



WALDEMAR FURMANEK

Piąta rewolucja przemysłowa. Eksplikacja pojęcia

The Fifth Industrial Revolution. Explication of the Concept

Profesor zwyczajny doktor habilitowany, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Pedagogiczny, Katedra Pedagogiki Pracy i Andragogiki, Polska

Streszczenie

W artykule ukazuję miejsce obecnej, piątej rewolucji technicznej w procesie przemian cywilizacji. Omawiam technologie definiujące każdej z nich. Piąta rewolucja przemysłowa to rewolucja w zastosowaniach sztucznej inteligencji w technologiach i przemyśle. Pytaniem podstawowym jest: jakie konsekwencje dla edukacji niesie upowszechnienia tych rozwiązań.

Słowa kluczowe: Rewolucje w technice, cechy rewolucji; technologie definiujące, inteligencja człowieka, sztuczna inteligencja, sprzężenie zwrotne; materiały inteligentne, chatboty, koboty, roboty, upowszechnienie robotów, wyzwania dla edukacji

Abstract

The article shows the place of the present, fifth technical revolution in the process of transformation of civilization. I am discussing the technologies defining each of them. The fifth industrial revolution is a revolution in the applications of artificial intelligence in technologies and industry. The basic question is: what consequences for education brings about the dissemination of these solutions.

Keywords: Revolutions in technology, features of the revolution; defining technologies, human intelligence, intelligent; artificial intelligence – AI; feedback and feed forward; smart materials; cobots, od collaborative robots; chatterbot (linguabot); robots; dissemination of robots; challenges for education

Pierwsza rewolucja przemysłowa (koniec XVIII w. – pierwsza połowa XIX w.) dotyczyła przejścia **od produkcji rzemieślniczej i manufakturowej do zmechanizowanej produkcji fabrycznej** – dzięki intensywnemu wykorzystywaniu szeregu wynalazków technicznych oraz zmian dokonanych w organizacji procesów pracy. Ikoną tej fazy była klasyczna fabryka z wałem transmisyjnym jako nieodłącznym jej atrybutem aż do wynalezienia transformatora i jego zastosowania. **Fabryka wyposażona była w sztywne linie technologiczne i maszyny**, najpierw uniwersalne, potem **specjalistyczne**. **Technologiami defi-**

niującymi były technologie przetwarzania ubytkowego materiałów w wyroby użytkowe (towary, wytwory), maszyny oraz technologie energetyczne. W procesie rozwoju tej fazy największe znaczenie miało wynalezienie **maszyny parowej** zastosowanej także w górnictwie i przemyśle włókienniczym. Nowe maszyny wykorzystywane w produkcji wymagały, aby wykonywano je z wytrzymałych materiałów konstrukcyjnych. Przełomowe okazało się zastąpienie węgla drzewnego koksem w hutnictwie. Pozwoliło to na rozwój różnych gałęzi przemysłu, w tym przemysłu maszyn i urządzeń. Rozwój przemysłu maszynowego zaowocował produkcją samochodów. W drugiej połowie XX w. rozwinęła się rewolucja naukowo-techniczna. Dzięki temu nastąpił niespotykany wcześniej transfer wiedzy i technologii do życia gospodarczego. Zmieniła się fabryka, zmieniła się praca człowieka.

Początek drugiej rewolucji przypada na lata 70. XIX stulecia. Największymi innowacjami, które wówczas zrewolucjonizowały i zdynamizowały przemysł, były dwa nowe źródła energii: **elektryczność (silnik elektryczny) i silnik spalinowy**. Rozpoczęła się era **produkcji masowej**, z zastosowaniem podziału pracy, rozdrobnieniem pracy, które doprowadzono do absurdu: praca podzielona i ściśle zunifikowana, produkcja replikacyjna towarów. Już w tej fazie rozwoju przemysłu pojawiają się zjawiska, które staną się osnową **trzeciej rewolucji przemysłowej**. Należą do nich upowszechniane automatyczne maszyny i urządzenia technologiczne. Uzupełnione o **sterowniki**, stają się załącznikiem trzeciej rewolucji przemysłowej, która rozpoczęła się pod koniec lat 60. ubiegłego stulecia. Wyzwoliło ją przemysłowe **wykorzystanie sterowników programowalnych** (1968) otwierające **erę automatyzacji przemysłu** opartego na zaawansowanej elektronice i technologiach informatycznych. Te aktualnie są wszechobecne¹.

