. Wprowadzenie teoretyczne

### 1.1. Ewolucja Polskich Sił Zbrojnych od II wojny światowej w aspekcie liczebności i metod rekrutacji

Obecne polskie Siły Zbrojne wywodzą się z Ludowego Wojska Polskiego. LWP a oficjalnie od 1952 r. Siły Zbrojne Polskiej Republiki Ludowej (według Konstytucji Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej z 22 lipca 1952 r.) były to formacje tworzone z rozkazu Stalina od 1943 r. do 1945 r. jako przeciwwaga dla Polskich Sił Zbrojnych na Obczyźnie (Kaźmierska, Pałka, 2018). Jednostki te były całkowicie podporządkowane władzy radzieckiej, większość starszej kadry oficerskiej stanowili oficerowie radzieccy. Wykorzystywano je do walki z hitlerowskimi Niemcami, a po wyzwoleniu do zwalczania oddziałów podziemia niepodległościowego i partyzantki UPA. Jednostki Wojska Polskiego w szczytowej fazie 1945 r. po powszechnej mobilizacji na wyzwolonych ziemiach polskich liczyły ok. 440 tys. Po 1945 r. w wyniku kolejnych demobilizacji liczebność wojsk zmniejszyła się do ok. 140 tys. w 1949 r., a armia utraciła większość swojej zdolności bojowej. W międzyczasie rosło napięcie pomiędzy Związkiem Radzieckim a Aliantami Zachodnimi. W 1949 r. Ministrem Obrony Narodowej został marszałek Konstanty Rokossowski, który przygotowywał wojsko do III wojny światowej. Nastąpiła wówczas sowietyzacja armii, dopasowanie doktryny wojennej do wzorca radzieckiego, zwiększenie stanu liczebnego, modernizacja techniczna i budowa przemysłu zbrojeniowego (Leszowski, 2021). W rezultacie stan etatowy Wojska Polskiego wzrósł w latach 1950–1951 o ponad 200 % i na 1 stycznia 1952 r. wynosił 356 481 żołnierzy. W stosunku do liczby ludności LWP stała się jedną z najsilniejszych armii w Europie (Pióro, 1994).

W 1955 r. utworzono Układ Warszawski i całkowicie dopasowano organizację sił zbrojnych do schematów radzieckich. Armia liczyła już wtedy 368 tys. żołnierzy, w tym 91 tys. zawodowych, a pozostałą część stanowili poborowi. Wraz z nasilaniem się napięć zimnowojennych liczebność wojska jeszcze wzrosła, by w 1971 r. osiągnąć 431 tys. Utrzymanie tak dużej armii było ponad siły gospodarki narodowej, dlatego od lat 70. XX wieku zaprzestano powiększania armii i przez kolejne lata, do 1988 r., jej liczebność wynosiła nieznacznie powyżej 400 tys. żołnierzy.

Istotna zmiana w Wojsku Polskim zaczęła się dokonywać pod koniec lat osiemdziesiątych XX w., kiedy to zmniejszono nakłady na wojsko i modernizację

sprzętu, a Ministerstwo Obrony Narodowej zaczęło mieć realny wpływ na organizację i zarządzanie siłami zbrojnymi. Układ Warszawski stawał się martwym tworem, a z dniem 1 lipca 1991 r. został rozwiązany (Tkaczew, 2015).

Zmiana ustroju, mająca miejsce w latach 1989-1992, w ogromnym stopniu dotknęła Siły Zbrojne. Zmieniono ich strukturę oraz obowiązującą doktrynę militarną. Wojsko zyskało nazwę Siły Zbrojne Rzeczypospolitej Polskiej, a ich zwierzchnikiem został Prezydent RP. Na czas pokoju kierowanie siłami zbrojnymi przekazano Ministrowi Obrony. Najwyższym organem dowodzenia armii był Sztab Generalny, kierowany przez zatwierdzonego przez Prezydenta na wniosek Ministra Obrony Narodowej - Szefa Sztabu Generalnego - dowódcę całych sił zbrojnych.

W nowej doktrynie wojennej uwzględniono politykę proeuropejską i pronatowską nowych władz polskich. Działania te spotkały się ze sprzeciwem Rosjan, którzy po upadku Związku Radzieckiego rozpoczęli reintegrację jego obszaru głosząc, że jest to jedyny możliwy dla nich sposób zagospodarowania tych terenów i jeśli działania cywilne nie przyniosą oczekiwanych rezultatów, użyją siły. Szczególnym zagrożeniem dla Państwa Polskiego było zawarcie w kwietniu 1994 r. umowy między Federacją Rosyjską a Białorusią, wydłużającej w sensie strategicznym polską granicę z Rosją o obszar Białorusi. Wkrótce po tej umowie zmodyfikowano doktrynę wojenną Federacji Rosyjskiej, zapisując w niej, że Europa Środkowa i Wschodnia leży w historycznie uzasadnionej strefie bezpieczeństwa Rosji. Tym samym Rosjanie dopuszczali możliwość prowadzenia działań wojennych na terenie Polski pod pretekstem poprawy swojego bezpieczeństwa. Kraje zjednoczone w NATO wykazywały pewną otwartość na rozszerzenie sojuszu, jednak obawiały się bezpośredniego zaangażowania w sprawy bezpieczeństwa Europy Wschodniej i Środkowej wobec otwartego sprzeciwu Federacji Rosyjskiej. Niemniej zaproponowały wnioskującym państwom postkomunistycznym udział w programie Partnerstwo dla Pokoju, funkcjonującym na zasadzie wspólnych ćwiczeń wojskowych, w oparciu o indywidualne dla każdego kraju umowy partnerskie. Aktywny udział w tym programie, dostosowujący organizację sił zbrojnych do zachodnich standardów, stanowił istotny etap w procesie integracji Polski z NATO. Wojsko Polskie zostało włączone do struktur NATO, a Polska została objęta gwarancjami bezpieczeństwa sojuszu (Palmowski, 2008). Zgodnie z ustaleniami NATO Polska zobowiązała się do przekazywania co najmniej 2 % dochodu PKB na cele wojskowe. Zobowiązanie to było realizowane konsekwentnie do roku 2000, w następnych latach nieznacznie obniżano tę kwotę, a od 2005 r.

przekazywano wojsku 1,95 % PKB i stan ten utrzymywał się do 2014 r. W następnych latach udział ten wzrósł do 2 %, a w latach 2020-2023 osiągnął rekordowy poziom 3,26 % PKB. Warto zaznaczyć, że równocześnie rosło PKB Polski, więc co roku budżet sił zbrojnych był większy.

Wyżej opisane przemiany, zachodzące w Wojsku Polskim, miały konsekwencje w liczebności armii i sposobie budowania kadry wojskowej. Ważną rolę w tej kwestii odegrały, z jednej strony zła sytuacja finansowa państwa ograniczającego wydatki na wojsko, z drugiej zaś coraz częściej podkreślano znaczenie jakości wyszkolenia i wyposażenia żołnierzy w stosunku do samej liczebności armii. Na przestrzeni lat 1989-2010 liczebność sił zbrojnych zmalała trzykrotnie do około 100 tys. Zmniejszenie liczby żołnierzy w teorii pozwoliło zapewnić im lepsze wyposażenie osobiste i podniesienie poziomu wyszkolenia (Pietrzyk, 1995).

Wraz z redukcją liczby żołnierzy malała liczba jednostek, wiele z nich zostało rozformowanych lub połączonych, jeśli dublowały się lub pełniły podobne zadania. Likwidowano garnizony miejskie szczególnie na zachodzie kraju, gdzie zgodnie z poprzednią doktryną wojskową, zagęszczenie jednostek było największe. Działania te uzupełniano koncentracją jednostek w garnizonach cechujących się odpowiednią infrastrukturą i dobrymi warunkami do szkolenia, dzięki czemu możliwe było uzyskiwanie wyższych standardów wyszkolenia i podniesienia stopnia gotowości bojowej (Tkaczew, 2015).

W 2008 r. wszedł w życie "Program profesjonalizacji Sił Zbrojnych RP na lata 2008-2010", który zakładał pełne uzawodowienie wojska, co wiązało się z koniecznością rozformowania kolejnych jednostek. Podczas trwania tego programu ze służby wojskowej odeszli ostatni żołnierze poborowi. Od 2010 r. siły zbrojne opierają się wyłącznie na wojsku zawodowym (Lipka, Smura, 2014).

W rzeczywistości redukcja liczebności sił zbrojnych doprowadziła do znacznej redukcji wojsk operacyjnych. Przykładowo liczba dywizji ogólnowojskowych wojsk lądowych, stanowiących trzon naszej armii, spadła z 7 do 4, a te z kolei tylko w ograniczony sposób były zabezpieczone przez nieliczne pozostałe jednostki wsparcia, co znacznie ograniczyło ich potencjał wojskowy (Kajetanowicz, 2021).

Jedynym elementem sił zbrojnych, który zachował wysoką zdolność bojową, były Siły Specjalne. W skład tego rodzaju wojsk wchodziły: Pułk Specjalny Komandosów, Grupa Reagowania Operacyjno-Manewrowego GROM, Morska Jednostka Działań Specjalnych Formoza oraz Jednostka Wsparcia Dowodzenia Agat

i Jednostka Zabezpieczenia Wojsk Specjalnych Nil. Wojska te, uznane w ramach NATO za obszar szczególnej kompetencji Wojska Polskiego, stopniowo rozbudowywano, przy czym ich dynamiczny rozwój nabrał tempa od 2007 r., po szerszym zaangażowaniu ich do działań w ramach misji ISAF w Afganistanie (Kajetanowicz, 2021).

Obecnie struktura Sił Zbrojnych RP opiera się na pięciu rodzajach wojsk: wojskach lądowych, siłach powietrznych, marynarce wojennej, wojskach specjalnych i wojskach obrony terytorialnej. W strukturze tej występuje również komponent specjalistyczny – Wojska Obrony Cybernetycznej, liczący ponad 2 tys. osób. Wojska Lądowe, stanowiące trzon polskiej armii, liczyły w 2020 r. 61,2 tys. żołnierzy służących w 4 dywizjach (trzech zmechanizowanych i jednej pancernej), brygadzie powietrzno-desantowej, brygadzie kawalerii powietrznej, brygadzie lotnictwa oraz pułkach: saperskich, inżynieryjnych i chemicznych (Kajetanowicz, 2021). Siły powietrzne w 2020 r. liczyły 16,5 tys. żołnierzy zorganizowanych w trzy skrzydła lotnicze: lotnictwa taktycznego, transportowego i szkolnego, oraz brygad przeciwlotniczej i radiotechnicznej. Marynarka wojenna, składająca się z flotyli okrętów, flotyli obrony wybrzeża oraz brygady lotnictwa, liczy około 7 tys. W siłach specjalnych w wymienionych wcześniej jednostkach służy około 36 tys. wojskowych. Około 17 tys. stanowią żołnierze obrony terytorialnej.

Dodatkowo około 18,8 tys. żołnierzy znajduje się w sztabach i dowództwach centralnych, jednostkach logistycznych, administracji i szkolnictwie wojskowym.

Obrona terytorialna jako stosunkowo nowa formacja, wymaga dodatkowego komentarza. Termin ten wywodzi się z LWP, kiedy to w 1959 r. powołano Wojska Obrony Terytorialnej. Jednostki te miały pełnić rolę obronną, kierowano do nich poborowych o niższej kategorii wojskowej, a szkolenie obejmowało szkolenie zawodowe i elementarne szkolenie wojskowe. Celem wojsk terytorialnych była ochrona infrastruktury w przypadku wybuchu wojny. Jednostki te zlikwidowano w 1989 r. (Mikołajczyk, Maślak, 2018).

Ponownie kwestia wojsk terytorialnych pojawiła się w 1998 r., kiedy w ramach „Koncepcji systemu obrony terytorialnej” zaproponowano sformowanie trzech brygad wojsk terytorialnych funkcjonujących w czasie pokoju, w sile około 1,5 tys. żołnierzy, które w przypadku wojny miały się rozrastać do sześciu brygad liczących 31,5 tys. Dalsze plany zakładały wzrost liczebności brygad terytorialnych w czasie pokoju do 9,5 tys. w 2003 r. i 10 tys. w 2012 r., a na czas konfliktu zbrojnego do 73 tys. w 2003 r. i około 132,5 tys. w 2012 r. (Zapałowski, 2016). Udało się stworzyć siedem

takich brygad. Niemniej jednak, zmiana władzy w latach 2001-2005 przyniosła demontaż powstałych brygad terytorialnych, początkowo do rangi batalionów, a następnie batalionów zmechanizowanych, które trafiły w struktury wojsk lądowych.

Powrót do koncepcji wojsk terytorialnych miał miejsce w 2016 r., kiedy to zatwierdzono koncepcję utworzenia WOT jako samodzielnego rodzaju sił wojskowych, liczących 17 brygad (po jednej w każdym województwie, w mazowieckim dwie). WOT miało zostać utworzone w czterech etapach zaplanowanych na lata 2016-2021. WOT liczyły w 2023 r. 31 484 żołnierzy TSW (Terytorialnej Służby wojskowej) oraz 4473 żołnierzy służby zawodowej. Sytuacja w Wojsku Polskim zaczęła się zmieniać pod wpływem czynników zewnętrznych. Pierwszym wydarzeniem, które podniosło rangę wojskowości na polskiej scenie politycznej, była pandemia COVID-19 w 2020 r., kiedy to do wsparcia funkcjonowania państwa w warunkach epidemii, musiano zaangażować Wojsko Polskie. Kolejnym czynnikiem wymagającym zaangażowania wojska był utrzymujący się od 2021 r. kryzys migracyjny na granicy z Białorusią. Najważniejszym inicjatorem przemian ilościowo – jakościowych w Wojsku Polskim stała się inwazja Rosji na Ukrainę w 2022 r. Zapowiedzi polityków sugerują zwiększenie liczebności armii w ciągu najbliższej dekady do 250-300 tys., wymianę sprzętu poradzieckiego i zakup nowego sprzętu wojskowego, co jest już realizowane na niespotykaną wcześniej skalę.

Planowane zwiększenie liczebności armii jest trudnym zadaniem, gdyż już obecnie Siły Zbrojne mają problem z uzupełnieniem braków kadrowych. Wynika to z panującego w kraju niżu demograficznego, uczestnictwa dużej grupy mężczyzn w wieku poborowym w wyjazdach emigracyjnych oraz małego zainteresowania służbą wojskową wśród obecnego młodego pokolenia. Niemniej państwo prowadzi działania mające na celu zabezpieczenie realizacji swoich potrzeb obronnych i zapewnienie kadr siłom zbrojnym. Mimo że od 2010 r. zniesiony został obowiązkowy pobór do wojska, wszyscy mężczyźni, którzy ukończyli 18. rok życia oraz kobiety posiadające kwalifikacje przydatne do służby wojskowej lub zamierzające nabywać takie kwalifikacje, podlegają rejestracji i kwalifikacji (Ustawa o obronie Ojczyzny). Czynności te mają na celu wprowadzenie do ewidencji wojskowej danych osób podlegających obowiązkowi obrony ojczyzny oraz ocenę zdolności fizycznych i psychicznych tych osób. Obowiązek rejestracji ciąży na samorządach gminnych, natomiast ocena stanu zdrowia i kwalifikacja do jednej z czterech kategorii zdrowotnych jest zadaniem wspólnym powiatowych i wojewódzkich komisji lekarskich, Szefa Wojskowego Centrum Rekrutacji oraz zwierzchników samorządów gminnych pod nadzorem wyższych organów władzy

samorządowej i administracji państwowej. Kwalifikacja oprócz wyznaczenia kategorii zdrowotnej, pozwala na wstępne przydzielenie poszczególnych osób do odpowiedniej formy świadczenia obowiązku obronnego, jak również przyjęcie wniosku do skierowania do służby zastępczej. Kwalifikacja wojskowa odbywa się corocznie, ale nie wiąże się ona z koniecznością odbycia służby wojskowej.

Obecnie rekrutacja do sił zbrojnych odbywa się w ramach programu Dobrowolnej Zasadniczej Służby Wojskowej. Program ten zapewnia kandydatom zapoznanie się z wojskiem, odbycie przeszkolenia i wybór przyszłej specjalizacji (Pietrzak, 2023). Służba trwa blisko 12 miesięcy i jest dwuetapowa. Najpierw odbywa się szkolenie podstawowe trwające 27 dni, które kończy się przysięgą wojskową. Drugi etap to szkolenie specjalistyczne na konkretnym stanowisku w wybranej jednostce wojskowej. Kandydaci do wojska mogą podjąć naukę na jednej z wyższych uczelni wojskowych, ukończyć kurs oficerski dla absolwentów uczelni wyższych lub zdobywać wybrane uprawnienia i kwalifikacje zawodowe. Uprawnienia są bezpłatne pod warunkiem zachowania terminu ukończenia dobrowolnej służby wojskowej - wcześniejsze jej zakończenie skutkuje koniecznością pokrycia przez żołnierza kosztów kursów szkoleniowych.

Nowy model werbunku do sił zbrojnych wiąże się z trudnościami w pozyskiwaniu dostatecznej liczby kandydatów. Dodatkowo wykazują oni niejednorodny poziom przygotowania merytorycznego i fizycznego. Wynika to z marginalizowania przez ostatnie dekady spraw wojska i wojskowości, spowodowanego obniżeniem ryzyka zagrożenia wojną oraz zacieśniającą się integracją europejską, dającą poczucie, że epoka wojen należy do przeszłości i obecnie wszystkie problemy międzynarodowe można rozwiązywać na drodze pokojowej. Skutkiem tych przemian było wycofanie z programów nauczania szkolnego zagadnień związanych z obronnością i zasadami funkcjonowania sił zbrojnych oraz możliwościach jej współpracy ze społeczeństwem cywilnym w sytuacji zagrożenia wywołanego różnymi czynnikami. Wiedza ta była przekazywana w ramach przedmiotu „przysposobienie obronne” i nie ograniczała się do tematyki wojennej, lecz obejmowała także tematykę sanitarno-medyczną, działania i profilaktykę w przypadku zagrożeń środowiska oraz sytuacji kryzysowych (Mazur, 1986). Przedmiot ten wycofano ze szkół ponadpodstawowych w 2012 r. argumentując tym, że przygotowywał on młodzież na czas wojny, a na trudne sytuacje w czasach pokoju powinien przygotowywać nowy przedmiot - edukacja dla bezpieczeństwa (Lorek, 2018). Marek Kowalski wskazuje

jednak na braki w edukacji w zakresie obronności, patriotyzmu i roli sił zbrojnych w społeczeństwie (Kowalski, 2018).

Współcześnie widoczna jest również zmiana mentalności młodzieży wynikająca z wychowania w kulturze zachodniej oraz ze zmiany stylu życia społeczeństwa i postępu cywilizacyjnego. Cechy tej mentalności to indywidualizm oraz stawianie na pierwszym miejscu samorealizacji i wolności osobistej. Konieczność rezygnacji ze swobód i podporządkowania się hierarchii jest jedną z przyczyn niechęci młodzieży do służby wojskowej (Czapliński, 2014). Również poprawa standardu życia, większe możliwości osiągnięcia rozwoju, zrobienia kariery i zdobycia majątku w sektorze prywatnym, czyni wojsko mało atrakcyjną perspektywą dla młodych ludzi (Dobrowolski, Jakubowska, 2020). W przeciwieństwie do państw o systemie autokratycznym, gdzie służba wojskowa oferuje liczne przywileje i korzyści finansowe w zamian za całkowitą lojalność, w Polsce korzyści z przynależności do sił zbrojnych nie są znaczące.

Z kolei Ryszard Cieliński sugeruje, że konsekwencje działań zbrojnych, jak zagrożenie utraty życia, trwałych urazów fizycznych oraz obciążania i traumy psychiczne utrudniające funkcjonowanie w społeczeństwie, tworzą negatywny obraz wojskowości w społeczeństwie (Cieliński, 2019).

Dostrzegając te wyzwania, resorty edukacji i obrony narodowej w roku szkolnym 1998/1999, podjęły współpracę nad eksperymentem dotyczącym klas o profilu wojskowym, znanym też jako klasy przysposobienia wojskowego. Celem tego przedsięwzięcia było opracowanie nowego, efektywnego systemu edukacji obronnej młodzieży, który umożliwiłby pozyskanie przeszkolonych wojskowo absolwentów szkół ponadpodstawowych na potrzeby sił zbrojnych. Dążono również do usprawnienia systemu szkolenia rezerw osobowych oraz obniżenia kosztów tego szkolenia, przy jednoczesnym utrzymaniu jego jakości. Oznaczało to, że w razie konfliktu zbrojnego lub innego kryzysu, absolwenci klas wojskowych mieli stanowić rezerwę ludzką Sił Zbrojnych RP i być częścią obrony terytorialnej, co miało zwiększać bezpieczeństwo kraju (Kaliński, 2004).

W okresie największej aktywności, na terenie całego kraju funkcjonowało 97 klas o profilu wojskowym. Uczęszczało do nich jednocześnie ponad 2800 uczniów. Finansowanie tego eksperymentu w szkołach, które wprowadziły profil wojskowy w roku 1999/2000, pochodziło z budżetów dowódców poszczególnych rodzajów sił zbrojnych (126/MON).

Istotnym krokiem w rozwoju koncepcji klas wojskowych było rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej i Sportu w sprawie warunków prowadzenia działalności innowacyjnej i eksperymentalnej przez publiczne szkoły i placówki z 2002 r. Zaowocowało ono tworzeniem klas „mundurowych” według autorskich programów opartych na współpracy z lokalnymi jednostkami wojskowymi, ale również innymi służbami mundurowymi, jak Policja, Państwowa Straż Pożarna czy Straż Graniczna. Rozwiązanie to pozwalało zapoznać się młodzieży ze specyfiką danej służby i utwierdzić się w swoich przekonaniach lub na wczesnym etapie zmienić decyzję co do swojej przyszłości. Rozwiązanie to miało zarówno aspekty pozytywne, ponieważ przygotowało do służby w konkretnej jednostce patronackiej, jak i negatywne, gdyż w skali kraju funkcjonowały klasy wojskowe prowadzone według różnych założeń, z różną formą i organizacją zajęć oraz różną ilością godzinową zajęć. Niemniej idea współpracy jednostki edukacyjnej z jednostką danych służb mundurowych jako podmiotem wspierającym, okazało się najlepszym rozwiązaniem pozwalającym wyselekcjonować i przygotować młode kadry do służby. Dzięki temu rozwiązaniu absolwent klasy mundurowej na etapie szkoły ponadpodstawowej zostaje przygotowany do pełnienia służby w jednostce wojskowej, bez dodatkowych szkoleń ogólnych (Wójcik, Dobrowolska, 2016).

Na bazie wcześniejszych doświadczeń Ministerstwo Obrony Narodowej w porozumieniu z Ministerstwem Edukacji Narodowej stworzyło program „Certyfikowane Wojskowe Klasy Mundurowe” zainaugurowany jesienią 2017 r. Projekt ten skierowany został do szkół ponadpodstawowych, które prowadziły klasy o profilu wojskowym i chciały uzyskać oficjalny certyfikat MON potwierdzający wysoki poziom szkolenia oraz zgodność z wymaganiami ministerstwa. Program nauczania w Certyfikowanych Wojskowych Klasach Mundurowych obejmował zarówno zajęcia teoretyczne, jak i praktyczne, które były prowadzone przez wykwalifikowanych instruktorów, często z udziałem czynnych żołnierzy. Program obejmował m.in. musztrę, zajęcia z taktyki, szkolenie strzeleckie, pierwszą pomoc, a także wiedzę z zakresu obronności i bezpieczeństwa narodowego. Uczniowie mieli możliwość uczestniczenia w obozach szkoleniowych, wizytach w jednostkach wojskowych oraz ćwiczeniach poligonowych. Taka współpraca umożliwiała młodzieży zdobycie praktycznych umiejętności oraz lepsze przygotowanie do służby wojskowej. Absolwenci mogli liczyć między innymi na:

- odbycie skróconej służby przygotowawczej dla ochotników, kończącej się złożeniem przysięgi wojskowej i przeniesieniem do rezerwy,
- preferencje w trakcie naboru do Wojsk Obrony Terytorialnej oraz innych rodzajów służby wojskowej,
- przyjęcie na studia wojskowe na preferencyjnych warunkach - dodatkowe punkty rankingowe w czasie rozmów kwalifikacyjnych.

Program CWKM został wygaszony, ostatnia jego edycja skończyła się w 2024 r.

Zamiast CWKM został utworzony przez MON program Oddziały Przygotowania Wojskowego (OPW). Projekt uruchomiony w 2020 r. jest dedykowany szkołom ponadpodstawowym (liceom i technikom) posiadającym klasy mundurowe o specjalności wojskowej, które zgłoszą chęć udziału w programie. Program zakłada 230 godzin szkolenia, z czego 53 godziny zajmuje szkolenie teoretyczne, a 177 godzin, to zajęcia praktyczne. Cykl szkoleniowy w ostatniej klasie kończy obóz treningowy obejmujący 50 godzin zajęć praktycznych. Zajęcia praktyczne z musztry bojowej, pokazów uzbrojenia i sprzętu wojskowego oraz pokazów prawidłowo wykonywanych przez żołnierza ćwiczeń wojskowych prowadzone są na terenie patronackiej jednostki wojskowej. Absolwent oddziału przygotowania wojskowego może skorzystać z możliwości odbycia 12-dniowego szkolenia podstawowego oraz otrzyma dodatkowe punkty w rekrutacji do uczelni wojskowych ([www.wojsko-polskie.pl](http://www.wojsko-polskie.pl); Rozporządzenie Ministra Obrony Narodowej z dnia 21 maja 2020 r. w sprawie szkolenia w oddziale przygotowania wojskowego – Dz.U. 2020 r. poz. 977).

Kolejnym programem stworzonym przez MON w celu pozyskania kadry dla Sił Zbrojnych RP jest projekt Branżowe Oddziały Wojskowe (BOW). Program kierowany jest do szkół branżowych I stopnia. Uruchomiony został w 2022 r. w 14 szkołach. Obejmuje trzy lata szkolne (120 ÷ 180 godzin). Większość zajęć odbywa się w jednostce patronackiej w obszarze szeroko rozumianej logistyki wojskowej. Oprócz szkolenia logistycznego uczniowie zdobywają także podstawową wiedzę ze szkolenia bojowego i podstaw wychowania wojskowego. Celem projektu jest, aby absolwenci BOW odbyli szkolenie podstawowe zakończone przysięgą wojskową w ramach dobrowolnej zasadniczej służby wojskowej ([www.wojsko-polskie.pl](http://www.wojsko-polskie.pl)).

## 1.2. Rola szkolenia klas mundurowych w rozwijaniu sprawności fizycznej

W szkołach średnich prowadzących klasy mundurowe, sprawność fizyczna stanowi jeden z istotnych elementów kształcenia i oceny przygotowania uczniów do przyszłych zadań w służbach mundurowych. Wysoka sprawność fizyczna to nie tylko obowiązek wynikający z ustawowych wymagań dla każdego żołnierza, a wcześniej ucznia klasy mundurowej, lecz także kluczowy czynnik wpływający na gotowość do efektywnego pełnienia służby zarówno w kraju, jak i na misjach pokojowych. Żołnierz o wysokiej sprawności fizycznej, przygotowany do działania w trudnych warunkach i odporny na stres, jest w stanie sprostać tym wymaganiom. Dlatego wychowanie fizyczne w klasach mundurowych, w tym monitorowanie sprawności fizycznej uczniów, jest integralnym elementem programu edukacyjnego, ponieważ wysoka sprawność fizyczna stanowi podstawę przygotowania do służby i została uznana w literaturze za kluczowy komponent szkolenia w formacjach mundurowych (Sokołowski, 2014).

Z kolei odpowiedni poziom aktywności fizycznej stanowi jeden z kluczowych elementów profilaktyki zagrożeń w szkoleniu klas mundurowych. Regularny trening fizyczny odgrywa istotną rolę zarówno w zapobieganiu różnego rodzaju zagrożeniom (kontuzje i urazy), jak i w eliminowaniu ich skutków. Dla przyszłych żołnierzy aktywność fizyczna nie tylko sprzyja poprawie zdrowia, sprawności oraz ogólnej zaradności życiowej, ale także pełni funkcję praktyczną, umożliwia nabycie umiejętności niezbędnych do działania w trudnych i zmiennych warunkach środowiska zewnętrznego (Ambroży, Ambroży, 2014). Dzięki temu kształtowane są cechy, które realnie wpływają na poziom bezpieczeństwa osobistego i zespołowego w sytuacjach kryzysowych.

Od uczniów szkół mundurowych/wojskowych, a później żołnierzy zawodowych wymaga się wyższego poziomu sprawności fizycznej niż od ogółu populacji, aby mogli sprostać różnorodnym operacjom wojskowym oraz obciążeniom związanym ze służbą wojskową (Roy i wsp., 2010). Indywidualna sprawność fizyczna jest kluczowym elementem w operacjach wojskowych, a historia wojskowości nieustannie podkreśla, jak ważny jest wysoki poziom zdolności fizycznych (Ciszek, Kumala, 2011; Knapik, East, 2014; Lisowski, Mihuta, 2013).

Jednym z czynników pozytywnie wpływających na zdrowie psychofizyczne młodzieży jest umiarkowana sprawność fizyczna. Badania wykazały (Kotarska et al., 2024), że uczniowie szkół średnich, którzy podejmują się większej aktywności fizycznej,

rzadziej skupiają się na swoich emocjach w trudnych sytuacjach i skuteczniej radzą sobie ze stresem.

Sprawność fizyczna jest jedną z podstawowych zdolności wymaganych od uczniów szkół mundurowych/wojskowych, następnie żołnierzy, do wykonywania przez nich obowiązków w sposób efektywny (Dyrstad i wsp., 2007; Elak, Antczak, 2008; Plavina, 2008).

Ogólna sprawność fizyczna to określony poziom rozwoju, wykształcenie zdolności motorycznych oraz kompleksowych struktur ruchu. Określa ona nie tylko poziom zdolności motorycznych, ale również umiejętności ruchowe oraz wzajemne zależności między nimi (Osiński, 2003). Celem sprawności fizycznej jest utrzymanie dobrego zdrowia fizycznego, co zmniejsza ryzyko wystąpienia chorób (Howley, Franks, 1997).

W antropomotoryce oprócz terminu „sprawność fizyczna” wyróżniono także pojęcie „sprawność motoryczna”, której poziom jest oceniany za pomocą testów zdolności motorycznych. Termin ten precyzyjniej odzwierciedla aspekty biologiczne, psychiczne i społeczne, ponieważ sprawność motoryczna może być przypisana do konkretnych ruchów człowieka. Rozwój sprawności motorycznej jest uzależniony od układu nerwowego, stanu zdrowia, rozwoju fizycznego oraz zainteresowań i umiejętności ruchowych. Sprawność motoryczna stanowi fundament, na którym opierają się liczne kluczowe funkcje życiowe i jest najczęstszą formą interakcji z otoczeniem (Sadziak i wsp., 2018).

Badania wykazują, że wysoki poziom sprawności fizycznej zmniejsza ryzyko urazów podczas treningu i misji oraz pozytywnie wpływa na efektywność działań. Sammito i wsp. (2021) przeprowadzili systematyczny przegląd literatury, który wskazuje, że nowoczesne programy treningowe w wojsku, oparte na treningu funkcjonalnym i motorycznym, prowadzą do istotnych popraw w zakresie wytrzymałości mięśniowej, mocy, siły oraz specyficznych zdolności fizycznych związanych z wykonywanymi zadaniami.

Rozwój motoryczny (ruchowy) uwarunkowany jest prawidłową budową i czynnością układu ruchu oraz sterującym wpływem układu nerwowego. Główną rolę odgrywa tu prawidłowa budowa i czynność układu kostno-stawowego i mięśniowego, kręgosłupa, tułowia i kończyn, zwłaszcza stóp. O przebiegu rozwoju motorycznego decydują też czynniki genetyczne (tzw. uzdolnienia ruchowe) i wpływy zewnętrzne (środowiskowe) (Kowalski, 2014).

Poziom ogólnej sprawności fizycznej jest określany przez poziom różnych zdolności motorycznych, a każdą z tych zdolności motorycznych można zmierzyć i wyrazić w jednostkach fizycznych. Do tego rodzaju pomiarów, analiz i porównań służą m.in. różne testy i próby (Poziomska-Piątkowska i wsp., 2018).

Osiński (2003) stwierdza, że predyspozycje motoryczne należy rozumieć jako wyłącznie te kategorie morfologiczne i fizjologiczne (biologiczne) budowy i funkcji organizmu człowieka, które bezpośrednio wpływają na efekty motoryczne. W związku z tym autor wyróżnia predyspozycje strukturalne, energetyczne i koordynacyjne. Według niego, wyróżnianie w tej grupie predyspozycji psychicznych jest dyskusyjne, ponieważ trudno określić, w jakim stopniu te właściwości stanowią „względnie elementarne cechy organizmu” (co przypisuje się predyspozycjom).

W warunkach postępu technicznego i wynikających z niego przemian cywilizacyjnych szczególnego znaczenia nabierają takie zdolności człowieka jak: szybkie reagowanie na różne bodźce (wzrokowe, słuchowe, czuciowe), właściwa orientacja w przestrzeni i czasie, precyzyjne różnicowanie ruchów, utrzymywanie równowagi w warunkach statycznych i dynamicznych, racjonalne dostosowanie działań ruchowych do zmieniających się warunków, integracja parametrów przestrzenno-czasowych i dynamicznych ruchu oraz prawidłowa rytmizacja ruchów. Są to niezwykle ważne elementy dla wszystkich z uwzględnieniem żołnierzy, a wcześniej uczniów szkół/klas mundurowych.

Wysoki poziom rozwoju koordynacyjnych zdolności motorycznych jest kluczowy dla racjonalnego i bezpiecznego wykonywania różnych zadań ruchowych. Jest to niezwykle istotne dla zachowania bezpieczeństwa podczas udziału w różnych zajęciach, ponieważ zapobiega licznym wypadkom, które mogą zdarzyć się zarówno podczas zajęć, jak i w życiu codziennym.

Trening z akcentem na kształtowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych, takich jak kinestetyczne różnicowanie, orientacja czasowo-przestrzenna, szybka reakcja, sprzężenie ruchów, zachowanie równowagi i rytmizacja ruchów, sprzyja doskonaleniu procesów sterowania, co uzewnętrzni się w wynikach prób technicznych (Sadowski i wsp., 2012).

Programy klas mundurowych w Polsce kładą duży nacisk na rozwój sprawności fizycznej uczniów poprzez zajęcia praktyczne oraz specjalistyczne ćwiczenia ruchowe, które przygotowują ich do wymagań stawianych w służbach mundurowych. Efektywność tego treningu nie została dotychczas zbadana. Wynika to głównie z faktu, że klasy

mundurowe są zjawiskiem nowym, podlegającym licznym transformacjom, odznaczającym się początkową dużą różnorodnością programów szkoleniowych. Dopiero uruchomienie projektu CWKM stworzyło jednolitą podstawę programową obejmującą kilkaset szkół. Realizują one program szkoleniowy ogłoszony centralnie przez Ministra Obrony Narodowej w rozporządzeniu w sprawie szkolenia w oddziale przygotowania wojskowego z 21 maja 2020 r. (Dz.U.2020.poz.977). Program obejmuje uczniów liceów ogólnokształcących oraz techników uczęszczających do oddziałów przygotowania wojskowego. Szkolenie wojskowe zakłada minimum 230 godzin nauki zarówno teoretycznej (53 godz.), jak i praktycznej (177 godz.) podzielonych na okres trwania nauki w danej klasie. W strukturze programu szkoleniowego przewidziano 12 godzin ćwiczeń sprawnościowych, mających przygotować absolwentów klas mundurowych do odbycia z wynikiem pozytywnym sprawdzianu sprawności fizycznej organizowanego podczas kwalifikacji zarówno do służby wojskowej, jak i kontynuacji nauki w jednej z akademii wojskowych. Równocześnie uczniowie realizują standardowy program wychowania fizycznego dla szkół ponadpodstawowych. Wobec powyższego, absolwentów OPW powinna charakteryzować ponadprzeciętna sprawność fizyczna.

Klasy mundurowe pełnią istotną rolę w rozwijaniu sprawności fizycznej uczniów poprzez systematyczne ćwiczenia, monitorowanie zdolności motorycznych i przygotowanie młodzieży do wyzwań stawianych w służbach mundurowych.

Niektóre elementy programów klas mundurowych wzorowane są na testach sprawności fizycznej stosowanych w wojsku, które służą przygotowaniu do wysiłków fizycznych wymaganych w służbach mundurowych (Army Combat Fitness Test - ACFT), który zastąpił tradycyjny test APFT. Nowy test składa się z sześciu zadań, w tym podnoszenia sztangi (martwego ciągu), rzutu piłką lekarską, pompek z rękami odrywającymi od podłoża, sprintu z przenoszeniem i przeciąganiem ładunków, podciągania nóg w zwisie oraz biegu na dwie mile. Test ten został zaprojektowany w celu lepszego odzwierciedlenia wymagań środowiska bojowego oraz poprawy gotowości operacyjnej sił zbrojnych.

### 1.3. Wybrane międzynarodowe testy sprawności fizycznej w szkoleniu służb mundurowych

W siłach obronnych Izraela (IDF) i policji izraelskiej od 2014 roku podstawą oceny sprawności fizycznej oraz postępu treningu jest test Bar-Or składający się

z zadań: podciągania na drążku, dipach i biegu na 3000m. Test wykonywany jest najczęściej trzykrotnie: przed szkoleniem, w połowie i na końcu kursu wojskowego (GarinMahal, 2025). Wykazano (Galily, et al., 2012), że test Bar-Or okazał się skutecznym narzędziem selekcji w przypadku wojskowych instruktorów przygotowania fizycznego (ang. Fitness Instructor).

FORCE (Fitness for Operational Requirements of CAF Employment) to test fizyczny wprowadzony w 2013 r. we wszystkich komponentach sił kanadyjskich jako element rutynowego przeglądu kondycji fizycznej żołnierzy. Został zaprojektowany, by symulować rzeczywiste operacyjne wymagania stawiane przed żołnierzami w warunkach bojowych (Gagnon, et al., 2015). Test składa się z czterech zadań wykonywanych sekwencyjnie, z przerwami pięciominutowymi: 20-metrowe sprinty („20m rushes”), podnoszenie worka (sandbag lift), przemieszczenie się z obciążeniem („intermittent loaded shuttle”) i przeciąganie worka (sandbag drag). Wyniki są przeliczane na punkty, gdzie medianę wyznacza poziom „brązowy”, a wyższe poziomy (srebro, złoto, platyna) odzwierciedlają wyniki o jedno, dwa lub trzy odchylenia standardowe powyżej mediany.

Badania Gagnon, et al., (2015) potwierdzają, że drugorzędym celem FORCE jest również promowanie zdrowia — test mierzy  $VO_2\max$  i obwód brzucha, a poziomy fitnessu są powiązane z ryzykiem zdrowotnym. Z kolei publikacja Reilly, et al., (2018), na temat wersji „FORCE Combat” (wymagającej marszu z ciężarem 35 kg i wykonania testu pod obciążeniem bojowym) wykazała, że jeden próbny cykl wystarczy do osiągnięcia stabilności wyników – co sugeruje dobrą wiarygodność testu.

Zadawalające ukończenie Candidate Fitness Assessment (CFA) jest jednym z wymogów przyjęcia do United States Military, Air Force, Naval, and Merchant Marine academies. CFA to test siły, zwinności, szybkości i wytrzymałości. Służy do przewidywania predyspozycji kandydata do programu fizycznego w Service Academies. CFA bada pięć podstawowych aspektów: siłę, wytrzymałość mięśniową, moc, prędkość, równowagę i wytrzymałość tlenową. Test składa się z sześciu ćwiczeń wykonywanych kolejno bez przerw: rzut piłką lekarską, podciągnięcia (lub flexed - arm hang dla kobiet), bieg wahadłowy („shuttle run”), brzuszki, pompki oraz bieg na dystansie jednej mili. Wyniki każdego zadania są przeliczane na skalę punktową (0–100), co pozwala na ocenę w różnych kategoriach sprawnościowych i zapewnia porównywanie kandydatów niezależnie od ich profilu fizycznego. CFA nie określa jednego minimalnego progu zaliczenia, lecz raczej wskazuje, że osiągnięcie średnich

lub ponadprzeciętnych wyników minimalizuje ryzyko niepowodzenia przy rekrutacji. CFA jest uznawany za wiarygodny i reprezentatywny wobec wymagań programów akademii wojskowych, co potwierdzają oficjalne materiały USNA oraz analizy ekspertów takich jak Stew Smith (USNA Admissions, 2025; Smith, 2020).

Pomimo wprowadzenia nowych standardów oceny sprawności wojskowych, pojawiają się wyzwania związane z ich implementacją. Badania wskazują na różnice w wynikach testów sprawnościowych w zależności od płci, wieku oraz dostępu do odpowiedniego sprzętu treningowego. Ponadto, istnieje potrzeba dalszych badań nad skutecznością nowych testów w kontekście ich wpływu na gotowość bojową oraz redukcję urazów wśród żołnierzy.

Zagadnienie oceny sprawności fizycznej w szkoleniu służb mundurowych w Polsce było podejmowane niejednokrotnie. Badania prowadzono wśród żołnierzy poborowych i zawodowych, kandydatów do szkół oficerskich oraz pozostałych funkcjonariuszy służb mundurowych (Sokołowski, 2014).

Dla przykładu jednym z elementów sprawdzających poziom sprawności żołnierzy zawodowych jest coroczny sprawdzian sprawności fizycznej przeprowadzany na podstawie Rozporządzenia Ministra Obrony Narodowej z dnia 12 lutego 2010 r. W ramach tego sprawdzianu żołnierze na różnych stanowiskach i w wielu korpusach zobligowani są do zaliczenia corocznych testów (Dz. U. z 2010 r. Nr 90, poz. 593; Kurowski, 2018).

Hicks, et al. (2025), analizowali zależności między wynikami ACFT a zdrowiem i bezpieczeństwem żołnierzy służby czynnej. Autorzy pragnęli ustalić, czy wprowadzenie ACFT wiąże się z większym ryzykiem urazów lub pogorszeniem zdrowia żołnierzy w porównaniu do wcześniejszego testu APFT. Badacze przeanalizowali obszerne dane obejmujące wyniki ACFT w różnych jednostkach wojskowych (po wdrożeniu testu w 2022 roku oraz dane medyczne z systemu obronnego USA (Defense Health Agency), aby określić częstość urazów oraz hospitalizacji związanych z aktywnością fizyczną i testami sprawnościowymi. Porównali ryzyko urazów w okresach przed i po wykonaniu ACFT oraz w zestawieniu z dotychczasowym testem APFT. Wykazano pod koniec okresu treningowego wzrost urazów przeciążeniowych, a w dniu testu kumulację urazów ostrych, ACFT nie powodował więcej urazów niż starszy test APFT. Żołnierze, którzy uzyskiwali niższe wyniki w ACFT lub nie zaliczali testu, byli o ok. 20 % bardziej narażeni na urazy w ciągu kolejnych 180 dni. Oznacza to, że sprawność fizyczna mierzona przez ACFT ma znaczenie

prognostyczne dla zdrowia żołnierzy. Osoby, które wielokrotnie przechodziły test ACFT rzadziej ulegały kontuzjom i urazom. Kobiet częściej ulegały urazom kończyn dolnych, mężczyźni częściej zgłaszali urazy kończyn górnych. Badanie rekomenduje systematyczny trening połączony z edukacją prewencyjną w celu obniżenia wskaźnika urazów podczas szkolenia i samego testu.

Użytecznym narzędziem w przygotowaniu do testu ACFT jest internetowy program treningowy oparty na zestawie TRX Elite ACFT Kit (zawierającym pasy TRX i taśmy oporowe). McDaniel, et al., (2023), wykazali skuteczność zdalnego, prowadzonego przez aplikację mobilną treningu, trwającego przez 12 tygodni po cztery godziny w tygodniu na przykładzie 13-tu żołnierzy Gwardii Narodowej USA. Dla badanej grupy skutek treningu średni wynik całkowitego testu ACFT wzrósł istotnie z 319,4 do 390,4 punktu, co stanowiło wzrost o około 22 %.

Użyteczność ACFT, nie tylko w ocenie sprawności fizycznej, ale i w kontekście realnych wysiłków bojowych, jak marsze w pełnym ekwipunku była obiektem badań (Withrow, et al., 2023). Celem było zbadanie związku między wynikami ACFT (wszystkie sześć zadań) a czasem wykonania marszu bojowego (TFM) o długości 6,44 km, z pełnym ładunkiem bojowym, w grupie 29 kadetów ROTC (20 mężczyzn, 9 kobiet). Wykazano, że wyniki niektórych elementów testu: wydolność aerobowa (2 mile run), wytrzymałość anaerobowa i siła tułowia (sprint-drag-carry oraz leg tuck) są kluczowe dla efektywności marszu bojowego, natomiast wyniki pozostałych zadań nie wpływają na szybkość marszu. Dodatkowo badanie potwierdziło istotny wpływ płci na wyniki testu ACFT, natomiast nie wykazało istotnego wpływu płci na ocenę marszu bojowego.

#### 1.4. Charakterystyka programu szkolenia klas mundurowych OPW w kontekście rozwoju zdolności motorycznych

Oddziały Przygotowania Wojskowego (OPW) funkcjonują w szkołach ponadpodstawowych na podstawie rozporządzenia Ministra Obrony Narodowej z dnia 21 maja 2020 r. Celem ich działalności jest przygotowanie młodzieży do pełnienia służby wojskowej oraz kształtowanie postaw patriotycznych i obronnych. Szkolenie realizowane jest w liceach ogólnokształcących (klasy I–IV) oraz technikach (klasy I–V), a jego zwieńczeniem jest obóz szkoleniowy odbywający się w ostatnim roku nauki. Według w/w rozporządzenia liczebność oddziału nie przekracza

30 uczniów. Zajęcia odbywają się na terenie szkoły, w jednostkach wojskowych patronackich bądź na obiektach dostosowanych do tematyki szkolenia. Minimalna łączna liczba godzin szkoleniowych wynosi 230 (53 godziny teorii i 177 godzin praktyki).

Cele programu szkoleniowego mają zarówno charakter ogólny, jak i szczegółowy. Jako cele ogólne szkolenia rozporządzenie wymienia:

- kształtowanie postaw patriotycznych i obronnych młodzieży,
- zdobycie wiedzy o funkcjonowaniu Sił Zbrojnych RP,
- przygotowanie do różnych form służby wojskowej (zawodowej, terytorialnej, kandydackiej, w rezerwach),
- rozwijanie zdolności obronnych i kompetencji przydatnych w służbie wojskowej.

Natomiast jako cele szczegółowe szkolenia wojskowego dokument wymienia:

- utrwalanie szacunku dla symboli narodowych, munduru i tradycji orężapolskiego,
- kształtowanie dyscypliny i postaw zgodnych z regulaminami wojskowymi,
- zaznajomienie z regulacjami prawnymi dotyczącymi pełnienia służby,
- rozwijanie umiejętności pracy zespołowej, komunikacji i odpowiedzialności,
- nabycie praktycznych umiejętności w zakresie: musztry, taktyki, posługiwania się bronią, udzielania pierwszej pomocy, oceny ryzyka i działań w sytuacjach zagrożenia,
- przygotowanie do bezpiecznego uczestnictwa w przedsięwzięciach obronnych państwa.

W ramach w/w programu uczniowie nabywają umiejętności oraz przyswajają wiedzę z zakresu pięciu bloków tematycznych:

1. Podstawy wychowania wojskowego rozumiane jako poznanie regulaminów wojskowych, musztry indywidualnej i zespołowej, zdobycie wiedzy o SZRP, zapoznanie się z dyscypliną wojskowa i ceremoniałami.
2. Szkolenie bojowe obejmujące takie zagadnienia jak: taktyka, szkolenie strzeleckie, rozpoznanie wojskowe, szkolenie inżynieryjno-saperskie, obrona przed bronią masowego rażenia (OPBMR), obrona przeciwlotnicza (OPL), terenoznawstwo, survival, ochrona i obrona obiektów.

3. Szkolenie logistyczne, czyli budowa i eksploatacja uzbrojenia i sprzętu wojskowego, zabezpieczenie logistyczne, profilaktyka przeciwpożarowa, BHP, ochrona środowiska.
4. Szkolenie medyczne, a więc: pierwsza pomoc, TCCC, zabezpieczenie miejsca zdarzenia, ewakuacja rannych.
5. Prawo wojskowe w formie podstawowych przepisów dotyczących służby wojskowej, ochrony informacji niejawnych oraz wybrane elementy Międzynarodowego Prawa Humanitarnego Konfliktów Zbrojnych.

Ze względu na charakter niniejszej pracy omówione zostały jedynie elementy szkolenia związane z aktywnością fizyczną, wywierające wpływ na zmianę zdolności motorycznych. Ćwiczenia fizyczne stanowią duży udział programu szkolenia – część praktyczna obejmuje 77 % czasu szkolenia, co świadczy o dużym nacisku położonym na kształtowanie sprawności fizycznej uczniów.

Podstawowym elementem szkolenia wojskowego jest musztra, na którą składają się ćwiczenie postaw: zasadniczej i swobodnej oraz zwrotów, oddawania honorów i marsze. Są to ćwiczenia ruchowe o charakterze statyczno-dynamicznym oparte na powtarzalnych ruchach, wymagających precyzji i koncentracji. Kształtują one takie cechy jak: wytrzymałość statyczną, zdolności kinestetyczne, równowagę i koordynację ruchową.

Znacznie bardziej intensywną formą szkolenia jest ćwiczenie taktyki i działań w terenie. Jest to intensywna aktywność realizowana często w warunkach dodatkowego obciążenia sprzętem, obejmująca umiejętności typu: marsz ubezpieczony, przemieszczanie się w szyku, działanie zespołowe w parach lub drużynach, czołganie i pokonywanie przeszkód terenowych. Trening taktyczny jest odpowiedzialny za rozwój wytrzymałości ogólnej i specjalnej, wzrost siły, szczególnie kończyn dolnych i tułowia, oraz szybkości, zwinności i koordynacji ruchowej.

Istotnym ćwiczeniem w programie szkoleniowym OPW jest trening strzelecki obejmujący oprócz nauki obsługi broni, również celowanie i przyjmowanie prawidłowych postaw strzeleckich (leżącej, klęczącej i stojącej) zarówno „na sucho”, jak i z wykorzystaniem amunicji ćwiczebnej. Ćwiczenie strzelectwa wymaga utrzymania stabilnej pozycji ciała, kontroli oddechu i precyzji, przez co doskonali koordynację wzrokowo - ruchową, zdolność koncentracji i utrzymywania równowagi oraz siłę izometryczną.

