An abstract graphic consisting of a network of yellow lines and dots. Each dot is accompanied by three concentric curved lines, resembling a Wi-Fi signal icon. The lines and dots are scattered across the entire page, creating a sense of connectivity and digital infrastructure.

# Czwarta rewolucja przemysłowa

Klaus  
Schwab

Założyciel i Prezes

Światowego Forum Ekonomicznego

# **Czwarta rewolucja przemysłowa**

**Klaus Schwab**

Przełożyła  
Anna Dorota Kamińska

WYDAWNICTWO  
**Studio  
Emka**

## Rekomendacje

Polski przemysł lotniczy przeżywa swój najlepszy czas. W ostatnich latach zainwestowaliśmy w nasze fabryki sześć miliardów złotych, rozwinęliśmy najnowsze technologie, podwoiliśmy zatrudnienie, sprzedaż wzrosła dziesięciokrotnie. Jesteśmy poważnym uczestnikiem światowych projektów lotniczych. Moglibyśmy spokojnie spoglądać w przyszłość, gdyby nie nadchodzące tsunami czwartej rewolucji przemysłowej. Książka profesora Schwaba wstrząsnęła mną i zarazem stała się inspiracją. Odpowiedzialnością przemysłowców i liderów jest wiedzieć i rozumieć, a ta lektura otwiera oczy...

*Marek Darecki, prezes Pratt Whitney Rzeszów i prezes Doliny Lotniczej*

Zawsze fascynowało mnie obserwowanie, jak nowa technologia zmienia sposób naszego życia, jak wpływa na organizacje i modele biznesowe. Prof. Schwab w przystępny sposób przeprowadza czytelnika przez obecne oraz nadchodzące zmiany technologiczne, pokazując ich zakres i dynamikę. Czwarta rewolucja przemysłowa, jak każda rewolucja, niesie ze sobą wiele przemian. Wierzę, że może bardzo pozytywnie wpłynąć na nasze życie, relacje, organizacje i całą gospodarkę. Kluczowe jest jednak właściwe zrozumienie dokonujących się procesów, wykorzystanie stwarzanych przez nie szans oraz eliminacja zagrożeń.

*Rafał Han, CEO Silvair, Inc.*

Książka *Czwarta rewolucja przemysłowa* nie jest – co może sugerować tytuł – wykładem o charakterze techniczno-technologicznym, jakkolwiek autor wnikliwie analizuje aktualny i potencjalny wpływ obecnych przełomowych zmian na funkcjonowanie jednostek, instytucji, organizacji i państw, zwłaszcza w kontekście niezbędnych umiejętności adaptacyjnych. Jednak pozycja Klausa Schwaba, jego rola w światowej ekonomice oraz życiowe doświadczenia sprawiają, że nie ogranicza się on do przedstawienia, jak rewolucja 4.0 już oddziałuje i jak może oddziaływać w następnych latach na wszelkie aspekty życia jednostek i społeczeństw. Uznając człowieka za swoiste centrum decyzyjne odpowiedzialne za rozwój ludzkości, stawia podstawowe pytania o jej przyszłość i sugeruje, jak ukierunkować toczący się już proces przemian technologicznych, aby ich skutki mogły być pozytywnie wykorzystane. Spośród publikacji, które trafiły w moje ręce, to pierwsze tak szerokie i wnikliwe ujęcie tej problematyki. A zaangażowanie znakomitych ekspertów i instytucji na etapie przygotowania i konsultacji książki

prof. Schwaba daje dodatkową gwarancję, że przedstawione w niej poglądy są możliwie pełne i wiarygodne.

*Ryszard Jania, prezes Pilkington Automotive Poland*

Ludzkość stoi na progu największej w dziejach rewolucji, która zmiecie większość obowiązujących zasad naszego życia i pracy. Toczący się wykładniczo technologiczny rozwój świata jest już nie do zatrzymania. Autor *Czwartej rewolucji* stawia nam pytanie: czy obecna rewolucja przemysłowa okaże się początkiem nowego „złotego wieku” rozwoju naszej cywilizacji, czy też początkiem końca ludzkości, jaką znamy.

*Sebastian Kulczyk, CEO Kulczyk Investments*

Najnowsze technologie, łączące świat cyfrowy, fizyczny i biologiczny, radykalnie zmieniają naszą cywilizację. Nowe możliwości w medycynie, edukacji czy biznesie poprawiają bytowanie człowieka na Ziemi i przyczyniają się do mądrzejszego korzystania z jej naturalnych zasobów. Zarazem okazują się potencjalnie bardzo niebezpieczne, otwierając ogromne przestrzenie dla cyberprzestępczości czy przyczyniając się do dalszej polaryzacji społeczeństw. Z tego powodu jednym z najpoważniejszych wyzwań dzisiejszego świata jest to, by dobrze i mądrze przeprowadzić czwartą rewolucję przemysłową. Podczas tej arcyciekawej, ale i trudnej drogi książkę Klausa Schwaba należy traktować jako ważny drogowskaz.

*Aleksandra Przegalińska, Kozminski University/ Management in Networked and Digital Societies, MIT Research Fellow/ Center for Collective Intelligence*

Tytuł oryginału

*The Fourth Industrial Revolution*

Przekład

*Anna Dorota Kamińska*

Opracowanie okładki do polskiej edycji

*MDESIGN Michał Duława | [michaldulawa.pl](http://michaldulawa.pl)*

Redakcja i korekta

*Halina Tchórzewska-Kabata Michał Kabata*

Konsultacja merytoryczna

*Wojciech Górniak, Ewa Rzeczkowska, Maria Rynkiewicz*

Redakcja techniczna

*Andrzej Leśkiewicz*

© 2016 by World Economic Forum – All rights reserved. Title of the English original version: “The Fourth Industrial Revolution”, published 2016. This translation of “The Fourth Industrial Revolution” is published by arrangement with the World Economic Forum, Cologne, Switzerland.

© 2018 of the Polish edition by Wydawnictwo Studio Emka

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, whether by electronic, mechanical and/or photocopying means without the prior written permission of the World Economic Forum, Cologne, Switzerland.

Wszelkie prawa, włącznie z prawem do reprodukcji tekstów w całości lub w części, w jakiegokolwiek formie – zastrzeżone.

Wydawnictwo Studio EMKA

[wydawnictwo@studioemka.com.pl](mailto:wydawnictwo@studioemka.com.pl)

[www.studioemka.com.pl](http://www.studioemka.com.pl)

ISBN 978-83-66142-11-4

Skład i łamanie: Anter Poligrafia

W polskiej edycji książki dokonano niezbędnej aktualizacji danych i informacji do 2018 r., na podstawie dostępnych źródeł.

Skład wersji elektronicznej

Marcin Kapusta

**virtualo**

[konwersja.virtualo.pl](http://konwersja.virtualo.pl)

# Spis treści

## Punit Renjen. Przedmowa

## Marek Metrycki. Czwarta rewolucja przemysłowa musi się dokonać przede wszystkim w naszych umysłach

## Wstęp

## 1. Czwarta rewolucja przemysłowa

### 1.1 Kontekst historyczny.

### 1.2 Zasadnicza i systemowa zmiana

## 2. Siły napędowe

### 2.1 Megatrendy.

#### 2.1.1 Megatrendy fizyczne

#### 2.1.2 Megatrendy cyfrowe

#### 2.1.3 Megatrendy biologiczne

### 2.2 Momenty krytyczne

## 3. Wpływ

### 3.1 Gospodarka

#### 3.1.1 Wzrost

#### 3.1.2 Zatrudnienie

#### 3.1.3 Natura pracy

### 3.2 Biznes

#### 3.2.1 Oczekiwania klientów

#### 3.2.2 Produkty wzmocnione o dane

#### 3.2.3 Innowacje oparte na współpracy.

#### 3.2.4 Nowe modele działalności

### 3.3 Narodowe i globalne

#### 3.3.1 Rządy.

3.3.2 Państwa, regiony i miasta

3.3.3 Bezpieczeństwo międzynarodowe

### **3.4 Społeczeństwo**

3.4.1 Nierówność i klasa średnia

3.4.2 Społeczność

### **3.5 Jednostka**

3.5.1 Tożsamość, moralność i etyka

3.5.2 Więź ludzka

3.5.3 Zarządzanie informacją prywatną i publiczną

## **Droga naprzód**

## **Podziękowania**

## **Aneks: Głęboka zmiana**

Zmiana 1. Technologie wszczepialne

Zmiana 2. Nasza obecność cyfrowa

Zmiana 3. Wzrok jako nowy interfejs

Zmiana 4. Urządzenia typu *wearable* (internet w ubraniach)

Zmiana 5. Wszechobecna komputeryzacja

Zmiana 6. Superkomputer w twojej kieszeni

Zmiana 7. Przechowywanie danych dla każdego

Zmiana 8. Internet Rzeczy i dla Rzeczy.

Zmiana 9. Inteligentny dom

Zmiana 10. Inteligentne miasta

Zmiana 11. *Big data* a decyzje

Zmiana 12. Autonomiczne samochody

Zmiana 13. Sztuczna inteligencja i podejmowanie decyzji

Zmiana 14. AI i „białe kołnierzyki”

Zmiana 15. Robotyzacja i usługi

Zmiana 16. Bitcoin i blockchain

Zmiana 17. Gospodarka współdzielenia

Zmiana 18. Państwa i blockchain

Zmiana 19. Druk 3D i wytwórczość



Zmiana 20. Druk 3D i ludzkie zdrowie

Zmiana 21. Druk 3D i produkty konsumenckie

Zmiana 22. Zaprojektowanie istoty ludzkiej

Zmiana 23. Neurotechnologie

**Przypisy.**

# Przedmowa

Czwarta rewolucja przemysłowa, zwana również Industry 4.0, zmierza do zjednoczenia zasobów materialnych i cyfrowych, czyli wykorzystania tych możliwości, które współcześnie we wszystkich dziedzinach życia są stwarzane przez dane, narzędzia analityczne i technologie mobilne. Przebieg poprzednich rewolucji przemysłowych obejmował życie kilku pokoleń. My obecnie jesteśmy świadkami niespotykanego wcześniej tempa, w jakim rozwijają się choćby łączność bezprzewodowa, sztuczna inteligencja, automatyzacja, nanotechnologia, druk 3D, biotechnologia czy *big data*.

To wszystko zmienia nasze życie, pracę i relacje międzyludzkie. Klaus Schwab na kolejnych stronach swej książki wyjaśnia, że jednoczesne pojawienie się technologii cyfrowych obok przełomowych rozwiązań w produkcji materiałów i biotechnologii oznacza powstanie zupełnie nowych metod produkcji, konsumpcji, komunikacji i przemieszczania się. Zmiany te będą miały fundamentalne znaczenie nie tylko dla aktualnie występujących gałęzi przemysłu oraz największych graczy rynkowych, ale i dla struktury całej światowej gospodarki, także dla lokalnych społeczności, a nawet tożsamości poszczególnych osób.

Aby z powodzeniem móc korzystać z owoców czwartej rewolucji przemysłowej, firmy powinny się odpowiednio przygotować. Globalne badanie Deloitte, przeprowadzone w 2018 roku, dowodzi jednak, że na ogół nie są na to gotowe. Spośród szefów firm uczestniczących w ankiecie tylko 14% jest przekonanych, że prowadzone przez nich przedsiębiorstwa są w stanie w pełni wykorzystać zmiany związane z Industry 4.0, a mniej niż jedna czwarta liderów uważa, że ich pracownicy dysponują kwalifikacjami, które będą potrzebne w przyszłości<sup>1</sup>.

Jeszcze bardziej niepokoi fakt, że za powszechnym optymizmem dotyczącym Industry 4.0 kryje się kompletna nieświadomość, jaki ogrom pracy i zasobów ludzkich jest potrzebny, by należycie się przygotować do korzystania z nowych możliwości. A nawet wtedy, gdy członkowie zarządów zdają sobie sprawę nie tylko ze spodziewanych profitów, ale i realnych zagrożeń, nader często się zdarza,

że cele i zadania krótkoterminowe uznawane są za istotniejsze od długoterminowych inwestycji, od których zależy wprowadzanie niezbędnych zmian.

Trafiająca w Państwa ręce książka zawiera jasne wskazówki, z których mogą korzystać osoby kierujące firmami na całym świecie, zdecydowane na konsekwentną realizację programu dostosowania się do realiów czwartej rewolucji przemysłowej – niezależnie od branży, systemu czy społeczności. Napisana przystępnym językiem, przybliża w uporządkowany sposób najważniejsze trendy kształtujące naszą teraźniejszość i przyszłość. Poza nowym spojrzeniem na zachodzące właśnie historyczne zmiany, autor proponuje nam również nowy sposób myślenia, dzięki któremu łatwiej będzie nie tylko zapewnić naszym przedsiębiorstwom odpowiednie wyniki finansowe, ale również zadbać o właściwe miejsce człowieka w świecie nowoczesnych technologii.

**Punit Renjen** jest prezesem Deloitte Global. Nazwa Deloitte odnosi się do jednej lub kilku jednostek Deloitte Touche Tohmatsu Limited („DTTL”) i jej firm członkowskich oraz ich jednostek stowarzyszonych. DTTL (także „Deloitte Global”) oraz jego firmy członkowskie stanowią oddzielne i niezależne podmioty prawne. DTTL nie świadczy usług na rzecz klientów. Więcej informacji można znaleźć na stronie: [www.deloitte.com/about](http://www.deloitte.com/about).

**Marek Metrycki**

Partner Zarządzający Deloitte Polska

# **Czwarta rewolucja przemysłowa musi się dokonać przede wszystkim w naszych umysłach**

Maszyna parowa, żarówka, komputer – symbole trzech rewolucji przemysłowych. Co okaże się symbolem czwartego przełomu? Z wielkim prawdopodobieństwem można stwierdzić, że będzie to jakieś urządzenie korzystające ze sztucznej inteligencji. Parę lat temu Klaus Schwab, twórca i prezes Światowego Forum Ekonomicznego w Davos, ogłosił w książce *The Fourth Industrial Revolution*, wydanej w 2016 roku, że czwarta rewolucja przemysłowa już się rozpoczęła i nie powinniśmy jej przegapić. Dziś pewnie napisałby, że jej początek mamy już za sobą. To, co wydawało się bliską przyszłością, jest już teraźniejszością.

Najbardziej utytułowany kanadyjski hokeista Wayne Gretzky powiedział kiedyś, że dobrego gracza poznaje się po tym, że jedzie zawsze tam, gdzie akurat jest krążek. Natomiast zawodnik wybitny kieruje się tam, gdzie krążek będzie za chwilę. Jestem przekonany, że osiemdziesięcioletni dziś profesor Klaus Schwab, światowej sławy ekonomista, którego życie zawodowe przypadło na czas gwałtownych przeobrażeń wynikających z trzeciej rewolucji przemysłowej, jest nie tylko wybitnym graczem, ale również wizjonerem. W swej książce jako jeden z pierwszych na świecie pokusił się o to, aby w bardzo przystępny sposób wyjaśnić, co dokładnie oznacza czwarta rewolucja przemysłowa. A nie jest to pojęcie łatwe ani do wytłumaczenia, ani do zrozumienia.

Pierwsza rewolucja zakładała mechanizację produkcji dzięki wykorzystaniu energii wodnej i parowej, druga bazowała na energii elektrycznej, trzecia – na wprowadzeniu do przemysłu komputerów i automatyzacji procesów wytwórczych. Biorąc pod uwagę fakt, że od początku trzeciej rewolucji upłynęło zaledwie 50 lat, czwarty przełom technologiczny może dokonać się najszybciej w historii. Ale nie chodzi tylko o tempo, nie mniej oszałamiający jest efekt skali. Obecna zmiana

wyduje się najgłębsza i najważniejsza. Dotknie każdego aspektu naszego życia – pracy, zdrowia, relacji międzyludzkich etc.

Czwarta rewolucja opiera się na inteligentnej, połączonej technologii nie tylko wewnątrz organizacji, ale także w codziennym życiu. Jej istotą jest przeniesienie większości decyzji z gestii ludzi do kompetencji maszyn oraz zatarcie granic pomiędzy tym, co biologiczne, a tym, co cyfrowe. Głównymi siłami napędowymi tych zmian są między innymi: Internet Rzeczy, sztuczna inteligencja, blockchain, autonomiczne pojazdy, druk 3D, zaawansowana robotyzacja.

Jak pokazuje historia, wszystkie przełomowe momenty w dziejach ludzkości miały zarówno destrukcyjny, jak i twórczy wpływ na rzeczywistość. Przemysł 4.0 nie jest pod tym względem wyjątkiem. Stanowi ryzyko, ale oferuje jednocześnie szereg nowych możliwości. Innowacyjne produkty i usługi, podwyższenie jakości obsługi klientów, zmiany na rynku pracy (zanik wielu tradycyjnych zawodów, nowe miejsca pracy) czy przededefiniowanie dotychczasowych modeli biznesowych to tylko niektóre z nich.

Wiadomo, że to, co nieznane, często budzi lęk. To naturalny odruch. Ale czwarta rewolucja już się rozpoczęła, dzieje się tu i teraz. Zignorowanie jej jest niemożliwe, a brak reakcji na zachodzące zmiany może skutkować pozostaniem w tyle. Jako Deloitte staramy się towarzyszyć trwającemu już procesowi przekształceń. Naszym celem jest umiejętnie i efektywnie czerpać z Rewolucji 4.0, zapewniając naszym klientom wszystko, co najlepsze i najkorzystniejsze dla biznesu, organizacji i otaczającego nas świata. Działania w tym kierunku rozpoczęliśmy na szczeblu globalnym, między innymi podczas Światowego Forum Ekonomicznego w Davos w 2017 roku, przenosząc je następnie na rodzimy rynek. Jednym z efektów naszych starań jest przygotowanie polskiej, zaktualizowanej edycji książki prof. Klausa Schwaba, którą obecnie Państwu przedstawiamy. W mojej ocenie ta publikacja w kompleksowy sposób przedstawia charakter Rewolucji 4.0. Autor nie ogranicza się do wskazania zmian technologicznych, uwagę poświęca przede wszystkim tak zasadniczym kwestiom, jak zmiany w sposobach myślenia, edukowania, pracy, dbania o zdrowie, także prowadzenia biznesu, działania organizacji, społeczeństwa czy wręcz funkcjonowania państw.

O te zmiany, które już się dzieją, i o te, które nadchodzą, Deloitte zapytał podczas „Millennial Survey 2018” pokolenie milenialsów, coraz widoczniej obecne na światowym rynku pracy. Jak się okazało, generacja Y ma duże oczekiwania związane z tą rewolucją. W Polsce aż 47 procent milenialsów jest przekonanych,

że Przemysł 4.0 zwolni ich z części obowiązków i umożliwi większą kreatywność. Co ważniejsze, taki sam odsetek ankietowanych uważa, że to właśnie po stronie pracodawcy leży największa odpowiedzialność za przygotowanie ich do nadchodzącej zmiany. Czy ta transformacja okaże się pozytywna, zależy od tego, w jaki sposób zarówno biznes, jak i całe społeczeństwo wykorzystają potencjał Rewolucji 4.0. Bez wątpienia jest to jedno z największych wyzwań dla współczesnego świata. Nie mamy zbyt wiele czasu, aby się na nie przygotować. Zmiany już się dokonują.

Jestem głęboko przekonany, że każde słowo prof. Klausa Schwaba w *Czwartej rewolucji przemysłowej* warte jest uwagi. Zapraszam do lektury!

# Wstęp

Znajdujemy się na początku przewrotu, który w sposób fundamentalny zmienia sposób, w jaki żyjemy, pracujemy i utrzymujemy kontakty. Spośród różnorodnych i fascynujących wyzwań, które w związku z tym stoją dzisiaj przed nami, największym i najważniejszym zadaniem jest zrozumieć nową rewolucję technologiczną i odpowiednio ukierunkować jej przebieg. Aby okazało się to możliwe, konieczna jest, ni mniej, ni więcej, tylko transformacja ludzkości. Jestem bowiem przekonany, że swoją skalą, zakresem i stopniem skomplikowania czwarta rewolucja przemysłowa nie przypomina niczego, z czym jako ludzie mieliśmy dotąd do czynienia.

Ciągle jeszcze nie zdajemy sobie w pełni sprawy z tempa i zakresu dokonującego się cywilizacyjnego przełomu. Wystarczy jednak uświadomić sobie nieograniczone możliwości wynikające z faktu, że miliardy osób pozostają połączone ze sobą poprzez urządzenia mobilne, co daje niespotykaną wcześniej moc przetwarzania i przechowywania informacji oraz możliwość dostępu do wiedzy. Albo pomyśleć o kumulacji przełomów technologicznych i niesamowitych osiągnięciach w tak rozległych obszarach jak: sztuczna inteligencja (AI), robotyka, Internet Rzeczy (IoT), autonomiczne samochody, druk 3D, nanotechnologia, biotechnologia, materiałoznawstwo, przechowywanie energii czy komputery kwantowe – a to zaledwie kilka dziedzin. Wiele z tych innowacji jest dopiero w powijakach, ale już wkrótce zbliżą się w swoim rozwoju do decydującego punktu, kiedy to, napędzając i wzmacniając się wzajemnie, tworzyć będą technologię spajającą świat – fizyczny, cyfrowy i biologiczny.

Jesteśmy świadkami ogromnych zmian we wszystkich branżach; wyłaniają się nowe modele biznesowe, pojawiają się przełomowe zakłócenia<sup>2</sup> w istniejącym porządku, które rewolucjonizują systemy produkcji, konsumpcji, transportu i dostaw. Na froncie społecznym zachodzi zmiana paradygmatu określającego, jak pracujemy i komunikujemy się, a także jak się wyrażamy, jak przekazujemy informacje i jakich szukamy rozrywek. Przekształceniom ulegają zarówno rządy i instytucje, jak i systemy edukacji, opieki zdrowotnej, transportu oraz wiele innych. Nowe sposoby posługiwania się technologią wpływają na nasze zachowania oraz na systemy produkcji i konsumpcji, stwarzają także możliwości

wspierania, regeneracji i ochrony środowiska naturalnego, zamiast tworzenia ukrytych kosztów w formie efektów zewnętrznych.

Zmiany te, pod względem rozmiaru, tempa i zakresu, nie mają sobie równych w historii.

Z jednej strony, zasadnicza niepewność towarzysząca rozwojowi i przyjmowaniu dopiero rodzących się technologii oznacza, że jeszcze nie wiemy, w jakim kierunku potoczą się zmiany powodowane przez obecną rewolucję przemysłową. Z drugiej strony, kompleksowość tych zmian oraz wzajemne powiązania między sektorami sprawiają, że interesariusze społeczeństwa globalnego – rządy, firmy, uczelnie, społeczeństwo obywatelskie – są wręcz zobowiązani do współpracy w celu lepszego zrozumienia pojawiających się trendów.

Powszechne wzajemne porozumienie jest szczególnie ważne, jeżeli mamy kształtować wspólną przyszłość, uwzględniającą spójne cele i wartości. Niezbędne jest do tego głębokie, rozpowszechnione w całym świecie przekonanie, że technologia zmienia życie nasze oraz przyszłych pokoleń, a zwłaszcza uświadomienie sobie, w jaki sposób przekształca już teraz ekonomiczny, społeczny, kulturalny i ogólnoludzki kontekst naszej egzystencji.

Zmiany następują tak dynamicznie, że nigdy wcześniej w dziejach ludzkości nie było czasów perspektywicznie bardziej obiecujących, ale i niosących zarazem większe potencjalne niebezpieczeństwa. W tym kontekście niepokoi fakt, że decydenci zbyt często pozostają pogrążeni w tradycyjnym, linearnym (i nienaruszającym równowagi) sposobie myślenia bądź też zanadto skupiają się na aktualnych kwestiach, zamiast zacząć strategicznie myśleć o przełomowych zakłóceniach i innowacjach kształtujących naszą przyszłość.

Mam pełną świadomość, że zmiany, którym się przyglądam i do których odnoszę się w tej książce, niektórzy uczeni i eksperci uważają po prostu za element trzeciej rewolucji przemysłowej. Jestem jednak przekonany, że istnieją przynajmniej trzy powody, by uznać, że w istocie trwa już czwarta, odrębna rewolucja.

**Szybkość:** W odróżnieniu od poprzednich rewolucji przemysłowych, obecna postępuje w tempie wykładniczym, nielinearnym. Wynika to z mechanizmów wieloaspektowego, głęboko powiązanego świata, w którym żyjemy, oraz z faktu, że każda nowa technologia daje początek nowszej, jeszcze sprawniejszej technologii.



**Szerokość i głębia:** Obecne wykorzystanie możliwości cyfrowych w połączeniu z rozlicznymi technologiami prowadzi do niespotykanych dotąd zmian paradygmatów w ekonomii, biznesie, społeczeństwie, życiu jednostek. Zmienia nie tylko, „co” i „jak” robimy, ale także to, „kim” jesteśmy.

**Wpływ na systemy:** Dzisiejsza rewolucja wyraża się w transformacji całych systemów – zarówno tych, które przechodzą poprzez kraje, firmy, branże i całość społeczeństwa, jak i obecnych wewnątrz ich struktur.

Pisząc tę książkę, chciałem określić podstawy czwartej rewolucji przemysłowej – czym jest, co przyniesie, jak na nas wpłynie i co można zrobić, by wykorzystać ją dla wspólnego dobra. Książka przeznaczona jest dla wszystkich, którzy interesują się naszą przyszłością i którzy są zdecydowani wykorzystać oferowane przez rewolucyjną zmianę okazje, aby uczynić świat lepszym.

Stawiam sobie trzy zasadnicze cele:

- zwiększyć świadomość kompleksowości i tempa czwartej rewolucji przemysłowej oraz jej wieloaspektowych skutków
- stworzyć ramy myślenia o tej rewolucji, wyznaczające podstawowe kwestie i możliwe odpowiedzi
- stworzyć rodzaj forum inspiracji do współpracy i partnerstwa publiczno-prywatnego w sprawach związanych z rewolucją technologiczną.

Podstawowym zadaniem *Czwartej rewolucji przemysłowej* jest określenie sposobu współistnienia technologii i społeczeństwa. Technologia nie jest zewnętrzną siłą, nad którą nie mamy żadnej kontroli. Nie jesteśmy skazani na wybór między „zaakceptować i żyć z tym” albo „odrzuć i żyć bez tego”. Nawet drastyczną zmianę technologiczną powinniśmy przyjmować jako zaproszenie do refleksji: kim jesteśmy i jak postrzegamy świat. Im głębiej będziemy się zastanawiali nad sposobami wykorzystania obecnej rewolucji przemysłowej, z tym większą uwagą zaczniemy analizować samych siebie, a także modele społeczne przez nowe technologie tworzone i formowane. Zyskamy dzięki temu więcej możliwości takiego kształtowania dokonujących się rewolucyjnych zmian, by świat stawał się coraz lepszy.

Zapanowanie nad czwartą rewolucją przemysłową w taki sposób, by stwarzała większe możliwości i skupiała się na ludziach, zamiast dzielić i dehumanizować, nie jest zadaniem ani dla pojedynczego interesariusza czy sektora, ani dla jednego regionu, branży, kultury. Z fundamentalnego i globalnego charakteru tej rewolucji wynika, że obejmie ona wszystkie państwa, gospodarki, sektory i dotknie

wszystkich ludzi, a oni także będą na nią oddziaływać. Jest zatem sprawą niezwyklej wagi, abyśmy z pełną uwagą i energią skupili się na współpracy wielu podmiotów – ponad granicami akademickimi, społecznymi, politycznymi, narodowymi czy przemysłowymi. Interakcje i współdziałanie są niezbędne do stworzenia pozytywnych, wspólnych i pełnych nadziei narracji, które umożliwią jednostkom i grupom ze wszystkich stron świata uczestniczenie w dokonujących się przemianach i czerpanie z nich korzyści.

Wiele przywołanych w *Czwartej rewolucji przemysłowej* informacji, jak i moje własne analizy odnoszą się do aktualnych projektów i inicjatyw Światowego Forum Ekonomicznego (World Economic Forum, WEF), które były zgłaszane, opracowywane i dyskutowane na spotkaniach tego gremium w ostatnich latach. Inspirację czerpałem także z licznych rozmów, które odbywałem z przedstawicielami firm, liderami państw i społeczeństwa obywatelskiego, z pionierami technologii, a także z młodymi ludźmi. W tym sensie jest to publikacja tworzona zbiorowo, produkt kolektywnej mądrości społeczności Światowego Forum Ekonomicznego. Mam nadzieję, że przyczyni się tym samym również do kształtowania przyszłych działań Forum.

Książka składa się z trzech rozdziałów. Pierwszy z nich jest ogólnym oglądem czwartej rewolucji przemysłowej. W drugim rozdziale prezentuję główne technologie prowadzące do transformacji. W trzecim zgłębiam efekty rewolucji i niektóre wyzwania polityczne, jakie w jej wyniku się pojawiają. Zamykam swoje rozważania przeglądem praktycznych pomysłów i rozwiązań, które wydają się decydujące dla zaadaptowania, ukształtowania i wykorzystywania potencjału wynikającego z tej wielkiej zmiany.

# 1. Czwarta rewolucja przemysłowa

## 1.1 Kontekst historyczny

Słowo „rewolucja” oznacza gwałtowną i radykalną zmianę. Rewolucje wydarzały się w toku historii, gdy nowe technologie i nowe sposoby postrzegania świata uruchamiały zasadniczą zmianę w systemach gospodarczych i strukturach społecznych. Ponieważ punktem odniesienia jest historia, gwałtowność tych zmian może rozkładać się na lata.

Pierwsza przełomowa zmiana w naszym sposobie życia – przejście od zbieractwa do uprawy – miała miejsce około 10 000 lat temu i umożliwiło ją udomowienie zwierząt. Rewolucja agrarna połączyła pracę zwierząt i ludzi dla rozwoju produkcji, transportu i komunikacji. Stopniowo doskonaliło się wytwarzanie żywności, co z kolei powodowało wzrost populacji i sprzyjało powstawaniu większych osad ludzkich. A to doprowadziło z czasem do urbanizacji i rozwoju miast.

Po rewolucji agrarnej nastąpiła seria rewolucji przemysłowych. Zainicjowało ją w drugiej połowie XVIII wieku przejście od posługiwania się siłą mięśni do korzystania z siły mechanicznej, czego odległym efektem jest dziś – podczas czwartej już rewolucji przemysłowej – sytuacja, że produkcję ludzką wspiera wzmocniona siła kognitywna.

Pierwsza rewolucja przemysłowa rozpoczęła się około roku 1760 i trwała mniej więcej do 1840. Uruchomiła ją budowa kolei i wynalezienie silnika parowego, a jej efektem było wprowadzenie produkcji mechanicznej. Druga rewolucja przemysłowa, która przypadła na przełom XIX i XX wieku, umożliwiła produkcję masową, co rozpoczęło się od zastosowania elektryczności i wprowadzenia linii produkcyjnej. Początek trzeciej rewolucji przemysłowej to lata sześćdziesiąte XX wieku. Zazwyczaj nazywa się ją rewolucją komputerową lub cyfrową, gdyż katalizatorami dla niej były pojawiające się kolejno: półprzewodniki i duże

systemy komputerowe (lata sześćdziesiąte), komputery osobiste (lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte) oraz internet (lata dziewięćdziesiąte).

Nie zapominając o różnych definicjach i akademickich argumentach, jakich używa się do opisywania pierwszych trzech rewolucji przemysłowych, jestem przekonany, że stoimy dzisiaj u progu czwartej rewolucji przemysłowej. Rozpoczęła się ona na przełomie wieków i czerpie z rewolucji cyfrowej. Charakteryzują ją coraz bardziej wszechobecny i mobilny internet, silniejsze a jednocześnie mniejsze i tańsze czujniki, wreszcie sztuczna inteligencja i uczące się maszyny.

Technologie cyfrowe, których podstawą jest sprzęt komputerowy, oprogramowanie i sieci, nie są już nowością, ale – w odróżnieniu od trzeciej rewolucji przemysłowej – stają się coraz bardziej wyrafinowane, zintegrowane i w rezultacie przekształcają zarówno społeczeństwa, jak i globalną gospodarkę. To właśnie z tego powodu dwaj profesorowie z Massachusetts Institute of Technology (MIT), Erik Brynjolfsson i Andrew McAfee, którzy nazwali obecny okres „drugim wiekiem maszyny”<sup>3</sup> – to tytuł ich książki z 2014 roku – wsławili się twierdzeniem, że świat znalazł się właśnie w momencie krytycznym, w którym skutki technologii cyfrowych ujawnią się „w pełni” w automatyzacji oraz tworzeniu „rzeczy bez precedensu”.

W Niemczech toczą się dyskusje, których tematem jest „Przemysł 4.0” – termin ten ukuto na Targach w Hanowerze w roku 2011, aby wskazać, jak zostanie zrewolucjonizowana organizacja globalnych łańcuchów wartości. Stwarzając warunki do funkcjonowania „inteligentnych fabryk”, czwarta rewolucja przemysłowa kreuje świat, w którym wirtualne i fizyczne systemy produkcji współpracują ze sobą globalnie w sposób elastyczny. Umożliwia w ten sposób pełne dostosowanie produktów do życzeń klienta i tworzenie nowych modeli operacyjnych.

Czwarta rewolucja przemysłowa nie dotyczy jednak wyłącznie inteligentnych i sprzężonych ze sobą maszyn i systemów. Jej zakres jest znacznie szerszy. Wyzwała fale kolejnych przełomów w różnych obszarach – od sekwencjonowania genów do nanotechnologii, od recyklingu do komputerów kwantowych. Fuzje tych technologii oraz wywołane przez nie interakcje w sferach fizycznych, cyfrowych i biologicznych sprawiają, że czwarta rewolucja przemysłowa fundamentalnie różni się od swych poprzedniczek.

Pojawiające się w obecnej rewolucji technologicznej i przełomowe innowacje rozprzestrzeniają się znacznie szybciej i szerzej niż odbywało się to w trakcie poprzednich rewolucji przemysłowych, które nadal w pewnych częściach świata się toczą. Do około 15% świata nie dotarły jeszcze w pełni skutki drugiej rewolucji przemysłowej, ponieważ nieomal miliard ludzi wciąż nie ma dostępu do elektryczności. Tym bardziej dotyczy to oddziaływania trzeciej rewolucji przemysłowej, skoro ponad połowa światowej populacji – prawie 4 miliardy ludzi, z których większość żyje w krajach rozwijających się – ciągle nie używa internetu. Wrzeciono (symbol pierwszej rewolucji przemysłowej) rozpowszechniało się poza Europą przez niemal 120 lat. Tymczasem internet rozprzestrzenił się po całym globie w niecałą dekadę.

W dalszym ciągu obowiązuje natomiast lekcja wynikająca z pierwszej rewolucji przemysłowej – zakres, w jakim społeczeństwo przyjmuje innowacje technologiczne, jest istotnym wyznacznikiem postępu. Swoje muszą tu zrobić rządy i instytucje publiczne, a także sektor prywatny, ale niezwykle ważne jest także i to, by sami obywatele dostrzegali perspektywiczne korzyści.

Jestem przekonany, że czwarta rewolucja przemysłowa będzie pod każdym względem równie potężna, wpływowa i historycznie doniosła jak jej trzy poprzedniczki. Niepokoją mnie jednak dwie sprawy dotyczące czynników, które mogą ograniczyć rewolucyjny potencjał i uniemożliwić jego skuteczne i kompletne wykorzystanie.

Po pierwsze, w reakcji na czwartą rewolucję przemysłową, a zwłaszcza wobec potrzeby ponownego przeorientowania naszych systemów gospodarczych, społecznych i politycznych, uważam, że wymagania wobec poziomu przywództwa oraz stopień zrozumienia zmian zachodzących we wszystkich sektorach są zbyt niskie. W rezultacie niezbędne ramy instytucjonalne, które pozwalają, zarówno na poziomie państwowym, jak i globalnym, na zarządzanie dyfuzją innowacji oraz na ograniczanie zakłóceń, okazują się w najlepszym wypadku niewystarczające, a w najgorszym – w ogóle ich nie ma.

Po drugie, na świecie brakuje spójnej, pozytywnej i wspólnej narracji, która wskazałaby możliwości i wyzwania wiążące się z czwartą rewolucją przemysłową. Taka narracja jest niezbędna, jeżeli mamy upodmiotowić różnorodny zestaw jednostek i społeczności, unikając przy tym powszechnego sprzeciwu wobec rozpoczynających się fundamentalnych zmian.

## 1.2 Zasadnicza i systemowa zmiana

Założeniem tej książki jest przekonanie, że technologia i digitalizacja zrewolucjonizują wszystko; wyrazić to też można nadużywanym, a niekiedy niewłaściwie stosowanym powiedzeniem: „tym razem jest inaczej”. Mówiąc wprost, przełomowe innowacje technologiczne są o krok od uruchomienia olbrzymiej zmiany na całym świecie.

Skala i zakres tej zmiany pozwalają zrozumieć, dlaczego zakłócenia i przełomowe innowacje są dzisiaj tak mocno odczuwalne. Tempo ich pojawiania się – z punktu widzenia ich rozwoju i dyfuzji – jest większe niż kiedykolwiek. O obecnych, dziś powszechnie znanych sprawcach zakłóceń równowagi – Airbnb, Uber, Alibaba itp. – jeszcze kilka lat temu nikt nie słyszał. Wszechobecny iPhone pojawił się w 2007 roku. A pod koniec roku 2015 funkcjonowały już 2 miliardy smartfonów. Swój pierwszy w pełni autonomiczny samochód Google pokazał w 2010. Niedługo takie pojazdy mogą stać się powszechną rzeczywistością na drogach.

Mógłbym wyliczać dalej. Jednak nie chodzi tylko o tempo – nie mniej oszałamiający jest efekt skali. Cyfryzacja oznacza automatyzację, która z kolei oznacza, że firmy nie muszą mierzyć się ze zmniejszającym się efektem skali (a w każdym razie w niewielkim stopniu). Jak to wygląda na wyższym poziomie: porównajcie Detroit w roku 1990 (kiedy było istotnym ośrodkiem przemysłów tradycyjnych) z Doliną Krzemową w 2014. Trzy największe firmy w Detroit miały łącznie w roku 1990 kapitalizację rynkową na poziomie 36 miliardów dolarów, przychody w wysokości 250 miliardów dolarów oraz 1,2 miliona pracowników. W 2014 trzy największe firmy Doliny Krzemowej przy znacznie wyższej kapitalizacji rynkowej (1,09 biliona dolarów) osiągały z grubsza takie same przychody (247 miliardów dolarów) przy niemal dziesięciokrotnie mniejszym zatrudnieniu (137 000 osób)<sup>4</sup>.

Jednostka bogactwa tworzona jest dzisiaj przy pomocy znacznie mniejszej liczby pracowników niż 10 czy 15 lat temu, a stało się to możliwe dzięki temu, że koszty krańcowe firm gospodarki cyfrowej zbliżają się do zera. Dodatkowo w epoce cyfrowej wiele nowych przedsiębiorstw dostarcza tego typu informacje, których przechowywanie, transport i powielanie nie tworzą praktycznie żadnych kosztów. Niektóre z tych zakłócających istniejącą równowagę firm technologicznych wydają się doskonale sobie radzić przy bardzo niewielkim kapitale. Takie przedsięwzięcia jak Instagram czy WhatsApp nie potrzebowały na początek wielu funduszy, co w rezultacie zmieniło znaczenie kapitału dla rozwoju firmy

w realiach czwartej rewolucji przemysłowej. Ogólnie pokazuje to, jak efekt skali zachęca do dalszych zmian skali i wpływa na całe systemy.

Oprócz tempa i zakresu czwartą rewolucję przemysłową wyróżnia także wzrastająca harmonizacja i integracja coraz większej liczby różnych dyscyplin i odkryć. Konkretnie innowacje, wynikające ze wzajemnych powiązań między różnymi technologiami, nie należą już do dziedziny *science fiction*. Obecnie cyfrowe technologie produkcji mogą na przykład wchodzić w interakcje ze światem biologicznym. Niektórzy projektanci i architekci już dzisiaj łączą projektowanie komputerowe, drukowanie przestrzenne i biologię syntetyczną, aby tworzyć pionierskie systemy, w których zachodzi interakcja między mikroorganizmami, naszymi ciałami, konsumowanymi przez nas produktami, a nawet zamieszkiwanymi przez nas budynkami. W ten sposób tworzą (wręcz „hoduja”) obiekty, które nieustannie się zmieniają i adaptują (cecha typowa dla królestwa zwierzęcego i roślinnego)<sup>5</sup>.

W *Drugim wieku maszyny* Brynjolfsson i McAfee przekonują, że komputery są już tak sprawne, iż w zasadzie nie można przewidzieć, jakie mogą mieć zastosowania choćby za kilka lat. Sztuczna inteligencja (AI) jest wszędzie wokół nas, od autonomicznych samochodów i dronów po wirtualnych asystentów i programy tłumaczeniowe. To zmienia nasze życie. AI czyni imponujące postępy napędzane gwałtownym przyrostem mocy obliczeniowej i dostępnością olbrzymich ilości danych – od oprogramowania umożliwiającego odkrywanie nowych leków po algorytmy przewidujące nasze zainteresowania kulturalne. Wiele z tych algorytmów potrafi uczyć się, używając „okruszków” danych, które zostawiamy w świecie cyfrowym. To prowadzi do nowych typów „uczących się maszyn” i zautomatyzowanych odkryć, które umożliwiają „inteligentnym” robotom i komputerom, wychodzącym z podstawowych założeń, na samoprogramowanie się i znajdowanie optymalnych rozwiązań.

Aplikacje w rodzaju Siri z Apple pozwalają dostrzec siłę jednej tylko części szybko się rozwijającego obszaru AI – tak zwanych inteligentnych asystentów. Inteligentni asystenci osobiści zaczęli się pojawiać dopiero kilka lat temu.

Dzisiaj rozpoznawanie głosowe i sztuczna inteligencja rozwijają się tak szybko, że mówienie do komputerów stanie się wkrótce normą, zapewniając coś, co niektórzy technologowie nazywają przetwarzaniem bez granic – wirtualni asystenci osobiści będą w nim nieustannie dostępni, aby robić notatki i odpowiadać na pytania użytkownika. Nasze urządzenia zaczną stawać się coraz istotniejszą częścią

naszego osobistego ekosystemu; to one będą nas słuchały, przewidywały nasze oczekiwania i pomagały nam, gdy tego będziemy potrzebowali – nawet bez pytania.

### **Nierówność jako wyzwanie systemowe**

Czwarta rewolucja przemysłowa niesie wielkie korzyści i równie wielkie wyzwania. Szczególnym problemem staną się pogłębiające się nierówności. Wyzwania wynikające ze wzrostu nierówności trudno skwantyfikować, ponieważ w znacznej większości jesteśmy i konsumentami, i wytwórcami, zatem przełomowe zmiany i innowacje wywrą zarówno pozytywny, jak i negatywny wpływ na standard naszego życia i na dobrobyt.

Wydaje się, że konsument zyska najwięcej. Czwarta rewolucja przemysłowa umożliwia powstawanie nowych produktów i usług, które niemal bez żadnych kosztów będą zwiększały wydajność naszego życia osobistego jako konsumentów. Zamawianie taksówki, znajdowanie właściwego lotu, kupowanie produktu, realizacja płatności, słuchanie muzyki czy oglądanie filmu – wszystko to da się teraz zrobić na odległość. Korzyści z nowej technologii dla tych z nas, którzy jej używamy, są niezaprzeczalne. Internet, smartfon i tysiące aplikacji czynią nasze życie łatwiejszym oraz – ogólnie – bardziej produktywnym. Takie proste urządzenie jak tablet – którego używamy do czytania, przeglądania i komunikacji – ma moc obliczeniową równą pięciu tysiącom komputerów sprzed 30 lat, podczas gdy koszt przechowywania informacji zbliża się do zera (przechowywanie 1GB kosztuje obecnie średnio poniżej 0,03 dolara rocznie, w porównaniu z 10 000 dolarów dwie dekady temu).

Wyzwania tworzone przez czwartą rewolucję przemysłową wydają się pojawiać głównie po stronie podaży – w świecie pracy i produkcji. W ciągu ostatnich kilku lat przeważająca większość najbardziej rozwiniętych państw, a także niektóre szybko rozwijające się gospodarki, jak chińska, zaobserwowały znaczny spadek udziału pracy w PKB. Połowa tego spadku spowodowana została przez obniżanie się relatywnej ceny dóbr inwestycyjnych<sup>6</sup>, co samo w sobie napędzane jest przez postępy w innowacjach (a to z kolei skłania firmy do zastępowania kapitału pracą).

W rezultacie z czwartej rewolucji przemysłowej najwięcej korzyści czerpią dostawcy kapitału intelektualnego lub rzeczowego – innowatorzy, inwestorzy oraz udziałowcy. Wyjaśnia to pogłębiającą się przepaść majątkową pomiędzy tymi, którzy zależni są od swojej pracy, a tymi, którzy posiadają kapitał. Przyczynia się



także do rozczarowania ogarniającego wielu pracowników, którzy uświadamiają sobie, że ich rzeczywisty dochód może nie wzrosnąć w ciągu ich życia i że nie zdołają zapewnić swym dzieciom losu lepszego od tego, jaki mieli oni sami.

Pogłębiające się nierówności i wzrost niepokojów wywoływanych niesprawiedliwością tworzą tak istotne wyzwanie, że poświęcę mu odrębną część rozdziału trzeciego. Koncentrację korzyści i wartości przez tak mały procent ludzi zwiększa dodatkowo tak zwany efekt platformy, wynikający z tego, że organizacje cyfrowe tworzą sieci łączące sprzedających różnorodne produkty i usługi z tymi, którzy te produkty i usługi kupują. A to pozwala korzystać z rosnącego efektu skali.

Skutkiem efektu platformy jest formowanie się nielicznych, ale potężnych firm internetowych, które dominują na swoich rynkach. Korzyści są oczywiste, zwłaszcza dla konsumentów: wyższa wartość, więcej wygody i niższe koszty. Jednak i tu pojawiają się społeczne ryzyka. Aby zatem zapobiec koncentracji wartości i władzy w niewielu rękach, musimy znaleźć sposoby równoważenia korzyści i ryzyk związanych z platformami cyfrowymi (w tym z platformami przemysłowymi), zapewniając otwarcie i możliwość innowacyjności opartej na współpracy.

Wszystkie te fundamentalne zmiany mają nieodwracalny wpływ na nasze systemy gospodarcze, społeczne i polityczne. Nie zmieniłoby tego nawet odwrócenie w jakiejś mierze samego procesu globalizacji. Pytaniem dla wszystkich branż i firm bez wyjątku nie jest już: „czy dotknie mnie przełomowa zmiana?”, ale „kiedy przyjdzie przełomowa zmiana, jaką będzie miała formę i jak wpłynie na mnie i moją organizację?”.

Realność zakłóceń równowagi i nieuchronność ich wpływu nie oznacza, że jesteśmy wobec nich bezbronni. W poczuciu odpowiedzialności powinniśmy ustalić zestaw wspólnych wartości, do których należy dostosować politykę, a następnie zadbać o wprowadzenie tego rodzaju zmian, które sprawiają, że czwarta rewolucja przemysłowa okaże się szansą dla nas wszystkich.

## 2. Siły napędowe

Przełomy naukowe oraz generowane przez nie nowe technologie rozwijają się na tylu różnych frontach i w tylu różnych miejscach, że wydają się wręcz nie do ogarnięcia. Mimo to niezliczone organizacje zajmują się zestawianiem list rankingowych różnych technologii, które mają szansę stać się siłami napędowymi czwartej rewolucji przemysłowej.

Mój wybór kluczowych technologii, które należy z tego względu obserwować, opiera się na badaniach przeprowadzonych przez Światowe Forum Ekonomiczne oraz przez kilka jego Rad Globalnej Agendy (Global Agenda Councils).

### 2.1 Megatrendy

Wszelkie nowości i technologie mają wspólną zasadniczą cechę: wykorzystują wszechobecną potęgę digitalizacji i technologii informatycznych. Każda innowacja, która będzie opisana w tym rozdziale, pojawiła się i rozwinęła dzięki potędze cyfrowej. Na przykład sekwencjonowanie genów nie mogłoby się wydarzyć bez postępów w mocach obliczeniowych i analizie danych. Na tej samej zasadzie nie skonstruowano by zaawansowanych robotów bez sztucznej inteligencji, która również jest w znacznym stopniu uzależniona od mocy obliczeniowej.

Aby zidentyfikować megatrendy i pokazać szeroki pejzaż rozpiętości czynników technologicznych napędzających czwartą rewolucję przemysłową, podzieliłem ich listę na następujące kategorie: fizyczne, cyfrowe i biologiczne. Te trzy segmenty są ze sobą mocno powiązane, a różne technologie korzystają z siebie nawzajem dzięki odkryciom i postępom w każdym z tych zakresów.

#### 2.1.1 Megatrendy fizyczne

Materialny charakter technologicznych megatrendów przejawia się najwyraźniej w czterech podstawowych dziedzinach:

- pojazdy autonomiczne/samojezdne

- druk 3D
- zaawansowana robotyzacja
- nowe materiały.

### **Autonomiczne pojazdy**

W serwisach informacyjnych króluje temat samochodów osobowych bez kierowców, chociaż istnieje już wiele innych autonomicznych pojazdów, choćby ciężarówki, drony, samoloty i łodzie. W miarę postępu w technologiach, zwłaszcza w dziedzinie czujników i sztucznej inteligencji, możliwości wszystkich tych autonomicznych maszyn będą się doskonaliły w szybkim tempie. To kwestia najwyżej kilku lat, by dostępne komercyjnie tanie drony i pojazdy podwodne znalazły różnorodne zastosowania.

Gdy drony zyskają umiejętność wyczuwania otoczenia i reagowania na nie (zmiana toru lotu, by uniknąć kolizji), będą mogły wykonywać takie zadania, jak sprawdzanie przewodów elektrycznych czy dostarczanie zasobów medycznych w strefach walk. W rolnictwie zastosowanie dronów – w połączeniu z analizą danych – umożliwi na przykład bardziej precyzyjne i skuteczniejsze użycie nawozów i wody.

### **Druk 3D**

Druk 3D, zwany także drukowaniem przestrzennym, polega na tworzeniu fizycznego przedmiotu przez drukowanie kolejnych jego warstw na podstawie cyfrowego trójwymiarowego rysunku lub modelu. Jest to przeciwieństwo dotychczasowej produkcji, polegającej na usuwaniu z kawałka materiału warstw i części aż do osiągnięcia pożądanego kształtu. Odwrotnie, druk 3D zaczyna się od luźnego materiału, po czym powstaje trójwymiarowy przedmiot dzięki cyfrowemu wzorowi.