Definitywnie **czwarta rewolucja przemysłowa** – Przemysłu 4.0/Industry 4.0 – obejmuje technologie, które systemowo stosują: 1) modelowanie cyberfizyczne (**systemy cyberfizyczne**); 2) **internet rzeczy, internet usług**; 3) możliwości przetwarzania chmurowego; 4) internet wszechrzeczy (Furmanek, 2018).

Coraz liczniejsza grupa badaczy zalicza powstające na bazie wymienionych technologii **inteligentne fabryki** do zjawisk piątej rewolucji przemysłowej.

Pojawienie się nowych zjawisk w obrębie przemian cywilizacyjnych generuje pytanie o ich zakres i znaczenie dla życia i pracy człowieka oraz jego wspólnot. Jednymi z najważniejszych w tym zakresie zjawisk są nowe technologie,

¹ W 1968 r. inżynierowie amerykańskiego przemysłu samochodowego wyszli z inicjatywą wprowadzenia sterowania nowego typu, w którym algorytm działania zapisywany byłby nie w „odrutowaniu”, lecz w pamięci. W 1970 r. na wystawie obrabiarek w Chicago przedstawiono pierwszy system sterowania działający na zasadzie cyklicznego obiegu pamięci programu. W końcu 1973 r. oszacowano, że w USA w przemyśle obróbki metali było ponad 3 tys. sterowników. W 1977 r. Zakłady Automatyki Przemysłowej MERA ZAP w Ostrowie Wielkopolskim podjęły produkcję pierwszego w Polsce systemu sterowania programowalnego (sterownika PLC) o nazwie **INTELSTER PC4K** (na bazie licencji).

nowe formy organizacji i instrumentalizacji pracy. Analizujemy je w kontekście technologii. Te z nich, które znajdują szerokie zastosowania gospodarcze, które angażują znaczące grupy ludzi, które wywołują zmiany także poza nimi, samymi nazywamy **technologiami kluczowymi**. Jesteśmy świadkami zmian powodowanych przez coraz szersze zastosowanie licznych nowych technologii w naszym życiu (Furmanek, 2014, s. 61 i n.). Bez wątplenia do takich technologii należą te, które oparte są na sztucznej inteligencji.

Pojęcie *inteligencja*

Pojęcie *inteligencja* w znaczeniu szerokim oznacza możliwość dostosowania działań (właściwości) do potrzeb sytuacji zadaniowej. Przykładowo tzw. inteligentny samochód wyposażony jest w system rozpoznawania usterek w pracy któregokolwiek układu, np. silnika.

Inteligencja człowieka (od łac. *intelligentia* – zdolność pojmowania, rozum) – zdolność do postrzegania, analizy i adaptacji do zmian otoczenia. Zdolność rozumienia, uczenia się oraz wykorzystywania posiadanej wiedzy i umiejętności w różnych sytuacjach. Cecha umysłu warunkująca sprawność czynności poznawczych, takich jak myślenie, reagowanie, rozwiązywanie problemów. Podstawowym zachowaniem inteligentnym jest uczenie się.

Sztuczna inteligencja (SI)

Sztuczna inteligencja (wg Minsky'ego, który to pojęcie wprowadza w 1956 r.) – dział informatyki zajmujący się badaniem i symulacją inteligentnych zachowań ludzkich. To gałąź informatyki, w ramach której **zdalne komputery mogą wykonywać czynności będące zazwyczaj domeną ludzi, szczególnie tych wymagających użycia ludzkiego intelektu czy logiki**. Tak rozumiana definicja uznaje niemal każdy program komputerowy wykorzystujący choćby ułamek ludzkiej inteligencji za przejaw SI.

