

Światowe  
Bestsellery  
Biznesowe

DRUGI

# WIEK MASZYN

Praca, postęp i dobrobyt  
w czasach genialnych technologii

**ERIK BRYNJOLFSSON  
ANDREW MCAFEE**

THE SECOND MACHINE AGE



**Erik Brynjolfsson  
Andrew McAfee**

---

**DRUGI  
WIEK  
MASZYN**

Praca, postęp i dobrobyt w czasach  
genialnych technologii

Przekład  
Bartosz Sałbut



Tytuł oryginału: THE SECOND MACHINE AGE. Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies

Przekład: Bartosz Sałbut  
Redakcja: Agnieszka Al-Jawahiri  
Projekt okładki: studio KARANDASZ  
Skład: Shift-Enter

Copyright © 2014 by Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee  
All rights reserved

Copyright © for the Polish edition by MT Biznes Ltd.  
Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentów niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci zabronione. Wykonywanie kopii metodą elektroniczną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym, optycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji. Niniejsza publikacja została elektronicznie zabezpieczona przed nieautoryzowanym kopiowaniem, dystrybucją i użytkowaniem. Usuwanie, omijanie lub zmiana zabezpieczeń stanowi naruszenie prawa.

Warszawa 2015

**MT Biznes sp. z o.o.**  
**ul. Jutrzenki 118, 02-230 Warszawa**  
**tel. (22) 632 64 20**  
[www.mtbiznes.pl](http://www.mtbiznes.pl)  
**e-mail: sekretariat@mtbiznes.pl**

ISBN 978-83-7746-909-5 (format e-pub)  
ISBN 978-83-7746-911-8 (format mobi)

Opracowanie wersji elektronicznej:

**mobi**sfera

# SPIS TREŚCI

Okładka

Strona tytułowa

Strona redakcyjna

Spis treści

Rozdział 1. Wielkie historie

Rozdział 2. Umiejętności nowych maszyn. Technologia pędzi naprzód

Rozdział 3. Prawo Moore'a i druga połowa szachownicy

Rozdział 4. Cyfryzacja niemal wszystkiego

Rozdział 5. Innowacje. Upadek czy rekombinacja?

Rozdział 6. Sztuczna i ludzka inteligencja w drugiej epoce technologicznej

Rozdział 7. Obfitość obliczeniowa

Rozdział 8. Nie tylko PKB

Rozdział 9. Rozwarstwienie

Rozdział 10. Najwięksi zwycięzcy, czyli gwiazdy i supergwiazdy

Rozdział 11. Konsekwencje obfitości i rozwarstwienia

Rozdział 12. Nie ścigać się, lecz biec z maszynami. Zalecenia dla każdego z nas

Rozdział 13. Zalecenia dotyczące polityki

Rozdział 14. Zalecenia długoterminowe

Rozdział 15. Technologia a przyszłość (wcale nie: technologia to przyszłość)

*Dla Marthy Pavlakis, która jest miłością mojego życia.*

*Dla moich rodziców, Davida McAfee i Nancy Haller, którzy przygotowali mnie na nadejście drugiego wieku maszyny. Wyposażyli mnie we wszelkie atuty, jakich człowiek może potrzebować.*

ROZDZIAŁ 1.

# WIELKIE HISTORIE

*Technologia to dar od Boga. Poza darem życia, nie ma chyba większego daru od Boga. Technologia jest matką cywilizacji, sztuki i nauki.*

– Freeman Dyson

JAKIE ZDARZENIE ZASŁUGUJE na miano największego dokonania w historii ludzkości?

Każdy, kto pochyli się nad tym pytaniem, szybko stwierdzi, że trudno udzielić na nie odpowiedzi. Przede wszystkim należałoby bowiem rozstrzygnąć, kiedy właściwie zaczyna się „historia ludzkości”? Anatomicznie i behawioralnie rzecz biorąc, współczesny *Homo sapiens*, posiadający zdolność do komunikowania się za pomocą mowy, opuścił rodzimą Afrykę i zaczął się rozprzestrzeniać po świecie mniej więcej sześćdziesiąt tysięcy lat temu[1]. Do roku 25 000 przed naszą erą[2] udało mu się zmieść z powierzchni ziemi neandertalczyków oraz innych hominidów i od tej pory nie musiał się już przejmować konkurencją ze strony gatunków o dużych mózgach poruszających się w pozycji wyprostowanej.

Właśnie ten moment, przypadający 25 000 lat przed naszą erą, można by zatem uznawać za początek historii ludzkości... Można by, gdyby nie spowalniająca wszelki postęp epoka lodowcowa, która wówczas panowała na ziemi[3]. W swojej książce zatytułowanej *Why the West Rules – For Now antropolog* Ian Morris za punkt wyjścia do analiz postępu ludzkiego społeczeństwa przyjmuje moment przypadający 14 000 lat przed naszą erą, kiedy to klimat zaczął się wyraźnie ocieplać.

Kolejny powód, dla którego pytanie to może nastroić trudności, stanowi problem z doбором stosownych kryteriów oceny. Cóż mianowicie należy uznać za prawdziwie wielkie dokonanie? Większość z nas podziela przekonanie, że powinno tu chodzić o wydarzenie bądź osiągnięcie, które w istotnym stopniu zmieniło rzeczywistość człowieka, „zagięło krzywą” ludzkiej historii. Zdaniem wielu osób za takie dokonanie można uznać udomowienie zwierząt. Byłoby to wówczas jedno z naszych najwcześniejszych osiągnięć.

Niewykluczone, że pies żył u boku człowieka wcześniej niż 14 000 lat przed naszą erą, o koniu jednak powiedzieć tego nie można. Konie zaczęliśmy karmić i trzymać w zagrodach dopiero osiem tysięcy lat później. Mniej więcej w tym samym czasie człowiek zaczął hodować i zaprzęgać do pługów woły (około 6000 lat przed naszą erą). Udomowienie zwierząt zdolnych do pracy przyspieszyło przejście od zbieractwa do rolnictwa. Osiem tysięcy lat przed naszą erą ten ważny proces już trwał[4].

Rolnictwo zapewniało człowiekowi dostęp do obfitych i pewnych źródeł pożywienia, a jednocześnie sprzyjało powstawaniu większych osad ludzkich, a w konsekwencji również miast. Miasta zaś stały się

dogodnym celem dla różnego rodzaju łupieży i podbojów. Na liście ważnych dokonań ludzkości należałoby zatem umieścić również wielkie wojny oraz imperia, które powstały w ich wyniku. Imperia Mongołów, Rzymian, Arabów i Osmanów (ograniczmy się może tylko do czterech przykładów) istotnie zmieniły bieg historii człowieka. Miały wpływ na funkcjonowanie innych podmiotów państwowych, na handel oraz na zwyczaje panujące na rozległych terytoriach.

Oczywiście wśród dokonań człowieka znajdują się również i takie, które nie mają żadnego związku ze zwierzętami, roślinami czy aktywnością żołnierską – i które sprowadzają się wyłącznie do pomysłów. Filozof Karl Jaspers zwraca uwagę na to, że Budda (563–483 p.n.e.), Konfucjusz (551–479 p.n.e.) oraz Sokrates (469–399 p.n.e.) wszyscy żyli mniej więcej w tym samym czasie (choć już nie w tym samym miejscu). Jego zdaniem wszystkie trzy wspomniane postacie należy uznać za kluczowych myślicieli „epoki osiowej”, która trwała od 800 do 200 roku przed naszą erą. Jaspers określa tę epokę mianem „głębokiego wdechu, który przyniósł większą przytomność”, a filozofów tego okresu uznaje za prekursorów przełomowych szkół myśli trzech głównych cywilizacji, a mianowicie indyjskiej, chińskiej i europejskiej[5].

Budda dodatkowo był również założycielem jednej z największych religii świata. Zdrowy rozsądek nakazuje zresztą, by umieścić na liście głównych dokonań ludzkości także stworzenie pozostałych ważnych systemów religijnych, takich jak hinduizm, judaizm, chrześcijaństwo i islam. Każdy z nich wpływał na życie i wartości setek milionów ludzi[6].

Idee i założenia tych religii w znacznej części upowszechniały się za pośrednictwem słowa pisanego, które samo w sobie stanowi ważne osiągnięcie w historii ludzkości. Ciągłe jeszcze toczy się dyskusja, kiedy, gdzie i w jaki sposób powstało pismo, bezpiecznie jednak można je kojarzyć z Mezopotamią i okresem około 3200 lat przed naszą erą. Równoległe powstały również symbole graficzne, które ułatwiały prowadzenie rachunków. Nie istniała natomiast jeszcze koncepcja zera, która dziś wydaje nam się czymś zupełnie podstawowym. Współczesny system numeryczny, zwany arabskim, powstał około 830 roku naszej ery[7].

Lista ważnych wydarzeń obejmuje jeszcze wiele pozycji. Około 500 roku przed naszą erą Ateńczycy stworzyli demokrację. W drugiej połowie XIV wieku czarna śmierć pozbawiła Europę co najmniej 30 procent populacji. W 1492 roku Kolumb przemierzający ocean wytyczył



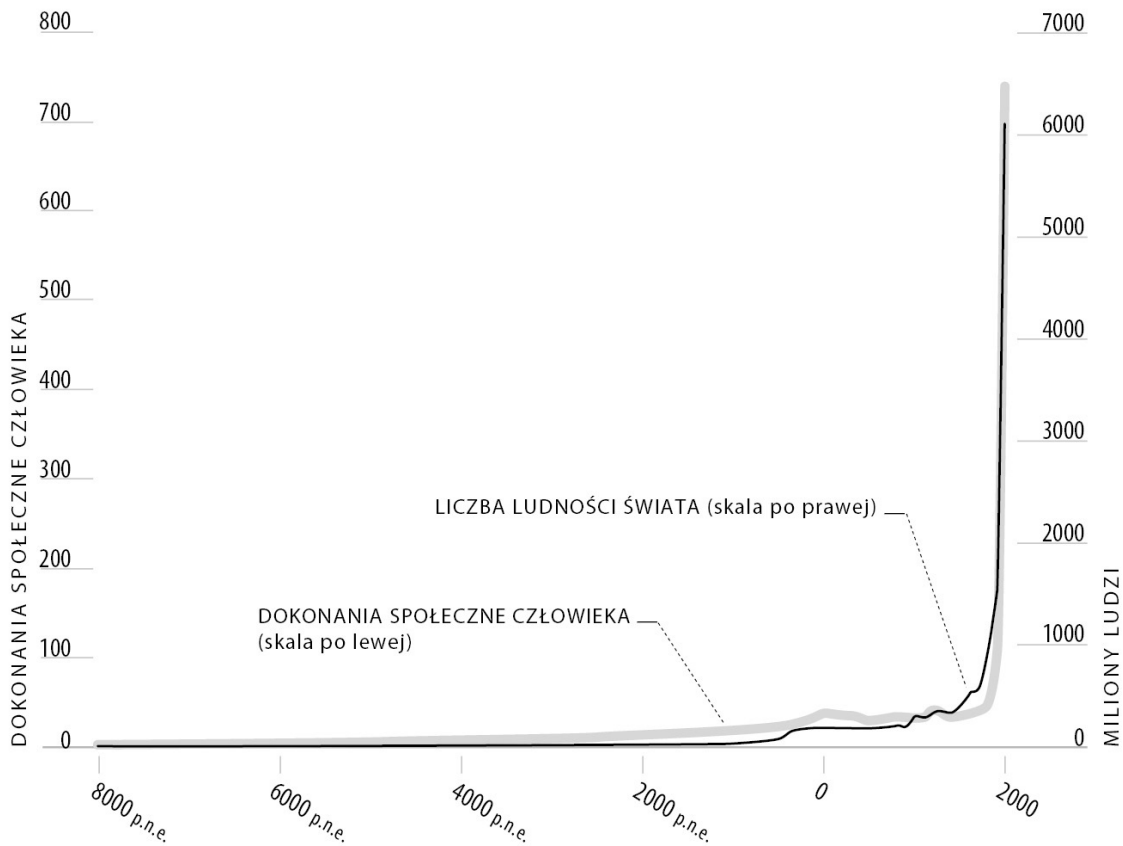
drogę łączącą Nowy i Stary Świat, co zmieniło losy ich obu.

## HISTORIA LUDZKOŚCI NA JEDNYM WYKRESIE

---

Czyż w ogóle można liczyć na to, że uda nam się wskazać pośród tych dokonań to *najważniejsze*? Każde z wydarzeń opisywanych powyżej ma swoich zagorzałych zwolenników – ludzi skłonnych przekonująco i zaciekle argumentować w sprawie wyższości danego dokonania nad wszystkimi pozostałymi. W swojej książce *Why the West Rules – For Now* Morris odnosi się do kwestii jeszcze bardziej zasadniczej, a mianowicie do pytania, czy jakiegokolwiek próby szeregowania czy porównywania historycznych wydarzeń i dokonań w ogóle mają sens i znajdują uzasadnienie. Wielu antropologów i innych specjalistów w dziedzinie nauk społecznych twierdzi, że nie. Morris się z nimi nie zgadza. W swojej książce podejmuje śmiałą próbę przedstawienia ludzkich osiągnięć w kategoriach liczbowych. Píše: „Sprowadzenie ogromu faktów do prostych wartości liczbowych ma swoje wady, ale ma też jedną wielką zaletę, to jest zmusza wszystkich do przyjrzenia się tym samym dowodom. To przynosi zaskakujące efekty”[\[8\]](#). Innymi słowy, aby ocenić, w jaki stopniu poszczególne dokonania zagięły krzywą ludzkiej historii, warto spróbować tę krzywą po prostu narysować.

Morris z dużą starannością i uwagą przypisał wartości liczbowe różnym zdarzeniom, które sam określa mianem *dokonań społecznych* („zdolność grupy do zapanowania nad własnym środowiskiem fizycznym i intelektualnym w celu wykonania pewnego zadania”)[\[9\]](#). Tak jak sugerował Morris, wyniki są zaskakujące, żeby nie powiedzieć – zdumiewające. Okazuje się bowiem, że żadne z omówionych dotychczas dokonań nie miało specjalnego znaczenia – w każdym razie w porównaniu z czymś innym, co zagięło krzywą historii ludzkości w stopniu, w jakim nic wcześniej tego nie dokonało. Poniżej prezentujemy wykres, na którym zestawione zostały liczba ludności świata oraz dokonania społeczne.



Rysunek 1.1. Z perspektywy liczbowej znaczna część ludzkiej historii wydaje się nudna

Przez tysiące lat ludzkość pięła się ku górze bardzo wolno. Postęp przebiegał boleśnie powoli, niemal niepostrzeżenie. Zwierzęta i gospodarstwa rolne, wojny i imperia, filozofie i religie – w sumie to wszystko nie wywierało większego wpływu na rozwój ludzkości. Dopiero nieco ponad dwieście lat temu nagle pojawiło się coś, co wygięło krzywą ludzkiej historii pod kątem niemal 90 stopni (istotnie wpływając na nasze dokonania i liczbę ludności).

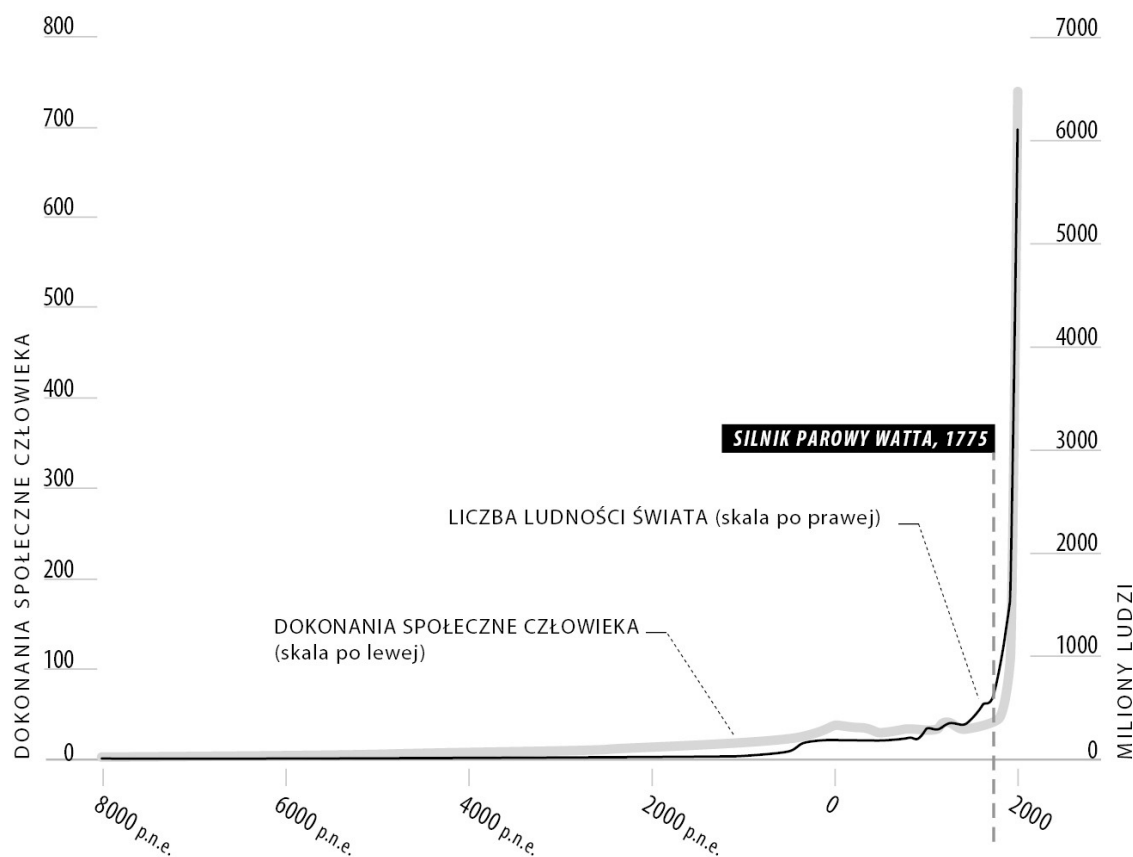
## MOTORY POSTĘPU

Czytelnik pewnie się już domyśla, cóż to takiego było. Ta książka poświęcona została kwestii rozwoju technologii, można się więc spodziewać, że zastosowaliśmy takie, a nie inne wprowadzenie po to, aby wykazać jej duże znaczenie dla ludzkości. Nagła zmiana, która następuje na wykresie pod koniec XVIII wieku, odzwierciedla wydarzenie, o którym każdy na pewno nieraz słyszał. Chodzi mianowicie o rewolucję przemysłową, na którą składa się kilka różnych osiągnięć, które nastąpiły niemal jednocześnie między innymi

w dziedzinie mechaniki, chemii i metalurgii. Nietrudno się domyślić, że to właśnie te dokonania technologiczne odpowiadają za nagły, wyraźny i trwały skok w rozwoju ludzkości.

Właśnie o nie tu chodzi. Możemy nawet bardziej precyzyjnie stwierdzić, *która* technologia odegrała w tym procesie najważniejszą rolę. Chodzi mianowicie o silnik parowy, a ściśle rzecz biorąc, o urządzenie opracowane i udoskonalone przez Jamesa Watta oraz jego współpracowników w drugiej połowie XVIII wieku.

Zanim Watt zaproponował swoje rozwiązanie, silniki parowe były urządzeniami o niskiej sprawności. Wykorzystywały zaledwie jeden procent energii pozyskiwanej z węgla w procesie jego spalania. Udoskonalenia wprowadzone przez Watta w latach 1765–76 zwiększyły tę wartość ponad trzykrotnie[10]. Zdaniem Morrisa miało to zasadnicze znaczenie: „Chociaż rozwój rewolucji [parowej] pochłonął kilkadziesiąt lat (...), było to bez wątpienia największe i najszybsze przeobrażenie, jakie dokonało się kiedykolwiek w historii świata”[11]. Rewolucja przemysłowa nie ogranicza się oczywiście do historii energii parowej, ale to niewątpliwie para ją zapoczątkowała. Nic innego w takim stopniu nie uwolniło nas od ograniczeń w postaci siły mięśni – ludzkich i zwierzęcych. Nic nie pozwoliło generować w dowolny sposób tak wielkich ilości energii nadającej się do wykorzystania. Ta rewolucja przyniosła nam fabryki i produkcję masową, kolej i masowy transport. Innymi słowy, to ona stworzyła nasze współczesne życie. Rewolucja przemysłowa zapoczątkowała pierwszą epokę maszyn. To w jej wyniku źródłem naszego postępu po raz pierwszy stały się innowacje technologiczne. To ona stała się źródłem najistotniejszej przemiany, jaka dotychczas dokonała się w naszym świecie[12]. Możliwość uzyskania potężnej siły maszynowej stanowiła czynnik tak istotny, że zdaniem Morrisa „przyćmiła wszystkie inne dramatyczne wydarzenia z wcześniejszej historii świata”[13].



Rysunek 1.2. Co zagięło krzywą historii ludzkości? Rewolucja przemysłowa

Teraz stoimy na progu drugiej epoki technologicznej. Komputery i inne nowoczesne rozwiązania cyfrowe dokonują w dziedzinie kompetencji intelektualnych – czyli możliwości wykorzystania umysłu do zrozumienia i kształtowania środowiska – tego samego, czego silnik parowy (i wszystko, co nastąpiło po nim) dokonał w dziedzinie siły mięśni. Dzięki tym nowym maszynom możemy uwolnić się od dotychczasowych ograniczeń i wypłynąć na zupełnie nowe wody. Nie sposób przewidzieć, jak dokładnie będzie przebiegać to przeobrażenie, bez względu jednak na to, czy wraz z nastaniem tej nowej epoki technologicznej krzywa rozwoju ludzkości zagnie się również znacząco jak za sprawą silnika parowego Watta, czy nie, z całą pewnością dzieje się coś bardzo istotnego. Ta książka wyjaśnia, co konkretnie i dlaczego.

Na razie skupmy się na odpowiedzi krótkiej i prostej. Otóż kompetencje intelektualne mają z punktu widzenia postępu i rozwoju – z punktu widzenia zdolności do zapanowania nad własnym środowiskiem fizycznym i intelektualnym w celu wykonania pewnego zadania – co najmniej takie samo znaczenie, jak siła fizyczna. Tak znaczący i bezprecedensowy wzrost kompetencji intelektualnych powinien dać ludności silny impuls do rozwoju tak samo, jak to się

wcześniej stało w związku ze zwiększeniem możliwości fizycznych wykonywania pracy.

## TECHNOLOGICZNE ZASKOCZENIA

---

Zdecydowaliśmy się napisać tę książkę, ponieważ coś nas zaskoczyło. Przez lata analizowaliśmy oddziaływanie takich technologii cyfrowych, jak komputery, oprogramowanie i sieci komunikacyjne. Wydawało nam się, że całkiem przyzwoicie rozumiemy ich możliwości i ograniczenia. Tymczasem w ciągu ostatnich kilku lat te wszystkie technologie zaczęły nas zaskakiwać. Oto komputery diagnozują choroby, słuchają nas i do nas mówią, a dodatkowo piszą wysokiej klasy prozę. Roboty kręcą się po magazynach i prowadzą samochody, przy co najwyżej niewielkiej ingerencji człowieka, a niekiedy i bez niej. Technologie cyfrowe przez długi czas nie radziły sobie z tego typu zadaniami... aż tu nagle zaczęły sobie z nimi radzić naprawdę świetnie. Jak do tego doszło? Jakie skutki przyniósł ten postęp, ten zaskakujący, choć z drugiej strony przewidywalny postęp?

Postanowiliśmy połączyć siły i poszukać odpowiedzi na te pytania. Zrobiliśmy dokładnie to, co w takich sytuacjach robią naukowcy specjalizujący się w dziedzinach biznesowych: zaczęliśmy czytać kolejne opracowania i książki, przeglądaliśmy przeróżne dane oraz analizowaliśmy wspólnie liczne pomysły i hipotezy. Cały ten wysiłek należy ocenić jako niezbędny i cenny, tak naprawdę jednak dobra zabawa i najbardziej owocna praca rozpoczęły się wtedy, gdy wyszliśmy z naszymi poszukiwaniami w świat. Zaczęliśmy rozmawiać z wynalazcami, inwestorami, przedsiębiorcami, inżynierami, naukowcami i wieloma innymi osobami, które tworzą technologie i z nich korzystają.

Dzięki ich otwartości i szczodrości przeżyliśmy futurystyczną przygodę w niesamowitym świecie innowacji cyfrowych. Jeździliśmy bezobsługowymi samochodami i obserwowaliśmy, jak komputer pokonuje studentów Harvardu i MIT w grze *Jeopardy!* Mieliśmy też okazję przeszkolić robota w zakresie chodzenia, trzymaliśmy w dłoniach piękną metalową miskę wykonaną na drukarce 3D i przeżyliśmy wiele innych ekscytujących technologicznych doznań.

## NA CZYM STOIMY?

---

W ten sposób doszliśmy do trzech ogólnych wniosków.

Po pierwsze, żyjemy w czasach niesamowitego postępu technologii cyfrowych – które istnieją dzięki sprzętowi, oprogramowaniu i sieciom. Nie chodzi tu bynajmniej o nic szczególnie nowego. Firmy kupują przecież komputery od ponad pół wieku, a magazyn „Time” ogłosił komputer osobisty „Maszyną roku” już w 1982. Tak samo jednak jak w przypadku silnika parowego, który dopiero któreś kolejne pokolenie zdołało wykorzystać jako motor napędowy rewolucji przemysłowej, tak samo i my potrzebowaliśmy czasu, aby udoskonalić nasze maszyny cyfrowe.

Wyjaśnimy więc, jak i dlaczego technologii tej udało się osiągnąć pełną moc. Będziemy również przytaczać przykłady jej potęgi. „Pełna moc” bynajmniej nie oznacza jednak „dojrzałości”. Komputery będą się cały czas rozwijać, osiągając możliwości zupełnie nowe i bez precedensu. Mówiąc o „pełnej mocy”, pragniemy jedynie podkreślić, że główne fundamenty zostały już położone i technologie cyfrowe mogą teraz stać się dla społeczeństwa i gospodarki tak samo ważnym czynnikiem przemiany, jak kiedyś silnik parowy. Najogólniej rzecz ujmując, za sprawą komputerów znajdujemy się obecnie w punkcie przegięcia – w punkcie, w którym krzywa zaczyna się wyraźnie zaginać. Wkraczamy w drugą epokę technologiczną.

Po drugie, stwierdziliśmy, że przeobrażenia zachodzące w związku z rozwojem technologii cyfrowych staną się źródłem daleko idących korzyści. Stoimy u progu nowych czasów, które nie będą po prostu inne. Będą lepsze, ponieważ nasza konsumpcja zmieni się na lepsze zarówno pod względem ilościowym, jak i pod względem zróżnicowania. Takie ujęcie sprawy – zastosowanie czysto ekonomicznego słownictwa – zdaje się pozbawiać to stwierdzenie uroku. Któż chciałby cały czas konsumować tylko więcej i więcej? Warto jednak pamiętać, że zjawisko konsumpcji nie dotyczy wyłącznie kalorii i benzyny. Konsumujemy również informacje z książek i od przyjaciół, rozrywkę, której dostarczają nam wielkie gwiazdy i amatorzy, doświadczenie od nauczycieli i lekarzy, a także mnóstwo innych rzeczy, które nie mają struktury atomowej. Technologia może nam więc zapewnić większy wybór, a nawet większą wolność.

Na skutek cyfryzacji – a więc przeistoczenia w bity, które mogą być

przechowywane w komputerze i przesyłane za pośrednictwem sieci – wszystko zyskuje pewne dziwne, ale niesamowite właściwości. Powstaje bowiem świat, który rządzi się innymi regułami gospodarczymi – w którym miejsce niedoboru zajmuje nadmiar. Wykażemy więc, że dobra cyfrowe różnią się od tych fizycznych i że ta różnica ma istotne znaczenie.

Oczywiście dobra fizyczne nadal będą nam niezbędne. Większości z nas nadal będzie zależać na ich coraz większej ilości i różnorodności, na ich coraz lepszej jakości. Nawet jeśli ktoś nie chce jeść więcej, to być może pragnie spożywać lepsze albo inne posiłki. Nawet jeśli nie chcemy przyczyniać się do zużycia większej ilości paliw kopalnych, zależy nam na tym, by mniejszym wysiłkiem odwiedzać więcej różnych miejsc. Komputery pomagają nam osiągnąć te i wiele różnych innych celów. Cyfryzacja ma pozytywny wpływ na nasz świat fizyczny, a znaczenie tych zmian będzie się tylko nasilać. Pośród historyków gospodarki panuje powszechna zgoda co do tego, że – jak ujął to Martin Weitzman – „długoterminowy wzrost zaawansowanej gospodarki zależać będzie głównie od przebiegu postępu technicznego”[\[14\]](#). My wykażemy, że postęp techniczny dokonuje się w tempie wykładniczym.

Nasz trzeci wniosek jest już jednak mniej optymistyczny. Cyfryzacja bowiem przyniesie też liczne wyzwania, co samo w sobie nie powinno pewnie nikogo ani szczególnie dziwić, ani niepokoić – ponieważ nawet najbardziej korzystne wydarzenia pociągają za sobą pewne nieprzyjemne konsekwencje, z którymi trzeba się uporać. Rewolucja przemysłowa wzniosła w niebo nad Londynem kłęby sadzy i zmusiła do ciężkiej pracy rzesze dzieci. Jakie będą współczesne odpowiedniki tych konsekwencji? Szybka, stale przyspieszająca cyfryzacja prawdopodobnie spowoduje zaburzenia raczej w sferze gospodarki niż środowiska naturalnego. Będą one wynikać z faktu, że wraz ze wzrostem mocy obliczeniowej komputerów zapotrzebowanie firm na pewnego rodzaju pracowników znacznie się zmniejszy. Na skutek zachodzących procesów technologicznych część ludzi zostanie z tyłu. Tych ludzi może być nawet bardzo dużo. Będziemy twierdzić, że nigdy wcześniej posiadanie wyjątkowych umiejętności zawodowych czy odpowiedniego wykształcenia nie liczyło się aż tak bardzo, teraz bowiem stanowią one klucz do wykorzystania technologii w celu tworzenia i wychwytywania wartości. Nigdy też wcześniej w tak trudnej sytuacji nie znajdowali się pracownicy posiadający „zwykcyjne” umiejętności. Komputery, roboty oraz inne narzędzia cyfrowe

zdobywają bowiem te umiejętności w nadzwyczajnym tempie.

Z czasem mieszkańcy Anglii oraz innych krajów doszli do wniosku, że pewnych aspektów rewolucji przemysłowej po prostu nie można zaakceptować. Podjęto więc kroki zaradcze na rzecz ich eliminacji (pomogły w tym demokratyczna forma rządów oraz postęp technologiczny). Dzisiaj w Wielkiej Brytanii zjawisko pracy dzieci już nie występuje, a w powietrzu nad Londynem unosi się mniej dymu i dwutlenku siarki niż kiedykolwiek wcześniej, w każdym razie po końcu XVI wieku[15].

Również wyzwaniom rewolucji cyfrowej można skutecznie stawić czoła, najpierw jednak należy je jednoznacznie określić. Koniecznie trzeba więc omówić prawdopodobne negatywne konsekwencje nastania drugiej epoki przemysłowej i rozpocząć dyskusję nad możliwością ich łagodzenia. Nie mamy najmniejszych wątpliwości co do tego, że te kłopoty można przezwyciężyć. Z drugiej strony – same się nie zlikwidują. W kolejnych rozdziałach będziemy więc przedstawiać nasze przemyślenia na ten temat.

Ta książka dotyczy więc drugiej epoki przemysłowej, która się właśnie rozpoczyna. Dotyczy punktu przegięcia, który wystąpił na krzywej naszego rozwoju historycznego i gospodarczego za sprawą cyfryzacji. Krzywa ta przegina się we właściwym kierunku – odchyła się od niedoboru w stronę obfitości, od ograniczeń w stronę wolności – rodzi to jednak pewne wyzwania i dylematy.

Książka została podzielona na trzy części. Pierwszą z nich tworzą rozdziały 1–6, które zawierają zasadniczą charakterystykę drugiej epoki przemysłowej. Znajdą się w nich liczne przykłady przejawów postępu technologicznego, który dokonał się w ostatnich czasach, mimo że zdaje się wyjęty wprost ze sfery science fiction. Będziemy wyjaśniać, dlaczego te procesy zachodzą akurat teraz (skoro komputerami dysponujemy już od dziesięcioleci) i dlaczego nie powinniśmy mieć wątpliwości, że tempo oraz skala innowacji w dziedzinie rozwoju komputerów, robotów oraz innego sprzętu cyfrowego w przyszłości się zwiększą.

W drugiej części, na którą składają się rozdziały od 7 do 11, zajmiemy się kwestią obfitości i rozwarstwienia, czyli dwoma skutkami tego procesu obserwowanymi w sferze gospodarczej. Obfitość to wzrost ilości, różnorodności i jakości, któremu towarzyszy spadek kosztów wielu różnych dóbr, do których zyskujemy dostęp dzięki współczesnemu rozwojowi technologii. Jeśli chodzi o sferę gospodarki, nic lepszego nie mogło nam się w dzisiejszym świecie przydarzyć.



Z rozwarstwieniem sprawa nie przedstawia się już tak różowo, chodzi bowiem o dalsze zaostrzanie się różnic ekonomicznych, a więc dotyczących zamożności, dochodu, mobilności oraz różnych innych istotnych wskaźników. Proces rozwarstwiania ostatnio się nasila, co z wielu powodów musi budzić niepokój. Jeśli nie podejmiemy odpowiednich środków zaradczych, w drugiej epoce technologicznej proces ten jeszcze bardziej przyspieszy.

Ostatnia część, czyli rozdziały 12–15, poświęcona została omówieniu środków zaradczych, które należałoby zastosować i które mogłyby się sprawdzić w tej nowej epoce. Naszym celem gospodarczym powinno być maksymalizowanie obfitości przy jednoczesnym łagodzeniu negatywnych skutków rozwarstwienia. My, autorzy, przedstawimy pomysły dotyczące możliwości realizacji tych założeń, zarówno w krótkim terminie, jak i w nieco bardziej odległej przyszłości – gdy już w wyniku zachodzących procesów nastanie świat w takim stopniu zaawansowany technologicznie, że do złudzenia przypominający dzieło science fiction. Jak będziemy podkreślać w naszym rozdziale podsumowującym, to od naszych wyborów zależy, jak ten świat będzie wyglądać.

ROZDZIAŁ 2.

# UMIEJĘTNOŚCI NOWYCH MASZYN. TECHNOLOGIA PĘDZI NAPRZÓD

*Wszelkie dostatecznie zaawansowane formy technologii do złudzenia przypominają magię.*

– Arthur C. Clarke

LATEM 2012 ROKU odbyliśmy przejażdżkę samochodem bez kierowcy.

Podczas wizyty w siedzibie głównej firmy Google, w Dolinie Krzemowej, mieliśmy okazję wsiąść do jednego z bezobsługowych samochodów powstających w ramach projektu Chauffeur. Początkowo wyobrażaliśmy sobie, że czeka nas podróż na tylnym siedzeniu w pojeździe, w którym z przodu nikt nie siedzi. Firma Google ma jednak dość zrozumiałe obawy przed wypuszczeniem na drogę zbyt jawnie bezobsługowych samochodów. Przechodnie i inni kierowcy mogliby się przestraszyć, a policja żywo zainteresować tematem. My zasiedliśmy więc z tyłu, przednie siedzenia zajęli zaś dwaj członkowie projektu Chauffeur.

Ruszyliśmy w stronę Highway 101. Gdy jeden z pracowników firmy Google wcisnął guzik, który uruchamiał tryb w pełni automatycznego sterowania pojazdem, poczuliśmy z jednej strony żywe zainteresowanie, z drugiej zaś lęk o własny los. Drogę numer 101 trudno nazwać miejscem przewidywalnym, a tym bardziej spokojnym. Jest co prawda komfortowa i prosta, ale na ogół też dość ruchliwa, przy czym samochody poruszają się po niej bez wyraźnego rytmu i porządku. Przy prędkości autostradowej każdy błąd kierującego pojazdem może przynieść poważne skutki, a ponieważ nagle staliśmy się aktywnymi uczestnikami eksperymentu Chauffeur, przestały one mieć dla nas charakter czysto intelektualny.

Samochód jednak zachowywał się nienagannie. Tak naprawdę należałoby stwierdzić, że zafundował nam nudną przejażdżkę. Nie pędził, nie uprawiał slalomu między samochodami. Jechał dokładnie zgodnie z zasadami, które wpaja się podczas kursu kandydatom na kierowców. Na monitorze laptopa umieszczonego w samochodzie mogliśmy śledzić to, co „widzi” pojazd Google podczas podróży autostradą. Mogliśmy obserwować wszystkie obiekty, które znalazły się w jego otoczeniu i zostały odnotowane przez czujniki. Samochód rozpoznał wszystkie pojazdy w swoim otoczeniu, nie tylko te znajdujące się najbliżej. Stale je obserwował, bez względu na to, gdzie się akurat poruszały. W przypadku tego samochodu problem martwego punktu nie występował. Z drugiej strony program sterujący pojazdem brał pod uwagę fakt, że samochody i ciężarówki prowadzone przez ludzi mogą taki problem mieć. Na ekranie laptopa pojawiały się przewidywania programu dotyczące wszystkich tych martwych punktów. Algorytm sterował samochodem w taki sposób, aby ich unikać.

Wpatrywaliśmy się akurat w ekran i w ogóle nie zwracaliśmy uwagi

na to, co się faktycznie dzieje na drodze, gdy ruch nagle całkowicie się zatrzymał. Bezobsługowy samochód łagodnie zahamował, zachowując bezpieczną odległość przed pojazdem z przodu. Ruszyliśmy ponownie dopiero wraz z resztą samochodów. Siedzący z przodu pracownicy Google przez cały czas rozmawiali, nie wykazując żadnych oznak zdenerwowania ani też większego zainteresowania bieżącymi wydarzeniami na autostradzie. Spędzili w tym samochodzie setki godzin i utwierdzili się w przekonaniu, że pojazd dobrze sobie radzi z drobnymi zakłóceniami w ruchu. Wjeżdżając z powrotem na parking, podzielaliśmy już ich opinię na ten temat.

## NOWY PODZIAŁ PRACY

---

Tamta przejażdżka po Highway 101 była dla nas o tyle dziwnym doświadczeniem, że jeszcze kilka lat wcześniej żywiłmy głębokie przekonanie, że komputery nie są w stanie prowadzić samochodów. Dogłębne badania i analizy przeprowadzone przez naszych kolegów po fachu, których darzyliśmy ogromnym szacunkiem, dowodziły, że w przewidywalnej przyszłości prowadzenie samochodu pozostawać będzie wyłącznie w gestii człowieka. Na podstawie tych ich doświadczeń i zważywszy na to, w jaki sposób technologie takie jak Chauffeur obalają podobne wnioski w ciągu zaledwie kilku lat, sformułować można kilka niezwykle ważnych spostrzeżeń na temat procesu rozwoju w dziedzinie cyfrowej.