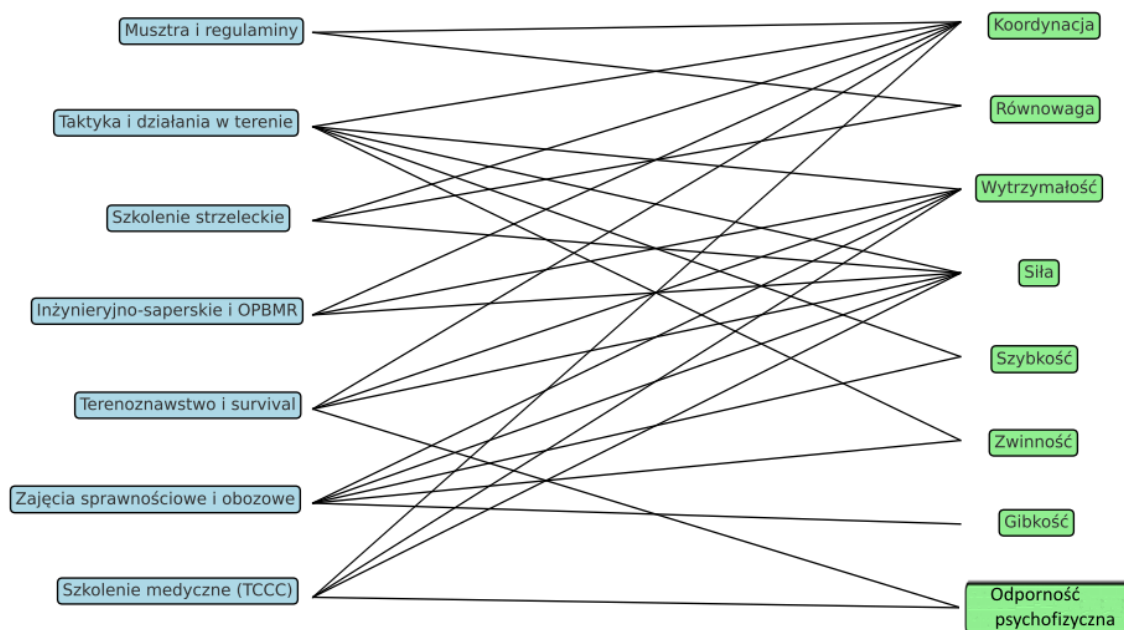
Podstawowe umiejętności inżyniersko - saperskie oraz zadania z zakresu obrony przed bronią masowego rażenia (OPBMR) – takie jak budowa umocnień, pokonywanie przeszkód, rozpoznawanie i oznakowanie skażeń czy praca w maskach i odzieży ochronnej – stanowią formę intensywnej aktywności fizycznej. W przypadku OPBMR wykonywane są one w warunkach ograniczonej mobilności, widoczności i utrudnionego oddychania, co sprzyja rozwojowi siły, wytrzymałości oraz sprawności funkcjonalnej, a także doskonali koordynację ruchową w sytuacjach obciążonych ograniczeniami sensorycznym.

Na trening zdolności motorycznych podczas terenoznawstwa i survivalu składają się przede wszystkim umiejętności orientowania się w terenie i marsze na azymut w trudnych warunkach środowiskowych, często w porze nocnej. Aktywność ta szczególnie angażuje układ oddechowo - krążeniowy i wyrabia umiejętność gospodarowania energią ze względu na długotrwałość treningu, ekspozycję na niskie temperatury, wilgotność i inne czynniki środowiskowe. Zajęcia tego typu poprawiają wytrzymałość tlenową, zwiększają siłę funkcjonalną i odporność na zmęczenie. Kształtują również koordynację przestrzenną. Zwiększana jest odporność na warunki atmosferyczne.

Podczas szkolenia obozowego w warunkach poligonowych mają miejsce ćwiczenia ogólnorozwojowe i sprawnościowe z wykorzystaniem torów przeszkód i placów ćwiczeń. Stopień opanowania doskonalonych umiejętności i sprawności ogólnej jest weryfikowany za pomocą testów kontrolnych.

Zakończeniem przekroju szkolenia fizycznego jest szkolenie medyczne obejmujące sposoby ewakuacji rannych oraz zasady udzielania pierwszej pomocy. Podczas zajęć ratowniczych, wymagających czynności wysiłkowych wykonywanych samodzielnie i zespołowo w warunkach stresu i zmęczenia, rozwijane są: siła fizyczna, koordynacja, wytrzymałość krótkotrwała i odporność psychiczna.

Podsumowując, trening praktyczny OPW przyczynia się do rozwoju takich zdolności motorycznych jak: siła fizyczna, wytrzymałość, szybkość, koordynacja, zwinność i gibkość oraz równowaga. Wpływ poszczególnych elementów szkolenia na dane zdolności motoryczne przedstawiono na rycinie 1.



**Ryc. 1. Powiązanie bloków szkoleniowych OPW z rozwijanymi zdolnościami motorycznymi**

Źródło: Opracowanie własne

Zestawienie to ukazuje, że program OPW ma charakter holistyczny, a różnorodność zadań praktycznych pozwala równolegle rozwijać wiele komponentów sprawności fizycznej. Dzięki temu stanowi on istotny czynnik kształtujący zmienność i dynamikę zdolności motorycznych młodzieży w klasach mundurowych, co ma kluczowe znaczenie w kontekście przygotowania do służby wojskowej i dalszej aktywności zawodowej.

Jednym z celów stawianych absolwentom klas mundurowych OPW jest podjęcie służby w SZRP. Elementem kwalifikacyjnym procesu rekrutacyjnego jest pozytywny wynik Testu Sprawności Fizycznej SZRP, na który składa się kombinacja czterech spośród wymienionych konkurencji:

- marszobieg na 3000 m,
- podciąganie się na drążku wysokim,
- uginanie i prostowanie ramion w podporze, leżąc przodem na ławeczce,
- bieg zygzakiem „koperta”,
- bieg wahadłowy 10 x 10 m (tylko mężczyźni),
- skłony tułowia w przód w ciągu 2 min.

Założeniem programu szkoleniowego OPW jest rozwinięcie zdolności motorycznych absolwentów do poziomu umożliwiającego przejście tej kwalifikacji.

## **2. Cel pracy, pytania i hipotezy badawcze**

### **2.1. Cel i zakres pracy**

Szkolenie realizowane w ramach zajęć w klasach mundurowych stanowi okres zwiększonej aktywności fizycznej uczniów. Dodatkowe lekcje wychowania fizycznego, ćwiczenia na poligonie oraz różnorodne formy aktywności ruchowej i specjalistycznej stanowią dla wielu uczestników istotną zmianę stylu życia. Regularność i intensywność tych zajęć sprzyjają wzrostowi poziomu aktywności ruchowej i mogą prowadzić do zmian w budowie morfologicznej oraz zdolnościach motorycznych, w tym w wybranych komponentach sprawności fizycznej.

Praca poświęcona ocenie reakcji organizmu uczniów klas mundurowych w zakresie wybranych zdolności motorycznych ma znaczenie praktyczne zarówno dla środowiska edukacyjnego, jak i dla służb mundurowych oraz instytucji odpowiedzialnych za przygotowanie przyszłych kadr wojskowych i paramilitarnych. Współczesne wyzwania związane z obronnością państwa oraz rosnące wymagania wobec osób podejmujących służbę mundurową sprawiają, że szczególnego znaczenia nabiera systematyczne kształtowanie sprawności fizycznej młodzieży oraz monitorowanie skutków tego procesu.

Ukierunkowane szkolenie w klasach mundurowych, którego wpływ na zdolności motoryczne analizuje niniejsza praca, sprzyja podnoszeniu poziomu sprawności fizycznej młodzieży i umożliwia lepsze dopasowanie działań szkoleniowych do indywidualnych możliwości uczniów. Uzyskane wyniki dostarczyły praktycznych wskazówek dla nauczycieli wychowania fizycznego, instruktorów wojskowych i decydentów edukacyjnych, ułatwiając dostosowanie programów nauczania do potrzeb badanego środowiska.

Zrozumienie dynamiki zmian parametrów motorycznych pod wpływem ukierunkowanego szkolenia umożliwia bardziej świadome planowanie działań szkoleniowych oraz ocenę przygotowania fizycznego kandydatów do służby na różnych etapach edukacji. Ma to znaczenie zarówno dla jakości przygotowania przyszłych żołnierzy i funkcjonariuszy, jak i dla bezpieczeństwa państwa oraz skuteczności realizacji zadań obronnych i porządkowych.

Praca posiada także wymiar społeczny – podkreśla znaczenie świadomego i ukierunkowanego podejścia do rozwoju sprawności fizycznej młodzieży, promując

postawy prozdrowotne i dyscyplinę, które są istotne nie tylko w kontekście służby mundurowej, ale również w codziennym życiu społecznym.

**Celem pracy była ocena zmian wybranych zdolności motorycznych uczniów klas mundurowych pod wpływem ukierunkowanego szkolenia oraz określenie różnic w tych zmianach w zależności od etapu edukacji i płci badanych.** Przeprowadzone badania ukazały rzeczywiste zmiany parametrów motorycznych i dostarczyły danych stanowiących wkład w rozwój nauk o kulturze fizycznej.

## 2.2. Pytania badawcze

1. Jakie zdolności motoryczne rozwijają się najintensywniej u uczniów szkół średnich uczestniczących w ukierunkowanym szkoleniu w oddziałach przygotowania wojskowego?
2. Jakie są zmiany w zdolnościach motorycznych między trzema etapami badań u uczniów szkół średnich uczestniczących w ukierunkowanym szkoleniu w oddziałach przygotowania wojskowego?
3. Jakie czynniki różnicują skuteczność ukierunkowanego szkolenia w zakresie rozwijania wybranych zdolności motorycznych uczniów w oddziałach przygotowania wojskowego?
4. W jaki sposób skuteczność ukierunkowanego szkolenia w rozwijaniu wybranych zdolności motorycznych jest zróżnicowana ze względu na płeć uczniów uczestniczących w oddziałach przygotowania wojskowego?

## 2.3. Hipotezy badawcze

- H1: Ukierunkowane szkolenie w oddziałach przygotowania wojskowego wpływa na rozwój zdolności motorycznych uczniów szkół średnich.
- H2: Tempo i kierunek zmian w zakresie zdolności motorycznych różnią się w zależności od etapu edukacji.
- H3: Skuteczność ukierunkowanego szkolenia w zakresie rozwoju wybranych zdolności motorycznych uczniów oddziałów przygotowania wojskowego zależy od m. in. organizacyjnych parametrów szkolenia, takich jak częstotliwość, intensywność i struktura treningu.
- H4: Ukierunkowane szkolenie sprzyja wszechstronnemu rozwojowi sprawności fizycznej, obejmującemu zarówno komponenty siłowo - wytrzymałościowe, jak i koordynacyjno – ruchowe ze względu na płeć badanych uczniów.

### **3. Materiał i metody badań**

#### **3.1. Charakterystyka grupy badanej**

Grupę badaną stanowili uczniowie z Zespołu Szkół Licealnych w Leżajsku. Do grupy badanej zostali zakwalifikowani uczniowie klas mundurowych (oddział przygotowania wojskowego - OPW).

Uczniowie ci realizowali program szkolenia OPW wg rozporządzenia Ministra Obrony Narodowej z dnia 21 maja 2020 r. Program obejmował 230 godzin szkolenia, na które składało się 53 godziny zajęć teoretycznych i 177 godzin zajęć praktycznych. Szkolenie było realizowane w klasach liceum I – III w postaci zajęć teoretycznych i praktycznych w ilości narastającej odpowiednio: 30 godzin w klasie I, 60 godzin w klasie II i 90 godzin w klasie III oraz w formie obozu szkoleniowego obejmującego 50 godzin zajęć praktycznych w IV klasie liceum.

Każdy z badanych wyraził zgodę na udział w badaniach/próbach i nie posiadał przeciwwskazań lekarskich do podejmowania wysiłku.

Badaniami została objęta grupa 56 uczniów ze zmienną dychotomiczną (25 kobiet i 31 mężczyzn) z uwzględnieniem lateralizacji (leworęczni – 1 kobieta i 2 mężczyzn).

Przy poziomie istotności ( $p = 0,05$ ), i założeniu wielkości populacji generalnej uczniów klas mundurowych (OPW) z woj. podkarpackiego (650 uczniów – średni wiek 16-17 lat) wielkość próby dla populacji wynosi 52 osoby.

- Badania zostały pozytywnie zaopiniowane i uzyskały zgodę Komisji Bioetycznej Okręgowej Izby Lekarskiej w Rzeszowie (decyzja nr 31/2023/B).
- Badania odbyły się w trzech etapach: w kwietniu 2023 r., w październiku 2023 r. oraz w kwietniu 2024 r. w ramach projektu pn. Międzypokoleniowy wymiar sprawności fizycznej po pandemii Covid-19.
- Kryteria włączenia: brak przeciwwskazań zdrowotnych do wykonywania prób i testów sprawnościowych, wiek 16-17 lat, zgoda na przystąpienie do badań.
- Kryteria wyłączenia: wycofanie zgody, brak uczestnictwa w pomiarach i testach, wykluczenie zdrowotne.

W badaniu udział wzięło 56 uczniów, w tym 31 mężczyzn (55,36 %) i 25 kobiet (44,64 %). Pomiary wybranych zdolności motorycznych wykonano w trzech okresach (Tabela 1).

**Tabela 1. Wyniki analizy częstości w badanej grupie**

	N	N skumulowane	%	Procent skumulowany
Kobiety	25	25	44,64	44,64
Mężczyźni	31	56	55,36	100,00

N – liczebność grupy, N skum. – liczebność skumulowana, % skum. – procent skumulowany

Źródło: badania własne

### 3.2. Metody badawcze

Badanie miało charakter quasi-eksperymentalny i zostało przeprowadzone w jednorodnym układzie jednej grupy (one-group design). Procedura badawcza obejmowała trzy pomiary realizowane w ciągu roku szkolnego. Oddziaływanie eksperymentalne polegało na systematycznej realizacji obozów oraz dodatkowych form szkoleniowych prowadzonych przez autora badania. Przyjęty schemat badawczy umożliwił ocenę zmian zachodzących w czasie pod wpływem zastosowanej interwencji, bez zastosowania grupy kontrolnej.

Brak grupy kontrolnej w niniejszym badaniu wynikał ze specyfiki środowiska edukacyjnego oraz charakteru szkolenia realizowanego w klasach mundurowych. Uczniowie objęci programem Oddziałów Przygotowania Wojskowego (OPW) stanowili grupę o ściśle określonym planie zajęć i rygorze szkoleniowym, którego nie sposób odtworzyć w innych grupach uczniów.

Z przyczyn etycznych i organizacyjnych nie było możliwe powołanie równoległej grupy kontrolnej nieuczestniczącej w szkoleniu, lecz poddanej tym samym pomiarom. Włączenie takiej grupy mogłoby zakłócić proces dydaktyczny, a różnice w liczbie godzin wychowania fizycznego i w strukturze zajęć pozalekcyjnych w szkołach ogólnych uniemożliwiłyby zachowanie porównywalnych warunków.

Analiza zmian w czasie w obrębie tej samej grupy badanej umożliwiła identyfikację kierunku i dynamiki zmian zdolności motorycznych pod wpływem ukierunkowanego szkolenia, bez konieczności stosowania zewnętrznej grupy odniesienia.

Analiza uzyskanych wyników badań charakteryzuje się znaczną szczegółowością oraz obszernością materiału empirycznego. W celu zachowania przejrzystości wyводу oraz uniknięcia nadmiernego rozbudowania zasadniczej części pracy, część charakterystyk opisujących wyniki kolejnych pomiarów w postaci tabelarycznych zestawień i komentarzy została umieszczona w aneksie, stanowiącym integralne uzupełnienie niniejszego opracowania.

Badania sprawności motorycznej zostały przeprowadzone w Uniwersyteckim Centrum Lekkoatletycznym Ośrodka Badań Innowacyjnych w Sporcie Uniwersytetu Rzeszowskiego. Są one częścią projektu ministerialnego "Międzypokoleniowy wymiar sprawności fizycznej po pandemii COVID-19" zrealizowanego we współpracy z Zespołem Szkół Licealnych w Leżajsku. Przed każdym testem uczniowie zostali poinformowani o procedurach i przebiegu badań.

Przed rozpoczęciem poszczególnych testów przeprowadzona została 15- minutowa rozgrzewka ogólnorozwojowa prowadzona przez jednego instruktora.

W ramach badań dokonano następujących pomiarów:

1. Wysokość ciała mierzono stadiometrem (SECA 213 Hamburg, Niemcy) z dokładnością do 1 mm.



**Ryc. 2. Stadiometr mobilny Seca 2013**

Źródło: [https://www.seca.com/pl\\_pl/produkty/wszystkie-produkty/szczegoly-produktu/seca213.html](https://www.seca.com/pl_pl/produkty/wszystkie-produkty/szczegoly-produktu/seca213.html)  
(Dostęp 28.10.2024)

Wykorzystanie stadiometru w badaniu jest uzasadnione, ponieważ pozwala na precyzyjny pomiar wysokości ciała, która jest istotnym parametrem antropometrycznym, mającym wpływ na inne parametry budowy ciała, jak wskaźnik BMI. Wysokość ciała może mieć istotny wpływ na predyspozycje osoby do danego rodzaju aktywności fizycznej.

2. Pomiaru masy ciała dokonano przy pomocy wagi elektronicznej „TANITA” DC-360, określając jednocześnie metodą bioelektrycznej impedancji następujące parametry składu ciała:

1. F % (Fat %) - procent tłuszczu.
2. FM (Fat Mass) - masa tłuszczu [kg].
3. FFM (Fat Free Mass) - masa beztłuszczowa [kg].
4. Muscle - masa mięśni [kg].
5. TBW (Total Body Water) - zawartość wody w organizmie [kg].

6. TBW (Total Body Water) - zawartość wody w organizmie [%].

7. Wartość wskaźnika masy ciała BMI.



**Ryc. 3. TANITA DC-360 waga i mobilny analizator składu ciała**

Źródło: <http://www.tanitapolska.pl/tanita-profesjonalna-mobilna-waga-i-analizator-składu-ciała-dc-360s.html> (Dostęp 28.10.2024)

Wybrana waga wykorzystuje metodę bioelektrycznej impedancji (BIA), która jest nieinwazyjna, szybka i dostarcza dokładnych danych o składzie ciała. Waga dla zadanej wartości wysokości ciała oblicza również wskaźnik masy ciała BMI. Dzięki temu urządzeniu można przeprowadzić pomiary na różnych etapach badania i analizować wpływ szkolenia na skład ciała jako jeden z parametrów stanu kondycji fizycznej.

3. Pomiar wytrzymałości tlenowej – przeprowadzony metodą biegowego testu Coopera. Uczestnicy badania biegli nieprzerwanie przez 12 minut po czym dokonano pomiaru dystansu, jaki każdy z nich pokonał. Celem testu było określenie maksymalnej wydolności tlenowej (tzw. pułap tlenowy  $V_{O_2max}$ ), która jest wyznacznikiem kondycji fizycznej. Kondycję fizyczną, w zależności od wieku i płci, określa się na podstawie pokonanego dystansu. Test biegowy Coopera jest jednym z najbardziej uznanych narzędzi oceny wydolności tlenowej (aerobowej). Szkolenie wojskowe, obejmujące intensywne marsze, biegi i inne formy aktywności fizycznej, znacząco wpływa

na rozwój wydolności aerobowej, dlatego biegowa wersja testu Coopera doskonale nadaje się do monitorowania wpływu szkolenia na kondycję fizyczną uczniów oraz monitorowanie ich postępów w trakcie programu OPW. Ogólnodostępne normy uwzględniające odmianę testu, płeć i wiek badanych pozwalają określić poziom ich wytrzymałości tlenowej. Dla badanej grupy norma przewiduje dystanse zobrazowane w tabeli 2.

**Tabela 2. Normy dla biegowego testu Coopera dla chłopców i dziewcząt w wieku 16-17 lat**

	Doskonale	Powyżej przeciętnej	Przeciętnie	Poniżej przeciętnej	Słabo
Kobiety	>2100m	2000-2100m	1700-1999m	1600-1699m	< 1600m
Mężczyźni	>2800m	2500-2800m	2300-2499m	2200-2299m	< 2200m

N – liczebność grupy, N skum. – liczebność skumulowana, % skum. – procent skumulowany

Źródło: Kusy, ZLA ZWF Poznań

[http://www.la.awf.poznan.pl/files/Biegi\\_wytrzym\\_jogging/Test\\_Coopera.pdf](http://www.la.awf.poznan.pl/files/Biegi_wytrzym_jogging/Test_Coopera.pdf)

4. Moc kończyn dolnych została oceniona za pomocą optycznego systemu pomiarowego Optojump NEXT. Test polegał na wykonaniu 3 prób, w skład których wchodziły: Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump z zamachem (CMJ) oraz CMJ bez zamachu. SJ polega na wykonaniu wyskoku z półprzysiadu, w którym kąt w stawie kolanowym wynosi 90 stopni, natomiast dłonie ułożone są na biodrach ćwiczącego. Próba CMJ zaczynała się w pozycji stojącej i polegała na wykonaniu wyskoku z zamachem kończyn górnych. Ostatnia próba CMJ bez zamachu wykonywana była z kończynami górnymi ułożonymi na biodrach. Moc maksymalną obliczano za pomocą formuły Sayersa (1999).



**Ryc. 4. Optyczny system pomiarowy Optojump NEXT**

Źródło: [www.optojump.com](http://www.optojump.com) (Dostęp 28.10.2024)

Optojump NEXT to zaawansowany optyczny system pomiarowy, który umożliwia dokładną rejestrację parametrów skoków pionowych, takich jak wysokość skoku, czas kontaktu z podłożem, fazy lotu oraz moc generowana podczas skoku. Szkolenie wojskowe, które obejmuje elementy siłowo-wytrzymałościowe, ma wpływ na te aspekty zdolności motorycznych. Optojump NEXT pozwala ocenić, jak trening wpływa na zdolność generowania siły eksplozywnej i mocy. Systemy pomiarowe tego typu były wykorzystywane do oceny siły eksplozywnej i mocy mięśniowej zawodników lekkoatletyki, gier zespołowych i sportów siłowych (Marković et al., 2004) oraz w kontrolowaniu i ocenie wyników sportowców (McMahon et al., 2016).

5. Siłę ścisku dłoni oceniano za pomocą skalibrowanego hydraulicznego dynamometru ręcznego (SAEHAN DHD-1, Seul, Korea) zgodnie ze standardową procedurą zalecaną przez Amerykańskie Towarzystwo Terapeutów Ręki. Uczestnicy zostali poproszeni o siedzenie na krześle z łokciami ustawionymi pod kątem  $90^\circ$  i wywarcie maksymalnej siły. Musieli trzykrotnie mocno ścisnąć dłońią lewą oraz prawą dynamometr. W analizie zanotowano najwyższy wynik z trzech pomiarów każdej dłoni. Siłę ścisku dłoni wyrażono w kilogramach (kg) (Tsekoura et al., 2018).



**Ryc. 5. Dynamometr SAEHAN DHD-1**

Źródło: <http://www.saehanmedical.com/sub/product/> (Dostęp 10.10.2024)

Siła ścisku dłoni jest powszechnie uznawana za wskaźnik ogólnej siły mięśniowej organizmu. Pomiar ten pozwala na ocenę efektywności programów treningowych, takich jak szkolenie wojskowe, które obejmuje również ćwiczenia rozwijające siłę kończyn górnych. Badania przeprowadzone przez Hogrel (2015) wskazują, że pomiar siły ścisku dłoni jest prostym i wiarygodnym testem do oceny siły mięśniowej, który może być stosowany w różnych populacjach, w tym wśród osób poddawanych intensywnym programom treningowym.

6. Do oceny zwinności zastosowano SKILLCOURT. Składa się on z boiska o wymiarach  $5 \times 5$  m z łącznie 11 polami i 65-calowym ekranem z przodu, który dostarcza treści testowe. Pozycja respondenta na boisku jest stale wykrywana przez system laserowy Lidar (obrazowanie, wykrywanie i określanie zasięgu światła) o częstotliwości 40 Hz. Zadania poznawcze i motoryczne są wyświetlane na ekranie, podczas gdy badany musi zareagować, przesuując się do jednego z okrągłych pól docelowych obok pola środkowego, reagując dolną kończyną podczas stania lub biegnąc do jednego z ośmiu kwadratowych pól (ryc. 5). W konsekwencji każdy test wykonywany na SKILLCOURT obejmuje reaktywny komponent motoryczny kończyn dolnych (krok lub lokomocja), co może zapewnić lepszą reprezentację wymagań motoryczno-poznawczych w sporcie w porównaniu z ocenami komputerowymi. Ponadto, dzięki możliwości wyboru okrągłych lub kwadratowych pól docelowych jako danych wejściowych, wymagania motoryczne zadania mogą być zróżnicowane. Gdy pola kołowe znajdują się obok pola docelowego, komponent motoryczny jest niższy,

a wydajność zależy bardziej od zdolności poznawczych, podczas gdy bieganie do kwadratowych celów wymaga wydajności zwinności. Ta elastyczna konfiguracja umożliwia wykonywanie testów zwinności z dodatkowym komponentem podejmowania decyzji poznawczych (zwinność reaktywna). Wykonano dwie próby - Random Star (uczestnik musiał dobiec do podświetlonego pola zewnętrznego i wrócić do środka, zanim zostało wskazane kolejne pole docelowe) i 50 m Random (badani nie musieli wracać na środkowe pole po dotarciu do pól docelowych, po wejściu na pole docelowe kolejne pole zapalało się w losowej kolejności) (Friebe et al., 2023).



**Ryc. 6. SKILLCOURT**

Źródło: <https://www.ortema-medicalfitness.de/aktuelles/16-training/geraetettraining?dt=1730232797590>  
(Dostęp 28.10.2024)

Zwinność, będąca hybrydą szybkości i koordynacji, obejmuje również reakcję, równowagę i orientację przestrzenną (Szopa i wsp., 1999).

Badanie przeprowadzone przez Hülsdünker i innych (2023) potwierdziło ważność technologii SKILLCOURT w ocenie zwinności i funkcji poznawczo-motorycznych. W badaniu tym uczestnicy wykonywali testy takie jak Star Run i Random Star Run, a wyniki wykazały wysoką korelację z tradycyjnymi testami zwinności, co potwierdza wiarygodność i trafność tych narzędzi w ocenie zdolności motorycznych.

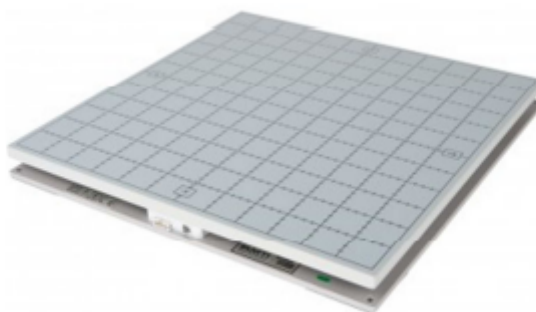
7. Stabilność posturalną analizowano za pomocą platformy dynamograficznej AMTI wykorzystującej czujniki tensometryczne. Zastosowano tzw. próbę Romberga. Osoba badana wykonała 2 próby równowagi. Pierwsza z nich polegała na swobodnym staniu na platformie, przy czym rozstaw kończyn dolnych był ustawiony na szerokość bioder, a kąt rozwarcia stóp względem siebie nie był w żaden sposób wymuszony, ręce były ułożone wzdłuż tułowia, natomiast głowa była ustawiona w pionie, a wzrok skierowany przed

siebie. Pomiar równowagi statycznej trwał 30 sekund. Drugi pomiar był analogiczny, przy czym osoba badana podczas próby miała oczy zamknięte.

Rejestrowana była trajektoria, odległość i szybkość przemieszczania się punktu COP podczas próby równowagi. Rejestrowane były trzy parametry:

- *ellipse* - parametr określający powierzchnię elipsy, w której porusza się środek ciężkości ciała (Center of Pressure, COP) [mm<sup>2</sup>],
- *path* - łączną długość trajektorii, jaką przebywa COP w danym czasie trwania próby [mm],
- *velocity* - prędkość przemieszczania się COP, czyli szybkość, z jaką badany wykonuje korekty w celu utrzymania równowagi [mm/s].

Próba Romberga jest uniwersalnym narzędziem, które można stosować w populacjach o różnym poziomie sprawności: od początkujących po sportowców. Może ona być efektywnym narzędziem do monitorowania postępu treningowego w zakresie równowagi i stabilności skutecznym zarówno w badaniach naukowych, jak i w praktyce treningowej do oceny skuteczności programów treningowych.



**Ryc. 7. Platforma dynamograficzna AMTI**

Źródło: <http://www.graphicdevices.co.in/amti.html> (Dostęp 28.10.2024)

### 3.3. Zakres zajęć realizowanych w programie Oddziału Przygotowania Wojskowego

Program szkolenia realizowany w Oddziale Przygotowania Wojskowego (OPW) obejmuje kompleksowy zestaw zajęć dydaktyczno-wychowawczych, których celem jest przygotowanie młodzieży do funkcjonowania w strukturach obronnych państwa oraz kształtowanie postaw proobronnych i obywatelskich. Zajęcia te mają charakter zarówno teoretyczny, jak i praktyczny i są realizowane w toku kilkuletniego szkolenia zasadniczego oraz końcowego obozu szkoleniowego

Do programu OPW zalicza się w szczególności zajęcia z zakresu podstaw wychowania wojskowego, obejmujące zapoznanie uczniów z regulaminami wojskowymi, musztrą, zasadami dyscypliny wojskowej, ceremoniałem oraz wiedzą o Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej. Istotnym elementem programu są również treści ukierunkowane na kształtowanie postaw patriotycznych, poszanowanie symboli narodowych oraz tradycji orężnych

Drugą zasadniczą kategorię stanowią zajęcia z zakresu szkolenia bojowego, w ramach, których realizowane są m.in. podstawy taktyki, szkolenie strzeleckie, rozpoznanie wojskowe, łączność, terenoznawstwo, elementy szkolenia inżyniersko-saperskiego oraz przetrwanie w warunkach środowiska naturalnego. Zajęcia te mają w przeważającej mierze charakter praktyczny i są prowadzone z wykorzystaniem infrastruktury wojskowej oraz wsparcia patronackich jednostek wojskowych

Kolejną grupę stanowią zajęcia logistyczne i zabezpieczające, obejmujące zagadnienia związane z budową i eksploatacją uzbrojenia i sprzętu wojskowego, zabezpieczeniem logistycznym działań, ochroną środowiska, bezpieczeństwem i higieną służby oraz profilaktyką pożarową. Uzupełnieniem programu są zajęcia medyczne, koncentrujące się na udzielaniu pierwszej pomocy, w tym elementach taktycznej opieki nad poszkodowanym

Integralnym elementem programu OPW są także zajęcia z wybranych przepisów prawa, w szczególności dotyczących służby wojskowej oraz ochrony informacji niejawnych. Całość szkolenia wieńczy obóz szkoleniowy, realizowany w ostatnim roku nauki, podczas którego uczniowie uczestniczą w intensywnych zajęciach praktycznych prowadzonych w warunkach zbliżonych do realiów służby wojskowej

Tak skonstruowany program OPW zapewnia spójne połączenie wiedzy teoretycznej z praktycznymi umiejętnościami oraz sprzyja wszechstronnemu przygotowaniu młodzieży do dalszych form aktywności w obszarze obronności i bezpieczeństwa państwa. Przykładowy scenariusz jednostki ćwiczebnej znajduje się w aneksie.

### 3.4. Metody statystyczne

W toku analizy zebranego materiału badawczego obliczono podstawowe miary statystyczne, takie jak: średnia, odchylenie standardowe, wartość minimum i maksimum, kwartyle 1 i 3, medianę oraz współczynnik zmienności. Dodatkowo

zbadano normalność rozkładów analizowanych zmiennych (test Shapiro-Wilka). W celu określenia występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy pomiarami, dla zmiennych posiadających rozkład normalny wykorzystano analizę ANOVA powtarzanych pomiarów, zaś dla pozostałych jej nieparametryczny odpowiednik – test Friedmana oraz wykonano testy post-hoc. W przypadku podziału grupy ze względu na płeć zastosowano testy: t-studenta oraz U Manna-Whitneya.

Moc szczytową skoków SJ, CMJ i CMJ z zamachem obliczono z wzoru Sayers'a (Sayers et al., 1999):

$$\text{Moc [W]} = (60.7) \times \text{wysokość wyskoku [cm]} + 45.3 \times \text{masa ciała [kg]} - 2055$$

Kwantyfikację różnicy w stabilności postawy między sytuacją, gdy osoba ma otwarte oczy, a gdy ma zamknięte oczy, określa współczynnik Romberga obliczany według następującego wzoru (Gagey M. et.al., 2001):

$$RR = \frac{EC - EO}{EC + EO} \cdot 100\%$$

gdzie:

RR – wskaźnik Romberga,

EC – wynik pomiaru w próbie z oczami zasłoniętymi,

EO – wynik pomiaru w próbie z oczami otwartymi.

W celu przeanalizowania dynamiki zmian poziomu badanych zdolności motorycznych zastosowano indeksy jednopodstawowe i łańcuchowe. Wartości indeksów dynamiki jednopodstawowych obliczono na podstawie wzoru:

$$i_{t/1} = \frac{y_t}{y_1}$$

gdzie:

t – analizowany moment,

$y_t$  – wartość zjawiska w analizowany momencie,

$y_1$  – wartość zjawiska w okresie bazowym. Za okres bazowy przyjęto wartość pierwszego pomiaru.

W przypadku indeksów łańcuchowych wartości wskaźników określono na podstawie następujących obliczeń:

$$i_{t/1} = \frac{y_t}{y_{t-1}},$$

gdzie:

$t$  – analizowany moment,

$y_t$  – wartość zjawiska w analizowany momencie,

$y_{t-1}$  – wartość zjawiska w okresie poprzedzającym analizowany moment.

Wszystkie analizy wykonano w oprogramowaniu Statistica v.13 na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## 4. Wyniki badań własnych

Szczegółowa charakterystyka porównawcza wyników kolejnych pomiarów kontrolnych

### 4.1. Budowa ciała

Porównanie średnich parametrów budowy ciała spośród trzech pomiarów (P1, P2 i P3), wykazało, że zaszły między nimi istotne zmiany. Parametry średnie, ich różnice oraz istotność na przestrzeni cyklu badawczego zaprezentowano w tabeli nr A 31.

**Tabela A 1. Różnice w budowie ciała badanych w trzech pomiarach**

Zmienna	Płeć	N	P1	P2	P3	d <sub>1-2</sub>	d <sub>1-3</sub>	d <sub>2-3</sub>
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$			
Wiek [lata]	K	25	16,41	16,76	17,28	-0,35	-0,87	-0,52
	M	31	15,76	16,07	16,58	-0,3	-0,82	-0,52
	Ogół	56	16,05	16,38	16,89	-0,32	-0,84	-0,52
Wysokość ciała [cm]	K	25	165,82	166,09	166,01	-0,26	-0,19	0,08
	M	31	174,72	175,24	176,29	-0,52	-1,57	-1,05
	Ogół	56	170,75	171,15	171,7	-0,41	-0,95	-0,55
Masa ciała [kg]	K	25	59,48	60,16	60,09	-0,68	-0,61	0,07
	M	31	62,13	62,74	65,28	-0,61	-3,16	-2,55
	Ogół	56	60,95	61,59	62,97	-0,64	-2,02	-1,38
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	K	25	21,53	21,68	21,7	-0,15	-0,17	-0,02
	M	31	20,29	20,34	20,95	-0,04	-0,65	-0,61
	Ogół	56	20,85	20,94	21,29	-0,09	-0,44	-0,35

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, P1...3 – pomiar 1-3, d<sub>1-2</sub> – różnica pomiędzy pomiarami 1 i 2,

BMI – wskaźnik masy ciała

Źródło: badania własne

### 4.2. Skład ciała

Zestawienie średnich parametrów składu ciała z kolejnych trzech pomiarów wraz z dzielącymi je różnicami przetestowanymi statystycznie przedstawia tabela A 32.

**Tabela A 2. Różnice w składzie ciała badanych osób w trzech pomiarach**

Zmienna	Płeć	N	P1	P2	P3	d <sub>1-2</sub>	d <sub>1-3</sub>	d <sub>2-3</sub>
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$			
FAT [%]	K	25	25,09	25,75	25,04	-0,66	0,04	0,7
	M	31	9,47	8,99	11,68	0,47	-2,22	-2,69
	Ogół	56	16,44	16,47	17,65	-0,03	-1,21	-1,18
FAT [kg]	K	25	15,51	16,02	15,84	-0,52	-0,33	0,19
	M	31	6,1	5,93	7,83	0,17	-1,73	-1,9
	Ogół	56	10,3	10,44	11,4	-0,14	-1,1	-0,97
FFM [kg]	K	25	43,97	44,14	44,26	-0,17	-0,28	-0,12
	M	31	56,03	56,79	57,46	-0,77	-1,43	-0,66
	Ogół	56	50,65	51,15	51,56	-0,5	-0,92	-0,42
MM [kg]	K	25	41,73	41,9	42	-0,16	-0,27	-0,11
	M	31	53,2	53,96	54,58	-0,76	-1,38	-0,62
	Ogół	56	48,08	48,57	48,97	-0,49	-0,89	-0,39
TBW [kg]	K	25	32,11	32,27	29,99	-0,16	2,12	2,28
	M	31	40,96	41,71	40,67	-0,75	0,29	1,04
	Ogół	56	37,01	37,5	35,9	-0,49	1,11	1,6
TBW [%]	K	25	54,72	54,28	----	0,44	54,72	54,28
	M	31	66,19	66,28	----	-0,08	66,19	66,28
	Ogół	56	61,07	60,92	----	0,15	----	----

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, P1...3 – pomiar 1-3, d<sub>1-2</sub> – różnica pomiędzy pomiarami 1 i 2, FAT – zawartość tłuszczu, FFM – masa beztłuszczowa, MM – masa mięśniowa, TBW – zawartość wody, % – procent, kg – kilogram

Źródło: badania własne

### 4.3. Wytrzymałość tlenowa

W przypadku kobiet dystans pokonany w teście Coopera systematycznie malał, z 1869,96 m (P1) do 1698,40m (P3), co było istotne statystycznie ( $p = 0,017$ ). Może to wskazywać na trudności w adaptacji do rosnącej intensywności treningów. W przypadku mężczyzn zauważalny jest nieznaczny progres pokonanego dystansu od P1 (2453,07 m) do P2 (2463,77 m), co nie było istotne statystycznie. Może to sugerować stabilność osiągniętego poziomu. Średnie dystanse i ich różnice uzyskane w poszczególnych pomiarach prezentuje tabela A 33.

**Tabela A 3. Różnice w poziomie wytrzymałości tlenowej badanych w trzech pomiarach (test Coopera – dystans [m])**

Płeć	N	P1	P2	P3	d <sub>1-2</sub>	d <sub>1-3</sub>	d <sub>2-3</sub>
		$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$			
K	25	1869,96	1846,1	1698,4	23,86	171,56	147,7
M	31	2453,07	2484,5	2463,77	-31,43	-10,71	20,73
Ogół	56	2192,75	2199,5	2122,09	-6,75	70,66	77,41

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, P1...3 – pomiar 1-3, d<sub>1..2..3</sub> – różnica pomiędzy poszczególnymi pomiarami

Źródło: badanie własne

#### 4.4. Siła eksplozywna

Średnia wysokość skoku (SJ - Squat Jump) wzrosła z 24,17 cm (P1) do 26,81 cm (P3) z bardzo wysokim prawdopodobieństwem ( $p = 0,001$ ). U kobiet poprawa siły eksplozywnej między P1 (18,32 cm) a P2 (19,04 cm) nie była istotna ( $p = 0,398$ ), bardziej prawdopodobny był okres od P2 do P3 (20,37 cm), w którym prawdopodobieństwo wyniosło  $p = 0,051$ , natomiast istotna była poprawa siły eksplozywnej kobiet na przestrzeni P1 – P3, ( $p = 0,002$ ).

W wysoku dosiężnym z miejsca bez zamachu CMJ\_bz u kobiet siła eksplozywna wzrosła z 19,81 cm (P1) do 21,22 cm (P3), u mężczyzn z 26,43 cm (P1) do 28,16 cm (P3), zaś prawdopodobieństwo wynosiło odpowiednio:  $p = 0,021$  u kobiet i  $p = 0,004$  u mężczyzn.

Natomiast w wysoku dosiężnym z zamachem podczas drugiego pomiaru cała grupa uzyskała gorsze wyniki końcowym pomiarze P3, cała grupa uzyskała wyższe średnie wartości siły eksplozywnej w stosunku do pierwszego pomiaru P1 - kobiety o 1,04 cm, co nie było istotne ( $p = 0,15$ ), zaś mężczyźni o 2,1 cm, co było wynikiem istotnym ( $p = 0,017$ ). Różnica między P2 i P3 w przypadku kobiet była istotna ( $p = 0,004$ ) i wynosiła 1,88 cm, u mężczyzn różnica wyniosła 2,08 cm i odznaczała się również wysokim prawdopodobieństwem ( $p = 0,011$ ).

Wartości średnie kolejnych pomiarów oraz dzielące je różnice przedstawia tabela A 34.

**Tabela A 4. Różnice w poziomie siły eksplozywnej w trzech pomiarach**

Zmienna	Płeć	N	P1	P2	P3	d <sub>1-2</sub>	d <sub>1-3</sub>	d <sub>2-3</sub>
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$			
SJ [cm]	K	25	18,32	19,04	20,37	-0,72	-2,05	-1,33
	M	31	28,88	30,47	31,99	-1,58	-3,11	-1,53
	Ogół	56	24,17	25,37	26,81	-1,2	-2,64	-1,44
CMJ_bz [cm]	K	25	19,81	19,12	21,22	0,69	-1,41	-2,1
	M	31	31,78	32,22	33,75	-0,44	-1,97	-1,53
	Ogół	56	26,43	26,37	28,16	0,06	-1,72	-1,79
CMJ_zz [cm]	K	25	22,91	22,07	23,95	0,84	-1,04	-1,88
	M	31	37,24	37,1	39,35	0,14	-2,1	-2,24
	Ogół	56	30,85	30,39	32,47	0,45	-1,63	-2,08

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, P1...3 – pomiar 1-3, d<sub>1,2-2...3</sub> – różnica pomiędzy poszczególnymi pomiarami

Źródło: badanie własne

Moc szczytowa średnia generowana podczas testu Squat Jump (SJ) w przypadku kobiet wzrosła z 1751,71 W (P1) do 1903,75 W (P3). Największy wzrost zaobserwowano między P1 a P3 (-152,04 W, p = 0,001) Różnica między P1 i P2 (-74,69 W, p = 0,109) i między P2 a P3 (-77,35 W, p = 0,094) nie była istotna statystycznie. U mężczyzn moc szczytowa wzrosła z 2512,35 W (P1) do 2844,37 W (P3). Wszystkie różnice (P1 - P2 równa -123,91 W, p = 0,023; P1 - P3 wynosząca -332,01 W, p = 0,001 i P2 - P3 równa -208,11 W, p = 0,001) były istotne statystycznie.

W wyskoku Countermovement Jump (CMJ) bez zamachu w grupie kobiet zanotowany wzrost wynosił od 1774,75 W w P1 do 1818,81 W w P2, i nie był istotny (p = 0,334), oraz do 1946,52 W dla P3 co było już wyraźnie istotne (p = 0,001). W przypadku mężczyzn wzrost między P1 (2501,29 W) a P2 (2614,19 W) był istotny (p = 0,003), a w P3 sięgnął 2707 W, co nie było istotne (p = 0,032). Test mocy szczytowej skoku na przestrzeni od P1 do P3 pokazał, że wzrosła ona istotnie zarówno dla kobiet, jak i mężczyzn - (p = 0,001) dla obu grup.

Podczas testu CMJ z zamachem w grupie kobiet przyrost mocy szczytowej średniej między P1 i P2 wyniósł tylko 34,84 W i nie był istotny statystycznie (p = 0,551), natomiast pomiędzy P2 i P3 odnotowano wzrost mocy o 114,36 W, co było istotne statystycznie (p = 0,004). W całym rocznym okresie szkolenia moc szczytowa kobiet wzrosła o 149,2 W, co również było istotne statystycznie (p = 0,001). W grupie mężczyzn wzrost między P1 i P2 wyniósł 77,65 W, co nie było istotne (p = 0,207),

z kolei pomiędzy P2 i P3 moc wzrosła o 136,09 W, co było mało istotne ( $p = 0,011$ ). Wzrost w rocznym okresie szkolenia (od P1 do P3) wynosił 184,92 W i był istotny statystycznie ( $p = 0,001$ ).

Obliczone wartości szczytowych mocy średnich i ich różnic zgromadzono w tabeli A 35.

**Tabela A 5. Różnice w poziomie mocy szczytowej uzyskanej w testach siły eksplozywnej w trzech pomiarach**

Zmienna	Płeć	N	P1	P2	P3	$d_{1-2}$	$d_{1-3}$	$d_{2-3}$
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$			
SJ [W]	K	25	1751,71	1826,40	1903,75	-74,69	-152,04	-77,35
	M	31	2512,35	2636,26	2844,37	-123,91	-332,01	-208,11
	Ogół	56	2172,78	2274,72	2424,45	-101,93	-251,67	-149,73
CMJ bz [W]	K	25	1774,75	1818,81	1946,52	-44,06	-171,78	-127,71
	M	31	2501,29	2614,19	2707,00	-112,90	-205,71	-92,81
	Ogół	56	2176,94	2259,11	2367,50	-82,17	-190,56	-108,39
CMJ zz [W]	K	25	1963,16	1998,00	2112,36	-34,84	-149,20	-114,36
	M	31	2832,99	2910,64	3046,72	-77,65	-213,74	-136,09
	Ogół	56	2444,67	2503,21	2629,59	-58,54	-184,92	-126,39

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, P1...3 – pomiar 1-3,  $d_{1..2..3}$  – różnica pomiędzy poszczególnymi pomiarami

Źródło: badania własne

#### 4.5. Siła izometryczna ścisku dłoni

W rozbiciu na grupy według płci wyniki testu wykazały również trend malejący. U kobiet średnia siła maleje w P3 (24,44 kg) w porównaniu do P1 (28,3 kg) i P2 (29,37 kg). Różnica  $d_{1-3}$  i  $d_{2-3}$  jest istotna statystycznie ( $p < 0,05$ ), co oznacza wyraźny spadek siły po 6 miesiącach ( $d_{1-3}$ ) i po 12 miesiącach ( $d_{2-3}$ ). U mężczyzn średnia siła również maleje w P3 (40,37 kg) w porównaniu do 42,75 kg (P1) i 43,74 kg (P2), choć spadek jest mniej wyraźny niż u kobiet. Istotność statystyczna występuje dla różnic  $d_{1-3}$  ( $p = 0,014$ ) i  $d_{2-3}$  ( $p = 0,001$ ), ale nie dla  $d_{1-2}$  ( $p = 0,453$ ).

Pomiary uścisku lewej dłoni w przypadku kobiet wskazały średnią wartość P3 (21,53 kg), która jest znacząco niższa od wartości P1 (26 kg) i P2 (26,63 kg). Istotne statystycznie różnice zaobserwowano w różnicach  $d_{1-3}$  i  $d_{2-3}$  ( $p = 0,001$ ). U mężczyzn spadek siły jest mniej widoczny, różnica między P1 a P3 ( $d_{1-3} = 1,54$  kg) jest istotna ( $p = 0,007$ ). Brak istotności u mężczyzn dla różnic  $d_{1-2}$  i  $d_{2-3}$ . W obu grupach zauważalny

jest spadek siły izometrycznej ścisku dłoni w trzecim pomiarze, co sugeruje pogorszenie wydolności w czasie. Spadek jest bardziej znaczący u kobiet niż u mężczyzn.

Obliczone wyniki średnie oraz różnice ich wielkości w cyklu trzech pomiarów kontrolnych przedstawiono w tabeli A 36.

**Tabela A 6. Różnice w poziomie siły izometrycznej ścisku dłoni badanej w trzech pomiarach**

Zmienna	Płeć	N	P1	P2	P3	d <sub>1-2</sub>	d <sub>1-3</sub>	d <sub>2-3</sub>
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$			
Prawa [kg]	K	25	28,3	29,37	24,44	-1,07	3,86	4,94
	M	31	42,75	43,74	40,37	-0,99	2,37	3,36
	Ogół	56	36,3	37,32	33,26	-1,03	3,04	4,07
Lewa [kg]	K	25	26	26,63	21,53	-0,63	4,47	5,1
	M	31	40,56	41,95	39,02	-1,39	1,54	2,93
	Ogół	56	34,06	35,11	31,21	-1,05	2,85	3,9

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, P1...3 – pomiar 1-3, d<sub>1..2..3</sub> – różnica pomiędzy poszczególnymi pomiarami

Źródło: badania własne

#### 4.6. Zwinność

W teście „Star Run” w rozbiciu na grupy wg płci u kobiet największy wzrost szybkości zanotowano na początku badania ( $d_{1-2} = 1,32$  s) przy  $p = 0,001$ , zaś między P2 i P3 przyrost szybkości był mniejszy (0,96 s) i mniej istotny ( $p = 0,133$ ). Różnica między pierwszym i ostatnim pomiarem wyniosła 2,29 s, i wynik ten jest istotny statystycznie ( $p = 0,001$ ). U mężczyzn wyniki na początku treningu były niewielkie ( $d_{1-2} = 0,4$  s) i nie potwierdziły istotnego wpływu treningu, natomiast w drugim etapie treningu nastąpił istotny ( $p = 0,001$ ) progres (1,23 s). Różnica P1 – P3 (1,64 s) wskazuje na istotny wpływ treningu na zwinność, aczkolwiek niższy niż u kobiet.

W przypadku testu (50 m run) wpływ treningu na zwinność jest dyskusyjny, progres zauważalny w pierwszym etapie badania ( $d_{1-2} = 0,53$  s) jest u mężczyzn praktycznie równoważony regresem w drugim etapie ( $d_{2-3} = -0,52$  s). Testowanie statystyczne wykazało nieistotność wpływu treningu na zwinność mężczyzn. U kobiet na pierwszym etapie ( $d_{1-2} = 1,44$  s) istotny był wzrost szybkości reakcji ( $p = 0,034$ ), natomiast później odnotowano nieistotny ( $p = 0,197$ ) wzrost szybkości reakcji dla różnicy  $d_{2-3}$  (-0,4 s). Nieistotny ( $p = 0,197$ ) był również symboliczny wzrost szybkości reakcji między pierwszym i trzecim pomiarem (0,3 s) zwinności kobiet.

Uzyskane średnie wyniki testów zwinności i ich zależności zaprezentowane zostały w tabeli nr A 37.

**Tabela A 7. Różnice w poziomie zwinności badanej w trzech pomiarach**

Zmienna	Płeć	N	P1	P2	P3	d <sub>1-2</sub>	d <sub>1-3</sub>	d <sub>2-3</sub>
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$			
Star run [s]	K	25	22,69	21,37	20,4	1,32	2,29	0,96
	M	31	20,05	19,65	18,41	0,40	1,64	1,23
	Ogół	56	21,23	20,41	19,3	0,81	1,93	1,11
50m run [s]	K	25	26,99	25,55	25,95	1,44	1,03	-0,4
	M	31	23,02	22,49	23,01	0,53	0,01	-0,52
	Ogół	56	24,79	23,86	24,33	0,94	0,47	-0,47

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, P1...3 – pomiar 1-3, d<sub>1..2...3</sub> – różnica pomiędzy poszczególnymi pomiarami

Źródło: badania własne

#### 4.7. Równowaga statyczna

Wyniki testu Romberga z otwartymi oczami z kolejnych trzech pomiarów u kobiet wskazują, że powierzchnia elipsy zakreślonej przez COP zmniejszyła się od 184 mm<sup>2</sup> (P1) do 141,28 mm<sup>2</sup> (P3), zmiany te z małym prawdopodobieństwem mogły być istotne statystycznie ( $p = 0,432$ ). Mężczyźni odnotowali na przestrzeni P1 do P3 zmniejszenie powierzchni elipsy COP o 74,9 mm<sup>2</sup>, co było istotne statystycznie ( $p = 0,005$ ). Obserwując etapy składowe pomiaru, można zauważyć istotną ( $p = 0,009$ ) zmianę badanej zmiennej pomiędzy P1 i P2 (58,32 mm<sup>2</sup>) oraz nieistotną ( $p = 0,536$ ) zmianę powierzchni elipsy (16,58 mm<sup>2</sup>) między pomiarami P2 i P3.