Sztuczna inteligencja (*Artificial Intelligence* – AI) to dziedzina nauki zajmująca się rozwiązywaniem zagadnień efektywnie niealgorytmizowalnych na podstawie modelowania wiedzy. Inne definicje doprecyzowują przedmiot badań w zakresie sztucznej inteligencji: to sprawne rozwiązywanie przez maszyny zadań, które wg powszechnej opinii wymagają inteligencji, jeśli są wykonywane przez człowieka; to nauka mająca za zadanie nauczyć maszyny zachowań podobnych do ludzkich; to nauka o tym, jak nauczyć maszyny robić rzeczy, które obecnie ludzie robią lepiej; to nauka o komputerowych modelach wiedzy umożliwiających rozumienie, wnioskowanie i działanie.

Sztuczna inteligencja (SI) – dziedzina wiedzy obejmująca logikę rozmytą, obliczenia ewolucyjne, sieci neuronowe, sztuczne życie i robotykę. Sztuczna inteligencja to również dział informatyki zajmujący się inteligencją – tworzeniem modeli zachowań inteligentnych oraz programów komputerowych symulujących te zachowania. Można ją też zdefiniować jako dział informatyki zajmujący się rozwiązywaniem problemów, które nie są efektywnie algorytmizowalne.

Sztuczna inteligencja ma dwa podstawowe znaczenia: 1) jest to hipotetyczna inteligencja realizowana w procesie inżynierskim, a nie naturalnym; 2) jest to nazwa technologii i dziedzina badań naukowych informatyki na styku z neurologią, psychologią i ostatnio kognitywistyką oraz także systematyką, a nawet z współczesną filozofią.

Głównym zadaniem badań nad sztuczną inteligencją w drugim znaczeniu jest konstruowanie maszyn i programów komputerowych zdolnych do realizacji wybranych funkcji umysłu i ludzkich zmysłów niepoddających się numerycznej algorytmizacji. Problemy takie bywają nazywane AI-trudnymi i zalicza się do nich m.in.:

- podejmowanie decyzji w warunkach braku wszystkich danych,
- analizę i syntezę języków naturalnych,
- rozumowanie logiczne/racjonalne,
- dowodzenie twierdzeń,
- komputerowe gry logiczne, np. szachy,
- zarządzanie wiedzą, preferencjami i informacją w robotyce,
- systemy eksperckie i diagnostyczne (https://pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja).

Obecnie już pojęcie *inteligencja* wykorzystuje się do opisu nowych zjawisk technologicznych i społecznych. Mówi się o inteligentnych materiałach konstrukcyjnych, inteligentnych urządzeniach, inteligentnych programach, maszynach, samochodach, domach i fabrykach, ale także mówi się o inteligentnym mieście. Pozwala to stwierdzić, że technologie sztucznej inteligencji stają się technologiami definiującymi nowej fazy rewolucji przemysłowej.

Inteligentne materiały konstrukcyjne

Spotyka się zróżnicowane nazewnictwo: *intelligent materials*, *smart materials*, *adaptive materials*, a nawet *multifunctional materials*.

Niektóre grupy materiałów, które obecnie zaliczane są do materiałów inteligentnych (np. stopy z pamięcią kształtu, materiały ceramiczne o właściwościach piezoelektrycznych), były znane i stosowane wcześniej. Jednak narastające oczekiwania projektantów nowatorskich rozwiązań technicznych spowodowały zainteresowanie się różnorodnymi materiałami umożliwiającymi realizację koncepcji zaawansowanej techniki.

Materiał inteligentny to taki, który jest zdolny do reagowania na bodźce zewnętrzne przez istotną zmianę swych właściwości dla pożądanego i skutecznego odpowiedzenia na te bodźce. Stosując terminologię informatyki, materiał inteligentny powinien spełniać funkcję czujnika (sensora), procesora i „urządzenia” uruchamiającego – akuatora (komponent wykonawczy przekazujący uzyskany efekt), a jednocześnie właściwości te powinny wykazywać cechy sprzężenia zwrotnego (*feed back and feed forward*). Materiały typu *smart* (sprytny) ograniczają się do uzyskania efektu zmiany właściwości pod wpływem działania bodźców zewnętrznych w sposób przewidywalny.

