

Dominik Pędziński

EKONOMIA I NOWE TECHNOLOGIE W OBLICZU ZMIAN KLIMATYCZNYCH

Economics and new technologies in the face of climate change

Streszczenie

Założeniem poniższej pracy jest ukazanie zmian klimatycznych jako jednego z kluczowych wyzwań dla funkcjonowania społeczeństwa, ekonomii i gospodarki kapitalistycznej oraz nowych technologii opartych na wykorzystaniu energii elektrycznej i nieodnawialnych zasobów naturalnych. Tekst ma na celu przedstawić zarówno zagrożenia, jak i proponowane rozwiązania w tych obszarach. Część pierwsza odnosi się do wzrostu roli ochrony środowiska naturalnego w kontekście wdrażanych polityk gospodarczo-społecznych. Kolejne poświęcają uwagę znaczeniu energii elektrycznej, metodom jej przesyłania i wytwarzania, a także możliwościom jakie niosą za sobą nowe technologie w przewidywaniu i przeciwdziałaniu zmianom klimatycznym. Te w przekonaniu autora wydają się być jednym z kluczowych wyzwań, z którymi zmierzy się ludzkość w obecnym stuleciu.

Słowa kluczowe: nowe technologie, zmiany klimatyczne, ekonomia, przyszłość, zrównoważony wzrost.

Wprowadzenie

W ostatnich latach o zmianach klimatycznych mówi się wiele. Pojawiają się głosy wątpiące w ich istnienie bądź całkowicie im zaprzeczające. Co innego pokazują jednak badania naukowe. Przekształcenia naszego klimatu są faktem. Zachodzą szybciej, niż się tego spodziewamy, a główną przyczyną tych zmian jesteśmy my sami. Szalona pogoń za konsumpcją, spalanie paliw kopalnych oraz produkcja energii elektrycznej, na którą popyt wciąż rośnie, przyczynia się do wzrostu emisji dwutlenku węgla odpowiedzialnego za efekt cieplarniany na naszej planecie. Do czynników antropogenicznych dochodzą sprzężenia zwrotne związane między innymi z topnieniem wiecznych zmarzlin i ogrzewaniem mórz i oceanów, co powoduje dalsze uwolnienie zmagazynowanego w nich dwutlenku węgla.

Mamy tylko jedną planetę, na której możemy żyć i zdajemy się ją traktować co najmniej tak, jakbyśmy w zapasie mieli drugą, na której można rozpocząć nowe życie na starych zasadach. Jak dobrze wiemy tak nie jest i nie zmienią tego nawet fantastyczne wizje o kolonizacji Marsa, o których w ostatnich latach słyszy

GDZIE JESTEŚMY, DOKĄD ZMIERZAMY

się coraz więcej, między innymi za sprawą sukcesów SpaceX Elona Muska.¹ Nawet jeżeli dysponowalibyśmy technologią umożliwiającą terraformację² tej oddalonej o dziesiątki milionów kilometrów pustyni do miejsca zdatnego w życie, to dużo bardziej zasadnym byłoby wykorzystanie tej samej technologii do ratowania Ziemi przed zmianami klimatycznymi.³ Kolonizację naszego układu słonecznego możemy w ciągu najbliższych pięćdziesięciu lat odłożyć między bajki. Podobnie z terraformacją, chociaż na obie rzeczy przyjdzie pewnie czas. Być może szybciej, niż się tego spodziewamy.

Niemniej już dziś inwestycje w nowe technologie i wykorzystanie ekologicznych źródeł energii mogą złagodzić skutki naszych dotychczasowych działań. Pytaniem pozostaje jednak jak pogodzić nasze ograniczone zasoby niezbędne do produkcji maszyn oraz ich zapotrzebowanie na energię z działaniami, które nie przyczynią się do dalszej dewastacji klimatu? Przedstawiona w tej pracy wizja przyszłości z całą pewnością może uchodzić za idealistyczną, ale wynika to z głębokiego przekonania autora, że pesymizm, który udziela się wielu obrońcom środowiska naturalnego, nie jest dobrą metodą radzenia sobie z wyzwaniem, jakie czekają nas w przyszłości. Wieszczanie katastrofy bez zastanowienia się nad alternatywami do obecnego stylu życia i poszukiwania form zrównoważonego rozwoju zwyczajnie zubożają wszystkich, do których groźby te trafiają. Ciężko oczekiwać od opinii publicznej, przedsiębiorstw i rządów zdecydowanej zmiany strategii działania bez wskazania choćby załączka dobrej alternatywy. Te istnieją, wymagają tylko odważnych i zdecydowanych działań, zarówno ze strony polityków, przedsiębiorców, w tym międzynarodowych korporacji, jak i nas samych.

Środowisko naturalne – fundament polityki XXI wieku

W dobie zmian klimatycznych środowisko naturalne staje się coraz ważniejszym zagadnieniem naszej epoki. Z pewnością nie zmieni się to w drugiej połowie XXI wieku. Jego ranga urośnie i stanie się jednym z priorytetowych działań wszystkich rządów na świecie. Troska o środowisko powinna się nasilić, bowiem

¹ SpaceX, *Missions to Mars*, 2019, <https://www.spacex.com/mars> [dostęp: 01.09.2019].

² Termin powstały w literaturze science-fiction oznaczający przeprowadzenie takich procesów inżynierskich, które są w stanie dostosować ciała niebieskie (planety i naturalne satelity) w miejsce zdatne do życia przez człowieka. Według NASA nie dysponujemy w tej chwili technologią zdolną do przeprowadzenia takiego procesu. NASA, *Mars Terraforming Not Possible Using Present-day Technology*, 2018, <https://www.nasa.gov/press-release/goddard/2018/mars-terraforming> [dostęp: 01.09.2019].