Długość wypadkowej ścieżki *path* na przestrzeni trzech pomiarów w kobiecej części grupy zmniejszyła się o ok. 14 mm. Nie było to istotne statystycznie ( $p = 0,181$  dla d<sub>1-3</sub>). Mężczyźni odnotowali początkowo wzrost długości wypadkowej z 199,65 mm (P1) do 224,29 mm (P2), by ostatecznie dla P3 (192,74 mm) osiągnąć różnicę d<sub>1-3</sub> = 6,9 mm nieistotną statystycznie ( $p = 0,181$ ).

Prędkość reakcji korekcyjnej postawy ujawniła spowolnienie reakcji u mężczyzn (analiza pomiaru środkowego (P2) d<sub>1-2</sub> = -0,81 mm/s). U kobiet odnotowano systematyczny wzrost prędkości reakcji pomiędzy kolejnymi etapami pomiaru (ponad 0,5 mm/s), jednak zmiany te nie osiągnęły poziomu istotności statystycznej

( $p = 0,297$ ). W przypadku mężczyzn istotną statystycznie ( $p = 0,042$ ) różnicę stwierdzono pomiędzy drugim a trzecim pomiarem ( $d_{2-3} = 1 \text{ mm/s}$ ).

Średnie wartości pomiarów parametrów COP i obliczone różnice zawarto w tabeli A 38.

**Tabela A 8. Różnice w poziomie równowagi statycznej w próbie Romberga z oczami otwartymi w trzech pomiarach**

Zmienna	Płeć	N	P1	P2	P3	$d_{1-2}$	$d_{1-3}$	$d_{2-3}$
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$			
ellipse [mm <sup>2</sup> ]	K	25	184	167,84	141,28	16,16	42,72	26,56
	M	31	227,16	168,84	152,26	58,32	74,9	16,58
	Ogół	56	207,89	168,39	147,36	39,5	60,54	21,04
path [mm]	K	25	202,56	188,16	174,12	14,4	28,44	14,04
	M	31	199,65	224,29	192,74	-24,65	6,9	31,55
	Ogół	56	200,95	208,16	184,43	-7,22	16,52	23,73
velocity [mm/s]	K	25	6,76	6,2	5,68	0,56	1,08	0,52
	M	31	6,68	7,48	6,48	-0,81	0,19	1,00
	Ogół	56	6,71	6,91	6,13	-0,2	0,59	0,79

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, P1...3 – pomiar 1-3,  $d_{1,2-2...3}$  – różnica pomiędzy poszczególnymi pomiarami, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP,

Źródło: badania własne

W próbie Romberga z zamkniętymi oczami powierzchnia elipsy COP w każdym kolejnym pomiarze sukcesywnie malała, aczkolwiek trend ten silniej zarysował się między pomiarem P2 i P3 ( $d_{2-3} = 37,11 \text{ mm}^2$ ,  $p = 0,001$ ) wobec nieistotnej ( $d_{1-2} = 13,95 \text{ mm}^2$ ,  $p = 0,346$ ) różnicy między pomiarem P1 i P2. Różnica pomiędzy P1 i P3 wyniosła  $51,05 \text{ mm}^2$  i była istotna ( $p = 0,001$ ). W grupie kobiet powierzchnia elipsy COP malała odpowiednio od  $149 \text{ mm}^2$  (P1), poprzez  $125,68 \text{ mm}^2$  w P2, aż do  $111,8 \text{ mm}^2$  (P3), co było istotne statystycznie ( $p = 0,042$ ). W rozbiciu na okresy składowe prawdopodobieństwo istotności jest niskie, jedynie dla różnicy  $|d_{1-3}$  prawdopodobieństwo ( $p = 0,015$ ) jest istotne. Wśród mężczyzn widoczny jest również trend malejący od  $163,55 \text{ mm}^2$  (P1), poprzez  $157,16 \text{ mm}^2$  (P2), do  $101,32 \text{ mm}^2$  (P3), co jest istotne statystycznie ( $p = 0,001$ ). Dla etapu P2 – P3 różnica  $d_{2-3}$  również jest istotna ( $p = 0,001$ ), podobnie jak różnica  $d_{1-3}$  pomiarów P1 – P3 ( $p = 0,001$ ). Etap P1 – P2 nie był natomiast istotny statystycznie ( $p = 0,463$ ).

Wypadkowa ruchu COP w próbie z zamkniętymi oczami w grupie kobiet w każdym z pomiarów malała o blisko 20 mm. Wyniki pomiarów P1 - P3 były istotne statystycznie ( $p = 0,042$ ). Poszczególne różnice nie były istotne ( $d_{1-2} - p = 0,556$ ;  $d_{2-3} - p = 0,060$ ), zaś różnica dla całego okresu badania ( $d_{1-3}$ ) była istotna statystycznie ( $p = 0,015$ ). W przypadku mężczyzn między P1 i P2 nastąpił wzrost długości wypadkowej o 28,52 mm, by następnie w okresie P2 – P3 wartość wypadkowej zmalała o 55,32 mm, zaś rozkład wyników był istotny statystycznie ( $p = 0,023$ ). Dla  $d_{2-3}$  wynik był istotny statystycznie ( $p = 0,006$ ), dla różnic  $d_{1-2}$  i  $d_{1-3}$  prawdopodobieństwo było poniżej założonej granicy istotności.

Średnie wartości szybkość reakcji korekty postawy w grupie kobiet wykazują liniowy trend malejący. Każdy kolejny pomiar przynosił średnią niższą o 0,6 mm/s. Wyniki zawierały się w przedziale od 8,12 mm/s do 6,92 mm/s. Żadna z obliczonych różnic nie była istotna statystycznie. U mężczyzn szybkość reakcji między P1 i P2 znacznie wzrosła z 8,26 mm/s do 9,19 mm/s, by zmaleć w P3 do 7,26 mm/s. Wyniki testu były istotne statystycznie ( $p = 0,011$ ). Również różnica  $d_{2-3}$  była istotna statystycznie ( $p = 0,002$ ). Różnice obliczone dla przedstawionych w tabeli A 9 współczynników nie są w żadnym rozważanym układzie istotne statystycznie.

**Tabela A 9. Różnice w poziomie równowagi statycznej w próbie Romberga z oczami zamkniętymi w trzech pomiarach**

Zmienna	Płeć	N	P1	P2	P3	$d_{1-2}$	$d_{1-3}$	$d_{2-3}$
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$			
ellipse [mm <sup>2</sup> ]	K	25	149	125,68	111,8	23,32	37,20	13,88
	M	31	163,55	157,16	101,32	6,39	62,23	55,84
	Ogół	56	157,05	143,11	106,00	13,95	51,05	37,11
path [mm]	K	25	244,52	227,52	208,68	17	35,84	18,84
	M	31	244,36	272,87	217,55	-28,52	26,81	55,32
	Ogół	56	244,43	252,63	213,59	-8,2	30,84	39,04
velocity [mm/s]	K	25	8,12	7,52	6,92	0,6	1,2	0,6
	M	31	8,26	9,19	7,26	-0,94	1	1,94
	Ogół	56	8,2	8,45	7,11	-0,25	1,09	1,34

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, P1...3 – pomiar 1-3,  $d_{1,2-2...3}$  – różnica pomiędzy poszczególnymi pomiarami, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP,

Źródło: badania własne

Współczynnik Romberga dla długości ścieżki COP, biorąc pod uwagę wyniki pierwszego i trzeciego pomiaru ( $P1 = 8,88 \%$ ,  $P3 = 7,54 \%$ ) malał, było to zjawisko wspólne dla kobiet i mężczyzn, natomiast wynik pomiaru  $P2 = 9,19 \%$  pozwala stwierdzić, że prawdopodobieństwo trendu malejącego jako efektu treningu jest niewielkie ( $p = 0,84$  dla  $d_{1-3}$ ).

Wyznacznik prędkości przemieszczania się COP (*RR\_velocity*) również zmniejszał się. Średnie wartości pomiarów wynosiły  $P1 - 9 \%$ ,  $P2 - 9,53 \%$  i  $P3 - 7,68 \%$ . Odmienny układ budują wyniki pomiarów dla kobiet ( $8,7 \%$  –  $9,87 \%$  –  $9,95 \%$ ), wskazujące na sukcesywny spadek szybkości COP. Natomiast w przypadku mężczyzn pierwsze dwa pomiary dają wynik prawie jednakowy ( $P1 - 9,25 \%$ ,  $P2 - 9,26 \%$ ), natomiast trzeci pomiar świadczy o przyśpieszeniu prędkości korygowania postawy.

Obliczone wartości średnich współczynników dla poszczególnych pomiarów przedstawiono w tabeli A 40.

**Tabela A 10. Różnice w wartościach współczynnika Romberga w trzech pomiarach**

Zmienna	Płeć	N	P1	P2	P3	$d_{1-2}$	$d_{1-3}$	$d_{2-3}$
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$			
RR_ellipse [%]	K	25	-11,56	-14,62	-7,61	3,06	-3,96	-7,01
	M	31	-16,74	-4,62	-17,06	-12,12	0,32	12,44
	Ogół	56	-14,43	-9,09	-12,84	-5,34	-1,59	3,76
RR_path [%]	K	25	9,20	9,52	8,79	-0,32	0,41	0,73
	M	31	8,61	8,93	6,53	-0,32	2,09	2,41
	Ogół	56	8,88	9,19	7,54	-0,32	1,34	1,66
RR_velocity [%]	K	25	8,70	9,87	9,95	-1,17	-1,25	-0,09
	M	31	9,25	9,26	5,84	-0,02	3,41	3,42
	Ogół	56	9,00	9,53	7,68	-0,53	1,33	1,86

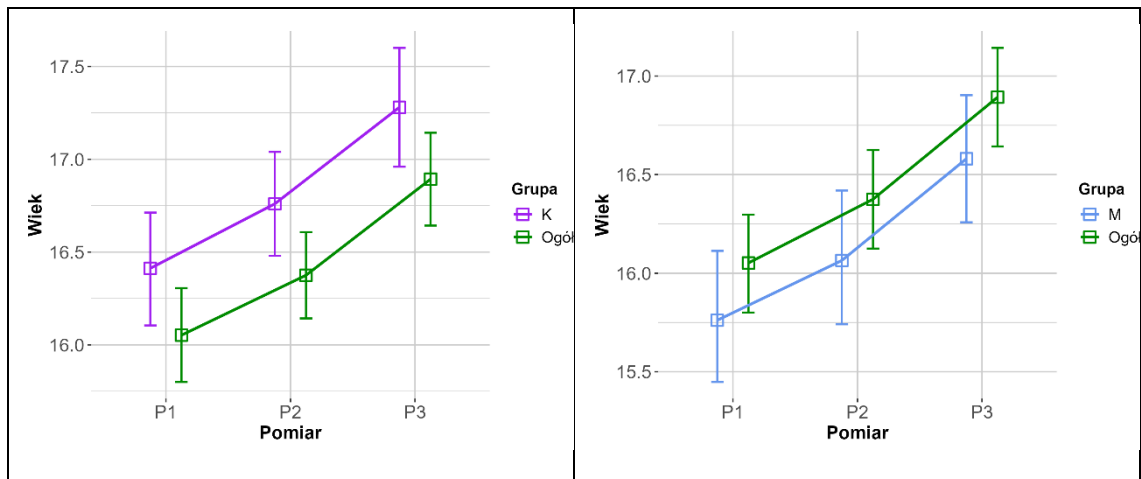
N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, P1...3 – pomiar 1-3  $d_{1..2..3}$  – różnica pomiędzy poszczególnymi pomiarami, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

## 5. Zmiany w budowie somatycznej i wybranych zdolnościach motorycznych w badanym okresie

### 5.1. Budowa ciała

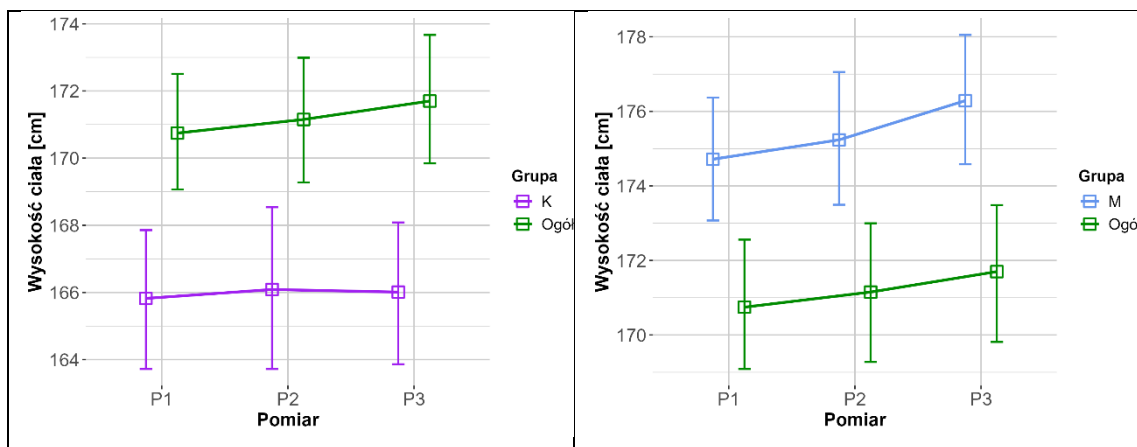
W trakcie trzech cykli pomiarowych uczestnicy badania podlegali naturalnemu procesowi starzenia się, co zostało uwzględnione w analizach statystycznych. Zjawisko to odpowiada typowemu trendowi demograficznemu, zgodnie z którym wraz z upływem czasu, średni wiek próby ulega systematycznemu wzrostowi. Proces ten wpływa na obserwowane zmiany w poziomie sprawności fizycznej, zwłaszcza w przypadku osób młodych, znajdujących się na etapie zakończenia dojrzewania i wchodzenia w okres wczesnej dorosłości. Relację wieku obu analizowanych grup w odniesieniu do całej populacji badanej ilustruje rycina 8.



Ryc. 8. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla wieku badanych

Źródło: badania własne

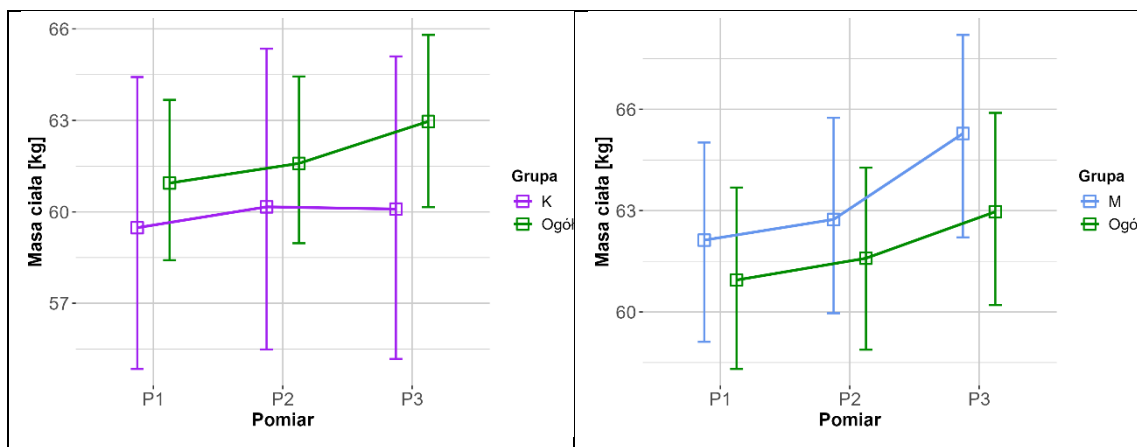
Zmiana wysokości ciała na przestrzeni kolejnych cykli badania jest uzależniona od płci respondentów. U mężczyzn zaobserwowano istotny wzrost wysokości ciała (wartość średnia 174,72 cm na początku szkolenia i 176,29 cm na jego zakończeniu), ( $p < 0,001$ ). Zmiana wysokości ciała była szczególnie wyraźna między P2 a P3 ( $p = 0,003$ ), co może być związane z fazą dojrzewania, która zbiegała się z intensywnymi treningami. W przypadku kobiet zmiany wysokości ciała były nieistotne statystycznie ( $p = 0,742$ ), co sugeruje, że okres intensywnych zmian wzrostowych mógł zakończyć się przed rozpoczęciem programu treningowego, tym bardziej, że średni wiek kobiet był wyższy. Opisane relacje ilustruje rycina 9.



Ryc. 9. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla wysokości ciała badanych

Źródło: badania własne

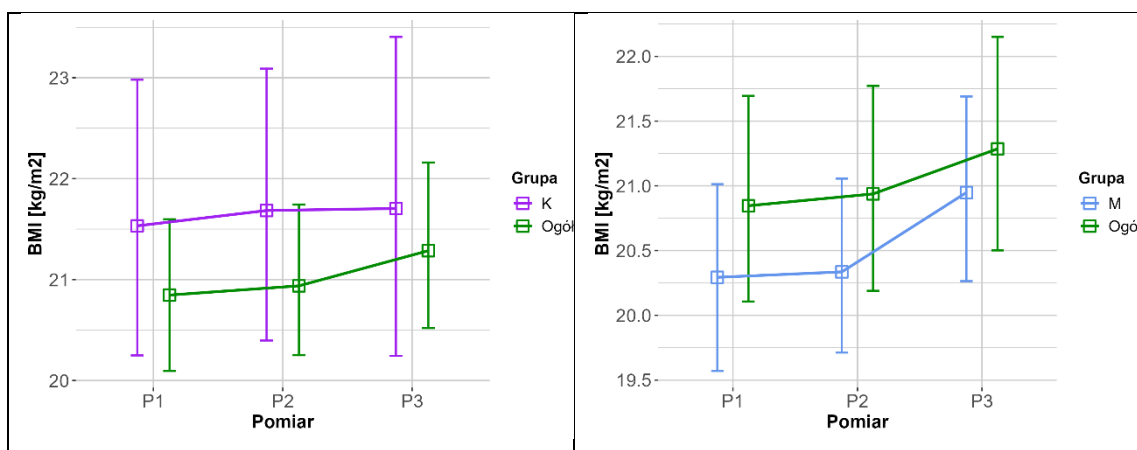
Masa ciała badanych uczniów między poszczególnymi pomiarami ulegała zmianie ze szczególnym uwzględnieniem płci badanych. W grupie kobiet masa ciała zmieniła się nieznacznie, od 59,48 kg (P1) do 60,09 kg (P3), co było nieistotne statystycznie ( $p = 0,595$ ). To może sugerować stabilność masy ciała pomimo intensywności treningu, co wskazuje na adaptację metaboliczną lub utrzymanie równowagi między przyrostem mięśni a spalaniem tłuszczu. W przypadku mężczyzn masa ciała wzrosła z 62,13 kg (P1) do 65,28 kg (P3), co było istotne statystycznie ( $p < 0,001$ ). Największy wzrost nastąpił między środkowym a końcowym pomiarem, był on również istotny statystycznie ( $p = 0,001$ ), graficznie zobrazowane zostało to na rycinie 9. Wynik ten wskazuje na przyrost masy mięśniowej, co potwierdzają równoległe zmiany w FFM (beztłuszczowej masie ciała). Alternatywną koncepcją jest uznanie wpływu zmian rozwojowych odmiennych dla każdej z płci, dodatkowo zwiększonego istotną ( $p = 0,010$ ) różnicą wieku na korzyść kobiet. Teorię tę zdaje się potwierdzać nieistotny przyrost wysokości ciała kobiet wobec istotnego zwiększenia wysokości ciała mężczyzn.



Ryc. 10. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla masy ciała badanych

Źródło: badania własne

Wskaźnik masy ciała BMI w grupie badanych wykazywał istotny trend rosnący pomiędzy P1 a P3 ( $p = 0,003$ ) oraz P2 a P3 ( $p = 0,001$ ). Trend ten nie obejmował kobiecej części grupy, dla której zmiana wskaźnika BMI nie była istotna. Wzrost wskaźnika BMI, jeśli następował wraz z przyrostem masy mięśniowej i szkieletowej, nie jest zjawiskiem negatywnym i mógł być wynikiem zmian rozwojowych połączonych z intensywnym treningiem. Brak istotnej zmiany BMI u kobiet, przy założeniu podobnej intensywności treningu, mógł wynikać z innych nawyków żywieniowych, odmiennego metabolizmu lub innej fazy rozwoju biologicznego. Zmiany średniego wskaźnika BMI mężczyzn oraz kobiet na tle całej grupy przedstawia rycina 11.



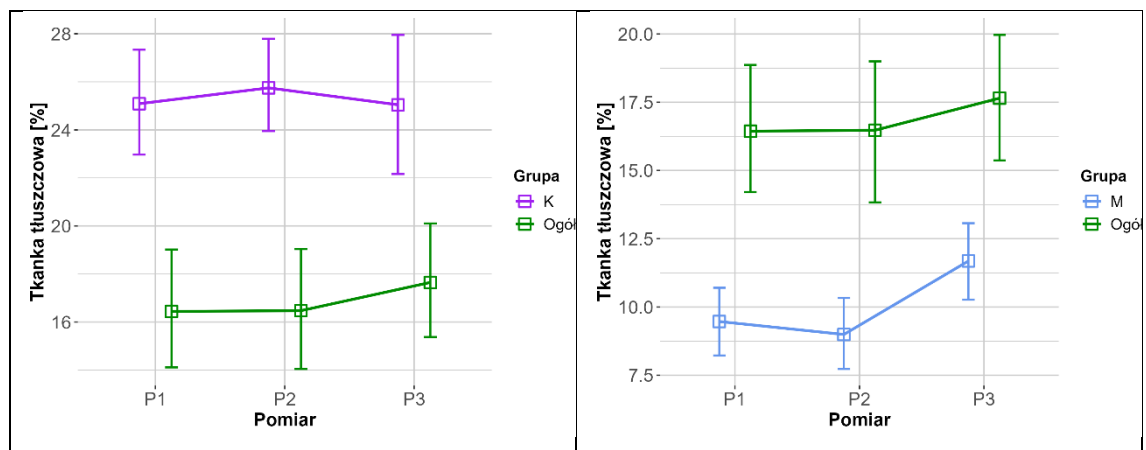
Ryc. 11. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla wskaźnika BMI badanych

Źródło: badania własne

## 5.2. Skład ciała

Skład ciała uczestników badań między kolejnymi pomiarami kontrolnymi ulegał zmianom, a zakres zmian w czasie najczęściej był uzależniony od płci badanych, niektóre zmiany były z dużym prawdopodobieństwem istotne, część z nich była nieistotna statystycznie.

Zawartość procentowa tłuszczu między pierwszym a drugim pomiarem wzrosła z 16,44 % do 16,47 %, co nie było istotne, natomiast wzrost FAT w trzecim pomiarze do 17,65 % w stosunku do P1 ( $p = 0,006$ ), był już istotny. Może to wskazywać na adaptację metaboliczną, która nastąpiła po intensywnym początku treningu. W podziale według płci, powyższe spostrzeżenia dotyczą również mężczyzn - w tej grupie wzrost między pierwszym a trzecim pomiarem był istotny ( $p = 0,005$ ), podobnie było między drugim a trzecim pomiarem ( $p = 0,001$ ). Natomiast w przypadku rozkładu zawartości tłuszczu u kobiet w czasie treningu nie były one istotne ( $p = 0,262$ ). Może to świadczyć o tym, że specyfika ukierunkowanego szkolenia nie sprzyjała redukcji tkanki tłuszczowej u kobiet, lub trenowały one w sposób mniej intensywny. Interpretację graficzną zaobserwowanego zdarzenia przedstawia rycina 12.

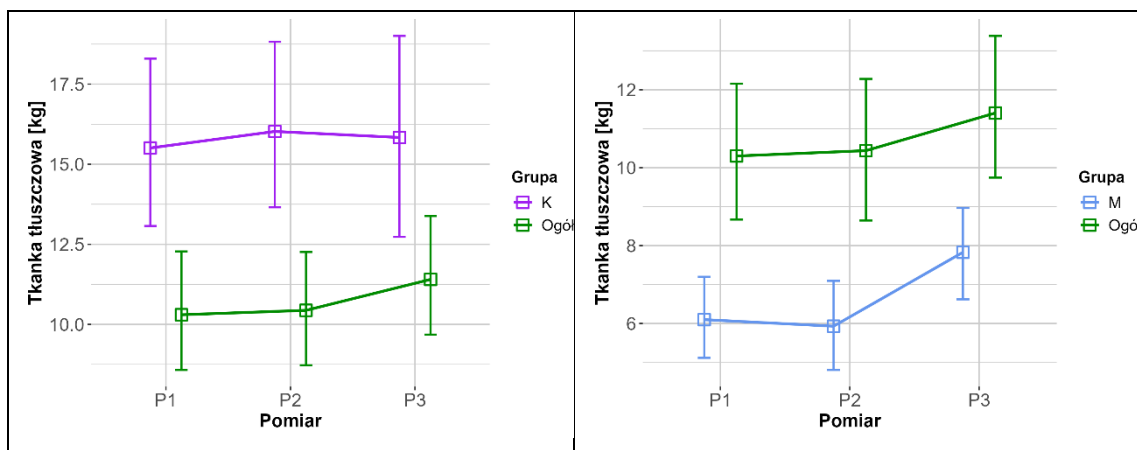


Ryc. 12. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla procentowej zawartości tkanki tłuszczowej badanych

Źródło: badania własne

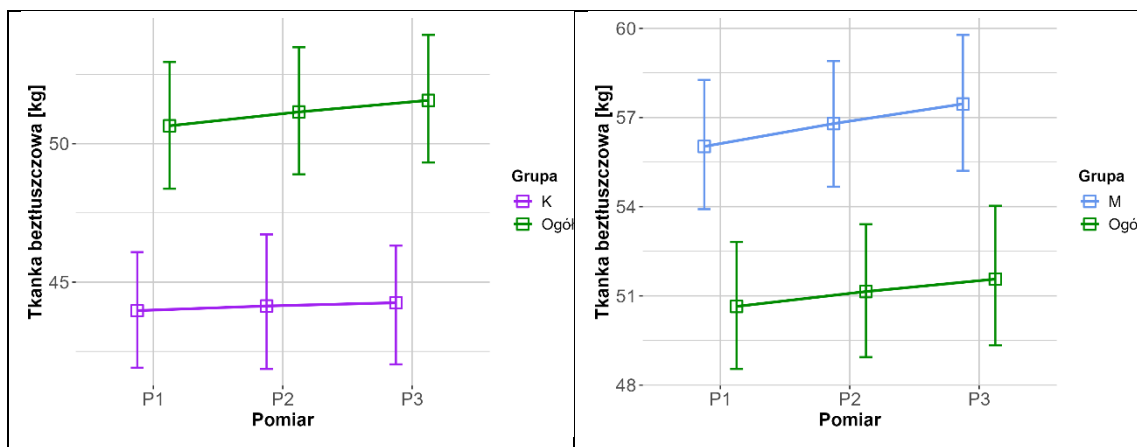
Analogicznie wygląda rozkład danych dotyczących zmiany zawartości FAT wyznaczonej w kilogramach. W przypadku kobiet zmiany były mniej dynamiczne, co sugeruje mniejszą wrażliwość na trening w zakresie redukcji tłuszczu. Zmiany między P1 a P3 były nieistotne ( $p = 0,577$ ). U mężczyzn spadek masy tłuszczu z 6,1 kg w P1 do 5,93 kg w P2 nie był istotny ( $p = 0,833$ ), natomiast zmiana masy tłuszczu między

P1 i P3 (7,83 kg) oraz P2 i P3 były istotne z wysokim prawdopodobieństwem ( $p = 0,001$ ). Różnice w masowej zawartości tkanki tłuszczowej u mężczyzn mogą odzwierciedlać różnice w metabolizmie oraz intensywności treningu. Relację między rozkładem masy tłuszczu w czasie badania a płcią badanych ilustruje rycina 13.



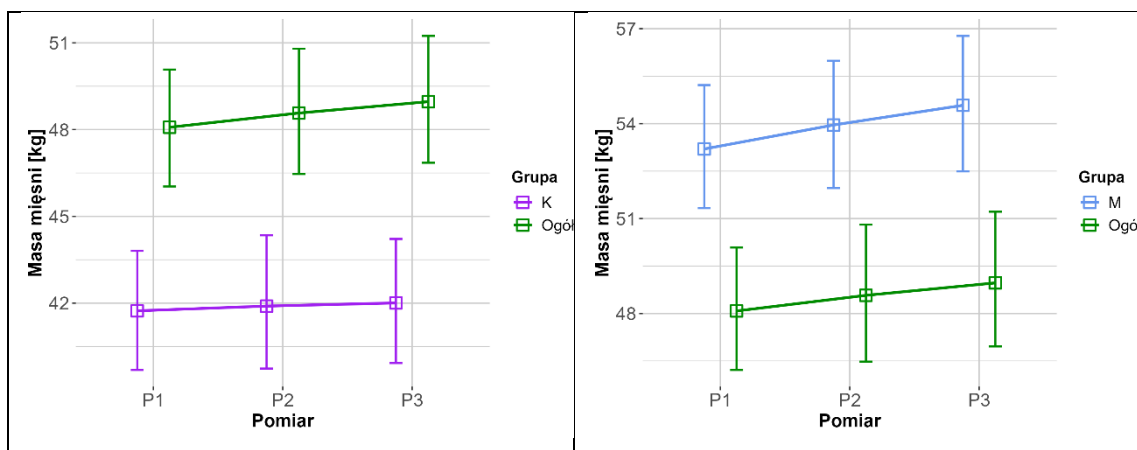
**Ryc. 13.** Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla masy tkanki tłuszczowej badanych  
Źródło: badania własne

Masa beztłuszczowa wśród badanych uczniów nieznacznie wzrastała od 50,65 kg (P1), poprzez 51,15 kg (P2), do 51,56 kg (P3), jednak nie było to zjawisko istotne. Dość istotny był wzrost masy beztłuszczowej pomiędzy P1 i P2 ( $p = 0,008$ ). Podobny trend jest widoczny w grupie mężczyzn, w której między pomiarem pierwszym (56,03 kg) i trzecim (57,46 kg) zaistniała istotność ( $p = 0,008$ ). W przypadku kobiet nie zaobserwowano istotnego wpływu treningu na dynamikę zmian masy beztłuszczowej. Rozkłady masy beztłuszczowej kobiet i mężczyzn na tyle się różnią, że na poziomie ufności 95 % nie mają części wspólnych z rozkładem średnim, co obrazuje rycina 14.



Ryc. 14. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla masy tkanki beztłuszczowej badanych  
Źródło: badania własne

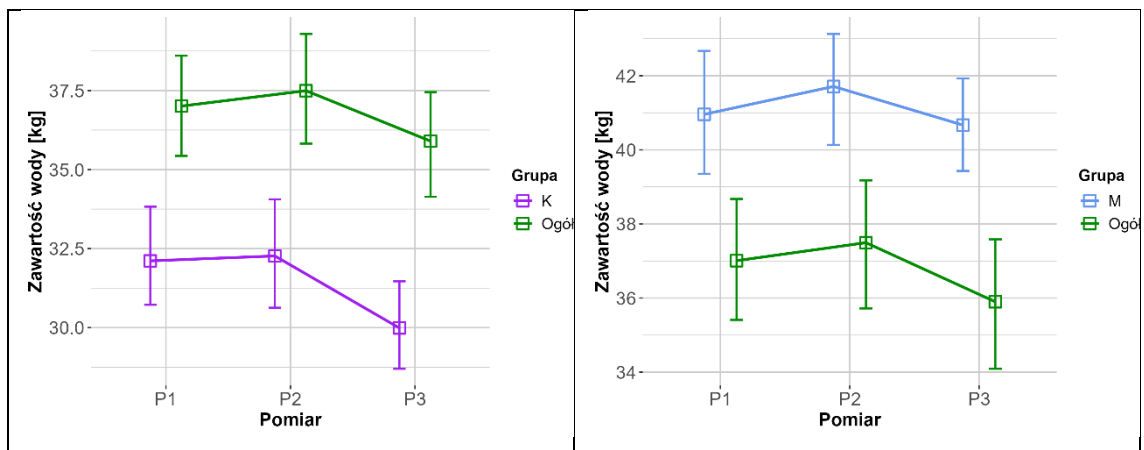
Średnia masa mięśniowa badanych uczniów nieznacznie rosła. Według pomiarów średnia masa mięśni rosła od 48,08 kg, poprzez 48,57 kg, aż do 48,97 kg. Istotny był wzrost masy mięśniowej między drugim i trzecim pomiarem ( $p = 0,007$ ), równie istotny był wzrost masy mięśni chłopców w tym przedziale czasowym z 53,96 kg do 54,48 kg ( $p = 0,008$ ). W przypadku kobiet nie odnotowano istotnego wpływu treningu na wzrost masy mięśniowej. Rozkłady masy mięśniowej obu grup podkreślające anatomiczne różnice płciowe organizmu przedstawia rycina 15.



Ryc. 15. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla masy mięśniowej badanych  
Źródło: badania własne

Zawartość wody w organizmie TBW w [kg] była istotnie związana z realizowanym programem treningowym. Pomiędzy P1 (37,01 kg) a P2 (37,5 kg) istnieje istotność na poziomie prawdopodobieństwa ( $p = 0,009$ ), również między P2 i P3 (35,9 kg) istnieje istotność ( $p = 0,001$ ), podobnie jako między P1 i P3 ( $p = 0,001$ ). U mężczyzn istotny był przedział P1 (40,96 kg) - P2 (41,71 kg) oraz P2 - P3 (40,67 kg),

nie wykazano natomiast istotności na odcinku P1 - P3 ( $p = 0,564$ ). U kobiet nieistotny był okres między pierwszym i drugim pomiarem, natomiast między P1 (32,11 kg) a P3 (29,99 kg) widoczna była istotność ( $p = 0,001$ ), podobnie między P2 (32,27 kg) i P3 zanotowano istotny wpływ treningu na zawartość wody w organizmie ( $p = 0,001$ ). Program treningowy miał więc istotny wpływ na zawartość wody w organizmach badanych w różnych jego fazach, jednak efekty te różnią się w zależności od płci i momentu pomiaru, szczególnie w późniejszych fazach programu, zwłaszcza u kobiet. Graficzny rozkład TBW ilustruje rycina 16.



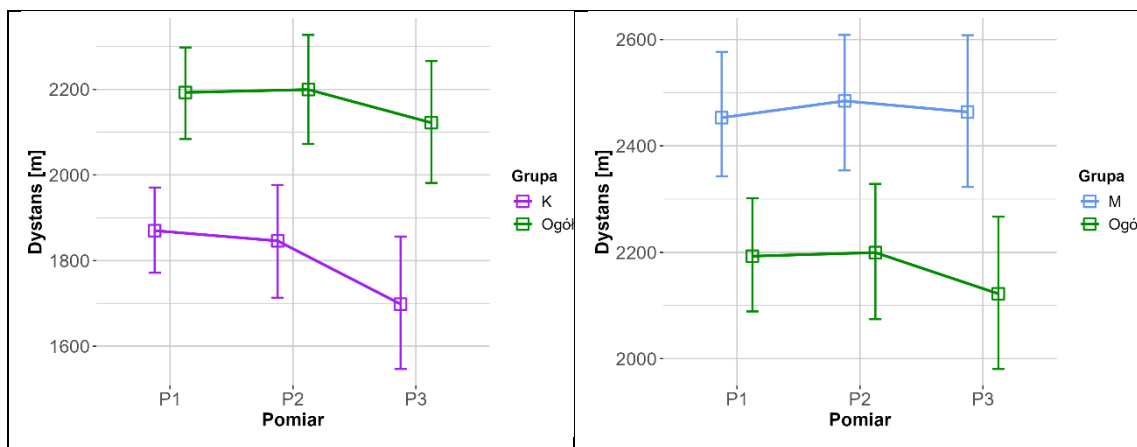
**Ryc. 16. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla zawartości wody w organizmie badanych**

Źródło: badania własne

### 5.3. Wytrzymałość tlenowa

Wytrzymałość tlenowa mierzona biegowym testem Coopera w skali całej grupy nie poprawiła się istotnie na przestrzeni objętego badaniami okresu.

Na prezentacji graficznej (Rycina 17) zauważalny jest regres parametru wytrzymałości tlenowej między pomiarami P2 i P3. Zależność ta była istotna statystycznie w grupie kobiet ( $p = 0,045$ ), natomiast u mężczyzn prawdopodobieństwo takiej zależności było niskie ( $p = 0,941$ ). Mogło to być spowodowane przerwą w treningach, związaną z wakacjami letnimi. Ferie zimowe jako znacznie krótsze nie wpłynęły w tak znaczący sposób na kondycję uczniów.



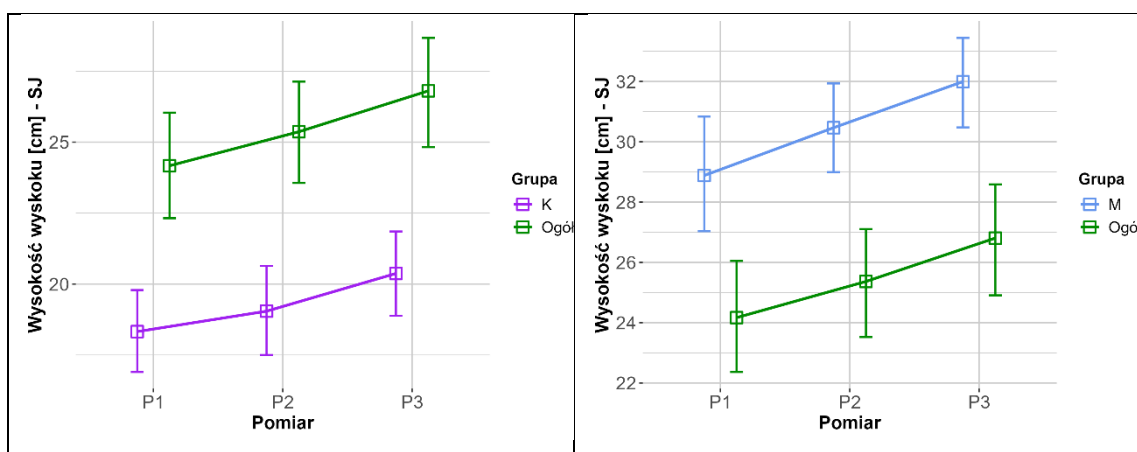
Ryc. 17. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla dystansu przebiegniętego w teście Coopera

Źródło: badania własne

#### 5.4. Siła eksplozywna

Siła eksplozywna mierzona jako wysokość wyskoku z charakterystycznej dla danego testu pozycji wśród badanych uczniów istotnie wzrastała.

Wyniki testu SJ (Squat Jump) potwierdzają istotny wzrost siły eksplozywnej w wyniku treningu dla całej grupy. U mężczyzn widoczne są znacznie lepsze wyniki siły eksplozywnej - na każdym etapie badania zauważyć można istotny wpływ treningu na siłę eksplozywną. Zbadane zależności ilustruje rycina 18.

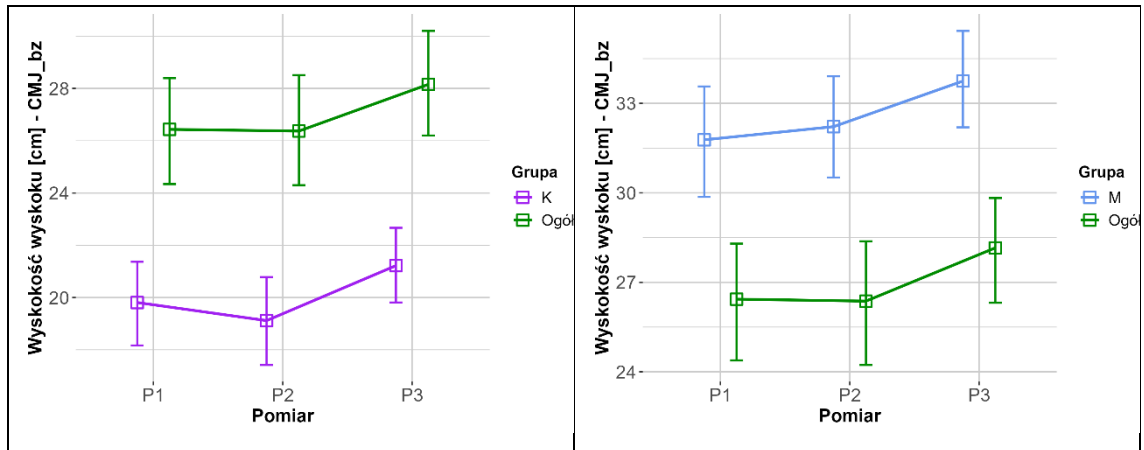


Ryc. 18. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla wysokości wyskoku badanych w próbie Squat Jump (SJ)

Źródło: badania własne

Dane zebrane podczas testu wyskoku dosiężnego z miejsca bez zamachu (CMJ\_bz), wskazują na istotny wpływ treningu na poprawę siły eksplozywnej. Zarówno w przypadku mężczyzn, jak i kobiet widoczna jest istotna poprawa siły eksplozywnej

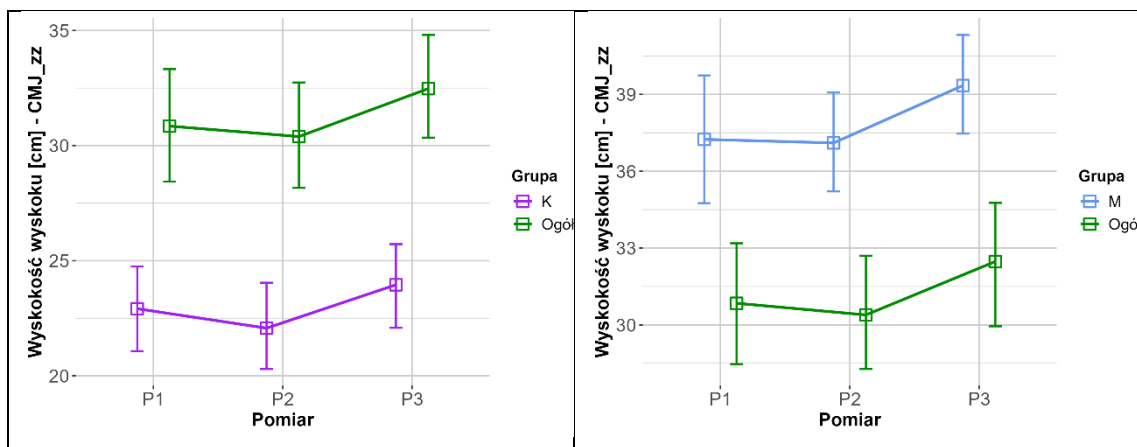
na przestrzeni między drugim i trzecim pomiarem. Porównanie wyników testu między pierwszym i trzecim pomiarem również wskazuje na istotny wpływ treningu na tę cechę motoryczną. Rozkład średnich wyników testu z założonym poziomem ufności obrazuje rycina 19.



**Ryc. 19. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla wysokości wyskoku badanych w próbie Countermovement Jump (CMJ) bez zamachu**

Źródło: badania własne

W wyskoku dosiężnym z zamachem zaobserwowano ciekawy trend- w pierwszym etapie badania, pomiędzy pomiarami P1 i P2, wystąpiło pogorszenie wyników siły eksplozywnej, zarówno w grupie kobiet, jak i mężczyzn. W końcowym pomiarze P3 cała grupa uzyskała wyższe średnie wartości siły eksplozywnej w stosunku do pierwszego pomiaru P1. Efekt treningu miał przełożenie na poprawę siły eksplozywnej badanych uczniów, w przypadku kobiet poprawa nie odznaczała się dużą dynamiką, natomiast w przypadku mężczyzn zaobserwowano wyraźny wzrost siły eksplozywnej. Szczegóły zjawiska ilustruje rycina 20.

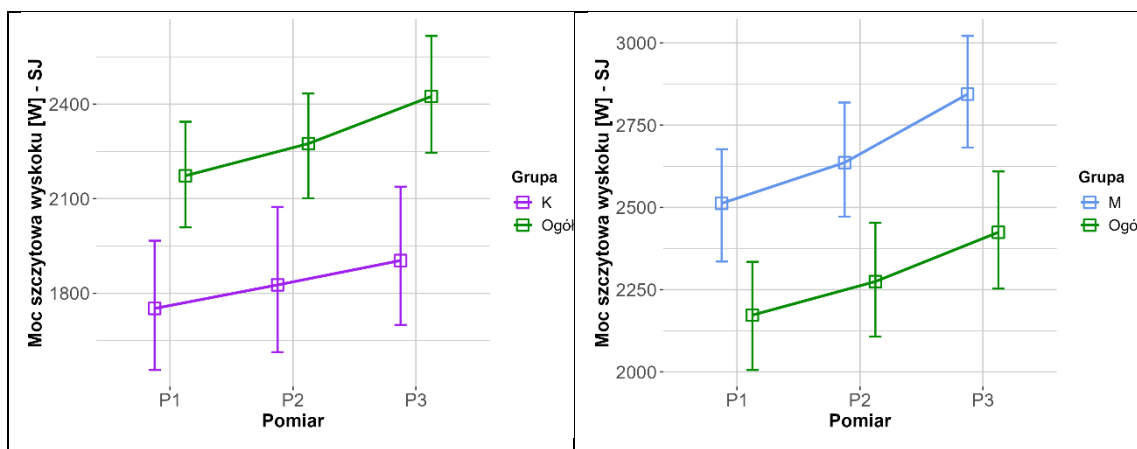


Ryc. 20. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla wysokości wyskoku badanych w próbie Countermovement Jump (CMJ) z zamachem

Źródło: badania własne

Zmierzone podczas testów siły eksplozywnej parametry fizyczne (wysokość wyskoku), były podstawą do obliczenia mocy szczytowej generowanej podczas wyskoku.

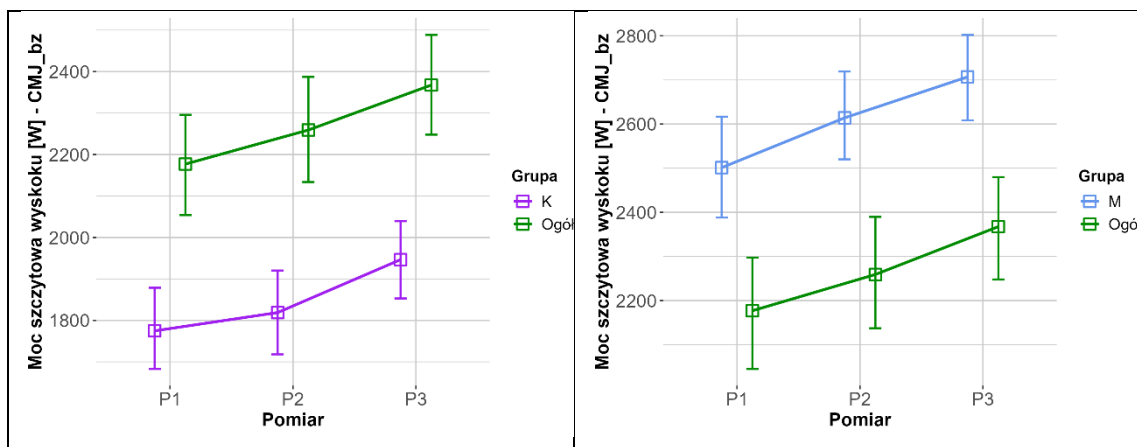
Moc szczytowa średnia generowana podczas testu Squat Jump (SJ) przez całą grupę, wzrosła z 2172,78 W (P1) do 2424,45 W (P3), ze wszystkimi różnicami istotnymi statystycznie ( $p < 0,05$ ). Graficzną interpretację opisanego zjawiska przedstawia rycina 21.



Ryc. 21. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla mocy szczytowej podczas wyskoku badanych w próbie Squat Jump (SJ)

Źródło: badania własne

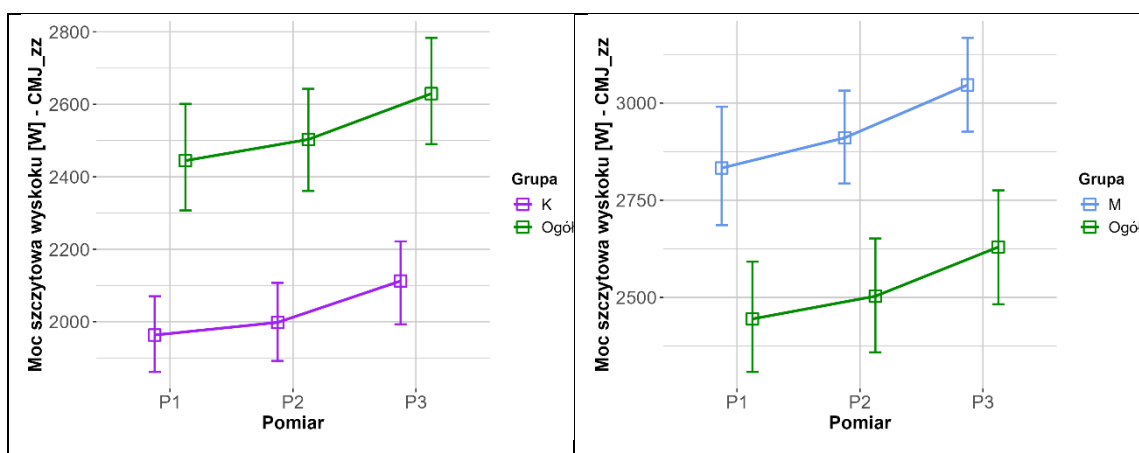
W wyskoku Countermovement Jump (CMJ) bez zamachu, widoczny jest istotny trend wzrostowy średniej mocy szczytowej, który wyniósł: między pomiarami P1 i P2 82,17 W, przy  $p = 0,003$ , zaś między P2 i P3 108,39 W, przy  $p = 0,001$ . Przebieg wzrostu mocy szczytowej w teście CMJ bez zamachu obrazuje rycina 22.



Ryc. 22. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla mocy szczytowej wyskoku badanych w próbie Countermovement Jump (CMJ) bez zamachu.

Źródło: badania własne

Podczas testu CMJ z zamachem wyniki nie wskazują na istotny statystycznie wpływ treningu na poprawę siły eksplozywnej w całym badanym okresie. Średni wynik dla całej grupy między P1 i P2 oznaczał wzrost mocy szczytowej o 58,54 W, co nie było istotne statystycznie ( $p = 0,113$ ). Dalszy wzrost mocy szczytowej między P2 i P3 wynoszący 184,92W był już istotny statystycznie ( $p = 0,001$ ). Również przyrost między P1 i P3 wynoszący 184,92 W jest statystycznie istotny ( $p = 0,001$ ). Można potwierdzić, że prowadzony trening, długofalowo wpływa na poprawę siły eksplozywnej uczniów, w większym stopniu ma to miejsc w przypadku chłopców, co wskazuje na lepszą adaptację do treningów rozwijających siłę dynamiczną. Rozkłady analizowanych danych przedstawia rycina 23.