W 2004 roku Frank Levy i Richard Murnane opublikowali książkę zatytułowaną *The New Division of Labor*[\[16\]](#). Sugerowany przez nich w tytule nowy, cyfrowy podział pracy dotyczył zadań wykonywanych przez człowieka i realizowanych w formule cyfrowej, czyli inaczej rzecz ujmując, podziału pracy między ludzi i komputery. W każdym rozsądnym systemie gospodarczym ludzie powinni skupiać się na zadaniach, w zakresie których dysponują przewagą nad komputerami, maszynom zaś pozostawiać do wykonania tę część pracy, do której one lepiej się nadają. Levy i Murnane przedstawiają w swojej książce nowe spojrzenie na podział zadań na te dwie kategorie.

Sto lat temu powyższy akapit nie miałby żadnego sensu. Wtedy to słowo „computer” odnosiło się do człowieka. Pierwotnie stanowiło nazwę stanowiska, nie zaś urządzenia. Na początku XX wieku „komputerami” nazywano ludzi, zwykle kobiety, które całymi dniami

wykonywały przeróżne obliczenia i zestawiały wyniki w tabelach. Kilka dziesięcioleci później powstały urządzenia, które w coraz większym stopniu przejmowały od nich te zadania. Najpierw miały one charakter mechaniczny, później elektromechaniczny, a wreszcie cyfrowy. Dzisiaj pewnie trudno byłoby znaleźć pracownika, którego zadania sprowadzają się wyłącznie do wykonywania obliczeń i odnotowywania wyników. Nawet w krajach o najtańszej sile roboczej do obliczeń nie angażuje się już ludzi, ponieważ komputery w postaci urządzeń są od nich zdecydowanie tańsze, szybsze i dokładniejsze.

Gdy przyjrzymy się bliżej funkcjonowaniu komputerów, dojdziemy do wniosku, że ich działanie nie sprowadza się wyłącznie do wykonywania obliczeń, że w istocie mamy w tym przypadku do czynienia z przetwarzaniem symboli. Ich funkcjonowanie opiera się na języku złożonym z zer i jedynek, ewentualnie na języku prawdy i fałszu, „tak” oraz „nie”, ewentualnie dowolnym innym systemie symbolicznym. W założeniu więc komputery mogą wykonywać wszelkiego rodzaju operacje o charakterze symbolicznym, od obliczeń matematycznych począwszy, poprzez operacje logiczne, na posługiwaniu się językiem skończywszy. Ponieważ maszyny cyfrowe nie zabrały się jeszcze za pisanie powieści, autorami wszystkich bestsellerów ciągle pozostają ludzie. Nadal nie udało nam się także skomputeryzować pracy o charakterze przedsiębiorczym, zadań wykonywanych przez dyrektorów generalnych, naukowców, pielęgniarki, kelnerów sprzątających brudne naczynia w restauracji oraz wielu innych pracowników. Dlaczego? Cóż takiego decyduje o tym, że ich praca nie daje się przełożyć na język cyfryzacji tak prosto jak obliczenia wykonywane niegdyś przez pracowników, od których wywodzi się nazwa „komputer”?

## KOMPUTERY DOBRZE SOBIE RADZĄ Z PRZESTRZEGANIEM ZASAD...

---

Właśnie na tych pytaniach skupiali się Levy i Murnane w swojej książce *The New Division of Labor*. Udało im się w rezultacie sformułować bardzo mądre odpowiedzi. Autorzy postanowili przedstawić zadania polegające na przetwarzaniu informacji, a więc stanowiące fundament wszelkiej pracy w dziedzinie wiedzy, na skali.

Po jednej stronie skali znalazły się takie zadania, jak arytmetyka, które

wymagają jedynie zastosowania jasno określonych reguł. Komputery bardzo dobrze sobie radzą z przestrzeganiem zasad, w związku z czym należy przekazać im wszelkie zadania o charakterze arytmetycznym bądź pokrewnym.

Levy i Murnane wyróżnili w dalszej kolejności również inne rodzaje pracy w obszarze wiedzy, w których obowiązują ścisłe reguły. Na przykład zdolność kredytowa osoby indywidualnej stanowi, ogólnie rzecz biorąc, dobry wyznacznik prawdopodobieństwa spłaty hipoteki w wyznaczonym terminie. To samo można powiedzieć o stosunku zadłużenia hipotecznego do ogólnego majątku, przychodu oraz innych zobowiązań danej osoby. W związku z powyższym decyzja o przyznaniu kredytu hipotecznego daje się sprowadzić do prostej reguły.

W wersji słownej mogłaby ona brzmieć tak: „Jeśli podmiot indywidualny zwraca się z wnioskiem o kredyt hipoteczny o wysokości  $M$ , a jego zdolność kredytowa wynosi  $V$  lub więcej, przy czym ogólne zadłużenie nie przekracza poziomu  $D$ , wówczas wniosek należy rozpatrzyć pozytywnie”. Gdyby wyrazić taką zasadę w postaci kodu komputerowego, powstałby *algorytm*. Algorytmy to pewnego rodzaju uproszczenia. Nie mogą one i też nie biorą pod uwagę wszystkich czynników (choćby wujka miliardera, który uwzględnił wnioskodawcę w swoim testamencie, a lubi wspinać się po górach bez zabezpieczenia). Algorytmy uwzględniają natomiast czynniki najczęściej występujące i najważniejsze, więc ogólnie nieźle się sprawdzają w przypadku takich zadań, jak prognozowanie wskaźnika spłaty kredytów. W związku z powyższym komputery można i należy wykorzystywać w procesie analizy wniosków kredytowych[\[17\]](#).

## ...KIEPSKO NATOMIAST Z ROZPOZNAWANIEM PRAWIDŁOWOŚCI

---

Po drugiej stronie skali stworzonej przez Levy’ego i Murnane’a znajdują się zadania związane z przetwarzaniem informacji, które nie dają się sprowadzić do reguł czy też algorytmów. Zdaniem autorów do tej kategorii zaliczają się zadania, które wymagają odwołania się do właściwej człowiekowi zdolności do rozpoznawania prawidłowości. Nasz mózg charakteryzuje się nadzwyczajnymi kompetencjami w zakresie przyswajania informacji za pośrednictwem zmysłów i analizowania ich pod kątem pewnych schematów. Kiepsko radzi sobie tylko

z wytlumaczeniem czy też zrozumieniem istoty tego procesu, zwłaszcza jeśli odbiera znaczną ilość szybko zmieniających się informacji w dużym tempie. Jak powiedział filozof Michael Polanyi, „wiemy więcej, niż potrafimy wyjaśnić”[\[18\]](#). Zdaniem Levy’ego i Murnane’a takie zadania nie dają się skomputeryzować i pozostaną domeną pracowników-ludzi. Jako przykład takiego zadania autorzy podają prowadzenie samochodu. Piszą:

Skrecając w lewo przy dużym ruchu, kierowca odnotowuje cały ogrom różnych obrazów i dźwięków, których źródło stanowią nadjeżdżające samochody, sygnalizacja świetlna, witryny sklepowe, billboardy, drzewa czy nawet policjant kierujący ruchem. Na podstawie tych informacji musi ocenić rozmiary i umiejscowienie poszczególnych obiektów, a także prawdopodobieństwo, że staną się one źródłem zagrożenia (...). Kierowca ciężarówki [posługuje się] pewnym schematem, za pomocą którego ocenia [daną] sytuację. Wyrażenie tej wiedzy i stworzenie na jej podstawie oprogramowania do obsługi sytuacji, które nie mają ściśle ustruktrowanego charakteru, wydaje się obecnie niezwykle trudnym zadaniem. (...) Komputery nie mogą łatwo zastąpić ludzi w wykonywaniu [zadań takich jak prowadzenie samochodu].

## TO TYLE, JEŚLI CHODZI O TO KONKRETNE ROZRÓŻNIENIE

---

W 2004 roku Levy i Murnane przekonali nas argumentami, które zawarli w swojej książce. Rok później w przekonaniu tym utwierdziły nas wstępne wyniki DARPA Grand Challenge z udziałem samochodów bezobsługowych.

DARPA, czyli Defense Advanced Research Projects Agency, powstała w 1958 roku (w odpowiedzi na wystrzelenie przez Związek Radziecki satelity Sputnik). Agencja miała za zadanie promować postęp technologiczny w zakresie rozwiązań o potencjalnych zastosowaniach wojskowych. W 2002 roku agencja ogłosiła pierwszy konkurs Grand Challenge, który polegał na stworzeniu całkowicie bezobsługowego pojazdu zdolnego przemierzyć trasę 150 mil na terenie kalifornijskiej pustyni Mojave. Piętnastu uczestników zdołało zakwalifikować się do udziału w imprezie głównej, która odbyła się 13 marca 2004 roku.

Wyniki okazały się jednak mało imponujące. Dwa spośród pojazdów w ogóle nie dotarły na start, jeden przewrócił się jeszcze w strefie startowej, a po trzech godzinach trwania wyścigu brało w nim udział tylko czterech uczestników. Miano „zwycięzcy” zapewnił sobie samochód Sandstorm stworzony na Carnegie Mellon University, który pokonał odległość 7,4 mili (czyli niespełna 5 procent dystansu). Zjechał z trasy podczas pokonywania zakrętu typu agrafka, a następnie utknął w bandach. Nagrody w wysokości 1 miliona dolarów ostatecznie nie przyznano, a „Popular Science” opisywał imprezę pod hasłem „DARPA ponosi fiasko na pustyni”[\[19\]](#).

Zaledwie kilka lat po tym fiasku mieliśmy jednak okazję doświadczyć naszej przygody na drodze numer 101. W październiku 2010 roku Google ogłosił we wpisie na blogu, że całkowicie bezobsługowe samochody z powodzeniem jeżdżą już od pewnego czasu w normalnym ruchu ulicznym po amerykańskich drogach i autostradach. Latem 2012 roku, kiedy to odbyła się nasza przejażdżka, na projekt Chauffeur składała się już mała flota samochodów, które przejeździły w sumie setki tysięcy mil bez udziału człowieka, biorąc w tym okresie udział w zaledwie dwóch wypadkach. Do jednego z nich doszło, gdy za kierownicą pojazdu zasiadł człowiek, druga kolizja nastąpiła natomiast z winy kierowcy-człowieka, który wjechał w samochód Google zatrzymujący się na czerwonym świetle[\[20\]](#). Gwoli ścisłości dodajmy, że z wieloma sytuacjami samochody Google ciągle jeszcze sobie nie radzą. Dotyczy to zwłaszcza szczególnie skomplikowanych warunków w ruchu ulicznym, jazdy terenowej, a także wszelkich dróg, które nie zostały uprzednio starannie naniesione na mapy Google. Tamto doświadczenie na autostradzie przekonało nas jednak, że istnieje rozwiązanie, które może z powodzeniem sprawdzać się w coraz większej liczbie różnych sytuacji występujących na drogach w warunkach codziennych.

W ciągu kilku lat bezobsługowe samochody przeszły więc ze sfery science fiction do drogowej rzeczywistości. Najnowsze badania, na podstawie których wysnuty został wniosek, że w najbliższym czasie niczego takiego nie należy się spodziewać, w ciągu kilku krótkich lat straciły na aktualności w związku z pojawieniem się najnowszych dokonań naukowych i inżynierskich stanowiących źródło konkretnych rozwiązań. Ta konkretna dziedzina badań naukowych i inżynierskich bardzo dynamicznie się rozwija, dzięki czemu w ciągu nieco ponad dekady udało się fiasko preistorii przeistoczyć w triumf.

Postępy w rozwoju samochodów bezobsługowych przywodzą na myśl



komentarz Hemingwaya, który tłumaczył, w jaki sposób człowiek zostaje z niczym: „Stopniowo, a potem nagle”[21]. Pojazdy samoobsługowe nie są pod tym względem anomalią. Wpisują się raczej w pewien ogólny, dość niesamowity trend. Przez długi czas śmiałkowie podejmujący najstarsze i najbardziej ambitne wyzwania związane z komputerami, robotami oraz innego rodzaju sprzętem odnosili jedynie drobne, stopniowe sukcesy. Potem, w ciągu kilku ostatnich lat, tempo ich prac nagle przyspieszyło. Urządzenia cyfrowe zmieniają się w oszałamiającym tempie i wykonują dziś zadania, z którymi dotychczas kiepsko sobie radziły. Pozyskują również kompetencje, których nie spodziewaliśmy się im przypisywać jeszcze przez długi czas. Pora zatem przyjrzeć się bliżej kilku przykładom tego zaskakującego postępu, który dokonał się ostatnio w dziedzinie technologii.

## DOBRY SŁUCHACZ I ŚWIETNY MÓWCA

---

Oprócz kwestii rozpoznawania prawidłowości Levy i Murnane zwracają również uwagę na zagadnienie *złożonej komunikacji*, wskazując je jako tę domenę, która nawet w nowym podziale pracy pozostanie w gestii człowieka. Piszą: „Rozmowy niezbędne dla skutecznego nauczania, zarządzania, sprzedaży oraz wielu innych zajęć wiążą się z przekazywaniem i interpretacją szerokiej gamy informacji. W takich przypadkach zdecydowanie skuteczniej wymienia się informacje z drugim człowiekiem niż z komputerem”[22].

Jesienią 2011 roku firma Apple wprowadziła na rynek iPhone’a 4S, na którym zainstalowana została aplikacja Siri. Jest to inteligentny osobisty asystent, który posługuje się naturalnym językiem użytkownika. Innymi słowy, można mówić do Siri dokładnie tak samo jak do człowieka. Oprogramowanie tej aplikacji powstało w kalifornijskim instytucie badawczym SRI International, który w 2010 roku został kupiony przez Apple. Aplikacja słuchała tego, co użytkownik ma jej do powiedzenia, starała się rozpoznać jego oczekiwania, a następnie podejmowała stosowne działania i odpowiadała syntetycznym głosem.

Mniej więcej osiem miesięcy po rynkowej premierze Siri Kyle Wagner z bloga technologicznego Gizmodo wskazał kilka najbardziej przydatnych cech tej aplikacji: „Można ją zapytać o wyniki meczów toczących się na żywo: >>Jaki jest wynik meczu Giantów?<< albo o statystyki konkretnego zawodnika. Można za jej pośrednictwem

dokonać rezerwacji w OpenTable, pozyskać oceny z Yelp albo ustalić, jakie filmy są akurat grane w lokalnym kinie, i obejrzeć zwiastuny. Jeśli mamy akurat coś innego na głowie i nie możemy odebrać telefonu, możemy poprosić Siri, aby przypomniała nam o konieczności oddzwonienia. W tego typu codziennych zastosowaniach komendy głosowe świetnie się sprawdzają”[23].

Wpis na Gizmodo kończył się jednak zastrzeżeniem: „To wszystko brzmi świetnie. Pod jednym wszakże warunkiem: *że to faktycznie działa*”[24]. Bezpośrednio po premierze ludzie często dochodzili do wniosku, że inteligentny asystent stworzony przez firmę Apple nie do końca się sprawdza. Siri nie rozumiała, co mają jej do powiedzenia, wielokrotnie prosiła o wyjaśnienie danej sprawy, udzielała dziwnych albo nieprecyzyjnych odpowiedzi, a czasami odstraszała użytkownika dziwnym komunikatem w stylu: „Naprawdę mi przykro, ale teraz nie mogę wykonać żadnego zadania. Proszę spróbować później”. Analityk Gene Munster sporządził katalog pytań, z którymi Siri miała kłopot:

- **Gdzie jest pochowany Elvis?** Odpowiedź: „Nie potrafię udzielić odpowiedzi na to pytanie”. Aplikacja sądziła, że pytanie dotyczy człowieka, który nazywa się „Pochowany Elvis”.
- **Kiedy odbyła się premiera filmu Kopciuszek?** Siri przedstawiała w odpowiedzi listę kin z serwisu Yelp.
- **Kiedy znowu zobaczymy kometę Halleya?** Odpowiedź: „Nie masz spotkań, które pasowałyby do hasła Halley”.
- **Wyznacz drogę do Jeziora Górnego.** Aplikacja podała sposób dojazdu do pracowni rentgenowskiej o nazwie Lake Superior (Jezioro Górne)[25].

Siri szybko zasłynęła tymi swoimi dziwacznymi, a niekiedy frustrującymi odpowiedziami. Sama technologia niewątpliwie robi jednak wrażenie. Może służyć pomocą wtedy, kiedy tego potrzebujemy.

Mieliśmy okazję przekonać się o tym podczas tej samej wycieczki, w ramach której wybraliśmy się na przejażdżkę bezobsługowym samochodem. Po spotkaniu w San Francisco wskoczyliśmy do naszego wynajętego samochodu i wyruszyliśmy w drogę do siedziby głównej firmy Google w Mountain View. Mieliśmy ze sobą przenośne urządzenie GPS, ale go nie podłączyliśmy, uznając, że sami znajdziemy drogę do celu.

Oczywiście zabłądziliśmy. Trafiliśmy do labiryntu wielopoziomowych

skrzyżowań, zjazdów i dróg. Z narastającą nerwowością szukaliśmy trasy wiodącej do celu. Nasze spotkanie w Google zawisło na włosku, podobnie jak cały projekt stworzenia tej książki i nasze relacje zawodowe. W tym momencie Erik wyciągnął swój telefon i zapytał Siri o „drogę na U.S 101 South”. Telefon udzielił natychmiastowej i bezbłędnej odpowiedzi. Na ekranie pojawiła się mapa, a na niej nasza lokalizacja i trasa prowadząca do właściwego zjazdu.

Mogliśmy oczywiście zjechać z drogi, wydobyć nawigację, włączyć ją, wpisać interesujący nas adres i poczekać na wyznaczenie trasy. Nie mieliśmy jednak ochoty angażować się w tego rodzaju wymianę informacji. Chcieliśmy zadać pytanie słownie i usłyszeć, a następnie zobaczyć (na mapie) odpowiedź. Siri zapewniła nam dokładnie taki kontakt słowny, jakiego oczekiwaliśmy.

W 2004 roku w ocenie ostatniego półwiecza badań nad automatycznym rozpoznawaniem mowy (stanowiącym istotny element naturalnego procesu posługiwania się językiem) napisano: „Rozpoznawanie mowy na poziomie właściwym człowiekowi okazało się celem dalece nieosiągalnym”. Tymczasem niespełna dziesięć lat później wiele aspektów tego zadania udało się pomyślnie zrealizować. Apple oraz inne firmy udostępniły setkom milionów użytkowników telefonów komórkowych wstępne wersje technologii do obsługi głosowej[26].

Tom Mitchell, który kieruje wydziałem edukacji maszyn na Carnegie Mellon University, powiedział: „Znajdujemy się u progu dziesięciolecia, w którym przejdziemy od komputerów niezdolnych do rozumienia języka do maszyn, które mają o nim zupełnie niezłe pojęcie”[27].

## CYFROWA BIEGŁOŚĆ. RYBA BABEL PRZYSTĘPUJE DO PRACY

---

Oprogramowaniu do przetwarzania języka naturalnego ciągle jeszcze daleko do doskonałości, a komputery nie radzą sobie ze złożoną komunikacją tak dobrze jak ludzie – ale cały czas się doskonalą. Zaskakujące postępy udaje się również poczynić, jeśli chodzi o tłumaczenie z jednego języka na drugi. Komputery znacząco ustępują ludziom pod względem kompetencji w tym zakresie, ale potrafią znacznie więcej niż kiedyś.

Człowiek władający więcej niż jednym językiem zwykle potrafi

względnie dokładnie przełożyć zdanie z jednego na drugi. Automatyczne narzędzia do tłumaczenia radzą sobie z tym imponująco, ale rzadko udaje im się nie popełnić błędu. Nawet jeśli dawno nie używałeś francuskiego, z przetłumaczeniem na ten język zdania „Monty Python’s ‘Dirty Hungarian Phrasebook’ sketch is one of their funniest ones” („Do najzabawniejszych skeczów Monty Pythona należy *Dirty Hungarian Phrasebook*”) zapewne poradzisz sobie lepiej niż Tłumacz Google. Google przełożyłby to zdanie na francuski jako „Sketch des Monty Pyton ‘Phrasebook sale hongrois’ est l’un des plus drôles les leurs”. Główną myśl da się w tym odnaleźć, zdanie zawiera jednak poważne usterki gramatyczne.

Prawdopodobnie niewiele lepsze efekty dałoby się uzyskać, gdyby próbować przetłumaczyć to lub jakiegokolwiek inne zdanie na węgierski, arabski, chiński, rosyjski, norweski, malajski, jidysz, suahili czy esperanto bądź którykolwiek z pozostałych sześćdziesięciu trzech języków, które oprócz francuskiego obsługuje Tłumacz Google. Z drugiej strony trzeba podkreślić, że usługa podejmie próbę przełożenia tekstu w dowolnym języku na dowolny inny, a rezultat pojawi się natychmiast i zupełnie za darmo[28]. Dodatkowo użytkownicy smartfonów mogą skorzystać z aplikacji, która wysłucha ich w piętnastu spośród obsługiwanych języków, a następnie przetłumaczy i za pomocą syntezy mowy wygłosi zdanie w ponad połowie z tej piętnastki języków. Uzasadnione wydaje się przypuszczenie, że nawet największy poliglota świata nie byłby w stanie dorównać aplikacji pod tym względem.

Przez wiele lat narzędzia do natychmiastowego przekładu tekstu funkcjonowały wyłącznie w domenie science fiction (najbardziej znanym przykładem jest zapewne ryba Babel z książek z serii *Autostopem przez galaktykę*; włożenie tego dziwnego stworzenia do ucha pozwalało zrozumieć mowę w każdym języku)[29]. Tłumacz Google i inne podobne usługi przenoszą dziś tę wizję do sfery rzeczywistości. Należałoby stwierdzić, że przynajmniej jedno takie narzędzie znajduje obecnie zastosowanie w procesie obsługi międzynarodowych interakcji z klientami. Firma tłumaczeniowa Lionbridge nawiązała współpracę z IBM i oferuje internetową aplikację, która na bieżąco tłumaczy treść rozmów prowadzonych za pośrednictwem komunikatora przez klientów z pracownikami obsługi posługującymi się innym językiem. W fazie wstępnych testów około 90 procent użytkowników GeoFluent twierdziło, że narzędzie dostatecznie

dobrze nadaje się do zastosowań biznesowych[\[30\]](#).

## JEOPARDY! – GRA DLA CZŁOWIEKA

---

Komputery potrafią już kojarzyć pewne schematy i posługiwać się językiem na zupełnie przyzwoitym poziomie, w związku z czym zdarza im się pokonać człowieka w jego własnej grze. I to dosłownie. W 2011 roku, 14 i 15 lutego w telewizyjnym teleturnieju *Jeopardy!* (polskim odpowiednikiem był *Va Banque*) wziął udział superkomputer o imieniu Watson, opracowany przez IBM specjalnie z myślą o tej rozgrywce (nazwany na cześć legendarnego dyrektora generalnego firmy, Thomasa Watsona Seniora). Teleturniej *Jeopardy!* wyemitowano po raz pierwszy w 1964 roku. W 2012 roku znajdował się wśród pięciu najpopularniejszych programów telewizyjnych w Ameryce[\[31\]](#). Przeciętnie każdego dnia blisko 7 milionów widzów zasiada przed telewizorami, by obserwować, jak gospodarz Alex Trebek zadaje uczestnikom różnorodne pytania z wielu dziedzin, oni zaś wrywają się do odpowiedzi[\[32\]](#).

Duża popularność i długowieczność tego programu wynika zapewne z faktu, że łatwo zrozumieć rządzące nim zasady, bardzo trudno natomiast skutecznie w tę grę grać. Większość widzów zna odpowiedzi na część pytań padających w danym odcinku, tylko nieliczni potrafiliby jednak odpowiedzieć na większość spośród nich. Pytania dotyczą bardzo wielu różnych zagadnień, przy czym przed rozpoczęciem programu uczestnicy nie znają ich tematyki. Podczas rozgrywki muszą się wykazać szybkością, śmiałością i precyzją. Muszą działać szybko, ponieważ rywalizują z innymi o możliwość udzielania odpowiedzi na pytania. Muszą grać śmiało i próbować odpowiedzieć na większość pytań, zwłaszcza tych trudniejszych, żeby zgromadzić jak największą kwotę i wygrać. Muszą wreszcie udzielać dobrych odpowiedzi, w przeciwnym bowiem razie tracą pieniądze.

Twórcy teleturnieju dodatkowo utrudniają zadanie uczestnikom, posługując się różnego rodzaju łamigłówkami, wierszykami oraz grą słów. Treść wskazówki może brzmieć na przykład tak: „Rymowana pamiątka z miasta Królów NBA”[\[33\]](#). Aby udzielić poprawnej odpowiedzi na to pytanie, trzeba poprawnie rozszyfrować skrót NBA (w tym przypadku chodzi o National Basketball Association, a nie o National Bank Act ani o związek chemiczny o nazwie n-butyloamina) – chodzi

o miasto, z którego wywodzi się drużyna Kings z NBA (Sacramento). Potem trzeba jeszcze uwzględnić element *rymowania* i dopiero wtedy dochodzi się do poprawnej odpowiedzi: „Co to jest memento z Sacramento?” (nie sprawdzi się ani „souvenir z Sacramento”, ani żadna inna odpowiedź, która merytorycznie wydaje się poprawna). Prawidłowe odczytanie tego typu wskazówek wymaga biegłości w kojarzeniu faktów oraz skutecznej komunikacji na wysokim poziomie. Zwycięstwo w grze gwarantuje tylko połączenie tych dwóch umiejętności – a dodatkowo korzystanie z nich w sposób powtarzalny, precyzyjny i sprawny.

W programach emitowanych w 2011 roku Watson stawił czoła Kenowi Jenningsowi i Bradowi Rutterowi, wybitnym teleturniejowym graczom. W 2004 roku Jennings wygrał siedemdziesiąt dwa odcinki teleturnieju z rządu i zgarnął nagrodę przekraczającą 3 170 000 dolarów. Zapewniło mu to status bohatera[34]. Warto dodać, że według niektórych źródeł to właśnie on stał się inspiracją dla Watsona[35]. W IBM krąży plotka, że Charles Lickel, jeden z kierowników prac badawczych odpowiedzialnych za rozwój sztucznej inteligencji jesienią 2004 roku jadł stek w lokalu Fishkill w Nowym Jorku. Gdy wybiła siódma, zauważył, że wiele osób przenosi się do pobliskiego baru. Poszedł za nimi, żeby zobaczyć, co się tam dzieje. Stwierdził, że wszyscy zgromadzili się przed telewizorem, żeby zobaczyć, jak Jennings wygrywa kolejne, już ponad pięćdziesiąte starcie z rządu. Lickel doszedł do wniosku, że pojedynki Jenningsa z superkomputerem mogłyby zyskać wielką popularność, a dodatkowo pozwoliłyby sprawdzić kompetencje maszyny w zakresie kojarzenia faktów i komunikacji na wysokim poziomie.

Ponieważ w rozgrywce w *Jeopardy!* uczestniczy trzech zawodników, do rozgrywki można było zaprosić jeszcze Brada Ruttera, który pokonał Jenningsa w Wielkim Turnieju Mistrzów 2005 i wygrał ponad 3 400 000 dolarów[36]. Obaj gracze dysponowali niezwykle rozległą wiedzą, świetnie znali grę i jej specyfikę, a dodatkowo potrafili sobie poradzić ze stresem.

Przed komputerem stało więc trudne zadanie. Pierwsze wersje Watsona nie miały z nimi szans. Programiści mogli „nastroić” komputer w taki sposób, aby albo bardziej agresywnie zabiegał o możliwość udzielania odpowiedzi (co zwiększało prawdopodobieństwo pomyłki), albo zachowywał większą powściągliwość, ale też precyzyjniej rozwiązywał zagadki. W grudniu 2006 roku, wkrótce po rozpoczęciu

projektu, Watson został ustawiony w taki sposób, aby zgłaszać się w przypadku 70 procent pytań (to dość agresywna strategia). Udawało mu się jednak udzielić prawidłowej odpowiedzi zaledwie na 15 procent spośród nich. Tymczasem przy tym samym 70-procentowym poziomie zgłoszeń (dających prawo do udzielenia odpowiedzi), Jennings rozwiązywał 90 procent zagadek[37].

Jak się jednak okazało, Watson bardzo szybko się uczył. Stosunek poprawnych odpowiedzi do liczby pozyskanych pytań szybko się poprawiał i już w listopadzie 2010 roku komputer mógł się zgłosić do 70 procent odpowiedzi i rozwiązać prawidłowo 85 procent zagadek. Naukowcom udało się więc niewątpliwie dokonać czegoś nadzwyczajnego, ale maszyna miała ciągle jeszcze długą drogę do zwycięstwa nad graczem-człowiekiem. Zespół odpowiedzialny za projekt Watson pracował aż do połowy stycznia 2011 roku. Wtedy to nagrane zostały odcinki wyemitowane w lutym. Nikt do końca nie wiedział, jak komputer poradzi sobie w starciu z Jenningsem i Rutterem.

Watson pokonał ich obu. Odpowiadał poprawnie na pytania z przeróżnych dziedzin, od „Ciekawostki olimpijskie” po „Kościół i państwo”. Komputer wykazywał się zdolnością do rozszyfrowywania łamigłówek słownych i szerokiej interpretacji nazw kategorii pytań. Nie był co prawda doskonały, ponieważ zdarzało mu się nie poradzić sobie w zadaniu z synonimami i homonimami, ale ogólnie radził sobie bardzo dobrze.

Poza tym wykazywał się niesamowitą szybkością, raz po raz zgłaszał się do odpowiedzi przed Jenningsem i Rutterem, aby zapewnić sobie prawo do rozwiązywania łamigłówki. W pierwszym ze starć Watson zgłosił się jako pierwszy czterdzieści trzy razy i udzielił poprawnej odpowiedzi w trzydziestu ośmiu przypadkach. Jennings i Rutter łącznie zyskali sobie w tym samym czasie prawo do trzydziestu trzech odpowiedzi[38].

Pod koniec teleturnieju Watson zdołał zgromadzić 77 147 dolarów, ponad trzykrotnie więcej niż każdy z jego przeciwników. Jennings, który ukończył rozgrywkę na drugim miejscu, wzbogacił swoją odpowiedź na ostatnie pytanie o kilka słów od siebie: „Chciałbym serdecznie powitać naszego nowego komputerowego pana i władcę”. Potem rozwinął tę myśl: „Dzieląc los ludzi, którzy w XX wieku tracili pracę w fabrykach w związku z pojawieniem się robotów obsługujących linie montażowe, Brad i ja jako pierwsi przedstawiciele świata wiedzy zostaliśmy pozbawieni zajęcia przez nową generację »myślących« maszyn.

»Zawodnik teleturnieju« to być może dopiero pierwszy »zawód«, który okazuje się zbędny w związku z pojawieniem się Watsona, z pewnością jednak nie ostatni»[\[39\]](#).

## PARADOKS ROBOTYCZNEGO „POSTĘPU”

---

Wreszcie jeszcze jednym obszarem, w którym można zaobserwować przyspieszenie w zakresie rozwoju cyfrowego, jest robotyka, czyli budowa maszyn zdolnych poruszać się po fizycznym terytorium fabryk, magazynów, pól wojennych czy biur i wykonywać określone działania. Również i w tym przypadku mieliśmy do czynienia z zaledwie stopniowym postępem, który nagle nabral tempa.

Określenie *robot* pojawiło się języku angielskim w 1921 roku. Pochodzi z czeskiej sztuki zatytułowanej *R.U.R. (Roboty Uniwersalne Rossuma)* Karela Čapka. Od tamtej pory różnego rodzaju automaty nieodmiennie fascynowały człowieka[\[40\]](#). W okresie wielkiego kryzysu w gazetach i czasopiśmie pojawiały się opowiadania o robotach. Ich autorzy spekulowali, że roboty będą rozpętywać wojny, dokonywać zbrodni i pozbawiać ludzi pracy. Pojawiło się nawet przypuszczenie, że pokonają boksera Jacka Dempseya[\[41\]](#). W 1941 roku Isaac Asimov ukuł określenie *robotyka*. Stworzył też podwaliny pod nowo powstającą dyscyplinę, formułując swoje słynne trzy prawa robotyki:

1. Robot nie może skrzywdzić istoty ludzkiej ani też poprzez swoją bierność pozwolić na to, by stała jej się krzywda.
2. Robot musi wypełniać polecenia wydane mu przez człowieka, z wyjątkiem tych, które naruszałyby prawo pierwsze.
3. Robot musi dbać o własny byt, o ile ochrona ta nie będzie wymagać naruszenia pierwszego albo drugiego prawa[\[42\]](#).

Od siedemdziesięciu lat Asimov nieodmiennie wywiera wpływ na sferę robotyki, zarówno w obszarze science fiction, jak i rzeczywistości. Dzięki science fiction poznaliśmy gadatliwe i lojalne R2-D2 oraz C-3PO, przerażających Cylonów z *Battlestar Galactica*, straszego Terminatora i całą rzeszę przeróżnych androidów, cyborgów i innych replikantów.

Dziesięciolecia działalności badawczej doprowadziły natomiast do powstania stworzonego przez Hondę ASIMO, humanoidalnego robota znanego przede wszystkim z powodu spektakularnego fiaska



prezentacji, która udowodniła, że robot nie przestrzega trzeciego z praw Asimova. W 2006 roku podczas pokazu na żywo przed tokijską publicznością ASIMO usiłował wejść po niskich schodach prowadzących na scenę. Przy trzecim stopniu kolano mu się wykrzywiło, w związku z czym upadł do tyłu i się potrzaskał[43].

Od tamtej pory wprowadzono w nim liczne poprawki i teraz ASIMO potrafi już chodzić po schodach w górę i w dół, kopać piłkę i tańczyć. Jego niedoskonałości pomagają jednak uświadomić sobie pewną prawdę natury ogólnej. Otóż znaczna część czynności, które człowiekowi przychodzą w świecie fizycznym zupełnie naturalnie i z łatwością, dla robotów stanowi ogromne wyzwanie. Hans Moravec, specjalista w dziedzinie robotyki, powiedział: „względnie łatwo jest przygotować komputer do tego, aby rozwiązywał testy na inteligencję dla dorosłych albo grał w szachy. Trudne lub wręcz niemożliwe jest wyposażenie go w kompetencje percepcyjne i motoryczne, które posiada choćby roczne dziecko”[44].

Zjawisko to zyskało sobie miano paradoksu Moraveca. Wikipedia zgrabnie podsumowuje jego istotę w sposób następujący: „Odkrycie przez naukowców specjalizujących się w dziedzinie sztucznej inteligencji i robotyki, że wbrew wieloletniemu przekonaniu wysoki poziom rozumowania wymaga względnie niewielkich obliczeń, za to nawet niski poziom kompetencji senso-motorycznych angażuje ogromne moce obliczeniowe”[45]. Spostrzeżenie Moraveca wydaje się ogólnie trafne, a przy tym niezwykle ważne. Steven Pinker, specjalista w dziedzinie kognitywistyki, mówi: „Główny wniosek z trzydziestopięcioletnich doświadczeń w zakresie badań nad sztuczną inteligencją jest taki, że trudne problemy okazują się łatwe, a te łatwe okazują się trudne (...). Wraz z pojawieniem się nowej generacji inteligentnych urządzeń o swoje posady powinni zacząć drzeć analitycy giełdowi, inżynierowie petrochemiczni oraz członkowie komisji orzekających o zwolnieniach warunkowych. Ogrodnicy, recepcjoniści i kucharze jeszcze przez wiele dziesięcioleci mogą spać spokojnie”[46].

Pinker zwraca tym samym uwagę na fakt, że eksperci w dziedzinie robotyki mają ogromne trudności ze stworzeniem maszyn, które mogłyby dorównać pod względem umiejętności choćby najslabiej przeszkolonym pracownikom fizycznym. Na przykład Roomba firmy iRobot w żadnym razie nie mogłaby zastąpić pokojówki, ponieważ potrafi tylko odkurzać podłogę. Firma sprzedała już ponad dziesięć milionów tych urządzeń, ale żadne z nich nie potrafi ułożyć równo gazet na stoliku

do kawy.

Jeśli chodzi o pracę o charakterze fizycznym, przewaga ludzi nad maszynami wynika również z ich elastyczności. Bez trudu można zautomatyzować pojedynczą czynność, taką jak choćby lutowanie drutu wchodzącego w skład płytki drukowanej czy mocowanie dwóch elementów za pomocą śrub – o ile to zadanie pozostanie niezmiennie w czasie, a jednocześnie będzie realizowane w środowisku charakteryzującym się regularnością. Na przykład rzeczona płytka drukowana musi być zawsze ułożona dokładnie tak samo. Do wykonywania tego typu zadań firmy kupują specjalistyczne urządzenia, które następnie inżynierowie programują i testują, by maszyna mogła trafić na linię montażową. Każda zmiana zadania – polegająca choćby na innym umiejscowieniu otworów do śrub – wymaga zatrzymania produkcji i przeprogramowania urządzenia. Dzisiejsze fabryki, w szczególności zaś duże zakłady działające w krajach charakteryzujących się wysokimi kosztami pracy, są w znacznym stopniu zautomatyzowane, co wszakże nie oznacza, że działają w nich roboty o szerokim zastosowaniu. Używa się w nich raczej dedykowanych, wyspecjalizowanych maszyn, których zakup, konfiguracja oraz rekonfiguracja wymagają istotnych nakładów.

## NOWE PODEJŚCIE DO AUTOMATYZACJI FABRYK

---

Rodney Brooks, współzałożyciel firmy iRobot, zwrócił uwagę na pewną cechę współczesnych, wysoko zautomatyzowanych fabryk. Zauważył mianowicie, że ludzi pracuje tam nie wielu, co jednak nie oznacza, że w ogóle ich nie ma. Znaczna część wykonywanej pracy ma charakter powtarzalny i nie wymaga myślenia. Na przykład na linii, na której napełnia się słoiki z dżemem, działa maszyna, która wlewa do każdego pojemnika określoną ilość mieszaniny, zakręca nakrętkę i przykleja etykietę. Poza tym jednak pracuje tam również człowiek, który inicjuje cały ten proces, ustawiając puste słoiki na pasie transmisyjnym. Dlaczego ten krok nie został zautomatyzowany? W tym konkretnym przypadku dlatego, że słoiki trafiają na linię dwunastą w kartonowych pudłach, w których nie stoją idealnie równo. Ten brak precyzji nie stanowi problemu dla człowieka, widzi on bowiem słoik, sięga po niego i ustawia go na pasie transmisyjnym. Dla tradycyjnego przemysłowego automatu fakt, że słoiki nie pojawiają się za każdym

razem dokładnie w tym samym miejscu, stanowiłby poważną trudność.