³ Podobną opinię wyraża wielu naukowców w tym astrofizyk Neil DeGrasse Tyson. Wykorzystanie geoinżynierii w tym celu jest bardziej zasadne na naszej planecie niż do przystosowywania nowej i relokacji na nią populacji ludzkiej. The Guardian, *Interview with Neil DeGrasse Tyson – astrophysics Mars exploration*, 2016, <https://www.theguardian.com/science/2016/oct/30/neil-dgrasse-tyson-astrophysics-mars-exploration> [dostęp: 01.09.2019].

gra przestaje się toczyć tylko i wyłącznie o formy przepływu zysków wśród społeczeństwa, ale schodzi na fundamentalne dla człowieka tory życia i przetrwania w niesprzyjających warunkach. Dzieje się to ze szkodą dla nas wszystkich, niezależnie od przynależności do konkretnej klasy społecznej. Owszem, bogatsi będą w stanie odsunąć w czasie nadciągający kryzys (przynajmniej dla samych siebie) związany z kurczeniem się przestrzeni zdatnej do podtrzymania życia ludzkiego. Zgromadzony przez nich kapitał pozwoli im na migrację i zajęcie żyznych i zasobnych w wodę terenów do życia. Nie będą oni jednak w stanie unikać goniącej ich rzeczywistości w nieskończoność. Mówimy bowiem o globalnym kryzysie, który dotknie miliardy ludzi na całym świecie. Żeby złagodzić skutki z tym związane w najbliższej przyszłości, myślenie o środowisku naturalnym jako ogólnosiątkowym dobru publicznym musi stać się codziennością.⁴ Na tym gruncie środowisko przeistoczy się w fundament nowej polityki XXI wieku. Dziś jest jedynie zagadnieniem podejmowanym głównie przez lewicę oraz częściowo przez centrum, ale w miarę, jak będzie stawać się coraz bardziej realnym zagrożeniem dla funkcjonowania świata gospodarczego, stanie się również żywym zmartwieniem prawej części spektrum politycznego. Przynajmniej taką należy żywić nadzieję, bowiem bez powszechnego przyjęcia dewastacji środowiska naturalnego jako źródła zagrożeń dla naszego systemu społecznego nie tylko skończymy w rzeczywistości podzielonej pomiędzy bogatych i biednych, ale czekają nas narodowe konflikty o przetrwanie.

W kontekście samej ekonomii wydaje się więc ważne, aby w najbliższych latach zrezygnować z wyłączności produktu krajowego brutto (PKB) jako wskaźnika pomiaru stanu gospodarki.⁵ PKB pomija znaczącą część naszego codziennego życia (jakość edukacji, stan zdrowia publicznego, czy kondycję środowiska naturalnego), a tym samym nie jest w stanie skutecznie określić jakości systemu społeczno-gospodarczego, który został zaadaptowany. Przyszłość nie może opierać się wyłącznie na tym czynniku. Jest on kompletnie niemiarodajny jeżeli chodzi o wycenę niepieniężnych kosztów, które związane są z naszą działalnością. Powinien on być wykorzystywany równorzędnie z innymi wskaźnikami, np. HDI lub HPI.⁶ Warto je również rozszerzyć o korzyści środowiskowe związane z wpro-

⁴ R. Fucks, *Zielona rewolucja*, Książka i Prasa, Warszawa 2016, s. 54–59.

⁵ Za częściowym odejściem od pomiaru jakości życia za pomocą PKB opowiada się m.in. J. Stiglitz. Uznaje jednak PKB za dobry miernik w sytuacji kryzysu gospodarczego. Patrz: J. Fitoussi, A. Sen, J. Stiglitz, *Mismeasuring Our Lives: Why GDP Doesn't Add Up*, New Press, New York.

⁶ HDI w pomiarze jakości życia uwzględnia stan zdrowia społeczeństwa, jakość edukacji oraz ogólny standard życia. HPI oprócz wskaźnika długości oczekiwanego życia bierze również pod uwagę ślad ekologiczny. Więcej o alternatywnych pomiarach rozwoju patrz: G.M. Malinowski, *Cele gospodarowania i ich pomiar w gospodarce poPKBowskiej*, w: *Ekonomia przyszłości. Wokół nowego pragmatyzmu Grzegorza W. Kołodko*, red. M. Bałtowski, PWN, Warszawa 2016, s. 295–298.

GDZIE JESTEŚMY, DOKĄD ZMIERZAMY

wadzeniem energooszczędnych technologii.⁷ Być może w obliczu kryzysu klimatycznego zostanie stworzona zupełnie nowa metoda pomiaru wydolności gospodarki i jakości życia. Sam PKB pojawił się przecież dopiero przy okazji wielkiego kryzysu. Jego głównym pomysłodawcą był Simon Kuzents. Wraz z badaczami amerykańskiego Departamentu Handlu oraz National Bureau of Economic Research przedstawił wykorzystywaną do dziś metodę pomiaru stanu gospodarki.⁸ Jedno jest pewne, oferowane dobra i usługi mają swoją cenę, która nie zawiera się w opłatach podyktowanych konsumentom. Koszty, zwłaszcza środowiskowe, są uspołecznione, a wiele korzyści z funkcjonowania pewnych usług i dóbr pozostaje niedoszacowanych. Owszem, pojawiają się próby wyceny takich kosztów, chociażby w postaci opłat za emisję dwutlenku węgla, ale one same nie są jednak wystarczające i, jak pokazuje praktyka, niektóre z państw nie są nawet częścią tego rozwiązania. Wielu ekonomistów postuluje tylko próbę wyceny tych kosztów tak, aby działając w obrębie istniejącego systemu dokonać pieniężnej analizy społecznego wpływu działalności przedsiębiorstw. Ekonomia jest w swoim założeniu nauką społeczną, a decyzje podjęte przez obywateli i ekspertów niekoniecznie muszą iść w parze z przyjętą wolnorynkową retoryką. Ona sama nie docenia, że istotną częścią gospodarki są również odgórne działania oparte na oddolnym, społecznym i naukowym przekonaniu o wyższej wartości części z podejmowanych działań, które w czysto kapitalistycznym mniemaniu mogą uchodzić za niezasadne.