Ta technologia może być różnie wykorzystywana – od wielkich gabarytów (turbiny wiatrowe) po bardzo małe elementy (implanty medyczne).

Dotychczasowe jej stosowanie ograniczone jest głównie do przemysłu samochodowego, aeronautycznego i medycznego. W odróżnieniu od towarów produkowanych masowo, produkty wydrukowane techniką druku 3D można łatwo dostosowywać do indywidualnych oczekiwań. W miarę stopniowego pokonywania bieżących ograniczeń, dotyczących wielkości, kosztów i szybkości, druk 3D będzie się upowszechniał, wytwarzając także zintegrowane części elektroniczne,

jak choćby płytki obwodów drukowanych, a nawet ludzkie komórki i organy. Badacze już dzisiaj pracują nad 4D – procesem, który wytworzyłby nową generację produktów samoczynnie się zmieniających w reakcji na zmiany w środowisku, wywołane chociażby przez temperaturę czy wilgotność. Ten rodzaj technologii mógłby być stosowany w odzieży, obuwiu, a także w produktach związanych ze zdrowiem (np. implanty), projektowanych tak, by dopasowywały się do ludzkiego ciała.

### **Zaawansowana robotyzacja**

Do niedawna użycie robotów było ograniczone do ściśle kontrolowanych zadań w konkretnych branżach, chociażby samochodowej. Dzisiaj jednak zaczyna się używać robotów we wszystkich sektorach i do rozmaitych zadań, od precyzyjnego rolnictwa po pielęgniarstwo. Wkrótce szybkie postępy w robotyce sprawią, że współpraca między ludźmi a maszynami stanie się codziennością. Poza tym, dzięki postępowi technologicznemu w innych dziedzinach, roboty coraz łatwiej się adaptują i stają się elastyczne, a w ich strukturalnym i funkcjonalnym projektowaniu inspiracją są skomplikowane struktury biologiczne (rozszerzenie procesu zwanego biomimikrą, w którym imituje się wzory i strategie natury).

Postęp w dziedzinie czujników umożliwia robotom zrozumienie swojego środowiska i lepszą reakcję na nie, a tym samym wykonanie większej liczby zadań, takich chociażby jak prace domowe. W odróżnieniu od wcześniejszych rozwiązań, gdy programowaniem robotów musiał zajmować się człowiek, obecnie mają one dostęp do informacji na odległość, przez chmurę, i w ten sposób mogą współdziałać z innymi robotami. W następnej generacji robotów, kiedy już ona powstanie, ujawni się pewnie coraz silniejsza potrzeba współpracy między ludźmi a maszynami. W rozdziale trzecim przeanalizuję kwestie etyczne i psychologiczne związane ze stosunkami między ludźmi a maszynami.

### **Nowe materiały**

Na rynki wchodzi nowe materiały o cechach, które jeszcze kilka lat temu wydawały się niewyobrażalne. Generalnie rzecz ujmując, są lżejsze, mocniejsze, nadają się do recyklingu i adaptacji. Pojawiają się też nowe zastosowania inteligentnych materiałów, które same się scalają lub oczyszczają, metali z pamięcią, które wracają do początkowego kształtu, albo ceramiki i kryształów, które zamieniają ciśnienie w energię i tak dalej.

W przypadku nowych materiałów, podobnie jak wobec wielu innych innowacji czwartej rewolucji przemysłowej, trudno określić, dokąd nas zaprowadzą osiągnięcia w tej dziedzinie. Weźmy choćby zaawansowane nanomateriały, takie jak grafen, skuteczny przewodnik ciepła i elektryczności, który jest około 200 razy mocniejszy od stali i milion razy cieńszy od ludzkiego włosa<sup>7</sup>. Kiedy grafen stanie się konkurencyjny cenowo (ciągle jest jednym z najdroższych materiałów na ziemi, płatek o rozmiarach jednego mikrometra kosztuje ponad 1 000 dolarów), może znacząco naruszyć równowagę w przemyśle produkcyjnym i infrastrukturalnym<sup>8</sup>. I zarazem mieć olbrzymi wpływ na kraje mocno polegające na konkretnym towarze.

Inne nowe materiały mogą odegrać ważną rolę w ograniczaniu globalnych zagrożeń. Na przykład jakaś kolejna innowacja w dziedzinie tworzyw termoplastycznych, które stosuje się wszędzie, od telefonów komórkowych po części dla przemysłu lotniczo-kosmicznego, pozwoli na produkcję materiałów wielokrotnego użytku, uważanych dotychczas za praktycznie niemożliwe do recyklingu. Niedawne odkrycie nowych klas odzyskiwalnych polimerów termoplastycznych, zwanych poliheksahydrotriazynami (PHT), to już wielki krok w stronę gospodarki obiegu zamkniętego – z założenia regeneratywnej i działającej przez zerwanie więzi między wzrostem a zapotrzebowaniem na zasoby<sup>9</sup>.

### 2.1.2 Megatrendy cyfrowe

Jednym z głównych mostów pomiędzy zastosowaniami fizycznymi a cyfrowymi, którego utworzenie umożliwiła czwarta rewolucja przemysłowa, jest Internet Rzeczy (IoT) – czasami zwany Internetem Wszystkich Rzeczy. W swej najprostszej formie może być opisany jako kontakt między przedmiotami (produktami, usługami, miejscami itd.) a ludźmi, umożliwiany przez powiązane technologie oraz różne platformy.

Sensory i wiele innych środków pozwalających na łączenie się przedmiotów w świecie fizycznym z sieciami wirtualnymi mnożą się w zaskakującym tempie. Coraz mniejsze, tańsze i inteligentniejsze czujniki instalowane są w domach, ubraniach i akcesoriach, miastach, środkach transportu i sieciach energetycznych, jak również w procesach produkcyjnych. Już dzisiaj mamy dookoła siebie miliardy urządzeń połączonych z internetem, takich jak smartfony, tablety i komputery. A przewiduje się spektakularny wzrost ich liczby w ciągu najbliższych kilku lat – wedle różnych szacunków od kilku miliardów do biliona. To radykalnie zmieni sposób zarządzania łańcuchami dostaw, umożliwiając monitorowanie

i optymalizację aktywów i działań nawet na najniższym poziomie. Proces ten wywrze ogromny wpływ na wszystkie branże, od produkcji przez infrastrukturę po opiekę zdrowotną.

Zastanówmy się nad zdalnym monitoringiem – popularnym zastosowaniem IoT. Każdą paczkę, paletę czy kontener można teraz wyposażyć w czujnik, przekaźnik albo naklejkę do identyfikacji za pomocą fal radiowych (RFID), co pozwala firmie śledzić, gdzie jej przesyłka się znajduje na poszczególnych etapach łańcucha dostaw – jak funkcjonuje, jak jest wykorzystywana itd. W podobny sposób klienci mogą stale obserwować (niemalże na żywo) drogę oczekiwanej przez nich paczki czy dokumentu. Dla firm, które obsługują skomplikowany i długi łańcuch dostaw, jest to istotna transformacja. W bliskiej przyszłości podobne systemy monitoringu będą także stosowane do przemieszczania się i obserwacji ludzi.

Rewolucja cyfrowa tworzy radykalnie nowe sposoby kontaktów oraz rodzaje metod interakcji i współpracy między jednostkami i instytucjami. Na przykład blockchain, opisywany często jako „rozproszony rejestr”, to zabezpieczony protokół, w którego ramach sieć komputerów kolektywnie weryfikuje transakcję, zanim zostanie ona zapisana i zatwierdzona. Technologia stojąca za blockchainem jest na tyle godna zaufania, że umożliwia nieznanym się ludziom (a zatem niemającym powodów, by sobie ufać) współpracę bez odwoływania się do neutralnego generalnego autorytetu – tzn. kuratora czy centralnego rejestru. Innymi słowy, blockchain to współdzielony, programowalny, kryptograficznie zabezpieczony, a zatem godny zaufania rejestr, którego nie kontroluje żaden pojedynczy użytkownik, a który może być przez każdego sprawdzony.

Najlepiej znane zastosowanie blockchained to, jak dotąd, bitcoin, ale technologia ta otworzy wkrótce niezliczone kolejne możliwości. Jeżeli w tej chwili blockchain zapisuje transakcje finansowe dokonywane za pomocą walut cyfrowych w rodzaju bitcoina, w przyszłości będzie mógł służyć jako rejestr rzeczy tak różnych, jak akty urodzenia i zgonu, tytuły własności, pozwolenia na ślub, dyplomy, roszczenia ubezpieczeniowe, procedury medyczne oraz głosy wyborcze – w zasadzie dotyczy to każdego rodzaju transakcji, którą można wyrazić w formie kodu. Niektóre kraje i instytucje podjęły już próby badania potencjału blockchained. Na przykład Wyspa Man testowała jego wykorzystanie do rejestracji firm, a rząd Gruzji używa go do obsługi aktów własności ziemi.

Z szerszego punktu widzenia cyfrowe platformy technologiczne umożliwiły to, co teraz nazywa się „gospodarką na żądanie” (przez niektórych zwaną także gospodarką współdzielenia). Platformy te, równie proste w użyciu jak smartfon, gromadzą ludzi, aktywa i dane, tworząc całkowicie nowe sposoby konsumpcji towarów i usług. Obniżając bariery dla firm i osób, pozwalają tworzyć zasoby, zmieniać środowiska osobiste i zawodowe.

Model Ubera uosabia z kolei zakłócającą, przełomową siłę platform technologicznych. Takie platformowe firmy szybko się mnożą, oferując nowe usługi – od prania po zakupy, od prac domowych po parking, od oferowania noclegów po uczestnictwo w podróżach samochodowych na dalekich trasach. Łączy je jedno. W bardzo przystępny (niskokosztowy) sposób platformy te dopasowują do siebie popyt i podaż, dostarczając konsumentom różnorodne towary i pozwalając obu stronom na interakcje i informacje zwrotne, dzięki czemu zyskują coraz większe zaufanie.

To dzięki temu możliwe jest efektywne użycie aktywów, które do tej pory nie były szerzej wykorzystywane – należą bowiem do ludzi nieuwważających się dotąd za ich dostawców (chodzi o miejsca w samochodzie, wolny pokój w domu, komercyjne łącze między detalistą a producentem, jak również czas i umiejętności pozwalające na świadczenie takich usług, jak dostawy, naprawy w domu czy zadania administracyjne).

Gospodarka na żądanie prowadzi do podstawowego pytania: co warto posiadać – platformę czy bazowe aktywa? Jak pisał strateg mediowy Tom Goodwin w artykule dla firmy taksówkowa na świecie, nie jest właścicielem żadnych samochodów. Facebook, najpopularniejsze medium na świecie, nie tworzy żadnych treści. Alibaba, najbogatszy detalista, nie ma żadnych towarów. A Airbnb, największy dostawca noclegów na świecie, nie posiada żadnych nieruchomości”<sup>10</sup>.

Platformy cyfrowe radykalnie ograniczyły koszty transakcji i koszty frykcyjne ponoszone wtedy, gdy jednostki lub organizacje wspólnie korzystają z aktywów lub świadczą usługi. Każda transakcja może być w tej sytuacji dzielona na bardzo drobne fragmenty, co oznacza zysk dla wszystkich zaangażowanych stron. Ponadto przy korzystaniu z platform cyfrowych koszty krańcowe produkowania każdego dodatkowego towaru czy usługi zbliżają się do zera. Ma to radykalne implikacje dla firm i społeczeństwa, którymi zajmę się w rozdziale trzecim.

### **2.1.3 Megatrendy biologiczne**

Osiągnięcia w dziedzinie biologii – szczególnie genetyki – są wręcz niesamowite. W ciągu ostatnich lat poczyniono znaczne postępy w ograniczaniu kosztów i ułatwianiu sekwencjonowania genetycznego, a niedawno także w aktywacji czy zmianach genów. Realizowanie projektu poznania ludzkiego genomu (Human Genome Project) i doprowadzenie do jego zakończenia trwało ponad dziesięć lat i kosztowało 2,7 miliarda dolarów. Dzisiaj można sekwencjonować genom w ciągu kilku godzin mniej więcej za tysiąc dolarów<sup>11</sup>. Wobec postępów w mocy obliczeniowej naukowcy nie muszą już działać metodą prób i błędów – testują raczej sposoby, w jakie specyficzne wariacje genowe powodują konkretne cechy czy choroby.

Dalszy krok to biologia syntetyczna. Da nam możliwość wprowadzania zmian w organizmach przez edytowanie DNA. Nawet jeśli odsuniemy na bok istotne kwestie etyczne, jakie się z tym wiążą, postępy te nie tylko będą miały ogromny i natychmiastowy wpływ na medycynę, ale także na rolnictwo i produkcję biopaliw.

W wielu naszych nieuleczalnych problemach zdrowotnych, od chorób serca po raka, odgrywa rolę czynnik genetyczny. Z tego powodu możliwość łatwego i taniego określenia naszych indywidualnych genów (za pomocą maszyn sekwencjonujących, stosowanych w rutynowej diagnostyce) zrewolucjonizuje opiekę zdrowotną – będzie skuteczna i dostosowana do indywidualnych potrzeb.

Znajomość składu genetycznego guza ułatwi lekarzom podejmowanie decyzji w sprawie terapii przeciwnowotworowej pacjenta.

Chociaż wciąż jeszcze słabo rozumiemy powiązania między znacznikami genetycznymi a chorobami, rosnące zasoby danych umożliwią rozwój medycyny precyzyjnej oraz opracowywanie bardzo wyspecjalizowanych terapii, zapewniających lepsze wyniki leczenia. Od 2013 roku superkomputer IBM Watson może pomóc w rekomendacji terapii dostosowanej indywidualnie do pacjenta cierpiącego na nowotwór dzięki porównaniu historii jego choroby i leczenia, skanów i danych genetycznych z całą (nieomal) aktualną wiedzą medyczną, a potrzebuje na to zaledwie kilku minut<sup>12</sup>.

Umiejętność wpływania na biologię można wykorzystać w zasadzie wobec każdego typu komórek, co umożliwia tworzenie modyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt, jak również modyfikację komórek dorosłych organizmów, także ludzkich. Od praktykowanej w latach osiemdziesiątych inżynierii genetycznej



obecna metoda różni się tym, że jest precyzyjniejsza, skuteczniejsza i łatwiejsza w zastosowaniu od poprzednich rozwiązań.

Nauka rzeczywiście rozwija się tak szybko, że dzisiejsze ograniczenia okazują się nie tyle natury technicznej, co prawnej, regulacyjnej i etycznej. Właściwie nie widać końca listy potencjalnych zastosowań – od możliwości takiego modyfikowania zwierząt, by można było odżywiać je w sposób bardziej ekonomiczny lub lepiej dostosowany do miejscowych warunków, po tworzenie roślin jadalnych, zdolnych do wytrzymywania wysokich temperatur czy suszy.

W miarę postępów inżynierii genetycznej (np. rozwój metody CRISPR/Cas9 w edycji genów i terapii), bariery w skuteczności dostarczania oraz precyzji zostaną pokonane, pozostawiając nam jednak pytanie naglące i bardzo trudne, zwłaszcza z etycznego punktu widzenia: jak edycja genów zrewolucjonizuje badania medyczne i terapie?

W zasadzie zarówno rośliny, jak i zwierzęta można potencjalnie zmienić w taki sposób, by produkowały farmaceutyki i inne formy leczenia. Dzień, w którym zmodyfikowane genetycznie krowy zaczną wytwarzać mleko zawierające czynnik krzepliwości krwi, którego brakuje cierpiącym na hemofilię, jest nieodległy. Badacze już zaczęli modyfikować genomy świń w celu hodowania organów odpowiednich do transplantacji ludziom (to proces zwany ksenotransplantacją, którego dotychczas nie próbowano nawet rozważać ze względu na ryzyko odrzucenia przeszczepu przez system immunologiczny ludzkiego ciała oraz przenoszenia chorób ze zwierząt na ludzi).

Jak to już wynikało z wcześniejszych spostrzeżeń o wzajemnym przenikaniu się i wzbogacaniu różnych technologii, produkcja 3D zostanie połączona z edycją genów, by wytwarzać żywe tkanki służące do naprawy i regeneracji – w procesie zwanym biodrukowaniem. Zastosowano go już do wytwarzania skóry, kości, serca i tkanki naczyniowej. W jakimś momencie warstwy wydrukowane z komórek wątroby zostaną użyte do tworzenia organów do transplantacji.

Opracowujemy nowe sposoby wszczepiania i wykorzystywania urządzeń monitorujących nasze poziomy aktywności i chemię krwi, badamy powiązania tych wskaźników z naszym samopoczuciem, zdrowiem umysłowym oraz produktywnością w domu i w pracy. Uczymy się też obecnie o wiele więcej na temat działania ludzkiego mózgu i obserwujemy fascynujące przełomy w dziedzinie neurotechnologii. Nie bez znaczenia jest fakt, że w ostatnich latach

dwa z najlepiej finansowanych programów badawczych na świecie należały właśnie do obszaru nauki o mózgu.

To właśnie w dziedzinie biologii widzę największe wyzwania dla rozwoju zarówno norm społecznych, jak i odpowiednich regulacji. Stają przed nami nowe pytania dotyczące tego, na czym polega bycie człowiekiem; jakie dane i informacje o naszych ciałach i zdrowiu można lub powinno się udostępniać innym; jakie mamy prawa i jaka jest nasza odpowiedzialność w kwestiach zmiany kodu genetycznego przyszłych pokoleń?

Ale wróćmy do sprawy edytowania genów. Fakt, że teraz jest znacznie łatwiej precyzyjnie manipulować ludzkim genomem wewnątrz zdolnych do życia embrionów, oznacza, że prawdopodobnie czekają nas w przyszłości narodziny projektowanych na zamówienie dzieci, które będą miały określone cechy lub będą odporne na konkretne choroby. Nie trzeba nawet dodawać, że dyskusje na temat związanych z tym możliwości i wyzwań już się toczą.

W grudniu 2015 roku dwie narodowe akademie Stanów Zjednoczonych (National Academy of Sciences oraz National Academy of Medicine) wraz z Chińską Akademią Nauk (Chinese Academy of Sciences) oraz Royal Society Zjednoczonego Królestwa zwołały Międzynarodowy Szczyt w Sprawie Edycji Ludzkich Genów (International Summit on Human Gene Editing). Pomimo podejmowania tego rodzaju rozważań, nie jesteśmy jeszcze gotowi na konfrontację z taką rzeczywistością i z konsekwencjami najnowszych technik genetycznych, chociaż to już nadchodzi. Wyzwania społeczne, medyczne, etyczne i psychologiczne, które z tego wynikają, są bardzo poważne i muszą zostać rozwiązane, a przynajmniej odpowiednio przedyskutowane.

## **Dynamika odkryć**

Innowacyjność to skomplikowany proces społeczny i nie należy go lekceważyć. W tej części książki zostało już przywołanych wiele technologicznych nowości, które mają siłę, by zmienić świat; teraz jednak ważne jest zwrócenie uwagi na to, jak możemy sprawić, by takie odkrycia nadal się dokonywały, i jak je ukierunkowywać, by ich skutki były możliwie najlepsze.

Generalnie za najbardziej stosowne miejsce do rozwoju nowatorskich koncepcji uznaje się instytucje akademickie. Jednak z najnowszych ustaleń wynika, że na dzisiejszych uniwersytetach korzyści zawodowe oraz warunki finansowania

sprzyjają raczej powolnym konserwatywnym badaniom, a nie śmiałym innowacyjnym programom<sup>13</sup>.

Jednym z antidotów na konserwatyzm badawczy w środowisku akademickim jest zachęcanie do rozwoju różnych komercyjnych form badań. Jednak to także wiąże się z pewnymi wyzwaniem. Gdy w 2015 roku firma Uber Technologies Inc. wynajęła 40 badaczy i naukowców zajmujących się robotyką z Carnegie Mellon University – znaczny procent kapitału ludzkiego tamtejszych laboratoriów – to znacznie ograniczyło możliwości badawcze tej uczelni i odbiło się na umowach zawartych przez nią z amerykańskim Departamentem Obrony oraz z innymi organizacjami<sup>14</sup>.

Aby wspierać przełomowe działania zarówno w środowisku akademickim, jak i w biznesie, rządy powinny przeznaczać więcej środków na agresywne finansowanie nie tylko ambitnych programów badawczych, ale i innowacyjnych zastosowań technicznych. Współpraca publiczno-prywatna w badaniach powinna zaś, ku ogólnej korzyści, nastawiać się w coraz większym stopniu na tworzenie wiedzy i kapitału ludzkiego.

## 2.2 Momenty krytyczne

Kiedy takie megatrendy omawia się w sposób ogólny, sprawiają wrażenie dość abstrakcyjnych. Jednak ich rezultatem są bardzo praktyczne zastosowania i nowości.

W opublikowanym w grudniu 2015 roku raporcie Światowego Forum Ekonomicznego<sup>15</sup> zidentyfikowano 21 zmian technologicznych oraz wskazano ich punkty zwrotne, a raczej momenty krytyczne, kiedy w stopniu decydującym o jej dalszym rozwoju każda z tych zmian dotrze do ogółu społeczeństwa; to właśnie one ukształtują nasz przyszły, cyfrowy i hiperpołączony świat. Oczekuje się, że wszystkie pojawią się w ciągu najbliższych lat, mniej więcej do roku 2025, stając się dobitnym odzwierciedleniem głębokich przemian uruchomionych przez czwartą rewolucję przemysłową. Momenty krytyczne tych zmian zidentyfikowano za pomocą kwestionariusza przygotowanego przez Radę Globalną do Spraw Przyszłości Oprogramowania i Społeczeństwa (Global Agenda Council on the Future of Software and Society) Światowego Forum Ekonomicznego; wypełniło go ponad 800 dyrektorów i ekspertów z sektora informatycznego i technologii komunikacyjnej.

Z raportu WEF pochodzi Tabela 1 (poniżej), która prezentuje, w jakim procencie respondenci byli przekonani, że konkretny moment krytyczny nastąpi przed rokiem 2025<sup>16</sup>.

**Tabela 1: Momenty krytyczne, które mają się pojawić przed 2025 r.**

	%
10% ludzi będzie nosiło ubrania podłączone do internetu	91,2
90% ludzi z nieograniczonym i darmowym (utrzymywanym z reklam) dostępem do przechowywania danych	91,0
1 bilion czujników podłączonych do internetu	89,2
Pierwszy robot farmaceuta w USA	86,5
10% okularów do czytania podłączonych do internetu	85,5
80% ludzi z cyfrową obecnością w internecie	84,4
Produkcja pierwszego samochodu za pomocą druku 3D	84,1
Pierwsza decyzja rządowa o zastąpieniu spisu powszechnego źródłami <i>big-data</i>	82,9
Pierwszy implantowany telefon komórkowy dostępny komercyjnie	81,7
5% produktów konsumenckich z druku 3D	81,1
90% populacji korzysta ze smartfonów	80,7
90% populacji z regularnym dostępem do internetu	78,8
10% wszystkich samochodów na drogach USA stanowią samochody bez kierowców	78,2
Pierwsza transplantacja wątroby uzyskanej metodą druku 3D	76,4
30% audytów korporacyjnych przeprowadzanych przez AI	75,4
Rząd po raz pierwszy zbiera podatki za pomocą blockchaina	73,1
Ponad 50% przesyłu internetowego do gospodarstw domowych zużytego przez sprzęt i urządzenia domowe	69,9
Globalnie więcej podróży za pośrednictwem współdzielenia samochodów niż w prywatnych samochodach	67,2
Pierwsze miasto z ponad 50 000 mieszkańców bez sygnalizacji świetlnej na ulicach	63,7
10% globalnego PKB przechowywane w technologii blockchain	57,9
Pierwsza maszyna AI w zarządzie korporacji	45,2

Źródło: *Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact*, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, Światowe Forum Ekonomiczne, wrzesień 2015.

Każda z 21 zmian technologicznych wraz z jej pozytywnymi i negatywnymi skutkami jest opisana bardziej szczegółowo w dołączonym do tej książki

„Aneksie”. Dopełnieniem tego zestawu są dwa najnowsze zwroty technologiczne, których nie uwzględniono w kwestionariuszu, a zatem ich momenty krytyczne nie występują też w Tabeli 1 – to istoty projektowane na zamówienie oraz neurotechnologia.

To zestawienie momentów krytycznych pokazuje ważny kontekst i jest sygnałem nadciągającego zasadniczego przełomu – tym mocniejszego, że natury systemowej. Sugeruje też, jak można najlepiej się na niego przygotować i zacząć działać. Decydując się na takie przejścia należy rozpocząć, jak to opiszę w następnym rozdziale, od uświadomienia sobie zwrotów, które już następują, ale też tych, które dopiero mają nadejść, a zwłaszcza ich wpływu na wszystkie poziomy globalnego społeczeństwa.

## 3. Wpływ

Skala i zasięg rozwijającej się rewolucji technologicznej doprowadzi do zmian gospodarczych, społecznych i kulturowych o skali tak fenomenalnej, że niemal nie można sobie tego wyobrazić. Mimo to spróbuję w tym rozdziale opisać i przeanalizować potencjalny wpływ czwartej rewolucji przemysłowej na gospodarkę, biznes, rządy i państwa, społeczeństwa oraz jednostki.

Prawdopodobnie we wszystkich tych obszarach najbardziej oddziaływać będzie pojedyncza siła wyrażająca się w zyskiwaniu większej podmiotowości – w stosunkach między rządem a obywatelami, w stosunkach między przedsiębiorstwami a pracownikami, udziałowcami i klientami, w stosunkach między supermocarstwami a mniejszymi państwami. Zakłócenie równowagi, jakie spowoduje czwarta rewolucja przemysłowa w istniejących modelach politycznych, gospodarczych i społecznych, będzie zatem wymagało tego, by wszyscy, którzy mają siłę sprawczą, uświadomili sobie, że są tylko częścią rozproszonego systemu władzy – a ten, jeśli ma odnieść sukces, będzie potrzebował form interakcji w większym stopniu opartych na współpracy.

### 3.1 Gospodarka

Czwarta rewolucja przemysłowa wywrze olbrzymi wpływ na gospodarkę globalną, tak wielki i wieloaspektowy, że trudno jest oddzielić jeden konkretny efekt od drugiego. Wszystkie czynniki makro, które przychodzą do głowy – PKB, inwestycje, konsumpcja, zatrudnienie, handel, inflacja itd. – zostaną nią dotknięte. Postanowiłem zatem skupić się na dwóch najbardziej krytycznych wskaźnikach: na wzroście (w znacznej mierze z punktu widzenia jego długoterminowej determinanty – produktywności) oraz na zatrudnieniu.

#### 3.1.1 Wzrost

Wpływ czwartej rewolucji przemysłowej na wzrost gospodarczy to kwestia, która dzieli ekonomistów. Ze strony technopesymistów padają stwierdzenia, że rewolucja cyfrowa wniosła już w zasadzie to, co miała wniesić, a jej wpływ na produktywność prawie się skończył. W przeciwnym obozie technooptymiści przekonują, że

innowacje technologiczne zbliżają nas do punktu zwrotnego i niedługo spowodują zwiększenie produktywności i wyższy wzrost gospodarczy.

Uznając w pewnym stopniu racje obu stron, pozostaję pragmatycznym optymistą. Mam świadomość potencjalnie deflacyjnego wpływu technologii (nawet jeśli nazwie się go „dobrą deflacją”), a także tego, jak niektóre powodowane przez nią efekty rozproszenia działają na korzyść kapitału kosztem pracy, czyli przyczyniają się do obniżania wynagrodzeń (a zatem i konsumpcji). Obserwuję zarazem, jak czwarta rewolucja przemysłowa umożliwia wielu ludziom większą konsumpcję po niższych cenach, i to w sposób, który sprawia, że konsumpcja staje się bardziej zrównoważona, a zatem i odpowiedzialna.

Ważna jest kontekstualizacja potencjalnych wpływów czwartej rewolucji przemysłowej na wzrost, z uwzględnieniem najnowszych trendów gospodarczych oraz innych czynników przyczyniających się do owego wzrostu. Przed kryzysem gospodarczym i finansowym, który zaczął się w roku 2008, gospodarka globalna rosła przez kilka lat o około 5% rocznie. Gdyby ta stopa wzrostu się utrzymała, pozwoliłoby to na podwajanie globalnego PKB co 14–15 lat, a miliardy ludzi zostałyby wyzwolone z biedy.

Zaraz po tej wielkiej recesji przeważało założenie, że gospodarka globalna wróci do swojego poprzedniego wysokiego tempa wzrostu. Tak się jednak nie stało. Wydaje się zatem, że światowa gospodarka utknęła na poziomie wzrostu niższym niż powojenna średnia – około 3–3,5% rocznie.

Niektórzy ekonomiści mówią o możliwości „stuletniej zapaści” albo też o „stagnacji sekularnej” – to termin utworzony podczas Wielkiego Kryzysu przez Alvina Hansena, a niedawno przywrócony do łaski przez ekonomistów Larry’ego Summersa i Paula Krugmana. Termin „stagnacja sekularna” odnosi się do sytuacji utrzymujących się niedostatków popytu, których nie da się zrównoważyć nawet bliskimi zeru stopami procentowymi. Chociaż idea ta jest uznawana przez naukowców za mocno dyskusyjną, może mieć poważne implikacje. Jeżeli jest słuszna, sugeruje, że globalny wzrost PKB może nadal spadać. Nie jest trudno wyobrazić sobie wręcz ekstremalny scenariusz, w którym roczny wzrost PKB spada do 2%, co oznaczałoby, że na podwojenie globalnego PKB potrzeba będzie 36 lat.

Pojawiło się wiele wyjaśnień dzisiejszego spowolnienia globalnego wzrostu, od złej alokacji kapitału przez nadmierne zadłużenie po zmiany demograficzne itd. Odniosę się do dwóch z nich, starzenia się i produktywności, gdyż jedno i drugie jest szczególnie związane z postępem technologicznym.

## Starzenie się

Przewiduje się, że światowa populacja, wynosząca obecnie 7,6 miliarda osób, wzrośnie do 8 miliardów w 2030 roku i do 9 miliardów w roku 2050. Powinno to prowadzić do wzrostu ogólnego popytu. Ale jest też inny potężny trend demograficzny – starzenie się.

Zgodnie z konwencjonalnym przekonaniem problem starzenia się dotyczy przede wszystkim bogatych państw Zachodu. Ale tak nie jest. W wielu regionach świata liczba urodzin spada poniżej stopnia reprodukcji prostej – nie tylko w Europie, gdzie ten spadek się zaczął, ale także w większości Ameryki Południowej i Karaibów, większej części Azji – w tym w Chinach i południowych Indiach – a nawet w niektórych krajach Bliskiego Wschodu i Afryki Północnej, jak Liban, Maroko i Iran.

Starzenie się populacji stanowi wyzwanie gospodarcze. Jeśli nie podniesie się radykalnie wieku emerytalnego, aby starsi członkowie społeczeństwa nadal pozostawali częścią siły roboczej (imperatyw ekonomiczny przynoszący wiele korzyści gospodarczych), liczba ludzi w wieku produkcyjnym będzie się zmniejszała, a zwiększał się będzie procent starszych osób wymagających opieki. Wraz ze starzeniem się populacji zmniejszeniu ulegnie też liczba młodych osób dorosłych, spadną zakupy kosztownych dóbr, takich jak domy, meble, samochody i urządzenia. Poza tym mniej ludzi będzie chciało podejmować ryzyko przedsiębiorcze, bo starzejący się pracownicy raczej starają się zachować posiadane aktywa, potrzebne im do emerytury na dobrym poziomie, zamiast tworzyć nowe firmy. Tę sytuację częściowo równoważy przechodzenie ludzi na emeryturę i czerpanie ze zgromadzonych oszczędności, co ogólnie powoduje zmniejszenie poziomu oszczędności i stóp inwestycyjnych.

Nawyki i wzory mogą się oczywiście zmieniać w miarę tego, jak starzejące się społeczeństwa będą się adaptowały, ale generalnie starzejący się świat skazany jest na powolniejszy wzrost, o ile rewolucja technologiczna nie zwiększy produktywności definiowanej po prostu jako umiejętność pracy raczej mądrzejszej niż cięższej.

Czwarta rewolucja przemysłowa zapewnia nam możliwość życia dłuższego, w lepszym zdrowiu i w bardziej aktywny sposób. Ponieważ jesteśmy populacją, w której ponad jedna czwarta dzieci rodzących się dzisiaj w gospodarkach zaawansowanych może dożyć, według przewidywań, setki, będziemy musieli ponownie zastanowić się nad takimi sprawami jak populacja w wieku



produkcyjnym, wiek emerytalny i planowanie życia przez jednostki<sup>17</sup>. Trudności, na które natyka się wiele państw podejmujących próby dyskusji na te tematy, to tylko kolejna oznaka tego, że nie jesteśmy jeszcze gotowi na odpowiednie, proaktywne rozpoznanie sił tej zmiany.

## **Produktywność**

W ciągu ostatniej dekady produktywność na całym świecie (mierzona jako wydajność pracy albo wskaźnik całkowitej produktywności, TFP) spowalnia pomimo gwałtownego przyspieszenia postępów technologicznych oraz inwestycji w innowacje<sup>18</sup>. Dopatrywanie się jednak sposobu na zwiększenie produktywności w spowolnieniu innowacji technologicznych – najnowsza inkarnacja paradoksu produktywności – to jedna z największych, przerastająca nawet Wielką Recesję, zagadek ekonomicznych, której nie udało się dotąd w satysfakcjonujący sposób wyjaśnić.

Spójrzmy na Stany Zjednoczone, gdzie wydajność pracy rosła średnio o 2,8% pomiędzy rokiem 1947 a 1983 oraz o 2,6% w latach 2000–2007, w porównaniu ze wzrostem o 1,3% między rokiem 2007 a 2014<sup>19</sup>. Spadek ten jest w sporej części powodowany przez niższe poziomy TFP – wskaźnika łączonego najczęściej z udziałem w efektywności, wynikającej z innowacji technologicznych. Amerykańskie Biuro Statystyk Pracy (Bureau of Labour Statistics) wskazuje, że wzrost TFP w latach 2007–2014 wyniósł zaledwie 0,5% – spory spadek w porównaniu z rocznym wzrostem na poziomie 1,4% w okresie od roku 1995 do 2007<sup>20</sup>. Ten spadek mierzonej produktywności jest szczególnie niepokojący z uwagi na fakt, że miał miejsce w czasie, gdy 50 największych amerykańskich firm zgromadziło środki w gotówce o wartości ponad 1 biliona dolarów, pomimo pozostawiania faktycznych stóp procentowych w okolicach zera przez niemal pięć lat<sup>21</sup>.

Produktywność to najważniejsza determinanta długoterminowego wzrostu i podniesienia stopy życiowej, zatem brak produktywności – jeżeli utrzymałby się przez całą czwartą rewolucję przemysłową – oznacza mniej jednego i drugiego. Może jednak dałoby się pogodzić dane wskazujące na spadek produktywności z oczekiwaniami zwiększenia produktywności, co zazwyczaj wiąże się z gwałtownymi postępami w dziedzinie technologii.

Jeden z głównych argumentów za takim stanowiskiem skupia się na wyzwaniach związanych z pomiarem wkładu i wyników, a tym samym z określaniem produktywności. Innowacyjne towary i usługi wytwarzane w czasie czwartej

rewolucji przemysłowej odznaczają się wyraźnie lepszą funkcjonalnością i jakością, jednak dostarczane są na rynki różniące się fundamentalnie od tych, których tradycyjnie używaliśmy do pomiarów. Większość nowych towarów i usług jest „nierywalizująca”, ma zerowe koszty krańcowe i/lub opanowuje wysoce konkurencyjne rynki poprzez platformy cyfrowe, a wszystko to prowadzi do obniżenia cen. W tych warunkach nasze tradycyjne statystyki mogą nie uchwycić faktycznych wzrostów wartości, gdyż zwyżka w liczbie konsumentów nie zdołała się jeszcze odzwierciedlić w ogólnej sprzedaży lub wyższych zyskach.

Hal Varian, główny ekonomista Google, wskazuje różne przykłady takich towarów i usług, jak większa skuteczność wzywania taksówki za pomocą aplikacji mobilnej lub wynajęcia samochodu dzięki gospodarce na żądanie. Jest wiele innych podobnych rozwiązań, z których korzystanie zwiększa skuteczność, a zatem i produktywność. Skoro jednak są one w zasadzie darmowe, wartość zapewniana przez nie w domu i w pracy pozostaje niepoliczona.

Tworzy to rozbieżność między wartością dostarczaną za pomocą danej usługi a wzrostem mierzonym w statystykach państwowych. Ale też sugeruje, że w rzeczywistości produkujemy i konsumujemy bardziej skutecznie, niż wskazywałyby na to nasze wskaźniki ekonomiczne<sup>22</sup>.

W myśl kolejnego argumentu, jeśli nawet zyski z produktywności uzyskane dzięki trzeciej rewolucji przemysłowej wydają się słabnąć, to świat nie zdążył jeszcze zaznać tej eksplozji produktywności, którą już wywołuje fala nowych technologii powstających w sercu czwartej rewolucji.

Jako pragmatyczny optymista jestem przekonany, że dopiero zaczynamy odczuwać pozytywne skutki, jakie czwarta rewolucja przemysłowa może przynieść światu. Mój optymizm płynie z trzech głównych źródeł.

Po pierwsze, czwarta rewolucja przemysłowa daje możliwość zintegrowania z globalną gospodarką niezrealizowanych potrzeb dwóch miliardów ludzi, co napędzi dodatkowy popyt na istniejące produkty i usługi poprzez zapewnienie jednostkom i społecznościom z całego świata mocy sprawczej i wzajemnych połączeń.

Po drugie, czwarta rewolucja przemysłowa znacznie zwiększy naszą umiejętność radzenia sobie z negatywnymi czynnikami zewnętrznymi i zarazem umożliwi – w ramach tego procesu – wzmocnienie potencjalnego wzrostu gospodarczego. Weźmy jako przykład emisję dwutlenku węgla, istotny czynnik negatywny. Do

niedawna zielone inwestycje były atrakcyjne tylko przy dużych subsydiach rządowych. Teraz już niekoniecznie.

Szybki postęp technologiczny w dziedzinach energii odnawialnej, wydajności paliwa i przechowywania energii nie tylko sprawi, że inwestycje w tych obszarach okażą się coraz bardziej opłacalne, co zwiększy PKB, ale przyczynią się także do ograniczania zmian klimatycznych, co dzisiaj należy do największych wyzwań globalnych.

Po trzecie, wszystkie firmy, rządy i przywódcy społeczeństwa obywatelskiego, z którymi się spotykam, przyznają, że w trakcie transformacji swoich organizacji trudno im w pełni wykorzystać okazje, jakie oferują możliwości cyfrowe w kwestii poprawy wydajności (co omówię dokładniej w następnej części tej książki). Wciąż znajdujemy się na początku czwartej rewolucji przemysłowej, a pełne zrealizowanie jej wartości będzie wymagało całkowicie nowych struktur gospodarczych i organizacyjnych.

Moim zdaniem, zasady konkurencyjności czwartej rewolucji przemysłowej są inne niż w poprzednich przełomowych okresach. Aby zachować konkurencyjność, zarówno firmy, jak i państwa muszą znaleźć się na froncie innowacji we wszystkich jej formach, co oznacza, że strategie skupiające się przede wszystkim na ograniczaniu kosztów będą mniej skuteczne od tych, które polegają na oferowaniu produktów i usług w bardziej rozwiniętych formach. Jak widzimy, tradycyjne i ustabilizowane firmy odczuwają dzisiaj presję ze strony wyrastających obok nich kreatywnych zakłócaczy równowagi oraz innowatorów z innych branż i krajów. To samo można by powiedzieć o państwach, które nie chcą dostrzec potrzeby skupienia się na odpowiedniej rozbudowie systemów innowacji.

Podsumowując – wierzę, że kombinacja czynników strukturalnych (nadmierne zadłużenie i starzejące się społeczeństwa) oraz systemowych (wprowadzenie platform technologicznych oraz gospodarki na żądanie, rosnące znaczenie obniżania kosztów krańcowych itd.) zmusza nas do napisania od nowa podręczników ekonomii. Czwarta rewolucja przemysłowa ma potencjał zarówno do wzmocnienia wzrostu gospodarczego, jak i do rozwiązania istotnych wyzwań globalnych, z którymi zbiorowo się zmagamy. Musimy jednak w równym stopniu dostrzegać i odpowiednio opanowywać negatywne wpływy, jakie może ona wywierać, szczególnie w zakresie nierówności, zatrudnienia oraz rynków pracy.

### **3.1.2 Zatrudnienie**

Pomimo potencjalnie pozytywnego wpływu technologii na wzrost gospodarczy, niezwykle ważne jest zatem analizowanie jej możliwego negatywnego oddziaływania na rynek pracy, przynajmniej krótkoterminowo. Obawy dotyczące wpływu technologii na miejsca pracy to nic nowego. W 1931 roku ekonomista John Maynard Keynes wygłosił słynne ostrzeżenie przed szerokim bezrobociem technologicznym „z powodu znalezienia środków ograniczających zastosowanie siły roboczej, które jednak wyprzedzają tempo znajdowania nowych zastosowań dla siły roboczej”<sup>23</sup>. Wtedy okazało się to nieprawdą, ale może tym razem będzie inaczej? W ciągu ostatnich kilku lat ta dyskusja rozgorzała na nowo, ponieważ wiadomo, że komputery przejmują sporo miejsc pracy – co jest szczególnie widoczne w księgowości, wśród kasjerów i operatorów telefonicznych.

Powody, dla których nowa rewolucja technologiczna wywoła większe wstrząsy niż poprzednie rewolucje przemysłowe, zostały już przywołane we wstępie: tempo (wszystko dzieje się znacznie szybciej niż kiedykolwiek przedtem), zakres i głębia (tak wiele radykalnych zmian zachodzi naraz) oraz kompletna przemiana całych systemów.

Przy takich głównych czynnikach jedno jest pewne: nowe technologie radykalnie zmieniają charakter pracy we wszystkich branżach i zawodach. Podstawowa niepewność wiąże się z pytaniami: w jakim stopniu automatyzacja zastąpi siłę roboczą oraz jak długo to potrwa i jak daleko zajdzie?

Aby się w tym zorientować, musimy zrozumieć dwa konkurujące ze sobą efekty, jakie technologia wywiera na zatrudnienie. Z jednej strony pojawia się efekt destrukcyjny, gdyż spowodowane przez technologię zakłócenia równowagi oraz automatyzacja prowadzą do zastąpienia siły roboczej kapitałem, a to zmusza pracowników do bezrobocia lub przeniesienia swoich umiejętności gdzie indziej. Z drugiej – efektowi destrukcyjnemu towarzyszy jednak efekt kapitalizacji, a ten sprawia, że popyt na nowe towary i usługi wzrasta, co prowadzi do tworzenia nowych zawodów, firm, a nawet branż.

Jako ludzie mamy niesamowitą umiejętność adaptacji i wynalazczości. Jednak kluczem tutaj jest czas oraz to, w jakim zakresie efekt kapitalizacji uprzedzi efekt destrukcyjny i jak szybko dojdzie do wymiany.

Jeżeli chodzi o wpływ pojawiających się technologii na rynek pracy, to w tej kwestii ujawniają się zasadniczo dwa przeciwstawne obozy. Jedni wierzą w szczęśliwe zakończenie, w którym pracownicy zastąpieni przez technologię znajdą nową pracę, a technologia zapewni nową epokę prosperity; drudzy są

przekonani, że grozi to technologicznym bezrobociem na olbrzymią skalę, co doprowadzi do postępującego społecznego i politycznego armageddonu. Pytania zatem brzmią: co powinniśmy zrobić, by doprowadzić do tych bardziej pozytywnych skutków, oraz jak pomóc tym, którzy ucierpią w okresie przejściowym?

Zawsze było tak, że postęp technologiczny niszczył pewne miejsca pracy, zastępując je z czasem nowymi, które polegają na robieniu czegoś innego, a może nawet w innym miejscu. Weźmy jako przykład rolnictwo. W USA na początku XIX wieku ludzie pracujący na roli stanowili 90% siły roboczej, ale dzisiaj jest to mniej niż 2%. Ta niezwykle radykalna zmiana dokonała się stosunkowo gładko, z minimalnymi zakłóceniami społecznymi czy endemicznym bezrobociem.

Przykład nowego ekosystemu pracy stanowi gospodarka aplikacji. Rozpoczęła się dopiero w roku 2008, kiedy Steve Jobs, założyciel Apple, pozwolił deweloperom zewnętrznym tworzyć aplikacje na iPhone'a. Od tego czasu do połowy 2015 roku globalna gospodarka aplikacji zdołała wytworzyć 100 miliardów dolarów w przychodach, czyli więcej niż przemysł filmowy, który istnieje od ponad wieku<sup>24</sup>.

Technooptymiści pytają: jeżeli ekstrapolujemy z przeszłości, dlaczego tym razem miałyby być inaczej? Przyznają, że technologia może powodować zakłócenia, ale zarazem są przekonani, że w rezultacie zawsze poprawia produktywność i zwiększa bogactwo, co z kolei prowadzi do większego popytu na dobra i usługi oraz do powstawania nowych typów miejsc pracy, które mają go zaspokoić. Podstawą takiej argumentacji jest przekonanie, że ludzkie potrzeby i pragnienia są nieskończone, więc proces ich zaspokajania także powinien okazać się nieskończony.

Pomijając oczywiste recesje i okazjonalne kryzysy, zawsze będzie dość pracy dla wszystkich.

Jakie mamy dowody na poparcie tej tezy i co ona mówi o naszej przyszłości? Pierwsze oznaki już zapowiadają falę nowych rozwiązań, które w licznych branżach i kategoriach zastąpią pracę ludzkich rąk, a nastąpi to prawdopodobnie w ciągu najbliższych dekad.

### **Zastąpienie pracy ludzkich rąk**

Różne kategorie pracy, szczególnie te polegające na mechanicznie powtarzalnej czy precyzyjnej pracy ręcznej, już zostały zautomatyzowane. Wiele następnych zawodów czeka to samo, w miarę tempa wzrostu mocy obliczeniowej różnego

rodzaju urządzeń. Szybciej, niż większości z nas się wydaje, może zostać zautomatyzowana częściowo lub kompletnie praca w takich profesjach, jak prawo, medycyna, dziennikarstwo, analityka finansowa, księgowość, ubezpieczenia czy bibliotekarstwo.

Na obecnym etapie fakty przedstawiają się następująco: czwarta rewolucja przemysłowa wydaje się tworzyć mniej miejsc pracy w nowych branżach niż poprzednie rewolucje. W ocenie Programu Oxford Martin dotyczącego technologii i zatrudnienia (Oxford Martin Programme on Technology and Employment), zatrudnienie w branżach, które nie istniały na przełomie wieków, znajduje zaledwie 0,5% amerykańskiej siły roboczej – to znacznie mniej niż około 8% nowych miejsc pracy w nowych branżach stworzonych w latach osiemdziesiątych i 4,5% nowych miejsc pracy utworzonych w latach dziewięćdziesiątych. Tę opinię potwierdził ostatni amerykański Spis Gospodarczy, który rzuca interesujące światło na stosunki między technologią a bezrobociem. Wynika z niego, że innowacje informatyczne oraz inne przełomowe technologie zakłócające równowagę mają tendencję do zwiększania produktywności poprzez zastępowanie aktualnych pracowników innymi, a nie przez oferowanie nowych produktów, których wytworzenie wymagałoby więcej siły roboczej.

Dwóch badaczy z Oxford Martin School, ekonomista Carl Benedikt Frey oraz ekspert od uczących się maszyn Michael Osborne, skwantyfikowało potencjalny wpływ innowacji technologicznych na bezrobocie, szeregując 702 różne zawody według prawdopodobieństwa ich automatyzacji – od najmniej podatnych na ryzyko automatyzacji („0” oznacza brak zagrożenia) do najbardziej podatnych („1” oznacza pewność ryzyka, że daną pracę zaczną wykonywać jakiegoś rodzaju komputer)<sup>25</sup>. W Tabeli 2 (na następnej stronie) wskazuję niektóre kategorie zawodów, które najpewniej ulegną automatyzacji, oraz te, w których przypadku jest to najmniej prawdopodobne.

## **Tabela 2: Przykłady zawodów najbardziej podatnych na automatyzację i zawodów najmniej na nią podatnych**

### **Najbardziej podatne na automatyzację**

#### **Prawdopodobieństwo Zawód**

0,99	Telemarketerzy
0,99	Obsługa podatków
0,98	Rzecznik ubezpieczeniowy, uszkodzenia samochodów
0,98	Sędziowie, arbitrzy i inni urzędnicy sportowi

0,98	Prawnicy w spółkach
0,97	Kierownicy sali/hostessy w restauracjach i w kawiarniach
0,97	Maklerzy nieruchomości
0,97	Sezonowi pracownicy rolni
0,96	Sekretarki i asystenci, z wyjątkiem dziedziny prawa, medycyny i zarządów firm
0,94	Kurierzy i gońcy

### **Najmniej podatne na automatyzację**

#### **Prawdopodobieństwo Zawód**

0,0031	Pracownicy społeczni zajmujący się zdrowiem umysłowym i uzależnieniami
0,0040	Choreografowie
0,0042	Lekarze i chirurdzy
0,0043	Psychologowie
0,0055	Menedżerowie ds. zarządzania zasobami ludzkimi
0,0065	Analitycy systemów komputerowych
0,0077	Antropolodzy i archeolodzy
0,0100	Inżynierowie i projektanci statków
0,0130	Szefowie sprzedaży
0,0150	Dyrektorzy generalni

Źródło: Carl Benedikt Frey i Michael Osborne, University of Oxford, 2013.

Z przywołanych badań wynika, że w ciągu najbliższej dekady, ewentualnie dwóch, takie zagrożenie dotknie około 47% ogółu zatrudnionych w Stanach Zjednoczonych. To oznacza znacznie szerszy zakres redukcji miejsc pracy i w znacznie szybszym tempie niż działo się to podczas zmian na rynku pracy, jakie zachodziły w wyniku wcześniejszych rewolucji przemysłowych. Dodatkowo, trend ten zmierza w stronę większej polaryzacji rynku pracy. Poziom zatrudnienia wzrośnie zarówno w wysoko płatnych, intelektualnych i kreatywnych dziedzinach, jak i w tych nisko płatnych, fizycznych. Radykalnie spadnie natomiast liczba miejsc pracy w branżach związanych z rutynowymi, powtarzalnymi zajęciami za średnie wynagrodzenie.