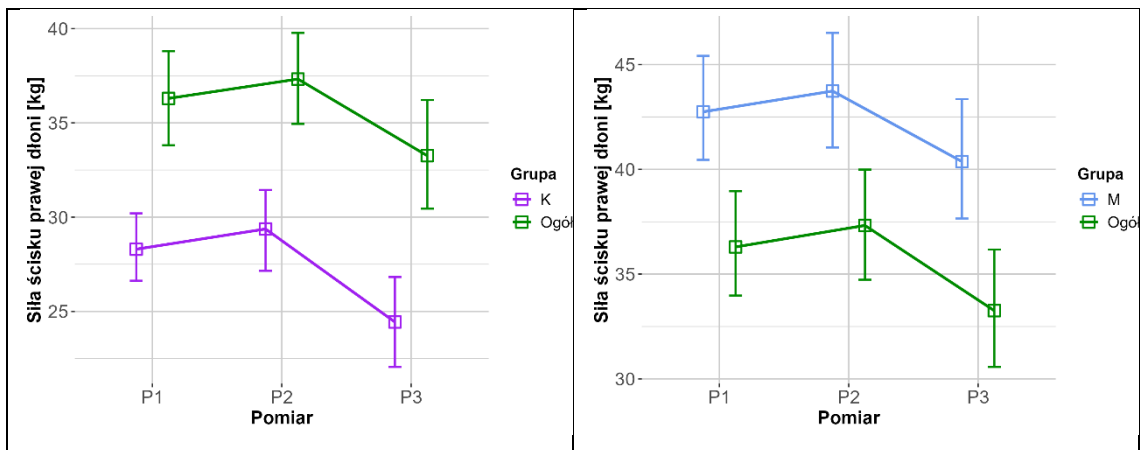
Ryc. 23. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla mocy szczytowej wyskoku badanych w próbie countermovement jump (CMJ) z zamachem

Źródło: badania własne

## 5.5. Siła izometryczna ścisku dłoni

Badanie siły ścisku dłoni wykazało trend malejący zarówno dla całej grupy, jak i podgrup wydzielonych ze względu na płeć.

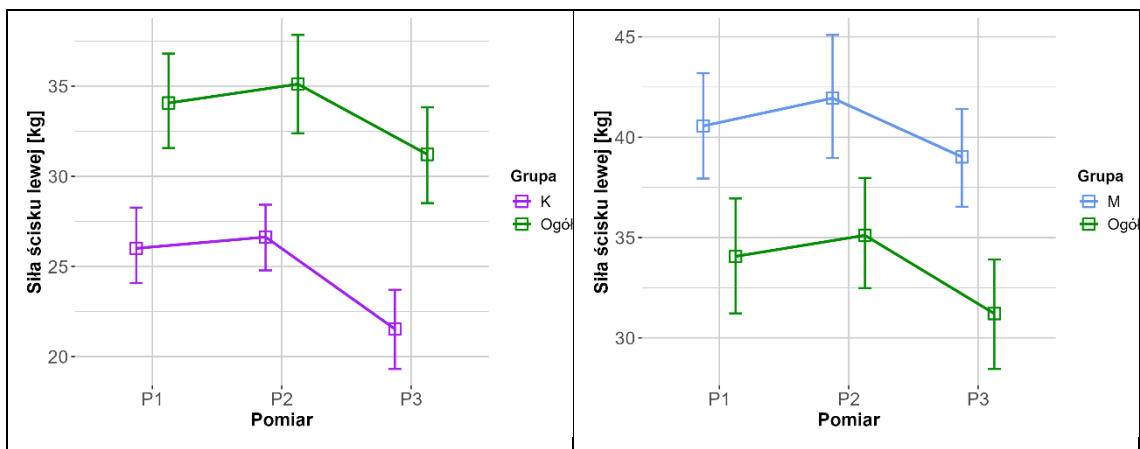
Analiza statystyczna ujawniła, że zaobserwowany trend malejący był istotny w teście prawej ręki, dla całej grupy badawczej, pomiędzy pomiarami P2 - P3 i P1 - P3 z wysokim prawdopodobieństwem ( $p = 0,001$ ). Natomiast na przestrzeni P1 - P2 prawdopodobieństwo było niskie ( $p = 0,163$ ). Rycina 24 ilustruje trendy rozkładu siły prawej dłoni badanych.



Ryc. 24. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla siły ścisku prawej dłoni badanych

Źródło: badania własne

Podobnie prezentują się wyniki pomiarów siły ścisku lewej dłoni. Siła ścisku lewej ręki ulega większemu pogorszeniu w porównaniu z ręką prawą. Rozkład wyników pomiaru ścisku lewej dłoni przedstawia rycina 25.



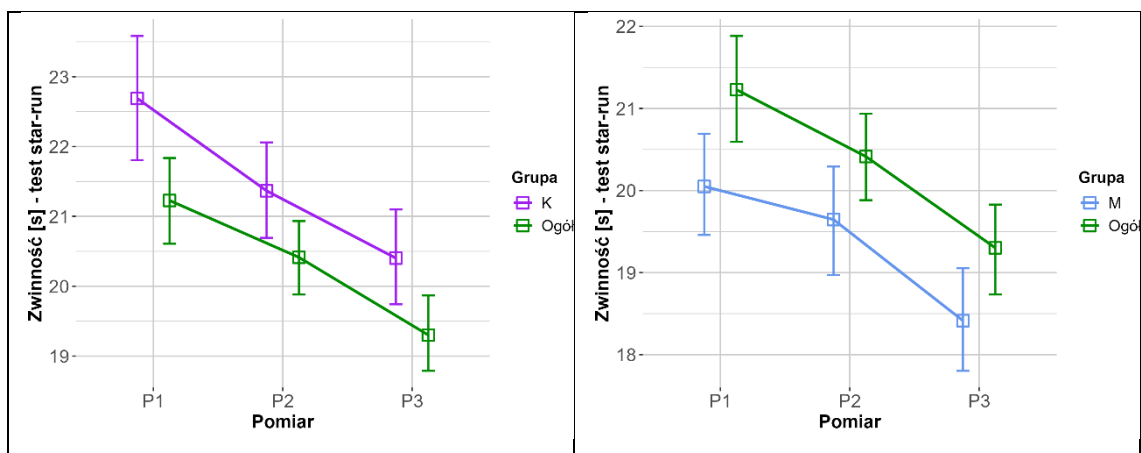
Ryc. 25. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla siły ścisku lewej dłoni badanych

Źródło: badania własne

## 5.6. Zwinność

Cykliczny pomiar zwinności przyniósł wyraźny trend zmniejszania się średniej szybkości wykonywania ćwiczeń sprawnościowych. Dowodzą tego wyniki obu testów sprawnościowych.

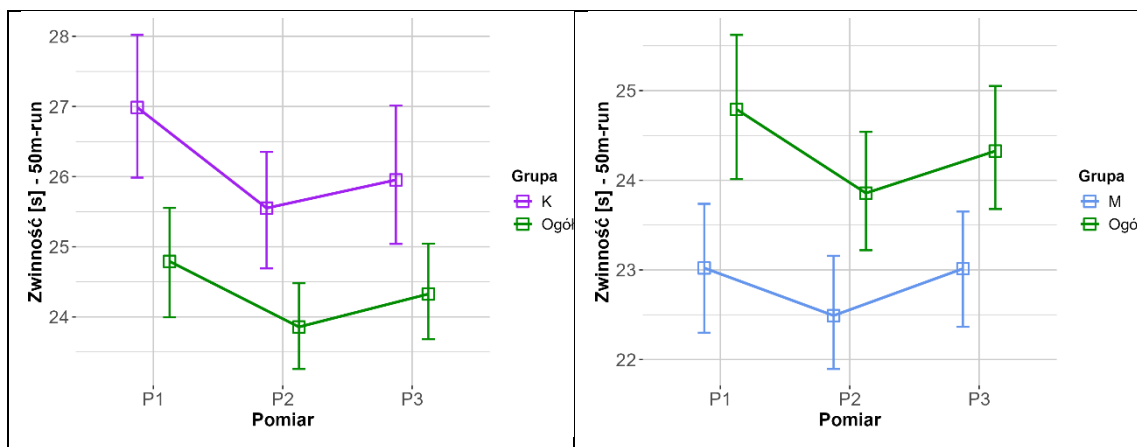
W teście „Star Run” (bieg z powrotem do pola startowego) średnie wartości czasów uzyskane w kolejnych pomiarach kształtowały się następująco: P1 – 21,23 s, P2 – 20,41 s oraz P3 – 19,30 s. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice pomiędzy pomiarami ( $p = 0,001$ ; w przypadku porównania P1–P2,  $p = 0,002$ ), co wskazuje na istotny wpływ zastosowanego szkolenia na poprawę poziomu zwinności badanych uczniów. Wykresy na rycinie 26 obrazują wyniki opisanego testu.



Ryc. 26. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla zwinności badanych – test Star-run

Źródło: badania własne

Odmienne kształtują się wyniki testu zwinności bez konieczności powrotu do pola startowego (50 m run). Można uznać, że założona specyfikacja treningu nie wpłynęła na poprawę badanej formy zwinności u mężczyzn i w minimalnym tylko stopniu poprawiła zwinność kobiet. Rycina 27 przedstawia interpretację graficzną wyników testów z podziałem na płeć.

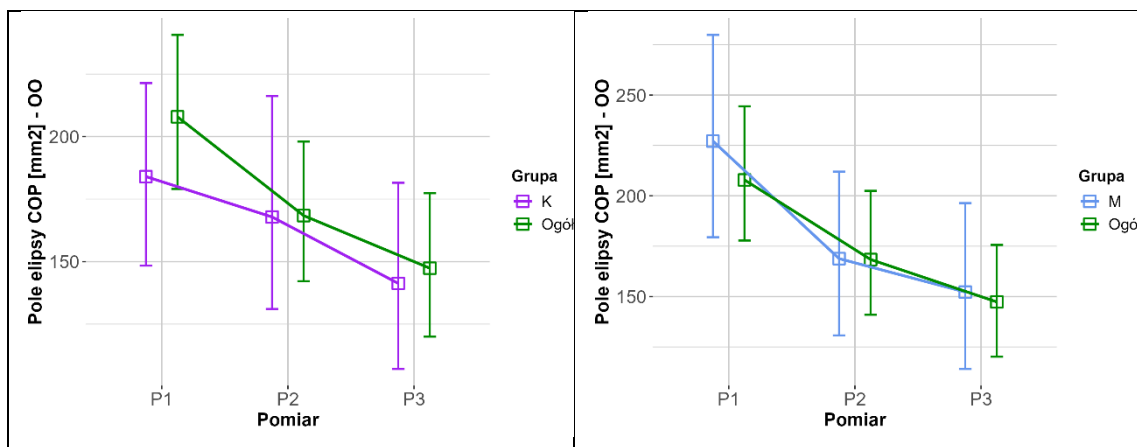


Ryc. 27. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla zwinności badanych – test 50m-run  
Źródło: badania własne

### 5.7. Równowaga statyczna

Wyniki testu Romberga z otwartymi oczami z kolejnych trzech pomiarów wskazują na zmniejszenie powierzchni obszaru COP podczas testu, skrócenie wypadkowej ruchu COP oraz przyśpieszenie szybkości reakcji. Zmiany te są stosunkowo niewielkie i w większości nieistotne statycznie.

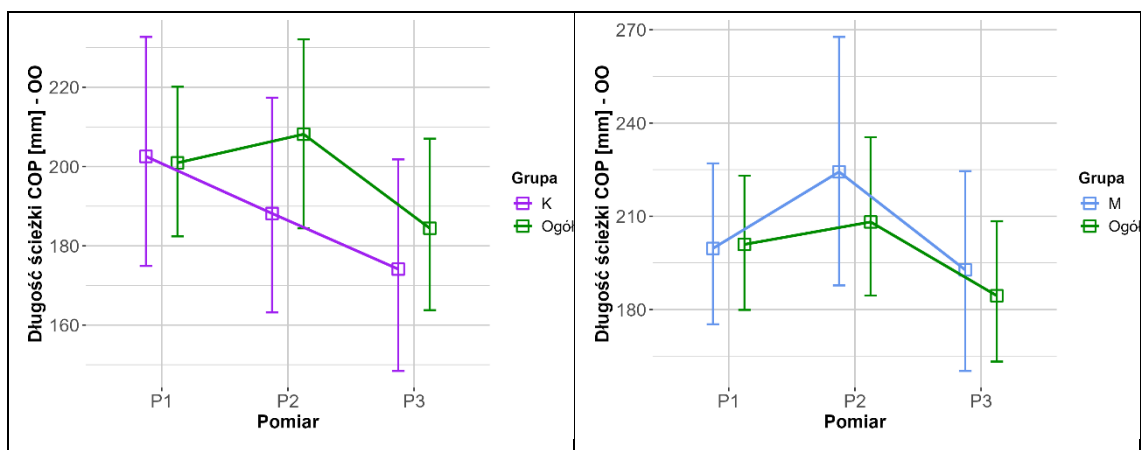
Rozkład wartości średnich z trzech pomiarów wskazuje na istotny ( $p = 0,006$ ) wpływ treningu na parametr *ellipse* stabilności posturalnej. Powierzchnia obszaru zakreślana przez COP w kolejnych trzech pomiarach zmniejszyła się dla całej grupy średnio o  $60,54 \text{ mm}^2$  ( $d_{1-3}$ ), co było istotne statystycznie ( $p = 0,001$ ). Mniej prawdopodobna ( $p = 0,028$ ) była różnica między  $d_{1-3}$  ( $39,5 \text{ mm}^2$ ), natomiast pomiędzy P2 i P3 różnica  $d_{2-3}$  ( $21,04 \text{ mm}^2$ ) nie była istotna statystycznie ( $p = 0,302$ ). Opisane dane zaprezentowano na rycinie 28.



Ryc. 28. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla pola elipsy COP w próbie Romberga z oczami otwartymi

Źródło: badania własne

Długość wypadkowej ścieżki *path* na przestrzeni trzech pomiarów średnio dla całej grupy wykazała trend malejący. Wyniki testu były nieistotne statystycznie. W grupie kobiet zaobserwowano korzystny, choć statystycznie nieistotny wpływ szkolenia na stabilność posturalną. W przypadku mężczyzn uzyskane wyniki miały charakter niejednoznaczny, co utrudnia jednoznaczną interpretację efektów oddziaływania programu szkoleniowego. Zaobserwowane tendencje przedstawiono na rycinie 29.

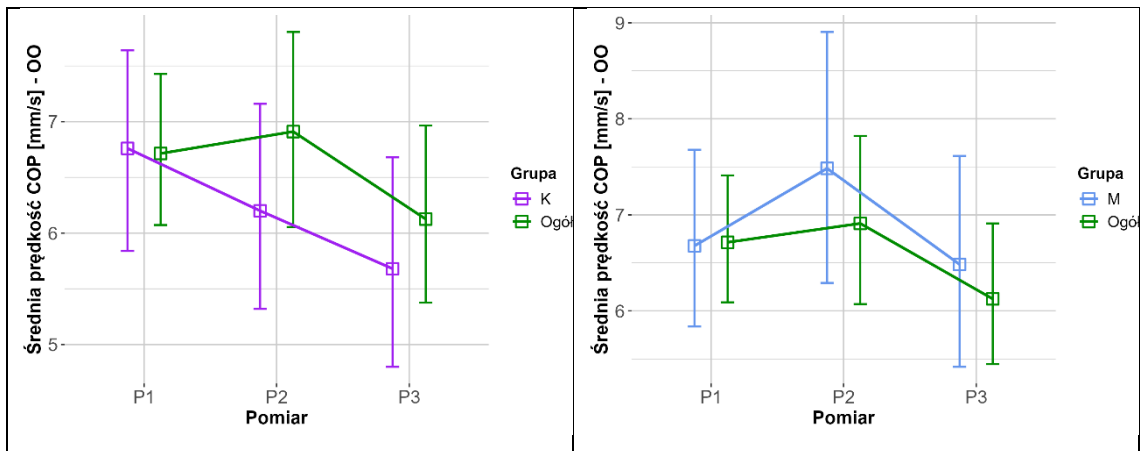


Ryc. 29. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla długości ścieżki COP w próbie Romberga z oczami otwartymi

Źródło: badania własne

Prędkość reakcji korekcyjnej postawy w badanej grupie w całym okresie pomiarowym wykazywała tendencję spadkową. U kobiet w wyniku ukierunkowanego szkolenia wystąpił regularny wzrost prędkości reakcji korekcyjnej, natomiast

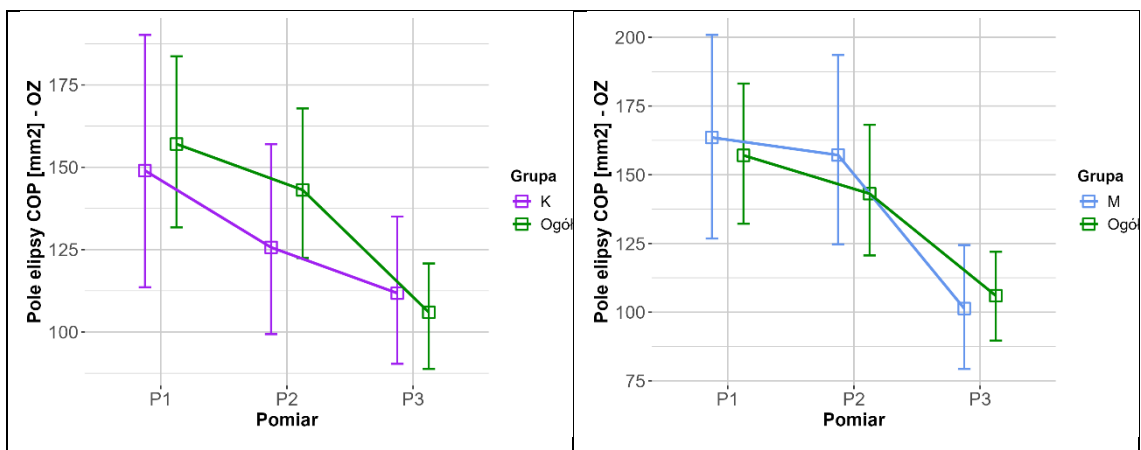
u mężczyzn odnotowano początkowe spowolnienie, które następnie ustąpiło poprawie w końcowym etapie pomiaru. Zaobserwowane tendencje przedstawiono na rycinie 30.



**Ryc. 30. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla średniej prędkości przemieszczania się COP w próbie Romberga z oczami otwartymi**

Źródło: badania własne

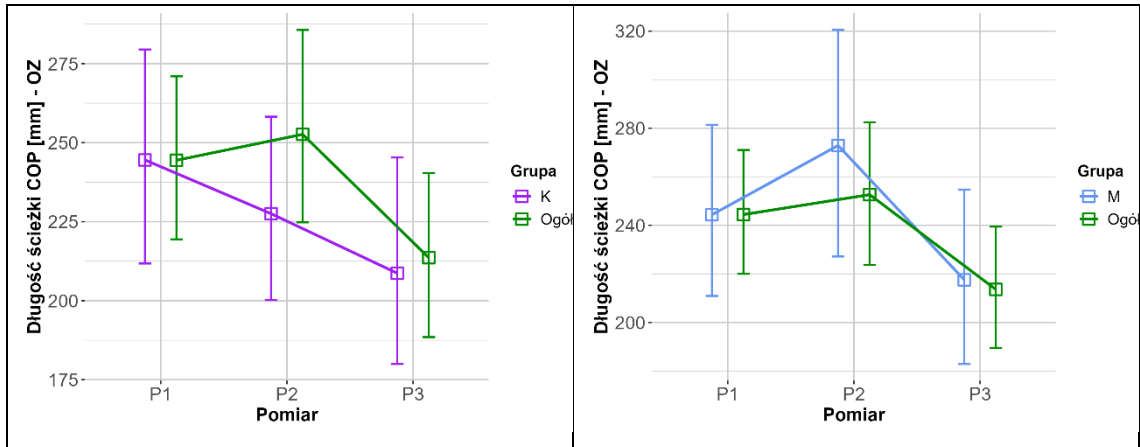
W próbie Romberga z zamkniętymi oczami zauważalny był ogólny trend malejący wszystkich badanych parametrów posturalnych. Trend ten dotyczył średnich wyników grupy mieszanej i całego okresu badawczego, zaś w przypadku podziału wg płci i krótszych odcinków pomiarowych odnotowano zaburzenia trendu i braki istotności dla niektórych etapów badania. Można wnioskować, że stabilność strukturalna wymaga długotrwałego systematycznego treningu, w celu uzyskania wiarygodnych rezultatów. Zaobserwowane trendy przedstawiają wykresy ryciny 31.



**Ryc. 31. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla pola elipsy COP w próbie Romberga z oczami zamkniętymi**

Źródło: badania własne

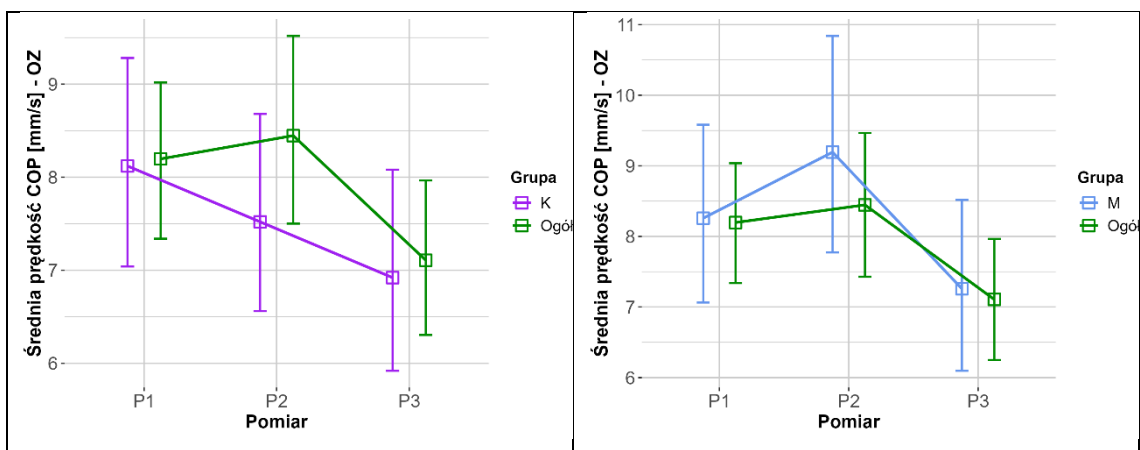
Wypadkowa ruchu COP w próbie z zamkniętymi oczami miała odmienny przebieg w grupie kobiet i mężczyzn. Kobiety wykazały stopniowe zmniejszenie wypadkowej, a mężczyźni – początkowy wzrost, a następnie wyraźny spadek, przy istotnych różnicach głównie w końcowym etapie badania. Na rycinie 32 przedstawiono rozkład obliczonych danych.



Ryc. 32. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla długości ścieżki COP w próbie Romberga z oczami zamkniętymi

Źródło: badania własne

Średnie wartości szybkość reakcji korekty postawy wpisują się w schemat opisanych wcześniej parametrów posturalnych. Spowolnienie w drugim pomiarze grupy męskiej było na tyle silne, że znalazło wyraźne odzwierciedlenie w uśrednionych wynikach grupy mieszanej. Przedstawia to rycina 33.

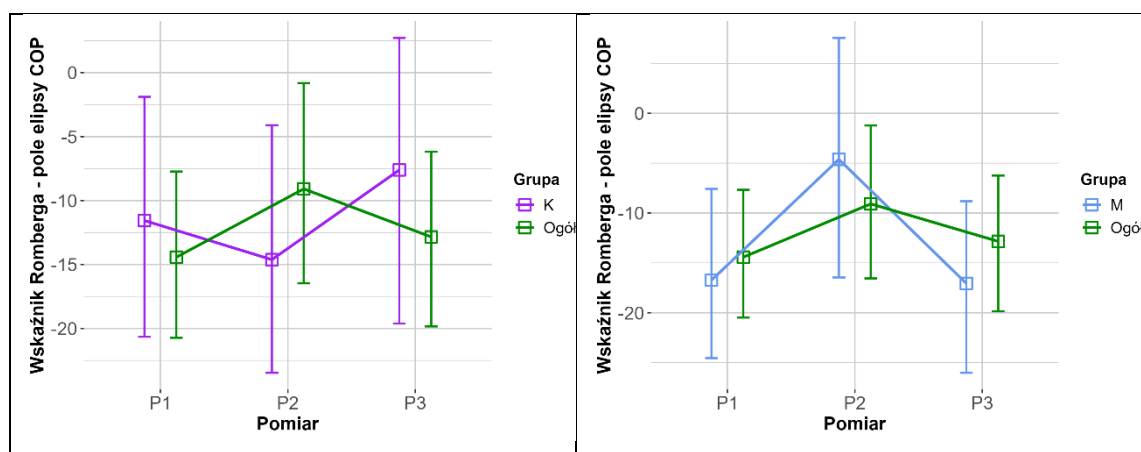


Ryc. 33. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla średniej prędkości przemieszczania się COP w próbie Romberga z oczami zamkniętymi

Źródło: badania własne

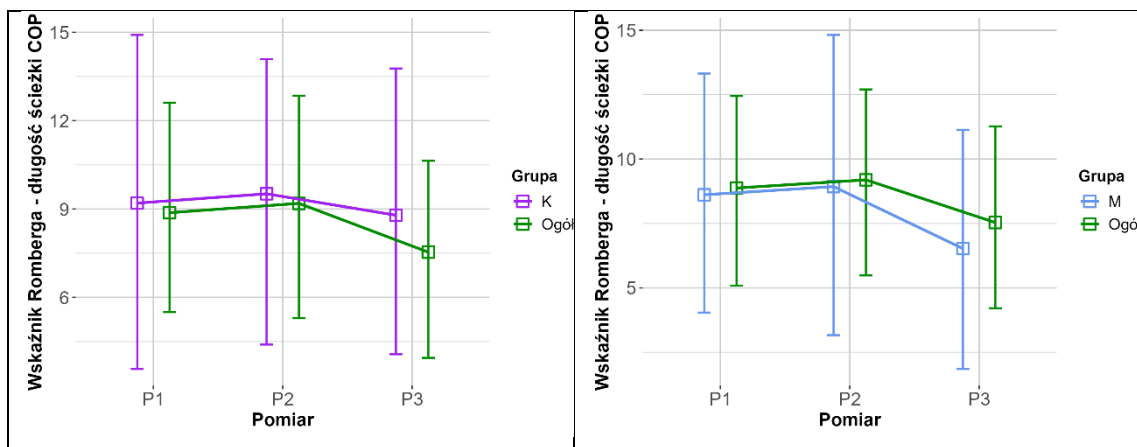
Dla wyżej omówionych parametrów posturalnych COP obliczono współczynnik Romberga dla poszczególnych średnich z trzech pomiarów.

Zestawienie średnich współczynników Romberga dla pola elipsy wskazuje na większą powierzchnię elipsy COP podczas testu z zamkniętymi oczami, czego dowodem są ujemne wartości obliczonego współczynnika. Sytuacja taka miała miejsce we wszystkich trzech pomiarach, zarówno w grupie mieszanej, jak i z podziałem według płci. Wyniki ujemne współczynnika RR teoretycznie powinny wskazywać, że badana osoba nie potrzebuje wspomagać się wzrokiem, by łatwiej utrzymać równowagę, co może być spowodowane dobrą propriocepcją, schorzeniami vestibularnymi lub specyficznym treningiem, jednak są to rzadkie zdarzenia, więc jeśli zjawisko obejmuje całą grupę badawczą należy podejrzewać błąd pomiarów, systematyzowania danych lub obliczeń. Rozkład wielkości współczynnika RR\_ellipse przedstawia rycina 34.



**Ryc. 34. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności wskaźnika Romberga dla pola elipsy COP**  
 Źródło: badania własne

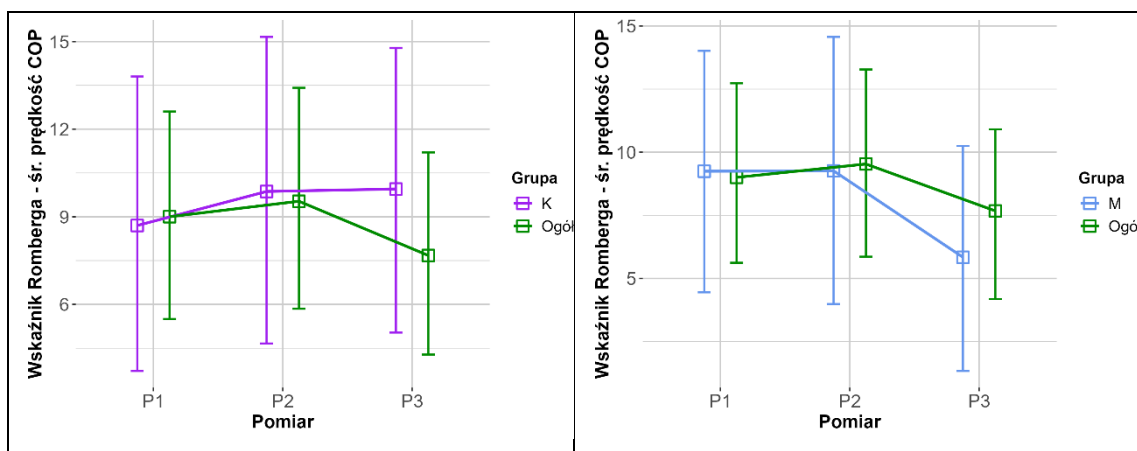
Współczynnik Romberga dla długości ścieżki COP w trakcie pomiarów pozycjonował się w kierunku malejącym. Podobny układ do średniego mają wyniki pomiaru grup damskiej i męskiej, co obrazuje rycina nr 35.



Ryc. 35. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności wskaźnika Romberga dla długości ścieżki COP

Źródło: badania własne

Wyznacznik prędkości przemieszczania się COP (*RR\_velocity*) w przypadku grupy mieszanej odznaczał się podobnym trendem jak współczynnik *RR\_path*. Graficzną interpretację rozkładu wyznacznika średniej prędkości przemieszczania się COP przedstawia rycina 36.



Ryc. 36. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności wskaźnika Romberga dla średniej prędkości przemieszczania się COP

Źródło: badania własne

## 6. Analiza wartości indeksów dynamiki

### 6.1. Wybrane elementy budowa ciała

W przypadku masy ciała średni indeks dynamiki jest większy od 1, tym samym w okresie badawczym miał miejsce wzrost średniej masy ciała w całej grupie. Obliczony indeks dynamiki jest jednakowy dla całej grupy i podgrup męskiej i kobiecej na przestrzeni między pomiarami P2 i P1 i wynosił 1,01. Pomiedzy pomiarem P3 i P1 wielkość indeksu dynamiki masy ciała u kobiet zachowała taki sam poziom, natomiast w przypadku mężczyzn indeks wzrósł do 1,05, co było spowodowane efektem przyrostu masy mięśniowej.

Indeks dynamiki średniego wskaźnika BMI w zakresie P2 – P1 (1,01) w grupie mieszanej oraz kobiecej wzrósł proporcjonalnie do wzrostu masy ciała. W przypadku grupy chłopców indeks dynamiki BMI nie zmienił się. Mogło się na to złożyć kilka przyczyn, takich jak: rozbudowa tkanki mięśniowej kosztem lżejszej tłuszczowej, zmiana wzrostu podczas dorastania, zmiana proporcji ciała związana z dojrzewaniem czy inna zawartość wody w organizmie w dniu badania. W zakresie P3 – P1 u kobiet indeks wskaźnika BMI zachowuje nadal identyczną wartość 1,01. U mężczyzn rośnie do 1,03.

Ocenę dynamiki zmian masy ciała i wskaźnika BMI odniesioną do początkowych wartości tych cech przedstawiono w tabeli 33. Obliczone indeksy dynamiki zostały opisane za pomocą podstawowych miar statystycznych.

**Tabela 3. Jednoprastawowe indeksy dynamiki dla zmiennych masa ciała i BMI**

	Płeć	N	$i_{2/1}$				$i_{3/1}$			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
Masa ciała	K	25	1,01	0,03	0,95	1,07	1,01	0,04	0,93	1,09
	M	31	1,01	0,06	0,83	1,17	1,05	0,06	0,93	1,18
	Ogół	56	1,01	0,05	0,83	1,17	1,03	0,06	0,93	1,18
BMI	K	25	1,01	0,04	0,93	1,07	1,01	0,04	0,94	1,09
	M	31	1,00	0,05	0,91	1,17	1,03	0,06	0,92	1,18
	Ogół	56	1,01	0,04	0,91	1,17	1,02	0,06	0,92	1,18

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna

Źródło: badania własne

Indeksy łańcuchowe dynamiki masy ciała wskazują, że między pomiarami P3 i P2 nastąpił zanik przyrostu średniej masy ciała u kobiet, natomiast u mężczyzn wzrost masy przyspieszył.

Indeks łańcuchowy dynamiki wskaźnika BMI był tożsamy z indeksem masy ciała – brak dynamiki w zakresie P2 - P3 u kobiet oraz wzrost wskaźnika BMI w tym przedziale u mężczyzn.

W celu identyfikacji trendu zmiany indeksu dynamiki masy ciała i wskaźnika BMI, obliczono dla nich łańcuchowe indeksy dynamiki. Opracowane statystycznie wyniki przedstawia tabela 4.

**Tabela 4. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla zmiennych masa ciała i BMI**

	Płeć	N	i <sub>2/1</sub>				i <sub>3/2</sub>			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
Masa ciała	K	25	1,01	0,03	0,95	1,07	1,00	0,03	0,89	1,04
	M	31	1,01	0,06	0,83	1,17	1,04	0,06	0,95	1,28
	Ogół	56	1,01	0,05	0,83	1,17	1,02	0,05	0,89	1,28
BMI	K	25	1,01	0,04	0,93	1,07	1,00	0,04	0,89	1,11
	M	31	1,00	0,05	0,91	1,17	1,03	0,04	0,94	1,14
	Ogół	56	1,01	0,04	0,91	1,17	1,02	0,04	0,89	1,14

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna,

Źródło: badania własne

## 6.2. Skład ciała

Parametry ciała jak zawartość tłuszczu, masa beztłuszczowa, masa mięśniowa i zawartość wody w organizmie podczas badania ulegały zmianom. Zmiany te dobrze obrazują indeksy dynamiki.

Analiza wskaźnika dynamiki procentowej zawartości tłuszczu wskazuje, że w skali całej grupy nie nastąpiła zmiana między pierwszym i drugim pomiarem, natomiast na przestrzeni pomiarów pierwszego i trzeciego nastąpił wzrost zawartości tłuszczu. Przyrost średni tkanki tłuszczowej był związany ze wzrostem zawartości tłuszczu w grupie mężczyzn w przedziale P1-P3, podczas gdy w zakresie P1-P2 odnotowano jej spadek. U kobiet zanotowano zjawisko odwrotne, tj. wzrost zawartości tłuszczu w przedziale P1-P2 i spadek na przestrzeni P1-P3.

W przypadku masy tłuszczowej [kg], indeksy dynamiki wskazują na wzrost FAT zarówno w grupie mieszanej, jak i u mężczyzn we wszystkich analizowanych przedziałach. Największy przyrost masy FAT nastąpił u mężczyzn dla przedziału P1-P3. U kobiet w okresie P1-P2 zaobserwowano wzrost masy tłuszczu, ale już na koniec okresu P3 średnia masa tłuszczu wróciła do poziomu z pierwszego pomiaru.

Dynamika zmian masy beztłuszczowej FFM wskazuje na niewielki równomierny przyrost tej masy dla całej grupy na przestrzeni objętej pomiarami. U mężczyzn przyrost ten był większy (1,02) dla pomiarów P1-P2 oraz (1,03) dla pomiarów P1-P3. W przypadku kobiet między pomiarami P1 i P2 masa beztłuszczowa pozostała niezmienna, natomiast między P1 i P3 nastąpił wzrost o 0,01.

Masa mięśniowa odznaczała się niewielką dynamiką wzrostu, w przypadku całej grupy było to 1 % dla P1-P2 i 2 % dla P1-P3. U kobiet średni wzrost masy mięśniowej nie nastąpił między pierwszym i drugim pomiarem, natomiast między pierwszym i trzecim średni wzrost był niewielki – 1 %. W grupie mężczyzn zaobserwowano wyższy wzrost masy mięśni w przedziale P1-P2 – 2 % i mniejszy dla P1-P3 – 3 %.

W przypadku średniej zawartości wody w organizmie w skali całej grupy badawczej, niewielki wzrost (1 %) widoczny był w przedziale P1-P2, natomiast na przestrzeni P1-P3 odnotowano spadek masy wody o 3 %. Na dynamikę tych zmian wpłynęła stała średnia masa wody w organizmie kobiet w przedziale P1-P2 i jej spadek o 6 % na przestrzeni P1-P3 oraz dla tego samego przedziału u mężczyzn masa powrót zawartości wody w organizmie do punktu wyjściowego.

Obliczone jednopodstawowe indeksy dynamiki dla parametrów składu ciała wraz z opisującymi je miarami statystycznymi przedstawia tabela 5.

**Tabela 5. Jednopo­dstawowe indeksy dynamiki dla zmiennych charakteryzujących skład ciała badanych**

	Płeć	N	i <sub>2/1</sub>				i <sub>3/1</sub>			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
FAT [%]	K	25	1,04	0,08	0,89	1,25	0,99	0,17	0,53	1,25
	M	31	0,98	0,30	0,38	1,81	1,30	0,45	0,66	2,17
	Ogół	56	1,00	0,23	0,38	1,81	1,16	0,38	0,53	2,17
FAT [kg]	K	25	1,05	0,10	0,86	1,34	1,00	0,20	0,49	1,32
	M	31	1,02	0,36	0,35	2,11	1,39	0,54	0,61	2,56
	Ogół	56	1,03	0,28	0,35	2,11	1,22	0,46	0,49	2,56
FFM [kg]	K	25	1,00	0,03	0,95	1,10	1,01	0,03	0,90	1,06
	M	31	1,02	0,04	0,86	1,08	1,03	0,04	0,96	1,10
	Ogół	56	1,01	0,04	0,86	1,10	1,02	0,04	0,90	1,10
MM [kg]	K	25	1,00	0,03	0,95	1,10	1,01	0,03	0,91	1,06
	M	31	1,02	0,04	0,86	1,08	1,03	0,04	0,96	1,10
	Ogół	56	1,01	0,04	0,86	1,10	1,02	0,04	0,91	1,10
TBW [kg]	K	25	1,00	0,03	0,96	1,10	0,94	0,05	0,85	1,05
	M	31	1,02	0,06	0,86	1,26	1,00	0,05	0,92	1,11
	Ogół	56	1,01	0,05	0,86	1,26	0,97	0,06	0,85	1,11

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, FAT – zawartość tłuszczu, FFM – masa beztłuszczowa, MM – masa mięśniowa, TBW – zawartość wody

Źródło: badania własne

Z uwagi na zmienny przebieg dynamiki indeksów jednopo­dstawowych średniego składu ciała obliczono również dla tych parametrów łańcuchowe indeksy dynamiki.

Indeks łańcuchowy średniej dynamiki parametrów składu ciała dla i<sub>2/1</sub> jest tożsamy z indeksem dynamiki jednopo­dstawowej i<sub>2/1</sub>. Natomiast indeks i<sub>3/2</sub> obrazuje dynamikę parametrów w drugim cyklu pomiarowym P2 - P3.

Średnia zawartość tłuszczu wzrosła w P2 - P3 o 21 %, na ten wzrost miał wpływ silny wzrost zawartości tłuszczu w organizmie u mężczyzn pomiędzy drugim i trzecim pomiarem (o 41 %), który został częściowo złagodzony przez spadek w tym przedziale zawartości tłuszczu u kobiet o 4 %.

Dynamika zmiany masy tłuszczu między P2 i P3 średnio wyniosła 23 %, na tę wartość składały się: wzrost średniej masy tłuszczu u mężczyzn o 45 % oraz jej spadek u kobiet o 4 %.

Indeks łańcuchowy dynamiki  $i_{3/2}$  beztłuszczowej masy ciała jest stabilny, średnio dla całej grupy  $i_{3/2}$  wynosił 1 %. Na wartość tę wpłynął wzrost beztłuszczowej masy ciała w tym przedziale pomiarowym u mężczyzn o 1 % i zerowa dynamika FFM u kobiet.

Dynamika zawartości wody w organizmie wśród respondentów badanej grupy jest dość wysoka. Średnio dla całej grupy indeks dynamiki łańcuchowej wskazuje na wzrost zawartości wody o 1 % między pomiarami P1 i P2, a dla pomiarów P1-P3 spadł on o 4 %. Widoczne są zmiany po wprowadzeniu podziału ze względu na płeć. U kobiet początkowo zawartość wody się nie zmieniła ( $i_{2/1}$ ), następnie zmalała o 7 % ( $i_{3/1}$ ). U mężczyzn zawartość wody w pierwszym okresie P1-P2 wzrosła o 2 %, natomiast od P1 do P3 spadła o 2 %.

Wartości indeksów łańcuchowych i ich wybrane miary statystyczne przedstawia tabela 6.

**Tabela 6. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla zmiennych charakteryzujących skład ciała badanych**

	Płeć	N	$i_{2/1}$				$i_{3/2}$			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
FAT [%]	K	25	1,04	0,08	0,89	1,25	0,96	0,17	0,50	1,22
	M	31	0,98	0,30	0,38	1,81	1,41	0,56	0,57	3,27
	Ogół	56	1,00	0,23	0,38	1,81	1,21	0,48	0,50	3,27
FAT [kg]	K	25	1,05	0,10	0,86	1,34	0,96	0,18	0,49	1,21
	M	31	1,02	0,36	0,35	2,11	1,45	0,56	0,57	3,31
	Ogół	56	1,03	0,28	0,35	2,11	1,23	0,50	0,49	3,31
FFM [kg]	K	25	1,00	0,03	0,95	1,10	1,00	0,04	0,89	1,09
	M	31	1,02	0,04	0,86	1,08	1,01	0,05	0,94	1,23
	Ogół	56	1,01	0,04	0,86	1,10	1,01	0,05	0,89	1,23
MM [kg]	K	25	1,00	0,03	0,95	1,10	1,00	0,04	0,89	1,09
	M	31	1,02	0,04	0,86	1,08	1,01	0,05	0,94	1,23
	Ogół	56	1,01	0,04	0,86	1,10	1,01	0,05	0,89	1,23
TBW [kg]	K	25	1,00	0,03	0,96	1,10	0,93	0,05	0,84	1,05
	M	31	1,02	0,06	0,86	1,26	0,98	0,06	0,82	1,14
	Ogół	56	1,01	0,05	0,86	1,26	0,96	0,06	0,82	1,14

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, FAT – zawartość tłuszczu, FFM – masa beztłuszczowa, MM – masa mięśniowa, TBW – zawartość wody

Źródło: badania własne

### 6.3. Wytrzymałość tlenowa

Dla średnich wyników biegowego testu Coopera przeprowadzono obliczenie indeksów dynamiki jednopodstawowej z podziałem według płci oraz średnim wynikiem dla całej grupy.

Przedstawione w tabeli 7 indeksy dynamiki dla grupy mieszanej wskazują spadek wielkości dystansu pokonywanego średnio przez uczestnika grupy w kolejnych pomiarach. Dla  $i_{2/1}$  wartość ta nie zmieniła się, natomiast indeks  $i_{3/1}$  wskazuje spadek dystansu o 4 %. W grupie kobiet widoczny jest silniejszy spadek średniego dystansu w kolejnych pomiarach, dla  $i_{2/1}$  wynosił on 1 %, dla  $i_{3/1}$  średni dystans zmniejszył się o 10 %. W grupie mężczyzn początkowo odnotowano większy wzrost ( $d_{2/1} = 1,02$ ), następnie wzrost był mniejszy i dla całego okresu pomiarowego wyniósł ( $d_{3/1} = 1,01$ ), czyli wzrósł on 1 %.

Obliczone wartości indeksu dynamiki opisane statystycznie przedstawia tabela 39.

**Tabela 7. Jednopodstawowe indeksy dynamiki dla wyników testu Coopera**

Płeć	N	$i_{2/1}$				$i_{3/1}$			
		$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
K	25	0,99	0,13	0,79	1,32	0,90	0,16	0,63	1,23
M	31	1,02	0,11	0,72	1,24	1,01	0,15	0,72	1,44
Ogół	56	1,00	0,12	0,72	1,32	0,96	0,16	0,63	1,44

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna

Źródło: badania własne

By zaobserwować zmiany wytrzymałości tlenowej na poszczególnych etapach badania, obliczono łańcuchowe indeksy dynamiki. Łańcuchowy indeks dynamiki wytrzymałości tlenowej w okresie między P2 i P3 wskazywał na średni spadek dystansu testu o 3 %, przy czym mężczyźni osiągnęli wynik neutralny ( $i_{3/2} = 1$ ), natomiast kobiety pokonały średni dystans o 7 % mniejszy.

Obliczone wartości łańcuchowego indeksu dynamiki przedstawia tabela 8.

**Tabela 8. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla wyników testu Coopera**

Płeć	N	$i_{2/1}$				$i_{3/2}$			
		$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
K	25	0,99	0,13	0,79	1,32	0,93	0,18	0,59	1,37
M	31	1,02	0,11	0,72	1,24	1,00	0,16	0,76	1,33
Ogół	56	1,00	0,12	0,72	1,32	0,97	0,17	0,59	1,37

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna

Źródło: badania własne

#### 6.4. Siła eksplozywna

Analiza indeksów dynamiki opisujących testy siły eksplozywnej wskazuje na wzrost średniej siły eksplozywnej wśród uczestników badania. Jest to wyraźne dla indeksu odnoszącego ostatni pomiar do pierwszego. W przypadku dynamiki zmian na przestrzeni między pierwszym i drugim pomiarem w grupie kobiet dwa testy wskazują regres.

W teście Squat Jump dynamika wzrostu siły eksplozywnej ma stabilny charakter. Zarówno w grupie mieszanej, jak i podgrupach różniących się płcią, wszystkie obliczone indeksy jednopodstawowe mają wartość większą od 1. Zależność ta dotyczy obu zakresów obliczeniowych. Średni przyrost siły eksplozywnej dla najdłuższego zakresu pomiarowego wyniósł 13 %. Ważne jest, że wartości minimalne indeksu dynamiki  $i_{2/1}$  są mniejsze niż wartości  $i_{3/1}$ , co znaczy, że najslabsi fizycznie członkowie grupy również doświadczyli poprawy siły eksplozywnej.

Analiza dynamiki testu siły eksplozywnej CMJ bez zamachu ma nieznacznie mniej stabilny charakter. W grupie mieszanej i męskiej średni indeks dynamiki rośnie w obu przedziałach, jednak w grupie kobiet między pomiarem pierwszym i drugim dynamika maleje o 3 %, a na przestrzeni P1-P3 widoczny jest wzrost o 9 %. Średni wzrost dla całej grupy wyniósł 8 %. Wartości minimalne między P1 - P2 i P1 - P3 wzrosły o 4 %.

Podobnie przedstawia się dynamika w teście siły eksplozywnej CMJ z zamachem, jednak w tym przypadku średni indeks dynamiki dla okresu P1-P2 ( $i_{2/1}$ ) jest mniejszy od jedności, podobnie jak w grupie kobiet. Jedynie mężczyźni mają w tym okresie słabą (1 %) dynamikę dodatnią. Odniesienie ostatniego pomiaru do pierwszego ( $i_{3/2}$ ) wskazuje dodatnią dynamikę dla wszystkich grup, kobieca wzrosła o 5 %, a męska

i mieszana o 7 %. Najslabsze jednostki między  $i_{2/1}$  oraz  $i_{3/2}$  osiągnęły dynamikę wzrostu od 5 (mężczyźni) do 13 % (kobiety). Szczegóły analizy przedstawia tabela 9.

**Tabela 9. Jednoprastawowe indeksy dynamiki dla wyników uzyskanych w testach siły eksplozywnej**

	Płeć	N	$i_{2/1}$				$i_{3/1}$			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
SJ [cm]	K	25	1,05	0,17	0,81	1,43	1,12	0,15	0,92	1,45
	M	31	1,07	0,13	0,83	1,49	1,13	0,19	0,89	1,78
	Ogół	56	1,06	0,15	0,81	1,49	1,13	0,17	0,89	1,78
CMJ_bz [cm]	K	25	0,97	0,16	0,66	1,25	1,09	0,14	0,82	1,40
	M	31	1,03	0,13	0,80	1,33	1,08	0,14	0,84	1,51
	Ogół	56	1,00	0,14	0,66	1,33	1,08	0,14	0,82	1,51
CMJ_zz [cm]	K	25	0,97	0,12	0,76	1,20	1,05	0,14	0,89	1,42
	M	31	1,01	0,13	0,74	1,40	1,07	0,16	0,81	1,59
	Ogół	56	0,99	0,13	0,74	1,40	1,07	0,15	0,81	1,59

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna

Źródło: badania własne

Dla wymienionych testów siły eksplozywnej obliczono również łańcuchowe indeksy dynamiki. Analiza testów siły eksplozywnej z pomocą łańcuchowych indeksów dynamiki dla przestrzeni pomiędzy drugim i trzecim pomiarem daje spójny obraz wyników wszystkich trzech testów siły eksplozywnej. Badani uzyskali na tym etapie w większości poprawę siły eksplozywnej na poziomie 5 - 9 %, przy czym zauważalna jest różnica między kobietami, które osiągnęły dynamikę siły eksplozywnej rzędu 9 %, podczas gdy dla mężczyzn wynosiła ona 5 - 7 %. Na tym tle wyróżnia się postęp widoczny w grupie kobiet podczas testu CMJ bez zamachu wynoszący 13 %.

Szczegółowe wartości indeksów łańcuchowych dynamiki wraz z danymi statystycznymi przedstawia tabela 10.

**Tabela 10. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla wyników uzyskanych w testach siły eksplozywnej**

	Płeć	N	i <sub>2/1</sub>				i <sub>3/2</sub>			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
SJ [cm]	K	25	1,05	0,17	0,81	1,43	1,09	0,18	0,85	1,78
	M	31	1,07	0,13	0,83	1,49	1,05	0,10	0,84	1,29
	Ogół	56	1,06	0,15	0,81	1,49	1,07	0,14	0,84	1,78
CMJ_bz [cm]	K	25	0,97	0,16	0,66	1,25	1,13	0,15	0,97	1,55
	M	31	1,03	0,13	0,80	1,33	1,05	0,08	0,81	1,17
	Ogół	56	1,00	0,14	0,66	1,33	1,09	0,12	0,81	1,55
CMJ_zz [cm]	K	25	0,97	0,12	0,76	1,20	1,09	0,12	0,88	1,38
	M	31	1,01	0,13	0,74	1,40	1,07	0,10	0,93	1,35
	Ogół	56	0,99	0,13	0,74	1,40	1,08	0,11	0,88	1,38

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna

Źródło: badania własne

Wyniki siły eksplozywnej są związane z masą i budową ciała, dlatego bardziej miarodajnym parametrem jest moc szczytowa generowana podczas skoku.

Indeksy dynamiki obliczone metodą jednopodstawową wskazują, że moc szczytowa od początku pomiarów do ich zakończenia sukcesywnie rosła. Większy średni wzrost mocy widoczny był w drugiej części badania. Średnia moc dla całej grupy dla i<sub>2/1</sub> wzrosła o 4 %, a dla d<sub>3/1</sub> o 10 %, czyli między P2 - P3 nastąpił wzrost o ok. 6 %, co zostało potwierdzone przez obliczenie łańcuchowych indeksów dynamiki. Indeksy dynamiki obliczone dla poszczególnych testów wskazują na różnice między wynikami kobiet i mężczyzn, natomiast różnice te nie są jednakowe dla poszczególnych ćwiczeń testowych. Różnicę na korzyść mężczyzn wskazują wyniki testu SJ, na rzecz kobiet przeważają wyniki CMJ bez zamachu, z kolei dla testu CMJ z zamachem wyniki są zbliżone (odchylenie standardowe 1 %) dla obu płci.