Jest to tylko częściowy wkład w próbę określenia kosztów, które znajdują się poza systemem rynkowym. Należałoby więc uzupełnić taką wycenę o metody zarządzania produkcją i popytem na gruncie szeregu ogólnościowych polityk ekologicznych i edukacyjnych. O ile wycena kosztów środowiskowych faktycznie może przyczynić się do spadku popytu na część produktów i usług, to nie zawsze będzie ona skuteczna, ani tym bardziej nie wprowadzi zakazu dla produkcji szkodliwej dla społeczeństwa, zdrowia publicznego czy środowiska. Ponadto nawet po nałożeniu opłat ekologiczne metody produkcji mogą wciąż być zbyt drogie, żeby skutecznie zastąpić te, które są szkodliwe dla środowiska. Samo nałożenie uzasadnionych i dodatkowych opłat na producentów wydaje się niewystarczające. Państwa i organizacje międzynarodowe powinny uruchomić szereg zachęt do wdrażania ekologicznych form produkcji i świadczenia usług oraz zakazów stosowanych do ograniczenia szkodliwych metod i praktyk. Nie jest to niczym no-

⁷ Profesorowie MIT E. Brynjolfsson i A. McAfee uważają, że nowy wskaźniki pomiaru gospodarki powinien uwzględnić też pozostałe niepieniężne korzyści związane z funkcjonowaniem nowych technologii. Wskazują między innymi na niemal darmowy dostęp do materiałów prasowych, naukowych oraz dóbr kultury, który nie jest uwzględniony w PKB, a pozytywnie wpływa na społeczny dobrobyt. Patrz: E. Brynjolfsson, A. McAfee, *Drugi Wiek Maszyny. Praca, postęp i dobrobyt w czasach genialnych technologii*, MT Biznes, Warszawa 2015, s. 157–160.

⁸ Ibidem, s. 154.

wym. Podobne restrykcje zostały implementowane już wielokrotnie. Mowa tutaj o: wprowadzeniu zakazu sprzedaży paliw ołowiowych, zakazie wykorzystywania freonu w przemyśle produkcyjnym i spożywczym czy implementowanych przez Unię Europejską zakazach produkcji tradycyjnych żarówek na rzecz stymulacji produkcji i sprzedaży jej bardziej energooszczędnych odpowiedników. Powyższe przykłady udowadniają, że polityka może działać ponad ekonomiczną retoryką bezwzględnego zysku. Długoterminowa ochrona zdrowia publicznego i środowiska zostały w tych przypadkach uznane za dobra ważniejsze niż krótkoterminowe, prywatne zyski przedsiębiorstw. W naszej najbliższej przyszłości powinniśmy się spodziewać większej ilości takich działań ze strony rządów i organizacji międzynarodowych. Zachęty dla wprowadzania nowych technologii, gwarantujących najbardziej optymalne zużycie zasobów, czy też dla działalności proekologicznej, zeroemisyjnej czy zrównoważonego działania na rzecz środowiska, staną się codziennością.

Istotna jest więc głęboka przemiana wewnątrz systemu politycznego i społeczno-gospodarczego. Biorąc pod uwagę czas, jaki pozostał na tę zmianę, będzie ona bardziej rewolucyjna niż ewolucyjna. Skupiając się więc na wizji przyszłości dalekiej od pesymistycznych rozważań należy przyjąć, że do tych zmian dojdzie. W przeciwnym wypadku grozi nam dystopijna wizja rzeczywistości, w której wąska grupa najbardziej wpływowych i bogatych będzie dysponować większością wytworzonego przez ludzkość kapitału oraz dobrami naturalnymi, których w przyszłości (przy założeniu niezmiennych warunków systemowych) może zwyczajnie zabraknąć. Niedobory żywności, przestrzeni nadającej się do życia (również w kontekście wzrostu poziomu mórz i oceanów), a przede wszystkim wody pitnej są realną groźbą. Przedsmak tych konfliktów jest dobrze znany mieszkańcom Etiopii, Sudanu, Egiptu, Syrii, Iraku czy Palestyny i Izraela. Utrzymanie dzisiejszego systemu w ramach przeświadczenia, że biznes należy prowadzić tak jak zawsze, bez względu na ryzyko z tym związane, będzie miało negatywne skutki dla naszego świata. Od nas zależy, jak bardzo poważne.

Elektryczność – dobro pierwszej potrzeby

Metody produkcji energii elektrycznej stanowią istotne zagadnienie nie tylko dla tematu zmian klimatycznych, ale także dla struktury naszej gospodarki i życia społecznego. Elektryczność stała się podstawowym dobrem niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania w codziennym życiu. Bez niej niemożliwe byłoby funkcjonowanie dzisiejszego przemysłu oraz znacznej części usług, w tym rozrywki i kultury. Już od okresu pierwszej rewolucji przemysłowej zapotrzebowanie na energię elektryczną stale rośnie, a w kontekście przemian klimatu i ograniczonych zasobów naturalnych zdają się być również istotne metody jej produk-

GDZIE JESTEŚMY, DOKĄD ZMIERZAMY

cji i przesyłu.⁹ Dalsze spalanie paliw kopalnych wydaje się bardzo ryzykowne nie tylko w związku ze wzmożoną emisją dwutlenku węgla, czyli głównego sprawcy ocieplenia klimatu, ale także w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego na najbliższe dziesiątki czy setki lat.