Ciekawe, że za tą zamianą stoją nie tylko rosnące algorytmy bądź umiejętności robotów czy inne techniczne rozwiązania. Zdaniem Michaela Osborne’a decydującym czynnikiem uaktywniającym automatyzację jest fakt, że w ostatnich latach firmy ciężko pracowały nad lepszym definiowaniem pracy i jej upraszczaniem w ramach starań o outsourcing miejsc pracy, przenoszenie ich do

innych krajów czy o możliwość wykonywania prac „cyfrowo” (jak poprzez usługę Mechanical Turk Amazona, inaczej MTurk, crowdsourcingowy rynek internetowy). Upraszczenie pracy sprawiło, że teraz łatwiej jest zastępować ludzi algorytmem. Starannie zdefiniowane zadania prowadzą do lepszego monitoringu i wyższej jakości danych towarzyszących konkretnemu zadaniu, co z kolei tworzy lepszą bazę, na której podstawie można projektować algorytmy do wykonywania takiego zadania.

Kiedy rozważamy kwestię automatyzacji i zjawisko zamiany, powinniśmy oprzeć się pokusie spolaryzowanego myślenia na temat oddziaływania technologii na zatrudnienie i przyszłość pracy. Jak wynika z ustaleń Freya i Osborne’a, w zasadzie nie da się uniknąć ogromnego wpływu, jaki czwarta rewolucja przemysłowa wywrze na rynki pracy i miejsca pracy na całym świecie. Nie znaczy to jednak, że staniemy przed dylematem: „człowiek czy maszyna”. W rzeczywistości połączenie technologii cyfrowych, fizycznych i biologicznych, napędzających aktualne zmiany, posłuży w zdecydowanej większości przypadków do wzmocnienia pracy ludzkich rąk i umysłów. To jednak oznacza, że liderzy powinni odpowiednio przygotować swoich pracowników, na przykład poprzez modele edukacyjne, które wskażą, jak pracować z coraz bardziej zdolnymi, połączonymi i inteligentnymi maszynami (i obok nich).

### **Wpływ na umiejętności**

W przewidywalnej przyszłości mniej zagrożone automatyzacją będą te miejsca pracy, które wymagają umiejętności społecznych i kreatywnych – szczególnie podejmowania decyzji w sytuacji niepewności oraz rozwijania nowatorskich pomysłów.

Jednak nie zawsze musi tak być. Rozważmy sytuację jednego z najbardziej kreatywnych zawodów – pisarstwa – w kontekście pojawienia się generacji zautomatyzowanej narracji. Wysoce wyspecjalizowane algorytmy potrafią tworzyć narracje w dowolnym stylu, odpowiednim dla danych odbiorców. Treść brzmi tak bardzo „po ludzku”, że po przeczytaniu dwóch podobnych fragmentów nie można rozpoznać – co pokazał niedawny quiz „New York Timesa” – który tekst został napisany przez człowieka, a który jest wytworem robota. Ta technologia rozwija się tak szybko, że Kristian Hammond, współzałożyciel Narrative Science, firmy specjalizującej się w tworzeniu zautomatyzowanej narracji, przewiduje, iż w połowie lat dwudziestych XXI wieku 90% wiadomości może być tworzonych

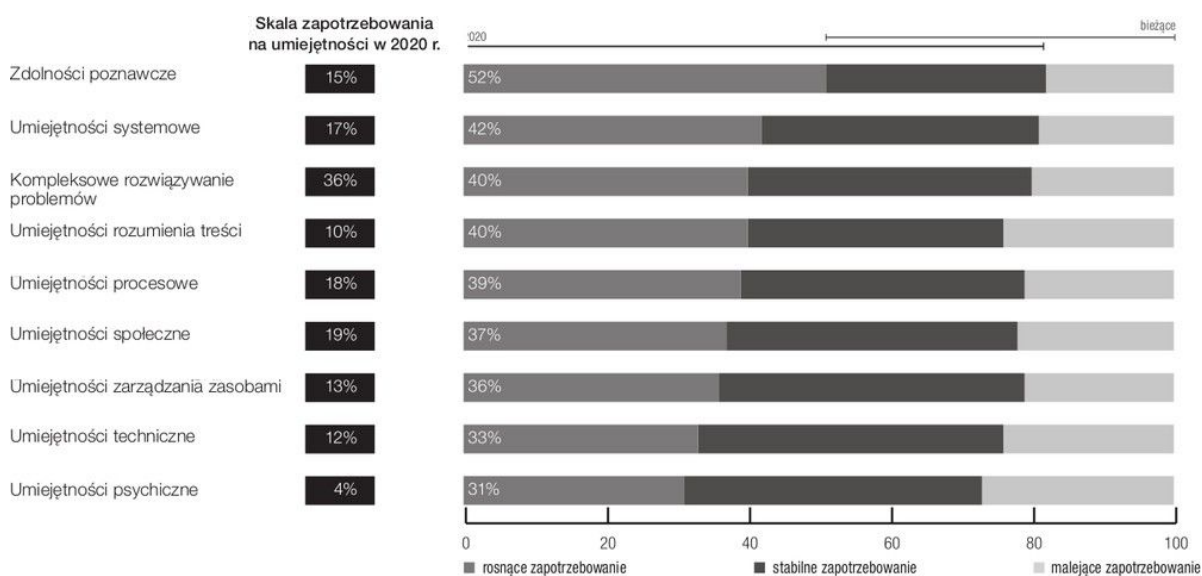


przez algorytm, w większości bez jakiegokolwiek interwencji ze strony człowieka (oczywiście oprócz stworzenia samego algorytmu)<sup>26</sup>.

Dla wszystkich interesariuszy jeszcze ważniejsza staje się – w tak szybko ewoluującym środowisku pracy – umiejętność przewidywania przyszłych trendów w zatrudnieniu oraz potrzeb dotyczących wiedzy i umiejętności wymaganych w celu przystosowania się. Trendy te zmieniają się w zależności od branży i miejsca, dlatego równie ważne jest zrozumienie wpływów czwartej rewolucji przemysłowej na konkretną branżę czy kraj.

Przygotowując *Raport o przyszłych miejscach pracy* („Future of Jobs Report”) na Światowe Forum Gospodarcze w 2017 roku, poprosiliśmy szefów kadr największych dzisiejszych pracodawców w 10 branżach i 15 gospodarkach o wyobrażenie sobie, co będzie wpływało na zatrudnienie, miejsca pracy oraz umiejętności do roku 2020.

**Wykres 1: Zapotrzebowanie na umiejętności w 2020 r.**



Źródło: *Future of Jobs Report*, World Economic Forum, Davos 2017.

Jak widać na Wykresie 1, respondenci wyrazili przekonanie, że w roku 2020 kompleksowe rozwiązywanie problemów, umiejętności społeczne i systemowe będą znacznie bardziej poszukiwane niż umiejętności fizyczne czy rozumienie treści. Z *Raportu* wynika też, że następne pięć lat będzie krytycznym okresem przejściowym: przewidywany ogólny poziom zatrudnienia pozostanie równy, ale nastąpią istotne zmiany w ramach poszczególnych branż, jak i w oczekiwaniach wobec przydatnych umiejętności w większości profesji. Również w większości

zawodów mają się nieco poprawić wynagrodzenia oraz równowaga pracy i życia, natomiast w połowie badanych branż nastąpi pogorszenie bezpieczeństwa pracy. Jest także jasne, że wszystkie te zmiany odczują w inny sposób mężczyźni, a w inny - kobiety, zaś nierówności między płciami mogą wzrosnąć (zob. Ramka A).

---

#### **Ramka A: Różnice między płciami podczas czwartej rewolucji przemysłowej**

10. edycja *Globalnego raportu o różnicy płci 2015* („Global Gender Gap Report 2015”) Światowego Forum Ekonomicznego ujawniła dwa niepokojące trendy. Po pierwsze, przy aktualnym tempie postępu osiągnięcie ekonomicznej równości płci na świecie potrwa kolejne 118 lat. Po drugie, postępy w stronę równości są wyjątkowo powolne, a może wręcz się zatrzymały.

W tym świetle niezwykle ważne jest zastanowienie się nad wpływem czwartej rewolucji przemysłowej na różnice między płciami. Jak przyspieszone zmiany technologiczne, obejmujące świat fizyczny, cyfrowy i biologiczny, wpłyną na rolę, którą kobiety mogą odegrać w gospodarce, polityce i społeczeństwie?

Istotne jest rozważenie kwestii, czy na automatyzację bardziej podatne są zawody w większym stopniu zdominowane przez kobiety, czy przez mężczyzn. Z raportu WEF o przyszłości miejsc pracy wynika, że istotny ubytek miejsc pracy będzie prawdopodobnie dotyczył obu płci. Podczas gdy w przeszłości więcej bezrobocia spowodowanego przez automatyzację zdarzało się w sektorach zdominowanych przez mężczyzn, jak produkcja, budowa i instalacja, to obecnie wzrastające umiejętności sztucznej inteligencji oraz możliwość digitalizacji zadań w branżach usługowych uświadamiają, że zagrożonych jest wiele innych miejsc pracy, od call center na nowych rynkach (źródło utrzymania dla wielkich liczb młodych pracowników, które podjęły pracę jako pierwsze kobiety w swojej rodzinie) po handel detaliczny i funkcje administracyjne w gospodarkach rozwiniętych (ważny pracodawca dla kobiet z niższej klasy średniej).

Utrata pracy ma negatywne skutki w każdych okolicznościach, jednak skumulowane efekty znacznej utraty miejsc pracy w wielu kategoriach tradycyjnie zapewniających kobietom zatrudnienie wydają się szczególnie niepokojące. A zdecydowanie zagrożą to gospodarstwom z jednym źródłem dochodu zapewnianym przez kobiety niemające wysokich umiejętności, obniży też ogólne zarobki w rodzinach o dwóch źródłach dochodu i generalnie poszerzy już teraz niepokojącą różnicę między płciami na całym świecie.

A co z nowymi rolami i kategoriami? Jakie nowe możliwości mogą się pojawić dla kobiet na rynku pracy przekształconym przez czwartą rewolucję przemysłową? Chociaż trudno jest określić kompetencje i umiejętności, których oczekiwać będą nieistniejące jeszcze branże, możemy spokojnie założyć, że wzrośnie popyt na umiejętności pozwalające pracownikom projektować i budować systemy technologiczne, pracować z nimi bądź też szukać zatrudnienia w branżach wypełniających luki spowodowane przez postęp technologiczny.

Skoro mężczyźni nadal z reguły dominują w informatyce, w zawodach matematycznych i inżynierskich, to większy popyt na wyspecjalizowane umiejętności techniczne może wzmocnić nierówności między płciami. Niewykluczone jednak, że zwiększy się zapotrzebowanie na umiejętności, których maszyny nie będą w stanie opanować, bo mogą wymagać cech i odruchów wyłącznie ludzkich, jak empatia czy współczucie. W wielu takich profesjach kobiety przodują, na przykład wśród psychologów, terapeutów, trenerów, a nawet specjalistów od planowania, także w pielęgniarstwie i innych zawodach związanych z opieką zdrowotną.

Kluczową kwestią jest tu „względny zwrot” z czasu i z wysiłku w rolach wymagających różnych umiejętności technicznych, ponieważ istnieje ryzyko, że usługi osobiste i inne kategorie pracy tradycyjnie zdominowane przez kobiety pozostaną nadal nisko cenione. Jeżeli tak się stanie, czwarta rewolucja przemysłowa może doprowadzić do pogłębienia różnic między pozycją kobiet i mężczyzn. Stałoby się to jednym z jej negatywnych skutków, zwiększając zarówno ogólne nierówności, jak i różnice między płciami, co w przyszłości utrudniłoby kobietom wykorzystanie ich talentów w pracy. Zagroziłoby to także wartościom już wytworzonym dzięki większej różnorodności oraz tym korzyściom, które – jak wiemy – organizacje mogą osiągnąć wskutek wzmożonej kreatywności i efektywności, wynikających z posiadania na wszystkich poziomach zatrudnienia zrównoważonych płciowo zespołów. Zwłaszcza że w epoce czwartej rewolucji przemysłowej wiele cech i umiejętności tradycyjnie kojarzonych z kobietami i sfeminizowanymi zawodami będzie znacznie bardziej potrzebnych.

Skoro jednak nie potrafimy przewidzieć, jakiego rodzaju skutki, odmienne dla mężczyzn i kobiet, przyniesie czwarta rewolucja przemysłowa, to przynajmniej powinniśmy skorzystać ze stwarzanych przez nią okazji na przekształcenie gospodarki i zmienić politykę pracy i praktyki biznesowe w taki sposób, by zapewnić zarówno kobietom, jak i mężczyznom możliwość maksymalnego wzmocnienia swoich pozycji.

---

W jutrzejszym świecie pojawi się wiele nowych miejsc pracy i zawodów nie tylko w wyniku czwartej rewolucji przemysłowej, ale także za sprawą czynników nietechnologicznych, jak presja demograficzna, zmiany geopolityczne czy nowe normy społeczne i kulturowe. Dzisiaj jeszcze nie jesteśmy w stanie dokładnie przewidzieć, jakie one będą, ale jestem przekonany, że decydującym czynnikiem produkcyjnym okaże się raczej talent niż kapitał. Z tego powodu to nie niedostępność kapitału, tylko niedostateczna liczba pracowników z odpowiednimi umiejętnościami może stanowić ograniczenie dla innowacyjności, konkurencyjności i wzrostu.

Rynek pracy albo coraz silniej będzie się dzielił na segmenty: niskie umiejętności/niska płaca, wysokie umiejętności/ wysoka płaca, albo też – jak przewidział Martin Ford<sup>27</sup>, autor i przedsiębiorca w branży oprogramowania z Doliny Krzemowej – dojdzie do zaniku całej podstawy w piramidzie umiejętności zawodowych, co z kolei doprowadzi do pogłębiających się nierówności i w związku z tym do coraz silniejszych napięć społecznych, o ile już dzisiaj nie zaczniemy się na te zmiany przygotowywać.

Ta presja zmusi nas również do rozważenia, co właściwie w kontekście czwartej rewolucji przemysłowej rozumiemy przez „wysokie umiejętności”. Tradycyjne definicje kwalifikacji pracowniczych skupiają się na zaawansowanym bądź specjalistycznym wykształceniu oraz zestawie określonych umiejętności w ramach zawodu lub dziedziny. Ze względu na coraz szybsze tempo zmian technologicznych, czwarta rewolucja przemysłowa będzie w coraz większym stopniu wymagała od pracowników nieustannej adaptacji oraz uczenia się nowych umiejętności i sposobów postępowania w różnych okolicznościach.

Raport Forum *Przyszłość miejsc pracy* pokazał poza tym, że niemal połowa głównych szefów zasobów ludzkich ma co najmniej niezłą ocenę strategii zatrudniania w swojej organizacji oraz jej przygotowania na zmiany. Tymczasem podstawowe bariery, które wstrzymują bardziej zdecydowane podejście do tej kwestii, to niezrozumienie przez firmy przełomowego charakteru zmian, słabe dopasowanie polityki zatrudnienia firm do ich strategii innowacyjności albo w ogóle brak takiego dopasowania, ograniczona dostępność zasobów oraz presja związana z krótkoterminowymi zyskami. W efekcie następuje brak synchronizacji między wielkością nadchodzących zmian a stosunkowo nieistotnymi działaniami, podejmowanymi przez firmy w odpowiedzi na te wyzwania. Organizacje potrzebują nowego sposobu myślenia, aby zaspokoić własne wymagania dotyczące talentów oraz ograniczyć niepożądane skutki społeczne.

## Wpływ na gospodarki rozwijające się

Trzeba koniecznie rozważyć, co to wszystko może oznaczać dla krajów rozwijających się. Do wielu obywateli świata nie dotarły jeszcze poprzednie fazy rewolucji przemysłowej; wciąż nie mają dostępu do elektryczności, czystej wody, sanitariatów i wielu podstawowych sprzętów, które w gospodarkach zaawansowanych uważane są za oczywistość. Mimo to rozwijające się gospodarki również odczuwają nieunikniony wpływ czwartej rewolucji przemysłowej.

Jak dotąd, konkretne skutki nowej rewolucji przemysłowej nie są znane. Chociaż w ciągu ostatnich dziesięcioleci nierówności wewnątrz państw pogłębiały się – nierówności pomiędzy państwami słabły. Czy grozi nam, że czwarta rewolucja przemysłowa odwróci dotychczasowy trend wyrównywania różnic między gospodarkami pod względem dochodów, umiejętności, infrastruktury, finansów i innych? A może technologie i gwałtowne zmiany uda się wykorzystać w celu przyspieszenia rozwoju i przeskoczenia niektórych etapów?

Tym trudnym pytaniom należy poświęcić niezbędną uwagę, mimo że obecnie większość rozwiniętych gospodarek zajęta jest własnymi wyzwaniami. Zadbanie o to, by wielkie połacie globu nie pozostawały w tyle, to nie jest imperatyw moralny – to newralgiczny cel, który mógłby ograniczyć ryzyko globalnej destabilizacji ze względu na wyzwania geopolityczne i zagrożenia dla bezpieczeństwa, jak chociażby migracje.

Wyzwaniem dla państw o niskich dochodach może być scenariusz, który sugeruje, że czwarta rewolucja przemysłowa zdoła doprowadzić do ponownego przeniesienia znacznej części globalnej produkcji do państw rozwiniętych, co jest przecież możliwe w sytuacji, gdy dostęp do taniej siły roboczej przestanie decydować o konkurencyjności firm. Próby tworzenia silnych sektorów produkcyjnych, służących globalnej gospodarce i opartych na korzyściach kosztowych, to często realizowana droga rozwoju, która pozwala krajom na zebranie kapitału, przenoszenie technologii i zwiększanie dochodów. Jeżeli ta droga się zamknie, wiele państw będzie musiało ponownie przemysłać swoje modele i strategie industrializacji. Czy rozwijające się gospodarki wykorzystają możliwości stwarzane przez czwartą rewolucję przemysłową i w jaki sposób zdołają to zrobić, to kwestia wielkiej wagi dla świata – ważne jest, aby prowadzono dalsze badania i rozważania pozwalające ją zrozumieć, a także opracować i dostosować odpowiednie strategie.

Niebezpieczeństwo polega na tym, że w stosunkach między państwami, jak i wewnątrz nich, czwarta rewolucja przemysłowa może doprowadzić do triumfu zasady „zwycięzca bierze wszystko”. W wyniku tego jeszcze bardziej wzrosłyby

napięcia i konflikty społeczne, a świat stałby się mniej spójny i bardziej niestabilny, szczególnie jeżeli wziąć pod uwagę, że ludzie są dzisiaj znacznie bardziej świadomi niesprawiedliwości społecznych i nierówności w standardach życia między państwami, a także uwrażliwieni na nie. Jeżeli liderzy sektorów publicznych i prywatnych nie przekonają obywateli, że starają się realizować wiarygodne strategie w celu poprawy warunków życia, niepokoje społeczne, masowa migracja oraz brutalny ekstremizm mogą się nasilać, zagrażając państwom na wszystkich etapach rozwoju. Jest niezwykle ważne, aby ludzie z przekonaniem wierzyli, że angażując się w istotną pracę będą w stanie utrzymać siebie i swoje rodziny. Co się jednak stanie, jeżeli popyt na pracę okaże się niewystarczający lub jeżeli umiejętności, jakimi dysponują, nie będą już nikomu potrzebne?

### 3.1.3 Natura pracy

Kształtowanie się świata, w którym dominujący paradygmat pracy to raczej seria transakcji między pracownikiem a firmą, a nie stały stosunek, zostało opisane 17 lat temu przez Daniela Pinka w książce *Free Agent Nation*<sup>28</sup>. Ten trend uległ znacznemu przyspieszeniu dzięki innowacjom technologicznym.

Dzisiaj gospodarka na żądanie zmienia w fundamentalny sposób nasz związek z pracą oraz tkankę społeczną, w której jest on osadzony. Coraz więcej pracodawców zaczyna korzystać z „ludzkiej chmury”. Profesjonalne działania dzielone są na szczegółowe zadania i odrębne projekty, a potem wrzucane w wirtualną chmurę chętnych pracowników, zlokalizowanych w różnych punktach na całym świecie. To jest nowa gospodarka na żądanie, gdzie dostawcy pracy nie są już pracownikami zatrudnionymi w sensie tradycyjnym, ale raczej niezależnymi pracownikami wykonującymi konkretne zadania. Jak to parę lat temu ujął Arun Sundararajan, profesor z Stern School of Business przy New York University (NYU), cytowany przez „New York Times”, w artykule pióra dziennikarza Farhada Manjoo: „Możemy skończyć w przyszłości, w której pewien ułamek siły roboczej stanowić będą wykonawcy całego zestawu czynności zapewniających im dochód – ktoś będzie na przykład jednocześnie kierowcą Ubera, zakupowiczem Instacarta, gospodarzem Airbnb i „złotą rączką” na Taskrabbicie<sup>29</sup>”.

Korzyści dla firm, a zwłaszcza dla szybko rosnących start-upów, są w cyfrowej gospodarce oczywiste. Ponieważ platformy „ludzkiej chmury” uznają pracowników za samozatrudnionych, nie dotyczy ich – na razie – wymóg minimalnego wynagrodzenia, podatków i ubezpieczenia społecznego. Jak wyjaśniał Daniel Callaghan, dyrektor generalny MBA & Company w Wielkiej Brytanii, w artykule

w „Financial Times”: „Teraz można dostać kogokolwiek się chce, gdziekolwiek się chce, dokładnie tak, jak się chce. A ponieważ nie są pracownikami, nie trzeba sobie zawracać głowy z zatrudnieniem i przepisami”<sup>30</sup>.

Dla „ludzi w chmurze” główne korzyści polegają na wolności (mogą pracować albo nie) i niezrównanej mobilności, jaką mogą się cieszyć należąc do globalnej wirtualnej sieci. Niektórzy z niezależnych pracowników widzą w tym idealne połączenie dużej wolności, mniejszego stresu i większego zadowolenia z pracy. Chociaż „ludzka chmura” dopiero raczkuje, mamy już sporo anegdotycznych dowodów na to, że wiąże się z nią ciche wyprowadzanie miejsc pracy (ciche, bo platformy ludzkiej chmury nie są nigdzie notowane i nie muszą ujawniać danych).

Czy to jest początek nowej, elastycznej rewolucji w pracy, która zwiększy podmiotowość każdej jednostki posiadającej połączenie z internetem, a wyeliminuje niedobory umiejętności? A może uruchomia się nieunikniony wyścig do utraty tchu w świecie pełnym nieregulowanych wirtualnych miejsc harówki? Jeżeli wynikiem będzie to drugie – świat prekariatu, społeczna klasa robotników przechodzących od zadania do zadania byle zarobić na życie, a jednocześnie cierpiących z powodu utraty praw pracowniczych, praw do negocjacji i bezpieczeństwa zatrudnienia – czy stanie się to potężnym źródłem niepokojów społecznych i niestabilności politycznej? I wreszcie, czy rozwój „ludzkiej chmury” może po prostu przyspieszyć automatyzację ludzkich miejsc pracy?

Stojącym przed nami wyzwaniem jest stworzenie nowych form umów społecznych i umów o pracę, odpowiadających zmieniającej się sile roboczej i ewoluującej naturze pracy. Musimy ograniczać gorsze strony „ludzkiej chmury” pod względem możliwego jej wykorzystywania, a jednocześnie nie szkodzić w niczym wzrostowi rynku pracy ani nie utrudniać ludziom wykonywania pracy w taki sposób, jaki wybiorą. Jeżeli nie będziemy w stanie tego zrobić, czwarta rewolucja przemysłowa może poprowadzić do ciemnej strony przyszłości pracy, opisanej przez Lyndę Gratton, profesor praktyki zarządzania w London Business School, w książce *The Shift: The Future of Work is Already Here* – do rosnącego rozdrobnienia, izolacji i wykluczenia we wszystkich społeczeństwach<sup>31</sup>.

Jak niezmiennie przekonuję w tej książce – wybór należy do nas. Całkowicie zależy od zastosowanej przez nas polityki i podjętych decyzji instytucjonalnych. Jakkolwiek trzeba pamiętać i o tym, że może się też zdarzyć reakcja regulacyjna, która ponownie odda władzę w ręce decydentów i ograniczy siły przystosowawcze całego systemu.

## **Ważność celu**

Musimy mieć na względzie również to, że nie chodzi tylko o talent i umiejętności. Technologia umożliwia większą efektywność, czego oczekuje większość ludzi. Zarazem jednak chcą oni czuć, że nie są jedynie pionkami w grze, ale częścią czegoś ważniejszego niż oni sami. Już Karol Marks wyrażał niepokój, że proces specjalizacji ograniczy poczucie celu, którego wszyscy poszukujemy w pracy, a z kolei Buckminster Fuller wręcz ostrzegał przed ryzykiem związanym z dążeniem do nadmiernej specjalizacji, co prowadzi do „wyliminowania szerokopasmowych poszukiwań sygnału, a tym samym uniemożliwia dalsze odkrywanie potężnych zasad ogólnych”<sup>32</sup>.

Teraz to my, mając do czynienia z kombinacją rosnącego stopnia skomplikowania oraz hiperspecjalizacji, znaleźliśmy się w punkcie, kiedy sensowne zaangażowanie staje się istotną potrzebą. Dotyczy to szczególnie przedstawicieli młodszych pokoleń, którzy coraz częściej odczuwają, że praca w korporacjach ogranicza ich możliwość odnalezienia sensu i celu w życiu. W świecie, w którym nikną granice i zmieniają się aspiracje, ludzie chcą nie tylko znaleźć równowagę między pracą a życiem prywatnym, ale osiągnąć także ich harmonijną integrację. Obawiam się, że takie poczucie spełnienia praca przyszłości będzie mogła zapewnić jedynie nielicznym.

## **3.2 Biznes**

Oprócz zmian w rytmach wzrostu, rynkach pracy i przyszłości pracy, które będą miały naturalny wpływ na wszystkie organizacje, pojawiają się też dowody na to, że technologie stanowiące podstawę czwartej rewolucji przemysłowej mają zasadniczy wpływ na sposób prowadzenia firm, ich organizację i tworzenie. Do szczególnych symptomów tego zjawiska należy fakt, że historyczne ograniczenie średniej długości życia korporacji, notowanej w S&P 500, spadło w roku 2016 z około 60 lat do niemal 20<sup>33</sup>. Kolejnym symptomem jest zmiana tempa, w jakim nowo przybyli przejmują dominację na rynku i osiągają kolejne istotne poziomy dochodu. Facebookowi uzyskanie przychodów rzędu 1 miliarda dolarów rocznie zajęło sześć lat, a Google tylko pięć. Nie ma wątpliwości, że pojawiające się technologie, niemal zawsze zasilane i umożliwiające cyfrowo, zwiększają tempo i skalę zmiany w firmach.

Wynika to także z tematyki moich rozmów z prezesami światowych firm i wysokimi urzędnikami – jest już jasne, że zalew informacji, jakie są dziś



udostępniane, szybkość zakłóceń równowagi czy tempo przyspieszenia innowacji są trudne do pojęcia czy przewidzenia.

Staje się to źródłem nieustannych zaskoczeń. W takim kontekście umiejętność lidera, by bez przerwy się uczyć i dostosowywać, ale zarazem kwestionować własne koncepcyjne i operacyjne modele sukcesu, okaże się w następnym pokoleniu wyróżnikiem najsukceszniejszych liderów biznesu.

Z tych powodów pierwszą konsekwencją czwartej rewolucji przemysłowej jest pilna potrzeba przyjrzenia się własnej organizacji oraz sobie jako jej liderowi. Czy są dowody na to, że nasza organizacja i my jako jej liderzy potrafimy się uczyć i zmieniać? Czy mamy już wcześniejsze doświadczenia we wprowadzaniu prototypów i inwestowaniu w szybkim tempie? Czy kultura firmy jest w stanie przyjąć zarówno innowacje, jak i niepowodzenia? Wszystko, czemu się teraz przyglądam, wskazuje na to, że tempo będzie jeszcze przyspieszać, a zmiany okażą się fundamentalne, cały proces zatem będzie wymagał zdecydowanego, rzetelnego spojrzenia na zdolność organizacji do szybkiego i zręcznego działania.

### **Przyczyny przełomowych zakłóceń**

Różne powody zakłóceń wywierają różnego rodzaju wpływ na biznes. W dziedzinie podaży wiele branż spostrzega, że wprowadzenie nowych technologii tworzy całkowicie nowe sposoby zaspokajania aktualnych potrzeb i wyraźnie zakłóca równowagę istniejących łańcuchów wartości. Przykłady są liczne. Nowe technologie magazynowania i przesyłania energii przyspieszą przejście na jej bardziej zdecentralizowane źródła. Powszechne zastosowanie druku 3D sprawi, że rozproszone obecnie wytwarzanie i konserwacja części zamiennych staną się łatwiejsze i tańsze. Informacje i wiedza, aktualizowane w czasie rzeczywistym, dostarczą unikalnych danych o klientach i o wydajności aktywów, a to wzmocni inne trendy technologiczne.

Zakłócenia dotychczasowej równowagi powodowane są również przez energicznych, innowacyjnych konkurentów, którzy – dzięki dostępowi do globalnych cyfrowych platform służących do badań, rozwoju, marketingu, sprzedaży i dystrybucji – mogą prześcignąć tradycyjne firmy szybciej niż kiedykolwiek przedtem, poprawiając jakość, szybkość czy poziom cen, po jakich dostarczają swoje wartości. Wielu liderów biznesu z tego właśnie powodu za największe zagrożenie uważa rywali jeszcze w ten sposób niepostrzeganych. Byłoby jednak błędem uznać, że konkurencyjne zakłócenia powodowane będą jedynie przez start-upy. Również dużym, zasiedziałym firmom cyfryzacja

umożliwia przekraczanie granic branżowych poprzez wykorzystanie własnej bazy klienckiej, infrastruktury lub technologii. Wejście firm telekomunikacyjnych na rynek opieki zdrowotnej i do segmentów samochodowych to tylko pierwsze z brzegu przykłady. Wielkość firmy może się tak samo okazać przewagą konkurencyjną, jeżeli umiejętnie się ją wykorzysta.

Duże zmiany po stronie popytu także zakłócają równowagę biznesu: wzrastająca przejrzystość, zaangażowanie konsumentów oraz nowe modele ich zachowań (coraz silniej opierające się na dostępie do sieci i danych mobilnych) zmuszają firmy do dostosowywania sposobu, w jaki projektują, promują i dostarczają nowe produkty i usługi.

Generalnie wpływy czwartej rewolucji przemysłowej na biznes postrzegam jako nieuniknione przejście od prostej digitalizacji, jaka charakteryzowała trzecią rewolucję przemysłową, do znacznie bardziej skomplikowanych form innowacji, wykorzystujących w nowatorski sposób kombinację licznych technologii. Zmusza to wszystkie przedsiębiorstwa do ponownego przeanalizowania modelu, w jaki prowadzą interesy, i przybiera różne kształty. Dla niektórych firm przesuwanie coraz dalej granic osiągania wartości może polegać na podjęciu nowych rodzajów działalności w sąsiednich segmentach, podczas gdy dla innych oznacza to identyfikację przesuwających się pokładów wartości w istniejących sektorach.

Jednak wnioski pozostają te same. Liderzy biznesu i dyrektorzy wyższego szczebla muszą zrozumieć, że zakłócenia równowagi mają wpływ zarówno na popyt, jak i na podaż. To z kolei powinno ich skłonić do zmiany założeń, na podstawie których działają ich zespoły, i do znajdowania nowych sposobów. Krótko mówiąc, muszą nieustannie wprowadzać innowacje.

### **Cztery główne skutki**

Wspólne dla przedsiębiorstw ze wszystkich branż skutki czwartej rewolucji przemysłowej polegają zasadniczo na tym, że:

- zmieniają się oczekiwania klientów
- produkty doskonalą się dzięki danym, co poprawia produktywność aktywów
- tworzą się nowe partnerstwa, gdy firmy uczą się, jak ważne są nowe formy współpracy
- modele operacyjne przekształcają się w nowe cyfrowe modele.

#### **3.2.1 Oczekiwania klientów**

Klienci, zarówno indywidualni (B2C), jak i biznesowi (B2B), w coraz większym stopniu stają się centrum gospodarki cyfrowej, przede wszystkim w zakresie tego, jak są obsługiwani. Oczekiwania klientów określa się teraz przez doznanie. W doznaniu Apple, na przykład, nie chodzi jedynie o to, jak używamy ich produktu, ale także o opakowanie, markę, zakupy i obsługę klienta. Apple przeddefiniowuje zatem oczekiwania klientów tak, by obejmowały one całość doznań związanych z produktem.

Tradycyjne podejście do segmentacji demograficznej zmienia się w dobór według kryteriów cyfrowych, które pozwalają identyfikować potencjalnych klientów na podstawie ich gotowości do udostępniania danych i interakcji. W miarę coraz szybszego przechodzenia od własności do współdzielonego dostępu (szczególnie w miastach), udostępnianie danych stanie się niezbędną częścią propozycji wartości. Na przykład współdzielenie samochodów będzie wymagało integracji informacji osobistych i finansowych w ramach licznych firm z branży samochodowej, użytkowej, komunikacyjnej i bankowej.

Większość firm przekonuje wprawdzie, że i tak jest nastawiona na klienta, ale te ich twierdzenia zostaną zweryfikowane, gdy dane dotyczące sposobu, w jaki znajdują i obsługują klientów, będą analizowane w czasie rzeczywistym. Epoka cyfrowa, skupiająca się na dostępie do danych i ich wykorzystaniu, przeddefiniowaniu produktów i doznań, a także na przechodzeniu do świata nieustannego dostosowywania i dostrajania, musi jednocześnie zapewnić, by sercem tego procesu pozostał ludzki wymiar relacji.

Umiejętność pozyskiwania danych z rozlicznych źródeł – od osobistych do przemysłowych, od lifestyle’owych po behawioralne – zapewnia szczegółowe, do niedawna wręcz niewyobrażalne informacje o drodze zakupowej klienta. Te dane i ich pomiary są tak niezwykle istotnym źródłem wiadomości o potrzebach i zachowaniach klientów, że już dziś umożliwiają decyzje marketingowe i sprzedażowe niemal w czasie rzeczywistym.

Ten kierunek digitalizacji zmierza aktualnie w stronę przejrzystości, co oznacza więcej danych w łańcuchu dostaw, więcej danych w zasięgu klientów i dzięki temu więcej możliwości porównywania jakości produktów między kupującymi, a to wszystko przekazuje więcej siły w ręce konsumentów. Odpowiednie strony internetowe ułatwiają na przykład porównywanie cen, jakości usług, działania produktów. Konsumenci błyskawicznie, kliknięciem myszy lub przesunięciem palca, przechodzą od jednej marki, usługi czy cyfrowego sprzedawcy do następnych ofert. Firmy nie są już w stanie unikać odpowiedzialności za kiepskie działanie.

Reputacja marki jest trudna do osiągnięcia, ale bardzo łatwa do stracenia. Im bardziej transparentny będzie świat, tym silniejszy będzie ten efekt.

Trendy konsumenckie są obecnie w znacznym stopniu określane przez pokolenie milenialsów. Żyjemy w świecie na żądanie, gdzie w 2014 roku 87% młodych Amerykanów twierdziło, że nigdy się nie rozstają ze swoim smartfonem, a 44% codziennie korzystało z wbudowanego aparatu fotograficznego<sup>34</sup>. Obecnie wysyła się przez WhatsAppa 65 miliardów wiadomości każdego dnia<sup>35</sup>. To jest świat, w którym liczy się dzielenie dóbr między równorzędnych uczestników oraz treści tworzone przez użytkowników. To jest świat, w którym liczy się „teraz”: świat działający w czasie rzeczywistym, gdzie nieustannie przekazywane są wskazówki co do drogi, a zakupy ze spożywczego dostarczane są wprost pod drzwi. Ten „świat teraz” wymaga od firm, by reagowały w czasie rzeczywistym, niezależnie od tego, gdzie znajdują się one same albo gdzie mogą się znajdować ich klienci.

Błędem byłoby zakładać, że zjawisko to ogranicza się do gospodarek zamożnych. Weźmy na przykład zakupy *online* w Chinach. 11 listopada 2017 roku – Alibaba Group nazywa to Dniem Singli – serwis *e-commerce* obsłużył transakcje o wartości 25 miliardów dolarów, z czego 90% przez serwisy mobilne (dla porównania: w 2015 było to 14 mld i 68%)<sup>36</sup>. Kolejny przykład to Afryka subsaharyjska, region, gdzie najszybciej rośnie liczba użytkowników internetu za pośrednictwem telefonów komórkowych, co pokazuje, że internet komórkowy wyprzedza dostęp przez komputer. GSM Association oczekuje kolejnych 240 milionów mobilnych użytkowników internetu w Afryce subsaharyjskiej w ciągu następnych pięciu lat<sup>37</sup>. Chociaż zaawansowane gospodarki mają najwyższe stopnie penetracji mediów społecznościowych, Azja Wschodnia, Południowo-Wschodnia oraz Ameryka Środkowa znajdują się już powyżej globalnej średniej wynoszącej 42% i szybko idą w górę<sup>38</sup>. Pod koniec roku 2015 chiński serwis wiadomości tekstowych i głosowych WeChat (Weixin) zyskał około 150 milionów użytkowników w ciągu zaledwie dwunastu miesięcy, a ich liczba wzrastała z roku na rok co najmniej o 39%. W lutym 2018 liczba użytkowników WeChat pierwszy raz przekroczyła 1 mld użytkowników<sup>39</sup>.

### 3.2.2 Produkty wzmocnione o dane

Nowe technologie wpływają też – w miarę tego, jak produkty i usługi rozbudowywane są o możliwości cyfrowe zwiększające ich wartość – na sposób, w jaki organizacje postrzegają swoje aktywa i nimi zarządzają. Tesla na przykład od lat pokazuje, jak można wykorzystać bezprzewodowe aktualizacje oprogramowania

i zdolność przyłączeniową do udoskonalenia produktu (samochodu) po zakupie, zamiast pozwalać, by z czasem tracił on na wartości.

Nie tylko nowe materiały sprawiają, że aktywa są bardziej wytrzymałe i odporne. Dzięki danym i analityce zmienia się także charakter konserwacji urządzeń. Analiza dokonywana przez sensory umieszczane w urządzeniach umożliwia ich nieustanny monitoring i proaktywną konserwację, a przez to maksymalizuje ich użyteczność. Nie chodzi już o znajdowanie konkretnych wad, ale o wykorzystanie punktów odniesienia (na podstawie danych dostarczonych przez czujniki i monitorowanych za pomocą algorytmów), które mogą wskazać, gdy działanie urządzenia przekroczy normalne ramy. To dlatego centra kontroli linii lotniczych wiedzą, czy silnik w konkretnym samolocie zaczyna w trakcie rejsu gorzej funkcjonować, zanim dowie się o tym pilot. Mogą więc poinstruować go, co ma robić, bądź też zmobilizować z wyprzedzeniem ekipę naprawczą na miejscu lądowania.

Tworzenie nowych modeli biznesowych umożliwia, oprócz konserwacji, przewidywanie skuteczności działania aktywów. Działanie to można mierzyć i monitorować przez dłuższy czas – analiza zapewnia informacje o możliwościach, tolerancji, umożliwia decyzję o outsourcingu produktów niebędących podstawą działalności ani jej strategicznym elementem. SAP to przykład firmy, która wykorzystuje dane dotyczące fizycznych produktów używanych w rolnictwie, aby maksymalnie przedłużyć ich użyteczność.

Umiejętność przewidywania działania aktywów daje także możliwość wyceniania usług. Pozwala to oszacować urządzenia o wysokiej przepustowości, jak windy czy schody ruchome, według ich funkcjonowania, a dostawcom usług płacić na podstawie faktycznego użytkowania produktu – przy progu 99,5% czasu działania w danym czasie. Weźmy jako przykład floty ciężarówek. Przewoźnicy długodystansowi również są zainteresowani, by płacić producentom opon za tysiąc kilometrów drogi, zamiast regularnie kupować nowe opony.

A to wszystko dzięki temu, że kombinacja czujników i analityki umożliwia firmom produkującym opony obserwację pracy kierowców, wyliczenie zużycia paliwa i opon w celu zaoferowania kompletnej usługi.

### **3.2.3 Innowacje oparte na współpracy**

Świat doznań konsumenckich, usług opartych na danych oraz funkcjonowania aktywów dzięki analityce wymaga nowych form współpracy, szczególnie z powodu tempa, w jakim pojawiają się zakłócenia równowagi i generowane przez nie

innowacje. Dotyczy to zarówno zasiedziałyh firm z tradycjami, jak i młodych, dynamicznych organizacji. Tym pierwszym często brak konkretnych umiejętności, są też mniej wrażliwe na zmieniające się potrzeby klientów, podczas gdy drugim, młodszym brakuje kapitału i bogatych danych generowanych w ramach dojrzałej działalności.

Jak to zarysował raport naszego Forum *Innowacje oparte na współpracy*:

*Transformacja biznesu, napędzanie wzrostu*, kiedy współpracujące ze sobą firmy dzielą się zasobami w celu innowacji, może to generować znaczną wartość zarówno dla obu stron, jak i dla tych gospodarek, w których taka współpraca ma miejsce. Jednym z tego typu przykładów jest podjęta w 2015 roku współpraca giganta przemysłowego Siemens, który wydaje 4 miliardy dolarów rocznie na badania i rozwój, z Ayasdi, innowacyjną firmą zajmującą się uczącymi się maszynami, założoną na Stanford University w 2008 roku, Pionierem Technologii WEF. To partnerstwo daje Siemensowi dostęp do zespołu, który potrafi go wesprzeć wobec skomplikowanych wyzwań, jakie wiążą się z uzyskiwaniem cennych wniosków z ogromnej masy danych; Ayasdi z kolei ma okazję sprawdzać zastosowanie swojej topologicznej analizy danych za pomocą danych rzeczywistych, a jednocześnie może poszerzać obecność na rynku.

Jednak tego rodzaju współpraca okazuje się często bardziej skomplikowana. Wymaga znacznych inwestycji z obu stron w celu opracowania strategii firmowej, znalezienia odpowiednich partnerów, ustanowienia kanałów komunikacji, dostosowania procesów oraz elastycznych reakcji na zmieniające się warunki, zarówno w ramach partnerstwa, jak i poza nim. Czasami z takiej współpracy wynikają całkowicie nowe modele biznesowe (jak koncepcja współdzielonych samochodów miejskich), w które włączają się firmy z różnych branż w celu stworzenia zintegrowanego doświadczenia konsumenckiego. Siła całości równa jest sile najsłabszego ogniwa w całym łańcuchu. Firmy muszą wyjść znacznie poza porozumienia sprzedażowo-marketingowe, by zrozumieć, jakie kompleksowe i zgodne ze współpracą podejście powinny przyjąć. Czwarta rewolucja przemysłowa zmusza światy *offline* i *online* do zastanowienia się nad tym, w jaki sposób mogą ze sobą praktycznie współpracować.

### **3.2.4 Nowe modele działalności**

Wszystkie te różnorodne czynniki wymagają, aby firmy przemyślały swoje modele operacyjne. Planowanie strategiczne musi więc już teraz poradzić sobie

z wyzwaniem polegającym na tym, że przedsiębiorstwa powinny działać szybciej i bardziej elastycznie.

Jak już wspominałem, ważnym modelem operacyjnym, który umożliwił sieciowy efekt digitalizacji, jest platforma. Podczas gdy trzecia rewolucja przemysłowa doprowadziła do powstania platform czysto cyfrowych, dla czwartej rewolucji przemysłowej charakterystyczne jest pojawienie się platform globalnych, połączonych ściśle ze światem fizycznym.

Strategia platformy jest zarówno dochodowa, jak i przełomowa. Badania prowadzone przez MIT Sloan School of Management wykazały, że w 2013 roku spośród 30 najlepszych pod względem kapitalizacji rynkowej marek 14 firm było zorientowanych na platformy<sup>40</sup>.

Strategie platform oraz konieczność większego skupienia się na klientach powodują, że w wielu branżach główny ciężar przesuwa się ze sprzedaży produktów na dostarczanie usług. Coraz większa liczba konsumentów nie kupuje już i nie posiada fizycznych obiektów, płaci natomiast za dostarczanie usług, z których korzysta dzięki platformom cyfrowym. Można na przykład mieć dostęp do miliarda cyfrowych książek za pośrednictwem Kindle Store Amazona, można puścić sobie dowolną niemal piosenkę z każdego miejsca na świecie przez Spotify albo dołączyć do systemu współdzielenia samochodów, dzięki któremu zyskuje się możliwość użytkowania pojazdu bez konieczności jego posiadania. Ta wielka zmiana pozwala na zastosowanie bardziej transparentnych, zrównoważonych modeli wymiany wartości w gospodarce. Zarazem tworzy to nowe wyzwania – na przykład, jak definiować własność, jak dbać o nieograniczone treści i jak z nich korzystać, jak wchodzić w interakcje z coraz potężniejszymi platformami, które dostarczają takie usługi w coraz większej skali.

Opracowanie Światowego Forum Ekonomicznego w ramach jego inicjatywy Cyfrowa Transformacja Przemysłu (Digital Transformation of Industry) wskazuje na kilka innych modeli biznesowych i operacyjnych zaprojektowanych po to, by korzystać z czwartej rewolucji przemysłowej. Wspominana już „orientacja na klienta” jest jednym z nich – stosujące go firmy, jak Nespresso, skupiają swoje wysiłki na procesach *front-line* i zachęcają pracowników do stawiania na pierwszym miejscu potrzeb klienta. W oszczędnych modelach biznesowych, na przykład Michelina, wykorzystuje się możliwości, jakie daje interakcja pomiędzy światem cyfrowym, fizycznym i ludzkim, by dzięki nowym formom optymalizacji świadczyć wysokiej jakości usługi po niskich kosztach.

Oparte na danych modele biznesowe, mające dostęp do ważnych, uwzględniających szerszy kontekst informacji na temat klientów, tworzą nowe źródła przychodów; w coraz większym stopniu polegają też na analityce i inteligentnym oprogramowaniu pozwalającym na wyciąganie cennych wniosków. Firmy „otwarte i płynne” pozycjonują się jako część elastycznego ekosystemu tworzenia wartości, podczas gdy firmy typu „Skynet” skupiają się na automatyzacji, która coraz bardziej się rozpowszechnia w ryzykownych branżach i lokalizacjach. Jest też wiele przykładów firm zwracających się ku modelom biznesowym sięgającym po nowe technologie w celu bardziej efektywnego wykorzystania energii i przepływu materiałów, co pozwala oszczędzać zasoby, obniżać koszty i wywierać pozytywny wpływ na środowisko (zob. Ramka B: *Zachowanie i odtwarzanie środowiska*).

Takie zmiany oznaczają, że firmy będą musiały wiele zainwestować w systemy bezpieczeństwa cybernetycznego i bezpieczeństwa danych, aby uniknąć bezpośrednich zagrożeń ze strony przestępców, aktywistów ekstremistycznych organizacji czy z powodu niezamierzonych awarii cyfrowej infrastruktury. Wyceny rocznych kosztów ponoszonych przez firmy z powodu cyberataków sięgają 500 miliardów dolarów. Doświadczenia firm, takich jak Sony Pictures, TalkTalk, Target czy Barclays, wskazują, że utrata kontroli nad wrażliwymi danymi korporacyjnymi i klienckimi ma zasadniczy, negatywny wpływ na ceny akcji. To wyjaśnia, dlaczego Bank of America Merrill Lynch ocenił kilka lat temu, że wartość rynku cyberbezpieczeństwa wzrośnie więcej niż dwukrotnie – od około 75 miliardów dolarów w 2015 roku do 170 miliardów do 2020. Oznacza to dla branży roczną stopę wzrostu wynoszącą ponad 15% w ciągu następnych pięciu lat<sup>41</sup>.

Kolejne pojawiające się modele operacyjne uświadamiają również i to, że wobec nowych wymagań co do umiejętności oraz potrzeby przyciągania i zatrzymywania właściwych pracowników należy od nowa przemyśleć rolę talentu i kultury organizacyjnej. To właśnie od siły roboczej będzie się oczekiwało nowych umiejętności w miarę tego, jak coraz ważniejsze dla procesu decyzyjnego i modeli operacyjnych będą się w różnych branżach stawały dane. Same procesy trzeba będzie uaktualniać (np. tak, aby móc w pełni wykorzystać dostępność informacji w czasie rzeczywistym), zaś kultury organizacji będą musiały ewoluować.

Jak wspominałem, firmy muszą dostosować się do koncepcji talentyzmu. To jeden z najważniejszych obecnie czynników napędzających konkurencyjność. W świecie, w którym talent stanie się dominującą formą przewagi strategicznej, trzeba będzie na nowo wymyśleć naturę struktur organizacyjnych.



Elastyczne hierarchie, nowe sposoby mierzenia i nagradzania wyników, nowe strategie przyciągania i zatrzymywania talentów – to wszystko stanie się kluczem do sukcesu organizacji. Zdolność do elastyczności będzie w równym stopniu dotyczyła motywacji pracowników i komunikacji, jak też ustalania priorytetów biznesowych i zarządzania fizycznymi aktywami.

Moje przeczucia mówią, że organizacje, które najlepiej sobie radzą, będą w coraz większym stopniu odchodziły od hierarchicznych struktur na rzecz sieciowych modeli opartych na współpracy. Motywacja, coraz bardziej wewnętrzna, będzie wynikała ze wspólnego pragnienia pracowników i kierownictwa, by osiągnąć mistrzostwo, niezależność i znaczenie. A to sugeruje, że w organizacji biznesu będzie coraz więcej rozproszonych zespołów, osób pracujących zdalnie i dynamicznych kolektywów, połączonych nieustanną wymianą danych i spostrzeżeń na temat rzeczy czy zadań, nad którymi się pracuje.

Odzwierciedlający tę zmianę scenariusz dla miejsca pracy przewiduje szybkie rozpowszechnienie się produktów typu *wearables* (inteligentnych ubrań i akcesoriów zawierających elektronikę), co w połączeniu z Internetem Rzeczy będzie stopniowo umożliwiało firmom łączenie doznań cyfrowych i fizycznych z korzyścią dla pracowników i konsumentów. Na przykład osoby obsługujące wysoce skomplikowany sprzęt lub pracujące w trudnych warunkach i sytuacjach będą mogły wspierać się produktami typu *wearables* podczas projektowania czy naprawy komponentów. Możliwość ściągania aktualizacji przez podłączone do internetu akcesoria ubraniowe da pracującym w terenie pewność, że zarówno używane przez nich kosztowne sprzęty, jak i oni sami nie zostaną pozbawieni dostępu do aktualnych informacji. W świecie czwartej rewolucji przemysłowej, gdzie standardową praktyką jest aktualizacja oprogramowania opartego na chmurze i odświeżanie danych poprzez chmurę, najważniejsze będzie dopilnowanie, żeby ludzie i ich umiejętności nadążali za zmianami.