Podział materiałów inteligentnych:

- materiały zmieniające kolor (*colour changing materials*),

- materiały emitujące światło (*light emitting materials*),
- materiały zmieniające swój kształt lub wielkość (*moving materials*),
- materiały zmieniające temperaturę (*temperature changing materials*),
- ciecze zmieniające swoją gęstość (*thickness changing fluids*),
- materiały samogrupujące się (*self assembling materials*),
- materiały samonaprawiające się (*self repairing materials*).

Roboty

Robot – mechaniczne urządzenie wykonujące automatycznie określone zadania. Działanie robota może być sterowane przez człowieka, przez wprowadzony wcześniej program bądź przez zbiór ogólnych reguł, które zostają przełożone na działanie robota za pomocą technik sztucznej inteligencji. Roboty często zastępują człowieka przy monotonicznych, złożonych z powtarzających się kroków czynnościach, które mogą wykonywać znacznie szybciej od ludzi. Domeną ich zastosowań są też te zadania, które są niebezpieczne dla człowieka, np. związane z manipulacją szkodliwymi dla zdrowia substancjami lub przebywaniem w nieprzyjnym środowisku.

Słowo *robot* pochodzi od słowiańskiego słowa *robota* oznaczającego ciężką pracę, wysiłek. Upowszechniło się ono po wydaniu sztuki *R.U.R. (Rossumovi Univerzální Roboti)*, której autorem jest czeski pisarz Čapek (1921). Mimo iż pierwotnie odnosiło się ono do żywych istot – sztucznie produkowanej, uproszczonej wersji człowieka przeznaczonej do ciężkiej pracy, obecnie słowo to oznacza przede wszystkim urządzenia mechaniczne.

Piąta rewolucja przemysłowa należy do robotów współpracujących.

Prawa robotyki

Termin *robotyka* wprowadził Asimov w swoim opowiadaniu *Zabawa w berka (Runaround)*, 1942). Jest on też autorem **trzech praw robotyki**:

0. *Robot nie może skrzywdzić ludzkości lub poprzez zaniechanie działania doprowadzić do uszczerbku dla ludzkości.*

1. *Robot nie może skrzywdzić człowieka ani przez zaniechanie działania dopuścić, aby człowiek doznał krzywdy.*

2. *Robot musi być posłuszny rozkazom człowieka, chyba że stoją one w sprzeczności z Pierwszym Prawem.*

3. *Robot musi chronić sam siebie, jeśli tylko nie stoi to w sprzeczności z Pierwszym lub Drugim Prawem.*

Upowszechnianie robotów w środowisku życia i pracy człowieka

Pomimo iż wciąż rzadko spotykane w domach, roboty stały się częścią naszego codziennego życia. Ich różnorodne kształty są przejawem wybitnej specjalizacji robotów. Ze względu na dziedzinę zastosowania możemy wyróżnić:

1. Roboty przemysłowe. Najczęściej mają one postać mechanicznego ramienia o pewnej liczbie stopni swobody. Taki robot o wielkości człowieka jest w stanie manipulować z ogromną szybkością i precyzją przedmiotami o wadze do kilkuset kilogramów. Zwykle są one programowane do wykonywania wciąż tych samych, powtarzających się czynności, które mogą wykonywać bezbłędnie przez całą dobę. W fabrykach pracuje 90% produkowanych robotów, połowa z tego używana jest przy produkcji samochodów. Najczęściej spotykane roboty pracujące w przemyśle produkowane są przez takie firmy, jak: **ABB, Kawasaki, KUKA, Mitsubishi, FANUS Robotics.**

2. Roboty w rolnictwie. Stosowane na coraz większą skalę w dużych gospodarstwach rolnych, np. w udoju mleka, usuwaniu chwastów, zbiorze owoców.