W 2008 roku Brooks założył jednak nową firmę, Rethink Robotics. Stawia sobie ona za cel opracować i zbudować *nietradycyjny* automat przemysłowy, czyli robota zdolnego podnieść i ustawić słoik, a także wykonywać niezliczone inne nieprecyzyjne zadania obecnie realizowane w fabrykach przez ludzi. Brooks chciałby choćby w części zaprzeczyć paradoksowi Moraveca. Poza tym Brooksowi marzą się roboty, które da się zaprogramować bez kosztownej interwencji inżynierów – maszyny, które mogłyby przyuczać do pracy (w razie potrzeby modyfikując treść zadania) zwykli pracownicy i które w ciągu godziny mogłyby zdobyć nowe umiejętności (w takim stopniu, by przekazywać je swoim mechanicznym kolegom). Poza tym maszyny Brooksa miałyby być tanie – miałyby kosztować około 20 tysięcy dolarów, czyli niewielki ułamek tego, ile dziś trzeba zapłacić za przemysłowego robota. Krótco po tym, jak Rethink poinformował publicznie o stworzeniu pierwszej linii robotów (noszących imię Baxter), mieliśmy okazję rzucić okiem na tę niezwykłą maszynę, która miała obalić paradoks. Brooks zaprosił nas do siedziby głównej swojej firmy w Bostonie, żebyśmy mogli podziwiać możliwości jego nowych automatów.

Baxter to robot humanoidalny. Ma dwa masywne ramiona ze stawami i dłonie przypominające nieco zwierzęce łapy. Ramiona są zamocowane do tułowia, podobnie jak głowa wyposażona w twarz w formie monitora LCD. Robot obraca głową i „patrzy” na osobę, która znajduje się najbliżej niego. Nie ma natomiast nóg. Firma Rethink postanowiła rozwiązać poważny problem lokomocji robota, umieszczając go na kółkach. Baxtera trzeba przesuwac z miejsca na miejsce. Twórcy maszyny twierdzą, że jest ona w stanie wykonywać wiele bardzo przydatnych zadań, pomimo że nie porusza się samodzielnie.

Jeśli Baxter ma się czegoś nauczyć, należy chwycić go za nadgarstek i wykonać jego ręką te czynności, które on ma potem powtórzyć. Użytkownikowi wydaje się, że ramię nic nie waży, ruch wspierają bowiem silniki. Poza tym robot dba o bezpieczeństwo. Dwóch ramion nie da się ze sobą zderzyć (silniki uniemożliwią użytkownikowi wykonanie takiego ruchu), a ponadto zawsze automatycznie zwalniają, jeśli Baxter stwierdzi, że w ich zasięgu znalazł się człowiek. Ta i wiele innych cech sprawia, że praca z automatem wydaje się doświadczeniem naturalnym, intuicyjnym i bezpiecznym. Wizja chwytania robota za rękę napawała nas pewną nerwowością, miejsce obaw szybko jednak

zajęła ciekawość.

Kilka Baxterów pracuje w biurze, Brooks mógł nam więc zaprezentować, jak się sprawdzają w praktyce. Zdecydowanie przeczą paradoksowi Moraveca. Potrafią wyczuć i chwycić wiele różnych przedmiotów, posługując się w tym celu różnymi rodzajami „dłoni” – od chwytnych po przyssawki. Nie pracują ani tak płynnie, ani tak szybko jak dobrze przeszkolony pracownik, ale w sumie wcale nie ma takiej potrzeby. Obsługa większości pasów transmisyjnych i linii montażowych wcale nie wymaga od pracowników wykonywania zadań z maksymalną możliwą szybkością. Gdyby było inaczej, ludzie szybko by się przy nich męczyli.

Baxter ma niewątpliwie kilka przewag nad pracownikiem-człowiekiem. Przede wszystkim może pracować przez cały dzień – nie potrzebuje przerwy na sen, lunch czy kawę. Poza tym pracodawca nie musi mu zapewnić opieki zdrowotnej, nie musi też ponosić kosztów związanych z opodatkowaniem wynagrodzeń. Warto też wspomnieć, że robot może jednocześnie wykonywać dwie zupełnie niezwiązane ze sobą czynności, ponieważ każde z dwóch ramion pracuje w pełni niezależnie.

## JUŻ WKRÓTCE NA LINIACH MONTAŻOWYCH, W MAGAZYNACH I NA KORYTARZACH POJAWIAJĄ SIĘ...

---

Po wizycie w Rethink i obejrzeniu Baxtera w akcji zrozumieliśmy sens słów wypowiedzianych przez Remiego El-Ouazzane’a, wiceprezydenta Texas Instruments, na początku 2012 roku: „Naszym zdaniem na rynku robotyki lada moment nastąpi wielki wybuch”. Kolejne fakty zdają się potwierdzać słuszność tego poglądu. Cały czas rośnie liczba wykorzystywanych robotów, podobnie zresztą jak ich zróżnicowanie. Innowatorzy i przedsiębiorcy poczynili ostatnio znaczące postępy, które zdają się podważać słuszność paradoksu Moraveca[47].

Inna młoda bostońska firma, Kiva, nauczyła swoje automaty poruszać się po magazynach w sposób szybki, bezpieczny i efektywny. Jej roboty przypominają metalowe pufy, ewentualnie zgniecione roboty R2-D2. Przemykają się po budynkach mniej więcej na wysokości kolan, nie wchodząc w drogę ani ludziom, ani sobie nawzajem. Trzymają się nisko

przy ziemi, więc mieszczą się pod półkami regałów – które zresztą mogą podnieść i przynieść pracownikom-ludziom. Gdy już człowiek zdejmie z półki to, czego potrzebował, robot ją odstawia, by jakiś inny automat mógł odnieść ją na miejsce. Oprogramowanie śledzi losy poszczególnych produktów, półek, robotów i ludzi poruszających się po terenie magazynu i koordynuje ten ciągły taniec automatów Kiva. W marcu 2012 roku Kiva została kupiona przez firmę Amazon, lidera w dziedzinie zaawansowanej logistyki magazynów, za ponad 750 milionów dolarów w gotówce[48].

Z paradoksem Moraveca śmiało mierzy się również inny startup z Nowej Anglii, firma Boston Dynamics. Buduje ona roboty, które mają wspierać amerykańskich żołnierzy na polu walki, choćby w zakresie transportu ciężkich ładunków po trudnym terenie. Urządzenie BigDog, wielki metalowy mastiff poruszający się na długich i chudych nogach, dzielnie wspina się na wzgórze, potrafi podnieść się po upadku na lodzie i z powodzeniem kopiuje różne inne zachowania psa. Utrzymanie ciężkiego ładunku na czterech punktach podparcia podczas podróży przez nierówny teren to naprawdę poważne wyzwanie inżynieryjne, z którym jednak Boston Dynamics zupełnie nieźle sobie radzi.

Jako ostatni przykład najnowszych postępów w dziedzinie robotyki podać można Double, rozwiązanie skrajnie różne od BigDoga. Zamiast kroczyć po grząskim gruncie na terytorium wroga, Double toczy się po dywanach pomiędzy biurowymi boksami albo po szpitalnych korytarzach – i niesie ze sobą iPada. Najogólniej rzecz biorąc, jest to odwrócone wahadło, do którego na dole zamocowano kółka z napędem, u góry zaś studwudziesto- albo stu pięćdziesięciocentymetrowy wysięgnik do trzymania tabletu. Double to narzędzie do obsługi teleobecności. Jego operator może „przemieszczać się” po odległym budynku, widzi i słyszy wszystko, co się tam dzieje. Kamera, mikrofon i ekran iPada służą mu za oczy, uszy i twarz. Operator widzi i słyszy wszystko to, co rejestruje iPad. Sam Double pełni natomiast funkcję nóg i transportuje zestaw w odpowiednie miejsce zgodnie z poleceniami operatora. Double Robotics twierdzi, że to „najprostszy i najbardziej elegancki sposób, aby znaleźć się w innym miejscu na świecie bez konieczności odbywania podróży samolotem”. Pierwsza partia robotów, których cena wynosiła 2499 dolarów, sprzedała się wkrótce po przedstawieniu tego rozwiązania jesienią 2012 roku[49].

Słuszność paradoksu Moraveca w największym jak na razie stopniu zakwestionuje jednak zapewne kolejna fala innowacji w dziedzinie

robotyki. W 2012 roku DARPA ogłosiła bowiem kolejne wyzwanie Grand Challenge. Tym razem nie chodzi już o samochody bezobsługowe, ale o automaty. DARPA Robotic Challenge (DRC) wymaga odniesienia się do kwestii przydatności narzędzia, mobilności, odbioru wrażeń zmysłowych, teleobecności oraz licznych innych wyzwań, z którymi od dłuższego czasu boryka się ta dziedzina. Na stronie Biura Technologii Taktycznych agencji czytamy:

Główny techniczny cel DRC stanowi opracowanie naziemnych robotów, które potrafiłyby wykonywać skomplikowane zadania w warunkach niebezpiecznych, trudnych, zaplanowanych przez człowieka. Uczestnicy DRC powinni skupić się na tworzeniu robotów, które będą w stanie posługiwać się standardowymi narzędziami oraz sprzętem powszechnie dostępnym w środowisku człowieka, począwszy od narzędzi ręcznych, aż po pojazdy, w szczególności zaś będą w stanie dostosować się do konieczności posługiwania się narzędziami o zróżnicowanej specyfikacji[50].

Organizując DRC, DARPA zachęca specjalistów zajmujących się robotyką do stworzenia i przedstawienia wysoce sprawnego humanoidalnego robota do końca 2014 roku. Jak wynika ze względnej specyfikacji opublikowanej przez agencję, takie urządzenie powinno być w stanie prowadzić pojazd użytkowy, usuwać materiał blokujący przejście, wspinać się po drabinie, zamknąć zawór oraz wymienić pompę[51]. Wymagania wydają się absurdalnie wygórowane, jak jednak zapewniamy nasi lepiej zorientowani w temacie koledzy, którzy podejmą się tego wyzwania, da się to wszystko zrobić. Dla wielu z tych specjalistów Grand Challenge z 2004 roku stanowiło ważny krok na drodze do postępów w rozwoju bezobsługowych pojazdów. Można się więc spodziewać, że DRC odegra równie istotną rolę, jeśli chodzi o podważenie słuszności paradoksu Moraveca.

## KOLEJNE DOWODY NA TO, ŻE OTO ZNALEŻLIŚMY SIĘ W PUNKCIE PRZEŁOMOWYM

---

Bezobsługowe samochody, superkomputer zdolny pokonać ludzi w teleturnieju *Jeopardy!* i różnego rodzaju przydatne roboty – to wszystko pojawiło się w ciągu ostatnich zaledwie kilku lat. Wspomniane

innowacje to coś więcej niż tylko wersje demonstracyjne stworzone na potrzeby prac laboratoryjnych. Urządzenia te dowodzą swoich umiejętności i kompetencji w normalnej, chaotycznej rzeczywistości. Ich istnienie tylko nasila wrażenie, że oto znaleźliśmy się w punkcie przełomowym – że na naszej krzywej pojawia się zagięcie, ponieważ liczne technologie funkcjonujące dotychczas jedynie w świecie science fiction nagle stają się elementem naszej codzienności. Liczne przykłady potwierdzają, że jest to jak najbardziej słuszne wrażenie.

W serialu telewizyjnym *Star Trek* pojawiły się urządzenia znane jako tricordery. Służyły one do pobierania i rejestrowania trojkiego rodzaju danych, to jest danych geologicznych, meteorologicznych oraz medycznych. Dzisiaj do tego samego celu służą zwykle smartfony – można ich z powodzeniem użyć jako sejsmografu, radaru pogodowego dostarczającego dane w czasie rzeczywistym, a także monitora oddechu[52]. Oczywiście na tym ich zastosowania się nie kończą, smartfony bowiem odtwarzają ponadto materiały multimedialne, obsługują gry, pozwalają na pozyskiwanie informacji, robią zdjęcia i służą jako GPS. W *Star Treku* do komunikacji wykorzystywano odrębne urządzenie, w dzisiejszym świecie oba zbiory funkcji zostały połączone w jednym smartfonie. Podczas swojej normalnej aktywności użytkownik smartfona może pobierać i generować ogromne ilości danych. W ten sposób pojawia się okazja do tworzenia innowacji, które inwestor John Doerr określa skrótem SoLoMo oznaczającym „społecznościowe, lokalne, mobilne”[53].

Przez długi czas komputery bardzo kiepsko radziły sobie z pisaniem prawdziwej prozy. Jeszcze niedawno udawało im się co prawda stworzyć gramatycznie poprawne zdania, wypowiedzenia te nie miały jednak żadnego sensu, z czego dowcipnisie zresztą bezlitośnie się wyśmiewali. Na przykład w 2008 roku organizatorzy International Conference on Computer Science and Software Engineering przyjęli dokument zatytułowany *Towards the Simulation of E-commerce*. Jego twórcę poproszono o poprowadzenie stosownej sesji. Opracowanie zostało „napisane” przez SCIGen, program stworzony w Laboratorium Nauk Komputerowych i Sztucznej Inteligencji na MIT. Program ten „tworzy losowe opracowania naukowe w dziedzinie nauk komputerowych”. Jego twórcy deklarowali: „Naszym celem jest zapewnić możliwie dużą rozrywkę, spójność zaś już niekoniecznie”. Po przeczytaniu fragmentu zaczerpniętego z tego opracowania trudno się z nimi nie zgodzić[54]:

Ostatnie postępy w dziedzinie technologii opartej na współpracy oraz klasycznej komunikacji opierają się całkowicie na założeniu, że internet oraz aktywne sieci nie stoją w sprzeczności z językami obiektowymi. W rzeczy samej, mało który z teoretyków informacji skłonny byłby kwestionować wizualizację DHT, dzięki której możliwe stało się doskonalenie, a prawdopodobnie także symulowanie architektury 8-bitowej. Wizualizacja ta stanowi ucieleśnienie podstawowych zasad inżynierii elektrycznej[55].

Jak dobitnie dowodzą ostatnie osiągnięcia, komputery są jednak w stanie generować również sensowny tekst. Serwis Forbes.com zatrudnił firmę Narrative Science i zlecił jej redagowanie krótkich przeglądów dotyczących zysków przedsiębiorstw, które zamieszcza na swoich stronach. Za tworzenie tych materiałów odpowiada algorytm, człowiek w tym nie uczestniczy – tymczasem nie różnią się one od tego, co napisałby człowiek:

Przegląd zysków Forbesa: H.J. Heinz

Pozytywne dane dotyczące zysków za pierwszy kwartał mogą przynieść nowy 52-tygodniowy rekord cen akcji H.J. Heinz (HNZ). Obecnie akcjom spółki brakuje zaledwie 49 centów do tego rekordu. Informacje o zysku zostaną podane przez firmę 29 sierpnia 2012 roku.

Analicyści przewidują zysk w przeliczeniu na jedną akcję w wysokości 80 centów, co oznaczałoby wzrost rok do roku w wysokości 2,8 procent (zysk za pierwszy kwartał zeszłego roku wyniósł 78 centów na jedną akcję).

W ostatnim miesiącu prognoza zysku pozostawała bez zmian, spadła jednak w stosunku do prognozy sprzed trzech miesięcy, gdy wynosiła 82 centy w przeliczeniu na jedną akcję. W całym roku podatkowym analitycy spodziewają się zysku w przeliczeniu na jedną akcję w wysokości 3,52 dolara. Prognozują również spadek przychodu firmy liczonego rok do roku o 0,3 procent, czyli do poziomu 2,84 miliarda dolarów (z 2,85 miliarda dolarów w zeszłym roku). Prognoza przychodów na cały bieżący rok wynosi 11,82 miliarda dolarów[56].

Nowinki dotyczą również urządzeń peryferyjnych, takich jak drukarki. Te demonstrują dziś zdolności, które jeszcze niedawno



włożylibyśmy między karty powieści science fiction. Zamiast po prostu rozprowadzać tusz po papierze, tworzą skomplikowane trójwymiarowe elementy z plastiku, metalu i innych materiałów. Druk 3D wykorzystuje atuty drukarek komputerowych, a konkretnie ich możliwości w zakresie nakładania bardzo cienkich warstw materiału (tradycyjnie tuszu) na bazę (papier) zgodnie ze wzorem ustalonym przez komputer.

Innowatorzy doszli do wniosku, że nic przecież nie stoi na przeszkodzie temu, aby drukarki nakładały kolejne warstwy materiału jedna na drugą. Zamiast tuszu mogą ponadto równie dobrze rozprowadzać materiały takie jak płynny plastik (utrwalany następnie za pomocą światła ultrafioletowego). Drukarka nakłada co prawda bardzo cienkie warstwy (mierzą one mniej więcej jedną dziesiątą milimetra), z czasem jednak obiekt trójwymiarowy nabiera pożądanych kształtów. Z uwagi na specyfikę procesu powstania kształt ten może być naprawdę bardzo skomplikowany – może uwzględniać puste miejsca i tunele, może się nawet składać z części poruszających się niezależnie od siebie. W San Francisco, w siedzibie głównej firmy Autodesk, wiodącego twórcy oprogramowania projektowego, mieliśmy okazję wziąć w dłonie normalnie działający klucz nastawny, który został wydrukowany jako jeden element (nie wymagał żadnego montażu)[57].

Klucz został wykonany w ramach prezentacji, z plastiku. Obecnie technologia drukowania 3D umożliwia również wykonywanie przedmiotów z metali. Dyrektor generalny firmy Autodesk, Carl Bass, zalicza się do dużego i stale powiększającego się grona hobbistów druku 3D. Czerpie radość z eksperymentowania z tą technologią. Podczas wycieczki po galerii, w której firma chwali się swoimi projektami i produkcjami, pokazywał nam piękną metalową miskę, która została zaprojektowana na komputerze i wydrukowana. Miska miała na bokach misterną kratkę. Bass twierdzi, że prosił przeróżnych swoich znajomych obeznanych z pracą w metalu (rzeźbiarzy, hutników, odlewników i tym podobnych) o wskazanie technologii, w której ten przedmiot został wykonany. Żaden z nich nie potrafił stwierdzić, jak powstała ta kratka. Tymczasem stworzył ją laser, który warstwa po warstwie nanosił na przedmiot sproszkowany metal.

Drukowanie 3D znajduje dziś zastosowanie nie tylko przy tworzeniu wyrobów artystycznych, takich jak ta miska. Z technologii tej korzysta obecnie bardzo wiele firm, które tworzą za jej pomocą prototypy oraz części wzorcowe. Ponadto stosuje się ją do produkcji przeróżnych elementów: NASA tworzy w ten sposób plastikowe wywietrzniki

i okrywy do kolejnej wersji łożnika księżycowego, za pomocą drukarki 3D wyprodukowano też protezę kości szczęki dla osiemdziesięcioletniej kobiety. W najbliższej przyszłości technologia ta może posłużyć do natychmiastowego wytwarzania części zamiennych do zepsutych silników (co eliminowałoby konieczność gromadzenia dużych zapasów). Dotychczasowe eksperymenty dowodzą, że druk 3D może znaleźć zastosowanie także przy budowie domów z betonu[58].

Większość innowacji opisywanych w tym rozdziale to dokonania zaledwie kilku ostatnich lat. Powstały one w dziedzinach, w których przez długi czas postępy przychodziły w ślimaczym tempie i w których nie spodziewano się spektakularnych sukcesów w przewidywalnej przyszłości. Tymczasem po długim okresie stopniowego rozwoju postęp cyfrowy nagle przyspieszył. Doszło do tego w wielu różnych obszarach, od sztucznej inteligencji począwszy, przez bezobsługowe pojazdy, a skończywszy na robotyce.

Jak to się właściwie stało? Za sprawą szczęśliwego zbiegu okoliczności – w związku z jednoczesnym wystąpieniem kilku sprzyjających, jednorazowych zdarzeń? Bynajmniej. Obserwowany ostatnio postęp cyfrowy to zjawisko niewątpliwie imponujące, stanowi ono jednak dopiero zapowiedź tego, co nas czeka w przyszłości. To dopiero świt drugiej epoki technologicznej. Aby zrozumieć, dlaczego rozpoczyna się ona akurat teraz, musimy zagłębić się w istotę procesu postępu technologicznego zachodzącego w epoce sprzętu cyfrowego, oprogramowania i sieci. W szczególności musimy zaś spojrzeć na niego jako na proces trojaki, a mianowicie *wykładniczy*, *cyfrowy* oraz *kombinacyjny*. W kolejnych trzech rozdziałach będziemy po kolei omawiać te trzy jego właściwości.

ROZDZIAŁ 3.

# **PRAWO MOORE'A I DRUGA POŁOWA SZACHOWNICY**

*Największa niedoskonałość rodzaju ludzkiego polega na tym, że jego przedstawiciele nie rozumieją istoty funkcji wykładowczej.*

– Albert A. Bartlett

GORDON MOORE jest współzałożycielem firmy Intel, aktywnym filantropem i kawalerem Prezydenckiego Medalu Wolności. W pamięci większości ludzi zapisał się jednak jako autor prognozy, którą zawarł – niejako na marginesie swojego wywodu – w artykule z 1965 roku. Pracował wówczas dla Fairchild Semiconductor i opublikował w magazynie „Electronics” artykuł o urokliwie bezpośrednim tytule *Cramming More Components onto Integrated Circuits (Jak wepchnąć więcej elementów do układu scalonego)*. Układy scalone, czyli połączenie wielu różnych części elektrycznych w jednym chipie zbudowanym głównie z krzemu, istniały wówczas od niespełna dziesięciu lat. Mimo to Moore potrafił dostrzec ich potencjał. Napisał: „Układy scalone przyczynią się do powstania takich cudów jak komputery domowe, a przynajmniej terminale podłączone do centralnego komputera, narzędzia do automatycznej kontroli samochodów czy osobiste przenośne urządzenia komunikacyjne”[\[59\]](#).

Największy rozgłos zyskała (i zapewniła swojemu twórcy) inna prognoza, dotycząca wspomnianego w tytule upychania elementów.

Stopień zaawansowania najtańszego komponentu rośnie mniej więcej dwukrotnie w ciągu każdego roku (...) Można się spodziewać, że w krótkim okresie ten trend się utrzyma, a być może nawet wzrośnie. W długim okresie tempo wzrostu trudno tak dokładnie przewidzieć, nie ma jednak powodów, by wątpić, że utrzyma się na stałym poziomie przez co najmniej dziesięć lat[\[60\]](#).

Tak brzmiało pierwotnie prawo Moore’a. Warto przez chwilę zastanowić się nad implikacjami tego stwierdzenia. Określenie „stopień zaawansowania najtańszego komponentu” odnosi się w istocie do mocy obliczeniowej układu scalonego, jaką można uzyskać za cenę jednego dolara. Moore zauważył, że we względnie krótkiej historii tej nowej dziedziny wartość ta co roku rosła dwukrotnie. W 1963 roku za jednego dolara można było kupić dwukrotnie więcej mocy obliczeniowej niż w 1962 roku, wartość ta wzrosła dwukrotnie do roku 1964 i znów podwoiła się do 1965 roku.

Moore przewidywał, że taki stan rzeczy będzie się utrzymywał (być może z drobnymi wahaniami) przez co najmniej kolejnych dziesięć lat. Zgodnie z tą śmiałą prognozą do 1975 roku układy scalone miały osiągnąć moc obliczeniową pięćset razy większą niż w 1965 roku[\[61\]](#).

Czas pokazał, że Moore popełnił w swoich przewidywaniach błąd – to

znaczy przyjął zbyt konserwatywne założenia. Ku powszechnemu zaskoczeniu, jego „prawo” obowiązywało przez ponad cztery dekady, a nie tylko przez jedną, sprawdziło się ponadto również w innych sferach postępu cyfrowego, nie tylko w odniesieniu do układów scalonych. Warto też podkreślić, że okres podwajania mocy obliczeniowej pozostaje kwestią do dyskusji. W 1975 roku Moore dokonał rewizji swoich szacunków i wydłużył go z roku do dwóch lat. Dziś ogólnie przyjmuje się, że moc obliczeniowa komputerów podwaja się w ciągu osiemnastu miesięcy. Nie ulega wszakże wątpliwości, że prawo Moore’a zadziwiająco dobrze opisywało rzeczywistość przez blisko pół wieku[62].

## TO NIE JEST PRAWO, TO ZBIÓR DOBRYCH POMYSŁÓW

Prawo Moore’a bardzo się różni od fizycznych praw termodynamiki czy klasycznych zasad dynamiki Newtona. Te prawa bowiem opisują pewne zasady funkcjonowania wszechświata i obowiązują bez względu na wszystko. Prawo Moore’a to tymczasem raczej pewnego rodzaju obserwacja dotycząca pracy inżynierów i naukowców zajmujących się komputerami. To spostrzeżenie, które potwierdza ciągłość ich sukcesów. Żadna inna dziedzina raczej nie może się pochwalić aż taką konsekwencją.

W żadnym okresie w naszej historii nie tworzyliśmy samochodów, które co rok, co dwa lata czy nawet co pięćdziesiąt lat stawałyby się dwukrotnie szybsze czy dwukrotnie mniej paliwożerne. Samoloty nie zwiększają regularnie szybkości w takiej skali, pociągi nie są w stanie transportować dwukrotnie większych ładunków. Biegacze czy pływacy olimpijcy nie poprawiają czasów dwukrotnie nawet z pokolenia na pokolenie, o okresach kilkuletnich w ogóle nie wspominając.

Jakim zatem cudem branża komputerowa utrzymuje to niesamowite tempo rozwoju?

Wskazać można dwie przyczyny takiego stanu rzeczy.

Przede wszystkim, pomimo że tranzystory i inne elementy odpowiedzialne za moc obliczeniową podlegają tym samym prawom fizyki co samochody, samoloty czy pływacy, w świecie cyfrowym obowiązują mimo wszystko znacznie mniejsze ograniczenia. Chodzi bowiem o to, ile elektronów można przesłać w ciągu jednej sekundy danym kanałem układu scalonego albo jak szybko wiązka światła

porusza się w światłowodzie. W pewnym momencie postęp cyfrowy ulegnie zahamowaniu w związku z pojawieniem się fizycznych ograniczeń i okres wskazany w prawie Moore'a ulegnie wydłużeniu – to jednak trochę potrwa. Henry Samueli, główny technolog w firmie Broadcom Corporation produkującej chipy, przewidywał w 2013 roku, że „obowiązywanie prawa Moore'a dobiega końca – przestanie działać w ciągu najbliższej dekady, w związku z czym mamy mniej więcej piętnaście lat”[63].

Warto jednak zauważyć, że różni mądrzy ludzie od dawna wieszczą koniec obowiązywania prawa Moore'a, a mimo to ono ciągle ma się świetnie[64]. Dzieje się tak nie dlatego, że autorzy prognoz błędnie oceniają wpływ mechanizmów fizycznych, lecz dlatego, że nie doceniają samej branży komputerowej.

Prawo Moore'a ma się dobrze pomimo upływu czasu również z innego powodu. Chodzi mianowicie o różnego rodzaju „błyskotliwe udoskonalenia”, czyli wynajdywanie kolejnych inżynierskich sposobów na obejście barier o charakterze fizycznym. Na przykład w pewnym momencie pojawił się problem z dalszym upychaniem układów scalonych jeden obok drugiego. Producenci chipów doszli wówczas do wniosku, że można je też montować jeden na drugim – tym samym zyskali zupełnie nowe możliwości. Gdy okazało się, że nawet światłowody mogą nie podołać zadaniu obsługi coraz bardziej intensywnej komunikacji, inżynierowie opracowali technologię WDM (od *Wavelength Division Multiplexing*, zwielokrotnianie sygnałów za pomocą światła laserowego – przyp. red.), która pozwala jednocześnie transmitować tym samym przewodem kilka wiązek światła różnej długości. Kolejne błyskotliwe udoskonalenia pozwalają nam przekraczać granice fizyki. Jeden z dyrektorów firmy Intel, Mike Marberry, mówi: „Jedna i ta sama technologia co do zasady zawsze ma swoje granice. Prawda jest jednak taka, że od czterdziestu lat mniej więcej co pięć czy siedem lat wprowadzamy pewne modyfikacje. Na razie nic nie wskazuje na to, żeby ten proces miał się zakończyć”[65].

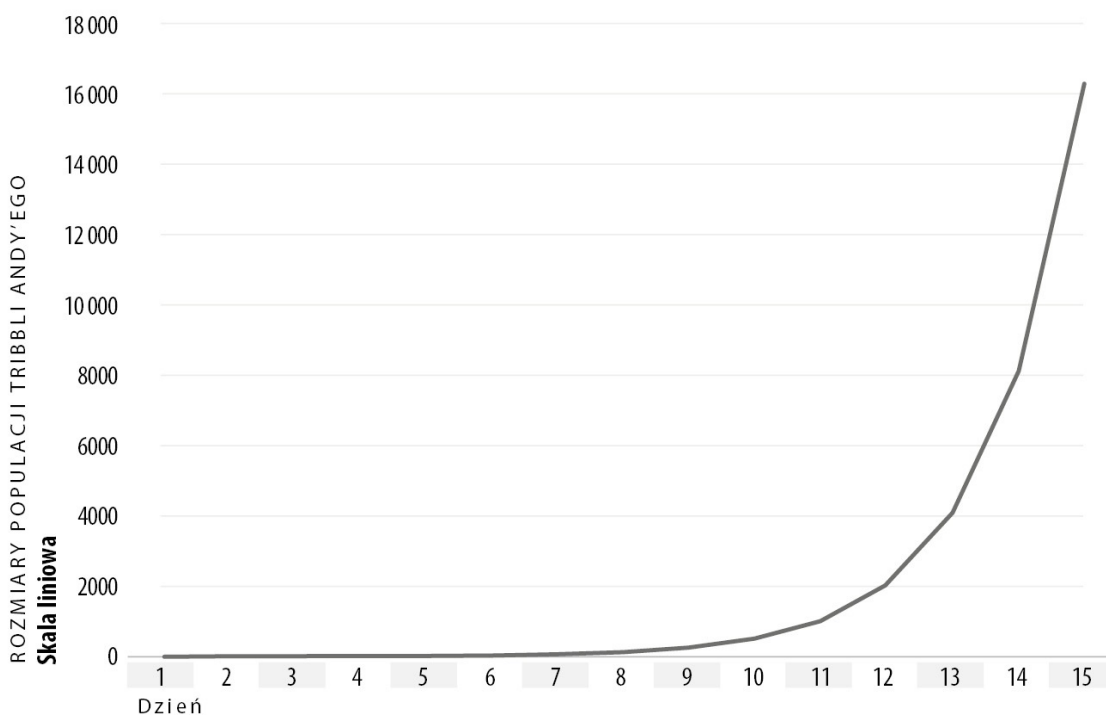
Z uwagi na ciągle zmiany zachodzące w branży prawo Moore'a można zaliczyć do głównych zjawisk epoki komputerowej. Można je uznać za stały rytm, który pobrzmiwa w jej gospodarczym tle.

---

## STAŁE PODWAJANIE NA WYKRESIE

Po pewnym czasie każde kolejne zwielokrotnienie wartości powoduje otrzymanie liczby, która przyćmiewa wszystkie poprzednie – w obliczu której wszystkie poprzednie po prostu tracą na znaczeniu. Wyjaśnimy to na przykładzie czysto hipotetycznym.

Wyobraźmy sobie, że Erik powierza opiece Andy'ego tribble'a, czyli włochate stworzonko z jednego z odcinków serialu *Star Trek*. Tribble ma niesamowite zdolności reprodukcyjne, to znaczy każdego dnia rodzi kolejne stworzenie. W związku z powyższym liczebność menażerii Andy'ego każdego dnia się podwaja. Mądrała by powiedział, że rodzina tribbli powiększa się w tempie *wykładniczym*. Nawiązywałby tym samym do matematycznego wzoru opisującego liczebność populacji tribbli w dniu  $x$  jako  $2^{x-1}$ . Element  $x-1$  to wykładnik. Taki wzrost wykładniczy przebiega w bardzo szybkim tempie i po dwóch tygodniach Andy miałby już ponad szesnaście tysięcy stworzonek. Poniższy wykres opisuje powiększanie się rodziny tribbli wraz z upływem czasu.



Rysunek 3.1. Tribble w czasie – potęga ciągłego podwajania

Powyższy wykres precyzyjnie odzwierciedla rzeczywistość, choć może wprowadzić odbiorcę w poważny błąd. Na pierwszy rzut oka wydaje się bowiem, że najważniejsze wydarzenia rozegrały się w ciągu kilku ostatnich dni omawianego okresu i że w pierwszym tygodniu niewiele się działo. Tymczasem przez cały czas obserwowaliśmy

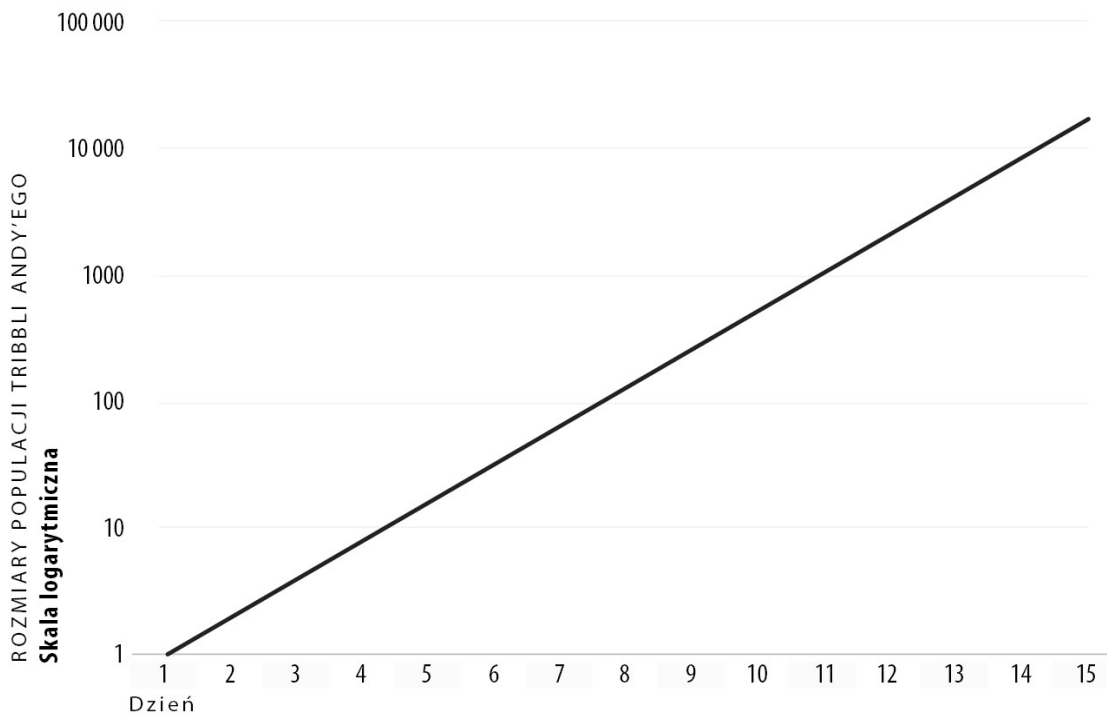
dokładnie to samo zjawisko podwajania się liczebności tribbli. Przebiegało ono stale w tym samym tempie i bez zakłóceń. Stały wzrost wykładniczy to niezwykle interesujący aspekt tego „prezentu”, który Erik podarował Andy’emu. Aby to lepiej zrozumieć, musielibyśmy zmienić odstęp między wartościami opisującymi liczebność populacji.

Na prezentowanym wcześniej wykresie zastosowaliśmy standardowe odstęp liniowe, każdy punkt podziału na osi pionowej odzwierciedlał kolejne dwa tysiące tribbli. Rozwiązanie takie w wielu przypadkach się sprawdza, nie najlepiej jednak obrazuje istotę wzrostu wykładniczego. Aby lepiej ją ukazać, zastosujemy więc skalę logarytmiczną, w której każdy kolejny punkt na osi poziomej sugerować będzie dziesięciokrotny wzrost liczby tribbli: z jednego do dziesięciu, z dziesięciu do stu, ze stu do tysiąca i tak dalej. Innymi słowy na osi pionowej umieścimy kolejne potęgi dziesiątki.

Wykres logarytmiczny ma pewną wspaniałą właściwość, a mianowicie pozwala ukazać wzrost wykładniczy jako idealnie prostą linię. W tym przypadku przyrost populacji tribbli Andy’ego prezentowałyby się tak jak na rysunku 3.2.

Takie ujęcie kładzie większy nacisk na stałość procesu podwajania w czasie, mniej zaś uwypukla ostateczną liczbę stworzonek. Właśnie z tego powodu do opisu procesu podwajania oraz innych zjawisk charakteryzujących się postępowym wykładniczym często używa się właśnie skali logarytmicznej. Na takim wykresie pojawia się prosta linia, a tempo procesu łatwiej jest ocenić. Im większy jest wykładnik, tym szybciej przebiega wzrost i tym większe jest nachylenie prostej.





Rysunek 3.2. Tribble w czasie – potęga ciągłego podwajania

## BIEDNIEJĄCY CESARZE, WYNAŁAZCY BEZ GŁÓW I DRUGA POŁOWA SZACHOWNICY

Nasz mózg nie najlepiej sobie radzi ze zrozumieniem koncepcji wzrostu wykładniczego. W szczególności na ogół nie potrafimy sobie wyobrazić, jak znacząco poszczególne wartości będą faktycznie rosły.

Aby to lepiej wyjaśnić, wynalazca i futurysta Ray Kurzweil przytacza pewną starą historię. Otóż gra w szachy narodziła się w dzisiejszych Indiach w VI wieku naszej ery, w okresie panowania dynastii Guptów[66]. Legenda głosi, że szachy wymyślił pewien bardzo mądry człowiek. Wybrał się on w podróż do stołecznej Pataliputry, by tam zaprezentować swoje dzieło cesarzowi. Stopień trudności i piękno gry tak bardzo urzekły władcę, że postanowił nagrodzić jej twórcę nagrodą, którą ten sam dla siebie wymyśli.

Wynalazca podziękował cesarzowi za szczodrość i powiedział: „Chciałbym tylko dostać trochę ryżu, żeby wyżywić rodzinę”. Zafascynowany nową grą cesarz, pragnął hojnie wynagrodzić jej twórcę, więc zgodził się na zaproponowany przez niego system. Wynalazca zaproponował, aby do ustalenia należnej ilości ryżu wykorzystać

stworzoną przez niego planszę. „Umieśmy jedno ziarno ryżu na pierwszym kwadracie pola, dwa na drugim, cztery na trzecim i tak dalej – zaproponował twórca gry – tak aby na każdym kolejnym kwadracie znajdowało się dwukrotnie więcej ryżu niż na poprzednim”.

„Niech tak będzie”, odparł cesarz, zdumiony rzekomą powściągliwością wynalazcy.