### **Łączenie świata cyfrowego, fizycznego i biologicznego**

Firmom zdolnym do łączenia licznych wymiarów – cyfrowego, fizycznego, biologicznego – często udaje się zrewolucjonizować całą branżę i powiązane z nią systemy produkcji, dystrybucji i konsumpcji.

Popularność Ubera w wielu miastach zaczyna się od pozytywnych doświadczeń klientów – mogą obserwować lokalizację samochodu w swoim urządzeniu mobilnym, otrzymują opis standardu samochodu, a proces płatności jest płynny, dzięki czemu po dotarciu na miejsce nie powoduje to opóźnień. Rozwiązania te

zostały udoskonalone, powiązane z fizycznym produktem (transport osoby z punktu A do punktu B), dzięki optymalizacji wykorzystania aktywów (samochód należący do kierowcy). W takich przypadkach możliwości cyfrowe często przekładają się nie tylko na lepszą cenę czy niższe koszty, ale także na zasadniczą zmianę modelu biznesowego. Czynnikiem napędzającym jest podejście typu *end-to-end* – od zamówienia usługi do wykonania.

Te oparte na kombinacjach modele biznesowe ilustrują zasięg, jaki mogą mieć kreatywne zakłócenia równowagi, kiedy dzięki aktywom cyfrowym i ciekawym konfiguracjom istniejących platform cyfrowych przekształca się stosunek do fizycznych aktywów (przełomowa zmiana polega tu na przejściu od własności do dostępu). Na swoich rynkach żadna z tego typu firm nie jest właścicielem aktywów: samochód jest własnością kierowcy, który go udostępnia, także właściciel udostępnia swój dom. W obu przypadkach przewaga konkurencyjna opiera się na lepszym doznaniu, połączonym z ograniczonymi kosztami transakcyjnymi i frykcyjnymi. Ponadto takie organizacje w sposób szybki i wygodny łączą popyt z podażą, co oznacza odejście od dominującego modelu biznesowego.

To rynkowe podejście coraz mocniej narusza od dawna ustabilizowaną pozycję starych firm i rozmontowuje granice między branżami. Wielu członków wyższego kierownictwa spodziewa się, że właśnie konwergencja branż będzie główną siłą wpływającą na ich działalność w ciągu najbliższych trzech do pięciu lat<sup>42</sup>. Kiedy klient firmowy wypracował sobie na platformie opinię osoby wiarygodnej, cyfrowemu dostawcy łatwiej jest oferować mu inne produkty i usługi.

Dynamiczna konkurencja powoduje rozproszenie bardziej tradycyjnych branżowych silosów i łańcuchów wartości, rozluźnia także dotychczasowe stosunki między firmami a ich klientami. Nowi zakłócacze równowagi potrafią gwałtownie zwiększać skalę po znacznie niższych kosztach niż zasiedziałe firmy. Osiągają przy tym szybkie zwroty finansowe dzięki efektom sieci. Ewolucja Amazona z księgarni w handlowy konglomerat zarabiający 100 miliardów rocznie pokazuje, że lojalność klientów połączona z informacjami na temat ich preferencji oraz konsekwentnie dobre wykonywanie usługi mogą umożliwić sprzedaż w wielu branżach. Ilustruje to także korzyści wynikające ze skali.

Technologie cyfrowe wytworzyły w niemal wszystkich branżach nowe, zakłócające istniejącą równowagę sposoby łączenia produktów i usług – a w ramach tego procesu unicestwiły tradycyjne granice między branżami. W branży samochodowej auto stało się komputerem na kółkach, a elektronika stanowi około 40% jego kosztów. Podjęta przez Apple i Google decyzja o wejściu na ten rynek pokazuje, że

firma technologiczna może się teraz zmienić w samochodową. W przyszłości, gdy wartość będzie się przesuwiała w stronę elektroniki, strategicznie korzystniejsza od produkcji samego samochodu może okazać się technologia i licencjonowanie oprogramowania.

Branża finansowa przechodzi przez podobny okres zakłócających równowagę zmian. Platformy P2P (*peer-to-peer*) demontują bariery wejścia i ograniczają koszty. W branży inwestycyjnej nowe algorytmy „robotów doradców” i towarzyszące im aplikacje zapewniają usługi doradcze i narzędzia obsługi portfolio za ułamek dawnych kosztów transakcji – 0,5% zamiast tradycyjnych 2% – zagrażając tym samym całemu segmentowi aktualnej branży finansowej. Finansiści zresztą mają świadomość, że niedługo sposób działania ich branży zrewolucjonizuje blockchain, ponieważ jego możliwe zastosowania w dziedzinie finansów mogą ograniczyć koszty rozrachunków i transakcyjne nawet o 20 miliardów dolarów. Technologia wspólnych baz danych może ułatwić różnorodne operacje – przechowywanie kont klientów, płatności zagraniczne czy wyjaśnianie i rozliczanie transakcji. Może także wprowadzić produkty i usługi jeszcze nieistniejące, takie jak inteligentne kontrakty typu *futures*, które realizują się bez maklera (np. derywaty kredytowe wypłacające automatycznie w razie niedotrzymania zobowiązań przez firmę lub kraj).

Przed wyzwaniem wywołanym równoczesnym postępem technologii fizycznych, biologicznych i cyfrowych stoi także branża medyczna, gdzie rozwój nowych sposobów diagnozowania i terapii zbiega się z naciskami, by digitalizować karty pacjentów i kapitalizować bogactwa informacji, jakie można osiągnąć z urządzeń typu *wearable* oraz technologii implantowanych.

Nie we wszystkich branżach nastąpił już moment zakłócenia, ale siły napędzające czwartą rewolucję przemysłową pchają każdą z nich w stronę transformacji. W zależności od charakteru branży i profilu demograficznego bazy klienckiej pojawiają się wprawdzie pewne różnice, jednak w świecie, którego cechą charakterystyczną jest niepewność, decyduje umiejętność przystosowania się – jeżeli firma nie jest w stanie iść naprzód, może znaleźć się poza trasą.

Firmy, które przeżyją lub rozkwitną, będą musiały nie tyle utrzymać, co nieustannie doskonalić swoje umiejętności innowacyjne. W sytuacji, gdy przedsiębiorstwa, branże i korporacje zaczną się zmagać z nieustannymi darwinistycznymi naciskami, coraz powszechniejsza będzie się stawała filozofia „zawsze w fazie beta” (nieustannie ewoluując). To sugeruje, że wzrośnie globalna liczba przedsiębiorców i *intrapreneurs* (przedsiębiorczych szefów firm i głównych menedżerów), a małe

i średnie firmy odczuwają korzyści wynikające z właściwych im szybkości i zręczności, niezbędnych do radzenia sobie z zakłóceniami i przełomowymi innowacjami.

Dużym organizacjom ułatwi przeżycie skala ich działalności oraz inwestycje we własny ekosystem start-upów bądź w małe i średnie przedsiębiorstwa, a także partnerstwo z mniejszymi, bardziej innowacyjnymi firmami. To pozwoli im na zachowanie autonomii w swoich branżach, a jednocześnie umożliwi efektywniejsze i bardziej elastyczne działanie. Decyzja Google’a z 2015 roku o przeorganizowaniu się w firmę holdingową Alphabet to dobitny przykład tego trendu, napędzanego przez potrzebę zachowania innowacyjnego charakteru oraz elastyczności.

Natomiast to, jak badacze, firmy i obywatele będą rozwijali i przyjmowali pojawiające się technologie oraz modele operacyjne umożliwiające tworzenie wartości dla użytkowników i jak będą w nie inwestowali, w znacznym stopniu zostanie ukształtowane przez otoczenie regulacyjne i legislacyjne, o czym szczegółowo będzie mowa w następnych częściach książki. Z jednej strony bowiem, nowe technologie i innowacyjne firmy oferują nowe produkty i usługi, które mogą poprawić życie wielu ludzi; z drugiej strony, te same technologie i wspierające je systemy mogą powodować skutki, których wolelibyśmy uniknąć – od szerokiego bezrobocia i rosnących nierówności, już tu wspomnianych, po niebezpieczeństwa związane ze zautomatyzowanymi systemami broni oraz nowymi cyberzagrożeniami.

Chociaż poglądy na to, z czego powinien się składać właściwy zestaw regulacji, mogą być różne, z moich rozmów z rządami, firmami i liderami społeczeństwa obywatelskiego wynika, że wszyscy mają ten sam generalny cel: zapewnić stabilność i prosperity społeczeństwa poprzez stworzenie elastycznego, odpowiedzialnego ekosystemu regulacyjnego i legislacyjnego, który minimalizując ryzyka pozwoli na rozkwit innowacji.

---

## **Ramka B: Ochrona i odnowa środowiska**

Konwergencja świata fizycznego, cyfrowego i biologicznego, stanowiąca istotę czwartej rewolucji przemysłowej, stwarza możliwości, dzięki którym świat mógłby wiele zyskać w dziedzinie zużycia i efektywności zasobów. Jak wykazano w Project MainStream – inicjatywie Światowego Forum Ekonomicznego mającej na celu przyspieszenie przejścia do gospodarki obiegu zamkniętego (*circular economy*) – dzięki wykorzystaniu technologii i systemów inteligentnych nie tylko staje się możliwe zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko naturalne ze strony

jednostek, organizacji i rządów, ale wyzwoli to również, zgodnie z obietnicami, większy potencjał do odnowy i regeneracji środowiska.

Istotą tej prognozy jest założenie, że firmy i konsumenci zechcą zrezygnować z linearnego, polegającego na braniu i zużyciu, modelu korzystania z dużych ilości łatwo dostępnych zasobów i opowiedzą się za nowym modelem przemysłowym, w którym efektywne przepływy materiałów, energii, pracy, a teraz i informacji wchodzi ze sobą w interakcje i z założenia promują wzmacniający się, zdolny do regeneracji i bardziej produktywny system gospodarczy.

Są cztery ścieżki, które mogą nas tam zaprowadzić. Po pierwsze, dzięki Internetowi Rzeczy (IoT) i inteligentnym aktywom można teraz śledzić przepływy materiałów i energii, by osiągnąć znacznie lepszą efektywność wzdłuż całego łańcucha wartości. Z 14,4 biliona dolarów w korzyściach gospodarczych, które – według oceny Cisco – zostaną zrealizowane dzięki IoT w ciągu następnej dekady, 2,7 biliona dolarów wartości można osiągnąć dzięki eliminacji odpadów i udoskonaleniu procesów w łańcuchu dostaw i w logistyce. Rozwiązania, jakie umożliwia IoT, mogą do roku 2020 ograniczyć emisje gazów cieplarnianych o 9,1 miliarda ton, a jest to 16,5% całości przewidywanej na ten rok<sup>43</sup>.

Po drugie, demokratyzacja informacji i transparentność, wynikające z cyfrowych aktywów, dadzą obywatelom nowe możliwości egzekwowania odpowiedzialności firm i państw. Technologie takie jak blockchain pomogą sprawić, że informacja stanie się bardziej wiarygodna; na przykład zachowanie w bezpiecznym formacie i certyfikacja satelitarnych danych z monitoringu wylesiania pozwoli uważniej pilnować właścicieli ziemi.

Po trzecie, nowe przepływy informacji i rosnąca transparentność mogą pomóc w zmianie na dużą skalę zachowania obywateli, gdy linią najmniejszego oporu w nowym zestawie norm biznesowych i społecznych stanie się zrównoważony system obiegu zamkniętego.

Owocna konwergencja między obszarami ekonomii i psychologii dostarczyła już ciekawych informacji o tym, jak postrzegamy świat, zachowujemy się i uzasadniamy nasze zachowanie, podczas gdy pewna liczba zrandomizowanych badań prowadzonych na większą skalę przez rządy, korporacje i uniwersytety pokazała, że to może działać. Przykładem jest Opower, organizacja, której misją jest ochrona środowiska poprzez skłanianie ludzi do świadomego ograniczania zużycia energii elektrycznej, a tym samym do redukcji kosztów poprzez porównywanie podobnych grup użytkowników czy spersonalizowane porady, jak oszczędzać prąd.

Po czwarte, jak to już opisano szczegółowo w poprzedniej części, nowe modele biznesowe i organizacyjne obiecują innowacyjne sposoby tworzenia i dzielenia wartości, a to z kolei może prowadzić do zmian całych systemów, co okaże się korzystne dla środowiska naturalnego, jak również dla naszych gospodarek i społeczeństw. Autonomiczne pojazdy, gospodarka współdzielenia czy modele leasingowe – wszystko to prowadzi do coraz wyższej stopy wykorzystania aktywów, zarazem znacznie ułatwia przechwycenie, ponowne wykorzystanie i „upcykling” materiałów we właściwym czasie.

Czwarta rewolucja przemysłowa umożliwi firmom przedłużenie cyklu użyteczności aktywów i zasobów, zwiększenie ich wykorzystania i stworzenie kaskad, które będą odzyskiwały materiały i energię, by ponownie ich używać do dalszej eksploatacji, obniżając przy tym szkodliwe emisje i zużycie zasobów. W nowym rewolucyjnym systemie przemysłowym dwutlenek węgla zmieni się z cieplarnianego zanieczyszczenia w cenny towar, a gospodarka odzyskiwania i przechowywania węgla przeistoczy się z dziedziny tworzącej koszty i zanieczyszczenia w dochodowe instalacje. A co jeszcze ważniejsze, wszystko to pomoże firmom, rządowi i obywatelom z większą świadomością angażować się w strategię prowadzącą do aktywnej regeneracji kapitału naturalnego, pozwoli na inteligentne i regenerujące jego wykorzystanie w procesie zrównoważonej produkcji i konsumpcji, a na zagrożonych obszarach dzięki biodywर्सyfikacji będzie miejsce na odnowę.

---

### **3.3 Narodowe i globalne**

Przełomowe zmiany powodowane przez czwartą rewolucję przemysłową ponownie definiują to, jak mają działać instytucje publiczne i organizacje. Zmuszają zwłaszcza rządy – na poziomie regionalnym, narodowym czy lokalnym – do dostosowania się poprzez zreformowanie samych siebie, a także szukanie nowych sposobów współpracy z obywatelami i sektorem prywatnym. Ma to również wpływ na wzajemne stosunki między państwami i rządami.

W tej części książki skupiam się na roli, jakiej muszą podjąć się rządy, aby zapanować nad czwartą rewolucją przemysłową, licząc się przy tym z siłami zmieniającymi tradycyjne postrzeganie polityków i ich miejsca w społeczeństwie. Wobec rosnącej podmiotowości obywateli oraz większej fragmentaryzacji i polaryzacji społeczeństw może to doprowadzić do powstania systemów politycznych, które będą utrudniały rządzenie i zmniejszały jego skuteczność. Jest to szczególnie istotne, ponieważ może się to dziać w czasach, kiedy to właśnie

rządy powinny być głównymi partnerami w kształtowaniu przejścia do nowych formatów naukowych, technologicznych, gospodarczych i społecznych.

### 3.3.1 Rządy

Jeśli rozważamy wpływ czwartej rewolucji przemysłowej na rządy, pierwszą możliwością, jaka przychodzi do głowy, jest wykorzystanie technologii cyfrowych do lepszego rządzenia. Bardziej intensywne i innowacyjne stosowanie technologii sieciowych może pomóc administracjom publicznym w modernizacji ich struktur i funkcji, a tym samym w poprawie ogólnych wyników – od wzmocnienia procesów e-rządu po zapewnianie większej transparentności, odpowiedzialności i zaangażowania w relacjach między rządem a obywatelami. Rządy muszą się również przystosować do tego, że władza przenosi się z graczy państwowych na niepaństwowych, z zasiedziałyh instytucji – na luźne sieci. Nowe technologie, ugrupowania społeczne i promowane przez nie interakcje pozwalają w zasadzie każdemu na wywieranie wpływu w sposób, który jeszcze kilka lat temu był nie do pomyślenia.

Coraz bardziej nieuchwytną i zmienną naturę władzy odczuwają najmocniej między innymi właśnie rządy. Jak to ujął Moisés Naím: „w XXI w. władza jest łatwiejsza do zdobycia, trudniejsza do użycia i łatwiejsza do stracenia”<sup>44</sup>. Nie ma wątpliwości, że rządzenie jest dzisiaj bardziej skomplikowane niż kiedyś. Poza kilkoma wyjątkami, twórcom polityki coraz trudniej jest doprowadzać do zmian. Ograniczają ich rywalizujące ze sobą ośrodki mocy – ponadnarodowe, regionalne, lokalne, a nawet jednostkowe. Już teraz mikropotęgi są w stanie ograniczyć takie makropotęgi jak rządy państw.

Epoka cyfrowa podważyła wiele barier, które chroniły władzę publiczną, co spowodowało, że rządy zaczęły okazywać się znacznie mniej efektywne czy skuteczne, w miarę tego jak rządzeni, czyli ogół, stawali się coraz lepiej poinformowani, a w swoich oczekiwaniach coraz bardziej wymagający. Saga WikiLeaks – w której niewielki niepaństwowy podmiot stanął przeciwko gigantycznemu państwu – ilustruje asymetrię nowego paradygmatu siły oraz erozję zaufania, która mu często towarzyszy.

Potrzebna byłaby osobna książka tylko na ten temat, aby zbadać wszystkie liczne i wieloaspektowe wpływy czwartej rewolucji przemysłowej na rządy, ale podstawowy wniosek brzmi tak: technologia będzie dawała obywatelom coraz większe możliwości, da im nowy sposób wyrażania swoich opinii, koordynowania wysiłków, a może i obchodzenia rządowego nadzoru. Mówię „może”, bo równie

prawdopodobny jest scenariusz odwrotny w sytuacji, gdy nowe techniki obserwacji pozwolą na powstanie zbyt silnych władz państwowych.

Struktury równoległe będą w stanie głosić ideologie, gromadzić zwolenników i koordynować działania przeciw oficjalnym systemom rządowym albo mimo ich istnienia. Rządy nie zachowają się w swej aktualnej formie; zostaną z czasem zmuszone do zmiany, gdyż ich główna rola prowadzenia polityki będzie stopniowo traciła znaczenie w wyniku rosnących poziomów konkurencji oraz spowodowanej przez nowe technologie redystrybucji i decentralizacji władzy. Rządy w coraz większym stopniu będą postrzegane jako ośrodki usług publicznych i oceniane na podstawie ich umiejętności dostarczania rosnącej gamy usług w najbardziej efektywne i zindywidualizowane sposoby.

W rezultacie o trwałości rządów zadecyduje ich zdolność do adaptacji. Jeżeli pogodzą się ze światem zmian coraz mocniej zakłócających równowagę, jeżeli poddadzą swoje struktury wymogom transparentności i efektywności, które pomogą im zachować przewagę konkurencyjną, przetrwają. Jednak w trakcie tego procesu zmieniają się całkowicie, staną się odchudzonymi, ale znacznie bardziej skutecznymi komórkami rządowymi, a to wszystko w środowisku nowych i konkurujących ze sobą struktur władzy.

Tak samo jak podczas poprzednich rewolucji przemysłowych, również tym razem w adaptacji i rozprowadzaniu nowych technologii decydującą rolę odegrają regulacje. Jednak teraz rządy zostaną zmuszone do zmiany swego podejścia wobec tworzenia, rewizji i realizacji regulacji. W „starym świecie” decydenci mieli dość czasu, by przestudiować konkretny problem, a następnie przygotować właściwą odpowiedź lub odpowiednie ramy regulacyjne. Cały proces miał tendencje do pozostawania linearnym i mechanicznym, do trzymania się ściśle określonego kierunku z góry na dół. Z różnych przyczyn nie jest to już możliwe.

Przy szybkim tempie zmian uruchomionych przez czwartą rewolucję przemysłową przed regulatorami staje nieporównywalne dotąd z niczym wyzwanie. Dzisiejsze władze polityczne, legislacyjne i regulacyjne często nie nadążają za wydarzeniami, nie są w stanie poradzić sobie z tempem zmian technologicznych i ze znaczeniem ich implikacji. Dwudziestoczterogodzinny cykl wiadomości wymaga od liderów, by komentowali wydarzenia lub działali w odpowiedzi na nie natychmiast, co znacznie ogranicza czas, który powinni przeznaczyć na wypracowanie starannych, przemyślanych i wyważonych reakcji. Stwarza to prawdziwe zagrożenie utraty kontroli nad tym, co ma znaczenie, zwłaszcza w systemie globalnym, w którym uczestniczy niemal 200 niezależnych państw i tysiące różnych kultur i języków.



Jak twórcy polityki i regulatorzy mogą w takich warunkach wspierać rozwój technologiczny, nie tłumiąc innowacyjności i chroniąc jednocześnie interesy konsumentów i ogółu? Odpowiedź brzmi: poprzez elastyczne rządy (zob. Ramka C: *Elastyczne zasady zarządzania w czasach przełomu*).

Znaczna część postępu technologicznego, którego jesteśmy świadkami, nie została odpowiednio ujęta w istniejące ramy regulacyjne i może nawet zaburzać umowę społeczną, którą wypracowały rządy z obywatelami. Elastyczność władzy polega na tym, że regulatorzy muszą znaleźć sposoby na nieustanne adaptowanie się do nowego, szybko się zmieniającego środowiska przez stwarzanie samych siebie od nowa, by lepiej rozumieć, co właściwie regulują. W tym celu rządy i agencje regulacyjne powinny blisko współpracować z biznesem i społeczeństwem obywatelskim, aby kształtować niezbędne globalne, regionalne i przemysłowe transformacje.

Elastyczna władza nie oznacza ani niepewności regulacyjnej, ani gorączkowej, nieustannej aktywności twórców polityki. Nie należy popełniać błędu polegającego na przekonaniu, że dostaliśmy się między dwie równie nieprzyjemne ramy legislacyjne – jedną przestarzałą, choć stabilną, drugą aktualną, ale niepewną. Tym, co wydaje się potrzebne w epoce czwartej rewolucji przemysłowej, niekoniecznie jest szybsze tworzenie koncepcji politycznych, ale raczej ekosystem regulacyjny i legislacyjny, który pomoże zbudować stosowniejsze ramy. Takie podejście można jeszcze wzmocnić, tworząc więcej przestrzeni na spokój konieczny przy refleksji nad ważnymi decyzjami. Wyzwanie polega na tym, by rozważania te uczynić znacznie bardziej produktywnymi i uwzględniać w nich potrzebę tworzenia maksymalnie bezpiecznej przestrzeni na pojawianie się innowacji.

Podsumowując: w świecie, w którym podstawowe funkcje publiczne, komunikacja społeczna, a także informacje osobiste przenoszą się na platformy cyfrowe, aktualne rządy powinny skupiać się na zachowaniu sprawiedliwości, konkurencyjności, równości, własności intelektualnej, bezpieczeństwa i wiarygodności, tworząc we współpracy z firmami i społeczeństwem obywatelskim konieczne zasady, sposoby sprawdzania i równoważenia.

Istnieją dwa podejścia koncepcyjne. Pierwsze zakłada, że wszystko, co nie jest wprost zakazane, jest dozwolone. Drugie – że wszystko, co nie jest wprost dozwolone, pozostaje zakazane.

Rządy muszą te podejścia łączyć. Muszą nauczyć się współpracować i adaptować, dbając jednocześnie o to, by w centrum wszystkiego pozostawał człowiek. To jest

wyzwanie dla rządów, które nigdy nie były bardziej potrzebne niż podczas czwartej rewolucji przemysłowej: mają obowiązek pozwolić kwitnąć innowacjom, a jednocześnie starać się minimalizować ryzyka.

Aby to osiągnąć, rządy będą musiały skuteczniej angażować obywateli oraz prowadzić eksperymenty polityczne, pozwalające na naukę i adaptację. Z obu tych zadań wynika, że zarówno rządy, jak i obywatele zobowiązani są na nowo przemyśleć swoje role i interakcje między sobą. Jednocześnie wobec zwiększających się wzajemnych oczekiwań należy z góry założyć konieczność uwzględniania licznych punktów widzenia oraz zgodę na popełnianie po drodze błędy i pomyłki.

---

### **Ramka C: Elastyczne zasady zarządzania w czasach przełomu**

#### **Rynek pracy**

Technologie cyfrowe i globalna infrastruktura komunikacji znacznie zmieniają tradycyjne koncepcje pracy i zapłaty, umożliwiając wyłonienie się nowych typów pracy, które są wyjątkowo elastyczne i ze swej natury tymczasowe (tak zwana gospodarka na żądanie). Wprawdzie pozwala to ludziom cieszyć się bardziej elastycznym czasem pracy i może uruchomić całkiem nową falę innowacji na rynku pracy, jednakże skłania też do postawienia ważnych pytań związanych z ograniczonym stopniem ochrony w realiach tejże gospodarki, gdzie każdy pracownik staje się w zasadzie zleceniobiorcą, pozbawionym korzyści wynikających z bezpieczeństwa i długotrwałości zatrudnienia.

#### **Pieniądze i opodatkowanie**

Gospodarka na żądanie zmusza także do rozważenia istotnych kwestii związanych się z pobieraniem podatków – dla tymczasowych pracowników znacznie łatwiejsze i atrakcyjniejsze okazuje się działanie na czarnym rynku. Wprawdzie cyfrowe systemy płatności sprawiają, że transakcje i mikrotransakcje stają się coraz bardziej transparentne, jednak pojawiają się już nowe, zdecentralizowane systemy płatności, które administracji publicznej oraz czynnikom prywatnych mogą znacznie utrudnić wyśledzenie miejsca zapoczątkowania oraz przeznaczenia różnego rodzaju transakcji.

#### **Odpowiedzialność prawna i ochrona**

Dla monopolii sankcjonowanych przez rządy (np. branża taksówkarska czy medyczna) od dawna usprawiedliwieniem był argument, że niektóre zawody wysokiego ryzyka wymagają ściślejszego nadzoru i powinny być wykonywane jedynie przez licencjonowanych profesjonalistów, aby zapewnić właściwy stopień

bezpieczeństwa i ochrony konsumenta. Obecnie postęp technologiczny prowadzi do istotnych zmian w wielu kontrolowanych przez rząd monopolach, umożliwiając ludziom wzajemne bezpośrednie interakcje; podobny efekt wywołują nowatorscy pośrednicy, którzy zajmują się koordynacją równych sobie uczestników i ułatwianiem kontaktów między nimi.

### **Bezpieczeństwo i prywatność**

Pomimo ponadnarodowego charakteru internetu oraz rosnącej gospodarki globalnej, prawa do danych oraz przepisy dotyczące ochrony danych nadal pozostają mocno rozdrobnione. Zasady dotyczące gromadzenia, przetwarzania i odsprzedaży danych osobowych są dobrze określone w Europie, ale wciąż mocno niepełne w licznych innych jurysdykcjach. Gromadzenie dużych zestawów danych umożliwia wielkim internetowym operatorom wydedukowanie znacznie większej liczby informacji, niż faktycznie otrzymali od użytkowników (bezpośrednio lub pośrednio). Profilowanie użytkowników za pomocą analiz *big data* i technik wnioskowania otwiera drogę dla nowych, znacznie bardziej dostosowanych i spersonalizowanych usług, które mogą być korzystne dla użytkowników i konsumentów, ale które wywołują także istotne niepokoje co do przestrzegania prywatności użytkowników oraz autonomii jednostki. Z powodu rosnącego niepokoju, wywoływanego cyberprzestępczością oraz kradzieżą tożsamości, w wielu jurysdykcjach zaczęła zanikać równowaga między śledzeniem a wolnością. Szala zaczęła się gwałtownie przechylać w stronę coraz staranniejszego monitoringu, jak to pokazują informacje ujawnione przez Edwarda Snowdena, analityka wywiadu amerykańskiego, który opublikował dokumenty dotyczące działalności służb bezpieczeństwa USA.

### **Dostępność i włączenie**

Wraz z przechodzeniem globalnej gospodarki w wymiar cyfrowy, dostępność wiarygodnej infrastruktury internetowej staje się istotnym warunkiem wstępnym dla rozwoju gospodarki. Rządy muszą rozumieć, jaki potencjał daje im postęp technologiczny. Powinny adaptować różnego rodzaju technologie nie tylko po to, by optymalizować swój wewnętrzny model funkcjonowania, ale również po to, by promować i wspierać ich powszechne stosowanie, a zwłaszcza skutecznie je wykorzystywać w drodze do globalnie połączonego społeczeństwa informacyjnego. Problem wykluczenia cyfrowego (lub przepaści cyfrowej) nabiera w tym kontekście wagi, ponieważ ludziom będzie coraz trudniej uczestniczyć w gospodarce cyfrowej i w nowych formach zaangażowania obywatelskiego bez odpowiedniego dostępu do internetu i/lub bez dostępu do podłączonego urządzenia, albo też bez wystarczającej wiedzy, by z takiego urządzenia korzystać.

## **Asymetria władzy**

W dzisiejszym społeczeństwie informacyjnym asymetria informacji może prowadzić do znacznych asymetrii we władzy, ponieważ ktokolwiek ma wiedzę pozwalającą na obsługiwanie technologii, ma również władzę pozwalającą na to. Jednostka z dostępem na prawach administratora (*root access*) jest niemal wszechmogąca. A to oznacza, że z powodu stopnia skomplikowania kwestii technicznych wiążących się z nowoczesnymi technologiami, a zwłaszcza z racji różnych umiejętności zrozumienia ich potencjału, mogą pojawiać się coraz większe nierówności między osobami znającymi się na technologii, które są w stanie w pełni ją rozumieć i kontrolować, a osobami pozostającymi z braku wiedzy jedynie pasywnymi użytkownikami technologii, której nie rozumieją.

Źródło: *A call for Agile Governance Principles in an Age of Disruption*, Global Agenda Council on Software & Society, Światowe Forum Ekonomiczne, listopad 2015.

---

### **3.3.2 Państwa, regiony i miasta**

Ponieważ technologia cyfrowa nie zna granic, w trakcie zastanawiania się nad wpływem technologii na geografii i geografii na technologię może nasuwać się wiele pytań. Co określi role, jakie będą odgrywane przez państwa, regiony i miasta w czwartej rewolucji przemysłowej? Czy Europa Zachodnia i Stany Zjednoczone staną na czele transformacji, jak to się stało podczas poprzednich rewolucji przemysłowych? Jakie państwa zdołają je wyprzedzić? Czy doczekamy się większej i skuteczniejszej współpracy na rzecz doskonalenia społeczeństwa, czy też pójdziemy w stronę coraz większej fragmentaryzacji nie tylko w granicach państw, ale też między nimi? Czy w świecie, gdzie towary i usługi można produkować niemal gdziekolwiek, gdzie znaczną część popytu na nisko wykształconych i nisko płatnych pracowników przejmuje automatyzacja, ci, których na to stać, będą gromadzić się w państwach z silnymi instytucjami i sprawdzoną dobrą jakością życia?

### **Przepisy umożliwiające innowacje**

Kiedy próbuje się znaleźć odpowiedzi na takie pytania, jedna sprawa staje się jasna i ważna: te państwa i regiony, którym uda się określić jutrzejsze preferowane normy międzynarodowe w podstawowych kategoriach i dziedzinach nowej gospodarki cyfrowej (komunikacja 5G, zastosowanie komercyjnych dronów, Internet Rzeczy, cyfrowa opieka zdrowotna, zaawansowana produkcja itd.), zbiorą znaczne korzyści gospodarcze i finansowe. Przeciwnie, państwa promujące własne normy i zasady

korzystne dla krajowych producentów, przy jednoczesnym blokowaniu zagranicznej konkurencji i ograniczaniu opłat, jakie ponoszą miejscowe firmy za zagraniczne technologie, ryzykują izolację od norm globalnych, wobec czego ich obywatelom grozi pozostanie na szarym końcu nowej gospodarki cyfrowej<sup>45</sup>.

Jak już wspominałem, szerokie zastosowanie legislacji i zgodności na poziomie państwowym lub regionalnym odegra zasadniczą rolę w kształtowaniu ekosystemu, w którym działają firmy tworzące przełomowe technologie. Czasami prowadzi to do sporów między państwami. Wymownym przykładem jest decyzja Europejskiego Trybunału Sprawiedliwości z października 2015 roku, która unieważniła porozumienie o „bezpiecznej przystani”, określające przepływ danych osobowych między Stanami Zjednoczonymi a Unią Europejską. To z pewnością spowoduje wzrost kosztów zgodności ponoszonych przez firmy podczas prowadzenia działalności w Europie, a już teraz stało się transatlantycką kością niezgody.

Przykład ten uświadamia coraz istotniejszą rolę ekosystemów innowacji jako głównego czynnika napędzającego konkurencyjność. W przyszłości różnice między państwami o wysokich i niskich kosztach albo między rynkami rozwijającymi się a dojrzałymi będą miały coraz mniejsze znaczenie. Zamiast tego kluczową kwestią stanie się to, czy gospodarka jest zdolna do innowacji.

Najbardziej innowacyjne na świecie pod każdym niemal względem okazują się ciągle firmy północnoamerykańskie. Przyciągają najlepsze talenty, zdobywają najwięcej patentów, kontrolują największą część światowego kapitału *venture*, a kiedy wchodzi na giełdę, są wyceniane bardzo wysoko. Ten obraz jest dodatkowo wzmacniany przez fakt, że Ameryka Północna pozostaje na czele czterech synergicznych rewolucyjnych technologii: innowacje w branży produkcji energii; zaawansowana produkcja cyfrowa, nauki o życiu (*life sciences*); technologia informatyczna.

Jakkolwiek Ameryka Północna i Unia Europejska, w której znajdują się niektóre z najbardziej innowacyjnych gospodarek, prowadzą, inne części świata gwałtownie je doganiają. W Chinach, na przykład, w miarę jak państwo zmienia model gospodarczy i zaczyna skupiać się na innowacjach i usługach, szacunki innowacji wzrosły w 2017 roku do 76% poziomu UE (z 35% w 2006 i 46% w 2015)<sup>46</sup>. Nawet jeżeli się uzna, że postępy Chin wynikają ze stosunkowo niskiego poziomu wyjściowego, państwo to systematycznie wkracza do segmentów globalnej produkcji mających coraz wyższą wartość dodaną i korzysta ze znacznego efektu skali, by lepiej konkurować globalnie<sup>47</sup>.

Generalnie oznacza to, że na pytanie, czy konkretne państwo lub region będą w stanie w pełni wykorzystać możliwości, jakie stwarza rewolucja technologiczna, odpowiedzi udzieli stosowana przez dany podmiot polityka.

### **Regiony i miasta jako ośrodki innowacji**

Szczególnie niepokoi mnie perspektywa, że efektem automatyzacji w pewnych państwach i regionach, zwłaszcza na szybko rosnących rynkach i w krajach rozwijających się, będzie zapewne gwałtowna utrata stosunkowej przewagi, jaką daje im produkcja pracochłonnych towarów i usług. Taki scenariusz może doprowadzić do upadku gospodarek niektórych obecnie kwitnących państw i regionów.

Jasne jest, że ani państwa, ani regiony nie będą sobie dobrze radziły, jeżeli ich miasta (ekosystemy innowacji) nie będą odpowiednio odżywiane. Miasta były motorem napędowym wzrostu gospodarczego, prosperity i postępu społecznego przez cały czas trwania historii i odegrają kluczową rolę w zapewnianiu przyszłej konkurencyjności państw i regionów. Dzisiaj ponad połowa światowej populacji mieszka w strefach zurbanizowanych, od średniej wielkości miast po metropolie, a liczba mieszkańców miast na całym świecie wciąż wzrasta. Wiele czynników, które mogą wpłynąć na konkurencyjność państw i regionów – od innowacji i edukacji po infrastrukturę i administrację publiczną – jest w zasięgu miast.

Tempo i zakres, w jakim miasta wspierane przez elastyczne ramowe przepisy będą umiały absorbować i wykorzystać technologie, określi ich zdolność do konkurowania w przyciąganiu talentów.

Posiadanie superszybkich szerokopasmowych łączy, wykorzystanie technologii cyfrowych w transporcie, konsumpcji energii, recyklingu odpadów i tak dalej, uczyni miasta bardziej efektywnymi i lepszymi do życia, co z kolei sprawi, że będą atrakcyjniejsze od obszarów nieurbanizowanych.

Z tego względu niezwykle ważne jest, aby miasta i państwa na całym świecie skupiły się na zapewnieniu dostępu do internetu oraz wykorzystaniu technologii informacyjnych i komunikacyjnych, od których zależy w większości czwarta rewolucja przemysłowa. Niestety, jak wskazuje *Global Information Technology* (raport Światowego Forum Ekonomicznego z 2015 r.), infrastruktura teleinformatyczna nie była wówczas (i nie jest nadal) ani tak rozpowszechniona, ani tak szybko się nie rozprzestrzenia, jak wielu ludzi sądzi. „Połowa populacji światowej nie ma telefonów komórkowych, a 450 milionów ludzi wciąż żyje poza

zasięgiem sieci komórkowych. Około 90% populacji państw o niskich dochodach i ponad 60% w skali globu nie jest jeszcze *online*. Wreszcie, większość telefonów komórkowych jest starszej generacji”<sup>48</sup>.

Rządy muszą zatem skupić się na zmniejszeniu przepaści cyfrowej w każdym kraju, w każdej fazie rozwoju i zapewnić, by miasta i kraje posiadały podstawową infrastrukturę niezbędną do stworzenia możliwości gospodarczych i współudziału w prosperity, co staje się możliwe dzięki nowym modelom współpracy, wydajności i przedsiębiorczości.

W opracowaniu WEF na temat *Data-Driven Development* zwracano uwagę, że nie tylko dostęp do infrastruktury cyfrowej ma znaczenie w korzystaniu z tych możliwości. Istotne jest także zajęcie się problemem „deficytu danych”, który występuje w wielu państwach, szczególnie na biednym Południu, z powodu ograniczeń określających, jak dane mogą być tworzone, gromadzone, przesyłane i wykorzystywane. Zamknięcie czterech „dziur” przyczyniających się do tego deficytu – jego istnienie, dostęp, zarządzanie i możliwość wykorzystania – daje państwom, regionom i miastom wiele dodatkowych możliwości, które mogą wzmocnić ich rozwój, jak śledzenie pojawiania się chorób zakaźnych, lepsze reakcje na klęski żywiołowe, poprawa dostępu do usług publicznych i finansowych dla najbiedniejszych, a także rozumienie wzorów migracji najsłabszych populacji<sup>49</sup>.

Państwa, regiony i miasta są w stanie zrobić coś więcej poza prostą zmianą przepisów. Mogą aktywnie inwestować, by stać się polami startowymi transformacji cyfrowej, mogą przyciągać i zachęcać przedsiębiorców i inwestorów innowacyjnymi start-upami, dbając jednocześnie o to, by ustabilizowane firmy również potrafiły skorzystać z możliwości oferowanych przez czwartą rewolucję przemysłową. Gdy młode, dynamiczne firmy i ustabilizowane przedsiębiorstwa tworzą więzi ze sobą, ale także z obywatelami oraz uczelniami, miasta stają się zarówno kolebkami eksperymentów, jak i potężnymi hubami, gdzie nowe pomysły są przekształcane w prawdziwą wartość dla lokalnych i globalnych gospodarek.

Według Nesta, innowacyjnej organizacji charytatywnej z Wielkiej Brytanii, najbardziej skuteczną politykę wspierania innowacyjności prowadziło w 2015 roku pięć miast, które pod tym względem zajmują najlepsze pozycje w skali świata: Nowy Jork, Londyn, Helsinki, Barcelona i Amsterdam<sup>50</sup>. Badania przeprowadzone przez Nesta wykazują, że te miasta szczególnie dobrze sobie radzą w znajdowaniu kreatywnych sposobów na doprowadzanie do zmian poza areną formalnej polityki – są z założenia otwarte i działają raczej jak przedsiębiorcy (a nie biurokraci). Wszystko to prowadzi do powstania przykładów najlepszych w swojej klasie i choć

rozpatrujemy je tu w kategoriach globalnych, można je w równym stopniu odnieść do miast na nowo powstających rynkach i do państw rozwijających się. Medellin w Kolumbii uhonorowano kilka lat temu nagrodą City of the Year 2013, uznając jego innowacyjne podejście do kwestii mobilności i zrównoważenia ekologicznego – pod tymi względami kolumbijskie miasto wyprzedziło pozostałych finalistów, czyli Nowy Jork i Tel Awiw<sup>51</sup>.

W październiku 2015 roku Rada ds. Agendy Globalnej na Temat Przyszłości Miast (Global Agenda Council on the Future of Cities WEF) opublikowała raport przedstawiający przypadki miast z całego świata, które wprowadzają innowacyjne rozwiązania różnorodnych problemów (zob. Ramka D: *Innowacje miejskie*)<sup>52</sup>. W opracowaniu tym wykazano, że czwarta rewolucja przemysłowa okazuje się jedyna w swoim rodzaju, ponieważ napędza ją globalna sieć inteligentnych (opartych na sieci) miast, państw i klastrów regionalnych, które rozumieją korzyści i możliwości wynikające z tej rewolucji – działając zarówno ogólnie, jak i oddolnie, struktury te zachowują holistyczną, zintegrowaną perspektywę.

---

#### **Ramka D: Innowacje miejskie**

**Przestrzeń nadająca się do cyfrowego przeprogramowania.** Budynki będą w stanie błyskawicznie zmieniać przeznaczenie, by służyć jako teatr bądź sala gimnastyczna, ośrodek życia społecznego, klub nocny czy cokolwiek innego, minimalizując w ten sposób ogólne skutki dla miasta. Pozwoli to miastom na zyskanie więcej mniejszym kosztem.

**„Sieć wodna”.** Internet rur wykorzysta czujniki w systemie wodociągowym do monitorowania przepływów i zarządzania całym cyklem, co zapewni zrównoważone dostawy wody odpowiednio do potrzeb ludzi i ekologii.

**Adoptowanie drzew za pośrednictwem sieci społecznościowych.** Badania wykazują, że zwiększenie obszarów zielonych w mieście o 10% powinno kompensować wzrost temperatur spowodowany zmianami klimatycznymi: roślinność pomaga w blokowaniu promieniowania krótkofalowego, a jednocześnie odparowuje wodę, schładzając powietrze i tworząc korzystniejsze mikroklimaty. Korony drzew oraz ich systemy korzeniowe mogą także ograniczać przepływy strumieni wody burzowej i bilansować składniki odżywcze.

**Mobilność następnej generacji.** Postęp w dziedzinie czujników, optyki i wbudowanych procesorów poprawi bezpieczeństwo pieszych i transportu niesilnikowego, co doprowadzi do coraz powszechniejszego korzystania



z komunikacji publicznej, ograniczenia korków i zanieczyszczeń, a więc i polepszenia stanu zdrowia, a zwłaszcza umożliwi szybsze, bardziej przewidywalne i tańsze dojazdy.

**Kogeneracja (skojarzona gospodarka energetyczna), wspólne ogrzewanie i chłodzenie (co-heating i co-cooling).** Systemy mechaniczne do kogeneracji już teraz przechwytyją i zużywają nadmiar ciepła, znacznie poprawiając wydajność energetyczną. Systemy trójgeneracji używają ciepła albo do ogrzewania budynków, albo do ich chłodzenia (np. poprzez technologię lodówki absorpcyjnej, chłodzącej kompleksy biurowe mieszczące dużą liczbę komputerów).

**Mobilność na żądanie.** Digitalizacja sprawia, że ruch kołowy staje się bardziej wydajny – pozwala na przepływ informacji w czasie rzeczywistym i nieporównywalne z niczym dotąd monitorowanie infrastruktury ruchu w mieście. Dzięki algorytmom dynamicznej optymalizacji ujawniają się nowe sposoby zagospodarowania niewykorzystanych możliwości pojazdów.

**Inteligentne słupy uliczne.** Światła uliczne LED nowej generacji mogą funkcjonować jako platforma dla mnóstwa technologii czujnikowych zbierających dane na temat pogody, zanieczyszczeń, aktywności sejsmicznej, ruchu drogowego i ludzkiego, hałasu i zanieczyszczenia powietrza. Łącząc inteligentne słupy uliczne w sieć, można dowiedzieć się, co się dzieje w całym mieście w czasie rzeczywistym, i dzięki temu zapewnić innowacyjne rozwiązania w obszarach takich jak bezpieczeństwo publiczne czy identyfikacja wolnych miejsc parkingowych.

Źródło: *Top Ten Urban Innovations*, Global Agenda Council on the Future of Cities, Światowe Forum Ekonomiczne, październik 2015.

---

### 3.3.3 Bezpieczeństwo międzynarodowe

Czwarta rewolucja przemysłowa będzie miała olbrzymi wpływ na charakter stosunków międzynarodowych i bezpieczeństwo światowe. Sprawie tej poświęcam szczególną uwagę w tej części książki, ponieważ uważam, że spośród wszystkich ważnych transformacji związanych z czwartą rewolucją przemysłową właśnie kwestie bezpieczeństwa są zbyt rzadko podejmowane w domenie publicznej, nie licząc rządów i przemysłu zbrojeniowego.

Najpoważniejsze zagrożenie polega na tym, że w hiperpołączonym świecie nierówność może prowadzić do rosnącej fragmentaryzacji, segregacji i niepokojów społecznych, co z kolei tworzy warunki sprzyjające brutalnemu ekstremizmowi.

Czwarta rewolucja przemysłowa, zmieniając charakter zagrożeń dla bezpieczeństwa, wpłynie jednocześnie na przesunięcia sił zarówno w sensie geograficznym, jak i między graczami państwowymi a pozapaństwowymi.

Ze względu na rosnącą liczbę uzbrojonych struktur pozapaństwowych – w coraz bardziej i tak komplikującym się pejzażu geopolitycznym – perspektywiczna potrzeba utworzenia wspólnej platformy do współpracy przy kluczowych wyzwaniach związanych z bezpieczeństwem międzynarodowym sama staje się wyzwaniem decydującym, choć zarazem coraz trudniejszym.

### **Łączność, fragmentaryzacja i niepokoje społeczne**

Żyjemy w hiperpołączonym świecie, w którym informacje, idee i ludzie przemieszczają się szybciej niż kiedykolwiek przedtem. Żyjemy także w świecie rosnących nierówności – zjawisko to stanie się jeszcze potężniejsze w związku z wielkimi zmianami na rynku pracy, które opisałem wcześniej. Poszerzające się wykluczenia społeczne, wyzwanie polegające na poszukiwaniu wiarygodnych źródeł sensu w nowoczesnym świecie, a także rozczarowanie ustabilizowanymi elitami i strukturami, rzeczywistymi lub postrzeganymi, stanowią motywację dla ruchów ekstremistycznych i umożliwiają im rekrutację w imię brutalnej walki przeciw istniejącym systemom (zob. Ramka E: *Mobilność i czwarta rewolucja przemysłowa*).

Z naturą hiperłączności nie wiąże się ani większa tolerancja, ani zdolności adaptacji, o czym świadczą reakcje na tragiczne przemieszczenia ludności, które osiągnęły historyczne rozmiary w 2017 roku. Jednak ta sama hiperłączność zawiera w sobie potencjał znalezienia wspólnego gruntu w większej skłonności do akceptacji i rozumienia różnic, co może sprzyjać jednoczeniu społeczności, a nie ich dzieleniu. Jeśli jednak nie będziemy podążali nadal w tym kierunku, drugim członem tej alternatywy będzie większa fragmentaryzacja.

---

#### **Ramka E: Mobilność i czwarta rewolucja przemysłowa**

Przemieszczanie się ludzi po świecie jest jednocześnie istotnym zjawiskiem i wielkim motorem bogacenia się.

W jaki sposób czwarta rewolucja przemysłowa wpłynie na ludzką mobilność? Prawdopodobnie jest za wcześnie, by odpowiedzieć na to pytanie, ale aktualne trendy zdają się wskazywać na to, że z czasem mobilność będzie odgrywała coraz ważniejszą rolę w społeczeństwie i gospodarce.

- **Realizacja aspiracji życiowych.** W odpowiedzi na wzrost świadomości wydarzeń oraz dostrzeganie możliwości w innych krajach, mobilność jest coraz częściej postrzegana, szczególnie przez młodych ludzi, jako wybór życiowy, który dzięki coraz większej możliwości łączenia się ma szansę w pewnej chwili się zrealizować. Osobiste motywacje mogą się znacznie różnić – poszukiwanie pracy, pragnienie studiowania, potrzeba bezpieczeństwa, chęć połączenia rodziny i tak dalej – jednak generalnie istnieje większa gotowość do poszukiwania rozwiązań za horyzontem.
- **Przedefiniowanie tożsamości indywidualnej.** Kiedyś jednostki identyfikowały swoje życie przede wszystkim z miejscem, grupą etniczną, konkretną kulturą czy nawet językiem. Nadejście zaangażowania *online* i szerszy kontakt z ideami z innych kultur oznaczają, że tożsamość jest w tej chwili bardziej płynna niż kiedyś. Ludzie coraz lepiej sobie radzą z posiadaniem i utrzymywaniem wielu tożsamości.
- **Przedefiniowanie tożsamości rodziny.** Kombinacje historycznych wzorów migracyjnych w połączeniu z taną łącznością prowadzą do przedefiniowywania struktur rodzinnych. Niekrępowane przestrzenią więzi rodzinne rozciągają się często na cały świat, a krewni pozostają w nieustannym dialogu, doskonalonym dzięki urządzeniom cyfrowym. Tradycyjną jednostkę rodzinną coraz częściej zastępuje ponadnarodowa rodzinna sieć.
- **Przetwarzanie mapy rynków pracy.** W mobilności pracowników tkwi potencjał, który jest zdolny przetransformować lokalne rynki pracy – na lepsze lub na gorsze. Z jednej strony, niezaspokojone dotąd potrzeby rynku pracy w krajach rozwiniętych mogą zostać zaspokojone przez pracowników ze świata rozwijającego się, którzy stanowią pulę zasobów ludzkich o różnorodnych poziomach umiejętności. Dzięki mobilności talentów napędzana jest kreatywność, innowacyjność w przemyśle i wydajność pracy. Z drugiej strony, wprowadzenie migrantów na rynki lokalne, jeżeli nie dokona się tego w odpowiedni sposób, może doprowadzić do gwałtownych zmian w zakresie płacy oraz do niepokoju społecznego w państwach przyjmujących, przy jednoczesnym pozbawianiu państw pochodzenia cennego kapitału ludzkiego.