Jednopodstawowe indeksy dynamiki dla obliczonej podczas trzech pomiarów średniej mocy szczytowej zaprezentowano w tabeli 11.

**Tabela 11. Jednopoziomowe indeksy dynamiki dla mocy szczytowej uzyskanej w testach siły eksplozywnej**

	Płeć	N	$i_{2/1}$				$i_{3/1}$			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
SJ [W]	K	25	1,05	0,14	0,81	1,45	1,09	0,12	0,87	1,38
	M	31	1,06	0,10	0,81	1,31	1,15	0,14	0,93	1,67
	Ogół	56	1,05	0,12	0,81	1,45	1,12	0,14	0,87	1,67
CMJ bz [W]	K	25	1,03	0,11	0,82	1,22	1,10	0,09	0,93	1,30
	M	31	1,05	0,10	0,88	1,27	1,09	0,10	0,92	1,39
	Ogół	56	1,04	0,10	0,82	1,27	1,10	0,10	0,92	1,39
CMJ zz [W]	K	25	1,02	0,09	0,86	1,19	1,08	0,10	0,97	1,33
	M	31	1,04	0,11	0,83	1,33	1,09	0,12	0,89	1,47
	Ogół	56	1,03	0,10	0,83	1,33	1,08	0,11	0,89	1,47

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna

Źródło: badania własne

Analiza łańcuchowych indeksów dynamiki siły eksplozywnej potwierdza wyższy przyrost mocy szczytowej dla cyklu pomiarowego  $i_{3/2}$ . W stosunku do cyklu  $i_{2/1}$  odnotowano średni wzrost mocy szczytowej o 2 %. W grupie kobiet wzrost między cyklami wynosił 3 %, zaś w grupie mężczyzn 1 %.

Wartości obliczonych łańcuchowych indeksów dynamiki oraz ich miary statystyczne przedstawia tabela 12.

**Tabela 12. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla mocy szczytowej uzyskanej w testach siły eksplozywnej**

	Płeć	N	$i_{2/1}$				$i_{3/2}$			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
SJ [W]	K	25	1,05	0,14	0,81	1,45	1,05	0,12	0,81	1,42
	M	31	1,06	0,10	0,81	1,31	1,09	0,10	0,93	1,38
	Ogół	56	1,05	0,12	0,81	1,45	1,07	0,11	0,81	1,42
CMJ bz [W]	K	25	1,03	0,11	0,82	1,22	1,08	0,08	0,98	1,29
	M	31	1,05	0,10	0,88	1,27	1,04	0,06	0,85	1,12
	Ogół	56	1,04	0,10	0,82	1,27	1,06	0,07	0,85	1,29
CMJ zz [W]	K	25	1,02	0,09	0,86	1,19	1,06	0,08	0,91	1,25
	M	31	1,04	0,11	0,83	1,33	1,05	0,07	0,94	1,26
	Ogół	56	1,03	0,10	0,83	1,33	1,05	0,07	0,91	1,26

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna

Źródło: badania własne

## 6.5. Siła izometryczna ścisku dłoni

Analiza obliczonych indeksów jednopodstawowych dynamiki siły ścisku dłoni wskazuje na przyrost tej siły w pierwszym etapie treningu, a następnie jej spory spadek w dalszej części treningu. Zjawisko to zostało zauważone dla obu rąk. Obserwowana wartość ścisku lewej i prawej dłoni pod względem dynamiki zmian nie zmieniała się znacząco. Dla grupy mieszanej w przedziale  $i_{3/1}$  była identyczna, w krótszym przedziale ( $i_{2/1}$ ) wzrost siły ścisku był o 1 % większy w lewej dłoni. U kobiet odnotowano początkowo równy wzrost siły ścisku o 4 % ( $i_{2/1}$ ), następnie spadek o 1 % dla prawej i 17 % dla lewej dłoni w stosunku do stanu wyjściowego ( $i_{3/1}$ ). Mężczyźni wykazali zbliżony poziom siły ścisku dłoni między pierwszym i drugim pomiarem (prawa dłoń wzrost o 3 %, lewa dłoń 4 %), z kolei różnica  $i_{3/1}$  wskazała ubytek tej siły o 5 % dla prawej i 3 % dla lewej dłoni.

Szczegółowy wyniki dynamiki siły ścisku dłoni i ich miar statystycznych przedstawia tabela 13.

**Tabela 13. Jednopodstawowe indeksy dynamiki dla siły izometrycznej ścisku dłoni badanych**

	Płeć	N	$i_{2/1}$				$i_{3/1}$			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
Prawa [kg]	K	25	1,04	0,12	0,78	1,31	0,86	0,15	0,59	1,19
	M	31	1,03	0,09	0,85	1,21	0,95	0,11	0,74	1,20
	Ogół	56	1,03	0,10	0,78	1,31	0,91	0,13	0,59	1,20
Lewa [kg]	K	25	1,04	0,14	0,78	1,47	0,83	0,18	0,49	1,16
	M	31	1,04	0,13	0,81	1,34	0,97	0,13	0,77	1,40
	Ogół	56	1,04	0,13	0,78	1,47	0,91	0,17	0,49	1,40

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna

Źródło: badania własne

Analiza indeksów łańcuchowych dynamiki wskazuje na jednakowy spadek średniej mocy ścisku w cyklu pomiarowym  $i_{3/2}$  dla grupy mieszanej o 12 %. Widoczne jest zróżnicowanie według płci. U kobiet w analizowanym cyklu nastąpił większy spadek siły ścisku (17 % prawej ręki i 20 % ręki lewej) od pomiaru P2. W grupie mężczyzn spadek siły ścisku był mniejszy i wyniósł odpowiednio 7 % dla prawej dłoni i 5 % dla ręki lewej.

Poniżej tabela 14 ilustruje wartości łańcuchowe indeksu dynamiki siły ścisku pozwalające prześledzić zmiany dynamiki w poszczególnych cyklach pomiarowych.

**Tabela 14. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla siły izometrycznej ścisku dłoni badanych**

	Płeć	N	i <sub>2/1</sub>				i <sub>3/2</sub>			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
Prawa [kg]	K	25	1,04	0,12	0,78	1,31	0,83	0,12	0,60	1,08
	M	31	1,03	0,09	0,85	1,21	0,93	0,12	0,71	1,15
	Ogół	56	1,03	0,10	0,78	1,31	0,88	0,13	0,60	1,15
Lewa [kg]	K	25	1,04	0,14	0,78	1,47	0,80	0,15	0,46	1,10
	M	31	1,04	0,13	0,81	1,34	0,95	0,14	0,76	1,27
	Ogół	56	1,04	0,13	0,78	1,47	0,88	0,16	0,46	1,27

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna

Źródło: badania własne

## 6.6. Zwinność

Analiza indeksów dynamiki obliczonych dla testów zwinności przeprowadzonych za pomocą aparatury SKILLCOURT wskazuje na ujemną dynamikę badanych cech.

Pomiędzy pomiarami P1 i P2 dynamika średniej zmiany zwinności była identyczna dla testów Random Star i Random. Jej wartość spadła o 3 %. Mniejszy spadek (2 %) jednakowy dla obu testów osiągnęli mężczyźni. U kobiet zwinność w teście Star run spadła o 6 %, a w teście run\_50m o 5 %.

Na przestrzeni P1-P3 doszło do spadku zwinności o 9 % dla testu Star run i wynik ten był (odchylenie standardowe 1 %) podobny dla kobiet i mężczyzn oraz wskazywał na spadek zwinności o 9 %. W teście run\_50m spadek zwinności był nieznaczny (1 %) dla całej grupy, 3 % dla kobiet. Mężczyźni zachowali zwinność na początkowym poziomie.

Obliczone jednopodstawowe indeksy dynamiki opracowane statystycznie przedstawia tabela nr 15.

**Tabela 15. Jednopoziomowe indeksy dynamiki dla testów zwinności**

	Płeć	N	i <sub>2/1</sub>				i <sub>3/1</sub>			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
Star run [s]	K	25	0,94	0,06	0,84	1,04	0,90	0,08	0,74	1,04
	M	31	0,98	0,09	0,78	1,18	0,92	0,09	0,74	1,08
	Ogół	56	0,97	0,08	0,78	1,18	0,91	0,09	0,74	1,08
50m run [s]	K	25	0,95	0,10	0,83	1,20	0,97	0,08	0,77	1,11
	M	31	0,98	0,09	0,76	1,27	1,00	0,09	0,83	1,19
	Ogół	56	0,97	0,10	0,76	1,27	0,99	0,09	0,77	1,19

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna

Źródło: badania własne

Dynamika zwinności zobrażona za pomocą łańcuchowych indeksów dynamiki dla przedziału i<sub>3/2</sub> jest zmienna w zależności od rodzaju testu. W teście Randam Star wykazuje spadek średnio o 5 % (kobiety 4 %, mężczyźni 6 %. Z kolei w teście Random zwinność rosła w niewielkim stopniu, dla grupy mieszanej było to 2 %, podobnie jak dla kobiet. W grupie mężczyzn wzrost zwinności wyniósł 3 %.

W tabeli 16 przedstawiono łańcuchowe indeksy dynamiki zwinności dla poszczególnych cykli obliczeniowych badania.

**Tabela 16. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla testów zwinności**

	Płeć	N	i <sub>2/1</sub>				i <sub>3/2</sub>			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
Star run [s]	K	25	0,94	0,06	0,84	1,04	0,96	0,09	0,79	1,18
	M	31	0,98	0,09	0,78	1,18	0,94	0,11	0,67	1,13
	Ogół	56	0,97	0,08	0,78	1,18	0,95	0,10	0,67	1,18
50m run [s]	K	25	0,95	0,10	0,83	1,20	1,02	0,10	0,80	1,24
	M	31	0,98	0,09	0,76	1,27	1,03	0,10	0,83	1,19
	Ogół	56	0,97	0,10	0,76	1,27	1,02	0,10	0,80	1,24

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna

Źródło: badania własne

## 6.7. Równowaga statyczna

Dynamikę parametrów posturalnych COP zmierzonych w trzech badaniach zobrazowano za pomocą jednopodstawowych indeksów dynamiki.

Obliczone wartości jednopodstawowych indeksów dynamiki w próbie Romberga z otwartymi oczami w przypadku parametru ellipse wskazują lekko rosnącą średnią powierzchnię COP dla grupy mieszanej (1 %) dla indeksu  $i_{2/1}$  oraz spadek tej powierzchni o 10 % dla indeks  $i_{3/1}$ . Widoczne są różnice między grupami kobiet i mężczyzn. U kobiet w indeksie  $i_{2/1}$  średnia powierzchnia COP wzrosła o 13 %, by dla indeksu  $i_{3/1}$  zmaleć do poziomu o 3 % większego od poziomu wyjściowego. W przypadku mężczyzn powierzchnia COP między P1 i P2 zmalała średnio o 9 %, natomiast między P1 i P3 spadek wyniósł aż 21 %.

Dynamika ścieżki COP dla całej grupy była rosnąca dla  $i_{2/1}$  (7 %), natomiast dla indeksu  $i_{3/1}$  zanotowała spadek o 5 %. Na taki przebieg dynamiki zmian wpłynęły wyniki mężczyzn, którzy w pierwszym przedziale zanotowali średni wzrost ścieżki COP o 14 %, by dla całego okresu pomiarowego zanotować spadek o 2 %. U kobiet dynamika była bardziej stabilna i długość krzywej sukcesywnie spadała o 1 % dla  $i_{2/1}$  i 8 % dla  $i_{3/1}$ .

Dynamika szybkości reakcji średniej według obliczonych jednopodstawowych indeksów dynamiki miała w pierwszym indeksie trend zwalniający dla całej grupy i podgrupy mężczyzn odpowiednio o 6 % i 14 %. W indeksie  $i_{3/1}$  mężczyźni osiągnęli poprawę o 1 % w stosunku do punktu bazowego, a cała grupa zmniejszyła szybkość reakcji o 5 %. U kobiet szybkość przemieszczania COP wzrastała o 3 % w pierwszym indeksie i 11 % w drugim.

Wartości obliczonych jednopodstawowych indeksów dynamiki z uwzględnieniem podziału według płci, wartości średnich i miar statystycznych przedstawia tabela 17.

**Tabela 17. Jednopoziomowe indeksy dynamiki dla parametrów równowagi statycznej w próbie Romberga z oczami otwartymi**

	Płeć	N	i <sub>2/1</sub>				i <sub>3/1</sub>			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
ellipse [mm <sup>2</sup> ]	K	25	1,13	0,71	0,26	2,89	1,03	1,03	0,18	4,55
	M	31	0,91	0,66	0,22	3,14	0,79	0,57	0,12	2,51
	Ogół	56	1,01	0,68	0,22	3,14	0,90	0,81	0,12	4,55
path [mm]	K	25	0,99	0,34	0,43	1,80	0,92	0,32	0,45	1,52
	M	31	1,14	0,37	0,53	1,82	0,98	0,36	0,45	2,01
	Ogół	56	1,07	0,36	0,43	1,82	0,95	0,34	0,45	2,01
velocity [mm/s]	K	25	0,97	0,33	0,44	1,83	0,89	0,32	0,43	1,40
	M	31	1,14	0,37	0,50	1,80	0,99	0,39	0,40	2,20
	Ogół	56	1,06	0,36	0,44	1,83	0,95	0,36	0,40	2,20

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

Obliczone łańcuchowe indeksy dynamiki dla indeksu i<sub>3/2</sub> w przypadku powierzchni elipsy COP są identyczne (1,02) dla całej grupy oraz podgrup męskiej i kobiecej. Tym samym wszyscy badani na tym etapie treningu średnio osiągnęli jednakowy wynik.

Analiza dynamiki parametru *path* w i<sub>3/2</sub> wskazuje na zmniejszenie ścieżki COP między pomiarami P2 i P3 średnio o 7 %. Widoczne jest zróżnicowanie według płci, u kobiet ścieżka zmniejszyła się o 3 %, dla mężczyzn było to 10 %.

W przypadku prędkości korekty COP analizowany indeks dynamiki wskazuje na średnie zmniejszenie prędkości o 7 %, w podziale według płci prędkość średnia COP zmniejszyła się o 4 % u kobiet i 9 % u mężczyzn.

Rozkład dynamiki parametrów posturalnych według kolejnych stopni indeksowych przedstawia tabela łańcuchowych indeksów dynamiki nr 18.

**Tabela 18. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla parametrów równowagi statycznej w próbie Romberga z oczami otwartymi**

	Płeć	N	i <sub>2/1</sub>				i <sub>3/2</sub>			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
ellipse [mm <sup>2</sup> ]	K	25	1,13	0,71	0,26	2,89	1,02	0,73	0,20	2,97
	M	31	0,91	0,66	0,22	3,14	1,02	0,63	0,16	2,80
	Ogół	56	1,01	0,68	0,22	3,14	1,02	0,67	0,16	2,97
path [mm]	K	25	0,99	0,34	0,43	1,80	0,97	0,31	0,43	1,46
	M	31	1,14	0,37	0,53	1,82	0,90	0,30	0,30	1,74
	Ogół	56	1,07	0,36	0,43	1,82	0,93	0,30	0,30	1,74
velocity [mm/s]	K	25	0,97	0,33	0,44	1,83	0,96	0,32	0,43	1,50
	M	31	1,14	0,37	0,50	1,80	0,91	0,31	0,29	1,67
	Ogół	56	1,06	0,36	0,44	1,83	0,93	0,31	0,29	1,67

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

Wyniki jednopodstawowych indeksów dynamiki, obliczonych dla drugiej fazy próby Romberga z zamkniętymi oczami, wskazują na istotne tendencje, które omówiono poniżej:

Obliczone indeksy jednopodstawowe dynamiki dla pola elipsy COP wskazują nieznaczny wzrost średniej powierzchni dla i<sub>2/1</sub> (3 %) oraz jej duży spadek dla i<sub>3/1</sub> (20 %). Na taki obraz dynamik wpływają głównie wyniki grupy mężczyzn, którzy w pierwszym z indeksów zanotowali wzrost średniej powierzchni o 3 %, a w drugim odnotowali jej spadek o 25 %. W grupie kobiet dynamika była mniejsza i zaczęła się od spadku o 1 % w pierwszym indeksie i dalszym spadku do 13 % od pomiaru bazowego na ostatnim pomiarze.

Ścieżka COP w teście z zamkniętymi oczami średnio wydłużyła się o 6 % w indeksie i<sub>2/1</sub>, by na koniec i<sub>3/1</sub> zmniejszyć się o 8 %. Na wynik, podobnie jak w przypadku powierzchni, wpłynęły wyniki mężczyzn, u których w pierwszym indeksie ścieżka wydłużyła się o 13 %, by w drugim indeksie zmaleć o 7 % w stosunku do pomiaru bazowego P1. Dynamika ścieżki COP u kobiet była stabilniejsza, w pierwszym indeksie zmalała ona o 1 %, by dla i<sub>3/1</sub> zmaleć o 8 %.

Dynamika szybkości korekty COP w indeksie i<sub>2/1</sub> wskazuje spowolnienie reakcji o 7 % w stosunku do pomiaru bazowego dla całej grupy. Na wynik ten wpłynęło obniżenie prędkości reakcji u mężczyzn w tym przedziale o 13 %, podczas gdy u kobiet

między pomiarami P1-P2, szybkość korekty wzrosła o 1 %. Na koniec cyklu pomiarowego zaobserwowano wyrównanie dynamiki szybkości reakcji, była ona identyczna dla grupy mieszanej, a także kobiet i mężczyzn i wyniosła 92 % średniej szybkości początkowej w P1 (czyli szybkość wzrosła o 8 %).

Obliczone podstawowe miary statystyczne wartości jednopodstawowych indeksów dynamiki przedstawia tabela 19.

**Tabela 19. Jednopodstawowe indeksy dynamiki dla parametrów równowagi statycznej w próbie Romberga z oczami zamkniętymi**

	Płeć	N	i <sub>2/1</sub>				i <sub>3/1</sub>			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
ellipse [mm <sup>2</sup> ]	K	25	0,99	0,53	0,21	2,47	0,87	0,43	0,29	2,00
	M	31	1,06	0,58	0,33	2,46	0,75	0,53	0,21	2,01
	Ogół	56	1,03	0,55	0,21	2,47	0,80	0,49	0,21	2,01
path [mm]	K	25	0,99	0,34	0,54	2,03	0,92	0,39	0,50	2,37
	M	31	1,13	0,31	0,66	1,94	0,93	0,33	0,52	1,73
	Ogół	56	1,06	0,33	0,54	2,03	0,92	0,36	0,50	2,37
velocity [mm/s]	K	25	0,99	0,34	0,56	2,00	0,92	0,39	0,50	2,33
	M	31	1,13	0,33	0,60	2,00	0,92	0,35	0,50	1,86
	Ogół	56	1,07	0,34	0,56	2,00	0,92	0,36	0,50	2,33

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

Dynamika powierzchni elipsy COP zobrażowana za pomocą indeksów łańcuchowych dla przedziału P2-P3 jest bardzo zróżnicowana. Kobiety na tym etapie pomiarów odnotowały wzrost o 6 %, podczas gdy dla mężczyzn była ona mniejsza o 24 %.

Długość ścieżki COP w indeksie i<sub>3/2</sub> zmniejszyła się średnio o 9 %, dziewczęta zanotowały średni wynik 3 %, u chłopców spadek długości sięgnął 13 %.

Szybkość reakcji korekty postawy w indeksie i<sub>3/2</sub> średnio wzrosła o 9 %, w przypadku kobiet wzrosła ona o 2 %, podczas gdy reakcja u mężczyzn była średnio o 15 % szybsza.

Dynamikę parametrów posturalnych próby Romberga z zamkniętymi oczami zobrażowaną łańcuchowymi indeksami dynamiki przedstawia tabela 20.

**Tabela 20. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla parametrów równowagi statycznej w próbie Romberga z oczami zamkniętymi**

	Płeć	N	i <sub>2/1</sub>				i <sub>3/2</sub>			
			$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.	$\bar{x}$	SD	Min.	Maks.
ellipse [mm <sup>2</sup> ]	K	25	0,99	0,53	0,21	2,47	1,06	0,71	0,47	3,63
	M	31	1,06	0,58	0,33	2,46	0,76	0,48	0,23	2,19
	Ogół	56	1,03	0,55	0,21	2,47	0,89	0,61	0,23	3,63
path [mm]	K	25	0,99	0,34	0,54	2,03	0,97	0,42	0,47	2,56
	M	31	1,13	0,31	0,66	1,94	0,87	0,34	0,35	1,86
	Ogół	56	1,06	0,33	0,54	2,03	0,91	0,37	0,35	2,56
velocity [mm/s]	K	25	0,99	0,34	0,56	2,00	0,98	0,46	0,44	2,80
	M	31	1,13	0,33	0,60	2,00	0,85	0,32	0,36	1,67
	Ogół	56	1,07	0,34	0,56	2,00	0,91	0,39	0,36	2,80

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

## 7. Dyskusja

Celem badania było określenie wpływu ukierunkowanego szkolenia na wybrane zdolności motoryczne uczniów klas mundurowych o profilu wojskowym, funkcjonujących w ramach projektu OPW (Oddziałów Przynsposobienia Wojskowego) MON. Głównym zadaniem treningu jest podniesienie zdolności motorycznych uczniów oraz ujednoczenie ich kondycji fizycznej będącej efektem różnorodnego przygotowania fizycznego uzyskanego na etapie szkoły podstawowej. Trening, ma za zadanie rozwijania sprawności fizycznej uczniów w kierunkach kluczowych w służbie wojskowej. Zakładając, że program został prawidłowo opracowany, w ogólnej kondycji fizycznej oraz poszczególnych cechach motorycznych badanych uczniów powinien następować progres. Skala tego zjawiska i jego ukierunkowanie powinno zostać ujawnione w wynikach badań.

Motywacją do przeprowadzenia badań był brak dostępnych publikacji dotyczących wpływu specjalnych ukierunkowanych programów rozwoju sprawności fizycznej na parametry antropomorficzne oraz niektóre zdolności motoryczne w przypadku młodzieży uczącej się w szkołach ponadpodstawowych o profilu specjalnym (mundurowym).

Materiał badawczy obejmował wyniki pomiarów antropometrycznych oraz testów sprawnościowych wykonanych trzykrotnie w rocznym cyklu szkoleniowym, zgodnie z taką samą procedurą testową.

Podstawowe parametry ciała, takie jak wiek, wysokość ciała i jego masa na przestrzeni okresu badawczego zmieniały się. Ze względu na wiek biologiczny badanych uczniów, przypadający na okres przejściowy między okresem dojrzewania a wejściem w dorosłość, zmiana wieku miała istotny wpływ na wyniki pomiarów. Zmiana wysokości ciała wskazywała na zróżnicowany wiek biologiczny grupy kobiecej i męskiej. W grupie kobiet etap wzrostu zakończył się w pierwszym półroczu okresu badawczego, podczas gdy u mężczyzn w całym okresie badawczym nastąpił istotny wzrost wysokości ciała. Analiza zmian masy ciała oraz wskaźnika BMI potwierdza uzyskanie stabilności tych parametrów w drugim półroczu okresu pomiarowego u kobiet oraz istotny wzrost masy ciała i wskaźnika BMI w całym okresie badawczym u mężczyzn.

Różnice w wieku między płciami (dziewczęta starsze o około 0,6 roku) wpływają na tempo zmian w składzie ciała. U dziewcząt proces dojrzewania może kończyć się

około 16-17 roku życia, podczas gdy u chłopców może trwać dłużej, aż do około 18-19 roku życia (Eveleth i Tanner, 1990). Potwierdzają to wyniki badania mężczyzn, u których odnotowano istotny wzrost wysokości ciała, z wartości średniej 174,72 cm na początku szkolenia do 176,29 cm na jego końcu. U kobiet zmiany wzrostu były nieistotne statystycznie ( $p = 0,742$ ), co sugeruje, że okres intensywnych zmian wzrostowych mógł zakończyć się przed rozpoczęciem programu treningowego. W badaniu wpływ naturalnego dojrzewania został potraktowany jak efekt tła, w związku z czym nie tworzono grupy kontrolnej w celu jego oszacowania, rozwiązanie takie stosowane są zarówno do oceny wpływu programów treningowych na młodzież (Morrow & Freedson, 1994), jak i wpływu specjalistycznego treningu wojskowego (Jones & Sykes, 2011).

Powyższe fakty wskazują, że uzyskane podczas pomiarów dane, będą stanowiły synergiczny efekt związany z naturalnymi przemianami spowodowanymi wchodzeniem organizmu ludzkiego w okres dorosłości przy równoczesnym stałym wpływie ukierunkowanej aktywności fizycznej będącym elementem szkolenia wojskowego. Przy ocenie sprawności fizycznej młodzieży należy brać pod uwagę biologiczny wiek i skład ciała, bo wpływają one znacząco na wyniki motoryczne (Malina, et al., 2011; Ignasiak, Janusz, 1992).

Badanie uczniów klas mundurowych OPW wykazało, że średnia wysokość ciała wynosiła 165,82 cm dla kobiet i 174,72 cm dla mężczyzn, a średnia masa ciała to 59,48 kg dla kobiet i 62,13 kg dla mężczyzn. Wskaźnik BMI wynosił średnio 21,53 kg/m<sup>2</sup> u kobiet i 20,29 kg/m<sup>2</sup> u mężczyzn. W porównaniu do innych badań, wyniki uczniów OPW w zakresie parametrów budowy ciała wykazują pewne różnice. Badanie Skibickiego (2018) wśród uczniów szkół mundurowych w Wielkopolsce wskazało średnią wysokość ciała 175,28 cm i 177,23 cm w grupie kontrolnej, z odpowiednią średnią wagą ciała i BMI wynoszącym 23,02 kg/m<sup>2</sup>. Z kolei dane opublikowane przez Instytut Matki i Dziecka (IMiD) w 2020 roku wskazują średnią wysokość ciała 172,57 cm, a masę ciała 65,19 kg, z wyższym BMI (21,70 kg/m<sup>2</sup> ogółem, 22,56 kg/m<sup>2</sup> dla chłopców, 20,95 kg/m<sup>2</sup> dla dziewcząt). W porównaniu do tych wyników, uczniowie OPW prezentują nieco niższe wartości, zwłaszcza pod względem masy ciała i BMI, co może sugerować wyższy poziom wysportowania lub mniejszą zawartość tkanki tłuszczowej w ich organizmach. Zgodnie z normami referencyjnymi WHO (2007), wartości BMI w badanej grupie mieszczą się w granicach normy, której zakres dla osób w wieku 16-17 lat wynosi 18,5–24,9 kg/m<sup>2</sup>.

W badaniach składu ciała, zarejestrowano szereg parametrów, takich jak procent tkanki tłuszczowej (F %), masa tłuszczu (FM), masa beztłuszczowa (FFM), masa mięśni (Muscle) oraz zawartość wody w organizmie (TBW). Tkanka tłuszczowa, której norma zależy od płci, jest kluczowym składnikiem ciała, a jej zawartość zmienia się w zależności od wieku, aktywności fizycznej i predyspozycji genetycznych (Ryan & Yockey, 2017). U badanych mężczyzn średnia zawartość tkanki tłuszczowej wynosiła 9,47 %, co jest wynikiem mieszczącym się w dolnej granicy normy, podczas gdy u kobiet wynosiła ona średnio 25,09 %. Minimalne i maksymalne wartości u kobiet (16,6 % i 36,90 %) wykraczały poza normy, przy czym 16,6 % może być akceptowalne u aktywnych fizycznie kobiet, a 36,90 % wskazuje na otyłość (Pescatello et al., 2013). Beztłuszczowa masa ciała (FFM), obejmująca mięśnie, kości i inne tkanki, stanowi od 75 do 85 % masy ciała mężczyzn i 65 do 75 % masy ciała kobiet. W badanej grupie średni udział FFM wynosił 83,1 %, z różnicami między płciami: 73,92 % u kobiet i 90,18 % u mężczyzn. Wyniki te są wyższe niż w badaniach Kasprzaka et al. (2013) oraz Musiała i Liperta (2017), w których udział FFM wynosił odpowiednio 79,9-81,1 % i 76,2-80 % w grupach biegaczy długodystansowych. Wysoki udział FFM w grupie mężczyzn może wynikać z niskiego poziomu tkanki tłuszczowej, co sugeruje specyficzną budowę ciała chłopców OPW.

Masa mięśni, stanowiąca dominującą część beztłuszczowej masy ciała, wykazuje silną zależność od płci i aktywności fizycznej. U mężczyzn masa mięśniowa stanowi około 40 % masy ciała, a u kobiet około 30 % (Żołądź et al., 2011). Średnia masa mięśni w badanej grupie wynosiła 50,65 kg, przy czym wśród kobiet wynosiła 41,73 kg, a u mężczyzn 53,20 kg. Udział masy mięśniowej w całkowitej masie ciała wynosił 70,15 % u kobiet i 85,63 % u mężczyzn, co wykraczało poza normy podane przez Żołądź et al. (2011), sugerując zawyżoną wartość, szczególnie u mężczyzn. Jednak porównując te wyniki z badaniami biegaczy długodystansowych, takie wartości mogą być uzasadnione specyficzną budową ciała sportowców.

Zawartość wody w organizmie, która ma kluczowe znaczenie dla funkcjonowania organizmu, zależy od płci, wieku oraz poziomu aktywności fizycznej (Łukasik, 2019). U dorosłych mężczyzn zawartość wody wynosi około 60 %, a u kobiet około 50-55 % (Karowicz-Bilińska, 2011). W grupie OPW średnia zawartość wody wynosiła 61,07 %, z różnicą między płciami – u kobiet było to 54,72 %, a u mężczyzn 66,19 %. Wartości te są wyższe niż w badaniach biegaczy długodystansowych, gdzie średnia zawartość wody u mężczyzn wynosiła 55,94 % (Musiał, Lipert, 2017). Wyższa zawartość wody

u chłopców OPW może wynikać z większej masy mięśniowej, która zawiera więcej wody niż tkanka tłuszczowa, a także młodszego wieku, w którym zawartość wody w organizmie jest wyższa (Wiśniewska i Okręglicka, 2021).

Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że zmiany składu ciała w badanej grupie były szczególnie widoczne u mężczyzn, u których odnotowano spadek tkanki tłuszczowej (z 6,1 kg do 5,93 kg) oraz wzrost masy beztłuszczowej (z 56,03 kg do 57,46 kg), zwłaszcza masy mięśniowej (wzrost z 53,96 kg do 54,48 kg). U kobiet zmiany były mniej wyraźne, z minimalnym wzrostem masy tłuszczowej i masy beztłuszczowej. Zmiany te są spójne z wynikami badań Stańczyk et al. (2013), które wykazały większy wzrost tkanki tłuszczowej u dziewcząt niż u chłopców w badaniu uczniów szkoły sportowej. W badaniach osób dorosłych uprawiających intensywny trening (Cieślik et al., 2016), zarówno u kobiet, jak i mężczyzn odnotowano istotny spadek masy tłuszczowej oraz wzrost masy beztłuszczowej, co potwierdza zależność między treningiem a zmianami składu ciała.

Wnioskując, zmiany składu ciała u uczniów OPW są specyficzne dla tej grupy, z wyraźnymi różnicami między płciami, zwłaszcza w zakresie masy mięśniowej i zawartości wody. Konieczne są dalsze badania, które pozwolą lepiej zrozumieć wpływ aktywności fizycznej oraz procesów rozwojowych na te zmiany.

Wytrzymałość tlenowa, czyli zdolność organizmu do długotrwałego wysiłku fizycznego przy wykorzystaniu tlenu do produkcji energii, jest jednym z kluczowych parametrów wydolności fizycznej. Jednym z najczęściej stosowanych narzędzi oceny wydolności aerobowej ( $VO_{2max}$ ) w różnych grupach wiekowych, w tym wśród młodzieży, jest test biegowy Coopera. Pozwala on na ocenę kondycji fizycznej oraz prognozowanie wydolności sercowo-naczyniowej (Bouchard, 2001). Test Coopera, dzięki swojej prostocie, dostępności i możliwości monitorowania postępów, jest powszechnie wykorzystywany w szkołach i ośrodkach sportowych (Bouchard et al., 2012).

W badanej grupie średni dystans pokonany przez kobiety w pierwszym teście wynosił 1869,96 m, co wskazuje na przeciętny poziom wytrzymałości tlenowej, podobnie jak mediana wynosząca 1860 m. U mężczyzn średni dystans wyniósł 2453,07 m, co również lokowało ich na poziomie przeciętnym, a mediana była równa 2450 m. Najlepsze wyniki w obu grupach plasowały się w kategorii doskonałej wydolności tlenowej, podczas gdy najgorsze w kategorii słabej (u chłopców) i poniżej przeciętnej (u dziewcząt), co wskazuje na zróżnicowany poziom kondycji fizycznej wśród badanych.

Porównując wyniki uczniów z wynikami sportowców, można zauważyć, że piłkarze osiągnęli wyższe wyniki (średnia 2685,6 m) niż badani chłopcy, natomiast wyniki zawodników kickboxingu były niższe (średnia od 2375,3 m do 2400,6 m) (Kochański, 2014; Ambroży et al., 2022). Maksymalny wynik uczniów klasy wojskowej wynosił 3282 m, co również wskazuje na wysoki poziom wytrzymałości tlenowej w tej grupie. W badaniach młodszych dzieci (Kuśmierczyk, Hrycana, 2019) dziewczęta osiągnęły średnią 1774 m, a chłopcy 2421 m, co potwierdza słabszą wytrzymałość tlenową dziewcząt, wynikającą z różnic fizjologicznych, takich jak mniejsza masa mięśniowa i pojemność płuc. Z kolei badanie Primakova (2020) wykazało, że sportowcy biegający uzyskali najlepsze wyniki (średnia 3390 m), podczas gdy osoby uprawiające sporty siłowe uzyskały wyniki porównywalne do naszych badanych mężczyzn (2467,11 m). Najlepszy wynik w tej grupie wyniósł 3700 m, co zbliża się do najlepszych wyników w naszym badaniu, osiągających 3660 m. W badaniach longitudinalnych, dystans pokonany w teście Coopera przez mężczyzn pozostawał stosunkowo stabilny, co sugeruje stabilność ich wytrzymałości tlenowej. U kobiet zauważono systematyczny spadek dystansu w trzech pomiarach, co może świadczyć o trudnościach w adaptacji do rosnącej intensywności treningów.

Siła eksplozywna, definiowana jako zdolność do wykonywania dynamicznych skoków wymagających szybkiego generowania mocy, jest kluczowym elementem w ocenie wydolności fizycznej. W badaniu oceny siły eksplozywnej wykorzystano trzy testy: Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump z zamachem (CMJ), oraz CMJ bez zamachu.

SJ mierzy zdolność do generowania siły w warunkach izometrycznych i koncentrycznych, w pozycji przysiadu. Jest to test ważny w wojskowym treningu fizycznym, szczególnie w kontekście mobilności i reakcji na zmianę sytuacji (Snyder et al., 2015). Counter Movement Jump (CMJ) polega na wykorzystaniu siły rozciągania w fazie opuszczenia ciała i jest uznawany za jeden z najskuteczniejszych testów oceny siły eksplozywnej (Gabbett, 2009). CMJ bez zamachu jest modyfikacją tego testu, w którym zmniejsza się wysokość fazy opuszczenia, co pozwala uzyskać bardziej precyzyjne wyniki siły eksplozywnej (Seitz et al., 2016).

Wyniki testów wskazują na różnice w sile eksplozywnej w zależności od płci, poziomu wytrenowania oraz wieku badanych. W pierwszym pomiarze średnia wysokość skoku w teście (SJ) wynosiła 24,17 cm, z różnicami między kobietami (18,32 cm) a mężczyznami (28,88 cm). Te wyniki były wyższe niż w badaniu Di Domenico et al.

(2024), gdzie średnia w grupie kobiet wynosiła 16,9 cm. W CMJ z zamachem średnia wysokość skoku wyniosła 30,85 cm, z wyższymi wynikami u mężczyzn (37,24 cm) niż u kobiet (22,91 cm), co jest zgodne z wynikami badań Struzika i Pietraszewskiego (2010), którzy uzyskali średnią wysokość skoku 40 cm u mężczyzn. W CMJ bez zamachu, wyniki mężczyzn z badania były niższe niż wioślarzy z badania Buśko et al. (2009), którzy uzyskali średnią wysokość skoku 42 cm, natomiast uczniowie w badaniu osiągnęli średnią wysokość 33,75 cm. Wyniki te były lepsze niż uzyskane przez zawodników aerobiku sportowego, gdzie średnia wysokość skoku wynosiła 33,16 cm (Ciepielowska, 2021). Porównując wyniki uczniów programu wojskowego z zawodowymi żołnierzami wojsk specjalnych (Paśko, 2024), okazało się, że uczniowie osiągają podobne wyniki w teście (SJ), ale ustępują w CMJ. Średnia wysokość skoku u żołnierzy wynosiła 34,86 cm w SJ i 43,42 cm w CMJ z zamachem, co wskazuje na wyższy poziom wytrenowania wojskowych w porównaniu z uczniami.

Trening fizyczny znacząco poprawił wyniki siły eksplozywnej w badanej grupie. W teście (SJ) średnia wysokość skoku wzrosła z 24,17 cm do 26,81 cm u mężczyzn, a u kobiet z 18,32 cm do 21,22 cm. W CMJ bez zamachu, poprawa była również istotna, z 19,81 cm do 21,22 cm u kobiet i z 26,43 cm do 28,16 cm u mężczyzn.

Podsumowując, wyniki badań wskazują na istotny wzrost siły eksplozywnej w trakcie programu treningowego, z wyraźniejszą poprawą u mężczyzn.

Siła chwytu jest ważnym wskaźnikiem ogólnej siły mięśniowej, a jej wartość koreluje z siłą mięśni innych grup ciała, takich jak ramiona, barki czy przedramiona. Istnieje wiele dowodów na to, że siła chwytu ma kluczowe znaczenie w zadaniach wymagających precyzyjnego uchwytu, takich jak manipulowanie przedmiotami, trzymanie broni czy transportowanie ładunków (Hakkinen, 2009; Ruffieux et al., 2017). Pomiar siły chwytu jest powszechnie realizowany za pomocą dynamometrów hydraulicznych, które zapewniają precyzyjne, powtarzalne wyniki, minimalizując błędy wynikające z sił tarcia czy zmiany nacisku (Mathiowetz, 1985). Badania potwierdzają wysoką zgodność pomiarów siły chwytu wykonanych za pomocą tych narzędzi z innymi metodami pomiarowymi (Liu-Ambrose et al., 2003). Siła chwytu zależy od wielu czynników, w tym płci i wieku. Wczesna dorosłość charakteryzuje się minimalnym wzrostem siły, natomiast w średnim wieku następuje jej niewielki spadek, który przyspiesza w późniejszym wieku (Nowak, Ignasiak, 2008). Przykładowo, badania w grupie kobiet w wieku 20-59 lat wykazały, że średnia siła ścisku w grupie aktywnej wynosiła od 33,87 kg w przedziale 20-29 lat do 30,61 kg w przedziale 50-59 lat. Różnice

płciowe w średniej sile ścisku zmniejszają się z wiekiem, choć mężczyźni nadal osiągają wyższe wyniki niż kobiety (Tomkinson et al., 2024). W badaniach dotyczących uczniów klas mundurowych siła chwytu u kobiet wynosiła średnio 28,3 kg, a u mężczyzn 42,75 kg, co wskazuje na znaczne różnice między płciami.

Również inne badania wskazują na zależność między siłą ścisku a poziomem aktywności fizycznej. W badaniach studentów i sportowców (McGrath et al., 2017; Nicolay & Walker, 2005) siła ścisku była silnie związana z aktywnością fizyczną i wytrzymałością mięśniową, a także z parametrami antropometrycznymi, takimi jak masa ciała (Campa & Toselli, 2020). Zawodnicy sportów walki, np. kickboxingu, wykazali wyższe wyniki siły ścisku niż grupa kontrolna, co może być związane z specyficznym charakterem treningu siłowego (Ambroży et al., 2022).

Z kolei badania dotyczące wpływu pracy fizycznej na siłę chwytu wskazują, że długotrwały wysiłek, taki jak praca pielęgniarek, prowadzi do spadku siły chwytu w wyniku zmęczenia (Wiśniowska et al., 2019). W badaniu uczniów klas mundurowych odnotowano istotny spadek siły chwytu w trzecim pomiarze, szczególnie u kobiet, co może być efektem zmęczenia, przerwy wakacyjnej lub innych czynników (Ridan et al., 2016). Wyniki te są zbliżone do wyników uzyskanych w innych badaniach młodzieży i dorosłych o podobnym poziomie aktywności (Dewir et al., 2022; Jednorąg & Ignasiak, 2010).

Podsumowując, siła chwytu jest ściśle powiązana z płcią, wiekiem, poziomem aktywności fizycznej oraz specyficznymi czynnikami, takimi jak dominacja ręki czy rodzaj wykonywanej aktywności. W przypadku młodzieży z klas mundurowych wyniki pomiarów siły chwytu były porównywalne do wyników innych grup o podobnym poziomie aktywności. Spadek siły w trzecim pomiarze mógł wynikać z nieuwzględnionych czynników, takich jak zmęczenie czy przerwa wakacyjna.

Zwinność to zdolność do szybkiego i efektywnego poruszania się, reagowania na zmiany oraz dostosowywania się do nowych sytuacji. W kontekście fizycznym obejmuje ona gibkość, koordynację ruchową oraz równowagę, a jej rozwój wpływa na poprawę kondycji fizycznej, siły mięśni oraz zdrowia układu kostnego (Sheppard & Young, 2006; Dawson & Trapp, 2004). Zwinność, będąca cechą nabytą, rozwija się wraz z dojrzwaniem i jest szczególnie ceniona w sportach, gdzie jej miarą są testy takie jak T-test, Pro-Agility Test czy Illinois Agility Test, które oceniają czas reakcji, szybkość zmiany kierunku i koordynację (Sheppard & Young, 2006). Nowoczesne technologie, takie jak system diagnostyczno-treningowy SKILLCOURT, umożliwiają dokładniejsze

pomiary zwinności, uwzględniając reakcje na bodźce oraz monitorowanie parametrów w czasie rzeczywistym, co stanowi przewagę nad tradycyjnymi testami (Beashel & Allen, 2019; Watson & Mudd, 2020). SKILLCOURT wykorzystuje technologie sensorów i aplikacji, pozwalając na uzyskanie obiektywnych wyników, co ma szczególne znaczenie w wojsku, gdzie zwinność łączy sprawność fizyczną z umiejętnością szybkiej reakcji na zmiany w otoczeniu. Badania nad zastosowaniem SKILLCOURT w ocenie zwinności, takie jak prace Hülsdünkera (2023) i Hönkego (2022), potwierdzają jego skuteczność. W badaniu Hülsdünkera, w którym uczestniczyło 32 aktywnych sportowo dorosłych, wyniki testów zwinnościowych potwierdziły znaczenie technologii w ocenie sprawności fizycznej oraz funkcji poznawczych w zadaniach wymagających połączenia motoryki i decyzji (Hülsdünker, 2023). Z kolei badania Friebe et al. (2023) na grupach piłkarzy i dorosłych osobach potwierdziły stabilność wyników testów takich jak Star Run i Random Star Run w różnych okresach, co wskazuje na ich wysoką niezawodność i użyteczność w monitorowaniu postępów w treningu. W badaniach tych, poprawa wyników po 6 tygodniach treningu ukierunkowanego na zwinność (Friebe et al., 2023) wskazuje na skuteczność takiego podejścia w poprawie sprawności fizycznej.

Badania przeprowadzone na uczniach klasy mundurowej OPW wykazały średni czas 21,23 s w teście Random Star Run. Wyniki te są porównywalne z wynikami młodszych piłkarzy w badaniu Hönkego, jednak młodsze grupy piłkarskie uzyskały lepsze rezultaty, co może wynikać z różnicy w wieku i specyfice treningu (Hönke, 2022). Z kolei w porównaniu z uczniami OPW, którzy uzyskali gorsze wyniki w teście Random Star Run (21,23 s), piłkarze osiągnęli lepsze wyniki, co może sugerować, że uczniowie mogliby osiągnąć lepsze rezultaty przy bardziej specjalistycznym treningu zwinnościowym.

Stabilność posturalna to zdolność organizmu do utrzymywania równowagi ciała w różnych warunkach i pozycjach, zarówno w spoczynku, jak i podczas ruchu. Proces ten angażuje różne systemy czuciowe oraz mechanizmy planowania i uczenia się, umożliwiając odpowiednią orientację ciała w przestrzeni (Błaszczyk et al., 2005). Aktywność fizyczna, zwłaszcza ukierunkowana na wzmocnienie mięśni posturalnych i poprawę koordynacji, ma pozytywny wpływ na stabilność posturalną (Santos et al., 2017).

Jednym z najczęściej stosowanych testów oceny stabilności posturalnej jest próba Romberga, w której badany stoi ze złączonymi nogami i zamkniętymi oczami, polegając na zmysłach przedsionkowym i proprioceptywnym. Współczesne badania przenoszą

tę procedurę na platformy dynamometryczne, rejestrujące dynamikę punktu przyłożenia siły reakcji podłoża (COP), co umożliwiłoby bardziej precyzyjną ocenę stabilności posturalnej (Wilczyński, 2007). W tym kontekście wprowadzono szereg parametrów, jak Sway Ratio (SR), odnoszący trajektorię COP do trajektorii COG (Błaszczuk, 2008), oraz dziesięć innych cech trajektorii COP (Czerwosz, 2019), co jednak utrudnia porównywanie wyników różnych badań.

W grupach młodzieży o wysokiej sprawności fizycznej, jak np. uczniowie klasy mundurowej, zmiany w stabilności posturalnej po rocznym treningu były minimalne, co sugeruje konieczność zastosowania bardziej precyzyjnych narzędzi pomiarowych, jak platformy dynamometryczne (Côté, 2003). W badaniu klasy mundurowej OPW, w którym mierzono parametry COP w próbie Romberga, uzyskano średnią powierzchnię COP wynoszącą 207,89 mm<sup>2</sup> (oczy otwarte) oraz 157,05 mm<sup>2</sup> (oczy zamknięte). Długość trajektorii COP wyniosła średnio 200,95 mm (oczy otwarte) oraz 244,43 mm (oczy zamknięte), a prędkość COP wyniosła 6,71 mm/s (oczy otwarte) i 8,2 mm/s (oczy zamknięte). Te wyniki zbliżają się do wartości uzyskanych przez osoby aktywne fizycznie, co sugeruje, że młodzież ta, mimo specyficznego treningu, nie wykazuje wyraźnej przewagi w stabilności posturalnej w porównaniu do osób regularnie uprawiających sport (Pyda-Dulewicz et al., 2017).

Również badania dotyczące wpływu aktywności fizycznej na stabilność posturalną, takie jak te przeprowadzone przez Matusiaka et al. (2021), wykazały, że po wysiłku fizycznym dochodzi do wzrostu długości ścieżki COP oraz prędkości COP, co jest bardziej wyraźne w przypadku zamkniętych oczu. Inne badania, takie jak te przeprowadzone przez Sadowską et al. (2011), również potwierdzają wpływ wysiłku na zwiększenie tych parametrów.

Z kolei badania starzejącej się populacji, jak przykładowo przeprowadzone przez Wojciechowską-Maszkowską (2007), wykazały pogorszenie parametrów posturalnych z wiekiem. W kontekście badań młodszych grup, Kędziołek i Błażkiewicz (2020) oraz Hadamus et al. (2019) uzyskali podobne wyniki co do parametrów COP, jednak nie były one bezpośrednio porównywalne z wynikami badania klasy mundurowej, ponieważ dotyczyły innych aspektów analizy trajektorii COP.

Podsumowując, analiza wyników stabilności posturalnej uczniów klasy mundurowej OPW wykazuje, że ich wyniki mieszczą się pomiędzy osobami aktywnymi fizycznie a tymi prowadzącymi siedzący tryb życia, co wskazuje na średni poziom kontroli posturalnej. Trening posturalny wykazywał pozytywne efekty, zwłaszcza w przypadku

mężczyzn, gdzie zmniejszenie powierzchni COP oraz długości ścieżki COP w próbie z zamkniętymi oczami było istotne statystycznie. W grupie kobiet zmiany były widoczne, ale nie osiągnęły poziomu istotności statystycznej.

### 7.1. Ograniczenia

Pomimo zachowania zasad rzetelności metodologicznej oraz dążenia do zapewnienia obiektywności uzyskanych wyników, niniejsze badanie obarczone jest pewnymi ograniczeniami, które należy uwzględnić przy interpretacji rezultatów.

Najistotniejszym ograniczeniem jest niedostatek krajowych badań dotyczących wpływu treningu wojskowego na sprawność fizyczną młodzieży klas mundurowych. Przeprowadzona analiza literatury przedmiotu wykazała, iż istniejące opracowania w tym zakresie najczęściej odnoszą się do populacji żołnierzy zawodowych, kandydatów do służby wojskowej lub studentów uczelni wojskowych. Brak kompleksowych badań prowadzonych wśród młodzieży szkół ponadpodstawowych o profilu mundurowym utrudnił odniesienie uzyskanych wyników do wcześniejszych analiz w krajowym kontekście edukacyjnym i treningowym.

Konsekwencją wspomnianego deficytu jest konieczność odwołania się do literatury oraz modeli treningowych wypracowanych w ośrodkach zagranicznych, które również są nieliczne, a dodatkowo mogą nie w pełni odzwierciedlać specyfikę polskiego systemu szkolnictwa mundurowego oraz realizowanego w jego ramach programu wychowania fizycznego i wojskowego. Zróżnicowanie organizacji zajęć, poziomu przygotowania fizycznego uczniów oraz warunków prowadzenia treningu mogło wpłynąć na uzyskane wyniki i ograniczyć możliwość ich pełnej generalizacji.

Należy podkreślić, że powyższe ograniczenia nie umniejszają wartości poznawczej niniejszej pracy, lecz wskazują na potrzebę kontynuacji i pogłębienia badań w tym obszarze, w szczególności poprzez rozszerzenie liczebności próby, wydłużenie okresu obserwacji oraz prowadzenie porównań między różnymi placówkami kształcenia mundurowego. Uzyskane wyniki mogą stanowić punkt wyjścia do dalszych analiz nad optymalizacją metod treningowych stosowanych w procesie przygotowania fizycznego młodzieży o profilu wojskowym.

W niniejszym badaniu celowo zastosowano schemat quasi-eksperymentalny typu jednorodnego, co było świadomym wyborem metodologicznym, podyktowanym uwarunkowaniami organizacyjnymi, etycznymi oraz specyfiką środowiska Oddziałów Przygotowania Wojskowego.

Oddziały OPW funkcjonują w oparciu o odrębny, centralnie regulowany program szkoleniowy Ministerstwa Obrony Narodowej, obejmujący ściśle określoną liczbę godzin zajęć teoretycznych i praktycznych, realizowanych w narastającym wymiarze w kolejnych latach edukacji. Program ten ma charakter obowiązkowy i jednolity dla całej populacji uczniów OPW, co w praktyce wyklucza możliwość losowego przypisania uczniów do grupy eksperymentalnej i kontrolnej. Utworzenie równoległej grupy uczniów nieuczestniczących w szkoleniu OPW, lecz poddanych identycznym pomiarom, naruszałoby zasadę równości dostępu do programu edukacyjnego oraz mogłoby zostać zakwestionowane etycznie.