3. Roboty w medycynie. Współczesna medycyna na wielu obszarach korzysta z wsparcia robotów. Systemy wspomagające lekarza pozwalają na przeprowadzanie zabiegów mniej inwazyjnych i osiąganie znacznej precyzji. Przykładem jest system **DaVinci** wykorzystywany m.in. w chirurgii ogólnej i kardiochirurgii.

4. Roboty w transporcie. Automatycznie sterowana linia metra, samochody bezzałogowe, drony. Inteligentne technologie dystrybucji i transportu.

5. Roboty w rozrywce. Najbardziej znanymi robotami rozrywkowymi są: interaktywny pluszowy **Furby'ie**, humanoidalny **Robosapien** oraz przypominający szczeniaka, wyposażony w zmysły wzroku, słuchu, dotyku i równowagi **Aibo**. Organizowane są liczne konkursy, w których rywalizują ze sobą roboty, gdzie zadania obejmują od eksploracji labiryntu, przez walkę z innymi robotami (**BattleBots**), aż do gry w piłkę nożną (**RoboCup**). W Polsce organizowany jest konkurs **robotów tańczących – RoboDance**, a także **znekBOT** – konkurs na roboty autonomiczne z misją kosmiczną w tle. W sztuce roboty są używane w **tworzeniu instalacji**, również np. przy wspólnych występach z ludźmi.

6. Roboty w nauce i edukacji. Gros naukowców skupia się na idei budowy robotów jak najbardziej zbliżonych do człowieka. Najbardziej wdzięczne przykłady to człekokształtny, posiadający 26 stopni swobody, zbudowany przez Hondę **ASIMO**, zbudowane w MIT **Kismet** i **Cog** oraz **Sony – QRIO**. Niektórzy z badaczy porzucili ideę budowania coraz bardziej skomplikowanych robotów i zajmują się możliwościami, jakie dają zastępy małych, nieskomplikowanych konstrukcji. Przedstawicielem tego trendu jest Rodney Brooks słynący ze swoich owadopodobnych maszyn.

7. Roboty w służbie bezpieczeństwa. Najczęstszym zastosowaniem w tej dziedzinie jest rozbrajanie bomb. Roboty produkowane do tego celu mają postać bardzo stabilnej ruchomej platformy, na której zamocowana jest kamera i silne źródło światła. Robot taki, kontrolowany zdalnie przez operatora, jest w stanie rozbroić bombę lub za pomocą manipulatora przenieść ją w miejsce, gdzie detonacja nie wyrządzi nikomu szkody. Jednym z takich robotów produkowanych seryjnie jest **Mini-Andros**. Innym ciekawym robotem jest **Papero** – niewielki gadający robot, który pomaga zagranicznym turystom jako tłumacz na lotnisku

Narita pod Tokio. Z kolei **Artemis** to robot patrolujący japońskie centrum handlowe i wszczynający alarm (lub przekazuje informacje drogą bezprzewodową na posterunek), gdy zauważy coś podejrzanego. **Bear** to robot-sanitariusz do celów militarnych.

Inteligentne obok robotów są nie tylko systemy analizujące wielkie zbiory danych i przewidujące prawdopodobieństwa wystąpienia przyszłych zdarzeń. Inteligentne są coraz częściej przedmioty, które nas otaczają, a nierzadko całe nasze otoczenie – od domu, po miejsce pracy, przystanki komunikacji miejskiej czy sklepy.

Wprowadzenie sztucznej inteligencji i samouczących się maszyn zmienia sposób, w jaki podejmowane są decyzje oraz prowadzona jest komunikacja. Proces jest nieodwracalny i będzie postępował. W nieodległej przyszłości chatboty (Furmanek, Lib, 2013, s. 231–238) i kaboty² zastąpią żywych ludzi, a Blockchain³ i kryptowaluty⁴ diametralnie zmienią funkcjonowanie świata finansów.