Dotychczasowa rewolucja cyfrowa stworzyła nowe możliwości komunikacji i „mobilności”, które stały się dopełnieniem mobilności fizycznej, ale też ją samą zwiększyły. Można się spodziewać, że czwarta rewolucja przemysłowa spotęguje ten efekt, ponieważ połączenie światów fizycznego, cyfrowego i biologicznego doprowadzi do dalszego przekraczania ograniczeń czasu/przestrzeni w sposób zachęcający do mobilności. Do wyzwań związanych z czwartą rewolucją

przemysłową będzie zatem należało takie zarządzanie ludzką mobilnością, by zapewnić pełną realizację płynących z niej korzyści. Uzgodnienie nadrzędnych praw i zobowiązań państwowych z prawami i aspiracjami jednostek powinno pogodzić bezpieczeństwo narodowe z osobistym, pozwoli też znaleźć sposoby zachowania harmonii społecznej w coraz większej różnorodności.

Źródło: Global Agenda Council on Migration, Światowe Forum Ekonomiczne.

---

### **Zmieniający się charakter konfliktu**

Czwarta rewolucja przemysłowa będzie miała wpływ na skalę konfliktu, a także na jego charakter. Różnice między wojną a pokojem wydają się coraz bardziej niejasne, podobnie jak określenie, kto bierze udział w walce, a kto nie.

Z tych samych względów pole bitwy staje się w coraz większym stopniu jednocześnie lokalne i globalne. Organizacje takie jak Da'esh czy ISIS działają przede wszystkim w określonych obszarach Bliskiego Wschodu, jednak rekrutują bojowników z ponad 100 państw, głównie za pośrednictwem mediów społecznościowych, a powiązane z nimi ataki terrorystyczne mogą się wydarzyć gdziekolwiek na naszej planecie. W nowoczesnych konfliktach, z natury coraz bardziej hybrydowych, łączą się tradycyjne techniki pola walki z elementami działań dawniej wiązanych głównie z uzbrojonymi czynnikami pozapaństwowymi. Podczas gdy sposoby, w jakie łączą się technologie, są coraz bardziej nieprzewidywalne, a państwa i uzbrojone czynniki pozapaństwowe uczą się od siebie nawzajem, potencjalna skala tych zmian wydaje się nie docierać jeszcze do powszechnej świadomości.

W miarę jak ten proces się toczy, a nowe śmiertelne technologie okazują się coraz łatwiejsze do pozyskania i stosowania, staje się jasne, że czwarta rewolucja przemysłowa umożliwia jednostkom coraz bardziej różnorodne sposoby krzywdzenia innych na wielką skalę. Zrozumienie tego prowadzi do jeszcze większego poczucia bezradności.

Jest też mniej mroczny aspekt tej sytuacji. Dostęp do technologii daje również możliwość większej precyzji w działaniach wojennych, używania najwyższej klasy bojowych strojów ochronnych, drukowania istotnych części zamiennych oraz innych komponentów bezpośrednio na polu bitwy i tak dalej.

### **Wojna cybernetyczna**

Wojna cybernetyczna to jedno z najpoważniejszych zagrożeń naszych czasów. Cyberprzestrzeń staje się takim samym polem bitwy jak w przeszłości ląd, morze i powietrze. Jeśli jednak w przyszłości konflikt między odpowiednio zaawansowanymi stronami może się ujawniać i w świecie fizycznym, i/lub poza nim, to z głębokim przekonaniem mogę stwierdzić, że najprawdopodobniej będzie też miał wymiar cybernetyczny. Po prostu dlatego, że żaden nowoczesny podmiot nie oprze się pokusie zakłócenia, zdezorientowania lub zniszczenia czujników, komunikacji, a zatem i zdolności decyzyjnej wroga.

To nie tylko obniży semantyczny próg pojęcia wojny, ale zatrze także granicę między wojną a pokojem, ponieważ wszelkie sieci lub podłączone urządzenia, od systemów militarnych po infrastrukturę cywilną – jak źródła energii, sieci elektryczne, opieka zdrowotna, kontrola ruchu drogowego, dostawy wody – wszystko to może zostać zhakowane i zaatakowane. W związku z tym ulega zmianie także koncepcja przeciwnika. W odróżnieniu od przeszłości, teraz nie można mieć pewności, kto nas atakuje – a nawet czy jakikolwiek atak miał miejsce. W przeszłości obrona, strategie wojskowe i państwowe skupiały się na ograniczonej liczbie tradycyjnie wrogich państw; obecnie należy brać pod uwagę niemal nieskończony i nieostry pojęciowo wszechświat hakerów, terrorystów, aktywistów ekstremistycznych organizacji, kryminalistów oraz innych ewentualnych wrogów. Cyberwojna może również przybierać różne formy – od działań kryminalnych i szpiegostwa po niszczące ataki jak wirus Stuxnet – zazwyczaj niedoceniane i niezrozumiane, ponieważ tak trudno na nie reagować.

Od roku 2008 wydarzyło się wiele cyberataków skierowanych zarówno przeciw konkretnym państwom, jak i firmom, a jednak dyskusje na temat tej nowej epoki działań wojennych są wciąż w powijakach, a przepaść między tymi, którzy rozumieją wysoce techniczne problemy wojny cybernetycznej, a tymi, którzy prowadzą politykę cybernetyczną, z każdym dniem się pogłębia. Pozostaje też otwartą kwestią, czy kiedykolwiek pojawi się zestaw wspólnych norm dotyczących cybernetycznych działań wojennych, analogicznie do tych opracowanych dla broni nuklearnej, biologicznej i chemicznej. Brakuje nam nawet taksonomii, by zgodzić się co do tego, co właściwie jest atakiem i odpowiednią reakcją, za pomocą czego i przez kogo. Częścią algorytmu pozwalającego opanować ten scenariusz jest zdefiniowanie, jakie dane przekraczają granice. Byłaby to wskazówka, jak daleko trzeba się posunąć, by skutecznie kontrolować ponadgraniczne transakcje cybernetyczne bez ograniczania pozytywnych efektów lepiej połączonego świata.

### **Autonomiczne działania wojenne**

Autonomiczne działania wojenne, w tym wykorzystanie robotów wojskowych i broni automatycznej sterowanej przez sztuczną inteligencję, składają się na perspektywę „robowej”, która odegra transformacyjną rolę w konflikcie przyszłości.

Prawdopodobnie coraz bardziej zmilitaryzowane będzie także dno morskie oraz przestrzeń kosmiczna, gdyż coraz więcej czynników – państwowych i komercyjnych – zyska możliwość wysyłania satelitów i mobilizacji bezałogowych pojazdów zdolnych do wywoływania zakłóceń w działaniu kabli światłowodowych i ruchu satelitów. Już teraz gangi przestępcze używają zwykłych dronów quadrokopterów do szpiegowania i atakowania rywali. Autonomiczna broń, zdolna do identyfikacji celu i podjęcia decyzji o otwarciu ognia bez ludzkiej interwencji, to realna możliwość, rzucająca wyzwanie prawom wojny.

---

#### **Ramka F: Nowe technologie przekształcające pojęcie bezpieczeństwa międzynarodowego**

**Drony.** Są to w zasadzie latające roboty. Aktualnie przewodzą w tym względzie Stany Zjednoczone, ale technologia ta szybko się upowszechnia i staje się coraz tańsza.

**Broń autonomiczna.** Połączenie technologii dronów ze sztuczną inteligencją stworzy możliwość wybierania celów i nawiązywania z nimi walki bez interwencji człowieka, na podstawie z góry określonych kryteriów.

**Militaryzacja kosmosu.** Wprawdzie ponad połowa wszystkich satelitów jest komercyjna, jednak te orbitujące środki komunikacji stają się coraz ważniejsze dla celów militarnych. Nowa generacja naddźwiękowych „szybujących” broni także jest już gotowa do wkroczenia w tę dziedzinę, co zwiększa prawdopodobieństwo, że przestrzeń kosmiczna odegra rolę w konfliktach przyszłości i daje powody do niepokoju, że aktualne mechanizmy regulujące działalność w kosmosie są już niewystarczające.

**Urządzenia typu *wearable* (internet w ubraniach).** Mogą optymalizować zdrowie i działanie w warunkach wielkiego stresu lub tworzyć egzoszkielety ułatwiające ludziom przenoszenie bez wysiłku ciężarów o wadze około 90 kg, co pozwala zwiększyć siłę żołnierzy.

**Wytwarzanie przyrostowe.** Zrewolucjonizuje łańcuchy dostaw, bo umożliwi produkcję części zamiennych w terenie, z projektów przesyłanych cyfrowo

i materiałów dostępnych na miejscu. Może również doprowadzić do opracowania nowego rodzaju broni – głowic dających lepszą kontrolę nad wielkością cząstek i detonacją.

**Energia odnawialna.** Umożliwi generowanie mocy lokalnie, rewolucjonizując łańcuchy dostaw i rozwijając zdolność drukowania na żądanie, nawet w oddalonych miejscach.

**Nanotechnologia.** Nano prowadzi coraz bliżej do metamateriałów, inteligentnych materiałów o cechach niewystępujących w naturze. Sprawiają one, że broń będzie lepsza, lżejsza, bardziej mobilna, inteligentniejsza i bardziej precyzyjna, a w końcu doprowadzą do systemów, które potrafią same się replikować i montować.

**Broń biologiczna.** Historia wojen biologicznych sięga w przeszłość niemal równie daleko jak historia wojen jako takich, ale gwałtowne postępy w dziedzinie biotechnologii, genetyki i genomiki zwiastują nadejście nowych śmiertelnych broni. Projektowane na zamówienie lotne wirusy, wytwarzane superbakterie, genetycznie modyfikowane zarazy i tak dalej – wszystko to tworzy podstawę dla potencjalnych scenariuszy zagłady.

**Broń biochemiczna.** Innowacje technologiczne sprawiają, tak samo jak w przypadku broni biologicznych, że montowanie takiej broni to niemal zadanie z dziedziny „zrób to sam”. Do ich przenoszenia można wykorzystać drony.

**Media społecznościowe.** Z jednej strony kanały cyfrowe dostarczają możliwości rozpowszechniania informacji i organizacji działań w słusznych sprawach, z drugiej – mogą służyć do szerzenia propagandy, treści złośliwych bądź też, jak w przypadku ISIS, mogą zostać wykorzystane przez grupy ekstremistyczne do rekrutacji i mobilizacji zwolenników. Młodzi ludzie są na to szczególnie podatni, zwłaszcza gdy nie mają wsparcia w odpowiedniej sieci społecznej.

---

Wiele technologii opisanych w Ramce F: *Nowe technologie przekształcające pojęcie bezpieczeństwa międzynarodowego* już istnieje. Na przykład roboty SGR-A1 Samsunga, wyposażone w dwa karabiny maszynowe i jeden strzelający gumowymi kulami, kontrolują już posterunki graniczne w Koreańskiej Strefie Zdemilitaryzowanej. W tej chwili obsługiwane są przez operatorów, czyli człowieka, ale po zaprogramowaniu mogłyby same identyfikować ludzkie cele i reagować na nie.

Kilka lat temu brytyjskie Ministerstwo Obrony oraz BAE Systems ogłosiły udany test samolotu Taranis, wykonanego w technologii stealth i znanego także jako Raptor, który potrafi startować, polecieć do zadanego miejsca i znaleźć określony cel przy niewielkiej interwencji ze strony operatora, o ile jest ona konieczna. Takich przykładów jest wiele<sup>53</sup>. Będą się mnożyły, przyczyniając się przy okazji do zadawania ważnych pytań na temat krzyżowania się geopolityki, strategii i taktyki wojskowej, regulacji i etyki.

### **Nowe granice bezpieczeństwa globalnego**

Jak już kilkakrotnie podkreślałem w tej książce, mamy tylko ograniczone poczucie ostatecznego potencjału nowych technologii i tego, co nas jeszcze czeka. Nie inaczej jest w przypadku bezpieczeństwa międzynarodowego i krajowego. Każda innowacja, jaka może przyjść nam do głowy, będzie miała poza zastosowaniem pozytywnym także i ewentualną ciemną stronę. Chociaż neurotechnologia i neuroprostetyki już są wykorzystane w rozwiązywaniu problemów medycznych, w przyszłości mogą posłużyć do celów militarnych. Systemy komputerowe połączone z tkanką mózgową pomagają sparaliżowanemu pacjentowi mieć kontrolę nad zrobotyzowanym ramieniem czy nogą. Tę samą technologię można jednak wykorzystać do kierowania bionicznym pilotem bądź żołnierzem. Podłączane do mózgu systemy komputerowe, zaprojektowane do radzenia sobie na przykład z chorobą Alzheimera, można wszczepiać żołnierzom w celu wymazywania wspomnień lub tworzenia nowych. „Pytanie nie polega na tym, czy gracze pozapaństwowi wykorzystają jakąś formę technik lub technologii neuronowych, ale kiedy to zrobią i z których skorzystają”, uważa James Giordano, neuroetyk z Georgetown University Medical Center. „Mózg to następne pole bitwy”<sup>54</sup>.

Dostępność i zarazem nieuregulowana niekiedy natura wielu spośród tych innowacji skutkują innymi poważnymi implikacjami. Aktualne trendy sugerują gwałtowną i rozległą demokratyzację możliwości wyrządzania szkód na bardzo dużą skalę – coś, co kiedyś pozostawało przypisane do rządów i bardzo wyrafinowanych organizacji. Coraz bardziej dostępne stają się narzędzia zniszczenia w różnych nowych technologiach, od broni drukowanej w 3D po genetyczną inżynierię w domowych laboratoriach. A przy fuzji technologii – kluczowym temacie tej książki – pojawia się też nieprzewidywalna dynamika, rzucająca wyzwanie istniejącym ramom prawnym i etycznym.

### **W stronę bezpieczniejszego świata**



W jaki sposób mielibyśmy przekonać ludzi, by poważnie traktowali zagrożenie bezpieczeństwa wynikające z nowych technologii? A co jeszcze ważniejsze, czy jesteśmy w stanie doprowadzić na światową skalę do takiej współpracy między sektorem publicznym a prywatnym, by te zagrożenia zmniejszyć?

W drugiej połowie ubiegłego wieku strach przed wojną nuklearną stopniowo doprowadził do względnej stabilności wzajemnie zagwarantowanego zniszczenia (*mutually assured destruction* – MAD) i wydaje się, że wynikło z tego nuklearne tabu.

Jeżeli logika MAD mimo to działała, to z tego powodu, że tylko ograniczona liczba podmiotów dysponowała mocą kompletnego zniszczenia się nawzajem i to je wzajemnie równoważyło. Jednak mnogość potencjalnie śmiertelnych czynników może zachwiać tę równowagę – w trosce o to, by klub atomowy pozostał niewielki, państwa nuklearne zgodziły się na współpracę i pod koniec lat sześćdziesiątych wynegocjowały Układ o nierozprzestrzenianiu broni jądrowej (Non-Proliferation of Nuclear Weapons Treaty, NPT).

Chociaż Stany Zjednoczone i Związek Radziecki nie zgadzały się z sobą niemal pod żadnym względem, rozumiały jednak, że najlepszą ochroną jest dla nich zagrożenie atakiem drugiej strony. Doprowadziło to do podpisania Traktatu ABM (Anti-Ballistic Missile Treaty), skutecznie ograniczającego prawo do podejmowania działań obronnych wobec broni atomowej dostarczanej za pomocą rakiet balistycznych. Kiedy jednak moc zniszczenia nie jest już ograniczona do kilku podmiotów o zasadniczo podobnych zasobach, taktyce i stopniu zainteresowania zapobieganiem eskalacji, to doktryny w rodzaju MAD stają się mało istotne.

Czy zatem w związku ze zmianami zapowiadanymi przez czwartą rewolucję przemysłową można znaleźć jakąś alternatywną równowagę, która w analogiczny sposób będzie w stanie zamienić podatność na atak w stabilność i bezpieczeństwo? Zależy to od tego, czy czynnikom mającym bardzo różne perspektywy i interesy uda się znaleźć jakiś rodzaj *modus vivendi* i współdziałać w celu uniknięcia negatywnych skutków mnogości zagrożeń.

Połączeni tym celem interesariusze muszą współpracować przy tworzeniu obowiązujących ram prawnych, powinni też dobrowolnie określić normy, standardy etyczne i mechanizmy pozwalające kontrolować nowe, potencjalnie niszczące technologie. Najlepiej w taki sposób, by nie ograniczać przy tym możliwości badań, które prowadzą do większej innowacyjności i wzrostu gospodarczego.

Potrzebne będą z pewnością traktaty międzynarodowe, niepokoję się jednak tym, że w tym obszarze regulatorzy pozostaną w tyle za postępem technologicznym – ze względu na jego tempo i wielopłaszczyznowe oddziaływanie. Dlatego pilnie są potrzebne rozmowy między wynalazcami a wychowawcami i nauczycielami na temat standardów etycznych odnośnie do nowych technologii czwartej rewolucji przemysłowej, by w ten sposób tworzyć wspólne zasady etyczne i wszczepiać je społeczeństwu i jego kulturze. Jeśli rządy i struktury państwowe będą opóźniały regulacje, może dojść do tego, że sektor prywatny i czynniki pozarządowe uznają, że muszą przejąć inicjatywę.

Opracowywanie nowych technologii wojennych odbywa się – co zrozumiałe – w sferze stosunkowo odizolowanej. Obawiam się w związku z tym, że ewentualne wycofanie się niektórych sektorów, jak medycyna genowa i związane z nią badania, w wyodrębnione i wysoce wyspecjalizowane sfery ograniczy zbiorową skłonność do rozmów, potrzebę zrozumienia wyzwań i możliwości, a także chęć do zarządzania nimi.

### **3.4 Społeczeństwo**

Postęp naukowy, komercjalizacja czy rozprzestrzenianie się innowacji to procesy społeczne, które rozwijają się w miarę tego, jak ludzie w różnorodnych sytuacjach i kontekstach opracowują i wymieniają pomysły, wartości, zainteresowania i normy społeczne. W związku z tym trudno jest w pełni pojąć społeczny wpływ nowych systemów technologicznych: nasze społeczeństwa uformowane są z wielu splecionych z sobą komponentów, zatem znaczna część nowych rozwiązań jest przez owe społeczeństwa w jakiś sposób współtworzona.

Dla większości społeczeństw wielkim wyzwaniem będzie też przyswajanie nowej współczesności przy jednoczesnym zachowaniu i wzmacnianiu ich tradycyjnych systemów wartości.

Czwarta rewolucja przemysłowa, która poddaje próbie większość naszych fundamentalnych założeń, może zwiększyć już istniejące napięcia między społecznościami głęboko religijnymi, broniącymi swoich fundamentalnych wartości, a tymi, których wierzenia mają bardziej świecki charakter. Największym jednak niebezpieczeństwem dla globalnej współpracy i stabilności mogą okazać się wpływy radykalnych grup, walczących z postępem za pomocą ekstremalnej, ideologicznie motywowanej przemocy.

Zajmujący się społeczeństwem i technologią komunikacji socjolog Manuel Castells, profesor w Annenberg School of Communication and Journalism (University of Southern California), już w 2014 roku zauważył: „We wszystkich momentach istotnych zmian technologicznych ludzie, firmy i instytucje odczuwają ich głębię, jakkolwiek pojawiające się przy tym wrażenie przytłoczenia często bywa wywoływane zwykłym brakiem wiedzy o ich skutkach”<sup>55</sup>. Stan przytłoczenia z powodu niewiedzy to dokładnie to, czego powinniśmy unikać, szczególnie w zakresie tego, jak różnorodne społeczności składające się na nowoczesne społeczeństwo tworzą się i rozwijają, a także kontaktują ze sobą wzajemnie.

Wcześniejszy wywód na temat różnych aspektów wpływu czwartej rewolucji przemysłowej na gospodarkę, biznes, geopolitykę i bezpieczeństwo międzynarodowe, na regiony i na miasta, jasno pokazuje, że nowa rewolucja technologiczna będzie miała wieloraki wpływ na społeczeństwo. W następnej części książki przyjrę się dwóm najważniejszym czynnikom napędzającym tę zmianę – temu, jak potencjał wzrostu nierówności wzmaga presję na klasę średnią i jak integracja mediów cyfrowych zmienia wzajemne stosunki między społecznościami.

### **3.4.1 Nierówność i klasa średnia**

Dyskusja na temat skutków gospodarczych i biznesowych wskazała na kilka różnego typu zmian strukturalnych, które przyczyniają się do ciągle rosnącej nierówności, a ta może się jeszcze nasilać w miarę rozwoju czwartej rewolucji przemysłowej. I tak w coraz większym zakresie kapitał, dzięki algorytmom i robotom, bywa zastępowany pracą, także sama inwestycja (dokładniej, utworzenie firmy w gospodarce cyfrowej) okazuje się mniej wymagająca pod względem kapitałowym. Zarazem, niejako wbrew temu, rynki pracy skłaniają się w większym stopniu ku ograniczonemu zakresowi umiejętności technicznych, a globalnie połączone cyfrowe platformy i rynki nadmiernie nagradzają małą liczbę „gwiazd”. W miarę tego, jak rozwijają się te wszystkie trendy, zwycięzcami okażą się nie ci, którzy mają do zaoferowania jedynie pracę wymagającą niskich kwalifikacji lub zwykły kapitał, ale ci, którzy będą potrafili w pełni uczestniczyć w ekosystemach opartych na innowacjach, oferując nowe pomysły, modele biznesowe, produkty i usługi.

Z powodu swej dynamiki technologia jest uważana za jedną z głównych przyczyn stagnacji dochodów, a nawet ich spadku u większości populacji w państwach o wysokich dochodach. Dzisiejszy świat jest pełen nierówności. Według *Global*

*Wealth Report 2015*, przygotowanego przez Credit Suisse, połowa aktywów z całego świata już wówczas była pod kontrolą najbogatszego 1% globalnej populacji, podczas gdy „niższa połowa globalnej populacji posiada łącznie mniej niż 1% globalnego bogactwa”<sup>56</sup>. Wcześniej Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) raportowała, że średni dochód najbogatszych 10% populacji w państwach OECD jest mniej więcej dziewięć razy wyższy niż średni dochód najbiedniejszych 10%<sup>57</sup>. Co więcej, nierówności rosną w większości państw, nawet w tych, w których nastąpił gwałtowny wzrost dochodów we wszystkich warstwach oraz radykalny spadek liczby osób żyjących w ubóstwie. W Chinach na przykład wskaźnik Giniego (Wskaźnik Nierówności Społecznej) wzrósł z około 30 w latach osiemdziesiątych XX wieku do ponad 45 w roku 2010<sup>58</sup>.

Rosnące nierówności to coś więcej niż lekko niepokojące zjawisko gospodarcze – to wielkie wyzwanie dla społeczeństw.

W książce zatytułowanej *The Spirit Level: Why Greater Equality Makes Societies Stronger* brytyjscy epidemiolodzy Richard Wilkinson i Kate Pickett przytoczyli dane, z których wynika, że społeczeństwa z nierównościami są bardziej skłonne do przemocy i osadzania większej liczby osób w więzieniach, w wyższym stopniu doświadczają też chorób umysłowych i otyłości, mają poza tym niższą przewidywaną długość życia i niższy poziom zaufania. Z owych badań wynika też, że w bardziej egalitarnych, kontrolujących średnie dochody społeczeństwach stwierdzono wyższy poziom dobrobytu dzieci, niższe poziomy stresu i używania narkotyków oraz niższą śmiertelność niemowląt<sup>59</sup>. Inni badacze ustalili poza tym, że wyższe poziomy nierówności prowadzą do większej segregacji i ograniczają efekty edukacji u dzieci i nastolatków<sup>60</sup>.

Jakkolwiek w kolejnym przypadku dane empiryczne są mniej pewne, istnieją również powszechne obawy, że zwiększające się nierówności doprowadzą do poważniejszych niepokojów społecznych. Wśród 29 globalnych zagrożeń i 13 globalnych trendów, zidentyfikowanych w *Global Risks Report 2016* (WEF), najsilniejsze wzajemne powiązania występują między rosnącą nierównością dochodów, bezrobociem bądź niedostatecznym zatrudnieniem a poważną niestabilnością społeczną. Jak przedstawię to w dalszej części książki, świat sprawniejszych połączeń i wyższych oczekiwań może wyzwolić poważne ryzyka społeczne, jeżeli ludzie poczną, że mimo to nie mają szansy na osiągnięcie w swoim życiu oczekiwanego poziomu prosperity lub znaczenia.

Dzisiejsza praca dla klasy średniej nie gwarantuje już stylu życia klasy średniej, a w ostatnich dwudziestu latach cztery tradycyjne atrybuty jej statusu (edukacja,

zdrowie, emerytura i własność domu) mają wskaźniki gorsze od inflacji. W Stanach Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii edukacja wyceniana jest obecnie jako luksus. Gospodarka rynkowa, w której zwycięzca bierze wszystko, a do której klasa średnia ma coraz mniejszy dostęp, może doprowadzić do choroby demokracji, a w rezultacie do zaniedbań stających się złożonymi wyzwaniami społecznymi.

### 3.4.2 Społeczność

Z szerokiego, społecznego punktu widzenia jednym z najważniejszych (i najłatwiejszych do zauważenia) skutków cyfryzacji jest pojawienie się społeczeństwa „skoncentrowanego na mnie” („*me-centred*” *society*) – to proces indywidualizacji i pojawienia się nowych form przynależności do społeczności. W odróżnieniu od przeszłości, dzisiejsza koncepcja przynależności społecznej określana jest bardziej przez osobiste projekty czy jednostkowe wartości i zainteresowania niż przez przestrzeń (miejscowa społeczność), pracę i rodzinę.

Nowe formy mediów cyfrowych, stanowiących filar czwartej rewolucji przemysłowej, w coraz większym stopniu kształtują nasze indywidualne i zbiorowe pojmowanie społeczeństwa i społeczności. Jak to wynika z badań Forum (raport *Digital Media and Society WEF*), media cyfrowe łączą ludzi na całkowicie nowe sposoby, w trybie jeden na jeden i jeden na wielu, umożliwiając użytkownikom utrzymywanie przyjaźni na odległość i w czasie, tworząc nowe grupy interesów i pozwalając tym, którzy są odizolowani społecznie i fizycznie, na porozumiewanie się z ludźmi o podobnych poglądach. Sprzyjają też, dzięki wysokiej dostępności, niskim kosztom i geograficznej neutralności, interakcjom ponad granicami społecznymi, gospodarczymi, kulturowymi, politycznymi, religijnymi i ideologicznymi.

Dostęp do mediów cyfrowych *online* zapewnia wiele istotnych korzyści. Oprócz swojej roli dostawcy informacji (np. uchodźcy z Syrii korzystają z Google Maps i grup na Facebooku nie tylko po to, by planować drogę, ale by unikać wykorzystania przez handlarzy ludźmi)<sup>61</sup>, media dają także jednostkom głos oraz możliwość uczestniczenia w debacie obywatelskiej i procesie decyzyjnym.

Niestety, chociaż czwarta rewolucja przemysłowa stwarza obywatelom więcej możliwości, może także być wykorzystywana do działań sprzecznych z ich interesem. *Global Risks Report 2016* opisuje typ „obywatela, który zyskał i utracił podmiotowość” – to sytuacja, kiedy jednostki i społeczności zyskując większe prawa są jednocześnie wykluczane z powodu wykorzystania nowych technologii przez rządy, firmy i grupy interesów {zob. Ramka G: *(Bez)władny obywatel*}.

Demokratyczna siła mediów cyfrowych sprawia, że mogą je wykorzystywać także czynniki pozapaństwowe, a zwłaszcza społeczności o niebezpiecznych skłonnościach, do rozpowszechniania propagandy i mobilizowania zwolenników celów ekstremalnych, jak to miało niedawno miejsce w przypadku wzrostu siły Da'esh i innych organizacji terrorystycznych posługujących się mediami społecznościowymi.

Istnieje niebezpieczeństwo, że typowa dla korzystania z mediów społecznościowych dynamika dzielenia się może wpływać na procesy decyzyjne i stać się zagrożeniem dla społeczeństwa obywatelskiego. Nieintuicyjnie, fakt, że na kanałach cyfrowych dostępnych jest tyle mediów, może oznaczać, że w ramach zjawiska, które psycholog kliniczny z MIT, profesor nauk społecznych, nauki i technologii Sherry Turkle nazywa „spiralą ciszy”, poszczególne źródła wiadomości ulegają zawężeniu i polaryzacji. Ma to znaczenie, ponieważ wszystko, co czytamy, upowszechniamy i widzimy w mediach społecznościowych, kształtuje nasze decyzje polityczne i obywatelskie.

---

### **Ramka G: (Bez)władny obywatel**

Termin (bez)władny obywatel – *(dis)empowered citizen* – opisuje dynamikę wynikającą z wzajemnego oddziaływania dwóch trendów: jeden zwiększa podmiotowość, drugi ją zmniejsza. Ludzie czują, że mają większą podmiotowość dzięki zmianom technologicznym ułatwiającym im zbieranie informacji, komunikowanie się i organizowanie, znajdują też nowe sposoby na uczestnictwo w życiu obywatelskim. Jednocześnie jednostki, grupy społeczeństwa obywatelskiego, ruchy społeczne czy lokalne społeczności czują, że są coraz bardziej wykluczane z liczącego się udziału w tradycyjnych procesach decyzyjnych, w tym w głosowaniu i w wyborach, tracą zatem podmiotowość w sensie możliwości wpływania na dominujące instytucje i źródła władzy w aparacie państwowym i regionalnym oraz bycia przez nie wysłuchiwanymi.

W najgorszym scenariuszu istnieje realne niebezpieczeństwo, że rządy wykorzystają kombinację technologii do stłumienia lub ograniczenia aktywności organizacji obywatelskich oraz grup osób, które starają się doprowadzić do transparentności działań rządów i firm bądź promują zmiany. W wielu państwach na świecie pojawiają się dowody na to, że miejsce dla społeczeństwa obywatelskiego się kurczy, gdyż rządy promują legislację i politykę ograniczającą niezależność grup obywatelskich i ich działalność. Narzędzia czwartej rewolucji

przemysłowej umożliwiają władzom stosowanie nowych form nadzoru i kontroli, przeciwnych zdrowemu, otwartemu społeczeństwu.

Źródło: *Global Risks Report 2016*, Światowe Forum Ekonomiczne.

---

Na przykład po przebadaniu wpływu ukazujących się na Facebooku wpisów promujących głosowanie stwierdzono, że „spowodowały one bezpośredni wzrost frekwencji wyborczej o około 60 000 wyborców, a pośrednio, przez zaraźliwość społeczną – o kolejne 280 000 wyborców, co daje łącznie 340 000 dodatkowych głosów”<sup>62</sup>. Pokazuje to siłę cyfrowych platform mediowych, przejawiającą się poprzez dobór i promowanie mediów, które konsumujemy *online*. Jednak uświadamia zarazem możliwość łączenia technologii *online* z tradycyjnymi formami zaangażowania obywatelskiego (jak głosowanie na przedstawicieli lokalnych, regionalnych czy państwowych), i tym samym tworzenia innowacyjnych sposobów, które dadzą obywatelom bardziej bezpośredni wpływ na decyzje dotyczące ich społeczności.

Jasne jest zatem, co wynika z niemal wszystkich zagadnień omawianych w tej części książki, że czwarta rewolucja przemysłowa przynosząc wielkie możliwości jednocześnie tworzy poważne zagrożenia. Jednym z kluczowych zadań, które w miarę rozwoju tej rewolucji stają przed światem, jest zbieranie jak najpełniejszych informacji zarówno o korzyściach, jak i wyzwaniach wiążących się ze spójnością społeczności.

### 3.5 Jednostka

Czwarta rewolucja przemysłowa zmienia nie tylko to, co robimy, ale także to, kim jesteśmy. Jej skutki dla nas jako jednostek są wielorakie, oddziałują na naszą tożsamość i na wiele powiązanych z nią aspektów – nasze poczucie prywatności, nasze koncepcje własności, nasze wzory konsumpcyjne, czas, jaki poświęcamy pracy i rozrywce, to, jak rozwijamy swoją karierę, doskonalimy umiejętności. Mają wpływ na to, jak poznajemy ludzi i utrzymujemy związki, na hierarchie, od których jesteśmy uzależnieni, na nasze zdrowie. Szybciej być może, niż nam się wydaje, doprowadzą do takich form wspomagania ludzi, które mogą skłonić nas do kwestionowania samej natury ludzkiego istnienia. Te zmiany wzmagają strach i ekscytację w miarę tego, jak z niespotykaną dotąd szybkością posuwamy się naprzód.

Do tej pory technologia umożliwiała nam przede wszystkim robienie różnych rzeczy łatwiej, szybciej i efektywniej. Stwarzała też okazje do rozwoju osobistego.

Teraz zaczynamy dostrzegać, że jest o wiele więcej zarówno do zyskania, jak i do stracenia. Ze wszystkich wspomnianych już powodów znaleźliśmy się na progu radykalnej zmiany systemowej, wymagającej od istot ludzkich nieustannej adaptacji. W rezultacie już teraz możemy obserwować polaryzację o niespotykanym dotąd na świecie stopniu – na tych, którzy są gotowi na zmiany, i na tych, którzy im się opierają.

Powoduje to zróżnicowania sięgające głębiej niż wcześniej opisane nierówności społeczne. Ta ontologiczna nierówność oddzieli tych, którzy się adaptują, od tych, którzy się opierają – w zasadzie wygranych od w zasadzie przegranych, w każdym sensie tych słów. Zwycięzcy mogą odnosić korzyści wręcz z jakichś form radykalnego udoskonalenia człowieka, stwarzanych przez niektóre segmenty czwartej rewolucji przemysłowej (jak inżynieria genetyczna), na które przegrani nie będą mieli szansy. To grozi wywołaniem konfliktów klasowych i innych, niepodobnych do niczego, co kiedykolwiek widzieliśmy. Ten potencjalny podział oraz napięcia, jakie on wywoła, zostaną wzmocnione przez różnice pokoleniowe pomiędzy tymi, którzy znają wyłącznie świat cyfrowy, bo w nim dorastali, a tymi, którzy dorastali w innych warunkach i muszą się dostosować. Przyczyni się to również do powstania wielu problemów etycznych.

Jako inżynier jestem wielkim entuzjastą technologii i należę do tych, którzy najszybciej zaczynają jej używać. Zastanawiam się jednak, podobnie jak wielu psychologów i socjologów, w jaki sposób niepowstrzymana integracja technologii z naszym życiem wpłynie na nasze postrzeganie tożsamości i czy nie doprowadzi do upośledzenia niektórych naszych typowo ludzkich reakcji, jak zdolność do refleksji nad sobą, empatia czy współczucie.

### **3.5.1 Tożsamość, moralność i etyka**

Przełomowe innowacje uruchomione przez czwartą rewolucję przemysłową, od biotechnologii po AI, zmieniają definicję tego, co to znaczy być człowiekiem. Wpływają na dotychczasowe granice długości życia, zdrowia czy możliwości poznania na wiele sposobów, które kiedyś zarezerwowane były dla twórczości *science fiction*. W miarę rozwoju wiedzy i kolejnych odkryć w tych dziedzinach niezwykle ważna staje się nasza determinacja, by utrzymywać moralny i etyczny dyskurs na ten temat. Jako istoty ludzkie i zwierzęta stadne będziemy musieli myśleć zarówno indywidualnie, jak i zbiorowo nad tym, w jaki sposób reagować na takie zjawiska, jak przedłużenie życia, dzieci projektowane na zamówienie, wydobywanie informacji z pamięci oraz wiele innych.



Jednocześnie musimy zdać sobie sprawę z tego, że te niesamowite odkrycia można tak zmanipulować, by służyły konkretnym interesom – niekoniecznie publicznym. Jak to ujęli Stephen Hawking, fizyk teoretyczny i pisarz, oraz naukowcy Stuart Russell, Max Tegmark i Frank Wilczek, zastanawiający się wspólnie w gazecie „The Independent” nad implikacjami sztucznej inteligencji: „Podczas gdy krótkoterminowy wpływ AI zależy od tego, kto ją będzie kontrolował, wpływ długoterminowy zależy od tego, czy w ogóle da się ją kontrolować... Wszyscy powinniśmy zadać sobie pytanie, co możemy już teraz zrobić, by szanse na radość z korzyści i na uniknięcie zagrożeń stawały się coraz większe”<sup>63</sup>.

Ciekawym zjawiskiem w tym obszarze jest OpenAI, firma typu *non-profit* zajmująca się badaniami nad sztuczną inteligencją, założona w grudniu 2015 roku, z celem określonym jako „rozwój inteligencji cyfrowej w sposób, który z największym prawdopodobieństwem przyniesie ludzkości jako takiej korzyści, i bez ograniczeń wynikających z konieczności tworzenia zwrotów finansowych”<sup>64</sup>. Inicjatywa – której przewodzą Sam Altman, prezes Y Combinator, oraz Elon Musk, szef Tesla Motors – zapewniła sobie finansowanie na poziomie miliarda dolarów. Szczególną wagę przywiązuje do jednego z najpoważniejszych skutków czwartej rewolucji przemysłowej, wcześniej już wymienianego, czyli wyzwolenie potencjału, którego katalizatorem będzie fuzja nowych technologii. Tutaj – jak to ujął Sam Altman – „najlepszym sposobem, w jaki AI może się rozwijać, będzie wiązanie jej ze zwiększaniem podmiotowości jednostki, przyczynianie się, by ludzie stawali się lepsi, a wreszcie doprowadzenie do tego, że AI będzie dla każdego łatwo dostępna”<sup>65</sup>.

Wpływ wywierany na ludzi przez niektóre konkretne technologie jak internet czy smartfony jest stosunkowo dobrze zrozumiany i dokładnie przedyskutowany przez ekspertów i uczonych. Inne wpływy są dużo trudniejsze do pojęcia. Na przykład kwestia AI czy biologii syntetycznej. Być może w niedalekiej przyszłości zobaczymy dzieci projektowane na zamówienie, a także rozmaite inne sposoby modyfikacji naszego człowieczeństwa – od wyeliminowania chorób genetycznych po udoskonalanie istoty ludzkiej. Stanie się to początkiem najważniejszych pytań etycznych i duchowych, wobec jakich staniemy jako ludzie (zob. Ramka H).

---

### **Ramka H: Na etycznej granicy**

Postęp technologiczny wskazuje nam nowe granice etyki. Czy powinniśmy wykorzystać niezwykle postępy w dziedzinie biologii jedynie po to, by wyleczyć chorych i naprawiać skutki urazów, czy też powinniśmy zrobić z nas również

lepszych ludzi? Jeżeli zgodzimy się na to drugie, ryzykujemy, że uczynimy z rodzicielstwa przedłużenie społeczeństwa konsumenckiego. Czy zatem nasze dzieci staną się towarem i projektowanymi na zamówienie przedmiotami pożądania? A co to znaczy być „lepszym”? Być wolnym od chorób? Żyć dłużej? Być mądrzejszym? Szybciej biegać? Mieć określony wygląd?

Przed podobnie trudnymi pytaniami stajemy w związku ze sztuczną inteligencją. Zważmy możliwość, że maszyny będą myślały szybciej od nas, a nawet lepiej. Amazon i Netflix już dzisiaj mają algorytmy przewidujące, jakie filmy i książki moglibyśmy chcieć obejrzeć czy przeczytać. Strony z randkami i ofertami pracy sugerują partnerów i posady – w naszej okolicy lub gdziekolwiek na świecie – które, według ich systemów, powinny nam najbardziej odpowiadać. Co zrobimy? Zaufamy radom algorytmów czy rodziny, przyjaciół i kolegów? Czy udalibyśmy się po radę do lekarza robota wyposażonego w AI, który ma idealny lub prawie idealny poziom sukcesu w diagnostyce – a może pozostaniemy przy lekarzu człowieku, który ma pełen empatii stosunek do pacjenta i zna nas od lat?

Kiedy zastanawiamy się nad takimi przykładami i nad tym, co może z nich wynikać dla ludzi, lądujemy w niezbadanym terenie – na nowym etapie ludzkości, który rozpoczyna się w sposób nieprzypominający jakiegokolwiek z naszych doświadczeń.

Kolejnym poważnym problemem związanym ze sztuczną inteligencją i uczącymi się maszynami jest ich umiejętność przewidywania. Jeżeli nasze zachowanie w jakiegokolwiek sytuacji staną się dla nich przewidywalne, ile będziemy mieli osobistej wolności lub będziemy czuli, że ją mamy, by odejść od przewidywalnego rozwiązania? Czy taki rozwój sytuacji może potencjalnie doprowadzić do sytuacji, gdy ludzie sami zaczną zachowywać się jak roboty? A to budzi już bardziej filozoficzne pytanie: w jaki sposób możemy zachować naszą indywidualność, źródło naszej różnorodności i demokracji, w epoce cyfrowej?

---

### **3.5.2 Więź ludzka**

Jak sugerują przywołane tu etyczne dylematy, im bardziej cyfrowy i technologiczny staje się świat, tym większa w nas potrzeba, by nadal czuć ludzki dotyk, bliskie związki i więzi społeczne. Ten rozdźwięk będzie się nasilał, choć jednocześnie w miarę tego, jak czwarta rewolucja przemysłowa zacieśni nasze jednostkowe i zbiorowe więzi z technologią, zaczną się to coraz bardziej negatywnie odbijać na naszych społecznych umiejętnościach i zdolności do empatii. To zresztą już się

dzieje na naszych oczach. Badanie, przeprowadzone w 2010 roku przez zespół University of Michigan wśród studentów uczelni, wykazało u nich spadek empatii o 40% (w porównaniu z ich odpowiednikami 20 lub 30 lat temu), przy czym największy spadek miał miejsce po roku 2000<sup>66</sup>.

Według Sherry Turkle z MIT, w 2015 roku 44% nastolatków nigdy nie wyłączało swoich urządzeń elektronicznych, nawet uprawiając sporty lub jedząc posiłek z rodziną czy przyjaciółmi. W sytuacji, kiedy bezpośrednie rozmowy są stopniowo wypierane przez interakcje *online*, pojawiają się obawy, że całe pokolenie młodych ludzi, coraz bardziej pożerane przez media społecznościowe, będzie miało trudności ze słuchaniem, nawiązywaniem kontaktu wzrokowego czy czytaniem mowy ciała<sup>67</sup>.

Ilustrują to nasze stosunki z technologiami mobilnymi. Fakt, że zawsze jesteśmy „podłączeni”, może pozbawiać nas jednego z naszych najważniejszych aktywów: czasu na zatrzymanie się, zastanowienie i rozpoczęcie istotnej rozmowy, niewspomaganej przez technologię i bez pośrednictwa mediów społecznościowych. Turkle powołuje się na badania wykazujące, że podczas bezpośredniej rozmowy dwóch osób, sama obecność telefonu na stole między nimi lub w zasięgu widzenia peryferyjnego zmienia zarówno temat konwersacji, jak i poziom więzi między rozmawiającymi<sup>68</sup>. To nie znaczy, że powinniśmy wyrzucić telefonów, ale że należy używać ich „bardziej celowo”.

Inni eksperci wyrażają podobne niepokoje. Nicholas Carr, pisarz zajmujący się technologią i kulturą, twierdzi, że im więcej czasu spędzamy zanurzeni w cyfrowych wodach, tym bardziej spływają się nasze zdolności poznawcze.

A to z tego względu, że przestajemy sprawować kontrolę nad swoją uwagą: „Sieć jest z założenia systemem przerywania, maszyną nastawioną na dzielenie uwagi. Częste przerywanie rozprasza nasze myśli, osłabia pamięć, sprawia, że jesteśmy spięci i niespokojni. Im bardziej skomplikowany jest ciąg myślowy, którym się zajmujemy, tym większym problemem stają się rzeczy, które nas rozpraszają”<sup>69</sup>.

W 1971 roku Herbert Simon, przyszły laureat nagrody Nobla w dziedzinie ekonomii (1978), ostrzegał, że „bogactwo informacji tworzy ubóstwo uwagi”. Dzisiaj jest znacznie gorzej, szczególnie w przypadku osób podejmujących zawodowo decyzje; tacy ludzie bywają przeciążeni nadmiarem „spraw” – przytłoczeni i przemęczeni pozostają w stanie nieustannego stresu. „W epoce przyspieszenia nic nie działa bardziej ożywczo niż zwolnienie”, pisze Pico Iyer, autor esejów podróżniczych. „W epoce rozproszeń nic nie jest większym luksusem

niż poświęcenie czemuś uwagi. A w epoce nieustannego ruchu nic nie okazuje się tak pilne jak siedzenie nieruchomo”<sup>70</sup>.

Nasz mózg, zajęty wszystkimi urządzeniami cyfrowymi, które łączą nas 24 godziny na dobę, narażony jest na ryzyko stania się *perpetuum mobile*, wprawiającym się w stan nieustannej gorączki. Nierzadko zdarza mi się rozmawiać z liderami, którzy twierdzą, że nie mają już czasu na to, by się zatrzymać i zastanowić, o cieszeniu się „luksusem” przeczytania w całości choćby krótkiego artykułu nawet nie wspominając.

Decydenci ze wszystkich obszarów społeczeństwa globalnego wydają się pozostawać permanentnie w stanie rosnącego wyczerpania. Tak bardzo obciążają ich liczne, wykluczające się oczekiwania i żądania, że nie opuszcza ich frustracja, rezygnacja, niekiedy wręcz rozpacz.

W naszej nowej epoce cyfrowej istotnie trudno jest zrobić krok do tyłu, jednak nie jest to niemożliwe.

### **3.5.3 Zarządzanie informacją prywatną i publiczną**

Dla konkretnego człowieka jednym z największych wyzwań, stwarzanym przez internet, ale wynikającym także z naszego ogólnie rosnącego poziomu wzajemnych połączeń, jest kwestia prywatności. Problem staje się coraz poważniejszy, ponieważ, jak zauważył Michael Sandel, filozof polityczny z Harvard University, „wydaje się, że jesteśmy coraz bardziej skłonni wymienić prywatność na wygodę zapewnianą przez wiele urządzeń, których rutynowo używamy”<sup>71</sup>. Odbywa się właśnie, częściowo pod wpływem rewelacji Edwarda Snowdena, globalna debata na temat znaczenia prywatności w świecie odznaczającym się coraz większą transparentnością. Dopiero teraz zaczynamy rozumieć, że internet, który uznajemy za niezrównane narzędzie wyzwolenia i demokratyzacji, ułatwia jednocześnie coraz dalej idącą, nieograniczoną, wręcz niewyobrażalną masową inwigilację.

Dlaczego prywatność jest tak ważna? Wszyscy instynktownie wiemy, z jakich względów prywatność jest ważna dla nas samych. Nawet tym, którzy twierdzą, że nie przywiązują wielkiej wagi do prywatności i nie mają niczego do ukrycia, zdarzyło się powiedzieć czy zrobić różne rzeczy, które woleliby zachować w tajemnicy. Wyniki licznych badań wykazują, że na ogół każdy, kto wie, że jest obserwowany, zachowuje się bardziej konformistycznie i ulegle.

Ta książka nie jest jednak właściwym miejscem na snucie długich refleksji na temat znaczenia prywatności czy odpowiadanie na pytania dotyczące własności danych. Nie ulega jednak dla mnie wątpliwości, że debata na wiele fundamentalnych tematów, jak choćby kwestia wpływu na naszą psychikę utraty kontroli nad naszymi danymi, będzie z czasem coraz bardziej intensywna (zob. Ramka I: *Dobrobyt i granice prywatności*).

Są to niezwykle skomplikowane zagadnienia. Dopiero zaczynamy orientować się w ich możliwych psychologicznych, moralnych i społecznych implikacjach. Na poziomie osobistym przewiduję następujący problem związany z prywatnością: skoro życie każdej osoby można uczynić w pełni transparentnym, a jej wielkie i małe sekrety podać do powszechnej wiadomości, kto będzie miał odwagę, by przyjąć na siebie odpowiedzialność przywódcy?

Czwarta rewolucja przemysłowa czyni właśnie z technologii wszechobecną i dominującą część naszego osobistego życia, a tymczasem my dopiero zaczynamy się zastanawiać, jak ta fala zmian wpłynie na nasze życie wewnętrzne.

W końcu to przecież od każdego z nas zależy zagwarantowanie, że technologia będzie nam służyć, zamiast nas zniewalać. Na poziomie zbiorowości również musimy sobie zapewnić to, że wyzwania stawiane nam przez technologię będą należycie zrozumiane i przeanalizowane. Tylko w ten sposób możemy zyskać pewność, że czwarta rewolucja przemysłowa przyczyni się do poprawy naszego dobrobytu, zamiast mu szkodzić.

---

### **Ramka I: Dobrobyt i granice prywatności**

To, co się aktualnie dzieje z urządzeniami typu *wearable*, mającymi dbać o nasz dobrostan, dodatkowo komplikuje kwestię prywatności. Coraz większa liczba instytucji ubezpieczeniowych ma dla posiadaczy swoich polis dodatkową ofertę. Składki zostaną obniżone, jeżeli klienci będą nosić urządzenie monitorujące ich stan fizyczny – jak długo śpią i ćwiczą, ile kroków robią każdego dnia, jaka jest liczba i rodzaj konsumowanych przez nich kalorii itd. – i jeżeli, oczywiście, wyrażą zgodę na przesyłanie tych informacji swemu ubezpieczycielowi.

Czy zatem powinniśmy się cieszyć z takiego rozwoju sytuacji, ponieważ motywuje nas do zdrowszego trybu życia? A może to raczej niepokojący krok w stronę takiej egzystencji, w której obserwacja – zarówno ze strony rządu, jak i firm – staje się coraz bardziej inwazyjna?

W tej chwili to jeszcze kwestia indywidualnego wyboru – naszej decyzji, czy zgodzić się na noszenie takiego urządzenia, czy odmówić. Załóżmy jednak, idąc dalej tym tropem, że pracodawca wyda polecenie, aby każdy z pracowników nosił urządzenie przesyłające informacje o jego zdrowiu do ubezpieczyciela, ponieważ dążąca do poprawy produktywności firma mogłaby w ten sposób obniżyć koszty ubezpieczenia zdrowotnego. A co będzie, jeżeli firma zacznie się domagać, by opierający się temu pracownicy ustąpili albo zapłacili karę? To, co początkowo wydawało się świadomym wyborem jednostki – czy nosić takie urządzenie, czy nie nosić – staje się kwestią dostosowania się do nowych norm społecznych, które mogą się komuś wydawać niemożliwe do przyjęcia.

---

# Droga naprzód

Czwarta rewolucja przemysłowa może powodować zakłócenia równowagi, jednak wyzwania, które ze sobą przynosi, są naszym własnym wytworem. Dlatego też pozostaje w naszej mocy zajęcie się nimi, to znaczy wprowadzenie w życie zmian i realizowanie polityk niezbędnych do zaadaptowania się (z powodzeniem) w tworzącym się nowym środowisku.