Popyt na energię elektryczną stale rośnie, zwłaszcza w miarę intensyfikacji rozwoju niektórych państw, przede wszystkim Chin czy Indii.¹⁰ Same państwa BRICS odpowiadają za 72% wzrostu globalnej konsumpcji energii elektrycznej w latach 2010–2018.¹¹ Wzmożoną inwestycję w energię odnawialną widać już dzisiaj. Jednym z liderów wśród produkcji baterii słonecznych i turbin wiatrowych są Chiny. O ile ich aktualna polityka gospodarcza skierowana jest na eksport wyprodukowanych urządzeń, o tyle rosnące zapotrzebowanie społeczeństwa chińskiego na energię elektryczną wymagać będzie szerszego zastosowania odnawialnych źródeł w codziennym życiu. Zwłaszcza że obecnie wykorzystywane paliwa kopalne, głównie węgiel, nie są w stanie zaspokoić przyszłych potrzeb tego kraju. Podobny los czeka Indie. Świat przyszłości nie może więc być oparty na aktualnych strukturach i metodach produkcji. W obliczu rosnącego popytu na energię elektryczną obecne formy jej wytwarzania muszą ulec zmianie. Ich utrzymanie przyczyni się do dalszego ocieplenia Ziemi, aż do punktu, w którym zasoby wody pitnej ulegną znacznemu skurczeniu, a warunki życia mogą okazać się ekstremalnie ciężkie. Przyszłość musi zostać oparta na pewnej kombinacji wykorzystującej zarówno odnawialne zasoby energii, jak i energię atomową. Przy sprzyjających wiatrach możemy również liczyć na energię opartą na fuzji nuklearnej.¹² Ciężko już teraz podać proporcje wykorzystania metod produkcji, te bowiem zależą od tego, jak szybki będzie postęp technologiczny w dziedzinie ogniw słonecznych oraz turbin wiatrowych, czyli dwóch głównych źródeł odna-

⁹ Największy wzrost obserwuje się od momentu rozpoczęcia rewolucji komputerowej. Zużycie energii elektrycznej na świecie wzrosło prawie trzykrotnie z 1,2 mln kWh per capita w 1971 roku do 3,1 mln kWh w 2014 roku. The World Bank, *Electric power consumption (kWh per capita)*, 2019, <https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC?end=2018&start=1960&view=chart> [dostęp: 05.09.2019].

¹⁰ W 2018 roku konsumpcja energii elektrycznej wzrosła w Chinach o 7,7%, a w Indiach o 5,4%. Globalnie zużycie elektryczności na świecie wzrosło o 3,5% w tym samym okresie. Enerdata, *Electricity domestic consumption*, 2019, <https://yearbook.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html> [dostęp: 05.09.2019].

¹¹ Ibidem.

¹² W odróżnieniu od standardowych reaktorów jądrowych, reaktory fuzji nuklearnej mają za zadanie odwzorować warunki zachodzące w jądrach gwiazd. W reaktorach nie wykorzystuje się więc ciężkich pierwiastków, których jądra są rozszczepiane. W zamian wykorzystywane są lekkie pierwiastki, takie jak wodór, które połączone zostają w cięższe. Proces ten ma wytwarzać znacznie większe ilości energii oraz nie generuje szkodliwych odpadów radioaktywnych i dwutlenku węgla. Jednym z największych centrów badawczych jest położony w południowej Francji – ITER. W programie trwającym od 1985 r. biorą udział naukowcy z 35 państw. Pierwsze testowe prace na dużą skalę planowane są na grudzień 2025 r. Patrz: ITER, *What is ITER?*, 2019, <https://www.iter.org/proj/inafewlines> [dostęp: 05.09.2019].

wialnej energii. Do tego należy dodać niezbędny dla nich postęp w magazynowaniu energii – produkcji akumulatorów i wykorzystanej technologii, pozwalającej zminimalizować straty energetyczne i przechować większe ilości energii, niż to jest obecnie możliwe. Jest on równie ważny, bowiem pozwoli on na szybszą przemianę w transporcie i szersze wprowadzenie do użytku pojazdów elektrycznych, pozwalających na dalszą redukcję zawartości dwutlenku węgla w atmosferze i pozostałych gazów oraz pyłów szkodliwych dla środowiska i zdrowia człowieka.

Możemy również przypuszczać, że za trzydzieści lat udział paliw kopalnych w produkcji energii elektrycznej będzie wciąż dosyć spory, jednak z pewnością będzie mała. Energia atomowa wiąże się co prawda z szeregiem zagrożeń (awarie reaktorów, składowanie odpadów radioaktywnych)¹³, jednak stanowi dobry substytut okresu przejściowego w procesie wdrażania energii odnawialnej i wygaszania tradycyjnych metod produkcji elektryczności. Przyszłość, o której mówimy, będzie więc kombinacją wykorzystania tych źródeł, przy czym na znaczeniu będzie zyskiwać samowystarczalność gospodarstw domowych i budynków biurowo-usługowych. Będzie to w istocie rewolucja myślenia o rynku energetycznym, który stanie się bardziej zdecentralizowany jeżeli chodzi o zaspokojenie potrzeb indywidualnych użytkowników, ale będzie dalej wymagał znacznego stopnia centralizacji dla zapewnienia bezpieczeństwa dostaw oraz podziału nadwyżek energetycznych produkowanych przez gospodarstwa domowe.