Prawo Moore’a i nasze wcześniejsze rozważania dotyczące tribli powinny nas doprowadzić do wniosku, którego cesarz nie zdołał wyciągnąć – a mianowicie że sześćdziesięciokrotne podwojenie liczby prowadzi do uzyskania astronomicznie wysokiej wartości, nawet jeśli zaczyna się zaledwie od jedności. Gdyby prośba wynalazcy została faktycznie spełniona, na ostatnim polu znalazłoby się  $264 - 1$ , czyli osiemnaście trylionów ziaren ryżu. Powstały w ten sposób stosik, przy którym Mount Everest wydałby się malutki. W całej historii świata nie udało się wyprodukować tyle ryżu. Oczywiście cesarz nie mógł spełnić tej prośby. W niektórych wersjach historii wynalazca płaci głową za swój pomysł.

Kurzweil przytacza historię wynalazcy i cesarza w swojej książce *The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence* z 2000 roku. Przedstawia w niej potęgę postępu wykładniczego i stara się zwrócić uwagę czytelnika na fakt, że w pewnym momencie te wielkie liczby zaczynają przekraczać granice ludzkiej wyobraźni:

Po podniesieniu liczby do kwadratu trzydziestodwukrotnie cesarz przekazał wynalazcy około 4 miliardów ziarenek ryżu. To jeszcze ilość, którą można sobie wyobrazić – tyle zbiera się z jednego dużego pola. W tym momencie cesarz poważnie zainteresował się całą sprawą.

Mimo wszystko władca mógł zachować swoją władzę, a wynalazca – głowę. Dopiero po wejściu na drugą połowę szachownicy co najmniej jeden z nich popadł w tarapaty[\[67\]](#).

Istota spostrzeżenia Kurzweila zasadza się na tym, że chociaż liczby na pierwszej połowie szachownicy bardzo szybko rosną, to ciągle jeszcze dają się przełożyć na rzeczywistość. Cztery miliardy to wartość, która wielu osobom wydaje się choćby intuicyjnie do pojęcia. Z taką liczbą mamy do czynienia przy zbiorach, przy ocenie majątku najbogatszych ludzi świata, wreszcie przy szacowaniu poziomu długu publicznego. Na drugiej połowie szachownicy liczby idą już jednak w biliony, biliardy

i tryliony, a wtedy zaczynają się wymykać naszej wyobraźni. Przystajemy też nadążać za tym, jak szybko te liczby rosną w ramach postępu wykładniczego.

Dokonany przez Kurzweila podział na pierwszą i drugą połowę szachownicy zainspirował nas do poczynienia pewnych obliczeń.

U.S. Bureau of Economic Analysis (BEA) śledzi między innymi wydatki amerykańskich firm. „Technologie informacyjne” po raz pierwszy pojawiły się w zestawieniu biura jako odrębna kategoria inwestycji korporacyjnych w 1958 roku. Ten rok przyjęliśmy jako punkt zero obowiązywania prawa Moore’a w świecie biznesu. Przyjęliśmy również, że podwojenie następuje co osiemnaście miesięcy. Po wykonaniu trzydziestu dwóch mnożeń, amerykańskie firmy weszły na drugą połowę szachownicy pod hasłem „zastosowanie sprzętu cyfrowego”. Stało się to w 2006 roku.

Oczywiście wykonywaliśmy te obliczenia wyłącznie dla rozrywki, bynajmniej nie w celu wskazania konkretnego momentu, w którym świat korporacyjnej komputeryzacji wkroczył w jakąś nową rzeczywistość. Nasze założenia – dotyczące wyznaczenia roku 1958 jako punktu wyjścia oraz przyjęcia osiemnastomiesięcznego okresu podwajania – można by łatwo podważyć, a zmiana każdego z tych elementów skutkowałaby przeniesieniem w czasie przełomowego punktu przekroczenia połowy szachownicy. Poza tym technologowie biznesu tworzyli innowacje nie tylko po przekroczeniu tego punktu. Jak powiemy sobie nieco dalej, dzisiejsze i jutrzejsze przełomy odwołują się do tych z przeszłości i bez nich w ogóle by nie zaistniały.

Obliczenia te przedstawiamy jedynie po to, aby zwrócić uwagę na pewien ważny fakt – a mianowicie na to, że wzrost wykładniczy skutkuje powstaniem oszałamiająco ogromnych liczb, wykraczających poza granice naszej intuicji i doświadczenia. Innymi słowy, na drugiej połowie szachownicy robi się dziwnie. Podobnie jak ten legendarny cesarz, większość z nas ma kłopot, żeby za tym nadążyć.

Cechą wyróżniającą drugą epokę technologiczną jest tempo, w jakim możemy się znaleźć na tej drugiej połowie szachownicy. Bynajmniej nie stawiamy tezy, że żadna inna technologia nie rozwijała się wcześniej w tempie wykładniczym. Gwoli ścisłości należałoby wręcz stwierdzić, że po jednorazowym ulepszeniu silnika parowego w związku z zastosowaniem wynalazków Watta nastąpił okres wprowadzania kolejnych udoskonaleń, dzięki którym przez kolejnych dwieście lat dało się zaobserwować postęp o charakterze wykładniczym – w tym

przypadku chodziło jednak o względnie małe wykładniki, w związku z czym w omawianym okresie można mówić o co najwyżej trzykrotnym bądź czterokrotnym podwojeniu możliwości[68]. W tym tempie wejście na drugą połowę szachownicy zajęłoby całe tysiąclecie. Tymczasem w drugiej epoce technologicznej podwajanie następuje znacznie szybciej, a wzrost wykładniczy zarysowuje się znacznie wyraźniej.

## TECHNOLOGIE DRUGIEJ POŁOWY

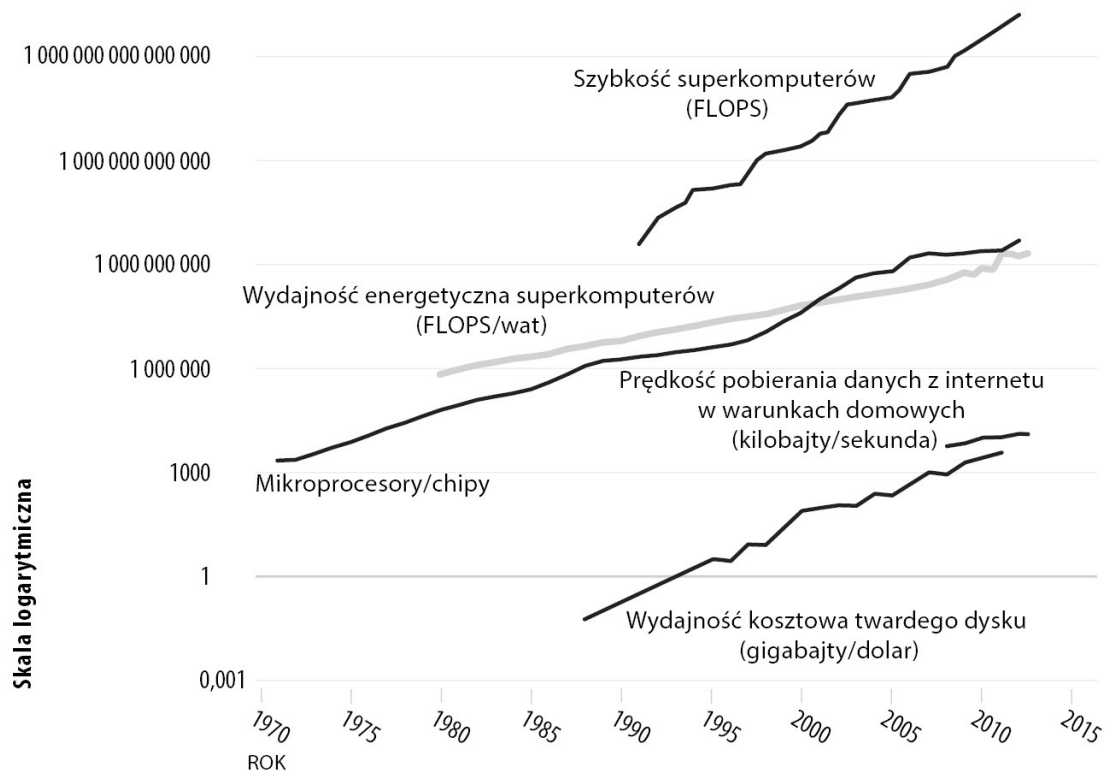
---

Szybkie mnożenie przez dwa pomaga nam też zrozumieć, dlaczego postęp cyfrowych technologii zdaje się dziś przyspieszać i dlaczego coraz częściej obserwujemy, jak technologie rodem z science fiction stają się elementem biznesowej rzeczywistości. Wszystko dlatego, że stały i szybki wzrost wykładniczy przewidywany w prawie Moore'a osiągnął w końcu poziom, na którym obowiązują nieco inne zasady prowadzenia obliczeń. Znaleźliśmy się oto na drugiej połowie szachownicy. Innowacje opisywane w poprzednim rozdziale – automatyczny samochód, który porusza się w ruchu ulicznym, komputer zdolny pokonać mistrzów teleturnieju *Jeopardy!*, materiały prasowe generowane przez aplikacje, uczące się roboty do zastosowań w przemyśle wytwórczym czy niedrogie urządzenia osobiste, które łączą w sobie zalety narzędzi komunikacyjnych, tricorderów oraz komputerów – wszystko to pojawiło się po 2006 roku, podobnie zresztą jak niezliczone inne cuda, które wcześniej wydawały się zupełnie nie do pomyślenia.

To wszystko pojawia się właśnie teraz między innymi dlatego, że cyfrowy sprzęt warunkujący ich funkcjonowanie wreszcie stał się dostatecznie szybki i tani. Dziesięć lat temu rzeczywistość wyglądała zgoła inaczej. Jak zatem przedstawia się postęp cyfrowy na skali logarytmicznej? Spójrzmy na rysunek 3.3.

Ten wykres pokazuje, że prawo Moore'a jest jednocześnie spójne i wielowymiarowe. Obowiązuje od długiego czasu (w niektórych przypadkach od kilku dziesięcioleci) i znajduje zastosowanie w odniesieniu do różnych procesów cyfrowych. Patrząc na ten wykres, należy mieć na uwadze, że w przypadku zastosowania standardowej liniowej skali na osi pionowej wszystkie te mniej więcej proste linie przedstawiałyby się tak jak na pierwszym wykresie opisującym rozwój

populacji tribbli Andy’ego – pozostawałyby w znacznej części poziome, a potem, pod koniec skali, nagle mocno wystrzeliłyby do góry, niemal do pionu. W takim przypadku wszystkich tych wartości nie dałoby się nanieść na jeden wykres, za bardzo by się od siebie różniły. Skala logarytmiczna pozwala wyeliminować te problemy i przedstawić jasny ogólny obraz postępów w rozwoju sprzętu cyfrowego.



Rysunek 3.3. Wielowymiarowa analiza prawa Moore’a

Nie ulega wątpliwości, że wiele zasadniczo istotnych składników rozwoju komputerów (takich jak choćby gęstość rozmieszczenia mikrochipów, szybkość przetwarzania danych, pojemność dysków, efektywność energetyczna, prędkość pobierania danych i tym podobne) od dłuższego czasu rozwija się w tempie wykładniczym.

Aby jednak zrozumieć oddziaływanie prawa Moore’a na naszą codzienną rzeczywistość, spróbujmy porównać możliwości komputerów, które dzieli zaledwie kilka okresów podwajania.

ASCI Red to pierwszy produkt amerykańskiej rządowej Accelerated Strategic Computing Initiative, który w momencie swojego powstania w 1996 roku był najszybszym superkomputerem świata. Prace nad maszyną pochłonęły 55 milionów dolarów, a ona sama mieściła się w stu szafach, które zajmowały łącznie blisko 150 metrów

kwadratowych powierzchni (80 procent boiska tenisowego) w Sandia National Laboratories w Nowym Meksyku[69]. Maszyna powstała z myślą o wykonywaniu zadań wymagających bardzo rozbudowanych obliczeń, takich jak symulacje testów jądrowych. W standardowym teście szybkości jako pierwsza osiągnęła wynik powyżej jednego teraflopa (biliona operacji zmiennoprzecinkowych[70] na sekundę). Przy takim tempie wykonywania obliczeń zużywała 800 kilowatów na godzinę, co można by porównać do zużycia energii ośmiuset gospodarstw domowych. Do 1997 roku ASCI Red zdołał osiągnąć wynik 1,8 teraflopa.

Dziewięć lat później wynik ten powtórzył inny komputer. Maszyna ta nie powstała jednak po to, aby symulować wybuchy jądrowe. Miała raczej przedstawiać te i inne zjawiska w formie graficznej, w sposób w pełni realistyczny, w czasie rzeczywistym i w całej ich trójwymiarowej chwale. Nie stworzono jej z myślą o fizykach, lecz o użytkownikach gier wideo. Chodzi o... Sony PlayStation 3. Choć ta konsola dorównała ASCI Red pod względem możliwości, kosztowała zaledwie około 500 dolarów, zajmowała jedną dziesiątą metra kwadratowego i pobierała zaledwie 200 watów energii[71]. Za sprawą postępu cyfrowego w ciągu niespełna dziesięciu lat moc obliczeniowa na poziomie teraflopa przekroczyła granice pojedynczego rządowego laboratorium i wkroczyła pod strzechy, do salonów i akademików całego świata. Konsola PlayStation 3 sprzedała się w około 64 milionach egzemplarzy. ASCI Red został wycofany z użycia w 2006 roku.

Wiele spośród dokonań opisywanych w poprzednim rozdziale zaistniało właśnie dzięki temu, że postęp cyfrowy następuje w tempie wykładniczym. Watson stworzony przez firmę IBM korzysta z całej masy różnych algorytmów, nie mógłby jednak stanąć do rywalizacji z człowiekiem, gdyby nie powstał sprzęt stukrotnie potężniejszy niż ten, na którym działał Deep Blue, jego szachowy poprzednik, który zatriumfował nad Garrim Kasparowem w rozgrywce z 1997 roku. Aplikacje do rozpoznawania głosu, choćby Siri, wymagają dużej mocy obliczeniowej. Odpowiednie możliwości zapewniło więc dopiero powstanie urządzeń mobilnych takich jak iPhone 4S firmy Apple (pierwszy, na którym Siri została zainstalowana). Warto nadmienić, że iPhone 4S pod względem mocy obliczeniowej dorównywał laptopowi Powerbook G4 (również firmy Apple), który dziesięć lat wcześniej zaliczał się do topowych modeli tego typu urządzeń. Losy wszystkich takich innowacji potwierdzają, że na drugiej połowie szachownicy

technologia pędzi do przodu z szaleńczym, wykładniczym przyspieszeniem, dzięki czemu niedysyjsze science fiction przenosi się do sfery rzeczywistości.

## NIE TYLKO KOMPUTERY – POSZERZANIE ZAKRESU ZASTOSOWANIA PRAWA MOORE’A

---

Inne porównanie komputerów różnych generacji każe nam zwrócić uwagę na fakt, że prawo Moore’a nie tylko nadal obowiązuje, ale też dotyczy wielu różnych zjawisk. Podobne zestawienie prędkości obliczeniowej jak w przypadku ASCII Red i PlayStation 3 można wykonać w przypadku superkomputera Cray-2 (stworzonego w 1985 roku) oraz tabletu iPad 2 (który miał premierę w 2011 roku). Należy podkreślić, że iPad został dodatkowo wyposażony w głośnik, mikrofon i gniazdo do podłączenia słuchawek. Miał ponadto dwie kamery – z przodu urządzenie zapewniające jakość VGA (Video Graphic Array), z tyłu zaś aparat zdolny do nagrywania filmów w wysokiej rozdzielczości. Tablet wykonywał również normalne, statyczne zdjęcia, a kamera z tyłu miała pięciokrotny zoom cyfrowy. W iPadzie zainstalowano odbiorniki, dzięki którym użytkownik mógł się łączyć z bezprzewodowymi sieciami telefonicznymi i Wi-Fi. Miał również odbiornik GPS, kompas cyfrowy, akcelerometr, żyroskop oraz czujnik światła. Nie miał natomiast wbudowanej klawiatury, tę bowiem zastąpiono ekranem dotykowym o wysokiej rozdzielności zdolnym jednocześnie odczytywać do jedenastu punktów dotyku[72]. Wszystko to mieściło się w urządzeniu, które kosztowało niespełna tysiąc dolarów, a przy tym było mniejsze, cieńsze i lżejsze niż egzemplarz przeciętnego czasopisma. Komputer Cray-2 kosztował ponad 35 milionów dolarów (w dolarach z 2011 roku), a poza tym w porównaniu z iPadem był głuchy, głupi i nieruchomy[73].

Firma Apple mogła wyposażyć iPada 2 w te wszystkie funkcjonalności dzięki istotnej zmianie, która dokonała się w ostatnich dekadach. Chodzi mianowicie o to, że miejsce czujników analogowych – mikrofonów, aparatów czy akcelerometrów – zajęły urządzenia cyfrowe, czyli najogólniej rzecz ujmując, chipy komputerowe. Te zaś podlegają prawidłowościom rozwoju wykładniczego opisywanym przez prawo Moore’a.

Cyfrowy sprzęt do nagrywania dźwięku wykorzystywano już w latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia, a inżynier pracujący w firmie

Eastman Kodak stworzył pierwszą współczesną kamerę cyfrową w 1975 roku[74]. Te pierwsze urządzenia były drogie i raczej toporne, ich jakość szybko się jednak poprawiała przy jednoczesnym spadku cen. Pierwsza cyfrowa lustrzanka jednoobiektywowa, model DCS 100, kosztowała w chwili swojej premiery w 1991 roku około 13 tysięcy dolarów. Zapewniała użytkownikowi maksymalną rozdzielczość na poziomie 1,3 megapiksela i zapisywała obrazy na osobnym twardym dysku, który ważył cztery i pół kilograma i który fotograf musiał nosić na plecach. Liczba pikseli dostępnych za jednego dolara podwajała się jednak z każdym rokiem (zjawisko to określa się mianem prawa Hendy’ego, na cześć australijskiego pracownika firmy Kodak Barry’ego Hendy’ego, który je udokumentował), a sprzęt niezbędny do obsługi aparatu cyfrowego stawał się z czasem coraz mniejszy, lżejszy, tańszy i lepszy[75]. To właśnie dzięki kumulacji udoskonaleń czujników cyfrowych dwadzieścia lat po premierze DCS 100 firma Apple zdołała zainstalować w iPadzie 2 dwa małe aparaty umożliwiające nie tylko robienie zdjęć, ale również kręcenie filmów. Rok później pojawił się nowy iPad. Jego tylna kamera miała ponad siedmiokrotnie większą rozdzielczość.

## OCZY MASZYNY

---

Prawo Moore’a obejmuje z czasem nie tylko procesory, ale również pamięć komputerową, czujniki oraz liczne inne składniki sprzętu komputerowego (co ciekawe, nie dotyczy ono baterii, których możliwości nie rosną w tempie wykładniczym – a to z uwagi na to, że baterie to w istocie urządzenia chemiczne, a nie cyfrowe). Zgodnie z jego założeniami urządzenia te stają się nie tylko szybsze, tańsze, mniejsze i lżejsze, ale również zyskują możliwości, które jeszcze niedawno wydawałyby się nie do pomyślenia.

Badacze zajmujący się sztuczną inteligencją z niesłabnącą fascynacją (żeby nie powiedzieć: obsesją) podchodzą do kwestii jednoczesnej lokalizacji i nanoszenia danych na mapę. Proces ten określają mianem SLAM (od *simultaneous localization and mapping* – przyp. red.). SLAM polega na tworzeniu mapy nieznanego budynku w trakcie poruszania się po nim. Gdzie się znajdują drzwi? Gdzie są schody? O co można się potknąć? Jednocześnie proces ten zakłada monitorowanie własnej pozycji, aby dało się wrócić na niższe piętro i opuścić budynek



frontowymi drzwiami. Zdecydowana większość ludzi realizuje ten proces niemal bez udziału świadomości. Wyposażenie maszyn w tę umiejętność okazało się jednak ogromnym wyzwaniem.

Badacze od dawna się zastanawiali, w jakie czujniki należałoby wyposażać roboty (w kamery?, w lasery?, w sonar?) i jak interpretować ogrom pozyskanych w ten sposób danych. Prace szły im jednak powoli. W 2008 roku w jednym z raportów na ten temat napisano, że SLAM „stanowi jedno z fundamentalnych wyzwań robotyki (...), [ale] można odnieść wrażenie, że właściwie żadna ze współcześnie stosowanych metod nie pozwala uzyskiwać spójnych map dużych obszarów, co ma głównie związek ze wzrostem kosztów mocy obliczeniowej oraz czynnikiem niepewności, który w przypadku bardziej rozbudowanych scenariuszy przybiera charakter zaporowy”[\[76\]](#). Najogólniej rzecz ujmując, rozpoznanie rozległego obszaru i przetworzenie wszystkich uzyskanych w ten sposób danych stanowiło poważny problem, który powstrzymywał realne postępy w dziedzinie SLAM... Przynajmniej do momentu, gdy dwa lata po publikacji powyższego stwierdzenia pojawił się sprzęt do gier wideo dostępny za cenę 150 dolarów.

W listopadzie 2010 roku Microsoft wprowadził na rynek czujnik Kinect stanowiący dodatek do platformy Xbox. Kinect monitorował aktywność dwóch graczy, analizując ruchy do dwudziestu stawów każdego z nich. Jeśli jeden z graczy znajdował się przed drugim, urządzenie starało się wysnuć pewne przypuszczenie dotyczące zasłoniętych części ciała, a następnie bez trudu wychwytywało na nowo aktywność stawów, gdy te pojawiły się w jego polu widzenia. Kinect rozpoznawał również twarze, głosy i gesty – przy różnym oświetleniu i natężeniu dźwięków. To wszystko stało się możliwe dzięki zastosowaniu cyfrowych czujników, między innymi siatki mikrofonów (które wychwytywały źródło dźwięku skuteczniej, niż zrobiłby to pojedynczy mikrofon), standardowej kamery wideo oraz systemu głębokiej percepcji, który jednocześnie wydzieliał i wykrywał światło podczerwone. Dzięki zastosowaniu kilku procesorów oraz skomplikowanego, autorskiego oprogramowania dane pozyskane z tych czujników udaje się przełożyć na informacje przydatne z punktu widzenia projektanta gry[\[77\]](#). W chwili premiery produktu wszystkie te funkcjonalności mieściły się w urządzeniu o wymiarach 10 na 30 centymetrów, dostępnym w detalu za 149,99 dolara.

W ciągu sześćdziesięciu dni od premiery klienci kupili ponad osiem milionów Kinectów (produkt sprzedał się zatem lepiej niż iPhone czy

iPad). Obecnie to właśnie do niego należy rekord Guinnessa, jeśli chodzi o najszybciej rozchodzące się konsumenckie urządzenie elektroniczne wszech czasów[78]. Początkowo użytkownicy Kinecta mogli za jego pośrednictwem grać w rzutki, ćwiczyć i awanturować się na ulicach. Mogli również rzucać czary niczym Harry Potter[79]. To bynajmniej nie wyczerpywało jeszcze możliwości tego systemu. W sierpniu 2011 roku na konferencji SIGGRAPH (skrót od: *Association of Computing Machinery's Special Interest Group on Graphics and Interactive Techniques*) organizowanej w Vancouver zespół złożony z pracowników firmy Microsoft oraz naukowców wykorzystał Kinecta, aby rozprawić się z wieloletnim wyzwaniem w dziedzinie SLAM.

SIGGRAPH to największe i najbardziej prestiżowe spotkanie członków społeczności badaczy i praktyków grafiki cyfrowej. Biorą w nim udział naukowcy, projektanci gier, dziennikarze i przedsiębiorcy, a także większość innych ludzi zainteresowanych tą tematyką. Nie bez powodu więc to właśnie na tym forum firma Microsoft postanowiła przedstawić coś, co strona internetowa Creators Project określiła jako „self-hack”, za sprawą którego wszystko może się zmienić[80]. Projekt o nazwie KinectFusion miał na celu wykorzystanie Kinecta do rozwiązania problemu SLAM.

W materiale wideo zaprezentowanym podczas konferencji SIGGRAPH 2011 człowiek chwyta w dłonie Kinecta i nakierowuje urządzenie na typowe biuro, w którym znajdują się krzesło, roślina doniczkowa, komputer stacjonarny oraz monitor[81]. W tym momencie ekran ulega podziałowi na kilka części, na których możemy obserwować wrażenie odbierane przez urządzenie. Od razu staje się jasne, że nawet jeśli Kinect nie jest w stanie całkowicie rozwiązać problemu SLAM w warunkach tego pomieszczenia, to niewątpliwie niewiele mu do osiągnięcia tego celu brakuje. W czasie rzeczywistym urządzenie tworzy trójwymiarową mapę przestrzeni i wszystkich obiektów, które się w niej znajdują (w tym pracujących ludzi). Rozpoznaje napis DELL umieszczony na plastikowej obudowie monitora, mimo że litery nie wyróżniają się kolorem i wystają zaledwie milimetr ponad powierzchnię materiału. Kinect na bieżąco śledzi swoje położenie w pomieszczeniu, potrafi nawet przewidzieć, jak zachowałyby się piłeczki pingpongowe wrzucone do tej przestrzeni. Jak to zostało ujęte we wpisie na blogu technologicznym Engadget po zakończeniu konferencji, „Kinect przeniósł rejestrowanie trójwymiarowych bodźców do mainstreamu, dzięki czemu naukowcy mogą korzystać z zupełnie normalnego produktu i szaleć do woli”[82].

W czerwcu 2011 roku, na krótko przed rozpoczęciem konferencji SIGGRAPH, Microsoft udostępnił zestaw narzędzi programistycznych (SDK - *software development kit*) Kinecta, aby twórcy aplikacji mogli rozpocząć prace nad oprogramowaniem komputerowym do obsługi różnych zastosowań tego urządzenia. Po konferencji zainteresowanie zastosowaniem Kinecta do rozwiązania problemu SLAM znacznie wzrosło. Wiele zespołów zajmujących się robotyką oraz sztuczną inteligencją pobrało SDK i przystąpiło do pracy.

W ciągu niespełna roku grupa irlandzkich i amerykańskich naukowców pod kierunkiem naszego kolegi Johna Leonarda z Laboratorium Nauk Komputerowych oraz Sztucznej Inteligencji MIT poinformowała o powstaniu Kintinuous, czyli „poszerzonej przestrzenie” wersji KinectFusion. Kintinuous umożliwia użytkownikom zastosowanie Kinecta to badania dużych przestrzeni wewnętrznych, takich jak bloki mieszkalne, a nawet otoczenia zewnętrznego (taki skan został sporządzony, gdy podczas nocnej przejażdżki samochodem członkowie zespołu wystawiali urządzenie przez okno samochodu). W końcowej części artykułu opisującego ich pracę naukowcy zajmujący się projektem Kintinuous napisali: „W przyszłości rozwiniemy ten system w celu uzyskania pełnej wersji SLAM”[\[83\]](#). Naszym zdaniem informacji o sukcesach w tym zakresie należy się spodziewać już niebawem. W rękach zdolnych technologów wykładnicza potęga prawa Moore’a prędzej czy później otworzy drogę do rozwiązania nawet najtrudniejszego problemu.

Tanie i potężne czynniki cyfrowe odegrały zasadniczą rolę w postaniu niektórych z technologii rodem z science fiction, opisywanych w poprzednim rozdziale. Robot Baxter ma kilka kamer cyfrowych oraz cały zestaw różnych czujników siły i pozycji. Jeszcze niedawno takie urządzenie byłoby zaporowo drogie, niezdarne i nieprecyzyjne. Bezobsługowy samochód Google wykorzystuje kilka technologii odbioru informacji, rolę najważniejszego „oka” pełni jednak w jego wypadku cyklopi LIDAR (słowo powstało z połączenia wyrazów „Light”, czyli światło, oraz „raDAR”) zamontowany na dachu. Urządzenie produkowane przez Velodyne składa się z sześćdziesięciu czterech odrębnych laserów i tuzin czujników. Całość zamontowana jest w skrzynce, która obraca się z szybkością dziesięć razy na sekundę. W ciągu sekundy LIDAR pozyskuje 1,3 miliona informacji, które następnie komputer zamontowany w samochodzie przetwarza na trójwymiarowy obraz przedstawiający w czasie rzeczywistym wszystko

to, co się dzieje w odległości stu metrów w każdym kierunku od pojazdu. Wczesne komercyjne wersje systemu LIDAR dostępne w okolicach 2000 roku kosztowały nawet do 35 milionów dolarów. Tymczasem w połowie 2013 roku Velodyne sprzedaje swoje urządzenia do bezobsługowych samochodów po mniej więcej 80 tysięcy dolarów (kwota ta prawdopodobnie jeszcze znacznie spadnie w przyszłości). David Hall, założyciel i dyrektor generalny firmy, szacuje, że w związku z podjęciem masowej produkcji cena jego urządzenia „spadnie do poziomu porównywalnego z aparatem – do kilkuset dolarów” [84].

Wszystkie te przykłady stanowią ilustrację dla pierwszego z trzech elementów proponowanego przez nas wyjaśnienia przyczyn nastania nowej epoki technologicznej. Stopniowy wzrost wykładniczy wprowadził nas oto na drugą połowę szachownicy. Wkroczyliśmy w fazę, w której przeszłość przestaje być dobrym wyznacznikiem przyszłości. Na skutek dotychczasowych podwojeń wynikających z prawa Moore’a, a także w związku z tym, że kolejne podwojenia dopiero nas czekają, na naszych oczach powstaje świat, w którym za kilka lat w zabawkach będzie się montować urządzenia o mocy superkomputerów, w którym dzięki spadającej cenie czujników problemy dotychczas klasyfikowane jako nie do przewyciężenia nagle zostaną rozwiązane tanim kosztem i w którym science fiction coraz częściej przenikać będzie naszą rzeczywistość.

Czasami na skutek zmiany ilościowej (innymi słowy: gdy pojawia się więcej tego samego) dokonuje się również zmiana jakościowa (innymi słowy: powstaje coś innego). Opowieść o drugiej połowie szachownicy każe nam zwrócić uwagę na fakt, że rozwój wykładniczy może nas w pewnym momencie doprowadzić w zupełnie zadziwiające miejsca. Liczne przykłady z ostatnich lat każą nam sądzić, że już do tych niezwykłych miejsc dotarliśmy.

## ROZDZIAŁ 4.

# CYFRYZACJA NIEMAL WSZYSTKIEGO

*Gdy coś można zmierzyć i wyrazić za pomocą liczb,  
zyskuje się na temat tego czegoś pewną wiedzę.  
Jeśli nie można tego wyrazić za pomocą liczb,  
wiedza ta jest wątpliwa i niezadowolająca.*

– lord Kelvin

„HEJ, A SŁYSZAŁEŚ O...?”, „Koniecznie musisz to zobaczyć...” Tego typu pytania i sugestie stanowią element naszego codziennego życia. Właśnie za ich pośrednictwem dowiadujemy się nowych rzeczy od przyjaciół, rodziny czy kolegów z pracy. Za ich pośrednictwem przekazujemy też innym informacje na temat przeróżnych interesujących zdarzeń, które nas spotkały. Dawniej tego typu zdania zawierały nazwę zespołu, restauracji, jakiegoś miejsca wartego odwiedzenia, programu telewizyjnego, książki czy filmu. W erze cyfrowej dotyczą często strony internetowej bądź gadżetu, a ostatnio coraz częściej również aplikacji na smartfony. Dwie główne platformy technologiczne obecne na tym rynku – czyli Apple iOS oraz Android firmy Google – obsługują ponad pięćset tysięcy aplikacji[85]. Każdy z nas może zajrzeć na jedną z wielu list typu „Top 10” albo „Najlepsze”, aby wyłować z tego gąszczy szczególnie godne uwagi programy. Mimo to tradycyjna poczta pantoflowa nadal odgrywa bardzo istotną rolę.

Nie tak dawno temu tego rodzaju wskazówki udzielił Matt Beane, doktorant ze Sloan School of Management przy MIT oraz członek naszego zespołu Digital Frontier. „Musicie obczaić Waze. Niesamowita rzecz”. Nasz entuzjazm nieco opadł, gdy się dowiedzieliśmy, że chodzi o aplikację GPS, która pomaga wytyczyć trasę dojazdu. Nasze samochody zostały wyposażone w system nawigacji satelitarnej, mogliśmy też skorzystać z mapy zainstalowanej na iPhone. Nie bardzo potrafiliśmy dostrzec potrzebę zapoznawania się z kolejną technologią typu „jak dotrzeć do celu”.

Matt wyjaśnił nam cierpliwie, że Waze ma się do tradycyjnych rozwiązań tak jak ducati do wozu zaprzęzonego w woły podczas wyścigu. W przeciwieństwie do tradycyjnej nawigacji GPS Waze nie ogranicza się do wskazania ogólnie najlepszej drogi do wyznaczonego celu. Wskazuje bowiem drogę najlepszą *w danym momencie*. Na stronie internetowej firmy czytamy następujące wyjaśnienie:

Pomysł stworzenia Waze narodził się wiele lat temu, kiedy Ehud Shabtai (...) otrzymał urządzenie PDA z zewnętrznym odbiornikiem GPS i preinstalowanym oprogramowaniem nawigacyjnym. Ehud początkowo się cieszył, potem jednak odczuwał oraz większe rozczarowanie, produkt bowiem nie radził sobie z odzwierciedlaniem dynamicznych zmian charakterystycznych dla rzeczywistych warunków panujących na drodze (...).

Ehud wziął sprawy w swoje ręce. (...) Jaki postawił sobie cel?

Stworzyć precyzyjne odzwierciedlenie systemu drogowego, natężenia ruchu oraz wszelkich innych czynników istotnych dla kierowcy w danym momencie[86].

Użytkownicy tradycyjnego systemu GPS doskonale rozumieją przyczyny frustracji Shabtaiego. Dzięki sieci złożonej z dwudziestu czterech geosynchronicznych satelitów GPS stworzonych i utrzymywanych przez amerykański rząd faktycznie mogli poznać swoją dokładną lokalizację. Znali również drogi – wiedzieli, które z nich to autostrady, po których można się poruszać tylko w jednym kierunku i tak dalej. Na tym jednak zalety tego rozwiązania się kończyły. Tradycyjny system nie dostarczał im informacji, które mają dla kierowcy praktyczne znaczenie – nie informował o korkach, wypadkach, zamknięciu drogi oraz innych czynnikach bezpośrednio wpływających na czas podróży. Gdy zleci się urządzeniu wyznaczenie optymalnej trasy z domu Andy’ego do domu Erika, program przyjmie odpowiedni punkt wyjścia (bieżącą lokalizacją samochodu Andy’ego) oraz punkt docelowy (dom Erika), a następnie skieruje zapytanie do swojej drogowej bazy danych i obliczy teoretycznie najszybszą drogę między tymi dwoma punktami. Będzie ona prowadzić głównymi drogami i autostradami, ponieważ obowiązują na nich najwyższe limity prędkości.

Podróż jednak odbywa się w godzinach szczytu, w związku z czym ta teoretycznie najszybsza trasa wcale nie pozwoli pokonać dystansu w najkrótszym możliwym czasie. Ponieważ na główne drogi i autostrady wyjeżdżają w tym momencie tysiące samochodów, nie ma mowy o osiągnięciu, a już na pewno o przekroczeniu dopuszczalnej prędkości. Andy powinien raczej skorzystać z drogi bocznej, o której wiedzą ludzie często jeżdżący tą trasą. Jego urządzenie GPS zdaje sobie sprawę z istnienia tej drogi (jeśli ma aktualne mapy, to zna *wszystkie* drogi), nie wie jednak, że o ósmej czterdzieści pięć we wtorek rano to właśnie tamtędy można najszybciej pokonać wyznaczoną trasę. Nawet jeśli Andy wjedzie na jedną z bocznych dróg, życzliwy GPS będzie go cały czas kierować na autostradę.

Shabtai doszedł do wniosku, że prawdziwie przydatny system GPS powinien być w stanie nie tylko zlokalizować samochód na drodze, ale też wiedzieć, gdzie znajdują się *inne* samochody i jak szybko się poruszają. W momencie pojawienia się smartfonów dostrzegł szansę na realizację tego założenia i w 2008 roku wraz z Urim Levine’em oraz

Amirem Shinarem założył firmę Waze. Cały geniusz tego rozwiązania polega na wykorzystaniu wszystkich uczestniczących w systemie smartfonów w charakterze czujników, które na bieżąco przekazują na serwery firmy informację o swojej lokalizacji i prędkości. Im więcej smartfonów wchodzi w skład systemu, tym pełniejszym obrazem sytuacji na drodze w danym obszarze dysponuje Waze. Miejsce statycznej mapy zajmują stale aktualizowane informacje na temat ruchu drogowego. Serwery wykorzystują mapę, informacje ze smartfonów oraz zbiór skomplikowanych algorytmów, aby wyznaczyć najlepszą trasę dla użytkownika. Gdyby więc Andy chciał dojechać do Erika za kwadrans dziewiąta we wtorkowy poranek, Waze nie wysłałby go na autostradę. Poleciłby mu jechać bocznymi drogami, na których o tej porze panuje względnie niewielki ruch.

Waze staje się bardziej użyteczny dla wszystkich swoich użytkowników w miarę, jak ich liczba rośnie. To klasyczny przykład zjawiska, które ekonomiści określają mianem *efektu sieciowego*. Chodzi o sytuację, w której wartość zasobu dla każdego z użytkowników rośnie wraz ze wzrostem liczby użytkowników. Liczba wazerów, bo tak się mówi o użytkownikach aplikacji, rośnie bardzo szybko. W lipcu 2012 roku firma informowała, że w ciągu ostatnich sześciu miesięcy udało jej się podwoić bazę użytkowników do poziomu 20 milionów osób[87]. Członkowie tej społeczności przejechali łącznie ponad 5 miliardów kilometrów i odnotowali tysiące wypadków, nagłych korków, blokad policyjnych, zamkniętych ulic oraz nowych wjazdów i zjazdów na autostradach. Podawali też liczne informacje na temat cen benzyny oraz innych kwestii interesujących dla innych użytkowników dróg.

Dzięki Waze kierowcy mogą w końcu korzystać z GPS-u zgodnie ze swoimi oczekiwaniami. Stał się on wreszcie systemem, który pozwala dotrzeć do celu w możliwie krótkim czasie w możliwie niekłopotliwy sposób, bez względu na indywidualną wiedzę na temat lokalnych dróg i bieżących warunków, które na nich panują. Dzięki Waze każdy w jednej chwili staje się najlepiej zorientowanym kierowcą w mieście.

## EKONOMIA BITÓW

---

Waze zawdzięcza swoje powstanie w dużej mierze prawu Moore'a oraz wykładniczemu postępowi w dziedzinie technologii (o czym była mowa w poprzednim rozdziale). Funkcjonowanie usługi wymaga jednak



również obecności dużej liczby mocnych, a jednocześnie tanich urządzeń (w tym przypadku smartfonów, z których korzystają jej użytkownicy). Urządzenia te muszą być wyposażone w odpowiednie procesory, czujniki i nadajniki. Dziesięć lat temu taka technologia po prostu nie istniała, podobnie zresztą jak Waze. Możliwości w tym zakresie pojawiły się dopiero w ostatnich latach w związku ze skumulowanym wzrostem mocy obliczeniowej oraz spadkiem kosztów. Jak już wspominaliśmy w rozdziale 3, wykładniczy wzrost możliwości obliczeniowych sprzętu komputerowego stanowi jeden z trzech podstawowych czynników warunkujących zaistnienie drugiej epoki technologicznej.