Rewolucja przemysłowa 4.0 wymusi wprowadzenie daleko idącej automatyzacji w produkcji i łańcuchu dostaw, surowców, komponentów, a nawet gotowych produktów. Usługi – początkowo tylko te powtarzalne – staną się domeną maszyn lub oprogramowania. Automaty i samodzielnie funkcjonujące maszyny będą mogły zastępować ludzi (Ścibor). Czeka nas zmiana naszych przyzwyczajeń, postępowania i systemu wartości. Następować będą zmiany w kulturze.

Wyzwania dla gospodarki

Branże, które są priorytetowe dla regionu, określane mianem inteligentnych specjalizacji, automatycznie otrzymują większe wsparcie w postaci środków publicznych na rozwój projektów z nimi związanych (Strategia zrównoważonego rozwoju Polski...). Mówimy tutaj m.in. o **rozwoju klastrów branżowych, parkach naukowo-technologicznych i inkubatorach przedsiębiorczości, specjalnych strefach ekonomicznych, rozwoju infrastruktury czy też finansowaniu badań naukowych i wspieraniu kooperacji pomiędzy biznesem a środowiskiem naukowym**. Na wsparcie mogą liczyć zarówno przedsiębiorstwa, które już prowadzą swoją działalność gospodarczą i planują jej rozwój, jak i firmy, które dopiero planują rozpoczęcie działalności związanej z inteligentnymi specjalizacjami regionu (*Roboty mogą zastąpić ludzi...*).

² Koboty (*cobots*, od *collaborative robots*); chatboty – *chatterbot* lub *linguabot* – program komputerowy, którego zadaniem jest prowadzenie konwersacji przy użyciu języka naturalnego bądź interfejsu tekstowego i sprawianie wrażenia inteligentnego.

³ Łańcuch blokowy – zdecentralizowana i rozproszona baza danych w sieci internetowej o architekturze *peer-to-peer* (P2P) bez centralnych komputerów i niemająca scentralizowanego miejsca przechowywania danych, służąca np. do księgowania.

⁴ Kryptowaluta, waluta kryptograficzna – rozproszony system księgowy bazujący na kryptografii, przechowujący informację o stanie posiadania w umownych jednostkach.

Oto branże, które mają się stać motorami rozwoju polskiej gospodarki (<http://biznes.onet.pl/wiadomosci/kraj/plan-morawieckiego-stawia-na-rozwoj-10-branz-polskiej-gospodarki/ebx8xe>):

- środki transportu zbiorowego,
- elektronika profesjonalna,
- oprogramowanie specjalistyczne,
- rozwiązania lotniczo-kosmiczne,
- urządzenia medyczne i telemedycyna,
- systemy wydobywcze,
- odzysk materiałowy surowców,
- ekobudownictwo,
- żywność wysokiej jakości,
- systemy militarne.

Wyzwania dla edukacji

Wprowadzenie rozwiązań piątej rewolucji przemysłowej skutkuje wielorako. W życiu gospodarczym ujawnia się to w pojawieniu się **nowych zawodów i specjalności zawodowych**. W edukacji powstają nowe kierunki kształcenia na poziomie szkół średnich i studiów wyższych. Do takich bez wątpienia zaliczyć należy kierunki: inżynieria materiałów, nauki o materiałach, mechatronika, robotyka.

Inteligencja wieloraka

Wyzwania nadchodzącej rewolucji wiążą się także z dydaktyką obecną w praktyce oświatowej. Koniecznością staje się podjęcie dyskusji nad jej nowymi rozwiązaniami. Przykładowo skoro sztuczna inteligencja będzie wpisana w struktury rozmaitych urządzeń stosowanych w pracy i codziennym życiu, należy z większą niż dotychczas troską objąć wspomaganie procesów rozwoju inteligencji człowieka. Spośród listy inteligencji wielorakiej jedynie dwa pierwsze rodzaje inteligencji są uznawane przez klasyczne modele edukacyjne.

Wyeksponowany tutaj postulat jest jednym z wielu, jakie należy kierować pod adresem reformatorów polskiej szkoły. To jednak wymaga oddzielnego opracowania.