Tymi zmianami możemy się zająć sensownie tylko wtedy, gdy zmobilizujemy zbiorową mądrość naszych umysłów, serc i dusz. Wierzę, że to się uda, jeśli potencjalne przełomowe zmiany będziemy potrafili zaadaptować, ukształtować i wykorzystać dzięki rozwijaniu i zarazem stosowaniu czterech typów inteligencji:

- kontekstualnej (umysł) – to, jak rozumiemy i stosujemy naszą wiedzę
- emocjonalnej (serce) – to, jak przetwarzamy i integrujemy nasze myśli i uczucia oraz jak odnosimy się do siebie samych i do siebie nawzajem
- inspirowanej (dusza) – to, jak używamy poczucia jednostkowego i wspólnego celu, zaufania oraz innych wartości do powodowania zmian i działania na rzecz wspólnego dobra
- fizycznej (ciało) – to, jak dbamy o nasze osobiste zdrowie i dobrobyt, a także o zdrowie i dobrostan ludzi wokół nas, aby dysponować energią niezbędną do transformacji jednostkowych i systemowych.

## **Inteligencja kontekstualna – umysł**

Dobrzy przywódcy rozumieją inteligencję kontekstualną i panują nad nią<sup>72</sup>. Poczucie kontekstu definiowane jest jako umiejętność i gotowość do przewidywania pojawiających się trendów i łączenia elementów. Te cechy były od pokoleń wspólne skutecznym przywódcom, a podczas czwartej rewolucji przemysłowej są wręcz konieczne do adaptacji i przeżycia.

Aby rozwijać inteligencję kontekstualną, decydenci powinni najpierw zrozumieć wartość różnorodnych sieci. Będą w stanie poradzić sobie ze znacznymi poziomami przekształceń jedynie wtedy, gdy zostaną dobrze połączeni i włączeni do sieci przekraczających tradycyjne granice. Decydenci muszą mieć zdolność

i gotowość do interakcji ze wszystkimi, którzy są interesariuszami w danej sprawie. Dlatego powinniśmy starać się być bardziej połączeni i otwarci na innych.

Tylko w wyniku łączenia się i współpracy liderów biznesu, rządu, społeczeństwa obywatelskiego, religii, kręgów akademickich i młodego pokolenia stanie się możliwe uzyskanie holistycznej perspektywy tego, co się dzieje. Niezwykle ważne jest poza tym opracowywanie i wdrażanie zintegrowanych pomysłów i rozwiązań, które doprowadzą do zrównoważonej zmiany.

Ta zasada jest sednem teorii o mnogich interesariuszach (którą społeczności powiązane ze WEF często nazywają Duchem Davos), zaproponowanej przeze mnie po raz pierwszy w książce wydanej w 1971 roku<sup>73</sup>. Granice między sektorami i zawodami są sztuczne i coraz bardziej utrudniają produktywność. Teraz bardziej niż kiedykolwiek jest ważne usunięcie tych barier przez wykorzystanie potęgi sieci w celu utworzenia skutecznych partnerstw. Firmy i organizacje, którym to się nie uda i które nie stworzą zróżnicowanych zespołów, będą miały poważne trudności z dostosowaniem się do zmian spowodowanych przez epokę cyfrową.

Liderzy muszą być też zdolni do zmiany własnych ram mentalnych, koncepcyjnych oraz założeń organizacyjnych.

W dzisiejszym, pełnym zakłóceń i szybko zmieniającym się świecie ludzie, którzy myślą silosowo i trzymają się sztywnej wizji przyszłości, sami się ograniczają, dlatego lepiej, jak to dychotomicznie ujął filozof Isaiah Berlin w swoim esej z 1953 roku o pisarzach i myślicielach, być lisem niż jeżem. Funkcjonowanie w coraz bardziej zmieniającym się środowisku wymaga raczej intelektualnej i społecznej elastyczności lisa niż stałego i wąskiego skupienia jeża. Z praktycznego punktu widzenia oznacza to, że liderzy nie mogą sobie pozwalać na myślenie silosowe. Ich podejście do problemów, kwestii i wyzwań musi być holistyczne, elastyczne i adaptacyjne, nieustannie też integrujące liczne i różnorakie interesy i opinie.

### **Inteligencja emocjonalna – serce**

Jako uzupełnienie inteligencji kontekstualnej, a nie jej człon alternatywny, inteligencja emocjonalna staje się w czwartej rewolucji przemysłowej cechą coraz ważniejszą. Zdaniem Davida Caruso, psychologa zarządzania z Yale Center for Emotional Intelligence, nie powinna być postrzegana jako przeciwieństwo



inteligencji racjonalnej lub też „zwycięstwo serca nad głową – stanowi unikalne przecięcie się ich obu”<sup>74</sup>. W literaturze akademickiej zasługę inteligencji emocjonalnej dostrzega się w tym, że czyni liderów bardziej innowacyjnymi i pozwala im być sprawcami zmiany.

Dla liderów biznesowych i dla polityków inteligencja emocjonalna jest istotną podstawą umiejętności niezbędnych do odniesienia sukcesu w epoce czwartej ewolucji przemysłowej, takich mianowicie jak: samoświadomość, samoregulacja, motywacja, empatia i umiejętności społeczne<sup>75</sup>. Badacze zajmujący się tą problematyką dowodzą, że znakomitych decydentów odróżnia od ich przeciętnych kolegów wyższy poziom inteligencji emocjonalnej oraz umiejętność nieustannego pielęgnowania tej cechy.

W świecie poddawanym nieustannej i intensywnej zmianie te instytucje, które zapewnią sobie odpowiednio wielu liderów o wysokiej inteligencji emocjonalnej, okażą się nie tylko bardziej kreatywne, ale także bardziej elastyczne i odporne – to niezwykle ważne cechy przy radzeniu sobie ze zmianami. Cyfrowy sposób myślenia, zdolność do instytucjonalizacji współpracy między funkcjami, ale także umiejętność spłaszczania hierarchii oraz tworzenia środowisk przyjaznych generowaniu kolejnych nowatorskich pomysłów, w wysokim stopniu zależą od inteligencji emocjonalnej.

### **Inteligencja inspirowana – dusza**

Obok inteligencji kontekstualnej i emocjonalnej istnieje jeszcze trzeci istotny element skutecznej nawigacji w czwartej rewolucji przemysłowej. Nazywam go inteligencją inspirowaną. Nawiązuje to do łacińskiego słowa *spirare* – oddychać. Inteligencja inspirowana to nieustanne poszukiwanie znaczenia i celu. Wyraża się w podsycaniu impulsu kreatywności i kierowaniu ludzkości ku nowej zbiorowej i moralnej świadomości, opartej na wspólnym poczuciu przeznaczenia.

Kluczem jest tutaj dzielenie się. Jak już wspominałem, jednym z możliwych powodów, dla którego zmierzamy w stronę społeczeństwa opartego na jednostce, na indywidualnym „ego”, jest technologia. Staje się zatem absolutnie konieczne, żebyśmy tę technokratyczną skłonność do skupienia się na sobie zrównoważyli ponownie świadomością potrzeby wspólnego celu. Czwarta rewolucji przemysłowej dotyka nas wszystkich i jeśli nie rozwiniemy w sobie poczucia wspólnego przeznaczenia, to wspólnie ryzykujemy niemożność uporania się z jej

wyzwaniami, nie wspominając już o pełnym wykorzystaniu płynących z niej profitów.

Do tego niezbędne jest zaufanie. Wysoki poziom zaufania wiąże się z zaangażowaniem i pracą zespołową, a to podczas czwartej rewolucji przemysłowej okazuje się jeszcze ważniejsze, ponieważ jej istotę stanowi innowacyjność oparta na współpracy. Proces ten może się odbywać tylko wtedy, gdy będzie pielęgnowany w atmosferze zaufania, ponieważ zaangażowane jest w niego zbyt wiele obszarów i spraw. W końcu wszyscy interesariusze mają też do odegrania swoje role w doprowadzeniu do tego, żeby nowe rozwiązania nastawione były na ogólne dobro. Jeżeli którakolwiek istotna grupa interesariuszy nie będzie o tym przekonana, zaufanie ulegnie erozji.

W świecie, gdzie nic nie jest już stałe, zaufanie okazuje się jedną z najcenniejszych wartości. Decydenci na zaufanie mogą zasłużyć i je utrzymać tylko wtedy, gdy są osadzeni w społeczności, a podejmowane przez nich decyzje służą wspólnym interesom, a nie indywidualnym celom.

### **Inteligencja fizyczna – ciało**

Inteligencja kontekstualna, emocjonalna i inspirowana są podstawowymi atrybutami, umożliwiającymi radzenie sobie z czwartą rewolucją przemysłową i czerpanie z niej korzyści. Wymagają jednak istotnego wsparcia ze strony czwartej formy inteligencji – fizycznej, która odpowiada za wspieranie i rozwijanie osobistego zdrowia i dobrostanu. Jest to istotne, ponieważ w miarę przyspieszania tempa zmian, zwiększania się stopnia ich skomplikowania, a także wzrostu liczby graczy włączonych w proces decyzyjny, potrzeba utrzymania się w formie i zachowania spokoju pod presją staje się coraz ważniejsza.

Epigenetyka – proces, poprzez który środowisko modyfikuje przejawianie się ekspresji naszych genów – to dziedzina biologii, która w ostatnich latach rozkwita. Wykazuje ona niezaprzeczalnie, jak ogromną wagę w naszym życiu mają sen, odżywianie i ruch. Na przykład regularne ćwiczenia pozytywnie wpływają na sposób, w jaki myślimy i czujemy. Mają bezpośrednie przełożenie na naszą pracę i w rezultacie na nasze możliwości odniesienia sukcesu.

Zrozumienie tego i znajdowanie nowych sposobów na zadbanie o to, by nasza fizyczność pozostawała w harmonii z naszym umysłem, emocjami i światem w ogóle, jest niezwykle ważne, a dowiadujemy się o tym coraz więcej dzięki

niesamowitym postępom dokonywanym w licznych obszarach, także w naukach medycznych, urządzeniach typu *wearable*, technologiach implantów oraz badaniach mózgu. Tak na marginesie, często powtarzam, że lider potrzebuje „silnych nerwów”, aby uporać się skutecznie z licznymi, jednoczesnymi i skomplikowanymi wyzwaniami, jakie nieustannie się pojawiają. Jeżeli zatem rzeczywiście zamierzamy zrozumieć i wykorzystać okazje dawane nam przez czwartą rewolucję przemysłową, to rola inteligencji fizycznej będzie coraz istotniejsza.

### **W stronę nowego renesansu kulturowego**

Jak napisał poeta Rainer Maria Rilke, „przyszłość wstępuje w nas w ten sposób, ażeby przekształcić się w nas, jeszcze na długo zanim nastąpi”<sup>76</sup>. Nie wolno nam zapomnieć, że w epoce, w której aktualnie żyjemy – Antropocenie, czyli Epoce Człowieka, po raz pierwszy w historii świata główną siłą na Ziemi, kształtującą wszystkie podtrzymujące życie systemy, są ludzkie działania.

To zależy od nas.

Dzisiaj znajdujemy się na początku czwartej rewolucji przemysłowej, patrzymy do przodu i – co ważniejsze – mamy możliwość wpływu na tę drogę.

Wiedza, co jest potrzebne do prosperowania, to jedno, wcielenie tego w życie to drugie. Dokąd to wszystko prowadzi i jak możemy się najlepiej na to przygotować?

Voltaire, francuski filozof i pisarz z epoki Oświecenia, który wiele lat życia spędził zaledwie kilka kilometrów od miejsca, w którym piszę tę książkę, stwierdził kiedyś: „Wątpienie jest stanem niewygody, ale poczucie pewności to absurd”<sup>77</sup>. Rzeczywiście, byłoby naiwnością twierdzić, że dokładnie wiemy, dokąd czwarta rewolucja przemysłowa nas doprowadzi. Ale byłoby równie naiwne pozwolić, by sparaliżował nas strach i niepewność co do kierunku. Jak przekonuję w całej tej książce, faktyczny przebieg czwartej rewolucji przemysłowej zostanie ostatecznie określony przez naszą umiejętność ukształtowania jej tak, by uruchomić jej pełny potencjał.

Oczywiście, wyzwania bywają równie zniechęcające, jak okazje są pociągające. Musimy pracować razem nad przekształceniem tych wyzwań w możliwości poprzez odpowiednie – i proaktywne – przygotowanie się na ich skutki i wpływy.

Świat zmienia się szybko, staje się w niezwykle wysokim stopniu połączony, jeszcze mocniej skomplikowany i coraz bardziej rozdrobniony, ale nadal możemy kształtować naszą przyszłość w sposób korzystny dla wszystkich. A właściwy czas na to nastał już teraz.

Pierwszym i bardzo ważnym krokiem na wszystkich poziomach społeczeństwa musi być nieustanne budowanie świadomości dokonujących się zmian i promowanie ich zrozumienia, do czego stara się przyczynić również ta książka. Przy podejmowaniu decyzji należy przestać myśleć w sposób fragmentaryczny – szczególnie wtedy, gdy stojące przed nami wyzwania są coraz bardziej połączone ze sobą. Tylko podejście inkluzywne może prowadzić do zrozumienia, które umożliwi skuteczne zajęcie się licznymi kwestiami związanymi z czwartą rewolucją przemysłową. Będzie to wymagało opartych na współpracy, elastycznych struktur, odzwierciedlających integrację różnorodnych ekosystemów i uwzględniających w pełni wszystkich interesariuszy, łączących sektory publiczny z prywatnym, jak również najmądrzejsze umysły pochodzące z różnych środowisk na świecie.

Po drugie, budując na wzajemnym zrozumieniu, musimy opracować pozytywne, wspólne i wyczerpujące narracje o tym, jak możemy kształtować czwartą rewolucję przemysłową z myślą o aktualnych i przyszłych pokoleniach. Niezależnie od konkretnych treści tych narracji, wiemy, jakimi istotnymi cechami powinny się one odznaczać. Muszą na przykład wyraźnie określać wartości i podstawy etyczne, które zamierzają ukazywać. Tworzenie bogactwa skutecznie napędzają same rynki, my musimy zadbać, by wartości i etyka pozostały w centrum naszego jednostkowego i zbiorowego zachowania oraz systemów, które je wspierają. Narracje te powinny stopniowo ewoluować, poszerzając perspektywę od tolerancji i szacunku po troskę i współczucie. Powinny również zwiększać podmiotowość i pod wpływem wspólnych wartości, które do tego zachęcają, stawać się coraz bardziej otwarte na wszystkich.

Po trzecie, na podstawie zwiększonej świadomości i wspólnych narracji musimy zabrać się za restrukturyzację systemów gospodarczych, społecznych i politycznych, aby w pełni wykorzystać pojawiające się możliwości. Jasne jest, że nasze aktualne systemy decyzyjne oraz dominujące modele tworzenia bogactwa zostały zaprojektowane i ewoluowały podczas trzech pierwszych rewolucji przemysłowych. W obliczu aktualnych potrzeb nie są już w stanie spełniać swoich zadań, a co dopiero oczekiwań przyszłych pokoleń w kontekście czwartej rewolucji przemysłowej.

Będzie to zdecydowanie wymagało systemowej innowacyjności, a nie tylko drobnych adaptacji czy marginalnych reform.

Jak pokazują te trzy kroki, nie można ich wykonać bez stałej współpracy i dialogu – na poziomie lokalnym, państwowym i ponadnarodowym, gdy już wszystkie zainteresowane strony zostaną wysłuchane. Musimy skupić się na dobrym wypełnieniu podstawowych warunków, a nie tylko na aspektach technicznych. Jak przypomina nam profesor Martin Nowak z Harvard University, ewolucjonista, matematyk i biolog, współpraca to „jedyne, co zbawi ludzkość”<sup>78</sup>. Współpraca jako główny architekt czterech miliardów lat ewolucji pozostaje jej siłą napędową, ponieważ umożliwia nam adaptację wśród rosnącego stopnia skomplikowania i wzmacnia polityczną, gospodarczą i społeczną spójność, dzięki której osiąga się istotne postępy.

Jestem przekonany, że przy skutecznej współpracy wielu interesariuszy czwarta rewolucja przemysłowa ma potencjał do zajęcia się zasadniczymi wyzwaniami stojącymi obecnie przed światem – i być może do ich rozwiązania.

W końcu wszystko sprowadza się do ludzi, kultury i wartości. Musimy bardzo się starać, aby doprowadzić do tego, by obywatele różnych kultur, narodów i grup dochodowych zrozumieli potrzebę zapanowania nad czwartą rewolucją przemysłową i związanymi z nią wyzwaniami cywilizacyjnymi.

Zdołamy ukształtować wspólnie przyszłość, która będzie odpowiednia dla wszystkich, jeśli na pierwszym miejscu postawimy ludzi, damy im podmiotowość i nieustannie będziemy uświadamiali innym i sobie, że wszystkie nowe technologie to przede wszystkim narzędzia zrobione przez ludzi dla ludzi.

Przyjmijmy zatem wspólnie odpowiedzialność za taką przyszłość, w której innowacje i technologia skupią się na ludzkości i potrzebie służenia interesom publicznym. Dbajmy o takie ich stosowanie, by poprowadziły nas w stronę bardziej zrównoważonego rozwoju.

Możemy zająć dalej. Głęboko wierzę, że epoka nowych technologii, jeżeli zostanie ukształtowana w sposób wrażliwy i odpowiedzialny, stanie się katalizatorem dla nowego kulturowego renesansu, który pozwoli nam poczuć się częścią czegoś znacznie większego od nas samych – prawdziwie globalnej cywilizacji. Czwarta rewolucja przemysłowa może wprawdzie doprowadzić do zrobotyzowania ludzkości, co naruszy nasze tradycyjne źródła sensu – pracę, społeczność, rodzinę, tożsamość. Mamy jednak szansę wykorzystać ją tak, by ludzkość osiągnęła poziom

nowej, zbiorowej i moralnej świadomości, opartej na wspólnym poczuciu przeznaczenia. Do nas wszystkich należy zadbanie, by ziściła się ta druga możliwość.

# Podziękowania

W Światowym Forum Ekonomicznym – międzynarodowej organizacji działającej na rzecz publiczno-prywatnej współpracy – wszyscy zdajemy sobie sprawę z naszej zbiorowej odpowiedzialności za funkcjonowanie tej światowej platformy. Jej zadaniem, we współpracy z partnerami, członkami i organami Forum, jest wskazywanie wyzwań związanych z czwartą rewolucją przemysłową oraz wspieranie wszystkich interesariuszy w proaktywnym i kompleksowym wprowadzaniu odpowiednich rozwiązań.

Z tych względów tematem dorocznego spotkania naszego Forum w 2016 roku było „Zapanowanie nad czwartą rewolucją przemysłową” (Mastering the Fourth Industrial Revolution). Również coroczny Meeting of New Champions w Tianjin (Chiny), w czerwcu 2016 stworzył znakomitą szansę dla przywódców i innowatorów ze świata badań, technologii, biznesu i regulacji do spotkania i wymiany poglądów, jak najlepiej wykorzystać czwartą rewolucję przemysłową dla dobra wszystkich. Jesteśmy zdecydowani nadal prowadzić konstruktywne dyskusje i budowę partnerstwa wokół wszelkich związanych z tym wyzwań, projektów i spotkań. Mam nadzieję, że również ta publikacja posłuży jako podstawa i przewodnik w innych podobnych inicjatywach, pomagając przywódcom zmierzyć się z konsekwencjami politycznymi, społecznymi i gospodarczymi, jak i lepiej zrozumieć stanowiący ich przyczynę postęp technologiczny.

Książka *Czwarta rewolucja przemysłowa* nie powstałaby bez entuzjastycznego wsparcia i zaangażowania moich kolegów ze Światowego Forum Ekonomicznego. Jestem im winien ogromne podziękowania. Szczególną wdzięczność wyrażam wobec Nicholasa Davisa, Thierry’ego Mallereta i Mel Rogers, którzy byli moimi najważniejszymi partnerami podczas badań i w trakcie pisania.

Jestem także wdzięczny tym moim kolegom i całemu zespołowi, którzy wnieśli wkład do poszczególnych partii książki, zwłaszcza Jennifer Blanke, Margarecie Drzeniek-Hanouz, Silvii Magnoni i Saadii Zahidi w obszarze gospodarki i społeczeństwa; Jimowi Hagemannowi Snabe, Markowi Spelmanowi i Bruce’owi Weineltowi w obszarze biznesu i przemysłu; Dominikowi Waughrayowi

w obszarze środowiska; Helenie Leurent w obszarze rządów; Espen Barth Eide i Anji Kaspersen w obszarze geopolityki i międzynarodowego bezpieczeństwa oraz Olivierowi Oullierowi w obszarze neurotechnologii.

Praca nad tą książką pozwoliła mi na odkrycie niezwyklej wiedzy pracowników Forum, dziękuję zatem wszystkim, którzy dzielili się ze mną swoimi pomysłami, zarówno *online*, jak i osobiście. W szczególności dziękuję zespołowi Emerging Technologies: Davidowi Gleicherowi, Rigasowi Hadzilacosowi, Natalie Hatour, Fulvii Montresor, Olivierowi Woeffrayowi; także wielu innym, którzy poświęcili czas na głębokie przemyślenie tej problematyki: Chidiogo Akunyili, Claudio Cocorocchii, Nico Daswaniemu, Mehran Gul, Alejandrze Guzman, Mike'owi Hanleyowi, Lee Howell, Jeremy'emu Jurgensowi, Bernice Lee, Alanowi Marcusowi, Adrianowi Monckowi, Thomasowi Philbeckowi i Philipowi Shetler-Jones.

Głębokie uczucie wdzięczności zachowam wobec tych wszystkich członków społeczności Forum, którzy pomogli mi ukształtować moje własne refleksje o czwartej rewolucji przemysłowej. Szczególnie zobowiązany jestem Andrew McAfee'emu i Erikowi Brynjolfssonowi za inspirujące idee dotyczące wpływu innowacji technologicznej oraz wyzwań i możliwości przez nie stwarzanych, a Dennisowi Snowerowi i Stewartowi Wallisowi za wskazanie potrzeby narracji opartej na wartościach jako warunku sukcesu w ukierunkowaniu czwartej rewolucji przemysłowej ku powszechnemu dobru.

Podziękowania kieruję też do Marka Benioffa, Katrine Bosley, Justine Cassell, Mariette DiChristina, Murali Doraiswamy, Nity Farahany, Zev Furst, Nika Gowinga, Victora Halberstadta, Ken Hu, Lee Sang-Yup, Alessio Lomuscio, Jacka Ma, Ellen MacArthur, Petera Maurera, Bernarda Meyersona, Andrew Maynarda, Williama McDonough, Jamesa Moody'ego, Andrew Moore'a, Michaela Osborne'a, Fiony Paua Schwab, Feike Sijbesma, Vishala Sikki, Philipa Sinclaira, Hilary Sutcliffe, Niny Tandon, Faridy Vis, Sir Marka Walporta i Aleksa Wyatta. Pisząc tę książkę korespondowałem lub przeprowadzałem osobiste konsultacje z nimi wszystkimi.

Równie mocno zaangażowały się w ten projekt organy Światowego Forum Gospodarczego, Network of Global Agenda Councils oraz nasze „społeczności zorientowane na przyszłość”, dostarczając mi głębokich przemyśleń na wszystkie podejmowane w książce tematy. Szczególną wdzięczność wyrażam wobec Global Agenda Councils on the Future of Software oraz Society, Migration and the Future



of Cities. Jestem także wdzięczny godnemu uznania szeregowi wybitnych myślicieli, którzy tak szczerze poświęcili swój czas i intelekt temu tematowi podczas Summit on the Global Agenda 2015 w Abu Dhabi, a także członkom społeczności Forum's Global Shapers, Young Global Leaders i Young Scientists, zwłaszcza tym, którzy przekazywali swoje idee poprzez TopLink, wirtualną platformę wiedzy i współpracy prowadzoną przez Forum.

Specjalne podziękowania kieruję do Alejandro Reyesa za prace redakcyjne, Scotta Davida za projekt oraz Kamala Kimaoui za makietę i opracowanie wydawnicze.

Ponieważ pierwsza wersja książki musiała być gotowa na doroczne spotkanie Forum w 2016 roku, została napisana w niespełna trzy miesiące, przy współpracy ludzi z całego świata. To właśnie pokazuje prawdziwą szybkość i dynamikę środowiska czwartej rewolucji przemysłowej. Dlatego na koniec kieruję moją wdzięczność ku Tobie, mój Czytelniku, za podjęcie ze mną tej podróży i za trwałe zaangażowanie w poprawę stanu świata.

# Aneks: Głęboka zmiana

Podczas czwartej rewolucji przemysłowej łączność cyfrowa, którą umożliwiają technologie i oprogramowania, fundamentalnie zmienia społeczeństwo. Skala i tempo zachodzących zmian sprawiają, że ta transformacja jest odmienna od jakiegokolwiek innej rewolucji przemysłowej w historii ludzkości.

Rada Światowej Agendy ds. Przyszłości Oprogramowania i Społeczeństwa (Global Agenda Council on the Future of Software and Society), organ Światowego Forum Ekonomicznego, przeprowadziła sondaż wśród 800 menedżerów, aby spróbować określić, kiedy – wedle opinii liderów biznesu – te technologie wnikną w takim stopniu do domeny publicznej, by zdecydować o zmianie zasad gry, i aby jak najpełniej rozumieć konsekwencje tych zmian dla jednostek, organizacji, rządów i społeczeństwa.

Raport z tego sondażu, zatytułowany *Deep Shift – Technology Tipping Points and Social Impact (Głęboka zmiana – punkty zwrotne w technologii i ich społeczne konsekwencje)*, opublikowano we wrześniu 2015 roku<sup>79</sup>. Za tym studium przytaczamy tutaj 21 wytypowanych w nim zmian technologicznych, a także dwie dodatkowe, wskazując także momenty krytyczne dla tych technologii, a tym samym daty spodziewanego wprowadzenia ich na rynek.

# Zmiana 1. Technologie wszczepialne

**Moment krytyczny** – pierwszy wszczepialny telefon mobilny będzie dostępny komercyjnie

**Do 2025 roku** – 82% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Ludzie są coraz bardziej połączeni z urządzeniami, a te z kolei w coraz większym stopniu są połączone z ich ciałami. Nie tylko nosi się je przy sobie, ale także wszczepia do ciała, by umożliwić komunikację, lokalizację oraz monitorowanie zachowań i stanu zdrowia.

Na początku były to rozruszniki serca i implanty ślimakowe, po których wprowadzono wiele innych urządzeń służących zdrowiu. To one, reagując na symptomy choroby, umożliwią ludziom podejmowanie działań, będą też w stanie przesyłać dane do centrów monitoringu i prawdopodobnie automatycznie wprowadzać lekarstwa.

Inteligentne tatuaże i inne unikalne czipy mogą ułatwić identyfikację i lokalizację. Wszczepione urządzenia, jakby „wbudowane” smartfony, pomogą w komunikacji między ludźmi, a potencjalnie umożliwią też poznawanie niewyrażonych myśli i odczuć dzięki odczytywaniu fal mózgowych i innych sygnałów.

## **Efekty pozytywne**

- Mniej zagubionych dzieci
- Kontrola i poprawa zdrowia
- Wzrost samowystarczalności
- Sprawniejsze podejmowanie decyzji
- Rozpoznawanie obrazów i dostępność danych osobowych (anonimowa sieć, która będzie „krzyczeć”<sup>80</sup> do ludzi)

## **Efekty negatywne**

- Potencjalna inwigilacja, naruszanie prywatności
- Obniżenie poziomu bezpieczeństwa danych
- Eskapizm i uzależnienie
- Większe rozproszenie uwagi (tzn. zaburzenia koncentracji)

## **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Wydłużenie życia
- Zmiany w naturze stosunków międzyludzkich
- Zmiany w sposobach interakcji i relacji międzyludzkich
- Identyfikacja w czasie rzeczywistym
- Zmiany kulturowe (wieczna pamięć)

### **Zmiana w praktyce**

- Cyfrowe tatuaże nie tylko wyglądają atrakcyjnie, ale mogą też wykonywać użyteczne czynności, jak np. otwieranie samochodu, wprowadzanie dotykiem kodów do telefonów komórkowych czy śledzenie procesów życiowych.

Źródło: <https://wtvox.com/3d-printing-in-wearable-tech/top-10-implantable-wearables-soon-body/>.

- Według artykułu w WT VOX: „Inteligentny pył, czyli szereg kompletnych komputerów z antenami, każdy mniejszy od ziarnka piasku, potrafi zorganizować się teraz w miarę potrzeby wewnątrz ciała w sieci, które mogą uruchamiać całą gamę złożonych procesów wewnętrznych. Wyobraźcie sobie taką chmurę atakującą raka we wczesnym stadium choroby, uśmierzającą ból w ranie, a choćby tylko magazynującą osobiste informacje w sposób głęboko zaszyfrowany i uniemożliwiający nieuprawniony dostęp (hakowanie). Dzięki inteligentnemu pyłowi lekarze będą mogli działać wewnątrz ciała bez jego otwierania, a informacja będzie gromadzona w was, głęboko zaszyfrowana, dopóki sami nie wydobędziecie jej ze swojej bardzo osobistej nanosieci”.

Źródło: <https://wtvox.com/3d-printing-in-wearable-tech/top-10-implantable-wearables-soon-body/>

- Inteligentna pigułka, stworzona przez Proteus Biomedical i Novartis, wyposażona jest w biodegradowalne urządzenie cyfrowe, które przekazuje do waszego telefonu informacje, jak ciało reaguje na lek.

Źródło: <http://cen.acs.org/articles/90/i7/Odd-Couplings.html>).

## Zmiana 2. Nasza obecność cyfrowa

**Moment krytyczny** – 80% ludzi z cyfrową obecnością w internecie

**Do 2025 roku** – 84% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Obecność w świecie cyfrowym stawiała się w ciągu ostatnich dwudziestu lat – a nawet dłużej – coraz powszechniejsza. Jeszcze kilkanaście lat temu oznaczało to posiadanie numeru telefonii mobilnej, adresu email i być może własnej strony internetowej lub profilu na MySpace.

W tej chwili za obecność cyfrową uważa się cyfrową interakcję i rozciąga się ją na coraz liczniejsze platformy *online* i media. Wiele osób korzysta jednocześnie z różnych platform cyfrowych – ma profil na Facebooku, profil na LinkedIn, blog, konto na Instagramie i często wiele innych.

W naszym coraz bardziej połączonym świecie życie cyfrowe staje się nierozzerwalnie związane z życiem fizycznym danej osoby. Budowanie własnej cyfrowej obecności oraz zarządzanie nią staje się tak samo powszechne jak nasze codzienne decyzje o sposobach prezentowania się światu poprzez modę, słowa i czyny. W połączonym świecie można dzięki cyfrowej obecności szukać informacji i dzielić się nimi, swobodnie wyrażać swoje poglądy, szukać i być znajdywanym, utrzymywać i rozwijać wirtualne stosunki z dowolnego miejsca na świecie.

### **Efekty pozytywne**

- Wzrost transparentności
- Większa liczba kontaktów między jednostkami i grupami oraz szybkość nawiązywania relacji
- Większa swoboda wypowiedzi
- Szybsze rozpowszechnianie/wymiana informacji
- Bardziej efektywne wykorzystanie usług publicznych

### **Efekty negatywne**

- Potencjalne zagrożenie prywatności/obserwacja
- Więcej kradzieży tożsamości
- Zastraszanie i stalking *online*

- Syndrom grupowego myślenia wewnątrz grup interesu i wzrastająca polaryzacja
- Rozpowszechnianie nieprawdziwych informacji (konieczność zarządzania reputacją); komory echa<sup>81</sup>/bańki informacyjne
- Brak transparentności, gdy jednostki nie znają działania algorytmów informacyjnych (dotyczy wiadomości)

### **Efekty nieznane lub działające w obie strony**









- Cyfrowe ślady
- Precyzyjniej ukierunkowana reklama
- Więcej zindywidualizowanych informacji i wiadomości
- Profilowanie indywidualne
- Permanentna tożsamość (brak anonimowości)
- Łatwość budowania *online* ruchów społecznych (grup politycznych, grup zainteresowań, hobbystycznych, ale też terrorystycznych)

### **Zmiana w praktyce**

Gdyby trzy największe popularne sieci społecznościowe były krajami, miałyby nieomal 3,6 miliarda ludzi więcej niż Chiny (zob. Wykres I).

### **Wykres I: Liczba aktywnych użytkowników platform społecznościowych w zestawieniu z ludnością największych krajów świata**

## 12 najliczniejszych społeczności (w milionach)

1.		Facebook	2200
2.		YouTube	1800
3.		Chiny	1415
4.		Indie	1354
5.		Instagram	1000
6.		Tumblr	794
7.		Qzone	554
8.		Twitter	336
9.		Reddit	330
10.		USA	327
11.		Indonezja	267
12.		Linkedin	260

Źródło: <https://www.businessinsider.com/reddit-focusing-on-ad-business-2018-7?IR=T>;  
<https://www.chinainternetwatch.com/23597/tencent-q4-2017/>;  
<http://www.worldometers.info/world-population/population-by-country/>.

## Zmiana 3. Wzrok jako nowy interfejs

**Moment krytyczny** – 10% inteligentnych okularów połączonych z internetem

**Do 2025 roku** – 86% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Google Glass to tylko jeden z wielu potencjalnych sposobów, które mogą sprawić, że okulary i inne artykuły o podobnym przeznaczeniu czy też urządzenia do śledzenia ruchu oczu staną się „inteligentne”, a tym samym nasze oczy i wzrok będą łącznikiem z internetem oraz podłączonymi do niego urządzeniami.

Dzięki dostępowi poprzez wzrok do aplikacji internetowych i do danych, doświadczenia człowieka mogą stać się doskonalsze, zmienione lub znacznie zwielokrotnione, co ukaże mu inną, ekscytującą rzeczywistość.

Rodzące się właśnie technologie śledzenia ruchu oczu pozwolą przekazywać poprzez interfejsy wzrokowe informacje do urządzeń i w ten sposób oczy staną się środkiem interakcji z otoczeniem i reagowania na przekaz.

Uczynienie ze wzroku rodzaju bezpośredniego interfejsu o natychmiastowym działaniu może zmienić sposób, w jaki nauka, nawigacja, szkolenia i informacje zwrotne dotyczące produktów i usług, rozrywka czy opieka nad niepełnosprawnymi pomagają ludziom – poprzez dostarczanie instrukcji, wizualizację i interakcję – angażować się pełniej w życie.

### **Efekty pozytywne**

- Informacje bezpośrednio przekazywane człowiekowi i pozwalające mu podejmować świadome decyzje dotyczące poruszania się i działalności zawodowej/osobistej
- Zwiększona możliwość wykonywania zadań lub produkcji dóbr i usług poprzez pomoce wizualne w obszarze produkcji, opieki zdrowotnej/chirurgii oraz dostawy usług
- Umożliwienie osobom niepełnosprawnym nawiązywania interakcji, poruszania się oraz doświadczania świata – poprzez mówienie, pisanie i ruch, a także poprzez przeżycia immersyjne, polegające na pełnym zanurzeniu się w rzeczywistości elektronicznej.

### **Efekty negatywne**



- Zakłócenia uwagi grożące wypadkami
- Trauma związana z negatywnymi doświadczeniami immersji
- Wzrost uzależnień i eskapizm

### **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Powstanie nowego segmentu w przemyśle rozrywkowym
- Wzrost natychmiastowej wymiany informacji

### **Zmiana w praktyce**

Na rynku są już dostępne okulary (nie tylko produkowane przez Google'a), które potrafią:

- umożliwić swobodną manipulację obiektem 3D i formowanie go jak gliny
- dostarczać na bieżąco wszystkie konieczne informacje o tym, co widzą, w sposób podobny do tego, w jaki funkcjonuje mózg
- podpowiedzieć, co oferuje menu restauracji, obok której przechodzisz
- wyświetlać obraz lub film na dowolny kawałek papieru.

Źródło: <http://www.hongkiat.com/blog/augmented-reality-smart-glasses/>.

## **Zmiana 4. Urządzenia typu *wearable* (internet w ubraniach)**

**Moment krytyczny** – 10% ludzi nosi ubrania połączone z internetem

**Do 2025 roku** – 91% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Technologia staje się coraz bardziej spersonalizowana i osobista. Początkowo komputery umieszczano w dużych pomieszczeniach, potem na biurkach, wreszcie trafiły na ludzkie kolana. Technologia weszła też do naszych kieszeni pod postacią telefonów mobilnych, a teraz zaczyna być bezpośrednio zintegrowana z odzieżą.

Wprowadzony w 2015 roku Apple Watch, połączony z internetem, zawierał już wiele funkcji obecnych w smartfonach. W ubraniach i akcesoriach noszonych przez ludzi będzie coraz więcej czipów, które połączą dany przedmiot i noszącą go osobę z internetem.

### **Efekty pozytywne**

- Wiele korzyści zdrowotnych prowadzących do wydłużenia życia
- Większa samowystarczalność
- Samoobsługa w opiece zdrowotnej
- Sprawniejsze podejmowanie decyzji
- Spadek liczby zagubionych dzieci
- Spersonalizowana odzież (szycie, projektowanie)

### **Efekty negatywne**

- Naruszona prywatność/potencjalna nieustanna obserwacja
- Eskapizm/uzależnienie
- Zagrożone bezpieczeństwo danych

### **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Identyfikacja w czasie rzeczywistym
- Zmiana w kontaktach i relacjach międzyludzkich
- Rozpoznawanie osób i dostępność danych osobistych (anonimowa sieć, która „krzyczy” do ludzi)

## **Zmiana w praktyce**

Firma badawcza i doradcza Gartner oceniała, że w 2015 roku zostanie sprzedanych około 70 milionów inteligentnych zegarków i innych tego typu urządzeń, a po pięciu latach, w roku 2020, ich liczba wzrośnie do 514 milionów.

Źródło: <http://www.zdnet.com/article/wearables-internet-of-thingsmuscle-in-on-smartphone-spotlight-at-mwc/>.

Firma Mimo Baby stworzyła jakiś czas temu szybko rozwijający się, przenośny „baby monitor”, który informacje o oddechu dziecka, pozycji jego ciała, śnie itp. przesyła na iPad lub smartfon. Pojawiły się jednak kontrowersje dotyczące tego, gdzie nakreślić linię pomiędzy rzeczywistą pomocą a tworzeniem rozwiązań nieistniejących problemów. W tym wypadku zwolennicy twierdzą, że urządzenie pomaga dzieciom dobrze spać, a krytycy, że czujniki nie zastąpią opieki rodzicielskiej.

Źródło: <http://mimobaby.com/>; <http://money.cnn.com/2015/04/16/smallbusiness/mimo-wearable-baby-monitor/>.

Ralph Lauren już parę lat temu zaprojektował sportową koszulkę, która miała dostarczać informacje o wykonywanych ćwiczeniach w czasie rzeczywistym, dzięki pomiarom wydzielania potu, rytmu serca, intensywności oddechu itp.

Źródło: <http://www.forbes.com/sites/hunteratkins/2015/09/08/ralph-laurens-futuristic-fashion-the-polotech-smart-shirt/>.

## Zmiana 5. Wszechobecna komputeryzacja

**Moment krytyczny** – 90% populacji z regularnym dostępem do internetu

**Do 2025 roku** – 79% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Z dnia na dzień komputery stają się bardziej dostępne, a ich potencjał może być w coraz większym stopniu wykorzystywany przez pojedyncze osoby – czy to dzięki komputerowi z łączem internetowym, czy smartfonowi z funkcją 3G/4G, czy też usługom dostępnym w chmurze.

Obecnie niemal 50% światowej populacji ma połączenie z internetem<sup>82</sup>. Tylko w 2014 roku sprzedano 1,2 miliarda smartfonów<sup>83</sup>, a w 2017 – ponad 1,5 miliarda. Przewiduje się, że w 2022 sprzedaż telefonów ogółem (smartfony i „klasyczne” telefony komórkowe) prawie ośmiokrotnie przewyższy sprzedaż komputerów osobistych (PC). Ponieważ internet rozwija się szybciej niż inne kanały komunikacji, uważa się (Gartner), że już za parę lat trzy czwarte światowej populacji będzie miało regularny dostęp do sieci.

W przyszłości regularny dostęp do internetu i informacji nie będzie już przywilejem rozwiniętych gospodarek, ale podstawowym prawem każdego człowieka, jak czysta woda. Ponieważ technologie bezprzewodowe wymagają mniej infrastruktury niż wiele innych usług publicznych (elektryczność, drogi, woda), prawdopodobnie staną się dostępne znacznie szybciej od innych. Dzięki temu każda osoba w dowolnym kraju będzie mogła uzyskać dostęp i wymieniać informacje z odległymi krańcami świata. Tworzenie treści i ich rozpowszechnianie stanie się łatwiejsze niż kiedykolwiek wcześniej.

### **Efekty pozytywne**

- Szerszy udział w gospodarce populacji wykluczonych, żyjących w odległych lub słabo rozwiniętych regionach („ostatnia mila”)
- Dostęp do edukacji, opieki zdrowotnej i usług publicznych
- Obecność cyfrowa
- Dostęp do szkoleń, wzrost zatrudnienia, zmiana rodzajów pracy
- Większe wymiary rynku/e-commerce
- Więcej informacji
- Szerszy udział w życiu publicznym

- Demokratyzacja/zmiany polityczne

### **Efekty negatywne**

- Wzrost manipulacji i „komory echa”/bańki informacyjne
- Fragmentaryzacja polityczna
- „Ogrody za murem” (czyli ograniczenia w dostępie do środowiska otwartego tylko dla upoważnionych użytkowników), uniemożliwią pełny dostęp do niektórych regionów/krajów

### **Zmiana w praktyce**

Udostępnienie internetu kolejnym czterem miliardom użytkowników wymaga przezwyciężenia dwóch wyzwań: dostęp musi być możliwy oraz przystępny cenowo. Wyścig o dostarczenie reszcie świata dostępu do sieci już się rozpoczął. Ponad 95% światowej populacji żyje obecnie w odległości kilku kilometrów od wieży jakiejś telefonii mobilnej, która może dostarczać usługi internetowe<sup>84</sup>. Operatorzy mobilni z całego świata szybko rozwijają ten dostęp. W trakcie wdrażania jest wiele inicjatyw mających zapewnić już teraz tanie połączenia nawet w najbardziej odległych regionach. Facebook w mieście San Jose testuje zaawansowaną sieć Wi-Fi, utrzymywaną przez Terragraph, a w Ugandzie, we współpracy z lokalnym operatorem wprowadza światłowód, który zapewni łączność ponad trzem milionom ludzi, a w przyszłości umożliwi łączność ponadgraniczną<sup>85</sup>. Google’owski Project Loon wykorzystuje do tego balony, a SpaceX inwestuje w projekt Starlink, który ma zapewnić szerokopasmowy internet przez tanie sieci satelitarne<sup>86</sup>.

## Zmiana 6. Superkomputer w twojej kieszeni

**Moment krytyczny** – 90% populacji używa smartfonów

**Do 2025 roku** – 81% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

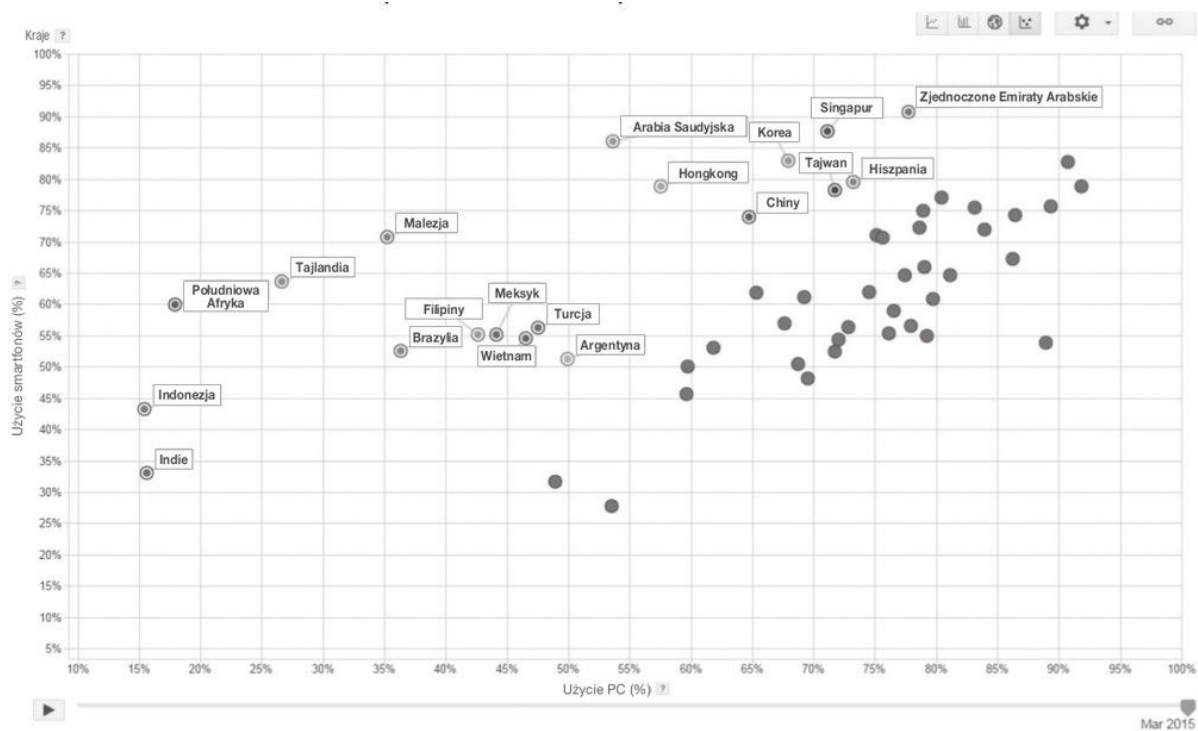
Już w 2012 roku zespół Google Inside Search ogłosił, że: „do odpowiedzi na jedno zapytanie w Google Search potrzebna jest niemal taka sama moc komputerów, jakiej wymagał – w locie i na ziemi – cały program Apollo!”<sup>87</sup>. Co więcej, dzisiejsze smartfony i tablety mają większą moc obliczeniową niż wiele znanych wcześniej superkomputerów, które zajmowały całe pomieszczenie.

Szacuje się, że w 2019 roku liczba użytkowników smartfonów na świecie wyniesie 3,5 miliarda, co da penetrację na poziomie 59% populacji. W 2017 roku ta penetracja wynosiła 50%, a w 2013 – zaledwie 28%<sup>88</sup>. Safaricom, czołowy dostawca usług mobilnych w Kenii, ogłosił, że 67% sprzedawanych w 2014 roku urządzeń telefonicznych to smartfony, a GSMA przewiduje, że do 2020 roku Afryka będzie miała ponad pół miliarda użytkowników smartfonów<sup>89</sup>.

Do takiego zwrotu w posługiwaniu się tymi urządzeniami doszło już w wielu krajach na różnych kontynentach (dziś liderem jest Azja), gdzie więcej ludzi używa smartfonów niż tradycyjnych pecetów. Ponieważ rozwój technologii zmierza w stronę zminiaturyzowanych urządzeń, większej mocy obliczeniowej, a zwłaszcza spadku cen elektroniki, smartfony będą się upowszechniać jeszcze szybciej.

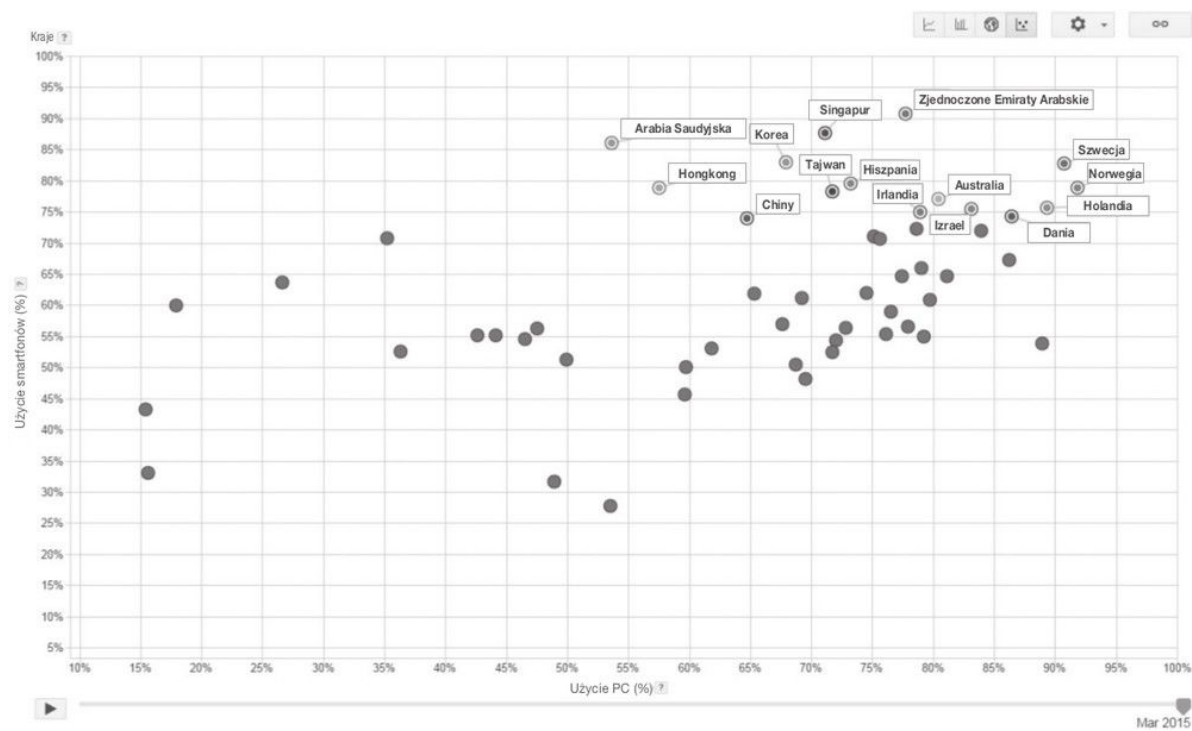
Według Google, już w 2015 roku kraje wskazane na Wykresie II miały więcej użytkowników smartfonów niż PC<sup>90</sup>.

**Wykres II: Kraje z większą liczbą użytkowników smartfonów niż PC (marzec 2015)**



Źródło: <http://www.google.com.sg/publicdata/explore>.