Polityka na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego powinna przestać być domeną państw narodowych. Przyczynia się to do działań, które z krajowego punktu widzenia są zasadne, ale z globalnego – szkodliwe i na dłuższą metę nieefektywne. Koordynacja produkcji energii oznaczałaby uniezależnienie niektórych z państw od wykorzystania zasobów szkodliwych w produkcji energii elektrycznej. Globalna sieć energetyczna, zdolna do efektywnego zarządzania produkcją oraz przesyłem energii, zapewniłaby nie tylko większe bezpieczeństwo, ale także bardziej ekologiczne działania w produkcji prądu.

Sztuczna inteligencja – nowe technologie jako wsparcie w obliczu kryzysu

Dziś wiele mówi się o automatyzacji pracy i zagrożeniu, jakie niesie ona ze sobą. Z jednej strony nowe technologie przyczyniają się do likwidacji zawodów, które do tej pory wykonywane były wyłącznie przez ludzi. Z drugiej wskazuje

¹³ Zmiany klimatyczne również częściowo stawiają pod znakiem zapytania dalsze wykorzystanie energii jądrowej. Fala upałów z 2009 roku doprowadziła we Francji do spadku zasobów wody. Ta wykorzystywana jest do chłodzenia reaktorów jądrowych, jej niedobór skutkowało do prewencyjnego wyłączenia jednej trzeciej elektrowni atomowych. D. Rubbelke, S. Voge, *Impacts of Climate Change on European Critical Infrastructures: The Case of the Power Sector*, „Environmental Science and Policy” 2011, nr 14 (1).

GDZIE JESTEŚMY, DOKĄD ZMIERZAMY

się, że ekspansywne wykorzystywanie elektroniki przyczynia się do pogorszenia stanu środowiska. O ile znaczące ubytki miejsc pracy na rynku są realne, zwłaszcza w obliczu słabych perspektyw powstawania nowych zawodów, to negatywny wpływ nowych technologii na środowisko jest jedynie pośredni. Główną rolę odgrywa nie sama sztuczna inteligencja, ale, jak wskazano powyżej, metody produkcji energii elektrycznej. Energia, z kolei jest niezbędna do działania nowych technologii. Sam postęp technologiczny może stać się znaczącym źródłem poprawy nie tylko jakości życia, ale także stanu środowiska naturalnego.

O nowych technologiach należy myśleć nie tylko w kontekście rozwoju robotyki, ale przede wszystkim sztucznej inteligencji czy dobrze zorganizowanych systemów informatycznych. Te z dostępem do ogromnych baz danych oraz wyposażone w skomplikowane algorytmy, umożliwiające wynajdywanie powiązań pomiędzy zespołami danych, będą w stanie zmienić oblicze świata przyszłości. Zwłaszcza jeżeli zostaną oparte na zaawansowanych sieciach neuronowych. Projekty takie jak Watson Health kierowane przez IBM udowadniają, że dobrze zaprojektowany system informatyczny z dostępem do *big data* potrafi być potężnym narzędziem analitycznym, zdolnym do stawiania trafniejszych diagnoz niż człowiek w dziedzinie medycyny.^{14 15} Podobne systemy wykorzystywane są obecnie w firmach prawniczych, transportowych, spożywczych i handlowych.

Być może systemy takie posłużą nie tylko do stawiania diagnoz lekarskich, ale także do dokładnej analizy i przedstawiania skutecznych rozwiązań na rzecz przeciwdziałania zmianom klimatycznym. Obecnie wiadomo, że tysiące czynników z różnych obszarów dziedzin naukowych decydują o tym, w jaki sposób oraz w jakim tempie zachodzą zmiany na naszej planecie. Przedstawienie modeli zmian klimatycznych i odpowiednich rozwiązań wymaga więc przeanalizowania ogromnych ilości danych. W tej materii superkomputery i sztuczna inteligencja, które powstaną w ciągu najbliższych lat, zyskają ogromne znaczenie, jeżeli tylko potraktujemy temat przemian klimatycznych na tyle poważnie, by zainwestować znaczne środki finansowe i czasowe w badanie i przeciwdziałanie zmianom klimatycznym. Nietrudno wyobrazić sobie jak systemy komputerowe mogą przyczynić się do lepszego zrozumienia naszego zapotrzebowania

¹⁴ Więcej: IBM, *IBM Watson Health*, 2019, <https://www.ibm.com/watson/uk-en/health/> [dostęp: 18.09.2019].

¹⁵ Wykorzystanie sztucznej inteligencji w diagnozowaniu chorób będzie coraz częstsze w przyszłości. MIT, przy współpracy z Massachusetts General Hospital, opracowuje oprogramowanie zdolne do trafnego zdiagnozowania raka piersi nawet na pięć lat przed wystąpieniem faktycznych objawów. Sztuczna inteligencja, wykorzystując dane z dziesiątek tysięcy badań mammograficznych i historii przebiegu choroby, jest w stanie z dużą dokładnością zidentyfikować bardzo wczesne stadia zmian nowotworowych oraz przewidzieć ich przebieg w przyszłości. MIT, *Using AI to predict breast cancer and personalize care*, 2019, <https://news.mit.edu/2019/using-ai-predict-breast-cancer-and-personalize-care-0507> [dostęp: 12.09.2019].

na energię elektryczną, czy też lepszego przewidywania zmian pogodowych, niezbędnego do optymalizacji pracy turbin wiatrowych i paneli solarnych. Pod uwagę należy wziąć również rozwój sztucznej inteligencji w obszarze dostaw i logistyki, co pomoże w redukcji zapotrzebowania na paliwa kopalne i elektryczność, poprzez optymalizację ładowności czy ścieżek dostaw towarów. Sztuczna inteligencja może odegrać również znaczącą rolę w rolnictwie i leśnictwie, przyczyniając się do lepszego wykorzystania ziemi uprawnej i sprawnego monitorowania stopnia zalesienia całej planety z wykorzystaniem mapowania satelitarnego.^{16 17}