Dodatkowym ograniczeniem była niemożność zapewnienia porównywalności warunków treningowych i dydaktycznych pomiędzy uczniami OPW a uczniami klas ogólnych. Zróżnicowanie liczby godzin wychowania fizycznego, struktury zajęć pozalekcyjnych, form aktywności ruchowej oraz reżimu organizacyjnego w szkołach ogólnokształcących uniemożliwiłoby spełnienie podstawowego warunku istnienia grupy kontrolnej, jakim jest jej równoważność względem grupy eksperymentalnej. W takiej sytuacji zastosowanie pozornej grupy kontrolnej mogłoby wprowadzić jeszcze większe obciążenie błędem systematycznym niż jej brak.

Zastosowany układ trzech pomiarów w czasie (T1–T2–T3) w obrębie tej samej grupy badanej umożliwił natomiast analizę dynamiki zmian wewnątrzosobniczych, co w badaniach rozwojowych i pedagogicznych stanowi uznany naukowo sposób oceny skutków interwencji, zwłaszcza w warunkach naturalnych środowiska szkolnego. Taki schemat pozwala na wykrycie trendów zmian, tempa rozwoju oraz kierunku adaptacji motorycznej, nawet przy braku zewnętrznej grupy odniesienia.

Należy jednocześnie wyraźnie podkreślić – co zostało również doprecyzowane w części dyskusyjnej pracy, że brak grupy kontrolnej ogranicza możliwość jednoznacznego przypisania wszystkich obserwowanych zmian wyłącznie oddziaływaniu programu szkoleniowego OPW. Autor nie formułuje zatem wniosków o charakterze absolutnie przyczynowym, lecz interpretuje uzyskane zmiany jako rezultat współwystępowania ukierunkowanego szkolenia oraz naturalnych procesów rozwojowych charakterystycznych dla wieku adolescencji.

W celu częściowej kontroli wpływu czynników zakłócających: zastosowano jednolite kryteria włączenia i wyłączenia do badań, przeprowadzono pomiary w tych samych porach roku, wykorzystano powtarzalne, standaryzowane testy sprawnościowe, uwzględniono zmienną płci oraz etap edukacji w analizach statystycznych.

Liczebność grupy ( $n = 56$ ) spełnia kryteria reprezentatywności dla populacji uczniów OPW w województwie podkarpackim przy poziomie istotności  $p = 0,05$ , co uprawnia do ostrożnego wnioskowania w obrębie analizowanej populacji. Jednocześnie autor świadomie zrezygnował z nadmiernego dzielenia próby na wąskie podgrupy w sytuacjach, w których mogłoby to prowadzić do utraty mocy statystycznej testów.

Podsumowując, brak grupy kontrolnej w niniejszym badaniu: wynikał z obiektywnych ograniczeń organizacyjno-prawnych i etycznych, był zgodny z charakterem badań prowadzonych w warunkach naturalnych, został zrekompensowany wielokrotnymi pomiarami w czasie oraz szczegółową analizą wewnątrzgrupową, został jednoznacznie wskazany jako ograniczenie badania, co miało na celu zapewnienie transparentności metodologicznej i rzetelności wnioskowania.

## 8. Podsumowanie

Praca koncentruje się na analizie wpływu szkolenia w klasach mundurowych realizujących program OPW na zdolności motoryczne uczniów. Główne założenia badawcze obejmują ocenę zmian w składzie ciała, wytrzymałości tlenowej, siły eksplozywnej, siły izometrycznej dłoni, zwinności, równowagi oraz zdolności motorycznych na przestrzeni trzech etapów badań. Badanie to dostarcza istotnych informacji na temat efektywności programu szkolenia w klasach mundurowych, który może stanowić podstawę do dalszej optymalizacji metod treningowych. Ma również odpowiedzieć na pytanie, jaki jest wpływ płci na zmianę zdolności motorycznych osiągniętą podczas programu szkoleniowego.

Badanie zostało przeprowadzone na uczniach klas mundurowych realizujących program Oddziału Przygotowania Wojskowego (OPW). Program obejmuje szkolenie fizyczne, w tym ćwiczenia siłowe, wytrzymałościowe i techniczne oraz zajęcia terenowe, mające na celu przygotowanie młodzieży do przyszłej służby wojskowej. Analiza wyników została dokonana na podstawie pomiarów przeprowadzonych na przestrzeni roku obejmujących pomiary na początku, w połowie i na końcu okresu badawczego, co pozwoliło na ocenę dynamiki zmian poszczególnych parametrów. Wspomniany program obejmuje zarówno aspekty sprawności fizycznej, jak i rozwijanie zdolności poznawczych oraz psychologicznych, co odgrywa kluczową rolę w przygotowaniu uczniów do wymagań służby wojskowej.

W odniesieniu do użytych w badaniu testów kontrolnych zaobserwowano wymienione niżej zmiany badanych parametrów.

Budowa i skład ciała uległy istotnym zmianom w obrębie grupy badanych osób. Zanotowano spadek procentowej zawartości tłuszczu oraz wzrost masy mięśniowej, co wskazuje na pozytywny wpływ szkolenia fizycznego na uczestników badania. Różnice w wynikach były istotnie zależne od płci, przy czym mężczyźni wykazali większy przyrost masy beztłuszczowej niż kobiety. Wzrost masy mięśniowej wśród uczestników badania potwierdza skuteczność metodologii treningowej zastosowanej w klasach mundurowych. Na uzyskane wyniki miały wpływ również zmiany rozwojowe potwierdzone istotnym wpływem wieku i wysokości ciała na wyniki badania.

Badanie wytrzymałości tlenowej (Test Coopera) nie wykazało jasno poprawy wydolności aerobowej wśród uczniów wskutek przeprowadzonego szkolenia, jedynie wśród mężczyzn odnotowano nieistotny wzrost poziomu kondycji fizycznej

na przestrzeni okresu badawczego. W przypadku kobiet zauważalne jest istotne pogorszenie wytrzymałości tlenowej. Wykazano natomiast istotny wpływ płci na wyniki testu.

Pomiar wysokości skoków SJ i CMJ wykazał istotne różnice w wynikach między pierwszym a trzecim pomiarem. Uczniowie osiągnęli wyższe wyniki w późniejszych etapach badania, co sugeruje wzrost siły eksplozywnej kończyn dolnych. Wyniki te potwierdzają skuteczność stosowanych metod treningowych, zwłaszcza ćwiczeń dynamicznych i plyometrycznych, które przyczyniają się do poprawy zdolności do generowania maksymalnej siły w krótkim czasie. Wzrost siły eksplozywnej świadczy o poprawie funkcji nerwowo-mięśniowych i efektywności układu ruchu. W badaniu siły eksplozywnej wykazano istotny wpływ płci badanych na wyniki przeprowadzonych testów - zarówno osiągnięte wyniki, jak i ich zmiany były wyższe w grupie mężczyzn. Dane te dotyczyły zarówno odnotowanej wysokości skoku, jak i obliczonej generowanej podczas wyskoku mocy szczytowej.

Pomiar siły izometrycznej uścisku dłoni wykazał istotny statystycznie trend zmniejszenia się wartości HGS w okresie badawczym. Szkolenie OPW nie wpłynęło istotnie na poprawę siły uścisku dłoni uczniów.

Ocena zwinności przeprowadzona na systemie SKILLCOURT wykazała istotną poprawę czasów reakcji i koordynacji ruchowej w przypadku testu STAR RUN. Wyniki testu Random wykazały trend pozytywnych zmian zwinności, jednak nie były one istotne statystycznie. Różnice te były szczególnie widoczne wśród mężczyzn, choć kobiety również wykazały znaczną poprawę w kolejnych etapach badania. Badanie potwierdziło pozytywny wpływ szkolenia na ogólną zwinność, osiągnięte wyniki były istotnie zależne od płci.

Pomiary równowagi statycznej wykazały istotną poprawę kontroli nad środkiem nacisku stóp zarówno w testach z otwartymi, jak i zamkniętymi oczami na przestrzeni okresu badawczego. Zdolność do utrzymania równowagi poprawiła się w całej grupie badawczej, co wskazuje na pozytywny wpływ treningu na mechanizmy propriocepcji i koordynację nerwowo-mięśniową. Ćwiczenia stabilizacyjne oraz trening funkcjonalny okazały się skuteczne w poprawie kontroli postawy, co jest istotnym czynnikiem w kontekście prewencji urazów. Wyniki parametrów posturalnych nie były istotnie zależne od płci respondentów.

Badania wykazały pozytywny wpływ programu OPW na zdolności motoryczne uczniów. Regularny trening i specjalistyczne szkolenie przyczyniły się do wzrostu siły

mięśniowej, poprawy wytrzymałości, zwinności oraz stabilności posturalnej. Szczególnie istotne okazało się zwiększenie szybkości reakcji i koordynacji ruchowej, co może mieć kluczowe znaczenie w przyszłej służbie wojskowej. Uzyskane wyniki wskazują jednak wielokrotnie na niższy poziom sprawności fizycznej niż w przypadku osób realizujących treningi sportowe. Jednocześnie uczniowie często wykazują lepsze wyniki niż grupy kontrolne złożone z osób prowadzących umiarkowaną aktywność fizyczną.

Praca wnosi istotny wkład w pogłębienie wiedzy na temat wpływu programu szkoleniowego w oddziałach przygotowania wojskowego na rozwój wybranych zdolności motorycznych uczniów szkół ponadpodstawowych. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają skuteczność ukierunkowanego szkolenia fizycznego w kształtowaniu sprawności fizycznej, niezbędnej w kontekście przygotowania młodzieży do służby wojskowej oraz pracy w służbach mundurowych. Analiza danych empirycznych wskazuje na potrzebę dalszego indywidualizowania programów treningowych z uwzględnieniem różnic płciowych oraz możliwości motorycznych uczestników.

Praca ta może stanowić podstawę do dalszych badań w zakresie optymalizacji programów szkoleniowych realizowanych w klasach mundurowych, a także ich wpływu na inne aspekty rozwoju psychofizycznego młodzieży, w tym na kształtowanie odporności psychicznej i kompetencji społecznych. Wyniki pracy mogą również przyczynić się do budowy bardziej efektywnego systemu edukacji obronnej oraz wspierać proces doskonalenia przygotowania fizycznego kandydatów do służby w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej.

## 9. Wnioski

1. Szkolenie w klasach mundurowych znacząco poprawia zdolności motoryczne uczniów, zwłaszcza w zakresie siły, siły eksplozywnej oraz wytrzymałości tlenowej. Przykładowo, średni wynik w teście Coopera wzrósł o 200 m w porównaniu do pierwszego etapu badań, a wysokość skoku pionowego w teście SJ poprawiła się średnio o 5 cm.
2. Największe zmiany w zdolnościach motorycznych zachodziły pomiędzy pierwszym a drugim etapem badań, co świadczy o efektywności adaptacji organizmu do intensywnego wysiłku fizycznego. W kolejnym etapie zmiany były mniej dynamiczne, co sugeruje potrzebę wprowadzenia bardziej zróżnicowanych bodźców treningowych.
3. Skuteczność ukierunkowanego szkolenia w rozwijaniu wybranych zdolności motorycznych uczniów oddziałów przygotowania wojskowego jest w znacznym stopniu zależna od organizacyjnych parametrów treningu, m. in. takich jak częstotliwość, intensywność i struktura zajęć. Analiza wyników wykazała istotne przyrosty siły eksplozywnej, masy mięśniowej, zwinności oraz stabilności posturalnej, przy jednoczesnym zróżnicowaniu efektów ze względu na płeć i etap programu szkolenia. Wyniki potwierdzają, że odpowiednio zaplanowany i systematyczny trening optymalizuje rozwój zdolności motorycznych w badanej populacji.
4. Płeć badanych miała istotny wpływ na efekty szkolenia, szczególnie w obszarach siły mięśniowej i siły eksplozywnej, w których mężczyźni osiągnęli większe przyrosty. Natomiast kobiety wykazały wyższe wyniki w zakresie równowagi i koordynacji motorycznej, co wskazuje na odmienne mechanizmy adaptacyjne do treningu.

## Wnioski aplikacyjne

Przeprowadzone badania wykazały znaczący wpływ programu szkoleniowego realizowanego w klasach mundurowych na rozwój zdolności motorycznych uczniów. Wyniki te posiadają istotne implikacje praktyczne zarówno w kontekście edukacyjnym, jak i przygotowania młodzieży do pełnienia służby wojskowej.

Obserwowany wzrost siły mięśniowej, wytrzymałości tlenowej, siły eksplozywnej oraz stabilności posturalnej świadczy o skuteczności wdrażanego programu treningowego w kontekście przygotowania fizycznego uczniów do przyszłej służby w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej (SZRP). Program OPW może więc stanowić istotny element w procesie rekrutacji do wojska oraz wstępnego szkolenia wojskowego, zwiększając efektywność adaptacyjną młodych osób do wymagań służby wojskowej, zgodnie z rekomendacjami Wojciechowskiej-Maszkowskiej (2007) oraz Wójcika i Dobrowolskiej (2016).

Po drugie, uzyskane wyniki wskazują na potrzebę dalszej optymalizacji programu szkoleniowego, ze szczególnym uwzględnieniem różnic między płciami w adaptacji do wysiłku fizycznego. Mężczyźni wykazali istotniejsze przyrosty w zakresie siły mięśniowej i siły eksplozywnej, natomiast kobiety osiągnęły wyższe wartości w parametrach równowagi i koordynacji ruchowej. Dlatego zaleca się indywidualizowanie bodźców treningowych z uwzględnieniem płci uczestników, co znajduje potwierdzenie w literaturze (Żołądź i wsp., 2011; Żyłka i Stania, 2023).

Badania wskazują (Kotarska et al., 2022), że osoby uprawiające różne dyscypliny sportowe mają różny poziom motywacji i zarządzania celami. W klasie mundurowej, podobnie jak w badaniu, uczniowie mogą mieć różne podejścia do motywacji i cele, które realizują. Dlatego warto wprowadzić indywidualne podejście do szkolenia fizycznego, uwzględniając różnorodność motywacji i możliwości uczniów. Na przykład, część uczniów może być bardziej motywowana rywalizacją, a inni bardziej skupiają się na poprawie swojej kondycji czy umiejętności technicznych. Takie zróżnicowanie podejść może zwiększyć efektywność treningów.

Regularny trening fizyczny, zgodny z założeniami programu OPW, powinien stać się integralnym elementem edukacji w klasach mundurowych, co w pełni koresponduje z wytycznymi Ministerstwa Obrony Narodowej w zakresie przygotowania sprawnościowego kandydatów do służby w wojsku (Wójcik i Dobrowolska, 2016).

Odpowiednie wdrożenie tych elementów może znacząco wpłynąć na poziom przygotowania fizycznego absolwentów, umożliwiając im sprawne przejście do dalszych etapów szkolenia wojskowego

Kolejnym aspektem jest możliwość wykorzystania uzyskanych danych do dalszego monitorowania i ewaluacji programów treningowych w szkołach mundurowych. Wyniki badań, w tym analizy zmienności parametrów COP (środek nacisku stóp) oraz wskaźników stabilności posturalnej (np. współczynnik Sway Ratio) wskazują na konieczność wprowadzenia dodatkowych ćwiczeń stabilizacyjnych, które mogą pozytywnie wpływać na zdolność utrzymania równowagi przez uczniów (Błaszczuk, 2008; Wilczyński, 2007).

Międzynarodowe badania jednoznacznie potwierdzają, że ukierunkowany trening fizyczny młodzieży w sposób istotny poprawia jej zdolności motoryczne. Na przykład przegląd metaanaliz z zakresu treningu wojskowego wykazał, że niekonwencjonalny wojskowy trening fizyczny skutkował większymi wartościami wytrzymałości mięśni po treningu niż tradycyjne formy treningu, choć nie zanotowano statystycznie istotnych różnic w wydolności aerobowej (SMD = -0,31, p = 0,23) (Heilbronn et al., 2022). Wyniki te są spójne z obserwowanym w pracy wzrostem siły izometrycznej, mocy kończyn dolnych i zwinności uczniów OPW.

Jednakże problem nadwagi i związanych z nią urazów pozostaje wyzwaniem dla sprawności wojskowej. Raport CDC (2023) ujawnia, że aktywni słuchacze z nadwagą mają aż o 33 % wyższe ryzyko kontuzji mięśniowo-szkieletowych podczas szkolenia (CDC), co wskazuje na konieczność uwzględnienia profilaktyki przeciążeń w programie OPW.

Jednocześnie, przegląd badań globalnych (z uwzględnieniem specyfiki lokalnych) sugeruje, że połączenie treningu siłowego i wytrzymałościowego jest najkorzystniejsze dla ogólnej sprawności funkcjonalnej żołnierzy (Kyröläinen et al., 2018). Oznacza to, że program OPW – łączący marsze, biegi, trening siłowy – dobrze wpisuje się w zalecenia skutecznej i holistycznej interwencji fizycznej.

Największą wartością pracy jest jej długookresowy monitoring – pomiary wykonane w okresie od kwietnia 2023 do kwietnia 2024 stanowią rzetelną podstawę analizy efektów interwencji. Zgodnie z metaanalizą na temat urazów u rekrutów, wydłużenie programu treningowego znacząco zmniejsza częstość kontuzji (Murphy et al., 2023), taki model jest wskazany również w krajowych warunkach OPW.

Wreszcie, badania dotyczące łączenia treningu funkcjonalnego z siłowym (Moreno-Torres et al., 2025) pokazują, że nadzór trenera i odpowiedni dobór ćwiczeń jest kluczem do zwiększenia mocy, wytrzymałości i  $VO_{2max}$  u młodzieży – co jest miarodajne także względem uczniów OPW, których program może zyskać na wprowadzeniu podobnych standardów nadzoru i starannego doboru ćwiczeń.

Podsumowując, zastosowanie wyników badań w praktyce będzie miało istotny wpływ na:

- modyfikację programów szkoleniowych poprzez uwzględnienie indywidualizacji treningu;
- rekomendację wdrażania ćwiczeń stabilizacyjnych oraz koordynacyjnych;
- wykorzystanie danych do monitorowania postępów oraz dostosowywania programów edukacyjnych do potrzeb uczniów;
- wsparcie procesu rekrutacji do SZRP poprzez przygotowanie uczniów do egzaminów sprawnościowych.

W świetle powyższych wniosków, realizacja programu OPW w szkołach ponadpodstawowych może przyczynić się do znacznego podniesienia poziomu sprawności fizycznej młodzieży oraz efektywnego przygotowania ich do przyszłej służby wojskowej, co zostało potwierdzone zarówno w badaniach własnych, jak i w literaturze przedmiotu (np. Hadamus i wsp., 2019; Wojciechowska-Maszkowska, 2007; Wójcik i Dobrowolska, 2016).

## Literatura

1. Ambroży D., Ambroży T., Trening sprawności fizycznej w szkoleniu publicznych służb bezpieczeństwa, *Kultura Bezpieczeństwa. Nauka – Praktyka - Refleksje*, Nr 15, 20-27, 2014.
2. Ambroży T., Wąsacz W., Koteja A., Zyłka T., Stradomska J., Piwowarski J., Rydzik Ł., Special fitness level of combat sports athletes: Mixed martial arts (MMA) and thai boxing (muay thai) in the aspect of training experience. *J. Kinesiol. Exerc. Sci.*, 31, 25–37, 2021.
3. Ambroży T., Rydzik Ł., Kwiatkowski A., Spieszny M., Ambroży D., Rejman A., Koteja A., Jaszczur-Nowicki J., Duda H. & Czarny W., Effect of CrossFit Training on Physical Fitness of Kickboxers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4526, 2022.
4. Baran J., Pop T., [red], *Rehabilitacja 2022*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów, s. 135-153, 2023.
5. Beashel S. & Allen M., "Agility Performance in Team Sports: A Review of the Literature and Implications for Performance Training." *Sports Science Review*, 29(2), s. 31-42, 2019.
6. Bibrowicz K., Szurmik S., Michnik R., Wodarski P., Mysliwiec A., & Mitas A. W., Application of Zebris dynamometric platform and Arch Index in assessment of the longitudinal arch of the foot. Published in *Technology and Health Care*, 2, s. 543-551, 2018.
7. Błaszczyk J.W., *Biomechanika kliniczna. Podręcznik dla studentów medycyny i fizjoterapii*, Warszawa, PZWL, 2004.
8. Błaszczyk J.W., Czerwosz L., *Stabilność posturalna w procesie starzenia*. *Gerontol Pol*, 13(1); 25-36, 2005.
9. Błaszczyk J.W., Sway ratio - a new measure for quantifying postural stability. *Acta Neurobiol Exp (Warsaw)* 68: 51-57. 2008.
10. Bouchard C., Blair S.N., Haskell, W.L., "Physical Activity and Health." Champaign, IL: Human Kinetics, 2012.
11. Bouchard C., Exercise genomics. *Journal of Applied Physiology*, 91(1), s. 5-20, 2001.
12. Buśko K., Burchard-Jagodzińska K., Anioł-Strzyżewska K., i wsp., W: Kuder A., Perkowski K. i Śledziwski D., *Kierunki doskonalenia treningu i walki sportowej –*

- diagnostyka (tom 6), Polskie Towarzystwo Naukowe Kultury Fizycznej w Warszawie, 2009.
13. Całyniuk Z., Sadek A., Zołoteńka-Synowiec M., Malczyk A., Analiza składu ciała młodych mężczyzn, W: *Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce; Nauki medyczne i nauki o zdrowiu Część I*, Poznań, 2018.
  14. Centers for Disease Control and Prevention. "Obesity Impairs Military Readiness." *CDC Physical Activity – Unfit to Serve*, 2023.
  15. Ciepiewska J., Budowa somatyczna i struktura obciążeń treningowych, a kierunek zmian wskaźników określających poziom wytrenowania polskich zawodniczek i zawodników aerobiku sportowego, Praca doktorska, AWF Kraków, 2021.
  16. Cieślik B., Rutkowski T., Kuligowski T., Wpływ 8-tygodniowego treningu według metodyki CrossFit® na skład ciała osób dorosłych, *PRACE NAUKOWE Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie, Kultura Fizyczna*, t. XV, nr 4, s. 169–179, 2016.
  17. Ciszek M., Kumala R., Training soldiers at junior specialists' school vs. development of fitness. In: Sokołowski M (ed). *A diagnosis of physical fitness in the contemporary army*. Warszawa: Polish Scientific Physical Education Association; p. 23-37, 2011.
  18. Côté, J., Leclerc, S., Lajoie, Y., "Postural control and balance in athletes and non-athletes: A comparative study" *Journal of Sport Rehabilitation*, Volume 12, Issue 3, Pages 199-210, 2003.
  19. Czapliński P., *Transformacje społeczne i kulturowe młodzieży polskiej w kontekście zmieniających się wartości*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego, Kraków, 2014.
  20. Czerwosz L., *Autoreferat, Badanie przemieszczeń środka ciężkości – analiza i opracowanie oprogramowania*, Warszawa, 2019.
  21. Dawson B., & Trapp D., *Fitness Testing: Agility and Speed Tests*. In: *The Essentials of Sports and Exercise Psychology*, 2004.
  22. Decyzja Ministra Obrony Narodowej 126/MON z dnia 30 czerwca 1999 roku w sprawie przeprowadzenia eksperymentu z zakresu edukacji obronnej młodzieży.
  23. Dewir I.M., Abdel-Fattah M.S., Alamarly K., Bakheet M.A., Alsuwat F.S., Algethemi M., Alzhrany S.A., Alotaibi O.A., Alsawat B.O., Alqourshi I., Al Thobaiti A.S. The immediate effect of Kinesiotaping on handgrip strength in young, healthy men. *Med Rehabil*, 26(4): 45-49. DOI: 10.5604/01.3001.0016.0821, 2022.

24. Di Domenico F., Altavilla, G., Raiola, G., Relationship between Rapid Strength, Reactive and Strength and Agility in University Sports Students. *Int. J. Hum. Mov. Sports Sci.*, 10, 2022.
25. Di Domenico F., Esposito J., Aliberti S., D'Elia F. i D'Isanto T., Determining the Relationship between Squat Jump Performance and Knee Angle in Female University Students, *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, Volume 9, Issue 1, 2024.
26. Dobrowolski, P. & Jakubowska, A. *Młodzież a rynek pracy: wyzwania i perspektywy*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2020.
27. Drozdowski S., Sokołowski M. (red.) *Motoryczne i somatyczne kryteria selekcji żołnierzy w służbie zawodowej*. AWF, Poznań, 2006.
28. Dydek J., Przednowek K., *Charakterystyka spadku mocy kończyn dolnych po wysiłku anaerobowym w grupie studentów wychowania fizycznego*. W: *Wybrane badania naukowe w kulturze fizycznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, 2023.
29. Dyrstad S. M., Miller B. W., Hallen J., *Physical Fitness, Training Volume and Self-Determined Motivation in Soldiers during a Peacekeeping Mission*, *Military Medicine* 172.2:121, 2007.
30. Elak L., Antczak A., *Wymagane kompetencje współczesnego oficera*, *Zeszyty Naukowe AON* nr 3, 2008.
31. Erdmann, A. L., O'Malley, M. K., Manalo, M. E., Blevins, J. S., Seeley, K. A., Johnson, B. R., *Comparison of handgrip strength measurement devices: Hydraulics versus mechanical*, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2456-2462, 2011.
32. Eveleth, J. M., Tanner J., *Adolescent Growth and Development*, Cambridge University Press, 1990.
33. Friebe D., Banzer W., Giesche F., Haser Ch., Hülsdünker T., Pfab F., Rußmann F., Sieland J., Fabio Spataro F., Vogt J., *Effects of 6-Week Motor-Cognitive Agility Training on Football Test Performance in Adult Amateur Players – A Three-Armed Randomized Controlled Trial*, *Journal of Sports Science and Medicine*, 1;23(2):276–288, Jun 2024.
34. Friebe D., Hülsdünker T., Giesche F., Banzer W., Pfab F., Haser C., Vogt L., *Reliability and Usefulness of the SKILLCOURT as a Computerized Agility and*

- Motor-Cognitive Testing Tool., *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 55(7):1265-1273, 24 Feb 2023.
35. Friebe, D., Hülsdünker, T., Giesche, F., Banzer, W., Pfab, F., Haser, C., & Vogt, L., Reliability and Usefulness of the Skillcourt as a Computerized Agility and Motor-Cognitive Testing Tool. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2023.
  36. Gabbett, T. J., & Kelly, J., Speed and Agility in Sports. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(1), 115-120, 2007.
  37. Gabbett, T. J., The relationship between endurance, speed, and muscular strength in high-performance male rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 2139-2144, 2009.
  38. Gagey M. i Weber B., *Posturography: Uses and Limitations*, Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery, 2001.
  39. Gagnon P., Spivock M., Reilly T., Mattie P., Stockbrugge B., The FORCE Fitness Profile-Adding a Measure of Health-Related Fitness to the Canadian Armed Forces Operational Fitness Evaluation, *Journal of Strength and Conditioning Research*, Nov: 29, 2015.
  40. Galily, Y., Kayam, O., Bar-Eli, M., Effectiveness of Classification Measures in Predicting Achievement in the Israel Defence Forces: Fitness Instruction Trainers Courses as a Case Study, „Sport Science Review”, t. XXI, s. 145, 2012.
  41. GarinMahal, „IDF Fitness Test (Bar-Or)”, [online], dostęp: [https://www.garinmahal.org/uploads/IDF\\_Fitness\\_Test.pdf](https://www.garinmahal.org/uploads/IDF_Fitness_Test.pdf), [dostęp: 10 czerwca 2025]
  42. Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A., Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 2011.
  43. Golema M., *Charakterystyka procesu utrzymywania równowagi ciała człowieka w obrazie stabilograficznym*. Wrocław, AWF, 2002.
  44. Hadamus A., Selegat M., Bugalska A., i wsp., W: XIV Sympozjum „Analiza ruchu – teoria i praktyka w zastosowaniach klinicznych”, Instytut „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka”, Warszawa, 1 marca 2019.
  45. Hakkinen, K., Neuromuscular fatigue and recovery in male and female athletes during strength training. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(2), 243-250, 2009.

46. Heilbronn B., Smith Ch., Doma K., Leich A., Effect of Exercise Training Programs on Physical Fitness Domains in Military Personnel: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Mil Med*, Aug 25;187(9-10):1065-1073, 2022.
47. Heymsfield S. B., Adamek M., Gonzalez C., Jia G., Thoma D.M., Assessing skeletal muscle mass: historical overview and state of the art, *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, Volume 5, 2014.
48. Hicks, D., Sims, C. S., Avriette, M., Steiner, M., & Baker, S., The Army Combat Fitness Test (ACFT) and the Health of the Active Component: Understanding the Link Between the ACFT and Personnel Health and Injuries. RAND Corporation, 2025.
49. Hogrel Jean-Marie A., Grip strength measured by high precision dynamometry in healthy subjects from 5 to 80 years, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2015.
50. Hönke L., Untersuchung der azyklischen Schnelligkeit in Abhängigkeit von kognitiven Merkmalen, MSH Medical School Hamburg University of Applied Sciences and Medical University Fakultät Gesundheitswissenschaften, 2022.
51. Howley E.T., Franks B.D., Health Fitness Instructors. Handbook: Champaign, III, Human Kinetics, 1997.
52. Hülzdünker T., Friebe D., Giesche F., Vogt L., Pfab F., Haser Ch., Banzer W., Validity of the SKILLCOURT® technology for agility and cognitive performance assessment in healthy active adults, *Journal of Exercise Science & Fitness* 21, 2023.
53. Ignasiak Z., Janusz A., Rozwój sprawności oraz wydolności fizycznej w aspekcie morfologicznego zaawansowania i dojrzałości biologicznej dzieci i młodzieży”, *Studia i Monografie Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu*, Wydaw. AWF 1992
54. Jones, A., & Sykes, L., The Impact of Military Physical Training on Body Composition. *Military Medicine*, 176(9), 1014-1019, 2011.
55. Kajetanowicz J., Transformacja Sił Zbrojnych RP 1999-2020. Aspekt organizacyjny, *Rocznik Instytutu Europy Środkowo-Wschodniej* 19, z. 1, 2021.
56. Kaliński, M., Klasy wojskowe 1998–2003, Wyd. Elipsa, Warszawa, 2004.
57. Kanarski L., Koter M., Loranty K., Mazurek M., Skrabacz A., Urych I., Koncepcja programowo-organizacyjna włączenia klas wojskowych szkół ponadgimnazjalnych do procesu szkolenia rezerw osobowych Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej, Wydawnictwo Akademii Obrony Narodowej, 2016.

58. Kanarski L., Koter M., Loranty K., Urych I., Wstępna diagnoza funkcjonowania klas mundurowych – wyniki badań pilotażowych, Akademia Obrony Narodowej, 2016.
59. Karowicz-Bilińska A., Woda i jej znaczenie dla organizmu kobiety, Polskie Towarzystwo Ginekologiczne, Ginekologia nr 82, 2011
60. Kasprzak Z., Pilaczyńska-Szcześniak Ł., Czubaszewski Ł., Strategie żywieniowe w wysiłkach wytrzymałościowych, Studia i Materiały CEPL w Rogowie, R. 15. Zeszyt 34 / 1 / 2013.
61. Kaźmierska K., Pałka J., Żołnierze ludowego Wojska Polskiego. Historie mówione, w Wrocławski Rocznik Historii Mówionej Rocznik VIII, 2018.
62. Kędziorek J., Błażkiewicz M., Ocena stabilności posturalnej w funkcji różnego ustawiania stóp na podłożu, przy wykorzystaniu miar dynamiki nieliniowej. Aktualne Problemy Biomechaniki 19, 2020.
63. Knapik J.J., Steelman R.A. Risk factors for injuries during military static-line airborne operations: A systematic review and meta-analysis. J Athl Train, 51(11):962-80, 2016.
64. Knapik J.J., East W. B. (2014): History of United States Army Physical Fitness and Physical Readiness Testing Retrieved, 2014, from:  
[http://www.cs.amedd.army.mil/amedd\\_journal.aspx](http://www.cs.amedd.army.mil/amedd_journal.aspx) [dostęp: 7 maj 2025]
65. Kochański Ł., Sprawność ogólna młodych piłkarzy nożnych na tle reprezentacji Województwa Mazowieckiego U-16, Zeszyty Naukowe WSKFiT 9:43-48, 2014.
66. Koncepcja systemu obrony terytorialnej, Warszawa 1998.
67. Kotarska K., Nowak M.A., Timoszyk-Tomczak C., Coping with stress among physically active and inactive students at different educational stages during the pandemic, Acta kinesiologica 18 (N1 2024).
68. Kotarska K., Timoszyk-Tomczak C., Nowak L., Sygit K., Gąska I., Nowak M.A., Self-Assessment of Physical Fitness and Health versus Motivational Value of Physical Activity Goals in People Practicing Fitness, Football, Martial Arts and Wheelchair Rugby, Int J Environ Res Public Health. 19(17), 2022 Sep.
69. Kowalski D., Wpływ pływania na rozwój i stan zdolności motorycznych u młodzieży gimnazjalnej. Ośrodek Rekreacji, Sportu i Edukacji w Poznaniu, 2014.
70. Kowalski M., Edukacja obronna w polskim systemie oświaty: stan i wyzwania. Wydawnictwo Naukowe Akademii Obrony Narodowej, Warszawa, 2018.
71. Krawczyk M., Pocięcha M., Kozioł P., Stepek A., Guzy R., Więcek K., Rzepa K., Cechy morfologiczne organizmu i sprawność siłowo-szybkościowa siatkarek

- występujących na wysokim poziomie sportowym, *Health Promotion & Physical Activity*, 3 (8), 6-11, 2019.
72. Kurowski, G., Aktywność fizyczna żołnierzy zawodowych wojsk lądowych podczas kursu podoficerskiego. W: *Aktywność Ruchowa Ludzi w Różnym Wieku* 38.2, 2018.
  73. Kuśmierczyk M., Hrycyna M., Ocena wytrzymałości tlenowej dzieci w wieku 12–13 lat za pomocą testu Coopera, *Aktywność Fizyczna i Zdrowie* 14:51-52, 2019.
  74. Kyröläinen, H., Pihlainen, K., Vaara, J. P., Ojanen, T., & Santtila, M. Optimising Training Adaptations and Performance in Military Environment. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(11), 1131-1138, 2018.
  75. Lacour M. et al. Sensory strategies in human postural control before and after unilateral vestibular neurotomy. *Exp. brain research* 115, 300–310 (1997).
  76. Jednorąg G., Ignasiak Z., Ocena poziomu rozwoju morfofunkcjonalnego młodzieży z terenów ekologicznie zagrożonych – doniesienie wstępne, *Antropomotoryka*, nr 52, 51-57, 2010.
  77. Leszowski T., *Ludowe Wojsko Polskie w cieniu zimnej wojny*, PROMOHISTORIA, Warszawa, 2021.
  78. Lisowski V., Mihuta I., Importance of coordination skills essential psychophysical demonstrated competencies as a military specialist. *Physical education of students* 17.6, 2013.
  79. Little T. & Williams, A. G., Specificity of Acceleration, Maximal Speed, and Agility in Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 76-78, 2005.
  80. Liu-Ambrose T., Khan K. M., Eng J. J., Gross D. P., McGowan J. M., White L. M., Handgrip strength and its relationship to functional mobility in elderly women, *Journal of Aging and Physical Activity*, 11(2), 134-140, 2003.
  81. Lorek M., *Przedmiot przysposobienie obronne jako element budowania systemu bezpieczeństwa*, Wydawnictwo UR, „Edukacja – Technika – Informatyka” nr 1/23/2018.
  82. Łukasik I., Poszerzanie świadomości dotyczącej znaczenia wody dla zdrowia człowieka. *Wyzwania pedagogiki zdrowia*, *Lubelski Rocznik Pedagogiczny* XXXVIII, z. 3, 2019.

83. Malina R., Rożek-Piechura K., Ignasiak Z., Śławińska T., et al., Growth and Functional Characteristics of Male Athletes 11-15 Years of Age, *Human Movement Science*, 12(2), 180-187, June 2011
84. Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M., "Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 2004.
85. Mathiowetz V., Wiemer D. M., Federman S. M., Grip and Pinch Strength: Norms for 6 - to 19 - Year - Olds, *American Journal of Occupational Therapy* 40(10):705-11 November 1986.
86. Mathiowetz, V., Volland, G., Kashman, N., & Volland, D. M. Reliability and validity of handgrip strength test measurements. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 22(2), 43-49, 1985.
87. Małtosz P. et al. Agreement of three posturographic force plates in the assessment of postural stability. *Int. J. Environ. Res. Public Heal.* 17, 3188, 2020.
88. Matusiak D., Kaczorowska A., Mroczek A., Katan A., Ocena wpływu zmęczenia po wysiłku fizycznym na proces utrzymania równowagi i stabilności posturalnej, In: *Interdyscyplinarne wyzwania nauk o zdrowiu / Cybulski M., Łukaszuk C., Krajewska-Kułak E. (eds.), Uniwersytet Medyczny w Białymstoku*, pp. 609 – 617, 2021.
89. Mazur J., Dzielska A., Małkowska-Szcutnik A., [red] *Zdrowie i zachowania zdrowotne uczniów 17-letnich na tle zmian w drugiej dekadzie życia*, Instytut Matki i Dziecka, Warszawa, 2020.
90. Mazur S., Refleksje nad genezą i rozwojem wychowania obronnego (przysposobienia obronnego), *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej W Bydgoszczy Studia z Nauk Społecznych z. 11*, 1986.
91. McDaniel A. T., Heijnen M. J. H., Kawczynski B., Haugen K. H., Caldwell S., Campe M. M., Conley E. C., Tseh W., Efficacy of Army Combat Fitness Test 12-Week Virtual Exercise Program. *Military Medicine*, 188(7-8), e2035–e2040, 2023.
92. McGrath R. H., Wilkinson C. R., Smith J. D., Handgrip strength in young adults: a comparison between men and women, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2017.
93. Mikołaczyk Ł., Maślak Z., *Wojska Obrony Terytorialnej Rzeczypospolitej Polskiej – geneza, początki tworzenia i stan obecny*, *Zeszyty Naukowe Akademii Sztuki Wojennej*, tom 108, numer 1, w roku 2018.

94. Moreno-Torres J. M., García-Roca J. A., Abellan-Aynes O., & Diaz-Aroca A., Effects of Supervised Strength Training on Physical Fitness in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, vol. 10, no. 2, pp. 162–77, 2025.
95. Morrow J. R. & Freedson, P. S., The Assessment of Physical Activity in Children and Adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26(6), 838-844, 1994.
96. Murawska-Ciałowicz E., Tkanka tłuszczowa – charakterystyka morfologiczna i biochemiczna różnych depozytów, *Postepy Hig Med Dosw (online)*, 71, 2017.
97. Murphy M. C., Stannard J., Sutton V. R., Owen P. J., Park B., Chivers P. T., Hart N. H., Epidemiology of musculoskeletal injury in military recruits: a systematic review and meta-analysis, *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation* volume 15, Article number: 144, 2023.
98. Musiał K., Lipert A., Analiza składu ciała dorosłych osób amatorsko trenujących biegi długodystansowe, *Medycyna Sportowa*, Tom 33, Nr 2, 2017.
99. Nicolay Chr.W., Walker A.L., Grip strength and endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 35, Issue 7, July 2005.
100. Nowak P.F., Ignasiak Z., The state of health of women aged 20–59 at different levels of physical activity, *HUMAN MOVEMENT*, vol. 9 (1), 27–33, 2008
101. Osiński W. Teoria wychowania fizycznego AWWP Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu, 2011.
102. Palmowski J., Słownik najnowszej historii świata 1900-2007 (wydany na licencji Oxford University Press), t. 4, Warszawa, 2008.
103. Pałka T, Rydzik Ł, Koteja PM, Piotrowska A, Bagińska M, Ambroży T, Angelova-Igova B, Javdaneh N, Wiecha S, Filip-Stachnik A, et al. Effect of Various Hydration Strategies on Work Intensity and Selected Physiological Indices in Young Male Athletes during Prolonged Physical Exercise at High Ambient Temperatures. *Journal of Clinical Medicine*, 13(4):982. 2024.
104. Pereira H.M., Menacho M. O., Takahashi R. H., Cardoso J. R., Handgrip Strength Evaluation on Tennis Players Using Different Recommendations, *Rev Bras Med Esporte – Vol. 17, No 3 – Mai/Jun 2011*.
105. Pescatello L.S., Arena R., Riebe D., American College of Sports Medicine (ACSM). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 2013.

106. Pietrzak K., Wojsko rośnie w siłę, W: Akademickie Centrum Komunikacji Strategicznej, Strategicznie o ... rekrutacji w Wojski Polskim, Warszawa, 2023.
107. Pietrzyk E. (szef Zarządu I Sztabu Generalnego WP), Kult armatniego mięsa, „Wprost” nr 7 z 12.02.1995.
108. Pióro T., Armia ze skazą, Czytelnik, Warszawa, 1994.
109. Plavina L., Preparedness and physical fitness of military personnel. W: Paper Anthropol 17, s. 255–264, 2008.
110. Poziomska-Piątkowska E., Cieślak A., Gałkiewicz M., Lisowski J., Michalak K. & Motylewski, S., Podstawy teorii i metodyki kształcenia umiejętności ruchowych. Uniwersytet Medyczny w Łodzi, 2018.
111. Pryimakov O., Pękala D., Mazurok N., Pryimakova O., Wpływ długotrwałego wysiłku fizycznego na organizm sportowców specjalizujących się w różnych dyscyplinach sportowych i osób nie ćwiczących, Scientific journal National Pedagogical Dragomanov University, Issue 3 K (123) 2020.
112. Pyda-Dulewicz A., Konopka W., Fedorowicz J.P., Pepaś R., Wpływ aktywności fizycznej na wyniki badań posturograficznych u osób zdrowych, Otorynolaryngologia 16(3): 125-130, 2017
113. Regulska-Iłow B., Kosendiak A., Konikowska K., Różańska D., Iłow R., Kawicka A., Dudziak K., Analiza składu ciała maratończyków, przed i po biegu, mierzona za pomocą impedancji bioelektrycznej, Medycyna Sportowa / Polish J Sport Med., 2(4); Vol. 30, 93-102, 2014.
114. Reilly T., Stockbrugger B., Larocque S., Walsh E.S., A fitness assessment for the Canadian Army – FORCE combat, of Science and Medicine in Sport, November s. 127, 2017.
115. Reilly, T., Walsh, E., Stockbrugger, B., Reliability of FORCE COMBAT™: A Canadian army fitness objective. Journal of Science and Medicine in Sport, 22(5), 591-595, 2018.
116. Ridan T., Kozaczko M., Ogrodzka K., i wsp., Wpływ półrocznego treningu capoeira na kształtowanie cech motorycznych u młodzieży gimnazjalnej, pp.610-622, W: Człowiek w zdrowiu i chorobie, [red.] Barnaś E., Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Tarnowie, 2016.
117. Roy T., Springer B., McNulty V., Butler N.L., Physical Fitness, Military Medicine 175, 8:14, 2010.

118. Ruffieux, J., Morin, J. B., & Dufresne, J., Correlation between handgrip strength and performance in strength and endurance tasks in a military setting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(5), 1280-1286, 2017.
119. Ryan, D. H., & Yockey, S. R., Obesity: epidemiology, pathophysiology, and management. *Medical Clinics of North America*, 101(1), 2017.
120. Sadowska D., Stemplewski R., Maciaszek J., Wpływ lokalnego wysiłku fizycznego na wychwiania posturalne i granice stabilności ciała u młodych mężczyzn, W: *ANTROPOMOTORYKA* Vol. 21, nr 54, str. 17-26. Kraków – Wrocław 2011.
121. Sadowski J., Wołosz P., Zieliński J., Koordynacyjne zdolności motoryczne i umiejętności techniczne koszykarzy, *Monografie i Opracowania, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie. Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu w Białej Podlaskiej*, nr 13, 2012.
122. Sadziak, A. & Wieczorek, M., Sprawność motoryczna osób z zespołem Downa jako element ich rehabilitacji. *Medical Rehabilitation*, 21(4), 43-49, 2018.
123. Sammito S., Hadzic V., Karakolis T., Kelly K.R., Proctor S.P., Stepens A., et al. Risk factors for musculoskeletal injuries in the military: A qualitative systematic review of the literature from the past two decades and a new prioritizing injury model. *Mil Med Res.*, 2021.
124. Santos D.A., Fukuchi C.A., Fukuchi R.K., Duarte M., A data set with kinematic and ground reaction forces of human balance, *PeerJ.*, 5: e3626. doi:10.7717/peerj.3626, 2017.
125. Santos W.M., Costa O.R., Melo B.P., Guimarães M.P., De Almeida Costa Campos Y., Da Silva S.F., does different repetition duration modify the post-activation performance enhancement effects? *TRENDS in Sport Sciences*; 28(4): 273-280, 2021.
126. Sayers S.P., Harackiewicz D.V., Harman E.A., Frykman P.N., Rosenstein M.T., Cross-validation of three jump power equations. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 31(4): p 572-577, April 1999.
127. Schleifer L. M., Coughlan G. F., Kirk S. M. & Leigh S. E., Relationship between handgrip strength and functional performance in military settings. *Military Medicine*, 180(3), 300-305, 2015.
128. Seitz L. B., & Haff G. G., The Influence of Countermovement and Drop Jump Pre-Activation on Performance in Male and Female Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(9), 2600-2606, 2016.

129. Sheppard J. M. & Young W. B., Agility Literature Review: Classifications, Analysis of Performance, and Implications for Training. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932, 2006.
130. Skibicki K., Uwarunkowania morfofunkcjonalne i zdrowotne uczniów klas mundurowych w świetle młodzieży z klas ogólnych zamieszkałych w województwie wielkopolskim, Konspekt rozprawy doktorskiej, Poznań 2018.
131. Smith, S., Ask Stew: CFA prep for West Point and Plebe Year. *Military.com.*, 2020.
132. Snyder B. J. & Kivlin J. E., A comparison of jump height and peak power output between squat and countermovement jumps in trained and untrained athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 494-500, 2015.
133. Sokołowski M., Morfofunkcjonalne i zdrowotne charakterystyki kandydatów do zawodowej służby wojskowej w korpusie oficerów I podoficerów wojsk lądowych, Polskie Towarzystwo Naukowe Kultury Fizycznej, Sekcja Kultury Fizycznej w Wojsku, Warszawa, 2014.
134. Stańczyk M., Krenc Z., Tkaczyk M., Wpływ regularnej aktywności fizycznej na skład ciała i ciśnienie tętnicze dzieci ze szkoły sportowej, *Pediatr Med Rodz*, 9 (2), p. 165–172, 2013.
135. Struzik A., Pietraszewski B., Badanie zależności między statycznym momentem siły a wysokością skoku pionowego z zamachem ramion (CMJ) przy użyciu nowoczesnych urządzeń pomiarowych, *Acta Bio-Optica et Informatica Medica*, vol. 16, 4/2010.
136. Szopa J, Mleczko E., Żak S., Podstawy antropomotoryki, Kraków, Wydaw. Nauk. PWN, 1999.
137. Szymura J. i wsp., Kinezyjologia: Biomechanika i fizjologia sportu. Kraków, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2016.
138. Tagawa R., Watanabe D., Ito K., Ueda K., Nakayama K., Sanbongi C., Miyachi M., Dose–response relationship between protein intake and muscle mass increase: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials, *Nutrition Reviews*, Volume 79, Issue 1, January 2021.
139. Tarnowski A., System Test2Drive w badaniach kierowców: relacje między teorią, przepisami a praktyką, *PRZEGLĄD PSYCHOLOGICZNY*, TOM 64, Nr 1, 2021.
140. Tjernström, F., Björklund, M. & Malmström, E.-M. Romberg ratio in quiet stance posturography—test to retest reliability. *Gait & posture* 42, 27–31, 2015.

141. Tkaczew W., Przemiany strukturalne i organizacyjne Wojska Polskiego w latach 1989-2014, Wiedza Obronna, nr 4, 2015.
142. Tomkinson G.R., Lang J. J., Rubín L., McGrath, R., Gower B., Boyle T., ... & Leong D. P., International norms for adult handgrip strength: A systematic review of data on 2.4 million adults aged 20 to 100+ years from 69 countries and regions. *Journal of Sport and Health Science*, 101014, 2024.
143. Tsekoura M, Billis E, Tsepis E, et al., The Effects of Group and Home-Based Exercise Programs in Elderly with Sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. *J Clin Med*. 7:480, 2018.
144. Urych I., Potencjał obronny klas wojskowych. Teoretyczno-empiryczne aspekty kształcenia obronnego, Akademia Sztuki Wojennej, Warszawa, 2019.
145. Urych I., Wartości uczniów klas wojskowych – analiza wyników badań, *Zeszyty Naukowe ASzWoj* nr 4 (109) 2017.
146. USNA Admissions. The Candidate Fitness Assessment. United States Naval Academy, 2025.
147. Walker T. P., Harris E. D., Tran J. A., Grip strength and health in young adults: An analysis of a population-based cohort, *British Journal of Sports Medicine*, 2019.
148. Watson, S. & Mudd R., The Efficacy of SKILLCOURT Training on Improving Agility and Cognitive Performance in Youth Athletes. *Journal of Sports Technology*, 45(3), 220-227, 2020.
149. Wąsacz W., Rydzik Ł., Ouergui I., Koteja A., Ambroży S., Ambroży T., Ruzbarsky P., and Rzepko M., Comparison of the Physical Fitness Profile of Muay Thai and Brazilian Jiu-Jitsu Athletes with Reference to Training Experience, nt., *J. Environ. Res. Public Health*, 19, 8451, 2022.
150. Wilczyński J., Charakterystyka równowagi na przykładzie parametrów stabilograficznych spox i spoy u dzieci w wieku 12-15 lat, *Antropomotoryka*, nr 39, 97-105, 2007.
151. Wiszomirska I., Kaczmarczyk K., Zdrodowska A., Błażkiewicz M., Ilnicka L., Marciniak T., Ocena równowagi statycznej i dynamicznej kobiet młodszych, starszych i z dysfunkcją narządu wzroku, *Versita Adoptowana Aktywność Fizyczna, Postępy rehabilitacji* (3), 33 – 39, 2013.
152. Wiśniewska K i Okręglińska K, Wpływ odwodnienia organizmu na funkcje poznawcze, *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, Tom 27, Nr 4, 2021.

153. Wiśniowska D., Duda S., Kulik A., Nowak P., Waliczek M., Nowak D., Pomiar siły mięśni rąk za pomocą dynamometru ręcznego w grupie zawodowej pielęgniarek przed i po obciążeniu pracą fizyczną, *Pielęgniarstwo i Zdrowie Publiczne*, 9(4):259–264, 2019.
154. Withrow K. L., Rubin D. A., Dawes J. J., Orr R. M., Lynn S. K. & Lockie R. G., Army Combat Fitness Test Relationships to Tactical Foot March Performance in Reserve Officers' Training Corps Cadets. *Biology*, 12(3), 477, 2023.
155. Wojciechowska - Maszkowska B., Stabilność postawy ciała osób w różnym wieku, Praca doktorska, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, 2007.
156. Wójcik, W., Dobrowolska, A, Klasy mundurowe w systemie bezpieczeństwa RP., W: Skrabacz A., Urych I., Kanarski L. [red.], Klasy mundurowe. Od teorii do dobrych praktyk, Warszawa 2016.
157. Zapałowski A., Koncepcja budowy obrony terytorialnej w programie akcji wyborczej solidarność a koncepcja obrony terytorialnej rządu Prawa i Sprawiedliwości, „AntePortas – Studia nad Bezpieczeństwem, nr 2(7), 2016.
158. Żołędź J.A., Majerczak J., Duda K., Starzenie się a wydolność fizyczna człowieka, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2011.
159. Żyłka W., Stania M., Wpływ wibracji lokalnej mięśni na pobudliwość nerwowo-mięśniową i siłę ścisku, *Wiedza w Praktyce* 1/2023.