**Wykres III: Kraje, w których ponad 75% dorosłych stanowią użytkownicy smartfonów (marzec 2015)**



Źródło: <http://www.google.com.sg/publicdata/explore>.

Spośród krajów uwzględnionych na Wykresie III (2015) niektóre już zdążyły przekroczyć moment krytyczny – obecnie w Singapurze, Południowej Korei, Arabii Saudyjskiej oraz w Zjednoczonych Emiratach Arabskich używa smartfonów ponad 90% dorosłej populacji<sup>91</sup>.

Społeczeństwo kieruje się chęcią wprowadzania coraz szybszych maszyn, które pozwolą użytkownikom wykonywać natychmiast skomplikowane zadania. Najprawdopodobniej każdy z nas będzie się posługiwał coraz większą liczbą takich urządzeń – nie tylko ze względu na ich nowe funkcje, ale także na specjalizację zadań.

### **Efekty pozytywne**

- Szerszy udział w gospodarce populacji wykluczonych, żyjących w odległych lub słabo rozwiniętych regionach („ostatnia mila”)
- Dostęp do edukacji, opieki zdrowotnej i usług publicznych
- Obecność cyfrowa
- Dostęp do szkolenia, wzrost zatrudnienia, zmiana rodzajów pracy
- Zwiększone wymiary rynku/e-commerce
- Więcej informacji
- Szerszy udział w życiu publicznym
- Demokratyzacja/zmiany polityczne

### **Efekty negatywne**

- Wzrost manipulacji i powstawanie „komór echa”/baniak informacyjnych
- Fragmentaryzacja polityczna
- „Ogrody za murem”, czyli uniemożliwienie pełnego dostępu do niektórych regionów/krajów z powodu ograniczeń w korzystaniu ze środowisk otwartych tylko dla upoważnionych użytkowników

### **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- 24/7 – zawsze w gotowości
- Brak podziału na pracę i życie osobiste
- Bycie gdziekolwiek/wszędzie
- Konsekwencje poniesione w wyniku procesów produkcyjnych dla środowiska naturalnego

### **Zmiana w praktyce**

W 1985 superkomputer Cray-2 był najszybszą maszyną na świecie. W czerwcu 2010 roku moc równą Cray-2 miał wprowadzony wówczas iPhone 4, a już pięć lat



później Apple Watch miał szybkość odpowiadającą dwóm iPhone'om <sup>492</sup>. W miarę obniżania się ceny detalicznej smartfonów poniżej 50 dolarów, wzrastała będzie w piorunującym tempie ich moc obliczeniowa, przyspieszy jednocześnie rozpowszechnianie się tych urządzeń na rynkach wschodzących, zatem wkrótce praktycznie każdy będzie nosił w kieszeni – dosłownie – superkomputer.

Źródło: <http://pages.experts-exchange.com/processing-power-compared/>.

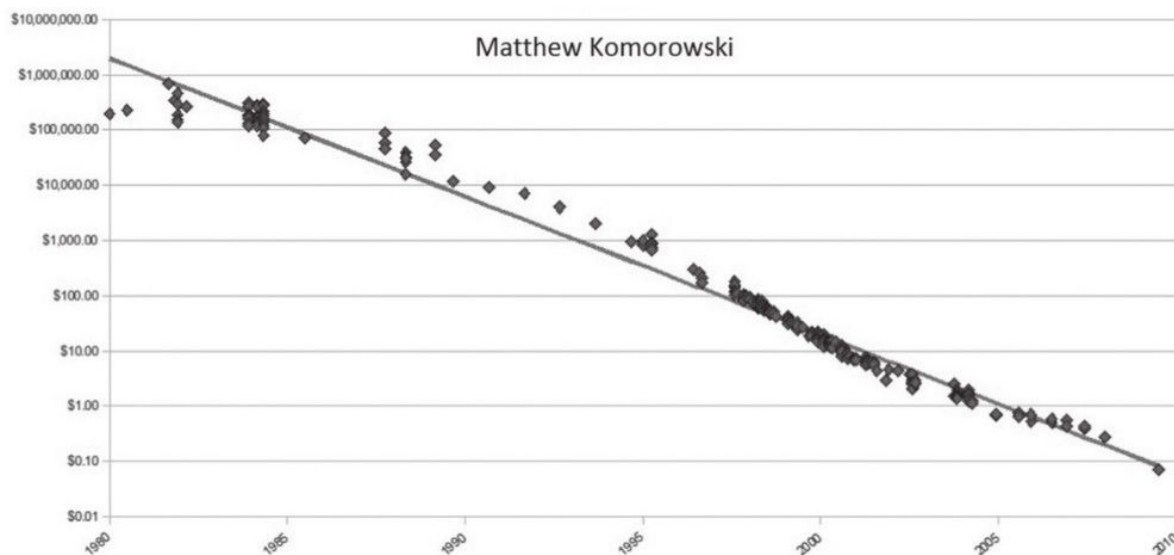
## Zmiana 7. Przechowywanie danych dla każdego

**Moment krytyczny** – 90% ludzi dysponujących nieograniczonymi i bezpłatnymi (utrzymywanymi z reklam) możliwościami przechowywania danych

**Do 2025 roku** – 91% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Możliwości przechowywania danych w ciągu ostatnich lat niezwykle się rozwinęły, a coraz więcej firm oferuje je swoim użytkownikom prawie za darmo, jako jedną z korzyści związanych z usługą. Użytkownicy produkują rosnącą ilość treści, nie przejmując się koniecznością ich likwidacji w celu zrobienia miejsca dla kolejnych. Istnieje wyraźny trend do utowarowienia przechowywania danych. Jedną z przyczyn tego jest fakt, że cena przechowywania (zob. Wykres IV) spadała wykładniczo (w przybliżeniu razy dziesięć co pięć lat).

**Wykres IV: Koszt dysku twardego w przeliczeniu na gigabajty (1980–2009)**



Źródło: *A history of storage costs*, mkomo.com, 8.08.2009<sup>93</sup>.

Można założyć, że 90% danych na świecie zostało wytworzonych w ciągu ostatnich dwóch lat, a liczba informacji tworzonych przez firmy podwaja się co 1,2 roku<sup>94</sup>. Przechowywanie stało się już towarem, a firmy, jak Amazon Web Services i Dropbox, są na tym polu liderami.

Światowa tendencja to pełne utowarowienie przechowywania poprzez zapewnienie użytkownikom bezpłatnego i nieograniczonego dostępu do ich zasobów. W tej sytuacji najlepszym rozwiązaniem dla firm zajmujących się przechowywaniem danych jest zapewnienie sobie przychodów z reklam lub telemetrii.

### **Efekty pozytywne**

- Systemy prawne
- Badania historyczne/środowisko akademickie
- Wydajność operacji biznesowych
- Przełamanie ograniczeń pamięci osobistej

### **Efekty negatywne**

- Naruszanie prywatności

### **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Wieczna pamięć (nic nie ginie)
- Tworzenie, upowszechnianie i konsumpcja większej ilości treści

### **Zmiana w praktyce**

Liczne firmy już dziś oferują bezpłatne przechowywanie w chmurze: od 2 GB do 50 GB danych.

## Zmiana 8. Internet Rzeczy i dla Rzeczy

**Moment krytyczny** – 1 bilion czujników podłączonych do internetu

**Do 2025** – 89% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

W miarę ciągłego wzrostu mocy obliczeniowej, a zarazem spadku cen sprzętu (ciągle zgodnie z prawem Moore’a<sup>95</sup>) ekonomicznie zasadne staje się połączenie z internetem dosłownie wszystkiego. Inteligentne sensory już teraz są dostępne w bardzo konkurencyjnych cenach. Wszystkie rzeczy będą inteligentne i podłączone do internetu, co dzięki rozwojowi możliwości analitycznych pozwoli na rozwój komunikacji i nowych usług związanych z przesyłaniem danych.

W ogłoszonym parę lat temu studium zrelacjonowano, jak można wykorzystać czujniki do monitorowania zwierząt – ich zdrowia i zachowania<sup>96</sup>. Badania wykazały, że czujniki podłączone do bydła mogą komunikować się między sobą poprzez sieć mobilną i dostarczać w czasie rzeczywistym dane o kondycji zwierząt z dowolnego miejsca.

Eksperti przewidują, że w przyszłości każdy (fizyczny) produkt można będzie podłączyć do wszechobecnej infrastruktury komunikacyjnej, a czujniki pozwolą na odbiór informacji dotyczącej jego otoczenia w każdym miejscu na świecie.

### **Efekty pozytywne**

- Większa efektywność wykorzystania zasobów
- Wzrost produktywności
- Lepsza jakość życia
- Wpływ na środowisko
- Niższy koszt dostarczania usług
- Większa transparentność w wykorzystywaniu zasobów i ocenie ich stanu
- Bezpieczeństwo (np. samolotów, żywności)
- Efektywność (logistyka)
- Większe zapotrzebowanie na przechowywanie danych i dostęp szerokopasmowy
- Zmiany na rynkach pracy i w obrębie zawodów
- Stworzenie nowych gałęzi biznesu
- Nawet ciężkie, działające w czasie rzeczywistym aplikacje będą dostosowane do standardowych sieci komunikacyjnych

- Projektowanie produktów w sposób zapewniający ich cyfrowe podłączenie
- Dodawanie usług cyfrowych do produktów
- Cyfrowy „bliźniak” dostarcza precyzyjnych danych do monitorowania, kontrolowania i prognozowania
- Cyfrowy „bliźniak” stanie się aktywnym uczestnikiem biznesu, wymiany i tworzenia informacji oraz procesów społecznych
- Przedmioty będą mogły odbierać środowisko w sposób kompleksowy oraz reagować i działać w sposób autonomiczny
- Generowanie dodatkowej wiedzy i wartości dzięki połączonym „inteligentnym” przedmiotom

### **Efekty negatywne**

- Zanik prywatności
- Utrata miejsc pracy wymagających niskich kwalifikacji
- Hakerzy, zagrożenie bezpieczeństwa (np. sieci energetyczne)
- Większa złożoność i utrata kontroli

### **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Przesunięcie w modelach biznesowych: użytkowanie/ wynajmowanie składników majątku, a nie własność (dostęp do urządzeń jako usługa)
- Model biznesowy kształtowany przez wartość danych
- Każda firma potencjalnie firmą software’ową
- Nowy biznes: sprzedaż danych
- Zmiana struktury myślenia o prywatności
- Szerokie rozpowszechnienie infrastruktury dla technologii informacyjnych
- Automatyzacja zdobywania wiedzy (np. analizy, oceny, diagnozy)
- Konsekwencje potencjalnego „cyfrowego Pearl Harbor” (tj. hakerzy lub terroryści paraliżujący cyfrową infrastrukturę i powodujący niedobory żywności, paliw i elektryczności przez całe tygodnie)
- Pełniejsze wykorzystanie (np. samochodów, maszyn, narzędzi, ekwipunku, infrastruktury)

### **Zmiana w praktyce**

Ford GT ma w sobie 10 milionów linii kodu komputerowego.

Źródło: <http://www.ibtimes.co.uk/ford-gt-has-25-computers-more-lines-code-f-35-lightning-fighter-jet-1631036>.

Nowy model popularnego samochodu VW Golf ma 54 komputerowe jednostki przetwarzania i aż 700 punktów zbierania danych z pojazdu, co generuje sześć

gigabajtów danych na samochód.

Źródło: *IT-Enabled Products and Services and IoT*, Roundtable on Digital Strategies Overview, Center for Digital Strategies at the Tuck School of Business at Dartmouth, 2014.

Przewiduje się, że do 2020 roku ponad 50 miliardów urządzeń będzie podłączonych do internetu. Droga Mleczna – nasza galaktyka – ma tylko około 200 miliardów słońc!

Do niektórych przewodów działających pod dużym ciśnieniem firma Eaton Corporation od kilku lat buduje czujniki ostrzegające przed ich możliwym pęknięciem, co pozwala zapobiegać niebezpiecznym wypadkom, ale też i wysokim kosztom wstrzymania pracy maszyn, dla których te przewody są kluczowym komponentem.

Źródło: *The Internet of Things: The Opportunities and Challenges of Interconnectedness*, Roundtable on Digital Strategies Overview, Center for Digital Strategies at the Tuck School of Business at Dartmouth, 2014.

Według BMW, już w 2015 roku 8% samochodów na świecie, czyli 84 miliony aut, było w jakiś sposób podłączonych do internetu. Do roku 2020 wskaźnik ten wzrośnie do 22%, czyli 290 milionów samochodów.

Źródło: <http://www.politico.eu/article/google-vs-german-car-engineer-industry-american-competition/>.

Firma ubezpieczeniowa Aetna testowała kilka lat temu czujniki w dywanie, które, reagując na każdą zmianę sposobu poruszania się, mogłyby zauważyć, że ktoś dostał udaru, i spowodować wizytę fizjoterapeuty.

Źródło: *The Internet of Things: The Opportunities and Challenges of Interconnectedness*, Roundtable on Digital Strategies Overview, Center for Digital Strategies at the Tuck School of Business at Dartmouth, 2014.

## Zmiana 9. Inteligentny dom

**Moment krytyczny** – Ponad 50% ruchu internetowego dostarczanego do domu przeznaczone jest do obsługi aplikacji i urządzeń (nie dla rozrywki czy komunikacji)

**Do 2025 roku** – 70% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

W XX wieku większość energii elektrycznej doprowadzanej do domu służyła do bezpośredniej konsumpcji osobistej (oświetlenie). Jednak z czasem za zużycie znacznej części energii zaczęły odpowiadać bardziej złożone urządzenia, od tosterów i zmywarek po telewizory i klimatyzatory.

Internet idzie tą samą drogą: większość domowego ruchu internetowego przeznaczona jest nadal do konsumpcji osobistej, komunikacji lub rozrywki, jednak bardzo szybkie zmiany zachodzą też w domowej automatyce, umożliwiając ludziom kontrolowanie świateł, rolet, wentylacji, klimatyzacji, audio i wideo, systemów zabezpieczeń i innych domowych urządzeń. Dodatkową pomoc świadczą podłączone do internetu roboty, wykonujące różne prace domowe – np. odkurzanie.

### **Efekty pozytywne**

- Pełniejsze wykorzystywanie zasobów (mniejsze zużycie energii i niższe koszty)
- Komfort
- Bezpieczeństwo/zabezpieczenia i wykrywanie wtargnięć
- Kontrola dostępu
- Dzielenie się domem
- Możliwość niezależnego życia (młodzi/starzy, niepełnosprawni)
- Rozwój spersonalizowanej reklamy i wszechstronny wpływ na biznes
- Redukcja kosztów systemów opieki zdrowotnej (mniej pobytów w szpitalu i wizyt lekarzy u pacjentów, monitorowanie zażywania leków)
- Monitoring (w czasie rzeczywistym) i nagrywanie wideo
- Ostrzeżenia, alarmowanie i zgłaszanie potrzeb pomocy
- Zdalna kontrola domu (np. możliwość wyłączenia gazu)

### **Efekty negatywne**

- Utrata prywatności

- Inwigilacja
- Cyberataki, przestępczość, bezbronność

### **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Wpływ na siłę roboczą
- Zmiany w lokalizacji pracy (więcej z domu i spoza domu)
- Prywatność, własność danych

### **Zmiana w praktyce**

Przykład domowego urządzenia opisany parę lat temu przez cnet. com:

„Nest, konstruktorzy termostatu i detektora dymu podłączonego do internetu, ogłosili [w 2014 r.] program „Works with Nest”, który zapewniał współpracę ich oprogramowania z produktami różnych wytwórców. Na przykład partnerstwo z firmą Mercedes-Benz oznaczało, że nasz samochód może polecić Nestowi włączenie ogrzewania w domu, żeby nagrzał się przed naszym przyjazdem... W rezultacie rozwiązania takie jak Nest pozwolą domowi wyczuwać, czego potrzebujesz i przystosowywać wszystko automatycznie. Urządzenia jako takie mogą nawet w końcu zniknąć z domu i działać jedynie jako czujniki i urządzenia kontrolowane z centralnego ośrodka”.

Źródło: Richard Nieva *Rosie or Jarvis: The future of the smart home is still in the air*, 14.01.2015; <http://www.cnet.com/news/rosie-or-jarvis-the-future-of-the-smart-home-is-still-in-the-air/>.



## Zmiana 10. Inteligentne miasta

**Moment krytyczny** – Pierwsze miasto mające ponad 50 000 mieszkańców bez sygnalizacji świetlnej na ulicach

**Do 2025 roku** – 64% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Wiele miast już łączy swoje usługi komunalne i szlaki komunikacyjne z internetem. Te inteligentne miasta będą zarządzały dostawami energii, przepływem materiałów i ruchem drogowym. Stawiające na nowoczesność aglomeracje, jak Singapur i Barcelona, od kilku lat wprowadzają wiele usług wykorzystujących transmisję danych, w tym inteligentne rozwiązania parkingowe, zbieranie śmieci czy oświetlenie. Inteligentne miasta systematycznie poszerzają swoje sieci technologii czujnikowej i pracują nad platformami danych, które będą podstawą do łączenia różnych projektów technologicznych, a w przyszłości dodawania usług opartych na analizie danych i modelowaniu predyktywnym.

### **Efekty pozytywne**

- Większa efektywność wykorzystania zasobów
- Wzrost produktywności
- Większe zagęszczenie
- Lepsza jakość życia
- Wpływ na środowisko
- Szerszy dostęp do zasobów dla całej populacji
- Niższy koszt dostarczania usług
- Większa transparentność wykorzystywania zasobów i oceny ich stanu
- Spadek przestępczości
- Wzrost mobilności
- Zdecentralizowana, przyjazna dla klimatu produkcja i zużycie energii
- Decentralizacja produkcji dóbr
- Większa odporność (na zmiany klimatu)
- Mniejsze zanieczyszczenia (powietrze, hałas)
- Szerszy dostęp do edukacji
- Szybszy/przyspieszony dostęp do rynków
- Większe zatrudnienie
- Inteligentniejsza e-administracja

## **Efekty negatywne**

- Zagrożenia dla prywatności
- Ryzyko katastrofy (całkowity *black out*), jeśli nastąpi awaria systemu energetycznego
- Większa podatność na cyberataki

## **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Wpływ na kulturę miasta i nastroj
- Zmiany habitusu<sup>97</sup> poszczególnych miast

## **Zmiana w praktyce**

Z dokumentu opublikowanego w 2011 roku w „The Future Internet”:

„Miasto Santander w północnej Hiszpanii ma 20 000 czujników łączących budynki, infrastrukturę, transport, sieci usług publicznych. Miasto zapewnia fizyczną przestrzeń do eksperymentów i wprowadzenia takich funkcji, jak protokoły interakcji i zarządzania, technologie urządzeń, a także usługi wspierające w rodzaju ustalania i zarządzania tożsamością oraz bezpieczeństwem”.

Źródło: H. Schaffers, N. Komninos, M. Pallot, B. Trousse, M. Nilsson, A. Oliveira *Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation*, w: *The Future Internet*, red. J. Domingue i in., LNCS 6656, 2011, s. 431–446; [http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-20898-0\\_31](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-20898-0_31).

## Zmiana 11. *Big data* a decyzje

**Moment krytyczny** – Pierwszy rząd rezygnujący ze spisu powszechnego na rzecz wielkich zbiorów danych (*big data*)

**Do 2025 roku** – 83% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Informacji o społecznościach jest dziś więcej niż kiedykolwiek wcześniej. Ciągłe rośnie też zdolność do rozumienia i zarządzania tymi danymi. Rządy mogą zatem zacząć myśleć, że wcześniejsze sposoby zbierania danych nie są już potrzebne i że należy zwrócić się ku technologiom *big data*, aby zautomatyzować obecne programy i pozyskać nowe, innowacyjne sposoby obsługiwanie obywateli i konsumentów.

Dzięki wykorzystaniu *big data* możliwe będzie lepsze i szybsze podejmowanie decyzji w licznych gałęziach gospodarki, a także poprzez liczne aplikacje. Zautomatyzowanie procesu podejmowania decyzji może zredukować ich złożoność z punktu widzenia obywateli oraz umożliwić biznesowi i rządowi dostarczanie w czasie rzeczywistym usług i wsparcia dla wszystkiego, poczynając od skarg konsumentów po automatyzację zeznań podatkowych i płatności.

Ryzyka i możliwości związane z wykorzystaniem *big data* do podejmowania decyzji są znaczące. Szczególnie ważne będzie budowanie zaufania do danych i algorytmów służących podejmowaniu decyzji. Troska o zachowanie prywatności obywateli oraz o zapewnienie odpowiedzialności firm i struktur prawnych będzie wymagała zmian w myśleniu, jak również jasnych wytycznych w kwestii wykorzystywania danych, by zapobiegać profilowaniu i nieoczekiwanym konsekwencjom. Wykorzystanie *big data* do czynności dziś wykonywanych ręcznie może doprowadzić do likwidacji pewnych zawodów, ale może też stworzyć nowe miejsca pracy oraz możliwości, które dziś na rynku nie występują.

### **Efekty pozytywne**

- Lepsze i szybsze decyzje
- Więcej decyzji w czasie rzeczywistym
- Dostępność danych dla innowacji
- Praca dla prawników
- Mniej komplikacji i więcej efektywności dla obywateli

- Mniejsze koszty
- Nowe kategorie zawodów

### **Efekty negatywne**

- Utrata pracy
- Zagrożenie prywatności
- Zanik odpowiedzialność (kto jest właścicielem algorytmów?)
- Brak zaufania (czy można ufać danym?)
- Spory wokół zasad budowania algorytmów

### **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Profilowanie
- Zmiany w strukturach regulacyjnych, biznesowych i prawnych

### **Zmiana w praktyce**

Wielkość danych biznesowych na świecie, w obrębie wszystkich firm, podwaja się co 1,2 roku.

Źródło: Vincent Granville *A Comprehensive List of Big Data Statistics*, 21.10.2014; <http://www.bigdatanews.datasciencecentral.com/profiles/blogs/a-comprehensive-list-of-big-data-statistics>.

„Od stanu Iowa po Indie farmerzy wykorzystują dane z nasion, satelitów, czujników i traktorów, by podejmować lepsze decyzje odnośnie do tego, co hodować, kiedy siał, jak zapewnić żywności świeżość ‘od gospodarstwa po widelec’, i jak przystosować się do zmian klimatu”.

Źródło: *What's the Big Deal with Data*, BSA | Software Alliance, <http://data.bsa.org/>.

„Chcąc lepiej informować klientów o warunkach sanitarnych w restauracjach, San Francisco, po nawiązaniu z sukcesem współpracy z Yelp, wprowadziło [w 2015 r.] dane z inspekcji zdrowotnej poszczególnych restauracji na internetowe strony tych lokali z opiniami klientów. Jeśli otworzycie, na przykład, stronę Tacos El Primo, pokaże ona, że wynik inspekcji wynosi 98 punktów na 100 możliwych. Ogłaszanie ocen Yelp okazało się całkiem skuteczne. Takie działanie nie tylko spełnia funkcję miejskiej tuby, ostrzegającej mieszkańców przed zagrożeniami żywymi, ale potencjalnie jest sposobem na zawstydzanie restauracji i skłonienie ich do przestrzegania standardów”.

Źródło: <http://www.citylab.com/cityfixer/2015/04/3-cities-using-opendata-in-creative-ways-to-solve-problems/391035/>.

## **Zmiana 12. Autonomiczne samochody**

**Moment krytyczny** – 10% pojazdów na drogach w USA stanowią samochody bez kierowcy

**Do 2025 roku** – 79% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Samochody autonomiczne testowane są przez takie firmy jak Audi i Google, a wiele innych przedsiębiorstw przyspiesza prace nad wprowadzeniem nowych rozwiązań. Tego typu auta mogą się okazać efektywniejsze i bezpieczniejsze niż samochody z człowiekiem za kierownicą. Mogłyby też zmniejszyć korki na drogach i emisję spalin, a także przewrócić do góry nogami funkcjonujące dziś modele transportu i logistyki.

### **Efekty pozytywne**

- Poprawa bezpieczeństwa
- Więcej czasu na pracę i/lub konsumpcję treści medialnych
- Ochrona środowiska
- Mniejszy stres i zdenerwowanie na drogach
- Wzrost mobilności m.in. osób starszych i niepełnosprawnych
- Wprowadzenie pojazdów elektrycznych

### **Efekty negatywne**

- Niszczenie miejsc pracy (kierowcy taksówek i ciężarówek, przemysł samochodowy)
- Postawienie na głowie systemu ubezpieczeń i pomocy drogowej („zapłać więcej, jeżeli chcesz prowadzić sam”)
- Spadek przychodów z kar za wykroczenia drogowe
- Mniej posiadaczy samochodów
- Struktury prawne związane z kierowaniem pojazdami
- Lobbing przeciwko automatyzacji (argumentowanie, że może ona oznaczać zakaz prowadzenia samochodów na autostradach przez ludzi)
- Hakerzy/cyberataki

### **Zmiana w praktyce**

Od października 2015 roku samochody Tesli sprzedawane w USA mają półautonomiczny charakter dzięki aktualizacji oprogramowania.

Źródło: <http://www.wired.com/2015/10/tesla-self-driving-over-air-update-live>.

Google planuje udostępnienie autonomicznych samochodów klientom w 2020 roku.

Źródło: Thomas Halleck *Google Inc. Says Self-Driving Car Will Be Ready By 2020*, International Business Times, 14.01.2015; <http://www.ibtimes.com/google-inc-says-self-driving-car-will-be-ready-2020-1784150>.

Latem 2015 roku dwaj hakerzy zademonstrowali możliwość włamania się do jadącego samochodu przez jego system audiowizualny, co pozwoliło im na przejęcie kontroli nad funkcjami deski rozdzielczej, układu kierowniczego, hamulców itp.

Źródło: <http://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/>.

Pierwszy ze stanów USA (Nevada) uchwalił prawo zezwalające na wprowadzenie samochodów bez kierowcy (autonomicznych) w 2012 roku.

Źródło: Alex Knapp *Nevada Passes Law Authorizing Driverless Cars*, Forbes, 22.06.2011; <http://www.forbes.com/sites/alexknapp/2011/06/22/nevadapasses-law-authorizing-driverless-cars/>.

# **Zmiana 13. Sztuczna inteligencja i podejmowanie decyzji**

**Moment krytyczny** – Pierwsza maszyna ze sztuczną inteligencją (AI) w zarządzie firmy

**Do 2025 roku** – 45% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

AI na podstawie analizy wcześniejszych sytuacji może się nauczyć, poza prowadzeniem samochodów, jak przyczynić się w przyszłości do zautomatyzowania złożonych procesów decyzyjnych. W ten sposób możliwe byłoby łatwiejsze i szybsze dochodzenie do wniosków opartych na danych i doświadczeniach z przeszłości.

## **Efekty pozytywne**

- Racjonalne, oparte na danych decyzje; mniej stronniczości
- Usunięcie „irracjonalnej żywiołowości”
- Reorganizacja przestarzałej biurokracji
- Nowe miejsca pracy i innowacyjność
- Niezależność energetyczna
- Postęp w medycynie, eliminacja chorób

## **Efekty negatywne**

- Odpowiedzialność (kto jest odpowiedzialny, prawa powiernicze, kwestie prawne)
- Utrata miejsc pracy
- Cyberprzestępczość
- Kwestie odpowiedzialności faktycznej i prawnej, zarządzanie
- Niezrozumiałość
- Wzrost nierówności
- „Narażenie się algorytmowi”
- Egzystencjalne zagrożenie dla ludzkości

## **Zmiana w praktyce**



ConceptNet 4, posługująca się językiem AI przeszła parę lat temu test IQ z wynikiem lepszym niż większość czterolatków – trzy lata wcześniej z trudem mogła rywalizować z rocznym dzieckiem. Kolejna, już ukończona wersja 5,5 funkcjonuje prawdopodobnie na poziomie pięcio-, sześciolatków.

Źródło: *Verbal IQ of a Four-Year Old Achieved by an AI System*  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.386.6705&rep=rep1&type=pdf>.

Jeśli prawo Moore’a będzie nadal rozwijało się tak szybko, jak w ciągu ostatnich 30 lat, CPU (procesor) osiągnie w 2025 roku moc przetwarzania na poziomie ludzkiego mózgu. Deep Knowledge Ventures, fundusz *venture capital* z Hongkongu, inwestujący w nauki przyrodnicze, badania nad rakiem, choroby związane z wiekiem i medycynę regeneracyjną, powołał do swego zarządu algorytm sztucznej inteligencji zwany VITAL (Validating Investment Tool for Advancing Life Sciences)..

Źródło: *Algorithm appointed board director*, BBC;  
<http://www.bbc.com/news/technology-27426942>.

## Zmiana 14. AI i „białe kołnierzyki”

**Moment krytyczny** – 30% audytów korporacyjnych wykonywanych przez AI

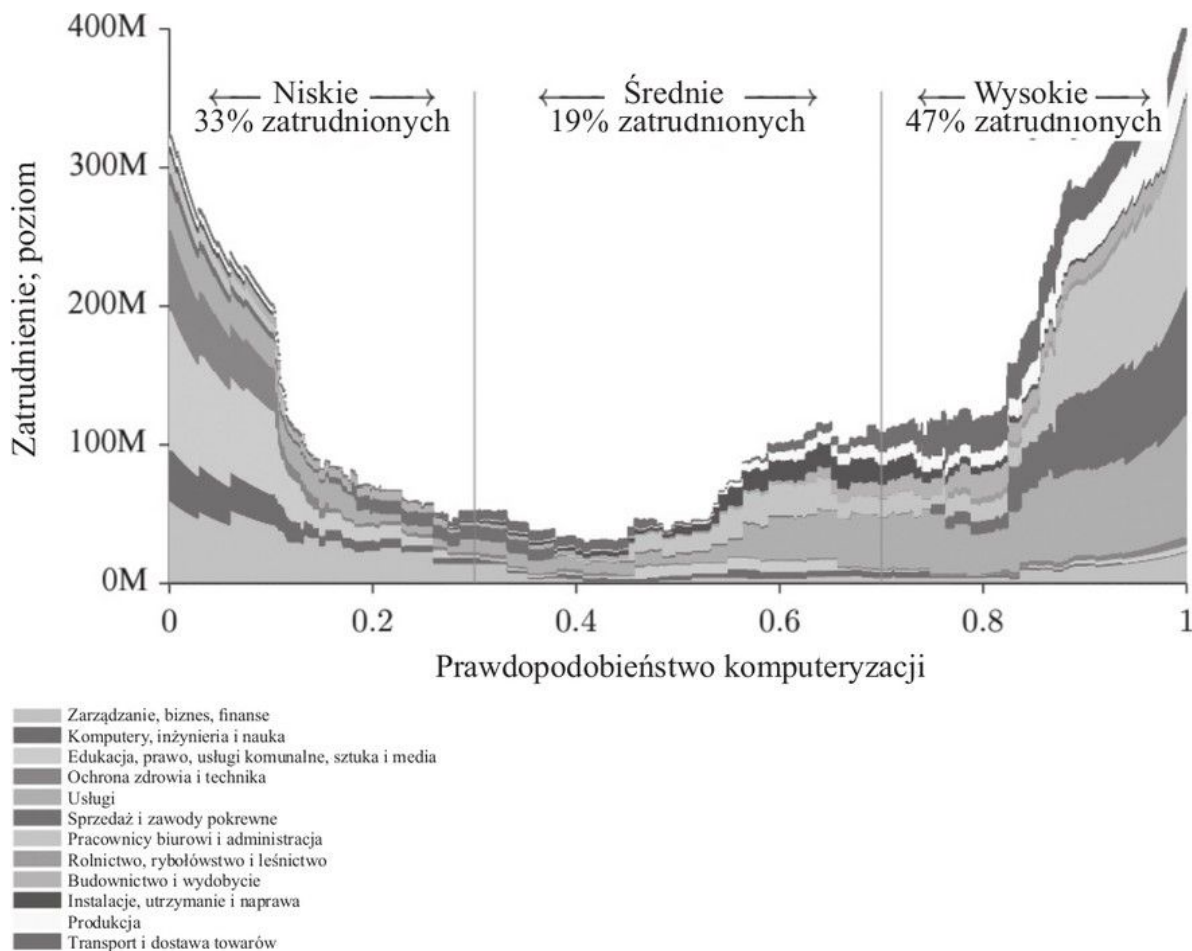
**Do 2025 roku** – 75% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

AI jest efektywna w porównywaniu wzorców i w automatyzacji procesów, dzięki podporządkowaniu technologii wielu funkcjom realizowanym w dużych organizacjach. Można sobie wyobrazić środowiska, w których w przyszłości AI będzie realizowała szereg zadań wykonywanych dziś przez ludzi.

W Oxford Martin School przeprowadzono badania<sup>98</sup> nad możliwością zastępowania różnych zawodów przez AI i roboty, dochodząc do niepokojących wniosków.

Z modelu badań wynika, że 47% stanowisk pracy istniejących w USA w 2010 roku ulegnie z dużą dozą prawdopodobieństwa skomputeryzowaniu w ciągu najbliższych 10–20 lat (Wykres V).

**Wykres V: Zatrudnienie w USA w poszczególnych zawodach a prawdopodobieństwo komputeryzacji \***



\* Rozłożenie na podstawie miksu zawodów w 2010 r.

Źródło: C.B. Frey, M.A. Osborne *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?*, 17.09.2013.

### **Efekty pozytywne**

- Redukcja kosztów
- Wyższa efektywność
- Pełniejsze uruchomienie innowacji, szanse dla małego biznesu, start-upów (mniejsze bariery przed wejściem, „oprogramowanie jako usługa” dla każdego)

### **Efekty negatywne**

- Likwidacja miejsc pracy
- Odpowiedzialność faktyczna i prawna
- Zmiany w prawie, jawność finansów, ryzyko
- Automatyzacja (odniesienie do studium Oxford Martin)

### **Zmiana w praktyce**

Postęp w automatyzacji w 2015 roku relacjonowany przez pismo „Fortune”:

„Komputer IBM Watson, znany z gwiazdorskiego występu w programie telewizyjnym „Jeopardy!” (polski odpowiednik – „Va Banque”), przedstawił już znacznie bardziej precyzyjne diagnozy raka płuc niż te dokonywane przez ludzi – w niektórych testach 90% *versus* 50%. Barięą dla człowieka sę dane.

Zapoznavanie się z medycznymi danymi mogłoby zająć lekarzowi 160 godzin tygodniowo, zatem nie może on raczej analizować wielu nowych informacji ani nawet badać materiałów klinicznych, które mogłyby być istotne przy stawianiu diagnozy. Chirurdzy już teraz wspomagają się zautomatyzowanymi systemami w procedurach niskoinwazyjnych”.

Źródło: Erik Sherman *Jobs-that-robots-already-are-taking*, „Fortune”, 25.02.2015;  
<http://fortune.com/2015/02/25/5-jobs-that-robots-already-are-taking/>.

# Zmiana 15. Robotyzacja i usługi

**Moment krytyczny** – Pierwszy robot farmaceuta w USA

**Do 2025 roku** – 86% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Robotyka zaczyna już wpływać na wiele zawodów, od produkcji przemysłowej po rolnictwo, handel i usługi. Wedle International Federation of Robotics, na świecie mamy już obecnie 2 miliony funkcjonujących robotów; maszyny od kilku już lat wykonują co najmniej 80% zadań związanych z produkcją samochodów<sup>99</sup>. Wykorzystanie robotów zwiększa płynność łańcuchów dostaw, co pozwala zapewniać wysokie i przewidywalne wyniki biznesowe.

## **Efekty pozytywne**

- Eliminacja zakłóceń w łańcuchach dostaw i logistyce
- Więcej czasu wolnego, dodatni wpływ na zdrowie (*big data* w badaniach farmaceutycznych)
- Bankomaty jako wczesne wdrożenie
- Szerszy dostęp do materiałów
- Produkcyjny „re-shoring”, czyli powrót do kraju (tj. przenoszenie działalności, np. zastępowanie pracowników zagranicznych przez roboty)

## **Efekty negatywne**

- Likwidacja miejsc pracy
- Odpowiedzialność faktyczna i prawna
- Zmiany codziennych norm społecznych, kres pracy od 9 do 17 i usług całodobowych
- Hakerzy i zagrożenie cyfrowe

## **Zmiana w praktyce**

W artykule z „The Fiscal Times” na CNBC.com na temat robota Baxter napisano:

„Rethink Robotics wprowadziło Baxtera [jesienią 2012 r.], co spotkało się z entuzjastyczną reakcją ze strony przemysłu, a cała produkcja została wyprzedana do kwietnia (...). [W kwietniu] Rethink wprowadziło platformę software’ową pozwalającą Baxterowi na wykonywanie sekwencji bardziej skomplikowanych zadań – na przykład podnoszenia jakiejś części, pokazania jej sekcji inspekcyjnej

i otrzymania sygnału, czy umieścić ją na stosie części „dobrych” czy „niedobrych”. Firma wypuściła także zestaw rozwiązań software’owych pozwalających innym – np. uniwersyteckim badaczom z dziedziny robotyki – tworzyć aplikacje dla Baxtera”.

Źródło: Blaire Briody *The Robot Reality: Service Jobs Are Next to Go*, „The Fiscal Times” 26.03.2013; <http://www.cnbc.com/id/100592545>.

## Zmiana 16. Bitcoin i blockchain

**Moment krytyczny** – 10% światowego PKB przechowywane w technologii blockchain

**Do 2025 roku** – 58% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Bitcoin i waluty cyfrowe oparte są na pomysle mechanizmu rozproszonego zaufania zwanego „blockchain”, czyli sposobu śledzenia zaufanych transakcji w sposób rozproszony. W 2016 roku całkowita wartość bitcoina w blockchainie wynosiła około 20 miliardów USD, co stanowiło 0,25‰ globalnego PKB, szacowanego wówczas na około 80 bilionów USD.

### **Efekty pozytywne**

- Szersze możliwości uczestnictwa finansowego na rynkach wschodzących, w miarę zyskiwania masy krytycznej przez usługi finansowe dokonywane w blockchain
- Dezintermediacja [eliminowanie pośredników] instytucji finansowych, ponieważ nowe usługi i wymiana wartości powstawać będą bezpośrednio na blockchain
- Gwałtowny rozrost ilości aktywów wymiennalnych, ponieważ wszystkie rodzaje wymiany wartości będą mogły być realizowane poprzez blockchain
- Lepsze rejestry własności na rynkach wschodzących i zdolność do czynienia wszystkiego aktywami wymiennymi
- Kontakty i usługi prawne w coraz większym stopniu związane z kodem powiązany z blockchainem będą wykorzystywane jako niezniszczalny depozyt lub pragmatycznie zaprojektowane inteligentne kontrakty
- Wzrost transparentności, gdyż blockchain to zasadniczo globalny rejestr zawierający wszystkie transakcje

### **Zmiana w praktyce**

Smartcontracts.com dostarcza możliwe do zaprogramowania kontrakty, które dokonują wypłat pomiędzy dwiema stronami po spełnieniu określonych kryteriów, bez angażowania pośrednika. Kontrakty te są zabezpieczone w blockchain jako „samorealizujące się stany kontraktowe („*self-executing contractual states*”), co eliminuje ryzyko związane z założeniem, że inni zrealizują swoje zobowiązania.

## Zmiana 17. Gospodarka współdzielenia

**Moment krytyczny** – W skali globalnej więcej podróży samochodem współużytkowanym przez wiele osób niż autem prywatnym

**Do 2025 roku** – 67% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Zjawisko to rozumie się powszechnie jako umożliwienie podmiotom (jednostkom lub organizacjom) wspólnego korzystania, dzięki technologii, z dóbr/aktywów bądź też dzielenia się usługami i dostarczania ich w sposób, który wcześniej nie był tak skuteczny lub nawet w ogóle nie był możliwy. Takie dzielenie się dobrami czy usługami umożliwiają internetowe platformy rynkowe, aplikacje mobilne /usługi lokalizacyjne i inne technologie. Ograniczają one koszty transakcji i napięcia w systemie do tego punktu, w którym wszystkie zaangażowane strony odnoszą korzyść ekonomiczną, podzieloną na znacznie mniejsze udziały.

Dobrze znane przykłady gospodarki współdzielenia istnieją w sektorze transportu. Zipcar proponuje metodę wspólnego korzystania z samochodu przez krótki czas i w sposób rozsądniejszy, niż ma to miejsce w tradycyjnych wypożyczalniach samochodów. RelayRides dostarcza platformy do lokalizowania i pożyczania czyjegoś prywatnego samochodu na pewien czas. Uber i Lyft proponują bardziej efektywne, przypominające taksówki usługi dla jednostek, ale agregowane przez system możliwy dzięki wykorzystaniu lokalizacji i dostępny za pośrednictwem aplikacji mobilnej. Do tego pojazdy są dostępne niemal od razu.

Gospodarka dzielenia się ma cały szereg składników, cech charakterystycznych i deskryptorów: możliwości technologiczne, preferencja dla dostępu zamiast własności, bezpośrednie kontakty między użytkownikami, dzielenie się aktywami osobistymi (nie korporacyjnymi), łatwy dostęp, wysoki poziom interakcji społecznej i jawny system oceniania (co prowadzi do wzrostu zaufania). Nie wszystkie składniki są obecne w każdej transakcji współdzielenia.

### **Efekty pozytywne**

- Szerszy dostęp do narzędzi i innych użytecznych zasobów fizycznych
- Korzystny wpływ na środowisko (mniej produkcji i mniejsze wymogi materiałowe)
- Większa dostępność prywatnych usług



- Większa możliwość wykorzystywania przepływu gotówki (mniejsze zapotrzebowanie na oszczędności w celu korzystania z pewnych aktywów)
- Lepsze wykorzystanie aktywów
- Mniej możliwości długoterminowego nadużywania zaufania ze względu na bezpośrednie i publiczne sieci ocen
- Tworzenie wtórnej gospodarki (kierowcy Ubera jako dostarczyciele towarów lub żywności)

### **Efekty negatywne**

- Mniejsza zdolność radzenia sobie w sytuacji utraty pracy (z powodu mniejszych oszczędności)
- Więcej pracy w oparciu o kontrakty/zadania (w odróżnieniu od stabilnego długoterminowego zatrudnienia)
- Ograniczone możliwości mierzenia tej potencjalnie szarej strefy gospodarczej
- Większe możliwości nadużycia zaufania w krótkiej perspektywie
- Mniejsza dostępność kapitału inwestycyjnego w systemie

### **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Zmiany w systemie własności aktywów
- Więcej modeli subskrypcyjnych
- Mniej oszczędności
- Brak jasności, co oznacza „bogactwo” i „zamożność”
- Mniejsza jasność w rozumieniu pojęć „praca/zajęcie”
- Trudność w mierzeniu potencjalnie „szarej” części tej gospodarki
- Dostosowanie opodatkowania i regulacji z modelu opartego na własności/sprzedaży do modelu opartego na użytkowaniu

### **Zmiana w praktyce**

Istotą rozwoju tego zjawiska jest szczególne rozumienie własności, co odzwierciedla się w następujących pytaniach:

- Czy największy sprzedawca detaliczny ma choćby jeden własny sklep?  
(Amazon)
- Czy największy dostawca miejsc noclegowych ma choćby jeden hotel? (Airbnb)
- Czy największy dostawca usług transportowych ma choćby jeden samochód?  
(Uber)

## Zmiana 18. Państwa i blockchain

**Moment krytyczny** – Podatki pobrane po raz pierwszy przez państwo za pośrednictwem blockchain

**Do 2025 roku** – 73% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Blockchain stwarza państwom zarówno szanse, jak i wyzwania. Z jednej strony, nie jest regulowany ani nadzorowany przez żaden bank centralny, co oznacza mniejszą kontrolę nad polityką monetarną. Z drugiej strony, otwiera możliwość wbudowania nowych mechanizmów podatkowych w sam system blockchain (np. podatek od drobnych transakcji).

**Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Centralne banki i polityka monetarna
- Korupcja
- Opodatkowanie w czasie rzeczywistym
- Rola rządów

**Zmiana w praktyce**

W roku 2014 został utworzony BitNation, pierwszy wirtualny naród – przy użyciu blockchain jako podstawy identyfikacji technologicznej dla dokumentów osobistych obywateli. Dwa lata wcześniej technologię blockchain zastosował jako pierwszy rząd Estonii.

Źródło: <https://tse.bitnation.co/>; <http://tse.bitnation.co/>;  
<http://www.pymnts.com/news/2014/estonian-national-id-cards-embrace-electronic-payment-capabilities/>.

## Zmiana 19. Druk 3D i wytwórczość

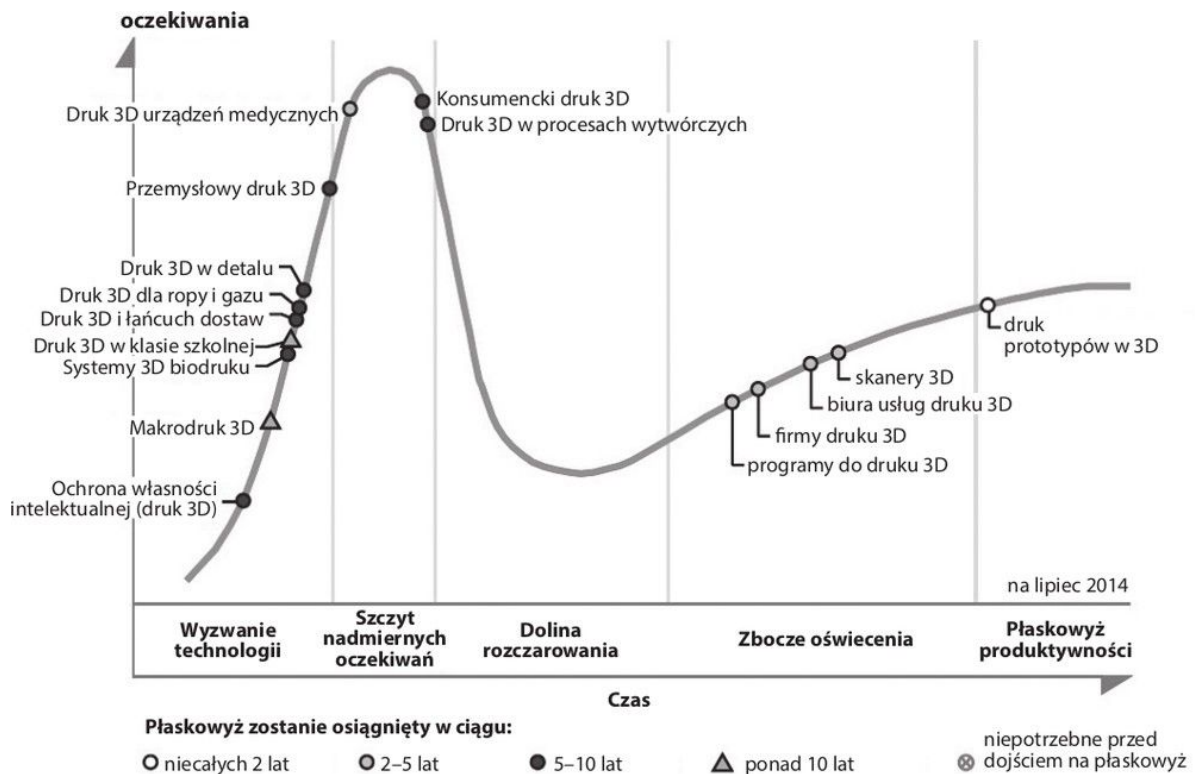
**Moment krytyczny** – Wyprodukowanie pierwszego samochodu dzięki 3D

**Do 2025 roku** – 84% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Druk 3D lub wytwarzanie przyrostowe to proces tworzenia fizycznego obiektu przez drukowanie, warstwa po warstwie, na podstawie cyfrowego projektu 3D (trójwymiarowego) lub modelu. Wyobraźcie sobie tworzenie bochenka chleba kromka po kromce. Potencjalnie dzięki drukowi 3D będzie można tworzyć bardzo skomplikowane produkty bez skomplikowanego wyposażenia<sup>100</sup>. Z czasem będą używane bardzo różne materiały, jak plastik, aluminium, stal nierdzewna, ceramika lub nawet zaawansowane stopy, a drukarka będzie mogła wykonać to, co kiedyś musiała robić cała fabryka. Od kilku lat jest to już praktykowane w różnych zastosowaniach, od produkcji turbin wiatrowych po zabawki.

Wkrótce drukarki 3D przezwyciężą przeszkody związane z szybkością, kosztem i rozmiarem, i staną się powszechniejsze. Stworzony w 2014 roku przez firmę badawczo-rozwojową Gartner wykres „Hype Cycle” pokazał różne stadia różnych możliwości druku 3D oraz ich wpływ na rynek; biznesowe zastosowania tej technologii zostały wówczas przedstawione w większości jako wkraczające na „zbocze oświecenia” (zob. Wykres VI)<sup>101</sup>.

**Wykres VI: „Hype cycle” dla druku 3D**



Źródło: Gartner (lipiec 2014)

## Efekty pozytywne

- Przyspieszony rozwój produktów
- Redukcja cyklu projekt–produkcja
- Łatwość wytwarzania skomplikowanych elementów (wcześniej niemożliwe lub trudne)
- Większe zapotrzebowanie na projektantów
- Instytucje edukacyjne za pomocą druku 3D przyspieszą proces nauczania i rozumienia
- Demokratyzacja możliwości tworzenia/produkowania (ograniczeniem będzie jedynie projekt)
- Odpowiedź ze strony tradycyjnej wytwórczości masowej, podejmującej wyzwanie poprzez znajdowanie sposobów redukcji kosztów i wielkości minimalnych serii produktów
- Wzrost liczby projektów o otwartym kodzie źródłowym do drukowania szeregu obiektów
- Narodziny nowej gałęzi przemysłu, dostarczającej materiały do drukowania
- Rozwój możliwości biznesowych w przestrzeni kosmicznej<sup>102</sup>
- Korzyści dla środowiska ze względu na redukcję wymagań transportowych

## Efekty negatywne

- Wzrost liczby materiałów odpadowych i dalsze obciążenie środowiska
- Produkowanie w procesie druku warstwowego części, które są anizotropowe, tj. wytrzymałość tych części nie jest wszędzie taka sama, co może ograniczyć ich funkcjonalność
- Utrata miejsc pracy w osłabionych gałęziach przemysłu
- Prymat własności intelektualnej jako źródła wartości w produkcji
- Piractwo
- Jakość produktu i marki

### **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Możliwość natychmiastowego skopiowania każdej innowacji

### **Zmiana w praktyce**

Przykład wykorzystania druku 3D w wytwórczości przywołany parę lat temu w piśmie „Fortune”:

„Silnik odrzutowy General Electric Leap to nie tylko jeden z najlepiej sprzedających się produktów tej firmy – teraz znajdzie się w nim także dysza paliwowa wyprodukowana całkowicie poprzez wytwarzanie przyrostowe. Ten proces, znany powszechnie jako druk 3D, obejmuje nakładanie kolejnych warstw materiału (w tym wypadku stopów metali) według precyzyjnych cyfrowych planów. GE kończy obecnie testy nowych silników Leap, ale korzyści z wytwarzania przyrostowego części zostały już dowiedzione na innych modelach”.