Zaawansowane systemy komputerowe, mające dostęp do ogromnej ilości danych badawczych, które są w stanie nie tylko zdefiniować przyczyny zmian klimatycznych, ale także podsunąć rozwiązanie, mające na celu przeciwdziałanie nadchodzącej katastrofie, będą cennym wzbogaceniem już trwającej walki o naprawę i przeciwdziałanie skutkom zachodzących zmian. W nowych technologiach należy więc upatrywać nie tylko sprawcy rosnącego zapotrzebowania na produkowaną energię, ale także czynnika, który zapoczątkuje pozytywne zmiany w nadchodzącej przyszłości. Na sztuczną inteligencję i zaawansowaną robotykę należy patrzeć nie jako na zagrożenie dla klimatu, ale jako źródło istotnej przemiany, która podniesie jakość naszego życia, o ile tylko zmienimy metody produkcji energii elektrycznej na te bardziej przyjazne środowisku naturalnemu.

Szersze wykorzystanie nowoczesnych technologii w życiu codziennym nie oznacza jedynie wzrostu konsumpcji energii elektrycznej. W indywidualnie rozpatrywanych przypadkach tendencja jest wręcz odwrotna. Nowe technologie, zwłaszcza te stawiające na energooszczędność zasobów przy zapewnieniu tej samej wydajności, sprzyjają lepszemu zagospodarowaniu ograniczonych zasobów. Potencjał ten świetnie obrazuje przemiana, które zaszła w ciągu ostatnich kilkunastu lat w produkcji żarówek. Ich prądożerny pierwowzór został skutecznie zastąpiony przez energooszczędne żarówki ledowe. Zapewniło to co najmniej dziesięciokrotną oszczędność w wykorzystaniu energii do produkcji światła w stosunku do standardowych żarówek domowych. Ogromną rolę odegrał w tym nie tylko spadek kosztu produkcji oświetlenia LED, ale także regulacje instytucji

¹⁶ Google udostępnia dane satelitarne do zobrazowania i monitorowania stopnia deforestacji planety. Lepsze zrozumienie tych danych może pozwolić na usprawnienie procesu nasadzeń nowych drzew. Google, *Earth Engine creates a living map of forest loss*, 2019, <https://sustainability.google/projects/forest-watch/> [dostęp: 12.09.2019].

¹⁷ Organizacja Rainforest Connection opracowała przy współpracy z Google algorytm zdolny do rozpoznawania dźwięków pił mechanicznych. Czujniki ukryte w drzewach na obszarach objętych zakazem wycinki są w stanie stwierdzić obecność osób zajmujących się nielegalnym wycinaniem lasów deszczowych. W takim przypadku alarm wraz z dokładną pozycją GPS wysyłany jest do odpowiednich służb. Rainforest Connection, *Prevent illegal deforestation*, 2019, https://rfcx.org/our_work [dostęp: 12.09.2019].

GDZIE JESTEŚMY, DOKĄD ZMIERZAMY

międzynarodowych. Pozostaje jeszcze wiele obszarów, w których można poprawić energooszczędność urządzeń elektrycznych. Tworzenie bardziej wydajnych procesorów wykorzystywanych w komputerach, telefonach czy telewizorach, a także opracowaniu lepszych akumulatorów, zdolnych do dłuższego utrzymania energii elektrycznej przy zapewnieniu jak najmniejszych jej strat w czasie wydaje się być w tej chwili priorytetem. Biorąc pod uwagę ostatnie trendy możemy żywić nadzieję, że i tym razem, w miarę dalszego postępu w tych obszarach, instytucje międzynarodowe podejmą podobne kroki, na wzór dzisiejszych działań na rzecz zapewnienia bardziej ekologicznego i zrównoważonego wykorzystania naszych zasobów.

Działania na rzecz zrównoważonego wzrostu nie opierają się tylko i wyłącznie na wykorzystaniu zielonych źródeł energii czy ekologicznej produkcji. To są również działania, które wpływają na lepsze zrozumienie popytu i efektywniejsze sterowanie podażą na światowym rynku. Ważne wydają się więc inwestycje w systemy informatyczne, służące do zbierania danych na temat preferencji i zachowań konsumentów. Systemy, służące do zarządzania relacjami z klientem i przeprowadzania pogłębionych analiz sprzedaży i produkcji, mogą również przyczynić się do bardziej zrównoważonego wzrostu. Jest on bowiem w stanie skutecznie zobrazować skalę wielu z czynników obecnych w procesie produkcji, dostaw i sprzedaży. Umiejętna analiza słabych ogniw procesu obrotu towarami i usługami pozwoli w dalszym rozrachunku na jego większą optymalizację, a zatem lepsze wykorzystanie ograniczonych zasobów. Regularne zbieranie i przechowywanie tych danych oraz ich analiza w czasie rzeczywistym będzie stanowić jeden z elementów na drodze do optymalizacji naszej produkcji i dostaw. Dzieje się to już dziś. Wiele z systemów informatycznych jest w stanie analizować ogromne ilości danych, a na podstawie przygotowanych raportów można podjąć działania na rzecz lepszego wykorzystania dostępnych środków produkcji. Technologia ku temu potrzebna już istnieje. Istotne wydaje się wprowadzenie jej w skali globalnej, zwłaszcza w administracji publicznej i funkcjonowaniu międzynarodowych korporacji. Te dwie grupy podmiotów mają największy wpływ nie tylko na kształt naszego systemu społeczno-gospodarczego, ale także środowiska, w którym wszyscy żyjemy.