Istnienie aplikacji Waze stało się możliwe również za sprawą drugiego z tych trzech czynników, a mianowicie za sprawą cyfryzacji. W swojej przełomowej książce *Information Rules* z 1998 roku (wydanie polskie: *Potęga informacji*, Helion, Gliwice 2007) ekonomiści Carl Shapiro oraz Hal Varian definiowali to zjawisko jako „zapisywanie w postaci ciągu bitów”<sup>[88]</sup>. Innymi słowy cyfryzacja polega na przekształceniu wszelkiego rodzaju informacji, a więc tekstu, dźwięków, zdjęć, filmów, a także danych z różnych instrumentów i czujników – na zera i jedynki, czyli tak, by były zrozumiałe dla komputerów i pokrewnych im urządzeń. Na przykład Waze wykorzystuje kilka strumieni informacji. Korzysta między innymi z cyfrowych planów ulic, ze współrzędnych geograficznych poszczególnych określających położenie samochodów oraz z ostrzeżeń przed korkami. Usługa zyskała sobie tak dużą popularność dlatego, że twórcy aplikacji potrafili połączyć te strumienie danych i wykorzystać je w sposób przydatny dla użytkownika.

Znaliśmy opracowania Shapiro, Variana i innych, stale też mieliśmy do czynienia z treściami internetowymi, w związku z czym wydawało nam się, że dość dobrze rozumiemy istotę procesu cyfryzacji. W ostatnich latach zjawisko to obrało jednak zupełnie nieoczekiwany kierunek, a jednocześnie znacząco przybrało na sile, prędkości i zróżnicowaniu. Nagły skok w dziedzinie cyfryzacji pociąga za sobą dwa bardzo poważne skutki w postaci pojawienia się nowych metod pozyskiwania wiedzy (czyli uprawiania nauki) oraz zwiększenia wskaźnika innowacyjności. W tym rozdziale będziemy zajmować się fascynującymi najnowszymi dokonaniemami w dziedzinie cyfryzacji właśnie.

Podobnie jak wiele innych współczesnych usług internetowych, Waze wykorzystuje dwie dość oczywiste, a jednocześnie zupełnie wyjątkowe

cechy informacji w postaci cyfrowej. Taka informacja po pierwsze *nie stanowi przedmiotu rywalizacji*, po drugie zaś charakteryzuje się *niemal zerowym krańcowym kosztem reprodukcji*. Mówiąc językiem codziennym, informacja cyfrowa „nie zużywa się” na skutek użytkowania, a dodatkowo kolejny jej egzemplarz można wykonać skrajnie niskim nakładem kosztów. Przyjrzyjmy się teraz tym właściwościom nieco bliżej.

W naszym codziennym życiu na każdym kroku mamy do czynienia z dobrami, które stanowią przedmiot rywalizacji. Chodzi o takie dobra, z których w danym momencie korzystać może tylko jedna osoba lub podmiot. Jeśli my dwaj postanowimy polecieć z Bostonu do Kalifornii, to kolejny samolot wyruszający w tę trasę nie będzie już mógł użyć tego samego paliwa, które zostało nalane do naszej maszyny. Andy nie może usiąść w fotelu, który zajął już Erik (nawet gdybyśmy chcieli to zrobić, regulamin linii lotniczych tego zabrania), nie może też użyć jego słuchawek, jeśli Erik zdążył je już założyć i słucha muzyki ze smartfona. Sama jednak muzyka w postaci cyfrowej nie stanowi przedmiotu rywalizacji. Inni też mogą jej słuchać, nawet jeśli Erik już to robi. Mogą jej posłuchać w tym samym czasie albo później.

Jeśli Andy kupi i zacznie czytać stare wydanie zbioru opowieści science fiction autorstwa Juliusza Verne’a w twardej oprawie, książka się od tej lektury nie „zużyje” i będzie mogła potem trafić w ręce Erika. Gdybyśmy jednak obaj zapragnęli zanurzyć się w opowieści *Dwadzieścia tysięcy mil podmorskiej żeglugi* w tym samym momencie, to albo każdy z nas musiałby sobie kupić po egzemplarzu książki, albo też Andy musiałby skopiować swój. Być może nawet mógłby to zrobić bez naruszenia prawa, ponieważ tekst nie jest już chroniony prawem autorskim, nadal jednak wymagałoby to stania przez dłuższy czas przy kserokopiarce lub zlecenia tej czynności komuś, kto pobierze za to opłatę. Tak czy owak pozyskanie kopii nie będzie tanie [\[89\]](#). Poza tym trzeba pamiętać, że któraś kolejna kserokopia może być już mało czytelna.

Jeżeli natomiast Andy kupi książkę w wersji elektronicznej, to wystarczy kilka kliknięć, by stworzyć kopię tekstu, zapisać ją na dysku twardym i przekazać Erikowi. W przeciwieństwie do kserokopii kopiowane bity nie różnią się od siebie. Bity kopiuje się ponadto bardzo tanim kosztem, a do tego szybko i łatwo. Stworzenie pierwszego egzemplarza książki czy filmu może wymagać sporych nakładów, natomiast wykonanie kopii nie kosztuje już prawie nic. Właśnie tak

należy rozumieć „zerowy krańcowy koszt reprodukcji”.

Oczywiście dzisiaj zamiast przekazywać Erikowi nośnik z danymi, czyli na przykład pendrive ze skopiowanym e-bookiem, Andy pewnie załączyłby raczej plik do wiadomości e-mail albo przekazałby go za pośrednictwem jakiejś chmury, na przykład usługi Dropbox. W obu tych przypadkach wymiana treści nastąpi za pośrednictwem internetu. Andy zdecyduje się na takie rozwiązanie, ponieważ pozwala mu ono wykonać zadanie szybciej, wygodniej i zasadniczo właściwie za darmo. Podobnie jak większość ludzi Andy ponosi pewne stałe koszty z tytułu dostępu do internetu w domu i za pośrednictwem urządzeń mobilnych (za nasz dostęp do internetu w pracy płaci MIT). Po przekroczeniu pewnego limitu dostawca usług internetowych może zacząć naliczać dodatkowe opłaty, dopóki to jednak nie nastąpi, przesłanie kolejnego bita nic nie kosztuje – płacimy tyle samo, bez względu na to, ile bitów pobierzemy i wyślemy. W związku z powyższym wysyłanie i pobieranie kolejnych pakietów danych za pośrednictwem internetu nie pociąga za sobą żadnych dodatkowych kosztów. Inaczej niż w przypadku dóbr o budowie atomowej, dobra złożone z bitów można replikować w sposób doskonały i przesyłać po całym świecie w trybie natychmiastowym i praktycznie bez żadnych kosztów. Od wielu produktów takiej darmowości, doskonałości i natychmiastowości nie można oczekiwać, niemniej liczba dóbr spełniających te kryteria będzie rosła wraz z postępem cyfryzacji.

## MODELE BIZNESOWE STOSOWANE W WARUNKACH WYSOKICH KOSZTÓW WYKONANIA PIERWSZEGO EGZEMPLARZA

---

Shapiro i Varian elegancko podsumowują te zjawiska, stwierdzając, że w epoce komputerów i sieci „informacja jest droga w produkcji, lecz tania w reprodukcji”[\[90\]](#). Natychmiastowe tłumaczenia internetowe, czyli jedna ze wspomnianych w rozdziale 2 technologii, które przeszły ze sfery science fiction do rzeczywistości, wykorzystuje właśnie ten fakt. Algorytmy odpowiedzialne za tłumaczenia wykorzystują pary dokumentów, które zostały już przetłumaczone (często niemałym nakładem środków) przed ludźmi. Na przykład Unia Europejska i wszystkie jej poprzedniczki od 1957 roku publikowały ogół swoich

oficjalnych dokumentów we wszystkich oficjalnych językach państw członkowskich. Również Organizacja Narodów Zjednoczonych tworzy dokumenty w sześciu swoich oficjalnych językach.

Stworzenie tego ogromnego zasobu informacji pochłania ogromne środki, ale materiały w postaci cyfrowej można potem bardzo niskim kosztem replikować, dzielić na kawałki, a także udostępniać wielokrotnie i na szeroką skalę. Właśnie ten mechanizm wykorzystują usługi takie jak Tłumacz Google. Jeśli użytkownik zażyczy sobie przetłumaczyć zdanie z angielskiego na niemiecki, usługa przegląda wszystkie dostępne dokumenty w obu językach, poszukując możliwie bliskiego odpowiednika (lub kilku fragmentów, które możliwie dobrze by tę funkcję spełniały), a następnie wyświetla odpowiedni tekst w języku docelowym. Większość współczesnych zaawansowanych narzędzi do tłumaczenia bynajmniej nie opiera się na najnowszych odkryciach dotyczące wpajania komputerom zasad korzystania z języka ludzkiego, lecz na statystycznych schematach dopasowywania elementów znajdujących się w ogromnych zbiorach treści cyfrowych, które powstały dużym nakładem środków, ale które można tanio skopiować.

## CO SIĘ DZIEJE, GDY TREŚĆ STAJE SIĘ DARMOWA?

---

Jak by wyglądał świat cyfrowy, gdyby wytworzenie informacji przestało tak dużo kosztować? Co by się stało, gdyby informacja od początku była darmowa? Kolejne dane składające się na odpowiedź na to pytanie pojawiają się od czasu publikacji książki *Information Rules* – i rokują obiecująco.

Stare powiedzenie biznesowe głosi, że „czas to pieniądz”. Współczesny internet tak bardzo nas zadziwia, ponieważ okazuje się, że wielu ludzi chętnie tworzy treści, nie oczekując z tego tytułu żadnego wynagrodzenia. Na przykład wpisy na Wikipedii powstają za sprawą wolontariuszy z całego świata, którzy pracują za darmo. To zdecydowanie największy i najczęściej wykorzystywany zbiór informacji na świecie – tymczasem nikt nie otrzymuje wynagrodzenia za to, że tworzy bądź redaguje zamieszczone w nim artykuły. To samo można powiedzieć o niezliczonych stronach internetowych, blogach, forach dyskusyjnych i innego rodzaju źródłach informacji internetowej. Ich twórcy nie oczekują bezpośredniego wynagrodzenia za swoją pracę,

a informacje udostępniają za darmo.

Gdy w 1998 roku Shapiro i Varian publikowali swoją książkę, zjawisko tworzenia treści przez użytkowników bez wynagrodzenia jeszcze nie istniało. Debiut Bloggera, jednej z pierwszych platform blogowych, miał miejsce w sierpniu 1999 roku, Wikipedia powstała w styczniu 2001 roku, a Friendster, wczesna wersja serwisu społecznościowego, rozpoczął działalność w 2002 roku. Sławę tego ostatniego przyćmił szybko Facebook, który pojawił się w 2004 roku i który zyskał sobie status najpopularniejszej strony internetowej świata[91]. Należałoby dodać, że zarówno na świecie, jak w samych Stanach Zjednoczonych sześć z dziesięciu najpopularniejszych stron internetowych zawiera przede wszystkim treści tworzone przez użytkowników[92].

Generowanie treści przez użytkowników nie tylko pozwala nam czerpać satysfakcję z możliwości swobodnego wyrażania się i komunikowania z innymi, ale także przyczynia się do rozwoju niektórych technologii, które przeszły ze sfery science fiction do rzeczywistości. Na przykład Siri z czasem się doskonali, analizując rosnący zbiór plików dźwiękowych tworzonych przez użytkowników podczas interakcji z systemem komunikacji głosowej. Baza danych Watsona składa się około dwustu milionów stron dokumentów zajmujących na dysku 4 terabajty (i obejmuje całą Wikipedię)[93]. Przez jakiś czas materiały te obejmowały również kwieciste zasoby językowe słownika Urban Dictionary, to archiwum treści generowanych przez użytkowników zostało jednak usunięte z pamięci Watsona, gdy ku niezadowoleniu swoich twórców zaczął on używać w swoich odpowiedziach słów uważanych za wulgarne”[94].

Wzrost liczebności i popularności treści generowanych przez użytkowników w internecie chyba nie powinien nikogo nadmiernie dziwić. W końcu taka już ludzka natura, że lubimy się ze sobą dzielić i nawiązywać kontakty. Dziwić może natomiast to, że nasze maszyny najwyraźniej też lubią ze sobą rozmawiać.

Komunikacja M2M (*machine-to-machine*, czyli maszyny z maszyną) to ogólne pojęcie, za którym kryje się wymiana danych za pośrednictwem sieci takich jak internet. Z M2M korzysta między innymi Waze. Po uruchomieniu na smartfonie aplikacja przez cały czas wysyła informacje na serwer Waze. Dzieje się to bez udziału człowieka. Podobnie rzecz się ma w przypadku popularnej strony podróżniczej Kayak, za pośrednictwem której można wyszukiwać tanie przeloty. Serwery tego serwisu automatycznie przesyłają zapytanie do swoich

odpowiedników w różnych liniach lotniczych, te zaś odpisują im w czasie rzeczywistym zupełnie bez udziału człowieka. Bankomaty przed dokonaniem wypłaty sprawdzają w banku, ile mamy pieniędzy na koncie, cyfrowe termometry w samochodach chłodniach na bieżąco potwierdzają sklepom, że wieziony towar nie ulega przegrzaniu podczas transportu, a czujniki zamontowane w fabrykach półprzewodników przekazują do centrali informację o każdej stwierdzonej nieprawidłowości. Komunikacja na poziomie M2M zachodzi nieustannie, w czasie rzeczywistym. W artykule opublikowanym w lipcu 2002 roku na łamach „New York Times” czytamy: „Łączne natężenie tej pogawędki robotów w świecie sieci bezprzewodowych (...) prawdopodobnie przewyższy wkrótce ogólny głos wszystkich ludzkich rozmów pobrzmiewających w przestrzeni bezprzewodowej”[\[95\]](#).

## KRYZYS SYSTEMU METRYCZNEGO. EKSPLOZJA DANYCH

---

Cyfryzacja niemal wszystkiego (dokumentów, wiadomości, muzyki, zdjęć, filmów, map, aktualności osobistych, sieci społecznościowych, zapytań o informacje oraz odpowiedzi na te pytania, danych z różnego rodzaju czujników i tym podobnych) to jedno z najważniejszych zjawisk ostatnich lat. Im bardziej wkraczamy w drugą epokę technologiczną, tym bardziej cyfryzacja się upowszechnia i przyspiesza. Statystyki są naprawdę oszałamiające. Według danych Cisco Systems, ogólnoświatowy ruch internetowy nasilił się dwunastokrotnie w ciągu zaledwie pięciu lat, między rokiem 2006 a 2011, osiągając poziom 23,9 eksabajtów miesięcznie[\[96\]](#).

*Eksabajt* to absurdalnie duża liczba, ponad dwieście tysięcy razy więcej niż obejmuje cała baza danych Watsona. Nawet jednak ona nie opisuje w pełni skali zjawiska cyfryzacji w chwili obecnej i w przyszłości. Jak szacuje IDC, firma badawcza specjalizująca się w dziedzinie technologii, w 2012 roku na świecie istniało 2,7 zettabajtów (2,7 tryliardów bajtów) cyfrowych danych, czyli blisko o połowę więcej niż w 2011 roku. Te dane nie leżą po prostu na dyskach, one się również przemieszczają. Cisco prognozuje, że w skali globalnej ruch internetowy do roku 2016 osiągnie natężenie 1,3 zettabajtów[\[97\]](#). To w przeliczeniu ponad 250 miliardów płyt DVD z informacjami[\[98\]](#).

Te liczby jednoznacznie dowodzą, że cyfryzacja prowadzi do

powstania prawdziwych ogromów danych. Jeśli wzrost ich liczby nadal będzie postępować w takim tempie, granice naszego systemu metrycznego zostaną wkrótce przekroczone. W 1991 roku podczas XIX Generalnej Konferencji Miar rozbudowano system metryczny o dodatkowe przedrostki, największej spośród wyznaczonych wartości przypisując element *jotta*. Stosuje się go na oznaczenie kwadrylionu, czyli liczby równej  $10^{24}$  [99]. W „epoce zettabajtów” od granicy systemu dzieli nas więc już tylko jeden przedrostek.

## BINARNY WYMIAR NAUKI

---

Ta eksplozja cyfryzacji niewątpliwie robi wrażenie, czy to jednak faktycznie ma znaczenie? Czy te wszystkie eksa- i zettabajty danych cyfrowych naprawdę się do czegoś przydają?

Otóż bardzo się przydają. Wspominamy o cyfryzacji jako o jednej z głównych sił, które przyniosły nam epokę cyfrową, między innymi dlatego, że dzięki temu zjawisku możemy lepiej zrozumieć świat. Nasza wiedza ulega poszerzeniu, ponieważ mamy łatwy dostęp do ogromnych ilości danych, a to właśnie dane stanowią główne paliwo dla nauki. W tym przypadku mówiąc o „nauce”, mamy na myśli wszelki wysiłek związany z formułowaniem i oceną teorii oraz hipotez, a prościej rzecz ujmując – wszelkie działania zmierzające do odgadnięcia pewnych mechanizmów i sprawdzenia słuszności tych przypuszczeń.

Jakiś czas temu Erik wysnuł przypuszczenie, że dane dotyczące aktywności w wyszukiwarkach internetowych mogą wskazywać na pewne zmiany w procesie sprzedaży nieruchomości na terenie kraju, a także ich cen. Domniemywał, że jeśli para ludzi zamierza się przeprowadzić do innego miasta i tam kupić dom, cały proces raczej nie ograniczy się do kilku dni. Ludzie planują i organizują przeprowadzkę na wiele miesięcy przed faktyczną zmianą miejsca zamieszkania. Dzisiaj te wstępne poszukiwania odbywają się za pośrednictwem internetu i polegają choćby na wpisaniu frazy „Phoenix handel nieruchomościami”, „Phoenix dzielnice”, „Phoenix ceny domów dwie sypialnie”.

Chcąc zweryfikować tę hipotezę, Erik poprosił firmę Google o dostęp do danych dotyczących treści zapytań. W odpowiedzi usłyszał, że nie musi prosić, ponieważ firma udostępnia te dane za darmo w internecie. Wraz ze swoją doktorantką Lynn Wu – należy dodać, że żadne z nich nie

zna się na gospodarce mieszkaniowej – Erik stworzył prosty model statystyczny do analizy danych składających się na zbiór zapytań sformułowanych przez użytkowników i udostępnionych przez Google. Model miał wskazywać na zależności między zmianą częstotliwości występowania zapytań a późniejszą sprzedażą nieruchomości oraz zmianami ich cen. Pozwalał przewidywać, że jeśli w chwili obecnej odnotowuje się zwiększenie liczby haseł podobnych do tych przytoczonych powyżej, to w za trzy miesiące należy spodziewać się wzrostu sprzedaży nieruchomości mieszkaniowych oraz ich cen w Phoenix. Jak się okazało, ten prosty model się sprawdził. Pozwolił wygenerować prognozy o 23,6 procent bardziej dokładne od tych publikowanych przez ekspertów z National Association of Realtors.

Podobne sukcesy odnotowują badacze korzystający z danych, które pojawiły się ostatnio na temat wielu innych dziedzin. Zespół pracujący pod kierunkiem Rumi Chunary z Harvard Medical School ustaliła, że tweety pozwalały śledzić rozprzestrzenianie się cholery po trzęsieniu ziemi na Haiti w 2010 roku równie precyzyjnie jak oficjalne raporty – a dodatkowo dostarczały danych na ten temat co najmniej dwa tygodnie szybciej[100]. Sitaram Asur i Bernardo Huberman z Social Computing Lab prowadzonego przez firmę HP doszli do wniosku, że tweety można też wykorzystywać do prognozowania przychodów ze sprzedaży biletów kinowych. Jak stwierdzili w swoim podsumowaniu, „te badania dowodzą, że media społecznościowe wyrażają pewną kolektywną mądrość, która właściwie wykorzystana może stać się niezwykle potężnym i precyzyjnym prognostykiem przyszłych rezultatów”[101].

Cyfryzacja pozwala nam ponadto lepiej zrozumieć przeszłość. Począwszy od marca 2012 roku firma Google zeskanowała już ponad dwadzieścia milionów książek opublikowanych w ciągu kilku ostatnich stuleci[102]. Ten ogromny zasób cyfrowych słów i zdań tworzy podstawy dla dziedziny zwanej *kulturomią*, a definiowanej jako „zastosowanie wysoce wydajnego zbioru danych i narzędzi analitycznych do badań nad ludzką kulturą”[103]. Interdyscyplinarny zespół pod kierunkiem Jean-Baptiste’a Michela oraz Ereza Liebermana Aideny dokonał analizy ponad pięciu milionów książek, które ukazały się w Anglii od 1800 roku. W ten sposób stwierdzono między innymi, że liczba słów w języku angielskim zwiększyła się między rokiem 1950 a 2000 o ponad 70 procent, że ludzie mogą dziś szybciej niż kiedyś zyskać sławę, ale też że sława ta szybciej przemija, wreszcie że zainteresowanie zagadnieniem ewolucji wykazywało w XX wieku



tendencję spadkową aż do momentu, w którym Watson i Crick odkryli strukturę DNA[104].

To wszystko przykłady na to, jak cyfryzacja przyczynia się do poszerzania zakresu naszej wiedzy i naszej zdolności do formułowania prognoz, a więc innymi słowy – do uprawiania lepszej nauki. Hal Varian, który obecnie pełni funkcję głównego ekonomisty firmy Google, przez lata z obserwował to zjawisko z bliska, a dodatkowo potrafi je niezwykle trafnie scharakteryzować. Do naszych ulubionych cytatów jego autorstwa należy między innymi ten: „Ciągle powtarzam, że w ciągu następnych dziesięciu lat zawód statystyka stanie się seksowny. Wcale nie żartuję”[105]. Zważywszy na ogrom danych cyfrowych, które obecnie powstają, i biorąc pod uwagę perspektywy z tym związane, skłonni jesteśmy się z nim zgodzić.

## NOWE WARSTWY STANOWIĄ ŹRÓDŁO NOWYCH ROZWIĄZAŃ

---

Informacja cyfrowa to coś więcej niż tylko paliwo dla nowych metod naukowych. To również kolejna, po postępie wykładniczym, zasadnicza siła kształtująca drugą epokę technologiczną – a to z uwagi na ważną rolę w procesie pobudzania innowacyjności. Doskonale potwierdza to przykład Waze. Usługa ta bazuje na kolejnych warstwach i kolejnych generacjach cyfrowych danych, które nie ulegają zniszczeniu i się nie zużywają, ponieważ jako dobro nie stanowią przedmiotu rywalizacji.

Pierwszą i najstarszą warstwę stanowią w tym przypadku mapy cyfrowe, które liczą sobie co najmniej tyle lat co komputery osobiste[106]. Miano drugiej warstwy przypada informacjom lokalizacyjnym GPS, z których kierowcy mogą z powodzeniem korzystać, odkąd w 2000 roku amerykański rząd podjął decyzję o zwiększeniu dokładności systemu[107]. Na to wszystko nakładają się dane społecznościowe. Użytkownicy Waze pomagają sobie nawzajem, dostarczając informacji na temat przeróżnych zdarzeń – od wypadków, przez blokady policyjne, na cenach paliwa skończywszy. Mogą też korzystać z aplikacji, żeby komunikować się ze sobą nawzajem. Wreszcie Waze w znacznym stopniu korzysta również z danych pozyskiwanych dzięki czujnikom. Warto podkreślić, że w ramach tego systemu każdy samochód staje się w istocie czujnikiem prędkości i źródłem danych, na podstawie których ustala się najszybszą trasę do

celu.

Tradycyjne systemy nawigacyjne, które istnieją już od pewnego czasu, wykorzystują tylko dwie pierwsze generacje danych cyfrowych, to znaczy mapy oraz informacje z systemu GPS. To niewątpliwie przydatne narzędzie, które dobrze się sprawdza zwłaszcza w obcym mieście. Jak jednak mieliśmy okazję się przekonać, ma ono poważne wady. Twórcy systemu Waze doszli do wniosku, że dzięki postępowi i upowszechnieniu cyfryzacji można wyeliminować wady tradycyjnej nawigacji. Ta grupa innowatorów dokonała postępu dzięki temu, że wzbogaciła istniejący system o dane od społeczności i z czujników – tym samym znacząco zwiększając jego możliwości i użyteczność. W następnym rozdziale przekonamy się, że tego typu innowacje to zjawisko typowe dla naszych czasów. Odgrywają tak znaczącą rolę, że stanowią trzecią i ostatnią siłę odpowiedzialną za nastanie drugiej epoki technologicznej. Kolejny rozdział wyjaśni istotę tej roli.

ROZDZIAŁ 5.

# **INNOWACJE. UPADEK CZY REKOMBINACJA?**

*Żeby mieć dobre pomysły, trzeba mieć dużo pomysłów.*

– Linus Pauling

WSZYSCY ZGADZAJĄ SIĘ co do tego, że Ameryka miałaby problem, gdyby wskaźnik innowacji zaczął spadać. Jakoś nie możemy jednak dojść do porozumienia w kwestii, czy to się faktycznie dzieje.

Innowacje interesują nas tak bardzo nie tylko dlatego, że lubimy nowinki – choć niewątpliwie lubimy. Jak słusznie zauważył pisarz William Makepeace Thackeray: „Nowość ma w sobie urok, której nasz umysł nie bardzo potrafi się oprzeć”[\[108\]](#). Nie brakuje wśród nas wielbicieli nowych gadżetów. Nie brakuje również ludzi, którzy gonią za najnowszą modą, pragną odwiedzać nowe miejsca lub po prostu chcą się gdzieś pokazać. Z perspektywy czysto ekonomicznej zaspokajanie tych potrzeb to bardzo pozytywne zjawisko. Dbanie o klienta jest zwykle postrzegane jako działanie słuszne. Trzeba jednak pamiętać, że innowacje to również najważniejsza z sił odpowiedzialnych za wzrost zamożności naszego społeczeństwa.

## DLACZEGO LICZĄ SIĘ (PRAWIE) WYŁĄCZNIE INNOWACJE

---

Paul Krugman powiedział: „Produktywność to nie wszystko, chociaż w długim okresie prawie wszystko”. Większość ekonomistów, jeśli nie wszyscy, zgodzi się z nim. Dlaczego? Wyjaśnia to sam autor: „Zdolność kraju do podnoszenia standardu życia w czasie zależy niemal wyłącznie od tego, czy potrafi on zwiększać wydajność pojedynczego pracownika”. Innymi słowy, chodzi o liczbę godzin niezbędnych do wytworzenia przeróżnych dóbr, począwszy od samochodów, a na zamkach błyskawicznych kończąc[\[109\]](#). Większość krajów nie dysponuje zasobami kopalin czy też rezerwami ropy naftowej, w związku z czym nie mogą zarabiać po prostu na ich eksporcie[\[110\]](#). Wniosek z tego taki, że społeczeństwo może się bogacić (czyli podnosić standard życia ludzi) tylko poprzez zwiększanie rezultatów wysiłków podejmowanych przez firmy i pracowników przy tym samym nakładzie sił i środków. Innymi słowy chodzi o to, aby ta sama liczba ludzi wytwarzała coraz większą liczbę dóbr i usług.

Wzrost produktywności dokonuje się właśnie za sprawą innowacji. Ekonomiści chętnie się ze sobą spierają, ale akurat w kwestii fundamentalnego znaczenia innowacji dla rozwoju i dobrobytu panuje dość powszechny konsensus. Większość specjalistów zgadza się z wybitnym ekonomistą, Josephem Schumpeterem, który napisał:

„Innowacje to nadzwyczajny fakt w historii gospodarczej społeczeństwa kapitalistycznego (...), jednocześnie w znacznej mierze odpowiadają one za większość tego, co w pierwszej chwili chcielibyśmy przypisać innym czynnikom”[\[111\]](#). Na tym wszakże konsensus się kończy. Co do poziomu nasilenia tego „nadzwyczajnego faktu” oraz kierunku związanego z nim trendu toczy się obecnie burzliwa dyskusja.

## DLACZEGO POWINNIŚMY SIĘ MARTWIĆ: INNOWACJE SIĘ ZUŻYWAJĄ

---

Ekonomista Bob Gordon, jeden z najbardziej przenikliwych, sumiennych i poważanych badaczy produktywności i wzrostu gospodarczego, zakończył ostatnio duży projekt badawczy dotyczący zmiany standardu życia Amerykanów w okresie ostatnich stu pięćdziesięciu lat. Na podstawie uzyskanych danych doszedł do wniosku, że tempo powstawania innowacji spada.

Gordon podkreśla – podobnie zresztą jak my – znaczenie nowych technologii dla rozwoju gospodarczego. Tak samo jak my, z wielkim podziwem odnosi się do spektakularnego wzrostu produktywności, który dokonał się za sprawą silnika parowego oraz innych technologii okresu rewolucji przemysłowej. Jego zdaniem mowa tu o pierwszym prawdziwie istotnym zdarzeniu w gospodarczej historii świata. Gordon pisze, że „przez poprzednie cztery wieki, a prawdopodobnie również przez całe poprzednie tysiąclecie nie nastąpił właściwie żaden wzrost gospodarczy”[\[112\]](#). Autor ma na myśli okres poprzedzający rok 1750, kiedy to mniej więcej rozpoczęła się rewolucja przemysłowa. Jak wskazywaliśmy w otwierającym rozdziale tej książki, do momentu pojawienia się silnika parowego właściwie nie można mówić o rozwoju populacyjnym czy społecznym. Trudno się zatem dziwić, że nie odnotowywano w tym okresie rozwoju gospodarczego.

Gordon wskazuje jednak, że w pewnym momencie ten rozwój się rozpoczął, po czym przez kolejne dwieście lat utrzymywał się na wysokim poziomie. Miało to związek nie tylko z pierwotną rewolucją przemysłową, ale również z jej drugą fazą, za którą również odpowiadały innowacje technologiczne. W tym drugim przypadku główną rolę odegrały trzy czynniki: elektryczność, silnik spalinowy oraz wewnętrzna instalacja hydrauliczna dostarczająca bieżącą wodę. Wszystkie te nowości pojawiły się w okresie między 1870 a 1900 rokiem.

Zdaniem Gordona, te „wielkie wynalazki” drugiej rewolucji przemysłowej „miały tak duże znaczenie i tak daleko idące skutki, że ich oddziaływanie utrzymywało się przez całe sto lat”. Z chwilą wyczerpania się ich potencjału pojawił się jednak problem. Otóż wzrost wyhamował, nastąpił wręcz spadek. Pół żartem można by powiedzieć, że gdy moc silnika parowego w końcu się wyczerpała, jego miejsce zajął silnik spalinowy. Gdy jednak i temu skończyło się paliwo, zostaliśmy właściwie z niczym. Gordon ujmuje to tak:

Wzrost produktywności (wyników na godzinę) zwolnił znacząco po 1970 roku. Choć wtedy było to dużym zaskoczeniem, wydaje się coraz bardziej oczywiste, że jednorazowe korzyści z wielkich wynalazków i wszystkiego, co powstało w związku z nimi, już się nie powtórzą. (...) Po 1970 roku pozostały nam jedynie drugorzędne udoskonalenia, takie jak choćby krótkodystansowe regionalne odrzutowce, poszerzanie pierwotnej sieci dróg międzystanowych o obwodnice podmiejskie czy instalowanie w amerykańskich domach centralnego systemu klimatyzacji w miejsce urządzeń zaokiennych[\[113\]](#).

Gordon bynajmniej nie jest w tym poglądzie osamotniony. W swojej książce *The Great Stagnation* ekonomista Tyler Cowen bardzo jednoznacznie wskazuje przyczynę amerykańskich nieszczęść gospodarczych:

Nie udaje nam się zrozumieć, dlaczego ciągle nam się coś nie udaje. Wszystkie te problemy mają tymczasem jedną zasadniczą, choć często ignorowaną przyczynę. Dotychczas żyliśmy z łatwo dostępnych owoców trzech ubiegłych stuleci. (...) W ciągu ostatnich czterdziestu lat te owoce zaczęły jednak znikać, a my zachowujemy się tak, jak gdyby nadal pozostawały dostępne. Nie potrafimy zrozumieć, że znaleźliśmy się w fazie technologicznej stagnacji i że na drzewach jest zdecydowanie mniej owoców, niż byśmy sobie życzyli[\[114\]](#).

TECHNOLOGIE OGÓLNEGO ZASTOSOWANIA. TO ONE  
SIĘ TAK NAPRAWDĘ LICZĄ

---

Gordon i Cowen najwyraźniej postrzegają tworzenie potężnych technologii jako zasadniczy czynnik postępu gospodarczego. W rzeczy samej pośród historyków gospodarki panuje dość powszechna zgoda co do tego, że pewne technologie mają na tyle duże znaczenie, że mogą przyspieszać normalne tempo postępu ekonomicznego. Taką mocą dysponują jednak tylko te rozwiązania, które zyskają powszechne zastosowanie w wielu – żeby nie powiedzieć: w większości gałęzi gospodarki. Nie mogą się one ograniczać wyłącznie do jednej branży. Na przykład pojawienie się odziarniarki na początku XIX wieku miało niewątpliwie duże znaczenie dla przemysłu włókienniczego, poza nim jednak właściwie nie znalazła ona zastosowania[115].

Inaczej rzecz się ma w przypadku silnika parowego czy energii elektrycznej, które szybko upowszechniły się właściwie w każdej sferze działalności człowieka. Silnik parowy nie tylko znacząco zwiększył moc, z której mogły korzystać fabryki, nie tylko uwolnił przemysłowców od konieczności lokalizowania zakładów w pobliżu strumieni i rzek, które mogłyby napędzać koła – ale też zrewolucjonizował podróże, zarówno lądowe (przyczyniając się do powstania sieci kolejowej), jak i morskie (z uwagi na skonstruowanie parowców). Kolejnym bodźcem do rozwoju działalności produkcyjnej stała się elektryczność, dzięki której powstały się maszyny z własnym zasilaniem. Poza tym w fabrykach, biurach i magazynach pojawiło się oświetlenie, a potem także kolejne innowacje, takie jak choćby klimatyzacja. W dusznych zakładach pracy zrobiło się przyjemniej.

Z właściwym sobie słownym polotem ekonomiści określają innowacje takie jak maszyna parowa czy elektryczność mianem *technologii ogólnego zastosowania*. Historyk gospodarki Gavin Wright przedstawia dość spójną definicję tego zjawiska: „Zasadniczo nowe pomysły i techniki, które mogą wyrzucić istotny wpływ na wiele sektorów gospodarki”[116]. W tym przypadku „wpływ” oznacza znaczące zwiększenie wyników pracy w związku z istotnym wzrostem wydajności. Technologie ogólnego zastosowania mają duże znaczenie, ponieważ w istotnym stopniu wpływają na gospodarkę – przerywają i przyspieszają normalny bieg postępu ekonomicznego.

Naukowcy zgadzają się nie tylko co do znaczenia technologii ogólnego zastosowania, ale również co do kryteriów definicyjnych tego zjawiska. Na to miano zasługuje technologia wszechobecna, która z czasem podlega doskonaleniu i staje się przyczynkiem do powstawania kolejnych innowacji[117]. W poprzednich rozdziałach przekonywaliśmy,

że technologie cyfrowe spełniają wszystkie trzy wskazane wyżej kryteria. Podlegają doskonaleniu zgodnie z prawem Moore'a, znajdują zastosowanie w każdej branży na świecie, a dodatkowo prowadzą do powstawania innowacji, takich jak choćby bezobsługowe samochody czy maszyna zdolna wygrać z człowiekiem w *Jeopardy!*. Czy tylko my uważamy, że technologie informacyjne i komunikacyjne zaliczają się do tej samej kategorii co para i elektryczność? Czy to wyłącznie nasza opinia, że zasługują na miano technologii ogólnego zastosowania?

Absolutnie nie. Większość historyków gospodarki zgadza się z nami co do tego, że technologie informacyjne i komunikacyjne spełniają podane wyżej kryteria i w związku z tym można je zaliczyć w poczet technologii ogólnego zastosowania. Warto dodać, że na liście wszystkich kandydatów do tego miana – a taką sporządził ekonomista Alexander Field – tylko silnik parowy uzyskał więcej głosów niż one (przyznano im drugie miejsce *ex aequo* z elektrycznością)[118].

Skoro wszyscy się w tej kwestii zgadzamy, to po co właściwie debatować na tym, czy technologie informacyjne i komunikacyjne przyniosą nam nowy złoty wiek innowacji i rozwoju? Otóż debata toczy się dlatego, że korzyści z nimi związane zostały już zagospodarowane i obecnie większość „innowacji” sprowadza się do zapewnienia użytkownikom taniej rozrywki internetowej. Robert Gordon pisze:

Pierwszy robot przemysłowy został zastosowany przez firmę General Motors w 1961 roku. Operatorzy przestali pracować w centralach telefonicznych w latach sześćdziesiątych. (...) System rezerwacyjny linii lotniczych pojawił się w latach osiemdziesiątych, a już w 1980 roku skanery kodów kreskowych i automatyczne kasy na dobrze upowszechniały się w handlu i bankowości. (...) Na początku lat osiemdziesiątych pierwszy komputer osobisty umożliwił nam edycję tekstu, w tym przenoszenie tekstu do drugiej linii, a także korzystanie z arkuszy kalkulacyjnych. (...) Jeszcze lepiej pamiętamy to, co wydarzyło się później, a mianowicie szybki rozwój sieci i e-handlu po roku 1995, który to proces w zasadzie zakończył się w 2005 roku[119].

O chwili obecnej Cowen mówi: „Internet stanowi źródło niewątpliwych korzyści, które pragnę zdecydowanie pochwalić, bynajmniej nie ganić. (...) Mimo wszystko ogólny obraz sytuacji przedstawia się następująco. Coraz lepiej się bawimy, po części dzięki



internetowi. Poza tym bawimy się mniejszym kosztem. [Tylko że] pojawiają się problemy po stronie przychodów, w związku z czym trudniej nam spłacać zadłużenie, czy to na poziomie indywidualnym, firmowym, czy rządowym”[\[120\]](#). Najogólniej rzecz ujmując, technologie informacyjne i komunikacyjne XXI wieku nie spełniają podstawowego kryterium definiowanego jako istotność ekonomiczna.

## DLACZEGO NIE POWINNIŚMY SIĘ MARTWIĆ: INNOWACJE SIĘ NIE ZUŻYWAJĄ

---

Każdy dobry naukowiec zdaje sobie sprawę, że ostatecznie o wartości jego hipotezy rozstrzygać będą dane. Jak więc przedstawiają się dane w tej konkretnej sytuacji? Czy wskaźniki produktywności faktycznie uzasadniają takie pesymistyczne spojrzenie na kwestię potencjału cyfryzacji? Samymi danymi zajmiemy się w rozdziale 7. Na razie chcielibyśmy przedstawić zupełnie inne spojrzenie na mechanizmy funkcjonowania innowacji. Będzie to alternatywa wobec założenia, że innowacje się „zużywają”.