Źródło: Andrew Zaleski *GE's first 3D-printed parts take flight*, „Fortune”, 12.05.2015; <http://fortune.com/2015/05/12/ge-3d-printed-jet-engine-parts/>.

## Zmiana 20. Druk 3D i ludzkie zdrowie

**Moment krytyczny** – Pierwszy przeszczep wątroby wydrukowanej na drukarce 3D

**Do 2025** – 76% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Pewnego dnia drukarki 3D będą mogły wytwarzać nie tylko przedmioty, ale także organy ludzkie – ten proces określa się jako *bioprinting* (biodruk). W procesie niemal identycznym jak w przypadku drukowania przedmiotów organ zostanie wydrukowany, warstwa po warstwie, na podstawie cyfrowego modelu trójwymiarowego<sup>103</sup>. Materiał użyty do druku organu będzie oczywiście inny od użytego do wydrukowania roweru, będzie też można eksperymentalnie sprawdzać, jaki materiał nadaje się do takiego wykorzystania, jak w przypadku proszku tytanowego używanego do robienia kości. Druk 3D ma ogromne możliwości zaspokajania niestandardowych potrzeb projektowych, a nie ma nic mniej standardowego niż ludzkie ciało.

### **Efekty pozytywne**

- Zaradzenie problemowi braku organów (każdego dnia umiera przeciętnie 20 osób oczekujących na przeszczep, do którego nie dochodzi z powodu braku organu)<sup>104</sup>
- Drukowanie prostetyczne: kończyn/części ciała do celów protetycznych i innych (np. charakteryzacja)
- Szpitale, które drukują dla każdego pacjenta zestawy potrzebne do zabiegu chirurgicznego (np. szyny/łubki, opatrunki gipsowe, implanty)
- Spersonalizowana medycyna: druk 3D to najszybsze rozwiązanie wtedy, kiedy każdy klient potrzebuje odrobinę innej wersji części ciała (np. koronki na ząb)
- Drukowanie komponentów wyposażenia medycznego, które są trudne do nabycia lub kosztowne, jak np. przetworniki<sup>105</sup>
- Redukowanie kosztów operacji dzięki drukowaniu w lokalnych szpitalach choćby implantów dentystycznych, rozruszników czy gwoździ do złamanych kości zamiast ich importowania
- Fundamentalne zmiany w testowaniu leków, które można będzie prowadzić na rzeczywistych obiektach dzięki dostępności do całkowicie wydrukowanych organów

- Drukowanie żywności i tym samym poprawa jej bezpieczeństwa

### **Efekty negatywne**

- Niekontrolowana lub nieregulowana produkcja części ciała, sprzętu medycznego lub żywności
- Wzrost liczby materiałów odpadowych i dalsze obciążenie środowiska
- Poważne debaty etyczne związane z drukowaniem części ciała i ciała. Kto będzie kontrolował możliwość ich wytwarzania? Kto zagwarantuje jakość powstałych w ten sposób organów?
- Zniechęcenie do dbania o zdrowie – jeśli wszystko można zastąpić, to dlaczego mamy żyć zdrowo?
- Wpływ drukowanej żywności na rolnictwo

### **Zmiana w praktyce**

Pierwsze wykorzystanie wydrukowanego w 3D implantu kręgosłupa opisane w „Popular Science”:

„[W 2014 roku] lekarze w Peking University Third Hospital z sukcesem wszczepili młodemu pacjentowi pierwszą wydrukowaną w 3D część kręgu, by zastąpić w jego szyi krąg zaatakowany przez raka. Zastępczy krąg został wymodelowany na podstawie rzeczywistych kręgów chłopca, dzięki czemu łatwiej mogły się one zintegrować”.

Źródło: Loren Grush *Boy Given a 3-D Printed Spine Implant*, „Popular Science”, 26.08.2014; <http://www.popsci.com/article/science/boy-given-3-d-printed-spine-implant>.

## Zmiana 21. Druk 3D i produkty konsumenckie

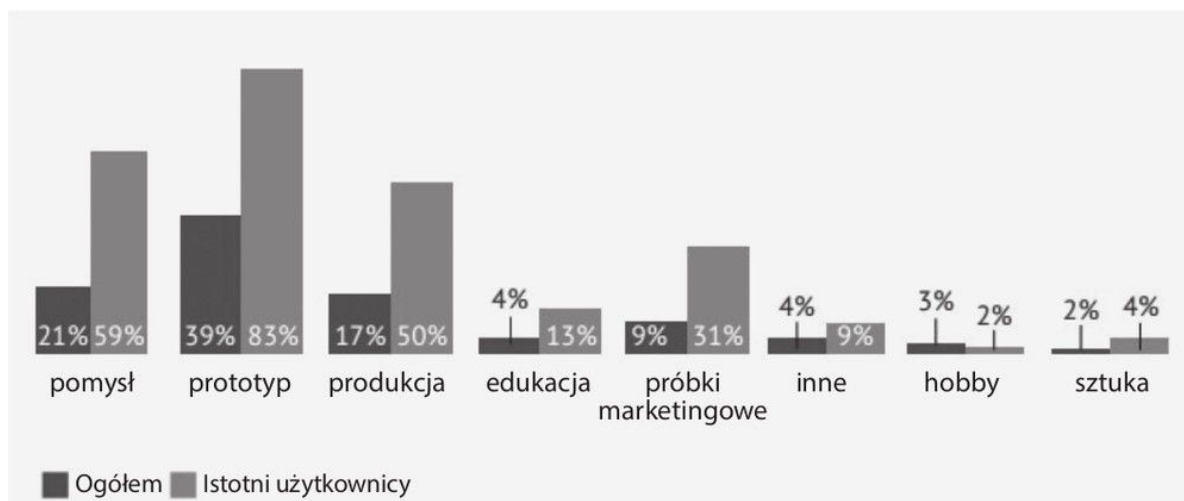
**Moment krytyczny** – 5% produktów konsumenckich wydrukowane w 3D

**Do 2025** – 81% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Ponieważ druk 3D może być wykonywany przez każdego, kto dysponuje odpowiednią drukarką, stwarza to możliwości drukowania typowych produktów konsumenckich lokalnie i na życzenie, zamiast kupowania ich w sklepie. Drukarka 3D stanie się w końcu narzędziem biurowym, a nawet domowym. To jeszcze bardziej zredukuje koszty dotarcia do dóbr konsumenckich i zwiększy dostępność obiektów wydrukowanych w 3D.

Obecne zastosowania druku 3D (Wykres VII) wskazują cały szereg sektorów związanych z rozwojem i produkowaniem produktów konsumenckich (weryfikacja słuszności koncepcji, prototyp i produkcja).

**Wykres VII: Wykorzystanie druku 3D w różnych obszarach, w 2015 r. (% respondentów\*)**



\* Procenty respondentów odnoszące się do sondażu Sculpteo.

Źródło: Sculpteo, *The State of 3D Printing (survey of 1,000 people)*, przedstawione w: Jessica Hedstrom *The State of 3D Printing*, 23.05. 2015; <http://jesshedstrom.quora.com/The-State-of-3D-Printing>.



## **Efekty pozytywne**

- Więcej spersonalizowanych produktów i produkcji na własny użytek
- Tworzenie niszowych produktów i zarabianie na ich sprzedaży
- Najszybszy rozwój druku 3D tam, gdzie każdy klient ma nieco inne potrzeby związane z produktem – np. specyficznie ukształtowana stopa wymaga specjalnie ukształtowanych butów
- Redukcja kosztów logistyki, co umożliwi znaczną oszczędność energii<sup>106</sup>
- Rozwój aktywności lokalnej; wytwarzanie własnych dóbr i zyski z eliminacji kosztów logistyki (gospodarka o obiegu zamkniętym).

## **Efekty negatywne**

- Globalne i regionalne łańcuchy dostaw i logistyki: niższe zapotrzebowanie doprowadzi do utraty miejsc pracy
- Kontrola broni – stworzenie możliwości drukowania obiektów niebezpiecznych, jak np. broń palna
- Wzrost liczby materiałów odpadowych i dalsze obciążenie środowiska
- Destabilizacja kontroli produkcji, regulacji konsumenckich, barier handlowych, patentów, podatków i innych ograniczeń administracyjnych; walka o ich dostosowanie

## **Zmiana w praktyce**

W 2014 roku wyprodukowano prawie 133 tysiące drukarek 3D – to wzrost o 68% w porównaniu z rokiem 2013. Większość drukarek, kosztujących mniej niż 10 000 dolarów, była dostosowana do aplikacji z laboratoriów i szkół, aż po małe wytwórnie. W efekcie wartość tej gałęzi biznesu znacznie wówczas wzrosła – do 3,3 miliarda dolarów <sup>107</sup>. Natomiast w 2017 roku sprzedano już prawie pół miliona drukarek 3D – to wzrost o 52% w porównaniu z rokiem 2016. Wartość tej gałęzi przemysłu w roku 2017 wyniosła 7,3 miliarda dolarów<sup>108</sup>.

## Zmiana 22. Zaprojektowanie istoty ludzkiej<sup>109</sup>

**Moment krytyczny** – Narodziny pierwszej istoty ludzkiej, której genom został bezpośrednio i celowo edytowany.

Od przełomu stuleci koszt sekwencjonowania całego ludzkiego genomu spadł prawie o sześć rzędów wielkości. W ramach projektu ludzkiego genomu wydano 2,7 miliarda dolarów na uzyskanie w 2003 roku pierwszego całkowitego genomu. Do 2009 roku ten koszt obniżył się do 100 tysięcy dolarów, natomiast obecnie badacze mogą płacić laboratoriom wyspecjalizowanym w takich zadaniach zaledwie 1000 dolarów za sekwencjonowanie ludzkiego genomu. Podobny trend obserwujemy ostatnio w edycji genomu w związku z rozwojem metody CRISPR/Cas9, powszechnie przyjętej ze względu na wyższą efektywność i wydajność oraz koszt niższy niż w wypadku poprzednich prób.

Rzeczywista rewolucja nie polega zatem na nagłej zdolności zaangażowanych w to uczonych do edycji genów roślin i zwierząt, ale raczej na tym, że nowe technologie wyraźnie ułatwiają sekwencjonowanie i edytowanie, znacznie zwiększając liczbę naukowców, którzy mogą przeprowadzać eksperymenty.

### **Efekty pozytywne**

- Wyższe plony w rolnictwie dzięki roślinom, które będą bardziej wytrzymałe, bardziej wydajne i płodne
- Skuteczniejsze terapie medyczne dzięki spersonalizowanemu leczeniu
- Szybsza, dokładniejsza i mniej inwazyjna diagnostyka medyczna
- Wyższy poziom rozumienia ludzkiego wpływu na naturę
- Mniejsza zapadalność na choroby genetyczne i mniej związanego z nimi cierpienia

### **Efekty negatywne**

- Ryzyko wzajemnego oddziaływania pomiędzy zmienionymi w ten sposób roślinami/zwierzętami i zdrowiem człowieka/ środowiska
- Drażniąca nierówność w związku z wysokimi kosztami dostępu do terapii
- Społeczny opór i odrzucenie technologii edycji genów
- Niewłaściwe wykorzystanie danych genetycznych przez rządy lub firmy

- Spory międzynarodowe dotyczące etycznego wykorzystania technologii edycji genomu

### **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Częstsza długowieczność
- Etyczne dylematy dotyczące natury człowieczeństwa
- Przemieszczenia kulturowe

### **Zmiana w praktyce**

W marcu 2015 roku wybitni uczeni opublikowali w „Nature” artykuł wzywający do moratorium na edycję ludzkich embrionów, w którym wyrażają „poważne zaniepokojenie w związku z implikacjami tych badań dla etyki i bezpieczeństwa”. Już miesiąc później, w kwietniu tego samego roku, „Badacze, którym przewodził Junjiu Huang z Yat-sen University in Guangzhou, opublikowali pierwszy na świecie artykuł naukowy na temat zmiany DNA ludzkich embrionów”.

Źródło: <http://www.nature.com/news/don-t-edit-the-human-germ-line-1.17111>;  
<http://qz.com/389494/chinese-researchers-are-the-first-to-genetically-modify-a-human-embryo-and-many-scientists-think-theyve-gone-too-far/http://qz.com/389494/chinese-researchers-are-the-first-to-genetically-modify-a-human-embryo-and-many-scientists-think-theyve-gone-too-far/>.

## Zmiana 23. Neurotechnologie<sup>110</sup>

**Moment krytyczny** – Pierwsza istota ludzka z całkowicie sztuczną pamięcią wszczepioną do mózgu

W naszym życiu osobistym i zawodowym nie ma ani jednego obszaru, który nie odniesie korzyści z lepszego rozumienia funkcjonowania naszych mózgów – zarówno na poziomie indywidualnym, jak i kolektywnym. Utwierdza w tym przekonaniu fakt, że – w ostatnich latach – dwa wśród najsilniej finansowanych programów badawczych na świecie dotyczyły nauk o mózgu: *The Human Brain Project* (dziesięcioletni projekt o wartości 1 miliarda euro, finansowany przez Komisję Europejską) oraz inicjatywa prezydenta Obamy *Brain Research Through Advancing Innovative Neurotechnologies* (BRAIN). Programy te zasadniczo koncentrują się na badaniach naukowych i medycznych, ale jesteśmy także świadkami szybkiego rozwoju (i wpływów) neurotechnologii w niemedycznych aspektach naszego życia. Neurotechnologie obejmuje obserwację aktywności mózgu, w tym obserwowanie, jak zmienia się i/lub komunikuje ze światem.

Na przykład fakt, że od 2015 roku są dostępne przenośne *neuro-headsets*, czyli neuro-zestawy słuchawkowe (które kosztują mniej niż konsola do gier), stwarza bezprecedensowe możliwości i staje się oznaką nie tylko neuro-rewolucji, ale także rewolucji społecznej<sup>111</sup>.

### **Efekty pozytywne**

- Osoby niepełnosprawne mogą teraz kontrolować protezy kończyn lub wózki inwalidzkie „za pomocą myśli”
- Neurofeedback, możliwość monitorowania aktywności mózgu w czasie rzeczywistym, oferuje niezliczone możliwości pomocy w zwalczaniu uzależnień, regulowaniu zachowań żywnościowych i poprawy sprawności – od sportu po salę lekcyjną
- Zdolność do zbierania, przetwarzania, magazynowania i porównywania ogromnych obszarów danych związanych z aktywnością mózgu pozwala nam poprawić diagnozy i wydajność leczenia zakłóceń w pracy mózgu oraz problemów związanych ze zdrowiem umysłowym
- Prawo będzie mogło zapewnić zindywidualizowane procedowanie sądowe i odnieść się do problemu odpowiedzialności w sprawach kryminalnych

- w sposób zróżnicowany, a nie ogólny jak obecnie
- Komputery następnej generacji, które zostaną zaprojektowane na podstawie rezultatów nauki o mózgu, będą mogły rozumować, przewidywać i reagować jak ludzka kora mózgowa (obszar mózgu będący ośrodkiem inteligencji)

### **Efekty negatywne**

- Dyskryminacja związana z mózgiem: człowiek to nie tylko mózg, dlatego – w obszarach sięgających od prawa przez HR do zachowań konsumenckich czy edukacji – istnieje ryzyko podejmowania decyzji w sposób oderwany od kontekstu, a bazujących wyłącznie na danych z mózgu<sup>112</sup>
- Obawa, że myśli/marzenia/pragnienia mogą zostać rozszyfrowane i prywatność całkiem już zniknie
- Obawa, że powoli, lecz nieubłaganie zaniknie kreatywność czy wręcz czynnik ludzki, przytłumione przez zachwyt nad tym, czego mogą dokonać nauki o mózgu
- Zatarcie granicy między człowiekiem a maszyną

### **Efekty nieznane lub działające w obie strony**

- Zmiany kulturowe
- Odłączenie komunikacji od ciała
- Poprawa wydajności
- Poszerzenie ludzkich możliwości poznawczych wywoła zmiany w zachowaniach

### **Zmiana w praktyce**

- Algorytmy obliczeń korowych pokazały już parę lat temu możliwości rozwiązywania współczesnych testów CAPTCHAs (powszechnie używane testy pozwalające odróżnić człowieka od maszyny)
- W przemyśle samochodowym opracowano systemy monitoringu uwagi i świadomości, które zatrzymują samochód, gdy kierowca zasypia podczas jazdy
- Inteligentny program komputerowy w Chinach wypadł w teście IQ lepiej niż wiele dorosłych osób
- Superkomputer IBM Watson, po przesłaniu milionów medycznych rejestrów i baz danych, pomaga lekarzom wybierać opcje leczenia dla pacjentów ze skomplikowanymi dolegliwościami
- Neuromorficzne czujniki obrazów, tj. inspirowane tym, jak komunikują się oko i mózg, będą miały wpływ sięgający od wykorzystania baterii po robotykę

- Neuroprostetyki pozwolą ludziom niepełnosprawnym kontrolować sztuczne kończyny i egzoszkielety. Niektórzy niewidomi będą mogli widzieć (ponownie)
- Program Restoring Active Memory (RAM), opracowany przez DARPA, jest pionierem w przywracaniu pamięci i w jej poprawie
- Neuronaukowcy z MIT leczą symptomy depresji u myszy przez sztuczną reaktywację miłych wspomnień (obecnie na Uniwersytecie Bostońskim pracuje się nad nadpisaniem złych wspomnień dobrymi).

Źródło: M. Doraiswamy *5 brain technologies that will shape our future*, World Economic Forum Agenda, 9.08.2015; <https://agenda.weforum.org/2015/08/5-brain-technologies-future/>; A. Fernandez *10 neurotechnologies about to transform brain enhancement and brain health*, SharpBrains, USA, 10.11.2015; <https://www.nationalgeographic.com/science/2018/07/news-memory-manipulation-research-neuroscience/>; <http://sharpbrains.com/blog/2015/11/10/10-neurotechnologies-about-to-transform-brain-enhancement-and-brain-health/>.

- 
- <sup>1</sup> Deloitte Global, *The Fourth Industrial Revolution is here—are you ready?*, styczeń 2018, [https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4364\\_Industry4-0\\_Are-you-ready/4364\\_Industry4-0\\_Are-you-ready\\_Report.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4364_Industry4-0_Are-you-ready/4364_Industry4-0_Are-you-ready_Report.pdf).
- <sup>2</sup> Terminy „disruption” i „disruptive innovation” były szczegółowo omawiane w kręgach biznesu i strategii zarządzania, ostatnio przez Claytona M. Christensena, Michaela E. Raynora i Rory’ego McDonalda w tekście *What is Disruptive Innovation?* („Harvard Business Review”, grudzień 2015). Uznając racje profesora Christensena i jego kolegów w sprawie definicji, w tej książce używam jednak wymienionych terminów w szerszym znaczeniu.
- [Od tłumaczki: Słowo „disruption” w stosowanym przez Autora znaczeniu i kontekście nie ma bezpośredniego polskiego odpowiednika. W przekładzie książki wybrano – jako najbliższe znaczeniowo – słowo „zakłócenie”, czasem „zakłócenie równowagi”, mając świadomość, że gdzie indziej w podobnych kontekstach tłumaczone bywa też niekiedy jako „zaburzenie” (które ma jednak po polsku zabarwienie raczej negatywne) lub „dysrupcja” (kalka z angielskiego). Drugi z wymienionych przez Autora terminów „disruptive innovation/disruptive technology” oddawany jest najczęściej jako „przełomowa innowacja/przełomowa technologia”].
- <sup>3</sup> Erik Brynjolfsson, Andrew McAfee *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, W.W. Norton & Company, 2014.
- <sup>4</sup> James Manyika, Michael Chui *Digital Era Brings Hyperscale Challenges*, „The Financial Times”, 13.08. 2014.
- <sup>5</sup> Działalność projektantki i architektki Neri Oxman stanowi fascynujący przykład tego, co opisałem. W jej laboratorium badawczym krzyżują się innowacje: projektowanie komputerowe, projektowanie komputacyjne, drukowanie 3D, inżynieria materiałowa i biologia syntetyczna; [https://www.ted.com/talks/neri\\_oxman\\_design\\_at\\_the\\_intersection\\_of\\_technology\\_and\\_biology](https://www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology).
- <sup>6</sup> Carl Benedikt Frey, Michael Osborne, z udziałem Citi Research, *Technology at Work – The Future of Innovation and Employment*, Oxford Martin School and Citi, luty 2015; <https://ir.citi.com/jowGiIw%2FoLrkDA%2BldI1U%2FYUEpWP9ifowg%2F4HmeO9kYfZ-iN3SeZwWEvPez7gYEZXmxsFM7eq1gc0%3D>.
- <sup>7</sup> David Isaiah *Automotive grade graphene: the clock is ticking*, „Automotive World”, 26.08. 2015; <http://www.automotiveworld.com/analysis/automotive-grade-graphene-clock-ticking/>.
- <sup>8</sup> Sarah Laskow *The Strongest, Most Expensive Material on Earth*, „The Atlantic” 2014; <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2014/09/the-strongest-most-expensive-material-on-earth/380601/>.
- <sup>9</sup> Niektóre z tych technologii są opisane bardziej szczegółowo w: Bernard Meyerson *Top 10 Technologies of 2015*, Meta-Council on Emerging Technologies, World Economic Forum,

- 4.03.2015; <https://agenda.weforum.org/2015/03/top-10-emerging-technologies-of-2015-2/>.
- <sup>10</sup> Tom Goodwin *In the age of disintermediation the battle is all for the consumer interface*, „TechCrunch”, marzec 2015; <http://techcrunch.com/2015/03/03/in-the-age-of-disintermediation-the-battle-is-all-for-the-customer-interface/>.
- <sup>11</sup> K.A. Wetterstrand *DNA Sequencing Costs: Data from the NHGRI Genome Sequencing Program (GSP)*, National Human Genome Research Institute, 2.10.2015; <http://www.genome.gov/sequencingcosts/>.
- <sup>12</sup> Ariana Eunjung Cha *Watson’s Next Feat? Taking on Cancer*, „The Washington Post”, 27.06. 2015; <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1302/1302.6906.pdf>.
- <sup>13</sup> Jacob G. Foster, Andrey Rzhetsky, James A. Evans *Tradition and Innovation in Scientists’ Research Strategies*, „American Sociological Review”, październik 2015; <http://www.knowledgelab.org/docs/1302.6906.pdf>.
- <sup>14</sup> Mike Ramsay, Douglas Cacmillan *Carnegie Mellon Reels After Uber Lures Away Researchers*, „Wall Street Journal”, 31.05. 2015; <http://www.wsj.com/articles/is-uber-a-friend-or-foe-of-carnegie-mellon-in-robotics-1433084582>.
- <sup>15</sup> Światowe Forum Ekonomiczne, *Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact*, Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, wrzesień 2015.
- <sup>16</sup> Więcej szczegółów dotyczących metodologii badania znaleźć można na s. 4 i 39 raportu wskazanego w poprzednim przypisie.
- <sup>17</sup> UK Office of National Statistics, *Surviving to Age 100*, 11.12.2013; <https://www.conference-board.org/retrievefile.cfm?filename=the-conference-board-2015-productivity-brief.pdf&type=subsite>.
- <sup>18</sup> The Conference Board, *Productivity Brief 2015*, 2015. Według zebranych przez The Conference Board danych, globalny wzrost wydajności pracy w okresie 1996–2006 wyniósł średnio 2,6%, w porównaniu do 2,1% w 2013 i 2014 r.; <https://www.conference-board.org/retrievefile.cfm?filename=The-Conference-Board-2015-Productivity-Brief.pdf&type=subsite>.
- <sup>19</sup> United States Department of Labor, *Productivity change in the nonfarm business sector, 1947–2014*, Bureau of Labor Statistics; <http://www.bls.gov/lpc/prodybar.htm>.
- <sup>20</sup> United States Department of Labor, *Preliminary multifactor productivity trends, 2014*, Bureau of Labor Statistics, 23.06.2015; <http://www.bls.gov/news.release/prod3.nr0.htm>.
- <sup>21</sup> OECD, *The Future of Productivity*, lipiec 2015. <http://www.oecd.org/eco/growth/The-future-of-productivity-policy-note-July-2015.pdf>. Krótka dyskusja na temat spadku produktywności w USA, zob.: John Fernald, Bing Wang *The Recent Rise and Fall of Rapid Productivity Growth*, Federal Reserve Bank of San Francisco, 9.02.2015; <http://www.frbsf.org/economic-research/publications/economic-letter/2015/february/economic-growth-information-technology-factor-productivity/>.



- <sup>22</sup> Ekonomista Brad DeLong akcentuje ten problem w: J. Bradford DeLong *Making Do With More*, Project Syndicate, 26.02.2015; <http://www.project-syndicate.org/commentary/abundance-without-living-standards-growth-by-j--bradford-delong-2015-02>.
- <sup>23</sup> John Maynard Keynes *Economic Possibilities for our Grandchildren*, w: *Essays in Persuasion*, Harcourt Brace 1931.
- <sup>24</sup> Obecnie nie raportuje się przychodów, ale „consumer spend” (co np. nie obejmuje przychodów z reklam). Globalnie w 2018 pierwszy raz „consumer spend” przekroczył 100 mld i wyniosł wg prognoz App Annie ponad 106 mld USD. I tak jest to więcej od przychodów przemysłu filmowego (40,6 mld w 2017; <https://www.statista.com/statistics/271856/global-box-office-revenue/>).
- <sup>25</sup> Carl Benedikt Frey, Michael Osborne *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?*, Oxford Martin School, Programme on the Impacts of Future Technology, University of Oxford, 17.09.2013; [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf).
- <sup>26</sup> Shelley Podolny *If an Algorithm Wrote This, How Would You Even Know?*, „The New York Times”, 7.03.2015; [http://www.nytimes.com/2015/03/08/opinion/sunday/if-an-algorithm-wrote-this-how-would-you-even-know.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2015/03/08/opinion/sunday/if-an-algorithm-wrote-this-how-would-you-even-know.html?_r=0).
- <sup>27</sup> Martin Ford *Rise of the Robots*, Basic Books 2015.
- <sup>28</sup> Daniel Pink *Free Agent Nation – The Future of Working for Yourself*, Grand Central Publishing 2001.
- <sup>29</sup> Cyt. za: Farhad Manjoo *Uber’s business model could change your work*, „The New York Times”, 28.01.2015.
- <sup>30</sup> Cyt. za: Sarah O’Connor *The human cloud: A new world of work*, „The Financial Times”, 8.10.2015.
- <sup>31</sup> Lynda Gratton *The Shift: The Future of Work is Already Here*, Collins 2011.
- <sup>32</sup> R. Buckminster Fuller, E.J. Applewhite *Synergetics: Explorations in the Geometry of Thinking*, Macmillan 1975.
- <sup>33</sup> <https://www.imd.org/research-knowledge/articles/why-you-will-probably-live-longer-than-most-big-companies/>.
- <sup>34</sup> Mitek and Zogby Analytics, *Millennial Study 2014*, wrzesień 2014; [https://www.miteksystems.com/sites/default/files/Documents/zogby\\_final\\_embargo\\_14\\_9\\_25.pdf](https://www.miteksystems.com/sites/default/files/Documents/zogby_final_embargo_14_9_25.pdf).
- <sup>35</sup> <http://www.cnet.com/news/whatsapp-65-billion-messages-sent-each-day-and-more-than-2-billion-minutes-of-calls/>.
- <sup>36</sup> Gillian Wong *Alibaba Tops Singles’ Day Sales Record Despite Slowing China Economy*, „The Wall Street Journal”, 11.11.2015; <http://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2017/11/13/singles-day-2017-highlights->

- [alibabas-intent-to-become-global-leader/#31759d732f04](#); <http://www.wsj.com/articles/alibaba-smashes-singles-day-sales-record-1447234536>.
- <sup>37</sup> *The Mobile Economy: Sub-Saharan Africa 2014*, GSM Association, 2014; [http://www.gsmamobileeconomyafrica.com/GSMA\\_ME\\_SubSaharanAfrica\\_Web\\_Singles.pdf](http://www.gsmamobileeconomyafrica.com/GSMA_ME_SubSaharanAfrica_Web_Singles.pdf).
- <sup>38</sup> <https://wearesocial.com/uk/blog/2018/01/global-digital-report-2018>.
- <sup>39</sup> Tencent, *Announcement of results for the three and nine months ended 30 September 2015*; <http://www.tencent.com/en-us/content/ir/an/2015/attachments/20151110.pdf>; <https://www.statista.com/statistics/255778/number-of-active-wechat-messenger-accounts/>.
- <sup>40</sup> MIT, *The ups and downs of dynamic pricing*, innovation@work Blog, MIT Sloan Executive Education, 31.10.2014; [http://executive.mit.edu/blog/the-ups-and-downs-of-dynamic-pricing#.VG4yA\\_nF-bU](http://executive.mit.edu/blog/the-ups-and-downs-of-dynamic-pricing#.VG4yA_nF-bU).
- <sup>41</sup> Giles Turner *Cybersecurity Index Beat S&P500 by 120%. Here's Why*, in *Charts*, Money Beat, „The Wall Street Journal”, 9.9.2015; <http://blogs.wsj.com/moneybeat/2015/09/09/cybersecurity-index-beats-sp-500-by-120-heres-why-in-charts/>.
- <sup>42</sup> *Redefining Boundaries: Insights from the Global C-Suite Study*, IBM, listopad 2015; <http://www-935.ibm.com/services/c-suite/study/>.
- <sup>43</sup> Global e-Sustainability Initiative, The Boston Consulting Group, Inc, *GeSI SMARTer 2020: The Role of ICT in Driving a Sustainable Future*, grudzień 2012; <http://gesi.org/SMARTer2020>.
- <sup>44</sup> Moisés Naím *The End of Power: From Boardrooms to Battlefields and Churches to States, Why Being in Charge Isn't What It Used to Be*, Basic Books, 2013. W książce tytułowy „kres władzy” związany jest z trzema rewolucjami: rewolucją „więcej”, rewolucją mobilności i rewolucją mentalności. Z ostrożności nie określa się technologii informatycznych jako dominanty, ale nie ulega wątpliwości, że mobilność i mentalność zawdzięczają „więcej” epoce cyfrowej i rozpowszechnieniu nowych technologii.
- <sup>45</sup> Myśl sformułowana i rozwinięta w: *The Middle Kingdom Galapagos Island Syndrome: The Cul-De-Sac of Chinese Technology Standards*, Information Technology and Innovation Foundation (ITIF), 15.12.2014; <http://www.itif.org/publications/2014/12/15/middle-kingdom-galapagos-island-syndrome-cul-de-sac-chinese-technology>.
- <sup>46</sup> *European Innovation Scoreboard 2018; Innovation Union Scoreboard 2015*, European Commission, 2015; [http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards/files/ius-2015\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards/files/ius-2015_en.pdf). W zastosowanych przez Innovation Union Scoreboard ramach pomiarowych rozróżnia się trzy podstawowe typy wskaźników i osiem wymiarów innowacji, określając łącznie 25 różnych wskaźników. Trzy podstawowe czynniki wspomagające napędzają wyniki w dziedzinie innowacji, zewnętrzne wobec firmy, oraz trzy wymiary innowacji: zasoby ludzkie; otwarte, znakomite i atrakcyjne systemy badawcze; finanse i wsparcie. Działania firmy obejmują wysiłki innowacyjne na poziomie firmy,

podzielone na trzy wymiary innowacji: inwestycje firmowe, powiązania i przedsiębiorczość, a także zasoby intelektualne. Wyniki obejmują skutki innowacyjnych działań firmy w dwóch wymiarach innowacyjnych: innowatorzy i skutki gospodarcze.

- <sup>47</sup> Światowe Forum Ekonomiczne, *Collaborative Innovation – Transforming Business, Driving Growth*, sierpień 2015;  
[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Collaborative\\_Innovation\\_report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Collaborative_Innovation_report_2015.pdf).
- <sup>48</sup> Światowe Forum Ekonomiczne, *Global Information Technology Report 2015: ICTs for Inclusive Growth*, red. Soumitra Dutta, Thierry Geiger, Bruno Lanvin, 2015.
- <sup>49</sup> Światowe Forum Ekonomiczne, *Data-Driven Development: Pathways for Progress*, styczeń 2015; [http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA\\_DataDrivenDevelopment\\_Report2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_DataDrivenDevelopment_Report2015.pdf).
- <sup>50</sup> Tom Saunders, Peter Baeck *Rethinking Smart Cities from The Ground Up*, „Nesta”, czerwiec 2015; [https://media.nesta.org.uk/documents/citie\\_report\\_2015.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/citie_report_2015.pdf).
- <sup>51</sup> Carolina Moreno Medellin, *Colombia Named ‘Innovative City Of The Year’ In WSJ And Citi Global Competition*, „Huffington Post”, 2.03.2013;  
[http://www.huffingtonpost.com/2013/03/02/medellin-named-innovative-city-of-the-year\\_n\\_2794425.html](http://www.huffingtonpost.com/2013/03/02/medellin-named-innovative-city-of-the-year_n_2794425.html).
- <sup>52</sup> Światowe Forum Ekonomiczne, *Top Ten Urban Innovations*, Global Agenda Council on the Future of Cities, World Economic Forum, październik 2015;  
[http://www3.weforum.org/docs/Top\\_10\\_Emerging\\_Urban\\_Innovations\\_report\\_2010\\_2010.pdf](http://www3.weforum.org/docs/Top_10_Emerging_Urban_Innovations_report_2010_2010.pdf).
- <sup>53</sup> Alex Leveringhaus, Gilles Giacca *Robo-Wars – The Regulation of Robotic Weapons*, The Oxford Institute for Ethics, Law and Armed Conflict, The Oxford Martin Programme on Human Rights for Future Generations, and The Oxford Martin School, 2014;  
<http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/briefings/Robo-Wars.pdf>; <http://time.com/5230567/killer-robots/>.
- <sup>54</sup> James Giordano, cyt. za: Tom Requareth *This is Your Brain. This is Your Brain as a Weapon*, „Foreign Policy”, 14.09.2015; <http://foreignpolicy.com/2015/09/14/this-is-your-brain-this-is-your-brain-as-a-weapon-darpa-dual-use-neuroscience/>.
- <sup>55</sup> Manuel Castells *The impact of the Internet on Society: A Global Perspective*, „MIT Technology Review”, 8.8.2014; <http://www.technologyreview.com/view/530566/the-impact-of-the-internet-on-society-a-global-perspective/>.
- <sup>56</sup> Credit Suisse, *Global Wealth Report 2015*, październik 2015; <https://www.credit-suisse.com/corporate/en/research/research-institute/global-wealth-report.html>.
- <sup>57</sup> OECD, *Divided We Stand: Why Inequality Keeps Rising*, 2011; <http://www.oecd.org/els/soc/49499779.pdf>.
- <sup>58</sup> Frederick Solt *The Standardized World Income Inequality Database*, Working paper, SWIID, Version 5.0, październik 2014; <https://www.statista.com/statistics/250400/inequality-of-income-distribution-in-china-based-on-the-gini-index/>.

- <sup>59</sup> Richard Wilkinson, Kate Pickett *The Spirit Level: Why Greater Equality Makes Societies Stronger*, Bloomsbury Press, 2009.
- <sup>60</sup> Sean F. Reardon, Kendra Bischoff *More unequal and more separate: Growth in the residential segregation of families by income, 1970–2009*, US 2010 Project, 2011;  
<http://www.s4.brown.edu/us2010/Projects/Reports.htm> <http://cepa.stanford.edu/content/more-unequal-and-more-separate-growth-residential-segregation-families-income-1970-2009>.
- <sup>61</sup> Eleanor Goldberg *Facebook, Google are Saving Refugees and Migrants from Traffickers*, „Huffington Post”, 10.09.2015; [http://www.huffingtonpost.com/entry/facebook-google-maps-refugeesmigrants\\_55f1aca8e4b03784e2783ea4](http://www.huffingtonpost.com/entry/facebook-google-maps-refugeesmigrants_55f1aca8e4b03784e2783ea4).
- <sup>62</sup> Robert M. Bond, Christopher J. Fariss, Jason J. Jones, Adam D. I. Kramer, Cameron Marlow, Jaime E. Settle, James H. Fowler *A 61-million-person experiment in social influence and political mobilization*, „Nature”, 02.09.2012 (online);  
<http://www.nature.com/nature/journal/v489/n7415/full/nature11421.html>.
- <sup>63</sup> Stephen Hawking, Stuart Russell, Max Tegmark, Frank Wilczek Stephen Hawking: ‘Transcendence looks at the implications of artificial intelligence – but are we taking AI seriously enough?’, „The Independent”, 02.05.2014;  
<http://www.independent.co.uk/news/science/stephen-hawking-transcendence-looks-at-the-implications-of-artificial-intelligence-but-are-we-taking-9313474.html>.
- <sup>64</sup> Greg Brockman, Ilya Sutskever & the OpenAI team, *Introducing OpenAI*, 11.12.2015;  
<https://openai.com/blog/introducing-openai/>.
- <sup>65</sup> Steven Levy *How Elon Musk and Y Combinator Plan to Stop Computers from Taking Over*, 11.12.2015; <https://medium.com/backchannel/how-elon-musk-and-y-combinator-plan-to-stop-computers-from-taking-over-17e0e27dd02a#.qjj55npcj>.
- <sup>66</sup> Sara Konrath, Edward O’Brien, Courtney Hsing *Changes in dispositional empathy in American college students over time: A meta-analysis*, „Personality and Social Psychology Review” 2010.
- <sup>67</sup> Simon Kuper *Log out, switch off, join in*, „FT Magazine”, 2.10.2015;  
<http://www.ft.com/intl/cms/s/0/fc76fce2-67b3-11e5-97d0-1456a776a4f5.html>.
- <sup>68</sup> Sherry Turkle *Reclaiming Conversation: The Power of Talk in a Digital Age*, Penguin 2015.
- <sup>69</sup> Nicholas Carr *The Shallows: How the Internet is changing the way we think, read and remember*, Atlantic Books 2010.
- <sup>70</sup> Pico Iyer *The Art of Stillness: Adventures in Going Nowhere*, Simon and Schuster 2014.
- <sup>71</sup> Cyt. za: Elizabeth Segran *The Ethical Quandaries You Should Think About the Next Time You Look at Your Phone*, „Fast Company”, 5.10.2015;  
<http://www.fastcompany.com/3051786/most-creative-people/the-ethical-quandaries-you-should-think-about-the-next-time-you-look-at>.
- <sup>72</sup> Terminu „inteligencja kontekstualna” użył Nihtin Nohria kilka lat wcześniej, zanim został dziekanem Harvard Business School.

- <sup>73</sup> Klaus Schwab *Moderne Unternehmensführung im Maschinenbau (Modern Enterprise Management in Mechanical Engineering)*, VDMA, 1971.
- <sup>74</sup> Cyt. za: Peter Snow *The Human Psyche in Love, War & Enlightenment*, Boolarong Press 2010.
- <sup>75</sup> Daniel Goleman *What Makes A Leader?*, „Harvard Business Review”, styczeń 2004;  
<https://hbr.org/2004/01/what-makes-a-leader>.
- <sup>76</sup> Rainer Maria Rilke *Listy do młodego poety*, Świat Literacki, Izabelin 1996.
- <sup>77</sup> Voltaire napisał to po francusku: *Le doute n'est pas une condition agréable, mais la certitude est absurde*, w liście do Fryderyka Wilhelma, księcia pruskiego, 28.11.1770 (*Voltaire in His Letters: Being a Selection from His Correspondence*, tłum. S.G. Tallentyre, G.P. Putnam's Sons 1919).
- <sup>78</sup> Martin Nowak, Roger Highfield *Super Cooperators: Altruism, Evolution, and Why We Need Each Other to Succeed*, Free Press 2012.
- <sup>79</sup> Światowe Forum Ekonomiczne, *Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact*, Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, listopad 2015.
- <sup>80</sup> Pomysł zapożyczony ze strony internetowej yelp.com; polega na tym, że ludzie będą mogli bezpośrednio przekazywać swoje oceny innym, a te oceny będą utrwalane i/lub publikowane online dzięki wszczepianym im chipom.
- <sup>81</sup> „Komory echa” to termin określający postawę wielu osób korzystających z internetu, które oczekują od innych potwierdzenia swoich poglądów lub bezmyślnie i bezkrytycznie powtarzają to, co inni powiedzieli.
- <sup>82</sup> Internet live stats, *Internet users in the world*, <http://www.internetlivestats.com/internet-users/>;  
<http://www.worldometers.info/world-population/>.
- <sup>83</sup> „Gartner Says Worldwide Traditional PC, Tablet, Ultramobile and Mobile Phone Shipments to Grow 4.2 Percent in 2014”, Gartner, 7.07.2014;  
<http://www.gartner.com/newsroom/id/2791017>.
- <sup>84</sup> <https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2018/ericsson-mobility-report-june-2018.pdf>.
- <sup>85</sup> <https://newsroom.fb.com/news/2018/05/f8-2018-day-2/>.
- <sup>86</sup> <https://www.cnet.com/news/how-spacex-brings-starlink-broadband-satellite-internet-to-low-earth-orbit/>.
- <sup>87</sup> Udi Manber, Peter Norvig *The power of the Apollo missions in a single Google search*, Google Inside Search, 28.8.2012; <http://insidesearch.blogspot.com/2012/08/the-power-of-apollo-missions-in-single.html>.
- <sup>88</sup> Satish Meena *Forrester Research World Mobile And Smartphone Adoption Forecast, 2014 To 2019 (Global)*, „Forrester Research”, 8.08.2014;  
<https://www.forrester.com/Forrester+Research+World+Mobile+And+Smartphone+Adoption+Forecast+2014+To+2019+Global/fulltext/-/E-RES118252>.

- <sup>89</sup> GSMA, *New GSMA Report Forecasts Half a Billion Mobile Subscribers in Sub-Saharan Africa by 2020*, 6.11.2014; <http://www.gsma.com/newsroom/press-release/gsma-report-forecasts-half-a-billion-mobile-subscribers-ssa-2020/>.
- <sup>90</sup> Dane z 2017 zob.: <https://www.consumerbarometer.com/en/>.
- <sup>91</sup> <https://www.consumerbarometer.com/en/>.
- <sup>92</sup> „Processing Power Compared: Visualizing a 1 trillion-fold increase in computing performance”, Experts Exchange; <http://pages.experts-exchange.com/processing-power-compared/>.
- <sup>93</sup> *A history of storage costs*, mkomo.com, 8.09.2009; <http://www.mkomo.com/cost-per-gigabyte>. Według informacji zamieszczonej na tej stronie, dane uzyskano z Historical Notes about the Cost of Hard Drive Storage Space (<http://ns1758.ca/winch/winchest.html>). Dane za lata 2004–2009 zostały wyszukane poprzez Internet Archive Wayback Machine (<http://archive.org/web/web.php>). Nowsze dane: *A history of storage costs (update)*, mkomo.com, 09.03.2014; <http://www.mkomo.com/cost-per-gigabyte-update>.
- <sup>94</sup> Elana Rot *How Much Data Will You Have in 3 Years?*, „Sisense”, 29.7.2015; <http://www.sisense.com/blog/much-data-will-3-years/>; <http://www.sisense.com/blog/much-data-will-3-years/>; <http://www.sintef.no/en/latest-news/big-data-for-better-or-worse/>; <http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/05/21/how-much-data-do-we-create-every-day-the-mind-blowing-stats-everyone-should-read/#172040ea60ba>.
- <sup>95</sup> Prawo Moore’a przewiduje, że prędkość procesorów lub ogólna liczba tranzystorów w centralnej jednostce będzie się podwajać co dwa lata.
- <sup>96</sup> Kevin Mayer, Keith Ellis, Ken Taylor *Cattle Health Monitoring Using Wireless Sensor Networks*, Proceedings of the Communication and Computer Networks Conference, Cambridge, MA, USA, 2004; [http://www.academia.edu/781755/Cattle\\_health\\_monitoring\\_using\\_wireless\\_sensor\\_networks](http://www.academia.edu/781755/Cattle_health_monitoring_using_wireless_sensor_networks).
- <sup>97</sup> Habitus, sprawność – termin etyczny oznaczający nabyte i potencjalne umiejętności i kompetencje jednostki, tu przeniesiony na zbiorowość miejską.
- <sup>98</sup> Carl Benedikt Frey, Michael A. Osborne *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?*, 17.09. 2013; [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf).
- <sup>99</sup> Will Knight *This Robot Could Transform Manufacturing*, „MIT Technology Review”, 18.09.2012; [http://www.ifr.org/downloads/press/Presentation\\_PC\\_27\\_Sept\\_2017.pdf](http://www.ifr.org/downloads/press/Presentation_PC_27_Sept_2017.pdf); <http://www.technologyreview.com/news/429248/this-robotcould-transform-manufacturing/>.
- <sup>100</sup> Zob. <http://www.stratasy.com/>.
- <sup>101</sup> Dan Worth *Business use of 3D printing is years ahead of consumer uptake*, „V3.co.uk”, 19.08.2014; <http://www.v3.co.uk/v3-uk/news/2361036/business-use-of-3d-printing-is-years-ahead-of-consumer-uptake>.



- <sup>102</sup> *The 3D Printing Startup Ecosystem*, SlideShare.net, 31.07.2014; <http://de.slideshare.net/SpontaneousOrder/3d-printing-startup-ecosystem>.
- <sup>103</sup> Alban Leandri *A Look at Metal 3D Printing and the Medical Implants Industry*, 3DPrint.com, 20.03.2015; <http://3dprint.com/52354/3d-print-medical-implants/>.
- <sup>104</sup> *The Need is Real: Data*, US Department of Health and Human Services; [organdonor.gov; <https://www.organdonor.gov/statistics-stories/statistics.html>](http://organdonor.gov/statistics-stories/statistics.html).
- <sup>105</sup> *An image of the future*, „The Economist”, 19.05.2011; <http://www.economist.com/node/18710080>.
- <sup>106</sup> Maurizio Bellemo *The Third Industrial Revolution: From Bits Back to Atoms*, „CrazyMBA.Club”, 25.01.2015; <http://www.crazymba.club/the-third-industrial-revolution/>.
- <sup>107</sup> T.E. Halterman *3D Printing Market Tops \$3.3 Billion, Expands by 34% in 2014*, 3DPrint.com, 2.04.2015; <http://3dprint.com/55422/3d-printing-market-tops-3-3-billion-expands-by-34-in-2014/>.
- <sup>108</sup> <https://3dprintingindustry.com/news/half-million-3d-printers-sold-2017-track-100m-sold-2030-131642/>.
- <sup>109</sup> Uwaga: ta zmiana nie była przedmiotem oryginalnego sondażu z 2015 r. (*Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact...*, dz. cyt.).
- <sup>110</sup> Zob. poprzedni przypis.
- <sup>111</sup> A. Fernandez, N. Sriraman, B. Gurewitz, O. Oullier *Pervasive neurotechnology: A groundbreaking analysis of 10,000+ patent filings transforming medicine, health, entertainment and business*, SharpBrains, USA, 2015, s. 206; <http://sharpbrains.com/pervasive-neurotechnology/>.
- <sup>112</sup> O. Oullier *Clear up this fuzzy thinking on brain scans*. „Nature” 2012, 483(7387), s. 7; <http://www.nature.com/news/clear-up-this-fuzzy-thinking-on-brain-scans-1.10127>.

# Spis treści

Strona tytułowa	1
Strona redakcyjna	4
Spis treści	6
Punit Renjen. Przedmowa	9
Marek Metrycki. Czwarta rewolucja przemysłowa musi się dokonać przede wszystkim w naszych umysłach	11
Wstęp	14
1. Czwarta rewolucja przemysłowa	18
1.1 Kontekst historyczny	18
1.2 Zasadnicza i systemowa zmiana	21
2. Siły napędowe	25
2.1 Megatrendy	25
2.1.1 Megatrendy fizyczne	25
2.1.2 Megatrendy cyfrowe	28
2.1.3 Megatrendy biologiczne	30
2.2 Momenty krytyczne	34
3. Wpływ	37
3.1 Gospodarka	37
3.1.1 Wzrost	37
3.1.2 Zatrudnienie	42
3.1.3 Natura pracy	53
3.2 Biznes	55
3.2.1 Oczekiwania klientów	57
3.2.2 Produkty wzmocnione o dane	59
3.2.3 Innowacje oparte na współpracy	60
3.2.4 Nowe modele działalności	61
3.3 Narodowe i globalne	69
3.3.1 Rządy	70
3.3.2 Państwa, regiony i miasta	75
3.3.3 Bezpieczeństwo międzynarodowe	80



3.4 Społeczeństwo	89
3.4.1 Nierówność i klasa średnia	90
3.4.2 Społeczność	92
3.5 Jednostka	94
3.5.1 Tożsamość, moralność i etyka	95
3.5.2 Więź ludzka	97
3.5.3 Zarządzanie informacją prywatną i publiczną	99
Droga naprzód	102
Podziękowania	110
Aneks: Głęboka zmiana	113
Zmiana 1. Technologie wszczepialne	114
Zmiana 2. Nasza obecność cyfrowa	116
Zmiana 3. Wzrok jako nowy interfejs	119
Zmiana 4. Urządzenia typu wearable (internet w ubraniach)	121
Zmiana 5. Wszechobecna komputeryzacja	123
Zmiana 6. Superkomputer w twojej kieszeni	125
Zmiana 7. Przechowywanie danych dla każdego	129
Zmiana 8. Internet Rzeczy i dla Rzeczy	131
Zmiana 9. Inteligentny dom	134
Zmiana 10. Inteligentne miasta	136
Zmiana 11. Big data a decyzje	138
Zmiana 12. Autonomiczne samochody	141
Zmiana 13. Sztuczna inteligencja i podejmowanie decyzji	143
Zmiana 14. AI i „białe kołnierzyki”	145
Zmiana 15. Robotyzacja i usługi	148
Zmiana 16. Bitcoin i blockchain	150
Zmiana 17. Gospodarka współdzielenia	151
Zmiana 18. Państwa i blockchain	153
Zmiana 19. Druk 3D i wytwórczość	154
Zmiana 20. Druk 3D i ludzkie zdrowie	157
Zmiana 21. Druk 3D i produkty konsumenckie	159
Zmiana 22. Zaprojektowanie istoty ludzkiej	161
Zmiana 23. Neurotechnologie	163
Przypisy	166