## Spis tabel

Tabela 1. Wyniki analizy częstości w badanej grupie .....	36
Tabela 2. Normy dla biegowego testu Coopera dla chłopców i dziewcząt w wieku 16-17 lat .....	40
Tabela 3. Jednopo­dstawowe indeksy dynamiki dla zmiennych masa ciała i BMI.....	77
Tabela 4. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla zmiennych masa ciała i BMI.....	78
Tabela 5. Jednopo­dstawowe indeksy dynamiki dla zmiennych charakteryzujących skład ciała badanych .....	80
Tabela 6. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla zmiennych charakteryzujących skład ciała badanych.....	81
Tabela 7. Jednopo­dstawowe indeksy dynamiki dla wyników testu Coopera.....	82
Tabela 8. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla wyników testu Coopera.....	83
Tabela 9. Jednopo­dstawowe indeksy dynamiki dla wyników uzyskanych w testach siły eksplozywnej.....	84
Tabela 10. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla wyników uzyskanych w testach siły eksplozywnej .....	85
Tabela 11. Jednopo­dstawowe indeksy dynamiki dla mocy szczytowej uzyskanej w testach siły eksplozywnej.....	86
Tabela 12. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla mocy szczytowej uzyskanej w testach siły eksplozywnej.....	86
Tabela 13. Jednopo­dstawowe indeksy dynamiki dla siły izometrycznej ścisku dłoni badanych.....	87
Tabela 14. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla siły izometrycznej ścisku dłoni badanych .....	88
Tabela 15. Jednopo­dstawowe indeksy dynamiki dla testów zwinności .....	89
Tabela 16. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla testów zwinności .....	89
Tabela 17. Jednopo­dstawowe indeksy dynamiki dla parametrów równowagi statycznej w próbie Romberga z oczami otwartymi .....	91
Tabela 18. Łańcuchowe indeksy dynamiki dla parametrów równowagi statycznej w próbie Romberga z oczami otwartymi.....	92
Tabela 19. Jednopo­dstawowe indeksy dynamiki dla parametrów równowagi statycznej w próbie Romberga z oczami zamkniętymi .....	93

Tabela 20. Łączuchowe indeksy dynamiki dla parametrów równowagi statycznej w próbie Romberga z oczami zamkniętymi .....	94
--	----

## Spis ilustracji

Ryc. 1. Powiązanie bloków szkoleniowych OPW z rozwijanymi zdolnościami motorycznymi .....	32
Ryc. 2. Stadiometr mobilny Seca 2013 .....	38
Ryc. 3. TANITA DC-360 waga i mobilny analizator składu ciała.....	39
Ryc. 4. Optyczny system pomiarowy Optojump NEXT .....	41
Ryc. 5. Dynamometr SAEHAN DHD-1.....	42
Ryc. 6. SKILLCOURT .....	43
Ryc. 7. Platforma dynamograficzna AMTI .....	44
Ryc. 8. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla wieku badanych.....	58
Ryc. 9. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla wysokości ciała badanych .....	59
Ryc. 10. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla masy ciała badanych..	60
Ryc. 11. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla wskaźnika BMI badanych.....	60
Ryc. 12. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla procentowej zawartości tkanki tłuszczowej badanych .....	61
Ryc. 13. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla masy tkanki tłuszczowej badanych .....	62
Ryc. 14. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla masy tkanki beztłuszczowej badanych.....	63
Ryc. 15. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla masy mięśniowej badanych .....	63
Ryc. 16. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla zawartości wody w organizmie badanych .....	64
Ryc. 17. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla dystansu przebiegniętego w teście Coopera .....	65
Ryc. 18. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla wysokości wyskoku badanych w próbie Squat Jump (SJ).....	65
Ryc. 19. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla wysokości wyskoku badanych w próbie Countermovement Jump (CMJ) bez zamachu .....	66
Ryc. 20. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla wysokości wyskoku badanych w próbie Countermovement Jump (CMJ) z zamachem .....	67

Ryc. 21. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla mocy szczytowej podczas wyskoku badanych w próbie Squat Jump (SJ) .....	67
Ryc. 22. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla mocy szczytowej wyskoku badanych w próbie Countermovement Jump (CMJ) bez zamachu.....	68
Ryc. 23. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla mocy szczytowej wyskoku badanych w próbie countermovement jump (CMJ) z zamachem .....	68
Ryc. 24. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla siły ścisku prawej dłoni badanych.....	69
Ryc. 25. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla siły ścisku lewej dłoni badanych.....	69
Ryc. 26. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla zwinności badanych – test Star-run .....	70
Ryc. 27. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla zwinności badanych – test 50m-run .....	71
Ryc. 28. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla pola elipsy COP w próbie Romberga z oczami otwartymi.....	72
Ryc. 29. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla długości ścieżki COP w próbie Romberga z oczami otwartymi.....	72
Ryc. 30. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla średniej prędkości przemieszczania się COP w próbie Romberga z oczami otwartymi .....	73
Ryc. 31. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla pola elipsy COP w próbie Romberga z oczami zamkniętymi .....	73
Ryc. 32. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla długości ścieżki COP w próbie Romberga z oczami zamkniętymi .....	74
Ryc. 33. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności dla średniej prędkości przemieszczania się COP w próbie Romberga z oczami zamkniętymi.....	74
Ryc. 34. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności wskaźnika Romberga dla pola elipsy COP .....	75
Ryc. 35. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności wskaźnika Romberga dla długości ścieżki COP .....	76
Ryc. 36. Wartość średnia wraz z 95 % przedziałem ufności wskaźnika Romberga dla średniej prędkości przemieszczania się COP .....	76

## Aneks

### A.I. Charakterystyka badanych na podstawie pomiaru 1.

#### 1.1. Budowa ciała

Przedział wiekowy w obrębie badanej grupy wynosił od 16 do 17 lat i był nieznacznie wyższy w grupie dziewcząt. Wpłynęło to na wielkość średniego wieku, który w przypadku dziewcząt wyniósł 16,32 roku, natomiast w przypadku chłopców było to 15,74 roku, co było istotne statystycznie ( $p = 0,014$ ). Wartość mediany wyniosła odpowiednio 16,5 roku dla dziewcząt i 16 lat dla chłopców. Średni wiek badanej grupy wyniósł 16,00 lat, podobnie jak jego mediana 16 lat.

Zaobserwowany rozkład wysokości ciała jest istotnie zależny od płci. Wysokość ciała w obrębie badanej grupy wynosiła od 153,1 cm do 174,5 cm dla kobiet oraz od 162,2 cm do 185,5 cm dla mężczyzn. Wyliczona średnia wysokość ciała grupy badanej wyniosła 165,8 cm dla dziewcząt oraz 174,7 cm dla chłopców przy medianie wynoszącej 165,0 cm dla kobiet i 174,9 cm dla mężczyzn. Średnia wysokość ciała dla całej badanej grupy wyniosła 170,8 cm przy medianie wynoszącej 171,3 cm. Zależność wzrostu od płci jest istotna statystycznie ( $p = 0,001$ ).

Masa ciała obliczona podobnie jako pozostałe parametry, oddzielnie dla grupy dziewcząt i chłopców, wyniosła średnio 59,48 kg dla kobiet i 62,13 kg dla mężczyzn i wynosiła od 40,9 kg do 93,20 kg dla dziewcząt i od 47,90 kg do 79,90 kg dla chłopców. Wartość mediany masy ciała wyniosła odpowiednio 58 kg dla kobiet i 61,6 kg dla mężczyzn. Dla całej grupy średnia masa ciała wyniosła 60,95 kg. Mediana średniej masy ciała wyniosła 58,20 kg. Wpływ płci na masę ciała dla badanej grupy nie jest istotny statystycznie. W obrębie badanej grupy zauważalne jest rozproszenie wyników zdiagnozowane odchyleniem standardowym na poziomie 11,91 kg dla kobiet i 8,50 kg dla mężczyzn, natomiast uogólnione odchylenie standardowe dla całej grupy wyniosło 10,16 kg.

Wskaźnik masy ciała BMI dla grupy dziewcząt wynosił od 16,50 do 31,90. Dla chłopców był to przedział od 17,20 do 24,10. Średnio wynosił on 21,53 dla dziewcząt i 20,29 dla chłopców. Mediana wskaźnika BMI wyniosła 21,20 dla dziewcząt i 20,40 dla chłopców. W przypadku średnich parametrów całej grupy średni wskaźnik BMI wyniósł 20,85, przy średniej medianie 20,85. Wskaźnik masy ciała w kontekście płci w niniejszym badaniu nie był istotny statystycznie.

Opracowanie statystyczne parametrów ciała: wiek, wysokość ciała, masa ciała i wskaźnika masy ciała BMI prezentuje tabela A 1.

**Tabela A 11. Charakterystyka liczbowa badanych ze względu na ich budowę ciała podczas pomiaru 1**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
Wiek [lata]	K	25	16,32	0,73	15,00	16,00	16,50	17,00	17,00	4,50
	M	31	15,74	0,82	15,00	15,00	16,00	16,00	17,00	5,18
	Ogół	56	16,00	0,83	15,00	15,00	16,00	17,00	17,00	5,16
Wysokość Ciała [cm]	K	25	165,82	5,56	153,10	163,00	165,00	170,80	174,50	3,35
	M	31	174,72	4,93	162,20	171,80	174,90	177,00	185,50	2,82
	Ogół	56	170,75	6,83	153,10	165,35	171,25	175,25	185,50	4,00
Masa Ciała [kg]	K	25	59,48	11,91	40,90	52,70	58,00	63,40	93,20	20,03
	M	31	62,13	8,50	47,90	55,00	61,60	69,60	79,90	13,69
	Ogół	56	60,95	10,16	40,90	53,55	58,20	67,30	93,20	16,66
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	K	25	21,53	3,58	16,50	19,10	21,20	22,20	31,90	16,62
	M	31	20,29	2,11	17,20	18,20	20,40	22,10	24,10	10,41
	Ogół	56	20,85	2,90	16,50	18,60	20,85	22,15	31,90	13,91

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności, BMI – wskaźnik masy ciała

Źródło: badania własne

## 1.2. Skład ciała

Kobiety charakteryzowały się wyższą procentową zawartością tłuszczu w organizmie, której średnia wynosiła 25,09 %, podczas gdy u mężczyzn było to 9,47 %. Z kolei u kobiet masa tłuszczu wynosiła średnio 15,51 kg, podczas gdy u mężczyzn było średnio 6,10 kg tkanki tłuszczowej.

W zakresie masy beztłuszczowej, czyli składników organizmu niezawierających tłuszczu, u kobiet średnia masa beztłuszczowa wynosiła 43,97 kg, natomiast u mężczyzn 56,03 kg, a w przypadku masy mięśniowej – u kobiet średnia wynosiła 41,73 kg, podczas gdy u mężczyzn było to 53,20 kg.

Kobiety miały średnią zawartość wody na poziomie 32,11 kg, natomiast u mężczyzn było to aż 40,96 kg.

Szczegóły analizy składu ciała badanej grupy przedstawia tabela A 2.

**Tabela A 12. Charakterystyka liczbowa badanych ze względu na ich skład ciała podczas pomiaru 1**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
FAT [%]	K	25	25,09	5,70	16,60	21,00	24,20	26,90	36,90	22,71
	M	31	9,47	3,60	3,00	7,30	9,00	12,20	17,00	38,06
	Ogół	56	16,44	9,09	3,00	8,95	14,65	23,85	36,90	55,29
FAT [kg]	K	25	15,51	6,87	7,60	11,10	13,70	17,20	33,80	44,31
	M	31	6,10	2,94	1,70	4,30	5,70	8,30	12,60	48,14
	Ogół	56	10,30	6,90	1,70	5,40	9,05	13,25	33,80	66,97
FFM [kg]	K	25	43,97	5,46	33,20	41,30	44,10	47,10	59,40	12,41
	M	31	56,03	6,24	46,20	49,90	56,10	61,10	67,80	11,14
	Ogół	56	50,65	8,42	33,20	44,30	49,55	57,95	67,80	16,62
MM [kg]	K	25	41,73	5,19	31,50	39,20	41,90	44,70	56,40	12,43
	M	31	53,20	5,96	43,80	47,40	53,30	58,00	64,40	11,20
	Ogół	56	48,08	8,01	31,50	42,00	47,05	55,05	64,40	16,66
TBW [kg]	K	25	32,11	4,02	24,30	30,20	31,30	34,50	43,50	12,51
	M	31	40,96	4,49	33,80	36,50	41,10	44,70	49,60	10,96
	Ogół	56	37,01	6,14	24,30	32,35	36,30	42,45	49,60	16,59
TBW [%]	K	25	54,72	4,15	46,30	53,40	55,40	57,90	61,10	7,59
	M	31	66,19	2,69	60,80	64,00	66,60	67,90	70,90	4,07
	Ogół	56	61,07	6,68	46,30	55,55	62,45	66,70	70,90	10,94

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności, FAT – zawartość tłuszczu, FFM – masa beztłuszczowa, MM – masa mięśniowa, TBW – zawartość wody, % – procent, kg – kilogram

Źródło: badania własne

### 1.3. Wytrzymałość tlenowa

Pomiar wytrzymałości tlenowej przeprowadzono za pomocą testu Coopera metodą biegową. W ciągu 12 minut uczestnicy pokonali dystans od 1520 m do 3282 m, przy średnim wyniku 2193 m i medianie 2140 m.

W grupie kobiet wyniki mieściły się w przedziale 1520–2430 m, ze średnią 1870 m i medianą 1860 m. W grupie mężczyzn dystanse wynosiły od 1910 m do 3282 m, średnio 2453 m, przy medianie 2450 m.

Analiza wyników wykazała istotne ( $p = 0,001$ ) różnice między grupami. Wartości pierwszego i trzeciego kwartyłu oraz współczynnika zmienności przedstawiono w tabeli A 3.

**Tabela A 13. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Coopera - dystans [m], pomiar I**

Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
K	25	1869,96	264,96	1520,00	1662,00	1860,00	2050,00	2430,00	14,17
M	31	2453,07	325,32	1910,00	2225,00	2450,00	2640,00	3282,00	13,26
Ogół	56	2192,75	417,03	1520,00	1927,50	2140,00	2489,00	3282,00	19,02

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności,

Źródło: badania własne

#### 1.4. Siła eksplozywna

Pomiar siły eksplozywnej przeprowadzono za pomocą optycznego układu rejestrującego w trzech testach:

- przysiad skoczny (Squat Jump – SJ),
- wyskok dosiężny bez zamachu (Counter Movement Jump – CMJ\_bz),
- wyskok dosiężny z zamachem (CMJ\_zz).

W przysiadzie skocznym (SJ) wyniki mieściły się w zakresie 10,7–42,5 cm, ze średnią 24,2 cm i medianą 23,7 cm. Kobiety osiągnęły średnio 18,3 cm (zakres 10,7–24,4 cm), a mężczyźni 28,9 cm (zakres 19,2–42,5 cm).

W wyskoku dosiężnym bez zamachu (CMJ\_bz) wartości wynosiły od 10,4 cm do 44,0 cm, przy średniej 26,4 cm i medianie 26,1 cm. Kobiety osiągnęły średnio 19,8 cm (zakres 10,4–26,4 cm), a mężczyźni 31,8 cm (zakres 19,0–44,0 cm).

W wyskoku dosiężnym z zamachem (CMJ\_zz) wyniki mieściły się w przedziale 12,3–53,6 cm, średnia wyniosła 30,9 cm, a mediana 29,4 cm. W grupie kobiet średnia wyniosła 22,9 cm (zakres 12,3–29,7 cm), natomiast u mężczyzn 37,2 cm (zakres 24,3–53,6 cm).

Wyniki oraz obliczone miary statystyczne zarejestrowanych danych pomiarowych prezentuje tabela A 4.

**Tabela A 14. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w testach siły eksplozywnej, pomiar I**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
SJ [cm]	K	25	18,32	3,85	10,70	15,40	18,30	21,60	24,40	20,98
	M	31	28,88	5,58	19,20	25,80	28,80	32,60	42,50	19,31
	Ogół	56	24,17	7,17	10,70	18,95	23,65	29,10	42,50	29,68
CMJ_bz [cm]	K	25	19,81	4,15	10,40	18,30	20,00	23,00	26,40	20,96
	M	31	31,78	5,55	19,00	28,40	31,30	35,50	44,00	17,47
	Ogół	56	26,43	7,77	10,40	20,20	26,10	32,05	44,00	29,39
CMJ_zz [cm]	K	25	22,91	4,64	12,30	19,50	22,60	27,50	29,70	20,25
	M	31	37,24	7,04	24,30	32,40	36,90	42,80	53,60	18,90
	Ogół	56	30,85	9,38	12,30	24,05	29,40	36,90	53,60	30,43

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

Moc kończyn dolnych obliczono na podstawie formuły Sayersa.

W przysiadzie skocznym (Squat Jump – SJ) moc uczestników wynosiła od 635,43 W do 3555,32 W, przy średniej 2172,78 W i medianie 2133,30 W. W grupie kobiet wartości mieściły się w zakresie 635,43–3071,39 W (średnia – 1751,71 W, mediana – 1758,60 W), a w grupie mężczyzn 1523,11–3555,32 W (średnia – 2512,35 W, mediana – 2506,82 W). Potwierdzono istotny ( $p = 0,001$ ) wpływ płci na wyniki.

W wyskoku dosiężnym bez zamachu (Counter Movement Jump – CMJ\_bz) wyniki wynosiły od 1203,68 W do 3243,20 W, średnia moc osiągnęła 2176,94 W, a mediana 2156,67 W. W grupie kobiet wartości mieściły się w zakresie 1203,68 – 2174,88 W (średnia – 1774,75 W, mediana – 1786,40 W), natomiast wśród mężczyzn 1725,70–3243,20 W (średnia – 2501,29 W, mediana – 2472,31 W). Różnice między płciami były istotne statystycznie ( $p = 0,001$ ).

W wyskoku dosiężnym z zamachem (CMJ\_zz) moc kończyn dolnych wynosiła od 1319,01 W do 3825,92 W, przy średniej 2444,67 W i medianie 2356,98 W. Kobiety osiągnęły wartości w przedziale 1319,01–2375,19 W (średnia – 1963,16 W, mediana – 1944,22 W), a mężczyźni 2047,41–3825,92 W (średnia – 2832,99 W, mediana – 2812,23 W). Obliczone wartości mocy kończyn wraz z opisującymi je miarami statystycznymi przedstawiono w tabeli A 5.

**Tabela A 15. Charakterystyka liczbowa mocy szczytowej uzyskanej w testach siły eksplozywnej, pomiar I**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
SJ [W]	K	25	1751,71	530,36	635,43	1467,39	1758,60	2029,11	3071,39	30,28
	M	31	2512,35	487,30	1523,11	2138,46	2506,82	2809,71	3555,32	19,40
	Ogół	56	2172,78	630,75	635,43	1730,01	2133,30	2717,16	3555,32	29,03
CMJ_bz [W]	K	25	1774,75	251,96	1203,68	1683,21	1786,40	1968,50	2174,88	14,20
	M	31	2501,29	336,90	1725,70	2296,28	2472,31	2727,25	3243,20	13,47
	Ogół	56	2176,94	471,63	1203,68	1798,54	2156,67	2517,84	3243,20	21,67
CMJ_zz [W]	K	25	1963,16	281,65	1319,01	1756,05	1944,22	2241,65	2375,19	14,35
	M	31	2832,99	427,15	2047,41	2539,08	2812,23	3170,36	3825,92	15,08
	Ogół	56	2444,67	569,66	1319,01	2032,24	2356,98	2812,23	3825,92	23,30

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

### 1.5. Siła izometryczna dłoni

Siła ścisku prawej dłoni w badanej grupie wynosiła od 19,6 kg do 61,7 kg, przy średniej 36,3 kg i medianie 34,3 kg. Wśród kobiet osiągnięto średnio 28,3 kg, a wśród mężczyzn 42,8 kg. Siła ścisku lewej dłoni mieściła się w zakresie 14,4–62,7 kg, ze średnią 34,1 kg i medianą 33,4 kg. W grupie kobiet wynosiła średnio 26,0 kg, natomiast u mężczyzn 40,6 kg. Analiza wykazała istotne różnice ( $p = 0,001$ ) między wynikami kobiet i mężczyzn w obu pomiarach. Wyniki badania siły dłoni obu rąk zmierzone dynamometrem ręcznym SAEHAN wyskalowanym w kilogramach przedstawiono w tabeli A 6.

**Tabela A 16. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych podczas pomiaru siły izometrycznej ścisku dłoni, pomiar I**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
Prawa [kg]	K	25	28,30	4,57	19,60	25,00	29,80	30,60	40,30	16,14
	M	31	42,75	7,53	31,90	36,50	42,80	47,80	61,70	17,61
	Ogół	56	36,30	9,62	19,60	30,05	34,25	43,15	61,70	26,50
Lewa [kg]	K	25	26,00	5,69	14,40	23,30	26,90	28,40	42,90	21,87
	M	31	40,56	8,10	29,10	34,40	38,90	46,40	62,70	19,96
	Ogół	56	34,06	10,16	14,40	27,25	33,35	40,40	62,70	29,82

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

### 1.6. Zwinność

Badana grupa została poddana dwóm testom zwinności: Random Star (wymagający powrotu do pola startowego) oraz Random (badany przemieszcza się od pola do pola według algorytmu testu bez powrotu do pola startowego).

W teście Random Star wyniki mieściły się w zakresie 17,27–26,82 s, ze średnią 21,23 s i medianą 20,72 s. Kobiety osiągnęły średnio 22,69 s, a mężczyźni 20,05 s. W teście Random czasy wynosiły od 17,92 s do 32,00 s, przy średniej 24,79 s i medianie 24,10 s. Kobiety osiągnęły średnio 26,99 s, a mężczyźni 23,03 s. Analiza wykazała istotne różnice między wynikami kobiet i mężczyzn w obu testach ( $p = 0,001$ ). Wyniki testów zwinności zarejestrowane przez maty sensoryczne i panel dotykowy systemu SKILLCOURT, opracowane statystycznie przedstawia tabela A 7.

**Tabela A 17. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w testach zwinności, pomiar I**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
Star run [s]	K	25	22,69	2,29	19,12	20,83	22,57	24,08	26,82	10,09
	M	31	20,05	1,78	17,27	18,63	19,97	21,00	25,87	8,89
	Ogół	56	21,23	2,40	17,27	19,41	20,72	22,74	26,82	11,32
50m run [s]	K	25	26,99	2,73	22,23	25,23	26,58	29,02	32,00	10,11
	M	31	23,02	2,01	17,92	21,88	22,78	24,22	27,07	8,75
	Ogół	56	24,79	3,07	17,92	22,62	24,10	26,76	32,00	12,38

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

## 1.7. Równowaga

Badanie stabilności posturalnej przeprowadzono za pomocą próby Romberga na platformie dynamograficznej. Test polegał na staniu swobodnym przez 30 sekund, najpierw z otwartymi, a następnie z zamkniętymi oczami.

Pole elipsy COP zakreślonej przez środek ciężkości ciała wynosiło od 51 mm<sup>2</sup> do 531 mm<sup>2</sup>, przy średniej 208 mm<sup>2</sup>. Kobiety osiągnęły średnio 184 mm<sup>2</sup>, a mężczyźni 227 mm<sup>2</sup>. Wpływ płci na ten parametr nie był istotny.

Długość ścieżki *path* COP mieściła się w zakresie 94–427 mm, przy średniej 201 mm. Nie odnotowano istotnych różnic między kobietami i mężczyznami.

Szybkość przemieszczania COP wynosiła od 3 do 14 mm/s, ze średnią 6,7 mm/s. Wyniki w obu grupach były zbliżone, a płeć nie miała istotnego wpływu na ten parametr. Wyniki badania prezentuje tabela A 8.

**Tabela A 18. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Romberga w próbie z oczami otwartymi, pomiar I**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
ellipse [mm <sup>2</sup> ]	K	25	184,00	98,62	63,00	104,00	165,00	265,00	357,00	53,60
	M	31	227,16	139,40	51,00	126,00	184,00	306,00	531,00	61,37
	Ogół	56	207,89	123,74	51,00	108,50	183,00	275,50	531,00	59,52
path [mm]	K	25	202,56	76,98	94,00	158,00	183,00	236,00	427,00	38,00
	M	31	199,65	76,92	98,00	148,00	165,00	229,00	411,00	38,53
	Ogół	56	200,95	76,26	94,00	151,00	180,50	233,50	427,00	37,95
velocity [mm/s]	K	25	6,76	2,49	3,00	5,00	6,00	8,00	14,00	36,80
	M	31	6,68	2,60	3,00	5,00	6,00	8,00	14,00	38,93
	Ogół	56	6,71	2,53	3,00	5,00	6,00	8,00	14,00	37,65

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

W ramach drugiego badania stabilności posturalnej uczestnicy wykonywali test Romberga na platformie dynamograficznej. Procedura polegała na utrzymaniu równowagi przez 30 sekund z zasłoniętymi oczami, co pozwalało ocenić zdolność kontroli postawy bez wsparcia wzrokowego.

Pierwszym z analizowanych parametrów była powierzchnia elipsy COP określająca zakres przemieszczania się środka ciężkości ciała. W całej grupie badanej

wartości mieściły się w przedziale od 38 mm<sup>2</sup> do 478 mm<sup>2</sup>, przy średniej wynoszącej 157,05 mm<sup>2</sup> i medianie 132,50 mm<sup>2</sup>. U kobiet pole elipsy wahało się od 40 mm<sup>2</sup> do 478 mm<sup>2</sup>, osiągając średnio 149 mm<sup>2</sup>, natomiast wśród mężczyzn wartości wynosiły od 38 mm<sup>2</sup> do 430 mm<sup>2</sup>, ze średnią 163,55 mm<sup>2</sup>. Analiza wykazała, że płeć nie miała istotnego wpływu na ten parametr.

Drugim istotnym wskaźnikiem była długość ścieżki COP mierząca całkowitą trasę, jaką pokonywał środek ciężkości ciała w trakcie próby. Wartości dla całej grupy mieściły się w zakresie 84 mm–508 mm, a średnia długość ścieżki wynosiła 244,43 mm. Mediana ukształtowała się na poziomie 252,50 mm, a odchylenie standardowe wyniosło 97,34 mm. Wśród kobiet zakres ten wynosił 96 mm – 432 mm, ze średnią 244,52 mm, natomiast wśród mężczyzn rozpiętość wyników była nieco większa (84 mm–508 mm), przy średniej 244,36 mm. Pomimo różnic w rozkładzie wartości, różnice między płciami nie były statystycznie istotne.

Ostatnim analizowanym parametrem była szybkość przemieszczania COP odzwierciedlająca dynamikę utrzymywania równowagi. W badanej grupie prędkość ta wahała się od 3 mm/s do 17 mm/s, przy średniej 8,2 mm/s. Zarówno kobiety, jak i mężczyźni osiągnęli zbliżone wyniki – u kobiet wartości wynosiły: 3 mm/s do 14 mm/s (średnia – 8,12 mm/s), a u mężczyzn 3 mm/s do 17 mm/s (średnia – 8,26 mm/s).

Podsumowując, analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic między kobietami a mężczyznami w zakresie stabilności posturalnej przy zamkniętych oczach. Wyniki wskazują, że zarówno kobiety, jak i mężczyźni radzili sobie podobnie z utrzymaniem równowagi bez wsparcia wzrokowego, co może sugerować, że inne czynniki, takie jak poziom aktywności fizycznej czy doświadczenie w ćwiczeniach równoważnych, mają większe znaczenie w tym aspekcie.

Miary statystyczne powyższych wyników próby Romberga z zasłoniętymi oczami, jak wartość pierwszego i trzeciego kwartylu oraz współczynnik zmienności zaprezentowano w tabeli A 9.

**Tabela A 19. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Romberga w próbie z oczami zamkniętymi, pomiar I**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
ellipse [mm <sup>2</sup> ]	K	25	149,00	97,24	40,00	104,00	128,00	171,00	478,00	65,26
	M	31	163,55	103,01	38,00	73,00	144,00	227,00	430,00	62,99
	Ogół	56	157,05	99,84	38,00	85,00	132,50	212,50	478,00	63,57
path [mm]	K	25	244,52	87,10	96,00	174,00	249,00	290,00	432,00	35,62
	M	31	244,36	106,32	84,00	157,00	228,00	289,00	508,00	43,51
	Ogół	56	244,43	97,34	84,00	162,50	232,50	289,50	508,00	39,82
velocity [mm/s]	K	25	8,12	2,89	3,00	6,00	8,00	10,00	14,00	35,61
	M	31	8,26	3,60	3,00	5,00	8,00	10,00	17,00	43,55
	Ogół	56	8,20	3,27	3,00	5,50	8,00	10,00	17,00	39,92

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

Współczynnik Romberga (RR) określa wpływ wzroku na stabilność posturalną i obejmuje trzy parametry:

- RR\_ellipse (powierzchnia elipsy COP),
- RR\_path (długość ścieżki COP),
- RR\_velocity (szybkość przemieszczania COP).

Analiza wykazała, że w żadnym z tych parametrów nie odnotowano istotnych różnic między kobietami i mężczyznami:

- RR\_ellipse dla całej grupy mieścił się w zakresie od -63,92 % do 64,26 %, przy średniej -14,43 %. Wartości były zbliżone w grupie kobiet (-11,56 %) i mężczyzn (- 6,74 %),
- RR\_path wynosił od -26,64 % do 47,85 %, ze średnią 8,88 %. Wskaźnik ten był podobny u kobiet (9,20 %) i mężczyzn (8,61 %),
- RR\_velocity obejmował wartości od -25,00 % do 42,85 %, przy średniej 9,0 %. W obu grupach płciowych uzyskano zbliżone wyniki.

Podsumowując, analiza wskaźnika Romberga nie wykazała istotnych różnic między kobietami a mężczyznami w zakresie wpływu wzroku na stabilność posturalną.

Miary statystyczne powyższych wyników współczynnika Romberga dla w/w parametrów posturalnych w postaci wartości pierwszego i trzeciego kwartylu oraz współczynnika zmienności zaprezentowano w tabeli A 10.

**Tabela A 20. Wartości współczynnika Romberga dla analizowanych parametrów równowagi statycznej badanych, pomiar I**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
RR_ellipse [%]	K	25	-11,56	25,62	-54,93	-26,45	-16,17	-3,48	64,26	-221,51
	M	31	-16,74	24,52	-63,92	-31,61	-18,44	1,18	47,69	-146,52
	Ogół	56	-14,43	24,92	-63,92	-28,31	-17,16	-1,98	64,26	-172,73
RR_path [%]	K	25	9,20	14,33	-16,12	-1,22	8,56	19,17	47,85	155,70
	M	31	8,61	13,80	-26,64	-0,22	8,17	16,98	34,13	160,26
	Ogół	56	8,88	13,91	-26,64	-0,72	8,38	18,61	47,85	156,75
RR_velocity [%]	K	25	8,70	12,89	-14,29	0,00	7,69	16,67	42,86	148,16
	M	31	9,25	14,14	-25,00	0,00	9,09	20,00	37,50	152,90
	Ogół	56	9,00	13,48	-25,00	0,00	9,09	17,42	42,86	149,69

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności, RR – współczynnik Romberga, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

## A. II. Charakterystyka badanych na podstawie pomiaru 2.

Po sześciu miesiącach (w październiku 2023 r.) przeprowadzono ponownie identyczną serię testów dla tej samej grupy uczniów. Poniżej przedstawiono wyniki drugiego pomiaru:

### 2.1. Budowa ciała

Przedział wiekowy grupy respondentów - od 16 do 17 lat. Średnio było to 16,38 lat przy odchyleniu standardowym 0,95 roku. W grupie dziewcząt wiek zawierał się w przedziale od 15 do 18 lat przy średnim wieku 16,76 +/- 0,78 lat. W grupie chłopców przedział wiekowy wynosił również od 15 do 18 lat. Średnio było to 16,06 +/- 0,96 lat. Wpływ płci na wynik testu jest istotny statystycznie ( $p = 0,007$ ).

Wysokość ciała badanych zawierała się w granicach od 152,5 cm do 186 cm. Średnia wysokość to 171,15 cm. Odchylenie standardowe wyniosło 7,22 cm. Test był istotny statystycznie pod względem płci. W grupie dziewcząt wysokość ciała liczyła od 152,5 cm do 180,50 cm. Średnia wysokość ciała w grupie dziewcząt wyniosła 166,09 cm przy odchyleniu standardowym 6,34 cm. Wysokość ciała w grupie chłopców zawierała się w przedziale od 162,50 cm do 186 cm. Średnia wzrostu wynosiła 175,24 cm, a odchylenie standardowe 4,98 cm.

Masa ciała badanych w drugim pomiarze sięgała od 42,20 kg do 94,80 kg. Średnia masa ciała wyniosła 61,59 kg, odchylenie standardowe 10,46 kg. Masa ciała kobiet zawierała się w przedziale od 42,20 kg do 94,80 kg - tożsamym z zakresem całej grupy. Średnia masa ciała kobiet wyniosła 60,16 kg, a odchylenie standardowe liczyło 12,53 kg. W grupie mężczyzn masa ciała zawierała się w przedziale od 48,50 kg do 86,70 kg. Średnia wyniosła 62,74 kg, a odchylenie standardowe 8,47 kg. Wpływ płci nie był istotny dla wyników pomiaru.

Wskaźnik masy ciała (body mass index, BMI) osiągał wartości od 16,10 kg/m<sup>2</sup> do 31,70 kg/m<sup>2</sup>, średnio 20,94 kg/m<sup>2</sup>, a odchylenie standardowe wyniosło 2,83 kg/m<sup>2</sup>. W grupie kobiet zakres BMI sięgał od 16,10 kg/m<sup>2</sup> do 31,70 kg/m<sup>2</sup>, średnia wyniosła 21,68 kg/m<sup>2</sup>, a odchylenie standardowe 3,52 kg/m<sup>2</sup>. W grupie męskiej zakres BMI był mniejszy, zawierał się w przedziale od 17,10 kg/m<sup>2</sup> do 25,30 kg/m<sup>2</sup>. Średni BMI w tej grupie wynosił 20,34 kg/m<sup>2</sup>, zaś odchylenie standardowe 1,98 kg/m<sup>2</sup>. Obliczone wartości wskaźnika BMI nie były istotne statystycznie ze względu na płeć badanych.

Wyniki drugiego etapu pomiarów budowy ciała oraz opisujące je miary statystyczne, tj. średnią, odchylenie standardowe, minimum, pierwszy kwartyl, medianę, trzeci kwartyl, maksimum oraz współczynnik zmienności przedstawia tabela A 11.

**Tabela A 21. Charakterystyka liczbowa badanych ze względu na ich budowę ciała, pomiar II**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
Wiek [lata]	K	25	16,76	0,78	15,00	16,00	17,00	17,00	18,00	4,65
	M	31	16,06	0,96	15,00	15,00	16,00	17,00	18,00	6,00
	Ogół	56	16,38	0,95	15,00	16,00	16,00	17,00	18,00	5,77
Wysokość ciała [cm]	K	25	166,09	6,34	152,50	163,00	165,00	170,00	180,50	3,82
	M	31	175,24	4,98	162,50	171,50	175,00	177,50	186,00	2,84
	Ogół	56	171,15	7,22	152,50	165,25	172,15	175,75	186,00	4,22
Masa ciała [kg]	K	25	60,16	12,53	42,20	52,90	57,80	63,90	94,80	20,83
	M	31	62,74	8,47	48,50	56,20	60,70	69,30	86,70	13,50
	Ogół	56	61,59	10,46	42,20	54,60	59,05	67,15	94,80	16,98
BMI [cm/m <sup>2</sup> ]	K	25	21,68	3,52	16,10	20,00	21,80	22,40	31,70	16,25
	M	31	20,34	1,98	17,10	18,50	19,90	22,10	25,30	9,72
	Ogół	56	20,94	2,83	16,10	18,80	20,50	22,15	31,70	13,52

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności, BMI – wskaźnik masy ciała

Źródło: badania własne

## 2.2. Skład ciała

Drugi pomiar składu ciała wykonany został według identycznej metodologii, jak pierwszy.

Zawartość procentowa tłuszczu w organizmie podczas drugiego pomiaru zawierała się w przedziale od 3 % do 36,20 %. Średnio było to 16,47 %. W grupie dziewcząt wielkość FAT utrzymana była na poziomie od 17,70 % do 36,20 %, średnio było to 25,75 %. W grupie chłopców wyniki zawierały się w zakresie od 3 % do 18,50 %, średnio 8,99 %.

Pomiar masy tłuszczu w organizmie dał następujące wyniki dla całej grupy: minimalna masa tłuszczu – 1,6 kg, maksymalna masa tłuszczu w organizmie – 34,30 kg. Średnia wyniosła 10,44 kg. Zauważyć można widoczne różnice wyników między grupą męską a damską. W grupie kobiet masa tłuszczu liczyła od 9 kg

do 34,30 kg. Średnia wyniosła 16,02 kg. W grupie mężczyzn masa tłuszczu w organizmie zawierała się w przedziale 1,6 kg do 16 kg. Średnia wyniosła 5,93 kg.

Pomiar masy beztłuszczowej organizmu FFM dał wyniki w przedziale od 33,10 kg do 70,70 kg. Średnio było to 51,15 kg. W grupie kobiet wartość FFM wyniosła od 33,10 kg do 60,50 kg, średnio 44,14 kg. Wyniki pomiarów w grupie męskiej różniły się zakresem i wartościami średnimi masy FFM. Zakres wynosił od 46,60 kg do 70,70 kg, średnia wyniosła 56,79 kg, a odchylenie standardowe 5,72 kg.

W pomiarze masy mięśni odnotowano następujące wartości: minimalna masa mięśniowa – 31,40 kg, maksymalna – 67,20 kg. Średnia MM wyniosła 48,57 kg. W grupie kobiet masa mięśni wynosiła od 31,40 kg do 57,40 kg, średnia wyniosła 41,90 kg. W grupie męskiej masa mięśniowa obejmowała przedział od 44,20 kg do 67,20 kg. Średnia wynosiła 53,96 kg.

Masa wody w organizmie TBW u uczestników drugiego pomiaru wynosiła od 24,20 kg do 57,70 kg, a średnia to 37,50 kg. Podobnie jak przy pozostałych badaniach składu ciała widoczne są różnice między kobietami i mężczyznami. Masa wody w organizmach kobiet wynosiła od 24,20 kg do 44,30 kg, średnio było to 32,27 kg. Z kolei w grupie mężczyzn masa wody w organizmie wynosiła od 34,10 kg do 51,70 kg, średnio 41,71 kg.

Pomiar wody w organizmie jako procent masy ciała (TBW [%]), przyniósł następujące wartości: minimalna zawartość wody w organizmie – 46,70 %, maksymalna zawartość wody w organizmie – 71,10 %. Średnia zawartość wody wynosiła 60,92 %. W grupie kobiet zawartość wody w organizmie wynosiła od 46,70 % do 60,30 %. Średnio było to 54,28 %. W grupie chłopców zawartość wody w organizmie wynosiła od 56,30 % do 71,10 %. Średnio było to 66,28 %.

Uzyskane wyniki i opisujące je główne miary statystyczne przedstawiono w tabeli A 12.

**Tabela A 22. Charakterystyka liczbowa badanych ze względu na ich skład ciała, pomiar II**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
FAT [%]	K	25	25,75	4,99	17,70	22,30	24,60	27,50	36,20	19,38
	M	31	8,99	3,89	3,00	6,10	8,90	10,40	18,50	43,23
	Ogół	56	16,47	9,47	3,00	8,70	15,10	24,40	36,20	57,51
FAT [kg]	K	25	16,02	6,68	9,00	11,90	14,50	17,20	34,30	41,72
	M	31	5,93	3,23	1,60	3,70	5,40	6,70	16,00	54,47
	Ogół	56	10,44	7,13	1,60	5,40	9,35	14,45	34,30	68,30
FFM [kg]	K	25	44,14	6,22	33,10	41,30	43,40	46,10	60,50	14,10
	M	31	56,79	5,98	46,60	52,10	55,80	60,70	70,70	10,52
	Ogół	56	51,15	8,76	33,10	44,15	52,00	56,75	70,70	17,12
MM [kg]	K	25	41,90	5,91	31,40	39,20	41,20	43,80	57,40	14,10
	M	31	53,96	5,72	44,20	49,50	53,00	57,70	67,20	10,61
	Ogół	56	48,57	8,35	31,40	41,90	49,40	53,85	67,20	17,19
TBW [kg]	K	25	32,27	4,55	24,20	30,20	31,50	33,70	44,30	14,10
	M	31	41,71	4,58	34,10	38,10	40,80	45,80	51,70	10,98
	Ogół	56	37,50	6,55	24,20	31,95	38,05	41,60	51,70	17,47
TBW [%]	K	25	54,28	3,87	46,70	52,40	55,10	56,90	60,30	7,12
	M	31	66,28	3,19	56,30	65,10	66,40	68,60	71,10	4,82
	Ogół	56	60,92	6,95	46,70	55,30	61,80	66,70	71,10	11,41

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. Maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności, FAT – zawartość tłuszczu, FFM – masa beztłuszczowa, MM – masa mięśniowa, TBW – zawartość wody, % – procent, kg – kilogram

Źródło: badania własne

### 2.3. Wytrzymałość tlenowa

Podczas drugiego testu wytrzymałości tlenowej badani respondenci osiągnęli wyniki w zakresie od 1260 m do 3080 m. Średni pokonany dystans wyniósł 2199,50 m. Wartość mediany wyniosła 2177,50 m, a odchylenie standardowe 484,05 m. Widoczne różnice w dystansie pokonanym przez mężczyzn i kobiety potwierdził test statystyczny potwierdzający istotność ( $p = 0,001$ ) wpływu płci na wynik badania. W grupie kobiet zakres pokonanych dystansów wynosił od 1260 m do 2600 m. Średni dystans wyniósł 1846,10 m, zaś obliczone odchylenie standardowe to 347,85 m. W grupie mężczyzn pokonany dystans wynosił od 1792 m do 3080 m. Średnio było to 2484,50 m, z kolei odchylenie standardowe osiągnęło wartość 380,47 m.

Wyniki drugiego pomiaru oraz opisujące je miary statystyczne przedstawia tabela A 13.

**Tabela A 23. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Coopera - dystans [m], pomiar II**

Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
K	25	1846,10	347,85	1260,00	1560,00	1820,00	2110,00	2600,00	18,84
M	31	2484,50	380,47	1792,00	2195,00	2440,00	2820,00	3080,00	15,31
Ogół	56	2199,50	484,05	1260,00	1815,00	2177,50	2600,00	3080,00	22,01

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

#### 2.4. Siła eksplozywna

Uczestnicy badania w ćwiczeniu (SJ) osiągnęli następujące wyniki: minimalna wysokość podskoku – 12,2 cm, maksymalna wysokość podskoku – 41,70 cm, średnia wysokość podskoku – 23,37 cm. Widoczna jest istotna różnica ( $p = 0,001$ ) między wynikami kobiet i mężczyzn. W grupie kobiet wysokość podskoku wynosiła od 12,20 cm do 27,90 cm, a średnia wielkość wyskoku to 19,04 cm. Wśród chłopców zakres wyników wynosił od 23,70 cm do 41,70 cm. Średnia wysokość podskoku wyniosła z kolei 30,47 cm.

W wyskoku dosiężnym (CMJ) bez zamachu zakres zarejestrowanych pomiarów wynosił od 10,20 cm do 41,20 cm. Średnia wysokość wyskoku wyniosła 26,37 cm. Istotna jest różnica wyników ćwiczenia ze względu na płeć ( $p = 0,001$ ). W grupie kobiet zakres wyników wynosił od 10,20 cm do 28,70 cm, średnio 19,12 cm. W przypadku mężczyzn wyniki pomiaru zawierały się w granicach od 22,70 cm do 41,20 cm, przy średniej 32,22 cm i odchyleniu standardowym 4,76 cm.

Wysokość wyskoku dosiężnego (CMJ) z zamachem dla badanej grupy wynosiła od 14,10 cm do 50,20 cm, średnio 30,39 cm, przy odchyleniu standardowym 9,14 cm. Wynik testu był istotnie ( $p = 0,001$ ) zależny od płci badanej osoby. Wśród kobiet wyniki zawierały się w przedziale od 14,1 cm do 32,10 cm, średnio było to 22,07 cm. Mężczyźni osiągnęli wyniki w przedziale od 24,30 cm do 50,20 cm przy średniej 37,10 cm i  $SD = 5,54$ cm.

Wyniki pomiaru siły eksplozywnej w trzech przeprowadzonych testach wraz z opisującymi je miarami statystycznymi przedstawia tabela A 14.

**Tabela A 24. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w testach siły eksplozywnej, pomiar II**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
SJ [cm]	K	25	19,04	4,36	12,20	16,50	18,30	21,40	27,90	22,87
	M	31	30,47	4,42	23,70	27,80	29,70	33,40	41,70	14,52
	Ogół	56	25,37	7,20	12,20	19,20	26,05	29,90	41,70	28,36
CMJ_bz [cm]	K	25	19,12	4,42	10,20	16,50	20,20	22,20	28,70	23,11
	M	31	32,22	4,76	22,70	29,00	32,50	35,10	41,20	14,77
	Ogół	56	26,37	8,01	10,20	20,60	26,70	32,60	41,20	30,36
CMJ_zz [cm]	K	25	22,07	4,74	14,10	18,40	22,20	25,70	32,10	21,50
	M	31	37,10	5,54	24,30	33,40	37,20	40,10	50,20	14,94
	Ogół	56	30,39	9,14	14,10	23,20	31,30	37,40	50,20	30,06

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

Na podstawie wyników testów siły eksplozywnej oraz parametrów ciała badanych obliczono moc szczytową uwalnianą podczas ćwiczeń. Analiza wykazała istotny wpływ płci ( $p = 0,001$ ) na osiągnięte wyniki w każdym z przeprowadzonych testów posturalnych.

W przysiadzie skocznym (SJ) moc wynosiła od 886,66 W do 3790,63 W, a średnia 2274,72 W. Kobiety uzyskały średnio 1826,40 W, natomiast mężczyźni 2636,26 W.

W wyskoku dosiężnym bez zamachu (CMJ\_bz) wartości mocy mieściły się w przedziale 1277,61 W – 3159,31 W, średnio 2259,11 W. Kobiety osiągnęły średnio 1818,81 W, a mężczyźni 2614,19 W.

W wyskoku dosiężnym z zamachem (CMJ\_zz) zarejestrowana moc wynosiła od 1514,34 W do 3705,61 W, ze średnią 2503,21 W. W grupie kobiet średnia wyniosła 1998,00 W, natomiast wśród mężczyzn 2910,64 W. Wielkość obliczonej mocy i opisujące ją statystyki zaprezentowane zostały w tabeli A 15.

**Tabela A 25. Charakterystyka liczbowa mocy szczytowej uzyskanej w testach siły eksplozywnej, pomiar II**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
SJ [W]	K	25	1826,40	578,77	886,66	1416,21	1814,85	2057,55	3429,16	31,69
	M	31	2636,26	495,04	1780,95	2191,00	2607,57	3013,92	3790,63	18,78
	Ogół	56	2274,72	666,99	886,66	1831,79	2209,13	2792,45	3790,63	29,32
CMJ_bz [W]	K	25	1818,81	268,18	1277,61	1660,02	1884,61	2006,01	2400,56	14,75
	M	31	2614,19	288,95	2036,36	2418,77	2631,22	2789,04	3159,31	11,05
	Ogół	56	2259,11	485,91	1277,61	1908,89	2279,16	2637,29	3159,31	21,51
CMJ_zz [W]	K	25	1998,00	288,00	1514,34	1775,35	2006,01	2218,46	2606,94	14,41
	M	31	2910,64	336,53	2133,48	2685,85	2916,51	3092,54	3705,61	11,56
	Ogół	56	2503,21	554,57	1514,34	2066,71	2558,38	2928,65	3705,61	22,15

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

## 2.5. Siła izometryczna ścisku dłoni

Drugie badanie siły ścisku dłoni wykazało istotne różnice między kobietami, a mężczyznami ( $p = 0,001$ ).

W przypadku prawej dłoni siła ścisku wynosiła od 19,60 kg do 61,20 kg, przy średniej 37,32 kg. Kobiety osiągnęły średnio 29,37 kg, natomiast mężczyźni 43,74 kg.

Dla lewej dłoni wartości wahały się od 17,30 kg do 63,20 kg, przy średniej 35,11 kg. Kobiety uzyskały średnio 26,63 kg, a mężczyźni 41,95 kg.

Wyniki potwierdziły, że siła ścisku prawej dłoni była wyższa, a podział według płci miał istotne znaczenie – mężczyźni osiągnęli wyraźnie lepsze wyniki w obu pomiarach. Uzyskane wyniki pomiarów dla obu rąk oraz opisujące je miary statystyczne zawarte zostały w tabeli A 16.

**Tabela A 26. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych podczas pomiaru siły izometrycznej ścisku dłoni, pomiar II**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
Prawa [kg]	K	25	29,37	5,65	19,60	25,10	30,50	32,50	40,20	19,23
	M	31	43,74	7,68	29,10	39,60	43,10	46,90	61,20	17,57
	Ogół	56	37,32	9,90	19,60	30,60	37,05	43,30	61,20	26,53
Lewa [kg]	K	25	26,63	5,00	17,30	23,90	26,30	29,30	39,30	18,79
	M	31	41,95	8,80	23,80	36,20	40,10	47,20	63,20	20,98
	Ogół	56	35,11	10,59	17,30	26,45	34,90	41,75	63,20	30,17

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył

Źródło: badania własne

## 2.6. Zwinność

Badanie zwinności przeprowadzone na zestawie pomiarowym SKILLCOURT składało się z dwu testów: Random Star i Random. Uczestnicy badania zostali podzieleni według płci.

W teście Random Star czas wykonania zadania przez poszczególne osoby mieścił się w przedziale 16,43–25,15 s, przy średniej 20,41 s. Kobiety uzyskały średnio 21,37 s, natomiast mężczyźni 19,65 s, co potwierdziło istotny ( $p = 0,001$ ) wpływ płci na wyniki.

W teście Random zakres wyników wynosił 19,24 s–30,48 s, a średni czas wykonania zadania to 23,86 s. Kobiety osiągnęły średnio 25,55 s, a mężczyźni 22,49 s, co również wykazało statystycznie istotne ( $p = 0,001$ ) różnice między płciami.

Wyniki testów wskazują, że mężczyźni byli bardziej zwinni w obu próbach.

Zarejestrowane przez sensory dane dotyczące czasu wykonania zadań testowych oraz ich miary statystyczne zgrupowane zostały w tabeli A 17.