Gordon pisze, że „warto spojrzeć na proces innowacji jako na serię nieciągłych wynalazków, po których następował skokowy wzrost skutkujący wyczerpaniem pewnego potencjału pierwszego dokonania”[\[121\]](#).

Stwierdzenie to wydaje się zupełnie rozsądne. Wynalazki takie jak choćby silnik parowy czy komputer przynoszą nam cały szereg różnych korzyści ekonomicznych. Najpierw są one niewielkie, ponieważ technologia musi jeszcze dojrzeć. Stopniowo skala ich wykorzystania rośnie – w miarę jak technologia ogólnego zastosowania podlega doskonaleniu i upowszechnieniu. Wreszcie znaczenie rozwiązania maleje, ponieważ trudno wprowadzać kolejne usprawnienia, w szczególności zaś trudno poszerzać skalę zastosowania wynalazku. Jeśli w jednym momencie lub w stałych odstępach czasu pojawiają się kolejne technologie ogólnego zastosowania, ludzkość przez długi okres utrzymuje wysokie tempo wzrostu. Jeśli natomiast pomiędzy ważnymi innowacjami występują zbyt duże przerwy, wzrost gospodarczy w końcu wygaśnie. W odniesieniu do tego zjawiska będziemy używać hasła „innowacja jako owoc”, na część Tylera Cowena i jego wizji nisko wiszących i łatwo dostępnych owoców rozwoju. W tej metaforze tworzenie innowacji można by porównać do hodowania kolejnych

owoców, natomiast ich wykorzystywanie – do stopniowego ich konsumowania.

Istnieje jednak inna szkoła myślenia, której przedstawiciele wychodzą z założenia, że istota innowacyjności nie sprowadza się do tworzenia rzeczy wielkich i zupełnie nowych, lecz do rekombinacji tego, co już istnieje. Bliższe spojrzenie na to, w jaki sposób dokonywał się postęp naszej wiedzy i możliwości, każe nam wysnuć wniosek, że ta hipoteza ma dużo sensu. Właśnie w ten sposób powstała co najmniej jedna innowacja uhonorowana Nagrodą Nobla.

W 1993 roku Kary Mullis otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii za opracowanie reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR). Metodę tę stosuje się obecnie powszechnie przy replikacji sekwencji DNA. Mullis wymyślił ją podczas nocnej przejażdżki po Kalifornii i mało brakowało, a zupełnie by ten swój pomysł zlekceważył. W przemowie podczas gali wręczenia nagród powiedział: „Z jakiegoś powodu uznałem, że to musi być niedorzeczne. (...) To było zbyt proste. (...) W tym schemacie nie ma nic nowego. Poszczególne kroki zostały już przeprowadzone”[\[122\]](#). Dokonanie Mullisa sprowadza się w istocie „tylko” do rekombinacji dobrze znanych technik biochemicznych i stworzenia nowej. Nie ulega jednak wątpliwości, że na skutek tego działania powstało coś niesamowicie cennego.

Po bliższym przyjrzeniu się wielu wynalazkom, innowacjom i przełomowym technologiom Brian Arthur, naukowiec zajmujący się złożonością, doszedł do wniosku, że historie takie jak ta związana z wynalezieniem PCR to raczej norma niż wyjątek. W swojej książce zatytułowanej *The Nature of Technology* pisze: „Wynaleźć coś znaczy odkryć to w czymś, co już istniało”[\[123\]](#). Ekonomista Paul Romer bardzo mocno wspiera ten pogląd, określane w kręgach ekonomicznych mianem nowej teorii wzrostu (dla odróżnienia od perspektywy przyjmowanej przez Gordona). Zdecydowanie optymistyczna teoria Romera kładzie nacisk na znaczenie procesu rekombinacji dla tworzenia innowacji. Autor pisze:

Wzrost ekonomiczny następuje wtedy, gdy ludzie znajdują takie nowe zastosowania dla zasobów, dzięki którym zyskują one na wartości. (...) Każde pokolenie wyobraża sobie pewne granice swojego rozwoju, które rzeczywiście mogłyby wynikać z ograniczonego charakteru zasobów i występowania różnych niepożądanych zjawisk ubocznych, gdyby nowe (...) pomysły nie

powstawały. Kolejne pokolenia nie doceniają własnego potencjału, jeśli chodzi o tworzenie nowych (...) pomysłów. Nie potrafimy sobie wyobrazić, ile nowych rzeczy pozostało jeszcze do odkrycia. (...) Możliwości nie tyle się sumują, ile mnożą[124].

Romer zwraca również uwagę na pewną szczególną grupę pomysłów, które sam określa mianem metapomysłów:

Bodaj największe znaczenie wśród pomysłów mają metapomysły, czyli pomysły dotyczące wspierania procesu tworzenia i przekazu innych pomysłów. (...) Sformułować można (...) dwie bezpieczne prognozy. Po pierwsze, że palma pierwszeństwa przypadnie w XXI wieku krajowi, który będzie wdrażać innowacje wspierające powstanie nowych pomysłów w sektorze prywatnym. Po drugie, że nowe metapomysły tego rodzaju powstaną[125].

## TECHNOLOGIE CYFROWE – ZASTOSOWANIE MOŻLIWIE NAJBARDZIEJ OGÓLNE

---

Gordon i Cowen to ekonomiści światowej klasy, ale w swoich ocenach nie oddają oni sprawiedliwości technologiom cyfrowym. Wspominany przez Romera nowy metapomysł już bowiem istnieje: pojawił się w postaci nowych społeczności umysłów i maszyn, które powstały dzięki połączeniu w sieć cyfrowych urządzeń obsługujących zdumiewająco wręcz różnorodne oprogramowanie. Technologia ogólnego zastosowania w postaci nowych rozwiązań informacyjno-komunikacyjnych stała się przyczynkiem do tworzenia nowych kombinacji i rekombinacji dotychczasowych pomysłów. Podobnie jak język, druk, biblioteki oraz powszechna edukacja, również globalna sieć cyfrowa sprzyja innowacyjnym rekombinacjom. Jak nigdy wcześniej, możemy dziś łączyć pomysły stare i nowe na wiele różnych sposobów. Poniżej – kilka przykładów takiej aktywności.

Projekt Google Chauffeur tchnął nowe życie we wcześniejszą technologię ogólnego zastosowania, a mianowicie w silnik spalinowy. Z chwilą wyposażenia zwykłego samochodu w szybki komputer i zbiór czujników (których koszty zgodnie z prawem Moore'a cały czas spadają) oraz w bogaty zestaw map i danych dotyczących ruchu ulicznego (dostępnych dzięki powszechnej cyfryzacji) doszło do powstania

samodzielnie poruszającego się pojazdu, który jeszcze niedawno zaliczylibyśmy do sfery science fiction. Ludzie oczywiście ciągle jeszcze zasiadają za kierownicą samochodów, ale dzięki innowacjom takim jak Waze możemy się teraz przemieszczać szybciej i sprawniej nawet pomimo korków. Waze to rekombinacja czujników lokalizacyjnych, urządzenia do transmisji danych (a konkretnie telefonu), systemu GPS oraz sieci społecznościowej. Żadna z tych technologii nie została stworzona przez zespół stojący za projektem Waze. Jego członkowie po prostu połączyli je w innowacyjny sposób. Za sprawą prawa Moore'a poszczególne urządzenia tanieją, a dzięki cyfryzacji system obsługujący Waze ma dzisiaj dostęp do wszystkich danych niezbędnych mu do funkcjonowania.

Sam internet to w istocie kombinacja znacznie starszego protokołu transmisji danych TCP/IP, języka znaczników HTML, który określa rozmieszczenie tekstu, obrazów i innych elementów, a także prostej aplikacji zwanej „wyszukiwarką”, która umożliwia wyświetlanie określonych treści. Żaden z tych elementów nie był jakoś szczególnie nowy, natomiast ich połączenie przyniosło nam prawdziwą rewolucję.

Facebook powstał na bazie infrastruktury internetowej. Umożliwił ludziom cyfryzację sieci kontaktów społecznych i przekazywanie sobie treści medialnych bez konieczności opanowania tajników HTML. Niezależnie od intelektualnej głębi tego połączenia technologii, okazało się ono niezwykle popularne i ekonomicznie istotne – w lipcu 2013 roku wartość firmy szacowano na ponad 60 miliardów dolarów[126]. Kevin Systrom i Mike Krieger zauważyli, że w pewnym momencie udostępnianie zdjęć stało się jednym z ulubionych zajęć użytkowników Facebooka. Postanowili wówczas stworzyć aplikację na smartfony, która naśladowałaby ten proces. Wzbogacili ją dodatkowo o możliwość modyfikowania zdjęć poprzez zastosowanie filtrów cyfrowych. Innowacja wydawała się mało znacząca, tym bardziej że w 2010 roku – kiedy Systrom i Krieger rozpoczynali prace nad swoim projektem – Facebook umożliwiał już przesyłanie zdjęć z urządzeń mobilnych. Mimo to ich aplikacja, Instagram, do wiosny 2012 roku zyskała sobie 30 milionów użytkowników, którzy łącznie przesłali ponad 100 milionów zdjęć. W kwietniu 2012 roku Facebook kupił firmę za mniej więcej miliard dolarów.

Te wszystkie zjawiska dowodzą, że innowacje cyfrowe to rekombinacja w najczystszej możliwej wydaniu. Każde kolejne dokonanie niczym cegiełka dokłada się do konstrukcji przyszłych

innowacji. Postęp się nie wyczerpuje, lecz podlega kumulacji. Świat cyfrowy zdaje się nie przestrzegać żadnych granic. Wkracza w sferę fizyczną, przejmując stery samochodów i samolotów, umożliwiając drukarkom tworzenie ich elementów i otwierając drogę do innych podobnych dokonań. Zgodnie z prawem Moore'a urządzenia komputerowe i czujniki tanieją w tempie wykładniczym, co poszerza ekonomiczne możliwości stosowania ich w przeróżnych produktach – od klamek aż po kartki okolicznościowe. Cyfryzacja przyniosła dostęp do danych dotyczących niemal każdej sytuacji. Informacje te można w nieskończoność powielać i ponownie wykorzystywać, ponieważ jako dobra nie podlegają one rywalizacji. Na skutek oddziaływania tych dwóch sił na całym świecie do istniejącej konstrukcji dokładane są kolejne cegiełki, a możliwości mnożą się jak nigdy wcześniej. Takie spojrzenie można by więc podsumować hasłem „innowacja jako cegiełka”. Do jego zwolenników zaliczają się Arthur i Romer, a także autorzy niniejszej książki. W tym ujęciu – inaczej niż w modelu innowacji rozpatrywanej jako owoc – cegiełki nigdy nie ulegają zjedzeniu, w żaden inny sposób również się nie zużywają. Każda z nich tylko dodatkowo zwiększa potencjał przyszłych rekombinacji.

## GRANICE WZROSTU REKOMBINACYJNEGO

---

Przyjęcie perspektywy rekombinacyjnej powoduje jednak pojawienie się innego problemu. Otóż w związku z dynamicznym wzrostem liczby cegiełek może się pojawić kłopot z rozstrzygnięciem, jakie ich połączenie będzie faktycznie przedstawiać sobą wymierną wartość. W swoim artykule zatytułowanym *Recombinant Growth* ekonomista Martin Weitzman przedstawił model matematyczny odpowiadający nowej teorii wzrostu. W tym modelu „środki trwałe” gospodarki (narzędzia maszynowe, ciężarówki, laboratoria) z czasem podlegają wzmocnieniu pod wpływem wiedzy, którą autor określa mianem „pomysłów zaczątkowych”. Sama wiedza również z czasem się poszerza, ponieważ kolejne pomysły zaczątkowe podlegają rekombinacji, w wyniku której powstają nowe idee[127]. Na tym właśnie zasadza się pogląd, w którym innowacja traktowana jest jako cegiełka. W tym modelu zarówno wiedza, jak i pomysły zaczątkowe podlegają z czasem różnym kombinacjom i rekombinacjom.

Przyjęcie takiego modelu przynosi pewien niesamowity skutek. Otóż

możliwości kombinatoryczne zwiększają się tak szybko, że wkrótce uzyskujemy niemal nieskończoną liczbę potencjalnie wartościowych rekombinacji dostępnych elementów wiedzy[128]. Czynnikiem ograniczającym rozwój gospodarki staje się zatem jej skuteczność w zakresie wyłaniania spośród wszystkich potencjalnych rekombinacji tych prawdziwie wartościowych.

Weitzman pisze:

W takim świecie istota życia gospodarczego skupiałaby się w coraz większym stopniu na coraz bardziej intensywnym przetwarzaniu coraz to większej liczby nowych pomysłów zaczątkowych na innowacje o zastosowaniu praktycznym. (...) Na wczesnym etapie rozwoju czynnikiem ograniczającym wzrost jest liczba potencjalnych nowych pomysłów, później zaś jego granice wyznacza zdolność do ich przetwarzania[129].

Gordon rzuca prowokujące pytanie: „Czy wzrost się skończył?”. W imieniu Weitzmana, Romera i innych teoretyków nowego wzrostu odpowiadamy mu na to: „Absolutnie nie. Powstrzymuje go tylko to, że nie potrafimy dostatecznie szybko przetwarzać wszystkich nowych pomysłów”.

## ROZWIĄZANIE TEGO PROBLEMU WYMAGA PO PROSTU WIĘCEJ PAR OCZU I POTĘŻNIEJSZYCH KOMPUTERÓW

Jeśli taka odpowiedź jest przynajmniej częściowo właściwa – jeśli trafnie opisuje mechanizmy funkcjonowania innowacji i wzrostu gospodarczego w rzeczywistym świecie – wówczas za najlepszy sposób na przyspieszenie postępu należy uznać zwiększanie możliwości w zakresie weryfikacji nowych kombinacji pomysłów. Cel ten można z powodzeniem zrealizować, angażując w proces testowania więcej osób. Rozwój technologii cyfrowych z pewnością to umożliwia. Dzięki technologiom informacyjnym i komunikacyjnym wszyscy jesteśmy dziś ze sobą połączeni, możemy też bez wielkich nakładów korzystać z ogromu danych i dużych możliwości obliczeniowych komputerów. Najogólniej rzecz ujmując, dzisiejsze środowisko cyfrowe to plac zabaw, na którym można do woli tworzyć nowe rekombinacje. Eric Raymond, wielki zwolennik oprogramowania open source, formułuje ciekawe

spostrzeżenie: „Wszystkie błędy są banalne, jeśli tylko patrzy na nie wystarczająco dużo oczu”[\[130\]](#). W odniesieniu do innowacji można by sformułować podobną tezę: „Najpotężniejsze kombinacje zostaną znalezione, jeśli tylko będzie ich szukać wystarczająco dużo oczu”.

Prawdziwość tej tezy potwierdziła NASA, gdy postawiła sobie za cel przewidywać z większą skutecznością rozbłyski słoneczne, czyli wybuchy występujące na powierzchni gwiazdy. Jeśli chodzi o to zjawisko, dokładność danych i duże wyprzedzenie mają o tyle istotne znaczenie, że rozbłyski słoneczne mogą skutkować szkodliwym napromieniowaniem niewłaściwie osłoniętego sprzętu i ludzi znajdujących się w przestrzeni kosmicznej. Chociaż NASA bada to zjawisko od trzydziestu pięciu lat, eksperci agencji przyznają, że agencja „nie dysponuje metodą przewidywania wystąpienia, intensywności ani czasu trwania rozbłysku słonecznego”[\[131\]](#).

W końcu agencja zdecydowała się udostępnić swoje dane wraz z opisem zadania przewidywania rozbłysków słonecznych w serwisie Innocentive, który zajmuje się pośredniczeniem w rozwiązywaniu problemów naukowych. Innocentive nie przywiązuje wagi do tytułów naukowych. Nie trzeba mieć doktoratu ani pracować w laboratorium, aby móc się zapoznawać z treścią problemów, pobierać dane i proponować rozwiązania. Każdy może podjąć się dowolnego wyzwania z dowolnej dyscypliny – nikt na przykład nie broni fizykowi pochylić się nad problemem z dziedziny biologii.

Jak się okazało, autorem spostrzeżeń i wniosków, które przyczyniły się do poprawy skuteczności prognoz w zakresie rozbłysków słonecznych, okazał się człowiek spoza szacownego gremium astrofizyków – a konkretnie Bruce Cragin, emerytowany inżynier radiotechnik z małego miasta w stanie New Hampshire. Cragin powiedział: „Nie zajmowałem się nigdy fizyką solarną jako taką, ale dużo się zastanawiałem nad teorią rekoneksji magnetycznej”[\[132\]](#). Ta teoria niewątpliwie się przydała, bo metoda proponowana przez Cragina umożliwiła prognozowanie rozbłysków słonecznych z ośmiogodzinnym wyprzedzeniem i 85-procentową dokładnością, a także z 75-procentową dokładnością na dwadzieścia cztery godziny przed faktem. Za swoją rekombinacyjną teorię i dane Cragin otrzymał od NASA nagrodę w wysokości 35 tysięcy dolarów.

W ostatnich latach wiele innych organizacji idzie w ślady NASA i wykorzystuje dostępne technologie, by skłonić do pracy nad różnymi innowacyjnymi problemami i wyzwaniami więcej osób. Zjawisko to

zyskało sobie już kilka różnych nazw – mówi się między innymi o „otwartych innowacjach” oraz o „crowdsourcingu” – i zaskakująco dobrze się sprawdza. Naukowcy zajmujący się zagadnieniem innowacji, Lars Bo Jeppesen i Karim Lakhani, poddali analizie sto sześćdziesiąt sześć problemów opublikowanych w serwisie Innocentive przez różne instytucje, które nie potrafiły ich samodzielnie rozwiązać. Na tej podstawie ustalili, że zwycięskie rozwiązania często przedstawiają ludzie teoretycznie wyspecjalizowani w dziedzinie innej niż ta, do której na pierwszy rzut oka zalicza się problem. Innymi słowy, największą skutecznością w rozwiązywaniu problemu wykazywali się ludzie „z marginesu”, to znaczy dysponujący wykształceniem, przeszkoleniem bądź doświadczeniem w dziedzinie niezwiązanej bezpośrednio z danym problemem. Jeppesen i Lakhani przytaczają przykłady, które mocno przemawiają do wyobraźni:

Różne zwycięskie rozwiązania tego samego wyzwania naukowego dotyczącego polimerów do zastosowań spożywczych przedstawili fizyk specjalizujący się w technologiach lotniczych, właściciel małej firmy rolnej, pracownik zajmujący się wykonywaniem iniekcji podskórnych oraz badacz przemysłu (...). Wszystkie cztery propozycje spełniały kryteria realizacji zadania, chociaż opierały się na wykorzystaniu różnych mechanizmów naukowych.

[W innym przypadku] laboratorium badawczo-rozwojowe, pomimo konsultacji z wewnętrznymi i zewnętrznymi specjalistami, nie udało ustalić toksykologicznego znaczenia pewnej szczególnej patologii, którą zaobserwowano w trakcie prowadzonych prac badawczych. (...) Problem został ostatecznie rozwiązany przez badaczkę z doktoratem w dziedzinie krystalografii białek na skutek zastosowania narzędzi typowo wykorzystanych w tej dziedzinie. Autorka rozwiązania na co dzień nie ma do czynienia z zagadnieniami z zakresu toksykologii i nie zajmuje się tego typu problemami[133].

Internetowy startup Kaggle funkcjonuje na podobnej zasadzie jak serwis Innocentive. Również skupia wokół trudnych problemów przedłożonych przez organizacje różnych ludzi, którzy niekoniecznie mogą się pochwalić tytułami naukowymi. Kaggle nie specjalizuje się jednak w wyzwaniach o charakterze naukowym, a raczej w tych, które wymagają wykorzystania dużej liczby danych i w których chodzi



o sformułowanie prognoz dokładniejszych niż te przedstawione przez twórcę zadania. Również i ta forma aktywności przynosi zaskakujące rezultaty. Przede wszystkim, zwykle udaje się uzyskać wyniki znacznie lepsze od przedłożonych przez autorów wyzwań. Jako przykład podać można zbiór danych udostępniony przez Allstate, a dotyczący charakterystyki pojazdów. Użytkownicy serwisu Kaggle mieli przewidzieć, w których przypadkach należy się spodziewać roszczeń odszkodowawczych[134]. Konkurs trwał mniej więcej trzy miesiące, wzięło w nim udział ponad stu uczestników. Zwycięska prognoza okazała się o 270 procent lepsza niż ta sformułowana przez firmę ubezpieczeniową.

Warto również zwrócić uwagę na fakt, że większość konkursów organizowanych za pośrednictwem Kaggle wygrywają ludzie „z marginesu” dziedziny, której dane wyzwanie dotyczy – a więc tacy, z którymi normalnie nikt by się w takiej sprawie nie skonsultował. Na przykład najlepsze prognozy dotyczące powrotu pacjenta do szpitala sformułowane zostały przez kogoś, kto nie miał żadnego doświadczenia w dziedzinie ochrony zdrowia. Wielu spośród tych niewątpliwie zdolnych i skutecznych specjalistów w zakresie obsługi danych zdobywało doświadczenie i wiedzę za pośrednictwem nowych, oczywiście cyfrowych narzędzi.

W okresie od lutego do września 2012 roku Kaggle zorganizował konkurs dotyczący komputerowej oceny esejów studenckich. Sponsorem była Hewlett Foundation[135]. Do współpracy firmy Kaggle i Hewlett zaangażowały licznych ekspertów w dziedzinie edukacji. Na etapie przygotowań zgłoszonych zostało wiele obaw. Konkurs składał się z dwóch rund. W pierwszej z nich wzięło udział jedenaście renomowanych firm wyspecjalizowanych w zakresie prowadzenia testów edukacyjnych. Druga była otwarta dla członków społeczności Kaggle, którzy mogli występować indywidualnie lub zespołowo. Eksperci martwili się, że specjaliści od danych normalnie udzielający się w Kaggle nie podołają zadaniu – przecież specjalistyczne firmy organizujące testy od dłuższego czasu pracowały nad systemami automatycznej oceny prac i wydały już na ten cel znaczne kwoty. Wydawało się, że garstka nowicjuszy nie będzie w stanie zmierzyć się z doświadczeniem i wnioskami nagromadzonymi przez setki roboczogodzin, a właściwie osobolet ciężkiej pracy.

Obawy te okazały się jednak zupełnie nieuzasadnione. Wielu spośród „nowicjuszy”, którzy zdecydowali się stanąć w szranki w tym konkursie,

uzyskało wyniki lepsze niż wszystkie specjalistyczne firmy. Największe zdumienie budziła jednak tożsamość twórców najlepszych rozwiązań. Otóż okazało się, że żaden z trzech najskuteczniejszych uczestników nie miał wcześniej do czynienia z ocenianiem esejów ani nawet z przetwarzaniem języka naturalnego. Dodatkowo żaden z trzech autorów zwycięskich rozwiązań drugiej edycji konkursu nie miał nawet formalnego wykształcenia w zakresie sztucznej inteligencji. Źródłem wiedzy na ten temat okazał się być w tym przypadku jedynie darmowy internetowy kurs organizowany przez wydział Uniwersytetu Stanforda zajmujący się sztuczną inteligencją – kurs dostępny dla każdego, kto tylko chce się w tej dziedzinie kształcić. Ludzie z całego świata najwyraźniej pragną zdobywać wiedzę w tym zakresie i czerpią z niej garściami. Trzy najlepsze rozwiązania zostały przedłożone przez indywidualnych uczestników ze Stanów Zjednoczonych, Słowenii i Singapuru.

Inny internetowy startup, Quirky, skupia ludzi chętnych do pracy nad zadaniami przynależącymi do obu faz zdefiniowanych przez Weitzmana jako składniki procesu innowacyjności rekombinacyjnej, a więc nad formułowaniem nowych pomysłów i ich przesiewaniem. Serwis angażuje wiele par oczu nie tylko w działania związane z tworzeniem innowacji, ale również w proces ich selekcji i przygotowania do wprowadzenia na rynek. Quirky zachęca swoich użytkowników do przedstawiania pomysłów na nowe produkty konsumenckie, a następnie także do udziału w głosowaniu w ich sprawie, prowadzenia badań, proponowania udoskonaleń, wymyślania nazwy czy marki oraz organizacji sprzedaży. Quirky zachowuje sobie prawo do podjęcia ostatecznej decyzji w sprawie wyboru produktów, które trafią na rynek. Odpowiada również za kwestię opracowania technicznego, produkcji i dystrybucji. Serwis pobiera 70 procent ogółu przychodów, które udało się wypracować za jego pośrednictwem, pozostałe 30 procent rozdysponowuje natomiast pomiędzy członków społeczności zaangażowanych w dany projekt. Z tych 30 procent 42 procent trafia do twórcy oryginalnego pomysłu, osoby uczestniczące w procesie wyznaczania ceny otrzymują 10 procent, do autorów propozycji nazwy trafia 5 procent i tak dalej. Do jesieni 2012 roku Quirky zdołał zgromadzić ponad 90 milionów od inwestorów typu venture, zdążył też podpisać umowy w sprawie sprzedaży swoich produktów z kilkoma dużymi sieciami, między innymi Target oraz Bed Bath & Beyond. Jeden z najbardziej udanych produktów tego przedsięwzięcia, elastyczna

listwa zasilająca Pivot Power, sprzedała się w ciągu niespełna dwóch lat w 373 tysiącach egzemplarzy i przyniosła uczestnikom procesu crowdsourcingu ponad 400 tysięcy dolarów.

Affinova to kolejna młoda firma, która wspiera proces rekombinacji innowacji. Skupia się konkretnie na drugiej fazie procesu opisywanego przez Weitzmana, czyli na selekcji potencjalnych połączeń różnych cegiełek. Wykorzystuje w tym celu połączenie crowdsourcingu i algorytmy godne Nagrody Nobla. Browar Carlsberg doskonale zdawał sobie sprawę, że przy realizacji pomysłu stworzenia nowej butelki i etykiety piwa Belgium's Grimbergen, najstarszego nieprzerwanie produkowanego piwa klasztornego, należy zachować dużą ostrożność. Firma chciała odświeżyć markę, ale w taki sposób, aby nie zaszkodziło to jej reputacji i nie przekreśliło dziewięciuset lat jej historii. Nie ulegało wątpliwości, że w ramach tego procesu tworzenia nowego wzoru pojawi się po kilka propozycji dla każdego z elementów, czyli między innymi kształtu butelki, wytłoczeń, koloru etykiety i jej umiejscowienia czy wzoru kapsla. Wybór tej „właściwej” kombinacji spośród tysięcy możliwości od początku wydawał się kwestią dalece nieoczywistą.

Standardowo w przypadku tego typu problemów zespół projektowy tworzy kilka kombinacji, które ich zdaniem mają szansę się sprawdzić, a następnie ostateczną decyzję podejmuje się na podstawie wyników pracy grupy fokusowej lub z udziałem innych metod małoskalowych. Affinova proponuje zupełnie inne podejście do tego tematu. Serwis wykorzystuje matematyczne narzędzia modelowania wyboru. Jest to rozwiązanie na tyle doniosłe, że jego intelektualny prekursor, ekonomista Daniel McFadden, został uhonorowany Nagrodą Nobla. Modelowanie wyboru pozwala w krótkim czasie rozpoznać preferencje ludzi – stwierdzić, czy wolą brązową butelkę z tłoczeniem i niewielką etykietą, czy może raczej zieloną gładką z dużą nalepką. Efekt ten osiąga się poprzez konsekwentne przedstawianie zbiorów kilku wariantów, z których badani wybierają ten preferowany. Affinova realizuje to badanie za pośrednictwem internetu. Serwis jest w stanie przedstawić matematycznie optymalny (lub niemal optymalny) zbiór wariantów po przeprowadzeniu tego procesu z udziałem zaledwie kilkuset osób. Dzięki tej rekombinacyjnej metodzie badawczej właścicielom marki Grimbergen udało się wskazać projekt, który uzyskał ocenę 3,5-krotnie lepszą niż pierwotna butelka[136].

Zestawienie poglądów prezentowanych przez teoretyków nowego wzrostu z wynikami projektów takich jak Waze, Innocentive, Kaggle,

Quirky czy Affinova każe z wielkim optymizmem patrzeć na stan bieżący i przyszłość innowacyjności. Postęp cyfrowy nie ogranicza się wyłącznie do sektora zaawansowanych technologii – do tworzenia coraz lepszych i szybszych komputerów i sieci. Pomaga nam również sprawniej jeździć samochodem (a wkrótce może w ogóle wyeliminować konieczność sterowania pojazdem), pozwala skuteczniej przewidywać rozbłyski słoneczne, rozwiązuje problemy występujące w branży spożywczej i w toksykologii, wreszcie przynosi lepsze listwy zasilające i ładniejsze butelki do piwa. Te i niezliczone inne innowacje będą się z czasem kumulować. Coś nowego będzie się co chwilę pojawiać i nakładać na dotychczasowe dokonania. W przeciwieństwie do niektórych naszych kolegów wierzymy, że innowacyjność i produktywność będą w przyszłości rosły w przyzwoitym tempie. Wiele cegiełek już się udało zgromadzić, a z czasem wynajdujemy też dla nich coraz lepszy układ.

ROZDZIAŁ 6.

# **SZTUCZNA I LUDZKA INTELIGENCJA W DRUGIEJ EPOCE TECHNOLOGICZNEJ**

*I tak sobie rozmyślam o tych niesamowitych maszynach elektronicznych, (...) za sprawą których nasze zdolności do prowadzenia obliczeń i tworzenia kombinacji ulegają wzmocnieniu i zwielokrotnieniu w stopniu przynoszącym nam (...) zadziwiające postępy.*

– Pierre Teilhard de Chardin

POPZREDNICH PIĘĆ ROZDZIAŁÓW poświęconych zostało wyróżnikom drugiej epoki technologicznej, do których zaliczamy: stały wykładniczy wzrost większości aspektów procesu obliczeniowego, nadzwyczajnie duże ilości informacji dostępnych w formie cyfrowej oraz innowacje o charakterze kombinacyjnym. Za sprawą tych trzech czynników zjawiska niegdyś przynależne do sfery science fiction stają się elementem naszej codziennej rzeczywistości w stopniu, jakiego nie przewidywaliśmy w naszych nawet zupełnie niedawno sformułowanych oczekiwaniach i teoriach. Co więcej, końca tego procesu nie widać.

Postępy, które dokonały się w ostatnich latach, a o których była mowa w poprzednich rozdziałach – bezobsługowe samochody, humanoidalne roboty czy systemy rozpoznawania i syntezy głosu, a także drukarki 3D i komputer zdolny zwyciężyć z człowiekiem w *Jeopardy!* – bynajmniej nie stanowią szczytowych dokonań epoki komputerowej. To tylko rozgrzewka. Im dalej wkracamy w drugą epokę technologiczną, tym częściej będziemy obserwować takie cuda i tym częściej będziemy im się dziwić.

Skąd ta pewność? Ponieważ z uwagi na występowanie czynników postępu wykładniczego, cyfryzacji i rekombinacji druga epoka technologiczna stwarza ludzkości szansę dokonania dwóch największych osiągnięć w jej historii. Chodzi mianowicie o stworzenie prawdziwej i przydatnej sztucznej inteligencji oraz o połączenie większości mieszkańców planety wspólną siecią cyfrową.

Każde z tych dokonań już samo w sobie zasadniczo zmieniłoby nasze perspektywy rozwoju. Razem przewyższają natomiast pod względem znaczenia wszystko, co się wydarzyło od czasu rewolucji przemysłowej, kiedy to nastąpiła zmiana sposobu wykonywania pracy fizycznej.

## MYŚLĄCE MASZYNY – JUŻ SĄ!

---

Maszyny zdolne realizować zadania o charakterze intelektualnym mają nawet większe znaczenie niż te przystosowane do wykonywania pracy fizycznej. Dzięki rozwojowi współczesnej sztucznej inteligencji dziś już takimi maszynami dysponujemy. Nasze urządzenia cyfrowe zdołały przekroczyć swoje wąskie granice i obecnie wykazują się szerokim zakresem kompetencji w zakresie rozpoznawania schematów, zaawansowanej komunikacji oraz innych działań kiedyś uznawanych za

wyłączną domenę człowieka.

W ostatnich latach obserwujemy również postępy w dziedzinie przetwarzania języka naturalnego, nauki maszyn (czyli zdolności komputerów do automatycznego doskonalenia własnych metod i poprawy uzyskiwanych rezultatów w związku z gromadzeniem dodatkowych danych), odbierania bodźców wizualnych oraz jednoczesnego lokalizowania się i tworzenia mapy. Współczesne maszyny radzą sobie obecnie nie tylko z tymi, ale również z wieloma innymi poważnymi wyzwaniami.

Możliwości sztucznej inteligencji będą cały czas rosnąć. Towarzyszyć temu będzie spadek jej kosztów, poprawa wyników pracy i wzrost poziomu naszego życia. Wkrótce zaczniemy na szeroką skalę wykorzystywać sztuczną inteligencję dla własnych korzyści, często będzie ona pracować niejako w tle naszej aktywności. Nowe rozwiązania znajdą zastosowanie do różnych problemów, od tych zupełnie banalnych do zasadniczo istotnych dla naszego życia. Sztuczna inteligencja będzie w stanie rozpoznawać twarze naszych znajomych na zdjęciach i rekomendować nam różne produkty. Poza tym będzie automatycznie sterować samochodami poruszającymi się po drogach oraz robotami w magazynach. Będzie w stanie skuteczniej i lepiej dopasowywać pracowników do wymogów stanowisk. Wszystkie te nadzwyczajne postępy zbledną jednak w obliczu tych zastosowań sztucznej inteligencji, które zasadniczo zmienią oblicze naszego życia.

Weźmy choćby jeden przykład. Innowatorzy z izraelskiej firmy OrCam wykorzystali mały, ale mocny komputer, zestaw cyfrowych czujników oraz zbiór świetnych algorytmów, by zapewnić ludziom z problemami ze wzrokiem możliwość odbierania podstawowych bodźców wizualnych (problem dotyczy ponad 20 milionów ludzi w samych tylko Stanach Zjednoczonych). Użytkownicy systemu OrCam, który pojawił się na rynku w 2013 roku, przypinają sobie do okularów urządzenie będące połączeniem kamery cyfrowej i głośnika. Działanie urządzenia polega na przesyłaniu fal dźwiękowych za pośrednictwem kości głowy[137]. Użytkownik wskazuje palcem tekst umieszczony na przykład na billboardzie, opakowaniu czy w artykule prasowym, a komputer od razu analizuje obraz z kamery i przesyła odpowiednie dane do głośnika, by ten mógł go odczytać.

Przez wiele lat nawet najbardziej zaawansowany sprzęt i oprogramowanie nie były w stanie dorównać człowiekowi w czytaniu tekstu „na żywo” – bez względu na wielkość i rozmiar czcionki, tło czy

oświetlenie. OrCam i inne podobne innowacje dowodzą, że sytuacja w tym zakresie uległa zmianie i że również w tej dziedzinie technologia szybko pędzi do przodu. Za sprawą tego postępu miliony ludzie będą teraz mogli bardziej cieszyć się życiem. OrCam kosztuje obecnie około 2,5 tysiąca dolarów (tyle samo co dobry aparat słuchowy), ale z czasem z pewnością będzie tanieć.

Technologie cyfrowe znajdują zastosowanie w implantach ślimakowych, dzięki którym ludzie niesłyszący odzyskują zdolność odbierania bodźców słuchowych. Prawdopodobnie przywrócić kiedyś wzrok również osobom całkowicie niewidomym, ponieważ FDA zaaprobowała niedawno pierwszą generację implantów siatkówkowych[138]. Sztuczna inteligencja pomaga nawet tetraplegikom, jako że obecnie można już sterować wózkiem inwalidzkim za pomocą umysłu[139]. Nawet obiektywnie rzecz ujmując, te wynalazki zasługują niemal na miano cudu – a przecież ich rozwój dopiero się zaczyna.

Sztuczna inteligencja nie tylko będzie zmieniać nasze życie na lepsze, będzie je również ratować. Na przykład komputer Watson, po zwycięstwie w *Jeopardy!*, zapisał się na studia medyczne. Ściślej rzecz biorąc, IBM wykorzystuje te same innowacje, dzięki którym Watson nauczył się poprawnie odpowiadać na pytania w teleturnieju, żeby wesprzeć lekarzy w procesie diagnozowania pacjentów. Tym razem zamiast pochłaniać ogrom wiedzy ogólnej, superkomputer opanowuje całość dostępnych informacji na temat medycyny. Uczy się również zestawiać posiadane dane z objawami pacjentów, ich wywiadem oraz wynikami badań, aby na tej podstawie sformułować diagnozę i plan leczenia. Postęp w tym zakresie ma ogromne znaczenie, ponieważ współczesna medycyna operuje ogromnymi zbiorami danych. Jak szacuje IBM, lekarz-człowiek musiałby poświęcać tygodniowo 160 godzin na samą tylko lekturę, żeby pozostawać na bieżąco ze wszystkimi ważnymi nowymi publikacjami[140].

Firma IBM i jej partnerzy (między innymi Memorial Sloan-Kettering Cancer Center oraz Cleveland Clinic) pracują więc nad stworzeniem Doktora Watsona. Organizacje uczestniczące w tym programie na każdym kroku podkreślają, że technologia sztucznej inteligencji ma wspierać lekarzy w poszerzaniu wiedzy i formułowaniu ocen – a nie ich zastępować. Tak czy owak, absolutnie nie można wykluczyć, że pewnego dnia Doktor Watson stanie się najlepszym diagnostą świata.

Sztuczna inteligencja już dziś znajduje zastosowanie w diagnostyce



w niektórych specjalnościach medycyny. Zespół pod kierunkiem patologa Andrew Becka opracował system o nazwie C-Path (od: *computational pathologist*, czyli obliczeniowy patolog). Służy on do automatycznego diagnozowania raka piersi i prognozowania wskaźnika przeżywalności na podstawie obrazów tkanek. System przeprowadza w trakcie pracy te same analizy co lekarz-człowiek[141]. Od lat dwudziestych XX wieku patolodzy uczą się wypatrywać w komórkach pewnego konkretnego, niewielkiego zbioru cech[142]. Zespół odpowiedzialny za system C-Path założył, że jego oprogramowanie powinno patrzeć na badany materiał świeżym okiem. Program nie dopatruje się w komórkach cech, które świadczyłyby o zaawansowaniu choroby czy rokowaniach dla pacjenta. Okazało się, że C-Path nie tylko ocenia materiał co najmniej tak samo precyzyjnie jak człowiek, ale też potrafi dostrzec trzy cechy tkanek nowotworowych, które mają pozytywny wpływ na rokowanie. Patolog ich nie szuka, bo nie do tego został przeszkolony.

Szybki rozwój sztucznej inteligencji może oczywiście przynieść również pewne problemy, o których będziemy mówić w dalszej części książki. Ogólnie jednak rzecz biorąc, powstawanie myślących maszyn to zjawisko niezwykle pozytywne.