Niemniej należy pamiętać, że nowe systemy informatyczne nie rozwiązują trawiących nas problemów. Instytucje muszą podjąć odpowiednie strategie działania, które dążyć będą do zrównoważonego wzrostu, a nie kreowania przy pomocy dostępnej technologii nowych technik marketingowych, mających na celu wzmocnienie popytu na towary i usługi niskiej wartości rzeczywistej.¹⁸ Nie możemy jednak zrobić tego przy spoglądaniu na ekonomię i systemowe zarządzanie

¹⁸ Niemniej systemy takie mogą posłużyć do wdrożenia takich strategii marketingowych, które sprawią, że konsumenci zaczną dokonywać bardziej świadomych wyborów jeżeli chodzi o produkty i usługi ekologiczne. Wciąż jednak jest to kwestia dobrej woli przedsiębiorstw, a te, kie-

gospodarką przez pryzmat wzrostu PKB i maksymalizację krótkoterminowego zysku. Tempo zachodzenia zmian zależy nie tylko od nas samych. W obecnej sytuacji będzie ono podyktowane zarówno zmieniającym się klimatem, jak i wolą dużych graczy operujących na rynku. Dysponują oni na tyle dużą ilością kapitału, że ich decyzje mają wpływ na kształtowanie globalnej sytuacji społeczno-ekonomicznej. Jako uczestnicy tego systemu, zależni od ich decyzji, nie powinniśmy pozostawać obojętni na te działania.

Ekologiczne miasta również odegrają istotną rolę w świecie przyszłości. Ciężko oceniać jak dużą, ale z pewnością przyczynią się do większej świadomości ekologicznej i lepszego wykorzystania zasobów. Projekty zielonych miast, pełnych niemal samowystarczalnych budowli, nie są odległym *science fiction*. Budynki takie będą zdolne do produkcji energii elektrycznej czy oczyszczania ścieków. Zurbanizowane zielone centra staną się miejscem do uprawy roślin, które z kolei będą mieć istotny wpływ na redukcję występujących w miastach zanieczyszczeń, wywołanych przede wszystkim ruchem drogowym. Ekologiczne budownictwo przestanie być tylko trendem, ale stanie się koniecznością w obliczu nadchodzących wyzwań i potrzeby utrzymania dobrej jakości życia w dużych aglomeracjach. Odpowiednia konstrukcja przyczyni się do redukcji temperatur wewnątrz budynków latem oraz dobrej izolacji przed zimą w chłodniejszych porach roku. Jest to tylko jedna z metod. Firma Google zaprogramowała w tym celu sztuczną inteligencję, która zarządza systemami chłodzenia w serwerowniach. System komputerowy dokonuje szczegółowej analizy danych dotyczących temperatury serwerów i pomieszczenia oraz wydajności pracy urządzeń chłodzących. Sama analiza dokonana przez sztuczną inteligencję i rekomendowane przez nią rozwiązania pozwoliły na 40% redukcję zapotrzebowania na energię elektryczną związanego z chłodzeniem. Obecnie system działa autonomicznie i nie wymaga już autoryzacji managera do podjęcia konkretnych działań. Google przewiduje dalszą redukcję zużycia energii w swoich serwerowniach, głównie na skutek skrócenia procesu decyzyjnego.¹⁹

Jak widać, nowe technologie mogą przyczynić się do wyhamowania procesu zmian klimatycznych, a także do wspomoczenia naszych badań nad nimi, na wiele różnych sposobów. Energooszczędność jest tylko jednym z problemów możliwych do rozwiązania przez nowe technologie. Te, w miarę rozwoju, mogą bardziej aktywnie przyczyniać się do korzystnych zmian w naszym codziennym życiu. Nie należy jednak spoglądać na technologię jako zbawcę zdolnego rozwiązać problemy, które ludzkość sama stworzyła. One wciąż wymagają naszego

rując się zasadą maksymalizacji zysku, nie podejmą się takich działań bez uprzedniej pewności co do otrzymania określonej stopy zwrotu z poniesionej inwestycji.

¹⁹ MIT, *Google just gave control over data center cooling to an AI*, 2018, <https://www.technologyreview.com/s/611902/google-just-gave-control-over-data-center-cooling-to-an-ai/> [dostęp: 11.09.2019].

GDZIE JESTEŚMY, DOKĄD ZMIERZAMY

zaangażowania. Technologia jest jedynie narzędziem, które trzeba dobrze wykorzystać, aby zapewnić bardziej zrównoważoną przyszłość. Jeżeli się uda, to będziemy w stanie ograniczyć znaczną część katastrofalnych skutków zmian klimatycznych w drugiej połowie XXI wieku.

Podsumowanie

O ile przedstawione powyżej rozwiązania napawają pewnym optymizmem, o tyle niewątpliwym jest, że przemiany środowiska wywołane działalnością człowieka przyniosą negatywne skutki na całym świecie. Znajdujemy się w punkcie, w którym tego procesu nie da się już odwrócić. Zmiana polityki gospodarczo-społecznej i ekologiczne rozwiązania mogą jedynie spowolnić lub zahamować ten proces. Wiele z jego efektów będzie jednak widoczne w ciągu następnych trzydziestu lat. Postępujące ocieplenie klimatu, ekstremalne anomalie pogodowe, susze, wzrost poziomu morza i inne lokalne zmiany zmuszą rzesze ludzi do migracji oraz przyczynią się do drastycznego pogorszenia stanu życia.²⁰ Jest to wyzwanie, któremu będziemy musieli się przeciwstawić, ale którego skutki można załagodzić. Wszystko zależy od podjętych już dziś działań. Musimy dążyć do wprowadzenia zeroemisyjnej gospodarki, wprowadzenia nowych metod pomiaru jakości życia i głębokiej redefinicji spojrzenia na system społeczno-gospodarczy. Jak starała się ukazać ta praca nie musi się to wiązać z odrzuceniem zdobyczy technologicznych, których dzisiejsze wykorzystanie przyczynia się do znaczącej emisji dwutlenku węgla. Trzeba zmienić sposób myślenia o technologii. Należy ją traktować jako narzędzie do przeciwdziałania i łagodzenia skutków nieprzemyślanych działań ludzkich. Należy zmienić źródła ich napędzania i inwestować w zieloną energię. Potrzeba również odpowiedzieć na pytanie, jak automatyzacja i rozwój sztucznej inteligencji wpłynie nie tylko na środowisko naturalne, ale i społeczno-ekonomiczne. Nowe technologie mogą służyć temu wszystkiemu, to od nas samych zależy, do czego i jak zostaną one wykorzystane.