**Tabela A 27. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w testach zwinności, pomiar II**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
Star run [s]	K	25	21,37	1,76	18,32	19,92	21,27	22,70	25,15	8,23
	M	31	19,65	1,93	16,43	18,18	19,78	20,32	23,37	9,80
	Ogół	56	20,41	2,03	16,43	18,95	20,14	21,85	25,15	9,94
50m run [s]	K	25	25,55	2,19	21,68	23,77	25,87	27,32	30,48	8,55
	M	31	22,49	1,87	19,24	21,28	22,21	23,30	28,64	8,30
	Ogół	56	23,86	2,52	19,24	22,03	23,33	26,03	30,48	10,56

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

## 2.7. Równowaga statyczna

Badanie przeprowadzono na platformie dynamometrycznej, analizując stabilność posturalną uczestników badania z otwartymi oczami. Wyniki nie wykazały istotnych różnic między kobietami a mężczyznami:

- powierzchnia elipsy COP (zakres ruchu środka ciężkości) wynosiła od 45 mm<sup>2</sup> do 658 mm<sup>2</sup>, przy średniej 168,39 mm<sup>2</sup>,
- długość trajektorii COP (przemieszczenie środka ciężkości) mieściła się w zakresie 87 mm – 527 mm, ze średnią 208,16 mm,
- prędkość korekty postawy wynosiła od 3 mm/s do 18 mm/s, przy średniej 6,91 mm/s.

Podsumowując, wyniki testu wskazują na podobny poziom stabilności posturalnej u obu płci, co sugeruje brak istotnych różnic w kontroli równowagi w warunkach otwartych oczu. Zarejestrowane wyniki drugiego pomiaru oraz opisujące je miary statystyczne przedstawia tabela A 18.

**Tabela A 28. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Romberga w próbie z oczami otwartymi, pomiar II**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
ellipse [mm <sup>2</sup> ]	K	25	167,84	109,71	85,00	99,00	119,00	168,00	513,00	65,37
	M	31	168,84	121,49	45,00	93,00	141,00	216,00	658,00	71,96
	Ogół	56	168,39	115,34	45,00	96,50	124,00	190,00	658,00	68,50
path [mm]	K	25	188,16	69,02	94,00	135,00	171,00	210,00	394,00	36,68
	M	31	224,29	113,38	87,00	137,00	206,00	283,00	527,00	50,55
	Ogół	56	208,16	97,05	87,00	136,00	183,50	239,50	527,00	46,62
velocity [mm/s]	K	25	6,20	2,33	3,00	4,00	6,00	7,00	13,00	37,54
	M	31	7,48	3,79	3,00	5,00	7,00	9,00	18,00	50,69
	Ogół	56	6,91	3,26	3,00	5,00	6,00	8,00	18,00	47,17

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

Badani ponownie wykonali test stabilności posturalnej, tym razem z zamkniętymi oczami. Analiza wyników nie wykazała istotnego wpływu płci na osiągnięte rezultaty:

- powierzchnia elipsy COP (zakres przemieszczania środka ciężkości) wynosiła od 24 mm<sup>2</sup> do 366 mm<sup>2</sup>, przy średniej 143,11 mm<sup>2</sup>,
- długość trajektorii COP (ścieżka ruchu środka ciężkości) zawierała się w zakresie 76 mm – 691 mm, ze średnią 252,63 mm,
- szybkość korekty postawy mieściła się w przedziale 3 mm/s – 23 mm/s, przy średniej 8,45 mm/s.

Wyniki potwierdzają, że brak kontroli wzrokowej zwiększa zakres przemieszczania środka ciężkości, jednak różnice między płciami nie były istotne. Szczegółowe wyniki pomiaru wraz z opracowaniem statystycznym prezentuje tabela A 19.

**Tabela A 29. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Romberga w próbie z oczami zamkniętymi, pomiar II**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
ellipse [mm <sup>2</sup> ]	K	25	125,68	76,48	30,00	78,00	106,00	147,00	323,00	60,86
	M	31	157,16	100,71	24,00	67,00	131,00	244,00	366,00	64,08
	Ogół	56	143,11	91,29	24,00	71,50	112,50	191,00	366,00	63,79
path [mm]	K	25	227,52	79,19	119,00	175,00	198,00	249,00	441,00	34,81
	M	31	272,87	136,58	76,00	176,00	247,00	367,00	691,00	50,05
	Ogół	56	252,63	115,89	76,00	175,50	221,50	311,00	691,00	45,87
velocity [mm/s]	K	25	7,52	2,65	4,00	6,00	7,00	8,00	15,00	35,21
	M	31	9,19	4,59	3,00	6,00	8,00	12,00	23,00	49,88
	Ogół	56	8,45	3,90	3,00	6,00	7,50	10,50	23,00	46,21

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

Na podstawie uzyskanych w drugiej serii pomiarowej wyników próby Romberga obliczono współczynniki Romberga dla parametrów COP:

- RR dla powierzchni COP wynosił od -61,04 % do 51,64 %, przy średniej -9,09 %,
- RR dla długości trajektorii COP mieścił się w zakresie od -24,48 % do 41,22 %, przy średniej 9,19 %,
- RR dla szybkości korekty postawy zawierał się w przedziale od -16,67 % do 40 %, ze średnią 9,53 %,
- analiza współczynnika Romberga (RR) dla stabilności posturalnej wykazała brak istotnego wpływu płci na wyniki.

Wyniki wskazują, że wpływ wzroku na stabilność posturalną nie różnił się istotnie między kobietami a mężczyznami. Wyniki analizy statystycznej współczynnika Romberga przedstawiono w tabeli A 20.

**Tabela A 30. Wartości współczynnika Romberga dla analizowanych parametrów równowagi statycznej badanych, pomiar II**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
RR_ellipse [%]	K	25	-14,62	25,24	-61,04	-32,74	-18,06	-2,15	51,64	-172,65
	M	31	-4,62	33,75	-72,09	-23,23	-2,36	16,03	56,70	-730,05
	Ogół	56	-9,09	30,41	-72,09	-30,74	-9,84	7,84	56,70	-334,65
RR_path [%]	K	25	9,52	12,14	-11,22	-3,28	17,26	18,62	29,38	127,61
	M	31	8,93	15,85	-24,38	-2,45	7,58	20,53	41,22	177,52
	Ogół	56	9,19	14,20	-24,38	-2,82	10,25	19,17	41,22	154,44
RR_velocity [%]	K	25	9,87	13,08	-10,00	0,00	14,29	20,00	33,33	132,53
	M	31	9,26	15,69	-16,67	0,00	9,09	20,00	40,00	169,38
	Ogół	56	9,53	14,45	-16,67	0,00	10,10	20,00	40,00	151,65

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności, RR – współczynnik Romberga, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

### A.III. Charakterystyka badanych na podstawie pomiaru 3.

W kwietniu 2024 roku dokonano ostatniego badania wybranych cech sprawnościowych. Jak poprzednio cykl badań poprzedzony był pomiarem parametrów ciała i analizą jego składu.

#### 3.1. Budowa ciała

Na dzień badania przedział wiekowy badanej grupy wynosił od 16 do 17 lat. Średni wiek wynosił 16,88 lat, mediana 17 lat, a odchylenie standardowe rozkładu wyników 0,85 roku. Płeć badanych istotnie ( $p = 0,015$ ) wpływała na wynik testu. W grupie dziewcząt wiek wynosił od 16 do 18 lat, średni wiek 17,20 lat, a odchylenie standardowe 0,76 roku. W grupie chłopców wiek mieścił się w przedziale od 15 lat do 18 lat. Średni wiek wynosił 16,61 lat, a odchylenie standardowe 0,84 roku.

Wysokość ciała podczas trzeciego pomiaru zawierała się w przedziale od 153,6 cm do 186,40 cm, średnia wysokość ciała wynosiła 171,70 cm, a mediana miała wartość 172,10 cm. Odchylenie standardowe wynosiło 7,31 cm. Analiza statystyczna wykazała istotność wpływu płci na wysokość ciała respondentów ( $p = 0,001$ ). W przypadku kobiet wysokość ciała wynosiła od 153,60 cm do 174,60 cm, średnio było to 166,01 cm przy odchyleniu standardowym 5,53 cm. W grupie mężczyzn wysokość ciała wynosiła od 163,50 cm do 186,40 cm, średnia wysokość ciała 176,29 cm, a odchylenie standardowe 4,98 cm.

Pomiar masy ciała przyniósł następujące wyniki: minimum – 41,80 kg, maksimum – 92,70 kg, średnia masa – 62,97 kg, mediana – 62,25 kg, odchylenie standardowe – 11,04 kg. Test statystyczny potwierdził istotność ( $p = 0,015$ ) wpływu płci na wagę organizmu. U kobiet masa ciała mieściła się w przedziale od 41,80 kg do 92,70 kg, średnio 58,30 kg, przy odchyleniu standardowym 13,08 kg. Wśród mężczyzn masa ciała wynosiła od 46,30 kg do 87,90 kg, średnia masa to 65,28 kg, a odchylenie standardowe 8,62 kg.

Wskaźnik masy ciała BMI w obrębie badanej grupy wynosił od 15,6 kg/m<sup>2</sup> do 31,6 kg/m<sup>2</sup>, średnia masy ciała 21,29 kg/m<sup>2</sup>, mediana 21,15 kg/m<sup>2</sup>, a odchylenie standardowe 3,08 kg/m<sup>2</sup>. Wartość wskaźnika BMI nie była istotna statystycznie ze względu na płeć. Wartość wskaźnika u kobiet wynosiła od 15,60 kg/m<sup>2</sup> do 31,60 kg/m<sup>2</sup> - identycznie jak przedział wartości całej grupy. Średnia wartość BMI wyniosła 21,70 kg/m<sup>2</sup>, odchylenie standardowe 4,01 kg/m<sup>2</sup>. Wśród mężczyzn zakres BMI

wynosił od 17,30 kg/m<sup>2</sup> do 25,50 kg/m<sup>2</sup>, średnio było to 20,95 kg/m<sup>2</sup>, zaś odchylenie standardowe 2,06 kg/m<sup>2</sup>.

Zestawienie pomiarów trzech głównych parametrów ciała opracowane statystycznie przedstawiono w tabeli A 21.

**Tabela A 31. Charakterystyka liczbowa badanych ze względu na ich budowę ciała, pomiar III**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
Wiek [lata]	K	25	17,20	0,76	16,00	17,00	17,00	18,00	18,00	4,44
	M	31	16,61	0,84	15,00	16,00	16,00	17,00	18,00	5,08
	Ogół	56	16,88	0,85	15,00	16,00	17,00	18,00	18,00	5,06
Wysokość Ciała [cm]	K	25	166,01	5,53	153,60	163,40	165,90	170,70	174,60	3,33
	M	31	176,29	4,98	163,50	172,20	176,00	178,60	186,40	2,83
	Ogół	56	171,70	7,31	153,60	165,95	172,10	176,15	186,40	4,26
Masa Ciała [kg]	K	25	60,09	13,08	41,80	52,60	58,30	65,30	92,70	21,77
	M	31	65,28	8,62	46,30	60,10	62,70	72,50	87,90	13,20
	Ogół	56	62,97	11,04	41,80	55,95	61,25	70,35	92,70	17,54
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	K	25	21,70	4,01	15,60	18,70	21,30	22,40	31,60	18,46
	M	31	20,95	2,06	17,30	19,40	21,10	22,20	25,50	9,82
	Ogół	56	21,29	3,08	15,60	19,40	21,15	22,30	31,60	14,45

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności, BMI – wskaźnik masy ciała

Źródło: badania własne

### 3.2. Skład ciała

Analiza składu ciała w trzecim badaniu obejmowała pomiar procentowej zawartość tłuszczu, pomiar masy tłuszczu oraz masy beztłuszczowej ciała, masy mięśniowej ciała oraz zawartości wody w organizmie. Analiza wykazała istotne różnice ( $p = 0,001$ ) między kobietami a mężczyznami w obrębie udziału ilościowego każdego z badanych składników ciała.

Udział FAT procentowy w organizmie wahał się od 3 % do 40,3 %, przy średnim poziomie 17,65 %. U kobiet wartość ta była wyraźnie wyższa, natomiast w grupie męskiej oscylowała wokół 11,68 %. Beztłuszczowa masa ciała (FFM) wynosiła średnio 51,56 kg, przy czym kobiety osiągnęły niższe wartości niż mężczyźni, co wynikało z naturalnych różnic w budowie ciała. Masa mięśniowa również była znacznie wyższa w grupie męskiej – średnio 54,58 kg, w porównaniu do 42 kg u kobiet. Całkowita masa wody w organizmie mieściła się w zakresie 25–49,1 kg, ze średnią

35,90 kg. U kobiet wahała się w niższym przedziale, podczas gdy mężczyźni osiągnęli wyższe wartości, co jest zgodne z większym udziałem masy mięśniowej w ich organizmie.

Mężczyźni charakteryzowali się wyższą masą mięśniową i większą ilością wody w organizmie, natomiast kobiety miały wyższą zawartość tłuszczu. Otrzymane wyniki i opisujące je miary statystyczne prezentuje tabela A 22.

**Tabela A 32. Charakterystyka liczbowa badanych ze względu na ich skład ciała, pomiar III**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
FAT [%]	K	25	25,04	7,51	10,20	20,20	24,70	28,50	40,30	29,99
	M	31	11,68	4,16	3,00	9,80	12,10	15,40	18,30	35,58
	Ogół	56	17,65	8,89	3,00	10,95	16,00	23,70	40,30	50,35
FAT [kg]	K	25	15,84	8,12	4,90	10,60	14,00	18,70	33,90	51,25
	M	31	7,83	3,35	1,60	5,30	7,80	10,90	14,40	42,82
	Ogół	56	11,40	7,14	1,60	6,85	9,25	13,95	33,90	62,63
FFM [kg]	K	25	44,26	5,87	33,50	41,80	44,00	47,40	59,60	13,26
	M	31	57,46	6,47	44,70	52,40	56,60	62,10	73,50	11,25
	Ogół	56	51,56	9,04	33,50	44,60	50,75	58,45	73,50	17,53
MM [kg]	K	25	42,00	5,59	31,80	39,70	41,80	45,00	56,60	13,30
	M	31	54,58	6,17	42,40	49,70	53,80	59,00	69,90	11,31
	Ogół	56	48,97	8,61	31,80	42,30	48,20	55,55	69,90	17,59
TBW [kg]	K	25	29,99	3,47	25,00	27,40	30,00	31,40	38,40	11,56
	M	31	40,67	3,61	33,30	37,80	40,60	43,60	49,10	8,88
	Ogół	56	35,90	6,41	25,00	30,20	37,00	41,10	49,10	17,85

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności, FAT – zawartość tłuszczu, FFM – masa beztłuszczowa, MM – masa mięśniowa, TBW – zawartość wody, % – procent, kg – kilogram

Źródło: badania własne

### 3.3. Wytrzymałość tlenowa

Największy pokonany dystans wynosił 3660 m, a najkrótszy 1210 m. Średnio było to 2122,09 m. Testowanie statystyczne wykazało istotność płci w wyniku badania ( $p = 0,001$ ). W grupie dziewcząt pokonane dystanse wynosiły od 1210 m do 2650 m, średni kobiecy dystans to 1698,4 m, przy odchyleniu standardowym 416,2 m. Chłopcy pokonali dystanse od 1800 m do 3660 m, średnio było to 2463,77 m $\pm$  409,74 m.

Pokonane dystanse zapisane za pomocą miar statystycznych prezentuje tabela A 23.

**Tabela A 33. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Coopera – dystans [m], pomiar III**

Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
K	25	1698,40	419,42	1210,00	1280,00	1680,00	1975,00	2650,00	24,70
M	31	2463,77	409,74	1800,00	2120,00	2550,00	2675,00	3660,00	16,63
Ogół	56	2122,09	561,91	1210,00	1795,00	2147,50	2612,50	3660,00	26,48

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

### 3.4. Siła eksplozywna

Badanie siły eksplozywnej przeprowadzono za pomocą systemu optycznego, oceniając wyniki w trzech wariantach skoku: z przysiadu (SJ), z ugięciem nóg (CMJ bez zamachu) oraz z wyrzutem ramion (CMJ z zamachem). Analiza wykazała istotne ( $p = 0,001$ ) różnice w wynikach w zależności od płci. W przypadku skoku z przysiadu (SJ) wysokość skoku mieściła się w zakresie 12,6–41 cm, przy średnim wyniku 26,81 cm. Kobiety osiągnęły średnio 20,37 cm, podczas gdy mężczyźni skakali znacznie wyżej – 31,99 cm.

W skoku z ugięciem nóg (CMJ bez zamachu) wyniki wahały się od 13,3 cm do 44 cm, a średnia wysokość skoku wyniosła 28,16 cm. Wśród kobiet średnia wysokość skoku to 21,22 cm, natomiast mężczyźni uzyskali średnio 33,75 cm.

Najwyższe wartości odnotowano w skoku z zamachem (CMJ z zamachem), w tym przypadku wyniki mieściły się w przedziale 17,1–53,9 cm, przy średniej 32,47 cm. Kobiety osiągały średnio 23,95 cm, a mężczyźni 39,35 cm, co ponownie potwierdziło znaczącą przewagę grupy męskiej w zakresie siły eksplozywnej.

We wszystkich wariantach skoku mężczyźni uzyskiwali wyraźnie lepsze wyniki niż kobiety, co może wynikać z różnic w masie mięśniowej i sile kończyn dolnych. Wysokość skoku była uzależniona od płci, a największe różnice widoczne były w skoku z zamachem ramion.

Wyniki pomiaru opisane statystycznie umieszczono w tabeli A 24.

**Tabela A 34. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w testach siły eksplozywnej, pomiar III**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
SJ [cm]	K	25	20,37	4,05	12,60	16,80	21,70	23,40	26,60	19,90
	M	31	31,99	4,45	22,60	28,20	32,40	34,80	41,00	13,90
	Ogół	56	26,81	7,21	12,60	22,10	26,55	32,55	41,00	26,89
CMJ_bz [cm]	K	25	21,22	3,84	13,30	19,20	21,30	24,50	28,20	18,08
	M	31	33,75	4,64	23,90	31,60	33,30	36,40	44,00	13,75
	Ogół	56	28,16	7,59	13,30	22,45	28,20	34,35	44,00	26,97
CMJ_zz [cm]	K	25	23,95	4,87	17,10	19,60	24,90	27,40	34,20	20,34
	M	31	39,35	5,73	26,70	36,10	39,10	42,40	53,90	14,55
	Ogół	56	32,47	9,37	17,10	26,00	33,15	39,65	53,90	28,86

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

Dla w/w ćwiczeń testowych obliczono moc szczytową ze wzoru Sayers'a.

Badanie mocy szczytowej uzyskanej podczas trzech wariantów wyskoku (SJ, CMJ bez zamachu i CMJ z zamachem) wykazało istotne różnice pomiędzy płciami ( $p = 0,001$ ). Mężczyźni osiągnęli wyższe wartości mocy we wszystkich próbach, co może wynikać z większej masy mięśniowej i siły eksplozywnej.

W wyskoku z przysiadu (SJ) moc szczytowa wahała się od 742,97 W do 4008,88 W, przy średniej 2424,45 W. Kobiety osiągnęły średnio 1903,75 W, podczas gdy mężczyźni uzyskali średnią 2844,37 W.

Podczas wyskoku z ugięciem nóg (CMJ bez zamachu) zakres uzyskanej mocy mieścił się w przedziale 1465,78 – 3329 W, ze średnią 2367,50 W. W grupie kobiet średnia wyniosła 1946,52 W, natomiast wśród mężczyzn 2707 W.

Dla wyskoku z zamachem ramion (CMJ z zamachem) zarejestrowano najwyższe wartości mocy w skoku – od 1696,44 W do 3930,20 W, ze średnią 2629,59 W. Kobiety osiągnęły średnio 2112,36 W, a mężczyźni 3046,72 W.

Analiza wyników potwierdziła, że płeć miała istotny wpływ ( $p = 0,001$ ) na moc szczytową uzyskiwaną w wyskokach. Mężczyźni wykazywali wyraźnie wyższe wartości mocy we wszystkich wariantach testu, co potwierdza ich większe możliwości siłowo-motoryczne.

Wyniki obliczeń i opisujące je główne miary statystyczne przedstawia tabela A 25.

**Tabela A 35. Charakterystyka liczbowa mocy szczytowej uzyskanej w testach siły eksplozywnej, pomiar III**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
SJ [W]	K	25	1903,75	581,16	742,97	1542,22	1957,28	2117,09	3400,80	30,53
	M	31	2844,37	493,52	1948,37	2348,37	2816,13	3202,00	4008,88	17,35
	Ogół	56	2424,45	709,12	742,97	1975,76	2383,49	2902,58	4008,88	29,25
CMJ_bz [W]	K	25	1946,52	232,87	1465,78	1823,91	1951,38	2145,62	2370,21	11,96
	M	31	2707,00	281,66	2109,20	2576,59	2679,78	2867,95	3329,27	10,41
	Ogół	56	2367,50	460,93	1465,78	2021,19	2370,21	2743,52	3329,27	19,47
CMJ_zz [W]	K	25	2112,36	295,70	1696,44	1848,19	2169,90	2321,65	2734,41	14,00
	M	31	3046,72	347,54	2279,16	2849,74	3031,84	3232,15	3930,20	11,41
	Ogół	56	2629,59	568,96	1696,44	2236,67	2670,68	3065,23	3930,20	21,64

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

### 3.5. Siła izometryczna ścisku dłoni

Siła ścisku prawej dłoni w badanej grupie mieściła się w zakresie od 13,6 kg do 57,6 kg. Średni wynik wyniósł 24,44 kg, a najczęściej występująca wartość to 32,10 kg. Rozpiętość wyników była istotnie zależna od płci ( $p = 0,001$ ). Kobiety uzyskały wartości od 13,6 kg do 37,3 kg, osiągając średnio 24,44 kg, natomiast wśród mężczyzn wyniki były znacznie wyższe, od 28 kg do 57,6 kg, przy średniej wynoszącej 40,37 kg.

Siła ścisku lewej dłoni była nieco niższa i wahała się od 8 kg do 55,6 kg. Średnia wartość wyniosła 31,21 kg, a dominujący wynik to 31,8 kg. Również w tym przypadku wyniki wykazały istotne różnice między płciami. Kobiety osiągnęły zakres od 8 kg do 35,1 kg, ze średnią wynoszącą 21,53 kg, natomiast mężczyźni uzyskali wyniki od 29 kg do 55,6 kg, osiągając średnio 39,02 kg.

Wyniki badań jednoznacznie wskazują ( $p = 0,001$ ), że mężczyźni wykazują większą siłę ścisku w obu dłoniach, co jest zgodne z naturalnymi różnicami anatomicznymi i siłowymi między płciami. Wyniki trzeciego pomiaru ścisku dłoni dla badanej grupy przedstawia tabela A 26. Dane zostały opisane statystycznie.

**Tabela A 36. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych podczas pomiaru siły izometrycznej ścisku dłoni, pomiar III**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
Prawa [kg]	K	25	24,44	5,98	13,60	21,60	25,30	26,70	37,30	24,46
	M	31	40,37	7,80	28,00	33,40	40,70	46,00	57,60	19,31
	Ogół	56	33,26	10,61	13,60	25,60	32,10	41,80	57,60	31,91
Lewa [kg]	K	25	21,53	5,96	8,00	17,00	22,30	24,20	35,10	27,66
	M	31	39,02	6,77	29,00	33,20	39,60	43,80	55,60	17,36
	Ogół	56	31,21	10,84	8,00	22,90	31,80	39,85	55,60	34,72

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartył, Q3 – trzeci kwartył, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

### 3.6. Zwinność

Kontrolę zwinności przeprowadzono na zestawie diagnostyczno-treningowym SKILLCOURT w postaci testów Random Star i Random, podobnie jak we wcześniejszych pomiarach. Analiza wyników wykazała istotny wpływ płci ( $p = 0,001$ ) na czas ćwiczenia osiągnięty przez badanych w obu próbach.

W teście Random Star czas wykonania ćwiczenia wahał się od 14,97 s do 23,90 s, a średni wynik wyniósł 19,30 s. Kobiety osiągnęły średnio 20,4 s, uzyskując wyniki w przedziale od 16,78 s do 23,90 s, podczas gdy mężczyźni byli szybsi, z wynikami w zakresie od 14,97 s do 21,67 s i średnią 18,41 s.

W teście Random czas dla całej grupy wynosił od 19,7 s do 33,82 s, ze średnią 24,33 s. Kobiety uzyskały średni czas 25,95 s, zaś mężczyźni osiągnęli lepsze wyniki, średnio 23,01 s.

Badanie potwierdziło, że mężczyźni wykazują się większą szybkością reakcji i dynamiką ruchową w tego typu zadaniach, co może wynikać z różnic w zdolnościach motorycznych i koordynacji ruchowej. Wyniki testów opracowane statystycznie przedstawiono w tabeli A 27.

**Tabela A 37. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w testach zwinności, pomiar III**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
Star run [s]	K	25	20,40	1,85	16,78	19,55	19,99	21,75	23,90	9,07
	M	31	18,41	1,76	14,97	17,18	18,70	19,47	21,67	9,58
	Ogół	56	19,30	2,05	14,97	17,88	19,32	20,35	23,90	10,60
50m run [s]	K	25	25,95	2,61	21,52	24,20	25,28	27,02	33,82	10,07
	M	31	23,01	1,88	19,70	21,48	22,72	24,95	26,18	8,17
	Ogół	56	24,33	2,66	19,70	22,30	24,13	25,76	33,82	10,94

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności

Źródło: badania własne

### 3.7. Równowaga statyczna

Trzecie badanie równowagi statycznej na platformie dynamometrycznej w wariacie z otwartymi oczami wykazało znaczną zmienność wyników w badanej grupie, jednak płeć nie miała istotnego wpływu na uzyskane wartości.

Powierzchnia elipsy, którą obejmował swoim ruchem środek nacisku stóp, mieściła się w zakresie od 18 mm<sup>2</sup> do 498 mm<sup>2</sup>, a średnia wartość wyniosła 147,36 mm<sup>2</sup>. Rozrzut wyników był duży, co może wskazywać na indywidualne różnice w zdolności utrzymania równowagi. Wartości dla kobiet i mężczyzn były zbliżone – średnia dla kobiet wyniosła 141,28 mm<sup>2</sup>, zaś dla mężczyzn 152,26 mm<sup>2</sup>.

Długość ścieżki COP, czyli całkowita trasa przemieszczania się środka nacisku, wahała się od 63 mm do 446 mm, przy średnim wyniku 184,43 mm. Kobiety uzyskały średnio 174,12 mm, a mężczyźni 192,74 mm, co ponownie nie wykazało istotnych różnic między płciami.

Szybkość korekty postawy w badanej grupie wynosiła od 2 mm/s do 15 mm/s, a średnia wartość osiągnęła 6,13 mm/s. Mediana wyniosła 5 mm/s i była identyczna zarówno dla kobiet, jak i mężczyzn. Wśród kobiet średnia szybkość korekty wynosiła 5,68 mm/s, natomiast u mężczyzn była nieco wyższa i wyniosła 6,48 mm/s.

Wyniki testu wskazują, że choć zakres przemieszczania środka nacisku i długość ścieżki COP różniły się w zależności od uczestników, płeć nie miała istotnego wpływu na zdolność do utrzymania równowagi w warunkach otwartych oczu. Szczegółową analizę wyników przedstawia tabela nr A 28.

**Tabela A 38. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Romberga w próbie z oczami otwartymi, pomiar III**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
ellipse [mm <sup>2</sup> ]	K	25	141,28	100,43	28,00	77,00	125,00	164,00	478,00	71,09
	M	31	152,26	121,72	18,00	78,00	106,00	190,00	498,00	79,94
	Ogół	56	147,36	111,86	18,00	77,50	111,50	176,50	498,00	75,91
path [mm]	K	25	174,12	72,72	96,00	127,00	156,00	195,00	446,00	41,76
	M	31	192,74	95,74	63,00	139,00	151,00	260,00	422,00	49,67
	Ogół	56	184,43	85,99	63,00	127,50	152,50	210,50	446,00	46,63
velocity [mm/s]	K	25	5,68	2,56	3,00	4,00	5,00	7,00	15,00	45,09
	M	31	6,48	3,22	2,00	5,00	5,00	9,00	14,00	49,72
	Ogół	56	6,13	2,95	2,00	4,00	5,00	7,00	15,00	48,14

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

Powtórzenie testu stabilności posturalnej w warunkach zamkniętych oczu wykazało zmniejszoną kontrolę nad środkiem nacisku stóp, jednak płeć nie miała istotnego wpływu na uzyskane wyniki.

Powierzchnia COP, czyli obszar przemieszczania środka nacisku, wynosiła od 20 mm<sup>2</sup> do 275 mm<sup>2</sup>, a średnia wartość osiągnęła 106 mm<sup>2</sup>. Wyniki dla kobiet i mężczyzn były porównywalne – u kobiet średnia wynosiła 111,8 mm<sup>2</sup>, a u mężczyzn 101,32 mm<sup>2</sup>.

Długość ścieżki COP wahała się w zakresie od 69 mm do 504 mm, a średnia wartość wyniosła 213,59 mm. Nie stwierdzono znaczących różnic między płciami – kobiety osiągnęły średnio 208,68 mm, natomiast mężczyźni 217,55 mm.

Szybkość korekty postawy w warunkach zamkniętych oczu wynosiła od 2 mm/s do 17 mm/s, a średnia wartość osiągnęła 7,11 mm/s. Mediana wyniosła 6 mm/s i była identyczna zarówno dla kobiet, jak i mężczyzn. Kobiety wykazywały średnią szybkość reakcji na poziomie 6,92 mm/s, natomiast mężczyźni 7,26 mm/s.

Podobnie jak w poprzednich badaniach, wyniki testu nie wykazały istotnego wpływu płci na zdolność do utrzymania równowagi w warunkach ograniczonej kontroli wzrokowej. Opracowanie wyników próby Romberga z zamkniętymi oczami przedstawia tabela A 29.

**Tabela A 39. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Romberga w próbie z oczami zamkniętymi, pomiar III**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
ellipse [mm <sup>2</sup> ]	K	25	111,80	57,85	34,00	66,00	107,00	139,00	249,00	51,74
	M	31	101,32	67,55	20,00	47,00	74,00	162,00	275,00	66,66
	Ogół	56	106,00	63,06	20,00	55,50	93,50	153,50	275,00	59,49
path [mm]	K	25	208,68	82,75	112,00	162,00	183,00	217,00	412,00	39,65
	M	31	217,55	106,15	69,00	140,00	185,00	257,00	504,00	48,79
	Ogół	56	213,59	95,67	69,00	150,00	184,50	244,50	504,00	44,79
velocity [mm/s]	K	25	6,92	2,81	4,00	5,00	6,00	7,00	14,00	40,64
	M	31	7,26	3,61	2,00	5,00	6,00	9,00	17,00	49,80
	Ogół	56	7,11	3,26	2,00	5,00	6,00	8,00	17,00	45,82

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

Podobnie jak w poprzednich pomiarach, w obu próbach Romberga obliczono współczynniki RR, które określają wpływ bodźców wzrokowych na stabilność posturalną. Analiza wyników nie wykazała istotnych różnic w zależności od płci badanych.

Współczynnik RR dla powierzchni COP, określający zmiany w zakresie przemieszczania środka nacisku stóp po zamknięciu oczu, mieścił się w przedziale od -68 % do 45,39 %, a średnia wartość wyniosła -12,84 %. Wartości te nie wykazywały znaczącego wpływu płci na zdolność do stabilizacji postawy. Średni wynik dla kobiet wyniósł -7,61 %, natomiast u mężczyzn -17,06 %.

Podobna tendencja widoczna była w przypadku współczynnika długości ścieżki COP, który odzwierciedla całkowitą trasę ruchu środka nacisku. Zakres wyników wynosił od -31,38 % do 40,97 %, a średnia wartość osiągnęła 7,54 %. Wartości uzyskane przez kobiety i mężczyzn były zbliżone, co wskazuje na brak istotnych różnic w zdolności utrzymania równowagi między grupami.

Współczynnik szybkości korekty postawy wykazywał wartości od -30 % do 45,46 %, a średnia wyniosła 7,68 %. Wyniki te nie były istotnie zależne od płci, co sugeruje, że zarówno kobiety, jak i mężczyźni w podobnym stopniu reagują na brak kontroli wzrokowej podczas utrzymywania równowagi.

Podsumowując, analiza współczynników RR potwierdziła, że zamknięcie oczu wpływa na stabilność posturalną, jednak reakcje badanych na ten czynnik nie różniły się istotnie w zależności od płci. Wyniki wskazują, że zdolność do kompensowania braku kontroli wzrokowej jest podobna w obu grupach. Szczegółowe miary statystyczne opisujące obliczone współczynnik Romberga przedstawia tabela A 30.

**Tabela A 40. Wartości współczynnika Romberga dla analizowanych parametrów równowagi statycznej badanych**

Zmienna	Grupa	N	$\bar{x}$	SD	Min.	Q1	Me	Q3	Maks.	V
RR_ellipse [%]	K	25	-7,61	27,92	-55,12	-22,74	-3,23	9,68	45,39	-366,86
	M	31	-17,06	23,88	-68,35	-38,67	-10,04	-0,18	24,16	-139,94
	Ogół	56	-12,84	25,95	-68,35	-37,32	-8,66	6,04	45,39	-202,08
RR_path [%]	K	25	8,79	12,74	-16,42	-0,40	12,11	14,87	40,97	144,90
	M	31	6,53	13,35	-31,38	-1,08	8,45	18,30	24,75	204,60
	Ogół	56	7,54	13,01	-31,38	-0,74	8,92	16,39	40,97	172,65
RR_velocity [%]	K	25	9,95	12,91	-11,11	0,00	9,09	14,29	45,46	129,72
	M	31	5,84	13,45	-30,00	0,00	8,33	16,67	25,93	230,37
	Ogół	56	7,68	13,25	-30,00	0,00	9,09	15,48	45,46	172,69

N – liczebność grupy,  $\bar{x}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – wart. minimalna, Maks. – wart. maksymalna, Q1 – pierwszy kwartyl, Q3 – trzeci kwartyl, V – współczynnik zmienności, RR – współczynnik Romberga, ellipse – 95 % przedział ufności pola elipsy COP, path – długość ścieżki COP, velocity – średnia prędkość przemieszczania COP

Źródło: badania własne

## **A.IV. Przykładowy scenariusz jednostki ćwiczebnej**

### **Blok programowy: sprawność fizyczna (OPW)**

Przedmiot: Zajęcia praktyczne OPW / wychowanie fizyczne

Oddział: OPW – kl. 2

Czas trwania: 45 minut

Miejsce: sala gimnastyczna / boisko

Forma: frontalna, zadaniowa

Środki: pachołki, stoper, mata gimnastyczna

### **TEMAT LEKCJI**

Kształtowanie wybranych elementów sprawności fizycznej uczniów OPW.

### **CEL LEKCJI**

Cel ogólny

Rozwijanie sprawności fizycznej uczniów OPW poprzez ćwiczenia ukierunkowane na zdolności motoryczne oceniane w testach sprawności fizycznej.

Cele szczegółowe

Uczeń:

- rozwija zwinność (zmiana kierunku ruchu),
- kształtuje skoczność / siłę eksplozywną kończyn dolnych,
- doskonali wytrzymałość ogólną,
- utrwała prawidłowe nawyki ruchowe w warunkach wysiłku fizycznego.

### **METODY I FORMY**

Metody: ćwiczebna, zadaniowa

Formy: frontalna, indywidualna

### **PRZEBIEG LEKCJI**

#### **1. Część wstępna – 8 minut**

Organizacja (2 min):

- zbiórka, sprawdzenie obecności,
- podanie tematu i celu lekcji,

- przypomnienie zasad bezpieczeństwa.

Rozgrzewka ogólnorozwojowa (6 min):

- trucht po obwodzie sali,
- ćwiczenia mobilności stawów,
- skipy, przeskoki, wymachy kończyn,
- krótkie przyspieszenia.

## **2. Część główna – 32 minuty**

a) Zwinność – 10 minut

- bieg slalomem między pachołkami,
- zmiany kierunku biegu na sygnał,
- krótkie biegi wahadłowe (bez pomiaru czasu).

b) Skoczność – 10 minut

- skoki obunóż w miejscu,
- przeskoki przez linię lub niski płotek,
- wieloskoki o umiarkowanej intensywności.

c) Wytrzymałość – 12 minut

- bieg ciągły o umiarkowanej intensywności,
- marszobieg jako forma regeneracyjna,
- kontrola tempa biegu i oddechu.

## **3. Część końcowa – 5 minut**

- ćwiczenia oddechowe,
- stretching dynamiczny i statyczny mięśni kończyn dolnych,
- krótkie podsumowanie lekcji.

## Spis tabel aneksu

Tabela A 1. Charakterystyka liczbowa badanych ze względu na ich budowę ciała podczas pomiaru 1 .....	133
Tabela A 2. Charakterystyka liczbowa badanych ze względu na ich skład ciała podczas pomiaru 1 .....	134
Tabela A 3. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Coopera - dystans [m], pomiar I.....	135
Tabela A 4. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w testach siły eksplozywnej, pomiar I.....	136
Tabela A 5. Charakterystyka liczbowa mocy szczytowej uzyskanej w testach siły eksplozywnej, pomiar I.....	137
Tabela A 6. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych podczas pomiaru siły izometrycznej ścisku dłoni, pomiar I.....	138
Tabela A 7. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w testach zwinności, pomiar I.....	138
Tabela A 8. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Romberga w próbie z oczami otwartymi, pomiar I.....	139
Tabela A 9. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Romberga w próbie z oczami zamkniętymi, pomiar I .....	141
Tabela A 10. Wartości współczynnika Romberga dla analizowanych parametrów równowagi statycznej badanych, pomiar I .....	142
Tabela A 11. Charakterystyka liczbowa badanych ze względu na ich budowę ciała, pomiar II .....	144
Tabela A 12. Charakterystyka liczbowa badanych ze względu na ich skład ciała, pomiar II .....	146
Tabela A 13. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Coopera - dystans [m], pomiar II.....	147
Tabela A 14. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w testach siły eksplozywnej, pomiar II .....	148

Tabela A 15. Charakterystyka liczbowa mocy szczytowej uzyskanej w testach siły eksplozywnej, pomiar II .....	149
Tabela A 16. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych podczas pomiaru siły izometrycznej ścisku dłoni, pomiar II.....	150
Tabela A 17. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w testach zwinności, pomiar II .....	151
Tabela A 18. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Romberga w próbie z oczami otwartymi, pomiar II.....	152
Tabela A 19. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Romberga w próbie z oczami zamkniętymi, pomiar II .....	153
Tabela A 20. Wartości współczynnika Romberga dla analizowanych parametrów równowagi statycznej badanych, pomiar II .....	154
Tabela A 21. Charakterystyka liczbowa badanych ze względu na ich budowę ciała, pomiar III .....	156
Tabela A 22. Charakterystyka liczbowa badanych ze względu na ich skład ciała, pomiar III .....	157
Tabela A 23. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Coopera– dystans [m], pomiar III .....	158
Tabela A 24. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w testach siły eksplozywnej, pomiar III .....	159
Tabela A 25. Charakterystyka liczbowa mocy szczytowej uzyskanej w testach siły eksplozywnej, pomiar III .....	160
Tabela A 26. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych podczas pomiaru siły izometrycznej ścisku dłoni, pomiar III .....	161
Tabela A 27. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w testach zwinności, pomiar III .....	162
Tabela A 28. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Romberga w próbie z oczami otwartymi, pomiar III .....	163
Tabela A 29. Charakterystyka liczbowa wyników uzyskanych w teście Romberga w próbie z oczami zamkniętymi, pomiar III.....	164
	169

Tabela A 30. Wartości współczynnika Romberga dla analizowanych parametrów równowagi statycznej badanych .....	165
Tabela A 31. Różnice w budowie ciała badanych w trzech pomiarach .....	48
Tabela A 32. Różnice w składzie ciała badanych osób w trzech pomiarach.....	49
Tabela A 33. Różnice w poziomie wytrzymałości tlenowej badanych w trzech pomiarach (test Coopera – dystans [m]) .....	50
Tabela A 34. Różnice w poziomie siły eksplozywnej w trzech pomiarach .....	51
Tabela A 35. Różnice w poziomie mocy szczytowej uzyskanej w testach siły eksplozywnej w trzech pomiarach.....	52
Tabela A 36. Różnice w poziomie siły izometrycznej ścisku dłoni badanej w trzech pomiarach .....	53
Tabela A 37. Różnice w poziomie zwinności badanej w trzech pomiarach.....	54
Tabela A 38. Różnice w poziomie równowagi statycznej w próbie Romberga z oczami otwartymi w trzech pomiarach .....	55
Tabela A 39. Różnice w poziomie równowagi statycznej w próbie Romberga z oczami zamkniętymi w trzech pomiarach.....	56
Tabela A 40. Różnice w wartościach współczynnika Romberga w trzech pomiarach ..	57

## Streszczenie

Uniwersytet Rzeszowski

01.12.2025 r.

Collegium Medicum

Wydział Nauk o Kulturze Fizycznej

### **Zmienność wybranych zdolności motorycznych pod wpływem ukierunkowanego szkolenia uczniów klas mundurowych**

Autor: mgr Waldemar Tłuczek

Promotor: dr hab. Paweł Król, prof. UR

Promotor pomocniczy: dr Jarosław Herbert

Słowa kluczowe: zdolności motoryczne, szkolenie klas mundurowych

Celem pracy była ocena zmian wybranych zdolności motorycznych uczniów klas mundurowych w wyniku systematycznego i ukierunkowanego szkolenia realizowanego w programie Oddziałów Przygotowania Wojskowego (OPW). Badanie miało wykazać, w jakim stopniu roczny cykl szkoleniowy wpływa na rozwój sprawności fizycznej oraz zdolności istotnych dla dalszej służby mundurowej.

W badaniu uczestniczyło 56 uczniów, w tym 31 mężczyzn i 25 kobiet w wieku 16-17 lat.

Pomiary przeprowadzono trzykrotnie w trakcie roku szkoleniowego, co pozwoliło uchwycić kierunek i tempo zmian.

Do oceny wykorzystano pomiary budowy i składu ciała, test Coopera, testy siły eksplozywnej (SJ, CMJ), pomiar siły izometrycznej dłoni, testy zwinności oraz próby równowagi na platformie stabilometrycznej. Zastosowane metody umożliwiły pełną ocenę wpływu programu szkoleniowego na funkcjonowanie motoryczne uczestników.

Wyniki badań jednoznacznie wskazują na bardzo korzystny wpływ szkolenia OPW. Zaobserwowano znaczną poprawę w kluczowych zdolnościach motorycznych, szczególnie w wytrzymałości tlenowej, sile eksplozywnej, sile izometrycznej dłoni i ogólnej sprawności fizycznej. U większości uczniów odnotowano także korzystne zmiany w składzie ciała, takie jak wzrost masy mięśniowej oraz zmniejszenie udziału tkanki tłuszczowej, zwłaszcza u mężczyzn. Kobiety natomiast wykazywały bardzo dobre

postępy w zakresie koordynacji i równowagi, co również potwierdza skuteczność programu.

Największą dynamikę poprawy zanotowano między pierwszym a drugim pomiarem, co świadczy o silnej adaptacji organizmu do intensywnego treningu. Końcowy pomiar potwierdził stabilizację wzrostów, przy utrzymaniu wysokiego poziomu sprawności.

Podsumowując, ukierunkowane szkolenie w klasach mundurowych skutecznie rozwija zdolności motoryczne uczniów i może być traktowane jako wartościowy model przygotowania fizycznego. Uzyskane wyniki stanowią mocny argument za dalszym rozwojem i doskonaleniem programów OPW oraz ich wykorzystaniem w procesie rekrutacji i szkolenia kandydatów do służb mundurowych.

## **Abstract**

University of Rzeszów  
Collegium Medicum  
Institute of Physical Culture Sciences

01.12.2025 r.

### **Variability of Selected Motor Abilities Under the Influence of Targeted Training among uniformed class students**

Author: Waldemar Tłuczek

Supervisor: Prof. Paweł Król

Associate supervisor: PhD Jarosław Herbert

Key words: motor abilities, uniformed class training

The aim of this study was to evaluate changes in selected motor abilities of students enrolled in uniformed classes as a result of systematic and targeted training implemented within the Military Preparation Unit (OPW) program. The study sought to determine the extent to which a one-year training cycle influences the development of physical fitness and abilities essential for future service in uniformed forces.

A total of 56 students participated in the study, comprising 31 males and 25 females aged 16–17.

Measurements were conducted at three points over the course of the training year, which allowed for the identification of both the direction and the rate of observed changes.

The assessment protocol encompassed a comprehensive battery of measurements, including body composition and morphological indices, the Cooper aerobic endurance test, explosive lower-limb power evaluations (squat jump and countermovement jump), isometric handgrip strength testing, multidirectional agility assessments, and postural stability trials conducted on a stabilometric platform.

The results clearly demonstrate the highly beneficial effects of OPW training. Significant improvements were observed in key motor abilities, particularly in aerobic endurance, explosive strength, handgrip isometric strength, and overall physical fitness. Most students also exhibited favourable changes in body composition, including increased muscle mass and reduced body fat percentage, with these effects being especially pronounced among male participants. Female participants, on the other hand,

showed marked progress in coordination and balance, further confirming the overall effectiveness of the program.

The most pronounced improvement was observed between the first and second measurement points, suggesting a rapid physiological adaptation to the intensified training regimen. By the time of the final assessment, the results indicated a stabilization of these gains, while maintaining a consistently high level of physical fitness.

In conclusion, the targeted training implemented within uniformed classes constitutes an effective means of developing motor abilities of students and may be regarded as a valuable model of physical preparation. The findings obtained in this study offer a compelling rationale for the continued refinement and expansion of OPW programs, as well as for their broader integration into recruitment and pre-service training pathways for candidates aspiring to enter uniformed services. Such initiatives have the potential to enhance not only physical readiness but also long-term effectiveness and resilience within future professional service roles.

## Załącznik nr 1 – zgoda komisji bioetycznej

Komisja Bioetyczna  
Okręgowej Izby Lekarskiej  
35-030 Rzeszów, ul. Dekerta 2  
tel. 17 717 77 17

### **UCHWAŁA Nr 31/2023/B** **Komisji Bioetycznej Okręgowej Izby Lekarskiej** **z dnia 24 kwietnia 2023 r.**

*Komisja Bioetyczna Okręgowej Izby Lekarskiej w Rzeszowie działając na podstawie art. 29 ust. 3 pkt. 2 ustawy z dnia 5.12.1996 r. o zawodzie lekarza (Dz. U. z dnia 26.03.1997 r. Nr 28, poz. 152), działając zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1999 r. (Dz. U. Nr 47 poz. 480 z 1999 r.) w sprawie szczegółowych zasad powoływania i finansowania, oraz trybu działania Komisji Bioetycznych, Kodeksu Etyki Lekarskiej, z uwzględnieniem zasad Deklaracji Helsińskiej (Declaration of Helsinki) oraz zasad prawidłowego prowadzenia badań klinicznych (Good Clinical Practice) i Międzynarodowej Konferencji na rzecz harmonizacji wymogów technicznych dla rejestracji środków farmaceutycznych ( International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceutical for Human Use (ICH), po zapoznaniu się z dokumentami przedłożonymi wraz ze „Zgłoszeniem badań” oraz po wysłuchaniu dodatkowych informacji złożonych przez wnioskodawcę :*

#### **postanawia**

*w wyniku przeprowadzonej dyskusji i głosowania, Komisja pozytywnie zaopiniowała projekt ankietowego badania pt. :*

**„Międzypokoleniowy wymiar sprawności fizycznej po pandemii COVID-19”.**

*Badania są zaplanowane w projekcie Ministerstwa Nauki i Edukacji realizowanym przez pracowników Uniwersytetu Rzeszowskiego.*

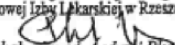
Badacz : dr n. fiz. Marian Rzepko ( Instytut Nauk o Kulturze Fizycznej UR)

**Komisja Bioetyczna wyraża zgodę na przeprowadzenie badania.**

Badacz : dr n. fiz. Marian Rzepko ( Instytut Nauk o Kulturze Fizycznej UR)

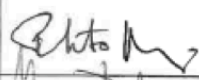
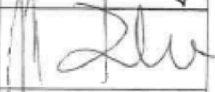

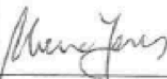

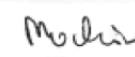


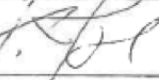

#### **Ośrodek :**

Instytut Nauk o Kulturze Fizycznej UR  
35-010 Rzeszów  
ul. Towarnickiego 3

Przewodniczący  
Komisji Bioetycznej  
Okręgowej Izby Lekarskiej w Rzeszowie  
  
dr hab. n. med. Andrzej Piątek

Komisja Bioetyczna  
przy Okręgowej Izbie Lekarskiej  
35-030 Rzeszów, ul. Dekerta 2  
tel. 17 717 77 17

**„Międzypokoleniowy wymiar sprawności fizycznej po pandemii  
COVID -19”.**

<i>Członkowie Komisji Bioetycznej OIL w Rzeszowie Osoby podpisane – obecne na posiedzeniu w dniu 24.04.2023 r.</i>	<i>Podpis</i>
1. dr hab. n.med. Andrzej Pluta /lekarz/ - Prywatny Gabinet Lekarski w Rzeszowie	
2. dr n. med. Wojciech Domka /lekarz/ Kliniczny Szpital Wojewódzki Nr 1 w Rzeszowie	
3. dr filozofii Anna Habrat/filozof/ Uniwersytet Rzeszowski	
4. mgr Jerzy Halat /prawnik/ Sąd Pracy w Rzeszowie	
5. dr n. med. Marzena Janas /lekarz/ Kliniczny Szpital Wojewódzki Nr 1 w Rzeszowie	
6. dr n. med. Artur Kozłowski /lekarz/ Szpital Specjalistyczny w Mielcu	
7. dr n. med. Jerzy Kuźniar /lekarz/ Kliniczny Szpital Wojewódzki Nr 2 w Rzeszowie	
8. mgr Zbigniew Machnio /pielęgniarka/ Kliniczny Szpital Wojewódzki Nr 1 w Rzeszowie	
9. lek. dent. Radosław Maksymowicz /lekarz dentysta/ NZOZ DentAR w Rzeszowie	
10. lek. Krzysztof Marchewka /lekarz/ Szpital Wojewódzki w Tarnobrzegu	
11. Ks.dr hab. Janusz Miąso/duchowny/ Uniwersytet Rzeszowski	
12. dr n. farm. Maria Michna-Ciąpala /farmaceuta/ Prywatna Apteka w Rzeszowie	

Spółeczna odpowiedzialność nauki – Popularyzacja nauki i  
promocja sportu

Międzypokoleniowy wymiar sprawności fizycznej po pandemii  
COVID-19

Wykaz wykonawców grantu:

- Uniwersytet Rzeszowski

1. Prof. dr hab. Wojciech Czarny
2. dr hab. Prof. UR Paweł Król
3. dr hab. Prof. UR Sławomir Drozd
4. dr hab. Prof. UR Krzysztof Przednówek
5. dr Robert Czaja
6. dr Maciej Brożyna
7. dr Łukasz Godek
8. dr Maciej Śliż
9. dr Jarosław Herbert
10. dr Bartosz Dziadek
11. mgr Jerzy Kulasa

- Zespół Szkół Licealnych w Leżajsku

1. mgr Zbigniew Trębacz
2. mgr Waldemar Tłuczek
3. mgr Katarzyna Zygmunt
4. mgr Agnieszka Kwiecień

Uniwersytet Trzeciego Wieku

1. mgr Małgorzata Siuta
2. mgr Danuta Kamieniecka-Przywara.

*Małgorzata Siuta*