## MILIARDY INNOWATORÓW – JUŻ WKRÓTCE!

---

Oprócz potężnej i pożytecznej sztucznej inteligencji w ostatnim czasie pojawiło się również inne zjawisko, które może dodatkowo przyspieszyć rozkwit drugiej epoki technologicznej. Chodzi mianowicie o sieć cyfrowych połączeń powstających w skali całej planety. Nie ma drugiego zasobu, który tak skutecznie poprawiałby sytuację naszego świata i ludzkości, niż sami ludzie – a jest nas 7,1 miliarda. Będziemy tworzyć dobre pomysły i innowacje, dzięki którym uda nam się stawić czoła pojawiającym się wyzwaniom, podnieść jakość naszego życia i istnieć na naszej planecie w większym spokoju, lepiej się troszcząc o siebie nawzajem. Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że – z wyjątkiem zmian klimatycznych – warunki środowiskowe, społeczne i zdrowotne na naszej planecie z czasem ulegają poprawie, nawet pomimo wzrostu liczebności ludzkości.

Ta zmiana na lepsze nie dokonuje się za sprawą przypadku, to zjawisko przyczynowo-skutkowe. Sytuacja się poprawia, *ponieważ* na

świecie żyje więcej ludzi, którzy w ogólnym rozrachunku mają więcej dobrych pomysłów przyczyniających się do poprawy naszego ogólnego losu. To optymistyczne spostrzeżenie poczynił jako jeden z pierwszych ekonomista Julian Simon. Powtarzał je zresztą potem z całą mocą przez cały okres trwania swojej kariery. Napisał: „Z ekonomicznego punktu widzenia umysł ma dokładnie takie samo, a być może nawet większe znaczenie niż usta i dłonie. W długim okresie za główny gospodarczy skutek wzrostu populacji należy uznać wkład kolejnych osób w zwiększanie ogólnych zasobów przydatnej wiedzy. W długim okresie ten wkład jest na tyle duży, że pozwala przewyciężyć koszty wzrostu populacji”[\[143\]](#).

Teoria i dane potwierdzają spostrzeżenia Simona. Teoria innowacji rekombinacyjnych kładzie nacisk na korzyści płynące z angażowania kolejnych par oczu i kolejnych umysłów do podejmowania wyzwań i poszukiwania nowych metod łączenia dotychczasowych narzędzi. Ponadto zgodnie z tą teorią ludzie odgrywają istotną rolę w procesie selekcji i doskonalenia innowacji stworzonych przez innych. Warto też podkreślić, że wszystkie wskaźniki – począwszy od jakości powietrza, przez ceny surowców, a na nasileniu przestępczości skończywszy – poprawiają się wraz z upływem czasu. Dane te dowodzą zatem, że ludzkość świetnie sobie radzi ze stojącymi przed nią wyzwaniami.

W jednej kwestii zmuszeni jesteśmy jednak polemizować z Simonem. Napisał on mianowicie: „Głównym paliwem napędzającym postęp świata są zasoby naszej wiedzy, hamulcem zaś – brak wyobraźni”[\[144\]](#). Zgadza się z obserwacją dotyczącą paliwa, co do hamulców mamy jednak odmienne zdanie. Główną przeszkodę na drodze do postępu stanowił bowiem do niedawna fakt, że znaczna część ludzkiej populacji nie miała praktycznego dostępu do światowych zasobów wiedzy i nie mogła jej poszerzać.

Uprzemysłowiony Zachód zdążył już dawno przywyknąć do bibliotek, telefonów i komputerów, wszystko to jednak długo stanowiło niesamowity luksus dla mieszkańców krajów rozwijających się. Na szczęście sytuacja w tym zakresie szybko się zmienia. Na przykład w 2000 roku liczba abonamentów na telefon komórkowy wynosiła w skali świata około 700 milionów, z czego zaledwie 30 procent dotyczyło krajów rozwijających się[\[145\]](#). Tymczasem do 2012 roku liczba abonentów telefonicznych wzrosła do 6 miliardów, z czego na wspomniane regiony przypada już ponad 75 procent. Bank Światowy szacuje, że dzisiaj dostęp do telefonu komórkowego ma trzy czwarte

mieszkańców naszej planety – oraz że w niektórych tego typu krajach więcej osób ma telefon komórkowy niż dostęp do elektryczności czy czystej wody.

Pierwsze telefony komórkowe oferowane na rynkach krajów rozwijających się obsługiwały tylko połączenia głosowe i wiadomości tekstowe, ale nawet ta prosta wersja urządzenia istotnie zmieniła rzeczywistość ich użytkowników. W latach 1997–2001 ekonomista Robert Jensen obserwował mieszkańców kilku nadmorskich wiosek w indyjskim stanie Kerala, z których większość żyła z rybołówstwa[146]. Gromadził swoje dane przed pojawieniem się usług telefonii komórkowej i po nim. Na tej podstawie stwierdził, że technologia ta przyniosła ogromne zmiany. Natychmiast po pojawieniu się telefonów komórkowych nastąpiła stabilizacja cen ryb. Chociaż średnia cena ryb spadła, rybacy odnotowali wzrost zysków, ponieważ mogli wyeliminować straty ponoszone dotychczas w przypadku, gdy niepotrzebnie jechali z towarem na nasycony już rynek. W ogólnym rozrachunku zmiana przyniosła więc poprawę zarówno z punktu widzenia sprzedawców, jak i nabywców – a Jensen zdołał powiązać te korzyści bezpośrednio z telefonami.

Oczywiście teraz nawet najbardziej podstawowe modele aparatów oferowanych w krajach rozwijających się mają zdecydowanie większe możliwości niż telefony, z których dziesięć lat temu korzystali rybacy z Kerali. Około 70 procent wszystkich telefonów sprzedanych w 2012 roku na całym świecie miało pewne dodatkowe funkcje. Choć znacząco ustępowały urządzeniom tak zaawansowanym jak iPhone'y firmy Apple czy smartfony z serii Galaxy firmy Samsung, z których korzystają mieszkańcy bogatego świata, można było za ich pomocą wykonywać zdjęcia (a często również kręcić filmy), przeglądać strony internetowe i korzystać z przynajmniej niektórych aplikacji[147]. Należy też podkreślić, że nawet tanie urządzenia mobilne stają się z czasem coraz lepsze. Jak szacuje firma analityczna IDC, której działalności skupia się na technologiach, już w najbliższej przyszłości smartfonów będzie się sprzedawać więcej niż aparatów telefonicznych wyposażonych w dodatkowe funkcje, a do 2017 roku urządzenia te będą stanowić dwie trzecie całej sprzedaży w tym sektorze rynku[148].

Ta zmiana wynika z jednoczesnego zwiększenia możliwości i spadku kosztów samych urządzeń oraz sieci. Warto też zwrócić uwagę na jej skutki – otóż miliardy ludzi dołączą dzięki niej do społeczności potencjalnych twórców wiedzy i rozwiązań, do grona potencjalnych

innowatorów.

Dzisiaj osoby korzystające ze smartfonów i tabletów podłączonych do sieci mogą, bez względu na to, gdzie się znajdują, korzystać z tych samych (albo prawie tych samych) zasobów i informacji, do których mamy dostęp w naszych gabinetach na MIT. Mogą przeszukiwać internet i korzystać z Wikipedii. Mogą brać udział w kursach internetowych, nierzadko prowadzonych przez wybitnych przedstawicieli społeczności naukowej. Mogą też prezentować swoje spostrzeżenia na blogach, na Facebooku i Twitterze, a także w wielu innych, w większości darmowych, serwisach. Mogą nawet przeprowadzać skomplikowane analizy danych, wykorzystując w tym celu zasoby chmury, takie jak Amazon Web Services bądź aplikacja statystyczna dostępna na zasadzie *open source* o nazwie R[149]. Najogólniej rzecz ujmując, mogą wносить bardzo konkretny wkład w proces tworzenia wiedzy i korzystać z tego, co Carl Bass, dyrektor generalny firmy Autodesk, określa mianem „bezgranicznych mocy obliczeniowych”[150].

Jeszcze do niedawna szybka komunikacja, dostęp do informacji oraz wymiana wiedzy pozostawały domeną wąskiego grona elit. Teraz zyskały i z każdą chwilą zyskują coraz bardziej demokratyczny i egalitarny charakter. Dziennikarz A.J. Liebling zasłynął jako autor stwierdzenia: „Z wolności prasy korzystają tylko jej właściciele”. Bez przesady można jednak stwierdzić, że wkrótce miliardy ludzi zyskają łatwy dostęp do drukarni, bibliotek, szkół oraz komputerów[151].

Zwolennicy poglądu o wielkim potencjalnie innowacji rekombinacyjnych wierzą, że te zmiany przyniosą ludzkości radykalny postęp. Nie sposób przewidzieć, jakich konkretnie nowych spostrzeżeń, produktów i rozwiązań należy się spodziewać w nadchodzących latach, nie mamy jednak najmniejszych wątpliwości co do tego, że będą nas one zadziwiać. Druga epoka technologiczna upływać będzie pod znakiem niezliczonych przejawów inteligencji maszyn oraz miliardów połączonych ze sobą umysłów, wspólnie pracujących nad pełniejszym zrozumieniem i udoskonaleniem naszego świata. Ten postęp zdeklasuje wszystko, co się dotychczas w naszej historii wydarzyło.

ROZDZIAŁ 7.

# **OBFITOŚĆ OBLICZENIOWA**

*Większość błędów ekonomicznych wynika z przekonania, że istnieje jakiś precyzyjnie określony tort do podziału i że jedna strona może cokolwiek zyskać tylko kosztem drugiej.*

– Milton Friedman

AGENCJE RZĄDOWE, think tanki, organizacje pozarządowe i naukowcy każdego dnia gromadzą więcej danych statystycznych niż ktokolwiek jest w stanie przejrzeć, a co dopiero sobie przyswoić. W telewizji, w prasie biznesowej i w blogoseferze cała masa analityków spiera się i formułuje prognozy dotyczące stóp procentowych, bezrobocia, cen akcji, deficytów oraz masy innych wskaźników. Wystarczy jednak wyciszyć cały ten szum i przyjrzeć się trendom z ostatniego wieku, aby zaobserwować jedno, zasadnicze zjawisko. Otóż ogólny standard życia zarówno w Stanach Zjednoczonych, jak i na całym świecie znacząco się w tym okresie poprawił. W Stanach Zjednoczonych tempo wzrostu PKB na osobę wynosiło średnio 1,9 procent rocznie (jeśli uwzględnić dane od początku XIX wieku)[152]. Zastosowanie tak zwanej reguły 70 (na podwojenie wartości potrzeba tyle czasu, ile wynosi wynik dzielenia 70 przez wskaźnik wzrostu) doprowadzi nas do wniosku, że w tym okresie standard życia podnosił się dwukrotnie co trzydzieści sześć lat, czyli czterokrotnie w ciągu trwania przeciętnego życia[153].

Ma to o tyle istotne znaczenie, że wzrost gospodarczy może przyczyniać się do rozwiązania wielu innych problemów. Gdyby PKB Stanów Zjednoczonych rosło w skali roku zaledwie o 1 punkt procentowy szybciej, niż to przewidują prognozy, do 2033 roku Amerykanie byłiby o bogatsi 5 bilionów dolarów[154]. Gdyby PKB rosło zaledwie o 0,5 punktu procentowego szybciej, amerykańskie problemy budżetowe udałoby się rozwiązać bez konieczności wdrażania jakichkolwiek zmian politycznych[155]. Oczywiście wolniejszy wzrost znacząco utrudniłby rozwiązanie problemu deficytu, a już na pewno stanowiłby przeszkodę w obniżaniu podatków czy zwiększaniu wydatków na jakiegokolwiek nowe inicjatywy.

## WZROST PRODUKTYWNOŚCI

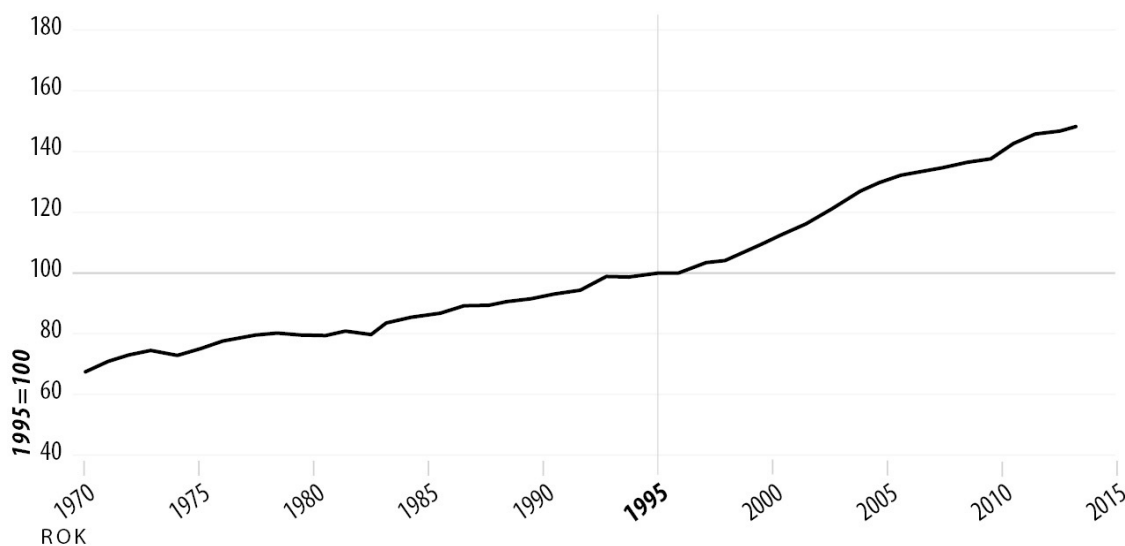
---

Jakie czynniki przyspieszają wzrost PKB na osobę? W pewnym stopniu wzrost ten można stymulować poprzez zwiększanie zasobów, w większości jednak wynika on z doskonalenia zdolności do generowania lepszych rezultatów przy danym poziomie nakładów – innymi słowy ze wzrostu produktywności. (To skrótowe określenie dotyczy w istocie wydajności pracy, czyli wyników uzyskanych w ciągu przepracowanej godziny, ewentualnie wyników jednego pracownika)[156]. Jeśli zaś chodzi o wzrost produktywności, to ten zawdzięczamy

innowacjom w dziedzinach technologii i technik wytwórczych.

Wzrostu produktywności nie da się osiągnąć poprzez proste zwiększenie nakładów pracy. Amerykanie pracowali kiedyś standardowo po pięćdziesiąt, sześćdziesiąt, a nawet siedemdziesiąt godzin tygodniowo. Choć niektórzy nadal poświęcają na pracę aż tyle czasu, średnia długość tygodnia roboczego uległa skróceniu (do trzydziestu pięciu godzin) – a mimo to standardy życia wzrosły. Robert Solow został uhonorowany Nagrodą Nobla w dziedzinie ekonomii za to, że wykazał, iż ogólnego wzrostu wydajności gospodarki nie da się wyjaśnić samym tylko zwiększeniem nakładów pracy i kapitału[157]. Warto podkreślić, że na wytworzenie tego, co powstawało w 1950 roku w ciągu czterdziestu godzin pracy, przeciętny Amerykanin dzisiaj potrzebowałby tylko jedenastu. Podobny wzrost wydajności odnotowuje się u pracowników w Europie i w Japonii, nawet wyższy w niektórych krajach rozwijających się[158].

Wzrost produktywności następował w szczególnie szybkim tempie w połowie XX wieku, zwłaszcza zaś w latach czterdziestych, pięćdziesiątych i sześćdziesiątych – kiedy to rozwiązania pierwszej epoki technologicznej (od elektryczności po silnik spalinowy) ujawniły swój pełny potencjał. Postęp ten zwolnił jednak w 1973 roku (por. rysunek 7.1).



Rysunek 7.1. Wydajność pracy

W 1987 roku sam Bob Solow zauważył, że tamten spadek zbiegł się w czasie z początkami rewolucji komputerowej. Wygłosił wówczas słynne stwierdzenie: „Nastanie ery komputerów daje się zauważyć wszędzie, tylko nie w statystykach dotyczących produktywności”[159].

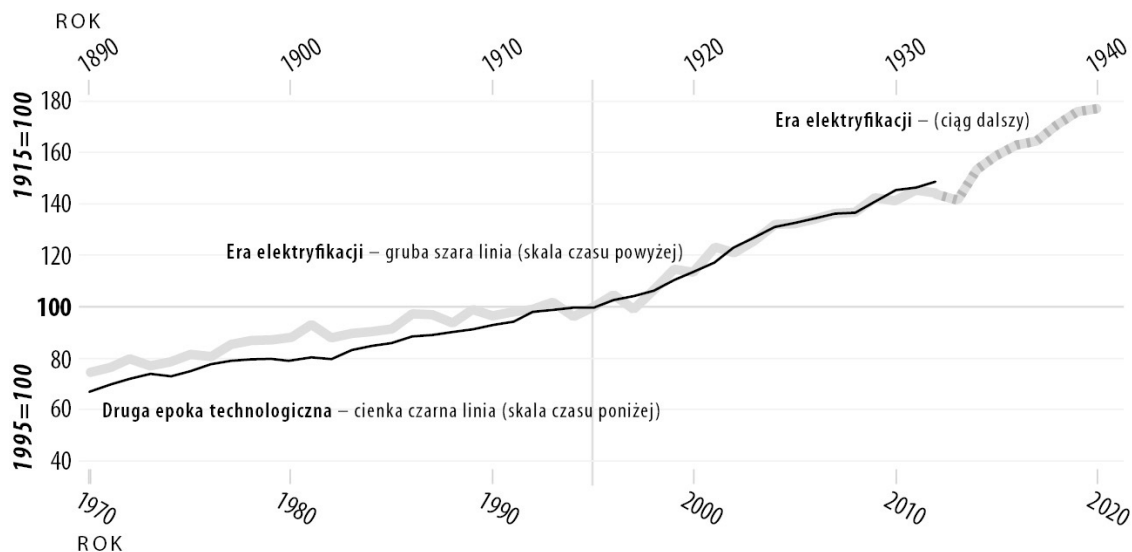
W 1993 roku Erik opublikował artykuł dotyczący „paradoksu produktywności”. Zauważył w nim, że komputery ciągle jeszcze w niewielkim stopniu kształtują rzeczywistość gospodarczą i że oddziaływanie technologii ogólnego zastosowania (do których zalicza się technologie informacyjne) zaznacza się w pełni na ogół dopiero wraz z pojawieniem się innowacji o charakterze dopełniającym[160]. Późniejsze analizy uwzględniające bardziej szczegółowe dane na temat wykorzystania technologii IT i produktywności indywidualnych przedsiębiorstw ujawniły silną i istotną zależność. Okazało się mianowicie, że przedsiębiorstwa w znacznym stopniu korzystające z rozwiązań IT charakteryzują się zdecydowanie wyższą wydajnością niż ich konkurenci[161]. Do połowy lat dziewięćdziesiątych XX wieku korzyści te osiągnęły dostatecznie duże rozmiary, by w wyraźny sposób wpłynąć na amerykańską gospodarkę – która na tym etapie odnotowywała już ogólny wzrost produktywności. Choć na ten wzrost złożyło się kilka czynników, jego głównego źródła ekonomiści upatrują dziś w potęgze technologii informacyjnych[162].

Spowolnienie wzrostu wydajności w latach siedemdziesiątych oraz jego ponowne przyspieszenie dwadzieścia lat później poprzedzało inne podobne, niezwykle interesujące zjawisko. Otóż pod koniec lat dziewięćdziesiątych XIX wieku w amerykańskich fabrykach zaczęto wprowadzać elektryczność. Paradoks produktywności polegał na tym, że również w tym przypadku wzrost wydajności pracy dał się zaobserwować dopiero po upływie ponad dwudziestu lat. Obie te technologie bardzo się od siebie różnią, a mimo to funkcjonują na w dużej mierze podobnych zasadach.

Chad Syverson, ekonomista z University of Chicago, przyjrzał się bliżej danym dotyczącym produktywności i potwierdził, że te dwa zjawiska mają rzeczywiście zaskakująco dużo punktów wspólnych[163]. Jak można zaobserwować na rysunku 7.2, powolny start i późniejsze przyspieszenie wzrostu produktywności w epoce elektryczności przedstawiały się bardzo podobnie jak w przypadku zjawiska, z którym mieliśmy do czynienia na początku lat dziewięćdziesiątych. Aby dobrze zrozumieć tę prawidłowość, trzeba sobie przede wszystkim uświadomić, że technologia ogólnego zastosowania zawsze wymaga pewnego dopełnienia (o czym była już mowa w rozdziale 5). Powstanie tych elementów komplementarnych trwa niekiedy wiele lat, a nawet dziesięcioleci, a tymczasem to właśnie ten proces odpowiada za przeskok czasowy między pojawieniem się technologii a wystąpieniem



jej oddziaływania na produktywność. Z taką właśnie sytuacją mieliśmy do czynienia zarówno w przypadku elektryfikacji, jak i w przypadku komputeryzacji.



Rysunek 7.2. Wydajność pracy w dwóch epokach

Bodaj największe znaczenie spośród wszystkich innowacji komplementarnych mają zmiany kształtu procesów biznesowych oraz wynalazki o charakterze organizacyjnym, które mogą zaistnieć dzięki nowym technologiom. Paul David, historyk gospodarki ze Stanford University oraz University of Oxford, przyjrzał się bliżej danym dotyczącym amerykańskich fabryk w okresie elektryfikacji. Na tej podstawie stwierdził, że często zachowywały one ten sam układ i stosowały te same rozwiązania organizacyjne, które obowiązywały w epoce zasilania parowego [164]. W fabrykach korzystających z silników parowych funkcję przekaźnika mocy pełniła duża, centralna oś, która napędzała wózki, maszyny oraz mniejsze wały korbowe. Zbyt długa oś mogła pęknąć na skutek skręcania, w związku z czym maszyny należało zgromadzić możliwie blisko źródła zasilania (przy czym te o największym zapotrzebowaniu na energię umieszczano najbliżej). Inżynierowie starali się organizować fabryki w przestrzeni trójwymiarowej – umieszczali sprzęt na poziomach powyżej i poniżej centralnego silnika – by w ten sposób zmniejszyć odległość.

Gdy wiele lat później miejsce starego rozwiązania zastąpiła technologia ogólnego zastosowania w postaci elektryczności, inżynierowie po prostu dokonywali zakupu największego dostępnego silnika elektrycznego i umieszczali go tam, gdzie dotychczas znajdował się jego parowy odpowiednik. Taki sam układ stosowano jednak

również w nowo powstających fabrykach. Pewnie nie powinno to nikogo dziwić, ale z danych wynika, że zastosowanie silników elektrycznych nie przełożyło się na istotniejszą poprawę wyników fabryk. Faktycznie spadł nieco poziom zadymienia i hałasu, ale z drugiej strony nowa technologia nie zawsze gwarantowała niezawodność. Ogólnie rzecz ujmując, wskaźniki produktywności prawie nie drgnęły.

Musiało upłynąć trzydzieści lat – starzy kierownicy musieli odejść na emeryturę, a ich miejsce zająć kolejne pokolenie – by rozmieszczenie sprzętu w zakładach produkcyjnych w końcu się zmieniło. Fabryki zaczęły przypominać te, które możemy oglądać dzisiaj: maszyny znajdują się wszystkie na jednym poziomie, na powierzchni kilku tysięcy metrów kwadratowych lub nawet większej. Miejsce jednego potężnego silnika zastąpiły małe jednostki elektryczne zasilające każde urządzenie z osobna. Zamiast zasady nakazującej ustawiać maszyny o największym zapotrzebowaniu na energię najbliżej jej źródła, we współczesnym układzie zakładu produkcyjnego obowiązuje nowa, prosta, ale skuteczna reguła naturalnego przepływu materiałów.

Stwierdzić, że na skutek stworzenia linii montażowych produktywność drgnęła – to zbyt mało. Wzrosła ona bowiem dwu-, a niekiedy nawet trzykrotnie. Co więcej, przez większą część następnego stulecia pojawiały się coraz to nowe innowacje komplementarne – takie jak choćby koncepcje lean, TQM, Six Sigma, minihuty stali – które cały czas dodatkowo napędzały wzrost wydajności w sferze produkcji.

Podobnie jak w przypadku wcześniejszych technologii ogólnego zastosowania, pełne wykorzystanie potencjału rozwiązań drugiej epoki technologicznej wymaga wdrożenia istotnych innowacji o charakterze organizacyjnym. Weźmy choćby przykład oczywisty. Stworzenie World Wide Web przez Tim Bernersa-Lee w 1989 roku początkowo przyniosło korzyści tylko niewielkiej grupie fizyków cząstek elementarnych. Po części za sprawą cyfryzacji i sieci, które przyspieszają proces rozpowszechniania się idei, innowacje komplementarne powstają dzisiaj szybciej niż w czasach pierwszej epoki technologicznej. Już niespełna dziesięć lat po stworzeniu WWW przedsiębiorcy potrafili odmienić dzięki sieci oblicze działalności wydawniczej i handlowej.

Jeszcze większy wpływ na produktywność miały raczej mało spektakularne choć potężne ogólnofirmowe systemy IT<sup>[165]</sup>. Przyniosły one przede wszystkim falę zmian w zakresie przebiegu procesów biznesowych. Na przykład Walmart zdołał osiągnąć nadzwyczajne korzyści dzięki wprowadzeniu systemów, które umożliwiały wymianę

danych między sklepami a podmiotami odpowiedzialnymi za ich zaopatrywanie. Zasadnicze znaczenie miało wprowadzenie komplementarnych innowacji procesowych takich jak zarządzanie zapasami przez dostawcę, cross-docking czy strategia zorientowania łańcucha dostaw na klienta. Zjawiska te dostarczyły naukowcom ze szkół biznesu obszernego materiału do analiz. Dzięki nim udało się nie tylko zwiększyć poziom sprzedaży z miliarda dolarów tygodniowo w 1993 roku do miliarda dolarów co półtorej doby w 2001 roku, ale również znacząco rozwinąć działalność handlową i dystrybucyjną w ogóle. Zjawisko to dodatkowo nasiliło wzrost produktywności w skali kraju w omawianym okresie[166].

W latach dziewięćdziesiątych inwestycje w IT znacząco rosły, osiągając szczytny poziom w drugiej połowie tej dekady. Wtedy to wiele firm zdecydowało się na aktualizację swoich systemów w celu pełnego wykorzystania atutów internetu. Wiele z nich wdrażało zintegrowane systemy informatyczne lub usiłowało zabezpieczyć się przed problemem roku 2000 (tzw. Y2K bug – skutki, jakie miał z nastaniem roku 2000 wywołać przyjęty wcześniej sposób zapisu daty w programach komputerowych). Jednocześnie dokonał się też znaczący postęp, jeśli chodzi o innowacje w dziedzinie półprzewodników. W związku z powyższym rosnące wydatki na IT przełożyły się na jeszcze szybszy wzrost mocy obliczeniowej komputerów. Dziesięć lat po nagłośnieniu istoty komputerowego paradoksu produktywności Dale Jorgenson z Harvardu wspólnie z Kevinem Stirohem z New York Federal Reserve Bank przeprowadzili staranną analizę tego zagadnienia i doszli do następującego wniosku: „Udało się osiągnąć zgodę co do tego, że przyspieszenie osiągnięte na przełomie tysiącleci w dużej mierze znajduje swoje źródła w tych sektorach gospodarki, które wytwarzają technologie informacyjne lub z największą intensywnością wykorzystują sprzęt IT oraz oprogramowanie”[167]. Dobrze radzi sobie jednak nie tylko sektor odpowiedzialny za produkcję komputerów. Kevin Stiroh z New York Federal Reserve Bank doszedł do wniosku, że przez cały okres lat dziewięćdziesiątych XX wieku największą wydajnością charakteryzowały się te branże, które w największym stopniu *korzystały* z IT. Jak potwierdzają dogłębne badania przeprowadzone przez Dale’a Jorgensona i jego dwóch współautorów, prawidłowość ta zarysowuje się nawet z większą siłą w ostatnich latach. Badacze ustalili, że łączny wzrost produktywności wszystkich zaangażowanych zasobów nasilił się w ostatniej dekadzie XX wieku i w

pierwszej dekadzie XXI wieku w większym stopniu w branżach korzystających z IT, spowolnił natomiast nieznacznie w tych sektorach gospodarki, które nie stosują rozwiązań informatycznych z taką intensywnością[168].

Warto podkreślić, że związek między pojawieniem się komputerów a produktywnością daje się jednoznacznie zaobserwować nie tylko na poziomie przemysłu jako takiego. Występuje on również na poziomie indywidualnych firm. W ramach współpracy z Lorinem Hitem z Wharton School przy University of Pennsylvania Erik ustalił, że firmy w większym stopniu korzystające z rozwiązań IT osiągają wyższą wydajność i odnotowują jej szybszy wzrost niż ich konkurenci[169].

Pierwsze pięć lat XXI wieku upłynęło nam pod znakiem nowej fali innowacji i inwestycji, tym razem skupionych w mniejszym stopniu na sprzęcie komputerowym, w większym zaś na przeróżnych aplikacjach i nowinkach procesowych. W analizie przypadku opracowanej na potrzeby Harvard Business School Andy zwrócił na przykład uwagę na spostrzeżenia poczynione przez firmę CVS, która prowadzi apteki. Jej przedstawiciele zaobserwowali, że proces zamawiania leków na receptę wydaje się klientom frustrujący – w związku z czym został uproszczony i zmieniony[170]. Opis kolejnych etapów stał się elementem ogólnokorporacyjnego systemu komputerowego, dzięki czemu proces został powielony w ponad czterech tysiącach punktów sprzedaży. Przełożyło się to na znaczny wzrost poziomu zainteresowania klientów, w rezultacie również na zyski. Przypadek CVS wcale nie jest zresztą odosobniony. Jak wykazała analiza statystyczna, której Erik i Lorin Hitt poddali ponad sześćset firm, pełny wpływ oddziaływania komputeryzacji na wydajność firmy ujawnia się dopiero średnio po pięciu, a nawet siedmiu latach. Liczba ta odzwierciedla czas i wysiłek niezbędne do przeprowadzenia komplementarnych inwestycji, bez których wprowadzenie komputerów nie przełoży się na sukces. Warto dodać, że na każdego dolara zainwestowanego w sprzęt komputerowy przypada kolejnych 9 dolarów, które firma musi przeznaczyć na oprogramowanie, szkolenia oraz zmianę procesów biznesowych[171].

Tego typu zmiany organizacyjne w coraz większym stopniu wpływały również na statystyki produktywności dotyczące całych branż[172]. Skok wydajności w latach dziewięćdziesiątych XX wieku dotyczył przede wszystkim producentów komputerów, ale w początkach kolejnego stulecia ogólna produktywność rosła nawet szybciej – ponieważ kolejne branże dostrzegały możliwość poprawy uzyskiwanych wyników.

Podobnie jak wcześniejsze technologie ogólnego zastosowania, również komputery zdołały wpłynąć na produktywność nie tylko w swojej „wyjściowej” branży.

Ogólnie rzecz biorąc, wzrost amerykańskiej produktywności w pierwszej dekadzie XXI wieku przewyższył nawet skok odnotowany w dynamicznych latach dziewięćdziesiątych poprzedniego stulecia (kiedy to postęp w tej dziedzinie dokonywał się szybciej niż w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych)[173].

Dzisiaj amerykańscy pracownicy są bardziej produktywni niż kiedykolwiek wcześniej, a uważniejsze spojrzenie na tę kwestię pozwala dostrzec także dodatkowe elementy. Otóż gdyby rozpatrywać okres od 2000 roku, szczególnie dobre wyniki dotyczą początku dekady. Od 2005 roku wzrost wydajności nie był już tak dynamiczny. Jak wspominaliśmy w rozdziale 5, zjawisko to zrodziło nową falę smutnych prognoz dotyczących „końca wzrostu”. Formułowali je ekonomiści, dziennikarze i blogerzy. Nas pesymiści jakoś nie przekonują. Uśpienie wydajności po wprowadzeniu elektryczności nie oznaczało końca wzrostu, tak samo jak nie nastąpił on po chwilowym spadku wzrostu w latach siedemdziesiątych XX wieku.

Niedawne spowolnienie ma raczej związek z kryzysem finansowym i jego skutkami. Recesja zawsze wzbudza w ludziach pesymistyczne nastroje, co zresztą zupełnie zrozumiałe, pesymizm zaś nieodmiennie znajduje odzwierciedlenie w prognozach dotyczących technologii i przyszłości. Kryzys finansowy i pęknięcie bańki na rynku nieruchomości bardzo drastycznie odbiły się na poczuciu pewności siebie i zamożności konsumentów, co z kolei przełożyło się na radykalny spadek popytu i PKB. Recesja teoretycznie skończyła się w czerwcu 2009 roku, ale nawet z perspektywy 2013 roku możemy stwierdzić, że amerykańska gospodarka nie odzyskała jeszcze w pełni swojego potencjału. Bezrobocie wynosi 7,6 procent, a możliwości produkcyjne są wykorzystywane na poziomie 78 procent. W okresie zastoju wskaźniki, które w liczniku mają wyniki gospodarki – a do takich zalicza się wydajność pracy – zawsze utrzymują się poniżej optymalnego poziomu. Gdyby spojrzeć na to zjawisko w perspektywie historycznej, stwierdzimy, że w początkowym okresie wielkiego kryzysu, czyli w latach trzydziestych XX wieku, wydajność nie tyle rosła wolniej, ile wręcz spadała – i to przez dwa lata z rzędu. W okresie ostatniego załamania koniunktury nic takiego się nie wydarzyło. Pesymistów prognozujących załamanie wzrostu było w dobie wielkiego

kryzysu nawet więcej niż teraz, ostatecznie jednak okazało się, że kolejne trzy dekady zapisały się w historii XX stulecia jako okres świetnej koniunktury. Wróćmy może do rysunku 7.2 i przyjrzyjmy się bliżej kreskowanej linii, która ilustruje stan rzeczy po załamaniu produktywności na początku lat trzydziestych XX wieku. To właśnie w tym okresie nastąpił szczyt wzrostu i obfitości, których źródło stanowiła pierwsza epoka technologiczna.

Ten skok produktywności można wyjaśnić przesunięciem w czasie niezwykle charakterystycznym dla technologii ogólnego zastosowania. Korzyści płynące z elektryfikacji rozłożyły się niemal na całe stulecie i pojawiały się stopniowo wraz z kolejnymi innowacjami komplementarnymi. Nie mniej istotnego oddziaływania należy się spodziewać w przypadku rozwiązań cyfrowych, które przynoszą nam drugą epokę technologiczną. Nawet gdyby prawo Moore'a miało przestać obowiązywać już dzisiaj, kolejne innowacje komplementarne napędzałyby produktywność jeszcze przez kilka dekad. Inaczej jednak niż w przypadku silnika parowego czy elektryczności, technologie nowej ery będą cały czas doskonalone w tempie wykładniczym, będą z cyfrową doskonałością powiększać swoją moc i tworzyć kolejne możliwości w zakresie innowacyjności rekombinacyjnej. Z pewnością nie pójdzie zupełnie gładko – choćby dlatego, że ograniczać nas będzie cykl koniunkturalny – zdołaliśmy już jednak położyć podwaliny pod obfitość, która przewyższy wszystko to, co mieliśmy okazję obserwować do tej pory.

## ROZDZIAŁ 8.

# **NIE TYLKO PKB**

*Produkt krajowy brutto nie odzwierciedla piękna naszej poezji ani poziomu naszej debaty publicznej. Nie jest miarą naszego sprytu ani odwagi, nie opisuje ani poziomu naszej wiedzy, ani skuteczności w jej zdobywaniu, ani naszego współczucia, ani oddania. Najkrócej rzecz ujmując, mierzy wszystko oprócz tego, co naprawdę nadaje życiu sens.*

– Robert F. Kennedy

GDY PREZYDENT HOOVER usiłował zrozumieć istotę wielkiego kryzysu i opracować program wychodzenia z gospodarczych tarapatów, nie istniał jeszcze kompleksowy system wskaźników, który opisywałby rzeczywistość kraju. W związku z powyższym rząd musiał polegać na rozmaitych przypadkowych danych, dotyczących choćby ładunków transportowych czy cen surowców, ewentualnie na indeksach giełdowych. Powstający w ten sposób obraz aktywności gospodarczej był niepełny, a często także nierzetelny. Pierwszy zestaw kompleksowych wskaźników został przedłożony Kongresowi w 1937 roku. Opierał się on na pionierskich dokonaniach laureata Nagrody Nobla Simona Kuzneta, który współpracował z badaczami z National Bureau of Economic Research oraz zespołem z amerykańskiego Departamentu Handlu. Ich wysiłki doprowadziły do powstania zestawu miar, które niczym jasne światło ukazały światu liczne spośród radykalnych zmian dokonujących się w gospodarce w ciągu XX wieku.

Ponieważ jednak gospodarka się zmienia, zmieniać powinny się również i wskaźniki. W drugiej epoce technologicznej coraz większe znaczenie zyskują pomysły, spada natomiast rola przedmiotów materialnych. Liczy się myśl, nie materia; bity, nie atomy; interakcje, a nie transakcje. Wielki paradoks ery informacji polega na tym, że w pewnym sensie o źródłach wartości wiemy obecnie mniej niż pięćdziesiąt lat temu. Wielu spośród dokonujących się zmian nie udało nam się dostrzec ni mniej, ni więcej, tylko dlatego, że po prostu nie wiedzieliśmy, na co należy zwrócić uwagę. Powstała istotna warstwa gospodarki, której nie udaje się uwidocznić w oficjalnych danych i która w rezultacie nie znajduje odzwierciedlenia w rachunkach zysków i strat czy bilansach większości firm. Darmowe dobra cyfrowe, gospodarka oparta na dobrowolnej wymianie treści, dobra niematerialne oraz zmiana charakteru naszych relacji z innymi – to wszystko zdążyło już w istotny sposób wpłynąć na naszą sytuację. W związku z tym nadszedł czas na stworzenie nowych struktur organizacyjnych, na kształtowanie nowych umiejętności i instytucji, a być może także na weryfikację niektórych naszych wartości.