Należy również zadbać o rozwój edukacji w tym zakresie. Zajęcia z ekologii, klimatologii, czy etycznego wykorzystania nowych technologii odegrają istotną rolę w kształtowaniu naszego przyszłego systemu. Ostatnia z dziedzin wydaje się być szczególnie istotna, bowiem będzie miała ona wpływ na to, jak postrzegamy dochody z zysków kapitałowych, a więc pracy maszyn i sztucznej inteligencji. W miarę rosnącego ich znaczenia i przejmowania rynku pracy zarezerwowanego dla ludzi, częściowe uspołecznienie tych zysków, chociażby

²⁰ Do 2050 roku liczba migrantów ekologicznych może sięgnąć 250 milionów. Patrz o tym i innych zagrożeniach: M. Berrebi, J.H. Lorenzi, *Świat Przemocy. Gospodarka światowa 2016–2030*, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2018.

poprzez opodatkowanie kapitału i przesunięcie go w kierunku obywateli przy pomocy gwarantowanego dochodu podstawowego, wydaje się szczególnie ważne. To stanowi jednak temat istotny sam w sobie, któremu należałoby poświęcić miejsce w oddzielnej pracy. Przyszłość będzie niewątpliwie trudniejsza niż okres powojenny, jednak odpowiednie wykorzystanie zdobyczy technologicznych oraz rosnąca świadomość społeczna, zwłaszcza wśród najmłodszego pokolenia, pozwalają na pewną dozę optymizmu. Kluczem jest nie tylko podtrzymanie go, ale także zdecydowane i odważne działanie na rzecz naszej planety. Innej, zdolnej podtrzymać nasze życie, zwyczajnie nie mamy. Czas więc przestać myśleć w kategoriach krótkoterminowego zysku indywidualnego, a zacząć rozważać czym jest długoterminowe przetrwanie w klimatycznie niepewnym świecie. Oby odpowiedzialnością był zrównoważony dobrobyt, który przypadnie w udziale nam wszystkim. W przeciwnym wypadku skazujemy świat na konflikt, z którego niewielu, o ile ktokolwiek, wyjdzie cało.

Bibliografia

- Berrebi M., Lorenzi J.H., *Świat przemocy. Gospodarka Światowa 2016–2030*, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2018.
- Brynjolfsson E., McAfee A., *Drugi wiek maszyny. Praca, postęp i dobrobyt w czasach genialnych technologii*, MT Biznes, Warszawa 2015.
- Cohen D., *W niewoli wzrostu*, Wydawnictwo Nieoczywiste, 2018.
- Enerdata, *Electricity domestic consumption*, 2019, <https://yearbook.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>.
- Fitoussi J., Sen A., Stiglitz J., *Mismeasuring Our Lives: Why GDP Doesn't Add Up*, New Press, New York.
- Frase P., *Cztery przyszłości. Wizje świata po kapitalizmie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018.
- Fucks R., *Zielona rewolucja*, Instytut Wydawniczy Książka i Prasa, Warszawa 2016.
- The Guardian, *Interview with Neil DeGrasse Tyson – astrophysics Mars exploration*, 2016, <https://www.theguardian.com/science/2016/oct/30/neil-dregrasse-tyson-astrophysics-mars-exploration> [dostęp: 01.09.2019].
- Kardaś A., Malinowski S., Popkiewicz M., *Nauka o klimacie*, Wydawnictwo Sonia Draga, Katowice 2018.
- Klein N., *To zmienia wszystko. Kapitalizm kontra klimat*, Warszawskie Wydawnictwo Literackie Muza S.A., Warszawa 2016.
- NASA, *Mars Terraforming Not Possible Using Present-day Technology*, 2018, <https://www.nasa.gov/press-release/goddard/2018/mars-terraforming> [dostęp: 01.09.2019].
- Rifkin J., *Spółczesność zerowych kosztów krańcowych. Internet przedmiotów. Ekonomia współdzielenia. Zmierzch kapitalizmu*, Wydawnictwo Studio EMKA, Warszawa 2016.
- Ross A., *Świat Przyszłości. Jak następna fala innowacji wpłynie na gospodarkę, biznes i nas samych*, MT Biznes, Warszawa 2017.

GDZIE JESTEŚMY, DOKĄD ZMIERZAMY

- Rubbelke D., Vogeles S., *Impacts of Climate Change on European Critical Infrastructures: The Case of the Power Sector*, „Environmental Science and Policy” 2011, nr 14 (1).
- SpaceX, *Missions to Mars*, 2019, <https://www.spacex.com/mars> [dostęp: 01.09.2019].
- Wierzbicki A.P., *Przyszłość pracy w społeczeństwie informacyjnym*, Polska Akademia Nauk Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” Instytut Łączności, Warszawa 2015.
- The World Bank, *Electric power consumption (kWh per capita)*, 2019, <https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC?end=2018&start=1960&view=chart> [dostęp: 05.09.2019].
- Żylicz T., *Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2004.