W 1983 r. **Gardner** przedstawił teorię **inteligencji wielorakiej**. Rodzaje inteligencji wg Gardnera to:

1. Inteligencja językowa – umiejętność czytania, pisania i porozumiewania się za pomocą słów, doskonale rozwinięta u pisarzy, poetów i mówców.
2. Inteligencja logiczna lub matematyczna – umiejętność rozumowania oraz liczenia. Najlepiej jest rozwinięta u ekonomistów, naukowców, inżynierów, prawników i księgowych.
3. Inteligencja wizualno-przestrzenna – umiejętność malowania, rysowania, robienia artystycznych fotografii, rzeźbienia lub wyobrażania sobie trójwymiarowych kształtów; doskonale rozwinięta u nawigatorów i artystów.

4. Inteligencja muzyczna – umiejętność układania piosenek, śpiewania, gry na instrumencie, pisania wierszy, a także stosowania rymu i rytmu. Szczególnie rozwinięta u kompozytorów, dyrygentów, muzyków.

5. Inteligencja interpersonalna (społeczna) – umiejętność nawiązywania kontaktów; rozwinięta u sprzedawców, nauczycieli i przywódców.

6. Inteligencja intrapersonalna (refleksyjna) – umiejętność skupienia uwagi na swoich uczuciach, umiejętność wyciągania wniosków z przeżytych doświadczeń i umiejętność planowania. Ten rodzaj zdolności wiąże się u niektórych ludzi z wielką intuicją.

7. Inteligencja ruchowa – zdolności manualne oraz umiejętności sportowe; dobrze wykształcone u gimnastyków, tancerzy, rzemieślników i sportowców, a także chirurgów.

8. Inteligencja przyrodnicza – umiejętność rozumienia praw natury i postępowania zgodnie z nimi; dobrze rozwinięta u biologów, rolników i osób działających na rzecz ochrony przyrody (<https://pl.wikipedia.org/wiki/Inteligencja>).

Podsumowanie

Przegląd problematyki przemian cywilizacyjnych wskazuje na konieczność pogłębionej refleksji nad perspektywami rozwoju zjawisk ważnych dla jakości życia każdego człowieka. To zaś przekłada się na wyzwania dla teleologii edukacji oraz strategii uczenia się, jakie powinny występować w polskim systemie edukacji.

Zwracam uwagę na to, że zauważone przemiany powodują to, iż praca człowieka staje się coraz bardziej odmienna od pracy znanej z minionych lat. To również wymusza konieczność reorientacji w hierarchii naczelných celów edukacji.

Literatura

Furmanek, W. (2014). *Humanistyczna pedagogika pracy. Praca człowieka w cywilizacji informacyjnej*. Rzeszów: Wyd. UR.

Furmanek, W. (2018). Najważniejsze idee czwartej rewolucji przemysłowej (Industrie 4.0). *Dydaktyka Informatyki*, 1 (13), 56–65.

Furmanek, W., Lib, W. (2013). Chatterbot – wirtualny doradca, istota technologii, możliwości zastosowań edukacyjnych. *Edukacja – Technika – Informatyka*, 4 (2), 231–238.

<http://biznes.onet.pl/wiadomosci/kraj/plan-morawieckiego-stawia-na-rozwoj-10-branz-polskiej-gospodarki/ebx8xe> (18.06.2018).

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Inteligencja> (18.06.2018).

https://pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja (18.06.2018).

Roboty mogą zastąpić ludzi w 700 różnych zawodach. Pobrane z: <http://www.regiopracza.pl/portal/rynek-pracy/wiadomosci/roboty-moga-zastapic-ludzi-w-700-roznych-zawodach> (18.06.2018).

Strategia zrównoważonego rozwoju Polski do roku 2025. Pobrane z: <http://snep.edu.pl/sms/materialy/strategia%20zrównowazonego%20rozwoju%20polski%20do%20roku%202025.pdf> (18.06.2018).

Ścibior, S. *Piąta rewolucja przemysłowa należy do robotów współpracujących*. Pobrane z: <http://automatykaonline.pl/Z-branzy/Piata-rewolucja-przemyslowna-nalezy-do-robotow-wspolpracujacych> (18.06.2018).