## MUZYKA DLA NASZYCH USZU

---

Wszyscy doskonale znamy historię o tym, jak to muzyka ewoluowała od formy fizycznej do postaci plików komputerowych. Przemiana ta ma



jednak wiele istotnych aspektów, o których wcale się tak często nie mówi. Sama muzyka wymyka się nawet tradycyjnej statystyce ekonomicznej. Sprzedaż muzyki na fizycznych nośnikach spadła z 800 milionów sztuk w 2004 roku do niespełna 400 milionów w 2008 roku. Jednocześnie w tym samym okresie łączna liczba kupionych dóbr muzycznych rosła, co tylko dodatkowo uwypukla szybki wzrost zainteresowania materiałami cyfrowymi. Popularność zyskały sobie źródła strumieniowe, takie jak iTunes, Spotify czy Pandora. Warto również pamiętać, że dane dotyczące sprzedaży nie uwzględniają liczby utworów, które zostały udostępnione innym czy pobrane za darmo, często niezgodnie z prawem. Przed nastaniem epoki MP3 nawet najwięksi miłośnicy muzyki – ludzie trzymający w piwnicach całe stopy płyt winylowych, kaset i płyt CD – nie posiadali nawet ułamka całego zbioru dwudziestu milionów utworów, które mogą się znaleźć na dziecięcym smartfonie za sprawą serwisu Spotify czy Rhapsody. Co więcej, Joel Waldfogel z University of Minnesota przeprowadził niezwykle pomysłowe badania, które doprowadziły do uzyskania ilościowego potwierdzenia, że w ostatniej dekadzie bynajmniej nie dokonał się żaden spadek jakości muzyki, że jest ona raczej lepsza niż kiedykolwiek wcześniej<sup>[174]</sup>. Dzisiaj większość ludzi słucha muzyki częściej i ma dostęp do materiałów lepszej jakości.

Dlaczego zatem muzyka zniknęła? Wartość muzyki się nie zmieniła, zmianie uległa tylko jej cena. Od 2004 do 2008 roku łączny przychód ze sprzedaży muzyki spadł z 12,3 miliarda do 7,4 miliarda dolarów, czyli o 40 procent. Nawet gdyby uwzględnić w tych danych sprzedaż cyfrową i na wszelki wypadek dorzucić sprzedaż dzwonek na telefony komórkowe, łączne przychody firm nagraniowych i tak kształtują się na poziomie o 30 procent niższym.

Podobne skutki przynosi internetowe czytelnictwo czasopism takich jak „New York Times”, „Bloomberg Businessweek” czy „MIT Sloan Management Review”. Teraz bowiem zapoznajemy się z tymi materiałami po niższej cenie albo za darmo, zamiast kupować w kiosku fizyczny egzemplarz gazety. To samo się dzieje, gdy korzystamy z ogłoszeń internetowych, zamiast z prasowych, a także gdy przesyłamy zdjęcia za pośrednictwem Facebooka, zamiast pakować zdjęcia w kopertę, w której poczta mogłaby je dostarczyć do naszych znajomych czy krewnych. Z analogowych dolarów zostają tylko cyfrowe pensy.

Z bieżących szacunków wynika, że w internecie znajduje się obecnie

ponad bilion stron WWW zawierających cyfrowy tekst i obrazy[175]. Jak już wspominaliśmy w rozdziale 4, bity powstają właściwie zerowym nakładem kosztów, po czym niemal natychmiast rozprzestrzeniają się po świecie. Co więcej, kopia cyfrowego dobra niczym nie różni się od oryginału. Skutkuje to powstaniem zupełnie odmiennych warunków ekonomicznych i rodzi bardzo specyficzne problemy w zakresie dokonywania pomiarów. Dzwoniąc do dzieci z podróży za pośrednictwem Skype'a, w żaden sposób nie przyczyniamy się do wzrostu PKB, trudno jednak uznać to zdarzenie za całkowicie pozbawione wartości. Do czegoś takiego nie miał dostępu nawet najzamożniejszy z baronów epoki przemysłowej. Jak zatem zmierzyć korzyści związane z istnieniem dóbr i usług, których kiedyś nie dało się kupić za żadne pieniądze?

## CZEGO NIE UWZGLĘDNIĄ PKB

---

Niezależnie od tego, jak dużo uwagi poświęcają PKB ekonomiści, eksperci, dziennikarze i politycy, miara ta nawet w najlepszym wydaniu nie odzwierciedla poziomu naszego dobrobytu. Trendy wzrostowe dotyczące PKB i produktywności, o których była mowa w rozdziale, mają oczywiście duże znaczenie, ale trudno je uznać za kompleksową miarę naszej ogólnej czy choćby nawet tylko ekonomicznej pomyślności. Tę właśnie myśl wyraził poetycko Robert Kennedy w stwierdzeniu przytoczonym we wstępie do tego rozdziału.

Chociaż oczywiście nie dałoby się w konkretny sposób wycenić tego typu poruszających słów, postęp gospodarki na zupełnie podstawowym poziomie można nieco lepiej zrozumieć, przyglądając się zmianom, które zachodzą w sferze konsumpcji dóbr i usług. Wtedy szybko się okazuje, że oficjalne dane statystyczne nie odzwierciedlają w pełni tej obfitości, która stała się teraz naszym udziałem, i że wraz z nastaniem drugiej epoki technologicznej kreślą coraz bardziej zniekształcony obraz sytuacji.

Dzieci posiadające smartfony mają dziś dostęp nie tylko do ogromnej biblioteki plików muzycznych, ale również do bieżących informacji. Za pośrednictwem telefonu mogą w każdej chwili skorzystać z zasobów danych większych niż ten, który dwadzieścia lat temu pozostawał do dyspozycji prezydenta Stanów Zjednoczonych. Sama tylko Wikipedia zawiera podobno ponad pięćdziesięciokrotnie więcej informacji niż

*Encyclopaedia Britannica*, czyli podstawowy kompilacyjny zbiór wiedzy dostępny w XX wieku [176]. Inaczej niż w przypadku tradycyjnej encyklopedii, zgodnie natomiast z duchem Wikipedii, z większości materiałów informacyjnych i rozrywkowych możemy dziś korzystać za darmo. Dotyczy to również ponad miliona aplikacji na smartfony [177].

Z uwagi na swoją zerową cenę tego typu usługi właściwie nie znajdują odzwierciedlenia w oficjalnych statystykach. Generują wartość dla gospodarki, nie wnoszą natomiast pieniężnego wkładu w PKB. Zważywszy, że dane dotyczące produktywności opierają się na wskaźnikach dotyczących PKB, owa rosnąca dostępność darmowych dóbr nie ma na nie żadnego wpływu – mimo że bez wątpienia mają one realną wartość. Załóżmy, że jakaś dziewczyna ogląda film w serwisie YouTube, zamiast iść do kina. Mogłaby ona powiedzieć, że YouTube generuje dla niej większą wartość netto niż tradycyjne kino. To samo mógłby powiedzieć jej brat, gdy pobiera darmową aplikację na iPada, zamiast kupować nową grę wideo.

## DARMOWE DOBRA – DOBRE DLA DOBROBYTU, ZŁE DLA PKB

---

W pewnym sensie upowszechnianie się darmowych dóbr wręcz obniża PKB. Jeśli koszt stworzenia i udostępnienia encyklopedii na komputerze wynosi nie kilka tysięcy dolarów, lecz kilka pensów, to użytkownik niewątpliwie na tym korzysta. Ten spadek kosztów powoduje jednak *obniżenie* PKB, mimo że nasza sytuacja uległa w jego wyniku poprawie. Tym samym PKB podąża w zupełnie odwrotnym kierunku niż nasz faktyczny dobrobyt. Proste przejście od SMS-ów do darmowej usługi iChat oferowanej przez Apple, przeglądanie ogłoszeń w darmowych serwisach, zamiast w gazetach czy rezygnacja z tradycyjnych połączeń na rzecz tych bezpłatnych, dostępnych za pośrednictwem Skype'a – to wszystko zmniejsza przychody firm, a tym samym wskaźniki związane z PKB o miliardy dolarów [178].

Jak pokazują powyższe przykłady nasz ekonomiczny dobrobyt wykazuje tylko luźny związek z PKB. Niestety dla wielu ekonomistów i dziennikarzy, a także dla znacznej części opinii publicznej „wzrost PKB” nadal pozostaje synonimem „wzrostu gospodarczego”. Przez znaczną część XX wieku takie podejście wydawało się uzasadnione. Jeśli się zakłada, że każda kolejna jednostka wyprodukowanego dobra przynosi

porównywalny wzrost dobrobytu, wówczas zliczanie wolumenu produkcji – zgodnie z założeniem wskaźnika PKB – pozwala dość dokładnie scharakteryzować poziom naszej pomyślności. Najprawdopodobniej faktycznie lepiej żyje się w tym kraju, w którym sprzedaje się więcej samochodów, więcej buszli pszenicy, więcej ton stali...

Wraz ze wzrostem ilości dóbr cyfrowych, które nie mają ceny w dolarach, to tradycyjne myślenie o PKB stopniowo odrywa się od rzeczywistości. Jak wspominaliśmy w rozdziale 4, w odniesieniu do drugiej epoki technologicznej używa się niekiedy określenia „gospodarka informacyjna”. Nie bez powodu. Liczba użytkowników serwisów takich jak Wikipedia, Facebook, Craigslist (amerykański internetowy serwis ogłoszeń drobnych – przyp. red.), Pandora, Hulu (popularny w Stanach Zjednoczonych serwis streamingowy – przyp. red.) czy Google stale rośnie, wokół nich każdego roku powstają tysiące nowych dóbr o charakterze cyfrowym.

U.S. Bureau of Economic Analysis ocenia wkład sektora informacyjnego w gospodarkę na podstawie łącznej wartości sprzedanego oprogramowania, publikacji, materiałów filmowych i nagrań dźwiękowych, a także treści wyemitowanych, przekazu telekomunikacyjnego oraz usług w zakresie przetwarzania danych. Zgodnie z oficjalnymi statystykami, wszystkie te zjawiska odpowiadają zaledwie za 4 procent PKB. Niemal dokładnie tak samo przedstawiała się sytuacja pod koniec lat osiemdziesiątych XX wieku, zanim pojawiła się sieć WWW. Coś tu jest ewidentnie nie tak. Oficjalne statystyki nie uwzględniają bowiem dużej części tej realnej wartości, która powstaje w naszej gospodarce.

## WEHIKUŁ CZASU JAKO NARZĘDZIE POMIARU WZROSTU. CO BYŚ WOLAŁ?

---

Co moglibyśmy zrobić, żeby PKB lepiej odzwierciedlało nasz faktyczny dobrobyt? Ekonomiści posługują się niekiedy alternatywą, która przypomina nieco dziecięcą grę w „Co byś wolał?”. W 1912 roku za pośrednictwem katalogu Sears można było kupić tysiące różnych dóbr. W ofercie znajdowały się zarówno pojazd „Sears Motor Car” za 335 dolarów (strona 1213), jak i dziesiątki par damskich butów w cenie nawet 1,5 dolara (strony 371–79). Załóżmy jednak, że mielibyśmy do

dyspozycji poszerzoną wersję tego katalogu, obejmującą *wszystkie* dobra i usługi dostępne w 1912 roku – nie tylko te, które faktycznie znajdowały się w ofercie sklepu Sears, ale wszystkie dostępne w warunkach gospodarczych 1912 roku, po cenach z tamtego okresu[179]. Czy wolelibyśmy zaopatrywać się wyłącznie z tego starego katalogu i nie mieć żadnej innej opcji, czy może zdecydowalibyśmy się zapłacić dzisiejszą cenę za możliwość korzystania z obecnego wachlarza dóbr i usług?

Aby dodatkowo utrudnić to porównanie, spróbujmy zestawić dwa nowsze katalogi, choćby z lat 1993 i 2003. Gdybyśmy mieli do wydania 50 tysięcy dolarów, to czy wolelibyśmy dowolny model samochodu z 1993 roku (zupełnie nowy) po ówczesnej cenie, czy też zapłacilibyśmy cenę z 2013 roku za samochód z 2013 roku? Co wolelibyśmy kupić: banany, szkła kontaktowe, skrzydełka kurczaka, krzesła, usługi bankowe, bilety lotnicze, filmy, usługi telefoniczne, opiekę zdrowotną, mieszkanie, żarówki, komputer, benzynę czy różne inne dobra i usługi oferowane na rynku w 1993 roku za ceny z 1993 roku – czy też może jednak wybralibyśmy porównywalne dobra z 2013 roku za ceny z 2013 roku?

Jakość bananów czy benzyny jakoś szczególnie się w tym okresie nie zmieniła, więc patrzylibyśmy na cenę. Gdyby różnica sprowadzała się wyłącznie do tego jednego czynnika, można by łatwo oszacować inflację i bez przeszkód porównać obie oferty. Trzeba jednak pamiętać, że w przypadku innych dóbr, w szczególności tych charakterystycznych dla drugiej epoki technologicznej (a więc choćby informacji internetowej czy urządzeń mobilnych) dokonał się w tym czasie ogromny skok jakościowy, w związku z czym cena rozpatrywana przez pryzmat jakości może być w istocie niższa niż kiedyś, nawet jeśli nominalna wartość danego dobra wzrosła. Co więcej, dzisiaj możemy korzystać z wielu nowych dóbr, zwłaszcza cyfrowych, które kiedyś po prostu nie istniały. Poza tym niektóre starsze dobra i usługi zostały wycofane z rynku lub zupełnie straciły na atrakcyjności. Dziś trudno trafić na dobry skórzany pasek do ostrzenia brzytwy[180], niełatwo jest znaleźć zabytkowy komputer z 1993 roku, zniknęły też stacje paliw, na których można liczyć na mycie przedniej szyby w cenie benzyny.

Wybór katalogu to dopiero pierwszy krok. W dalszej kolejności wypada się zastanowić, jaka kwota mogłaby nas przekonać do odsunięcia na dalszy plan kwestii różnic między dwoma katalogami. Jeśli 20-procentowy wzrost kwoty spowodowałby, że zakupy z nowego

katalogu sprawią nam dokładnie tyle samo radości co zaopatrywanie się za pośrednictwem starszej wersji, wówczas wzrost ogólnego wskaźnika cen należy ocenić na 20 procent. Jeśli nasze dochody w tym okresie się nie zmieniły, to na skutek spadku siły nabywczej doświadczamy stosownego do niego obniżenia standardu życia. Jeśli natomiast nasze dochody rosły szybciej niż wskaźnik cen, wówczas standard życia się podnosił.

Takie podejście ma sens na poziomie teoretycznym, ponieważ właśnie w taki sposób większość współczesnych rządów ocenia zmiany poziomu standardu życia. Na tego typu analizach opiera się waloryzacja wypłat z ubezpieczeń społecznych, mająca na celu wyrównanie wzrostu typowych kosztów[181]. Obliczenia tego rodzaju wykonuje się jednak zwykle, co skądinąd zupełnie zrozumiałe, na podstawie danych dotyczących transakcji rynkowych przeprowadzanych z udziałem środków pieniężnych. Darmowe składniki gospodarki w ogóle nie zostają tu uwzględnione.

## NADWYŻKA KONSUMENTA. ILE KLIENT BY ZA TO ZAPŁACIŁ, GDYBY MUSIAŁ?

---

Alternatywne rozwiązanie polega na zastosowaniu nadwyżki konsumenta charakterystycznej dla poszczególnych dóbr i usług. Nadwyżka konsumenta to różnica między kwotą, którą klient byłby skłonny za coś zapłacić, a faktyczną ceną danego dobra. Jeśli klient chętnie zapłaciłby dolara za możliwość zapoznania się z porannym wydaniem gazety, z którym jednak może zapoznać się za darmo, wówczas nadwyżka po stronie konsumenta wynosi 1 dolara. Jak wspominaliśmy wyżej, pojawienie się darmowych serwisów informacyjnych, które wypierają płatne wydania gazet, powoduje *spadek* PKB, pomimo że *zwiększa* nadwyżkę po stronie konsumenta[182]. W związku z tym można by twierdzić, że nadwyżka konsumenta lepiej sprawdzałaby się jako miara naszej ogólnej ekonomicznej pomysłowości. Pomysł wydaje się niezwykle kuszący, ale wartość tego wskaźnika niezwykle trudno jest ustalić.

Te trudności nie odstraszały jednak naukowców, którzy wielokrotnie próbowali formułować szacunki dotyczące nadwyżki konsumenta. W 1993 roku Erik napisał artykuł, w którym ocenił, że w związku z szybkim wzrostem nadwyżki konsumenta wynikającym ze spadku

cen komputerów poziom dobrobytu ekonomicznego podnosi się w tempie około 50 miliardów dolarów rocznie[183].

Oczywiście analiza spadku cen nie sprawdza się w przypadku produktów, które już są oferowane za darmo. W niedawnym projekcie badawczym, realizowanym wspólnie z doktor Joo Hee Oh z MIT, Erik zastosował nieco inne rozwiązanie. Otóż za punkt wyjścia przyjęto założenie, że nawet jeśli ludzie nie płacą za możliwość korzystania z danej usługi pieniędzmi, to każdorazowy kontakt z internetem wymaga od nich wyrzeczenia się innego cennego dobra, a mianowicie czasu[184]. Zarówno człowiek bogaty, jak i biedny, ma każdego dnia do dyspozycji dokładnie dwadzieścia cztery godziny. Aby konsumować serwisy takie jak YouTube czy Facebook, aby korzystać z poczty elektronicznej, trzeba poświęcić im uwagę. Warto podkreślić, że w porównaniu z rokiem 2000, w 2011 roku Amerykanie spędzali w internecie niemal dwukrotnie więcej swojego wolnego czasu. Wniosek z tego taki, że ceną internet bardziej niż inne rozrywki. Na podstawie wartości czasu użytkownika oraz zestawień internetu z innymi rozrywkami Erik i Joo Hee oszacowali, że sieć generuje co roku dla każdego użytkownika wartość na poziomie 2,6 tysiąca dolarów. PKB nie uwzględnia tych wartości. Gdyby było inaczej wzrost PKN, a zatem również i produktywności zwiększyłyby się w skali roku o 0,3 punktu procentowego. Innymi słowy, zamiast wskaźnika na poziomie 1,2 procent za rok 2012 mielibyśmy 1,5 procent.

Inaczej niż w przypadku rozrywki, na którą lepiej mieć więcej czasu, w pracy wartość wynika z oszczędnego nim gospodarowania. Hal Varian, główny ekonomista Google, przyjrzał się właśnie oszczędnościom czasu, jakie udaje się uzyskać dzięki wyszukiwarce jego firmy[185]. Wraz ze swoim zespołem zgromadził wybór losowo wybranych zapytań, takich jak: „Czy wybór między margaryną a masłem ma znaczenie dla wielkości ciastek?”. Zespół podjął następnie próbę udzielenia odpowiedzi na te pytania bez korzystania z wyszukiwarki Google. Jego członkowie posilkowali się między innymi zasobami bibliotecznymi. Znalezienie odpowiedzi bez korzystania z Google zajmowało średnio 22 minuty (nie licząc czasu niezbędnego na dojazd do biblioteki!), wyszukiwarka pozwala natomiast rozstrzygnąć daną kwestię w ciągu zaledwie 7 minut. W przypadku każdego zapytania Google oszczędza nam zatem średnio 15 minut. Przemnożenie tej różnicy czasu przez liczbę zapytań, które formułuje przeciętny Amerykanin oraz jego średnią stawkę godzinową (22 dolary)

daje w ujęciu rocznym kwotę rzędu 500 dolarów w przeliczeniu na jednego dorosłego pracownika.

Jak jednak może zapewnić każdy, komu zdarzyło się choć raz oddać przyjemności surfowania po sieci (choćby podczas „gromadzenia materiałów” do książki), w tym konkretnym przypadku trudno dokonać precyzyjnego ekonomicznego rozróżnienia między pracą a rozrywką czy między nakładem a rezultatami. Miliardy godzin spędzane na wrzucaniu, tagowaniu czy komentowaniu zdjęć na stronach społecznościowych takich jak Facebook to czas, który bez wątpienia stanowi źródło wartości dla przyjaciół i rodziny danej osoby, a niekiedy również dla zupełnie obcych jej osób. Za ten czas użytkownik nie otrzymuje jednak żadnej rekompensaty, można by więc zakładać, że czerpie z tej „pracy” jakiegoś rodzaju wewnętrzną satysfakcję i przedkłada ją ponad inne możliwe rozrywki. Aby lepiej wyjaśnić, o jakiej skali wysiłku tu mowa, dodajmy, w zeszłym roku wszyscy użytkownicy spędzali łącznie około 200 milionów godzin dziennie tylko na Facebooku, a znaczna część tego czasu upłynęła im na tworzeniu treści konsumowanych następnie przez innych[186]. To wartość dziesięciokrotnie przewyższająca liczbę osobogodzin, które pochłonęło wybudowanie Kanału Panamskiego od początku do końca[187]. Nie znajduje to żadnego przełożenia na statystyki dotyczące PKB (ani w zakresie nakładów, ani rezultatów pracy), mimo że te niepłatne i nieodpłatne formy aktywności przyczyniają się do wzrostu poziomu dobrobytu. Luis von Ahn z Carnegie Mellon oraz inni badacze szukają sposobów na to, by zmotywować i zorganizować miliony ludzi, którzy mogliby tworzyć wartość w ramach kolejnych projektów internetowych[188].

## NOWE DOBRA I USŁUGI

---

W początkach lat dziewięćdziesiątych XX wieku kapitaliści typu venture żartowali, że w nowej gospodarce funkcjonują właściwie tylko dwie wartości: zero i nieskończoność. Nie ulega wątpliwości, że wartość generowana w nowej gospodarce w znacznej części wynika z obniżenia ceny wielu dóbr do zera. Jak się to jednak przedstawia po drugiej stronie tej osi, czyli tam, gdzie ceny spadają z poziomu nieskończoności do bardziej wyobraźalnych wartości? Załóżmy, że wytwórnia Warner Bros. nakręci nowy film, który będzie można obejrzeć za 9 dolarów. Czy



poziom naszego dobrobytu się od tego podniesie? Dopóki zamysł filmu nie powstał, dopóki nie zatrudniono aktorów, nie nakręcono zdjęć i nie zorganizowano dystrybucji, nie dało się go obejrzeć za żadną cenę, choćby nawet nieskończoną. W tym sensie 9 dolarów oznacza istotną obniżkę – w stosunku do nieskończoności lub innej maksymalnej ceny, którą bylibyśmy skłonni zapłacić za taką treść. Dzisiaj mamy dostęp do wielu bardzo różnych nowych usług, które kiedyś nie istniały. Kilka przykładów przytaczaliśmy choćby w poprzednich rozdziałach. W perspektywie ostatniego stulecia cieszymy się rosnącym dobrobytem nie tylko z powodu spadku ceny istniejących dóbr, ale również w związku z pojawieniem się wielu nowych produktów i usług.

Siedemdziesiąt siedem procent firm zajmujących się tworzeniem oprogramowania twierdzi, że co roku wprowadza na rynek nowe produkty, a handel internetowy zdecydowanie poszerzył zakres oferty, z której może korzystać większość konsumentów[189]. Za sprawą zaledwie kilku kliknięć można uzyskać dostęp do dwóch milionów książek oferowanych przez Amazon.com. Dla porównania dodajmy, że przeciętna fizyczna księgarnia proponuje klientowi około 40 tysięcy tytułów, a nawet największy sklep Barnes & Noble w Nowym Jorku ma w ich w swoim magazynie tylko 250 tysięcy. Jak potwierdził Erik w swojej pracy, napisanej wspólnie z Michaelem Smithem i Jeffreyem Hu, podobne poszerzenie oferty można zaobserwować również w innych kategoriach, takich jak choćby materiały wideo, muzyka, elektronika czy artykuły kolekcjonerskie. Pojawienie się każdego nowego produktu w ofercie zwiększa nadwyżkę konsumenta.

Kwestię tej wartości można rozpatrywać przez pryzmat założenia, że dany produkt zawsze istniał, ale jego cena była tak wysoka, że nikt nie mógł go kupić. Pojawienie się takiego dobra w ofercie sprowadza się wówczas do obniżenia jego ceny do przystępnego poziomu. Pojawienie się i udoskonalenie komputerowych systemów do obsługi magazynów, łańcucha dostaw oraz produkcji doprowadziło również do istotnego wzrostu liczby jednostek magazynowych SKU w sklepach fizycznych. Jak twierdzi ekonomista Robert Gordon, z uwagi na wartość tych nowych dóbr oraz usług oficjalne wskaźniki PKB w odniesieniu do rocznego wzrostu należałoby w ujęciu ogólnym zwiększyć o mniej więcej 0,4 punktu procentowego[190]. Warto pamiętać, że przez większość ubiegłego stulecia wzrost produktywności oscylował wokół 2 procent, w związku z czym taki wkład w postaci nowych dóbr wcale nie byłby nieznaczący.

## REPUTACJA I REKOMENDACJE

---

Jeśli chodzi o szeroki zasób dóbr i usług, które już istniały w gospodarce, cyfryzacja przynosi również inną, pokrewną, choć bardziej subtelną korzyść. Niższe koszty wyszukiwania i transakcji przekładają się na łatwiejszy i szybszy dostęp do różnych produktów, a także na wzrost wydajności i wygody pracy. Na przykład serwisy z ocenami usług, takie jak Yelp, gromadzą miliony opinii użytkowników, na podstawie których każdy, nawet będąc w obcym mieście, może łatwo skorzystać z restauracji serwującej dania określonej jakości w określonym przedziale cenowym. Dzięki serwisowi rezerwacyjnemu OpenTable wystarczy kilka kliknięć, by zamówić stół w wybranym lokalu.

W ujęciu ogólnym tego typu narzędzia cyfrowe w istotny sposób zmieniają naszą rzeczywistość. Dawniej niewydajni sprzedawcy oferujący produkt niższej jakości korzystali z niewiedzy swoich klientów, którzy poznawali prawdę dopiero po fakcie. Dodatkowo musieli liczyć się wyłącznie z konkurencją w skali lokalnej. W związku z pojawieniem się porównywarek takich jak FindTheBest.com czy Kayak świat podróży lotniczych, usług bankowych i ubezpieczeniowych, dilerów samochodów, kin oraz przedstawicieli wielu innych branż ulega znacznemu przeobrażeniu, ponieważ konsumenci mogą wyszukiwać konkurencyjne oferty i je ze sobą zestawiać. Sprzedawca nie może już zakładać, że tańszy i lepszy konkurent mu nie zagraża, ponieważ działa w innej lokalizacji. Badania przeprowadzone przez Michaela Luce z Harvard Business School potwierdzają, że rosnąca przejrzystość ofert umożliwia mniejszym, niezależnym restauracjom konkurowanie z dużymi sieciami – ponieważ za pośrednictwem serwisów takich jak Yelp klienci szybko dowiadują się o wysokiej jakości serwowanych dań, w związku z czym w mniejszym stopniu polegają na markach wzmacnianych w drodze kosztownych kampanii marketingowych[191].

Wymiana jako element aktywności gospodarczej przynosi istotne korzyści o charakterze niematerialnym, choćby w zakresie dopasowania oferty, punktualności, poziomu obsługi klienta czy wygody użytkownika. Na istnienie tego typu korzyści zwracała uwagę Boskin Commission w 1996 roku, podkreślając, że znajdują one słabe odzwierciedlenie w naszych oficjalnych statystykach dotyczących cen oraz PKB[192]. To kolejny czynnik, który sugeruje, że standardowe wskaźniki nie odzwierciedlają do końca naszego rzeczywistego wzrostu.

## AKTYWA NIEMATERIALNE

---

W miarę jak odsetek konsumowanych produktów fizycznych spada na rzecz dóbr darmowych, rośnie również znaczenie aktywów niematerialnych jako składnika gospodarki.

W drugiej epoce technologicznej produkcja w mniejszym stopniu zależy od fizycznego wyposażenia czy struktur, w większym zaś od aktywów niematerialnych zaliczanych do jednej z czterech następujących kategorii: **własność intelektualna, kapitał organizacyjny, treść generowana przez użytkownika, kapitał ludzki.**

Na **własność intelektualną** składa się to, co podlega ochronie na mocy patentów i praw autorskich. Od lat osiemdziesiątych XX wieku liczba wynalazków chronionych przez swoich twórców patentami szybko rośnie[193], zwiększa się również ilość innych rodzajów aktywów o charakterze intelektualnym[194]. Poza tym trzeba pamiętać, że znaczna część działalności badawczo-rozwojowej, choć niewątpliwie cenna, ostatecznie nie zostaje zakwalifikowana jako własność intelektualna.

Drugą, nawet większą kategorię aktywów niematerialnych stanowi **kapitał organizacyjny**, na który składają się procesy biznesowe, techniki produkcji, struktury organizacyjne oraz modele biznesowe. Skuteczne korzystanie z technologii nowych czasów niemal zawsze wymaga wdrożenia pewnych zmian w zakresie organizacji pracy. Na przykład wielomilionowym inwestycjom w sprzęt i oprogramowanie komputerowe do planowania zarządzania zasobami przedsiębiorstwa towarzyszą zwykle zmiany procesów, które pochłaniają trzykrotnie, a nawet pięciokrotnie większe nakłady. Z drugiej strony wydatki na sprzęt i oprogramowanie przekładają się na wzrost kapitału w ujęciu ogólnokrajowym, natomiast nowych procesów biznesowych (mimo że często pozostają w użyciu dłużej niż sprzęt) zwykle nie rozpatruje się w tych kategoriach. Z naszych badań wynika, że przeprowadzenie prawidłowych obliczeń aktywów niematerialnych związanych z komputerami zwiększyłoby oficjalne wskaźniki dotyczące amerykańskich aktywów rzeczowych o 2 biliony dolarów[195].

**Treści generowane przez użytkowników** to trzecia, mniejsza, ale dynamicznie rozwijająca się kategoria aktywów niematerialnych. Użytkownicy serwisów takich jak Facebook, YouTube, Twitter, Instagram czy Pinterest nie tylko konsumują darmowe treści – czerpiąc

w ten sposób korzyści w postaci wspomnianej wcześniej nadwyżki konsumenta – ale również w większości sami je generują. Każdego dnia serwis YouTube wzbogaca się o 43 200 godzin nowych materiałów filmowych[196], a na Facebooku pojawia się 250 milionów nowych zdjęć[197]. Użytkownikom zawdzięczamy również cenne, choć wymykające się pomiarom treści takie jak recenzje na stronach typu Amazon, TripAdvisor czy Yelp. Poza tym do treści generowanych przez użytkownika zaliczają się również proste informacje binarne wykorzystywane do selekcji najlepszych recenzji (chodzi choćby o pytanie: „Czy ta recenzja ci się przydała?”). Producenci sprzętu i oprogramowania starają się zwiększać produktywność działań związanych generowaniem treści przez użytkowników. Na przykład smartfony i aplikacje tworzone z myślą o tych urządzeniach zawierają obecnie proste w obsłudze bądź wręcz automatyczne narzędzia do publikowania zdjęć w serwisie Facebook. Takie treści mają wartość dla innych użytkowników, a w związku z tym można je rozpatrywać jako kolejną formę niematerialnych aktywów kapitałowych przyczyniających się do zwiększenia ogólnego poziomu naszej zamożności.

Czwartą i największą kategorię tworzy jednak **kapitał ludzki**. Spędziliśmy wiele lat w różnych szkołach, zdobywając kolejne umiejętności, takie jak czytanie, pisanie czy wykonywanie obliczeń, potem również się uczymy – czy to w pracy, czy we własnym zakresie. W związku z tym stajemy się coraz bardziej produktywni, a niekiedy uczymy się też czerpać coraz większą satysfakcję z własnej aktywności. Tym samym również wnosimy wkład we wzrost kapitału w ujęciu ogólnokrajowym. Jak twierdzą Dale Jorgenson i Barbara Fraumeni, w Stanach Zjednoczonych wartość kapitału ludzkiego przewyższa wartość całego kapitału rzeczowego pięcio-, a nawet dziesięciokrotnie[198]. Kapitał ludzki nie zawsze odgrywał w gospodarce tak istotną rolę. Wybitny ekonomista Adam Smith zdawał sobie sprawę, że konieczność wykonywania powtarzalnych zadań stanowi jeden z głównych czynników hamujących rozwój pierwszej epoki technologicznej. W 1776 roku zauważył: „Człowiek, któremu życie upływa na wykonywaniu kilku prostych czynności, które często przynoszą niezmiennie dokładnie te same lub prawie te same skutki, nie ma okazji korzystać ze swojej zdolności pojmowania”[199]. Jeszcze będziemy pisać o tym, że znaczenie inwestycji w kapitał ludzki będzie rosło z uwagi na rosnącą automatyzację zadań o charakter rutynowym

oraz na wzrost zapotrzebowania na kreatywność charakterystyczną dla człowieka.

Te wszystkie aktywa niematerialne mają ogromne znaczenie, a mimo to oficjalne wskaźniki PKB całkowicie je pomijają. Na przykład generowanie treści przez użytkownika pochłania nieokreślone nakłady pracy i przyczynia się do powstania nieokreślonej ilości aktywów, które podlegają konsumpcji w nieokreślony sposób, generując w ten sposób nieokreśloną nadwyżkę konsumenta. W ostatnich latach coraz częściej podejmuje się jednak próby stworzenia eksperymentalnych „rachunków satelitarnych”. Uwzględniają one niektóre spośród aktywów niematerialnych obecnych w amerykańskiej gospodarce. Na przykład zgodnie z nowym rachunkiem satelitarnym prowadzonym przez Bureau of Economic Analysis inwestycje w kapitał badawczo-rozwojowy kształtowały się na poziomie około 2,9 procent PKB i w latach 1995–2004 zwiększały wzrost gospodarczy o mniej więcej 0,2 punktu procentowego[200].

Trudno precyzyjnie ocenić błąd, jakim obarczone są te obliczenia z uwagi na ich subiektywny charakter, jednak w naszym głębokim przekonaniu oficjalne dane zaniżają wpływ tego typu aktywów na gospodarkę[201].

## DRUGA EPOKA TECHNOLOGICZNA WYMAGA NOWYCH WSKAŹNIKÓW

---

Fundamentalna zasada zarządzania głosi, że co zmierzone, to zrobione. Współczesne rachunki dotyczące PKB niewątpliwie stanowiły wielki krok na drodze do postępu gospodarczego. Paul Samuelson i Bill Nordhaus ujmują rzecz w sposób następujący: „PKB oraz inne mierniki przychodu krajowego robią być może wrażenie tajemniczych, ale w rzeczywistości zaliczają się do największych wynalazków XX wieku”[202].

Niemniej w związku z powstawaniem kolejnych cyfrowych innowacji biznesowych potrzeba nam również innowacji w zakresie miar ekonomicznych. Zastosowanie niewłaściwych wskaźników może skutkować podejmowaniem błędnych decyzji i uzyskiwaniem nieodpowiednich rezultatów. Jeśli ograniczymy się do pomiarów tego, co materialne, niematerialne składniki naszego dobrobytu będą nam umykać. Jeśli zrezygnujemy z mierzenia zanieczyszczenia oraz

innowacji, tego pierwszego będzie za dużo, tego drugiego zaś – za mało. Nie wszystko, co istotne, da się policzyć, ale też nie wszystko, co się da policzyć, faktycznie ma znaczenie.

Laureat Nagrody Nobla Joe Stiglitz ujął to w sposób następujący:

Oczywiście od dawna wiadomo, że PKB może być kiepskim miernikiem naszej pomyślności czy choćby nawet tylko aktywności rynkowej. Zmiany zachodzące w społeczeństwie i gospodarce prawdopodobnie tylko zaostrzają ten problem, jednocześnie jednak postęp w dziedzinie ekonomii i w zakresie technik statystycznych może nam stwarzać szansę udoskonalenia naszych wskaźników[203].

Nowe mierniki będą się różnić od dotychczasowych zarówno na poziomie koncepcyjnym, jak i praktycznym. Można by je oprzeć na istniejących już analizach i technikach stosowanych dotychczas przez badaczy. Na przykład wskaźnik rozwoju społecznego bazuje na statystykach dotyczących zdrowia i wykształcenia, uzupełniając za ich pomocą luki w oficjalnych danych odnoszących się do PKB[204]. Na wielowymiarowy indeks ubóstwa, za pomocą którego ocenia się dobrobyt w krajach rozwijających się, składa się dziesięć innych wskaźników (takich jak poziom odżywienia, higiena czy dostęp do wody)[205]. W ramach prowadzonych okresowo badań, takich jak choćby ankieta Demographic and Health Surveys, odnotowuje się między innymi śmiertelność dzieci oraz inne dane dotyczące zdrowia[206].

Wskazać można kilka obiecujących projektów realizowanych w tym zakresie. Joe Stiglitz, Amartya Sen oraz Jean-Paul Fitoussi opracowali szczegółowy przewodnik dotyczący kompleksowego doskonalenia statystyki ekonomicznej[207]. Pewne nadzieje rodzi również Social Progress Index, nad którym pracują Michael Porter, Scott Stern, Roberto Loria oraz ich współpracownicy[208]. W Butanie mierzy się obecnie „szczęście narodowe brutto”. Warto też wspomnieć o długookresowej ankiecie, na podstawie której powstaje Gallup-Healthways Well-Being Index[209].

To wszystko ważne inicjatywy, które całym sercem popieramy. Największe szanse wiążą się jednak z wykorzystaniem narzędzi charakterystycznych dla samej drugiej epoki technologicznej, czyli wysoce różnorodnych cyfrowych danych dostępnych na bieżąco

w ogromnych ilościach. Internet, telefony komórkowe, czujniki zintegrowane z różnymi urządzeniami, a także liczne różne inne źródła nieustannie dostarczają nam nowych danych. Roberto Rigobon i Alberto Cavallo zaczęli regularnie każdego dnia analizować internetowe ceny z całego świata, by stworzyć na tej podstawie znacznie bardziej aktualny – a w wielu przypadkach również bardziej rzetelny – wskaźnik inflacji niż ten, który powstaje na podstawie oficjalnych danych z miesięcznych ankiet uwzględniających znacznie mniejszą próbę[210]. Inni ekonomiści korzystają z satelitarnych map nocnego sztucznego oświetlenia i na tej podstawie oceniają wzrost gospodarczy w różnych częściach świata. Jeszcze inni przyglądają się wyszukiwaniu w Google, starając się zrozumieć zmiany zachodzące w sferze bezrobocia i gospodarki mieszkaniowej[211]. Wykorzystanie tego typu informacji pozwoliłoby dokonać istotnego przeskoku w naszym pojmowaniu gospodarki, jak to się już zresztą dokonało w dziedzinie marketingu, działalności produkcyjnej, finansów, handlu detalicznego i niemal wszystkich innych aspektów biznesowego procesu decyzyjnego.

Co chwila zyskujemy dostęp do nowych danych, a gospodarka cały czas się zmienia. W związku z tym coraz bardziej liczy się to, aby stawiać sobie właściwe pytania. Nawet w najjaśniejszym świetle nie znajdziemy kluczy pod latarnią, jeśli nie tam je zgubiliśmy. Musimy zacząć się poważnie zastanawiać nad tym, co stanowi dla nas wartość, czego chcemy mieć więcej, a czego mniej. Wzrost PKB i produktywności to ważne wskaźniki, stanowią one jednak tylko pewien środek do celu, a nie cel sam w sobie. Czy zależy nam na zwiększaniu nadwyżki konsumenta? W takim przypadku niższe ceny i większą ilość rozrywki należy uznawać za przejawy postępu, nawet gdyby miały się one przekładać na spadek PKB. Oczywiście nasze cele mają w znacznej części również charakter niemonetarny. Wskaźników ekonomicznych nie powinniśmy ignorować, nie powinny nam one jednak przesłaniać innych wartości tylko dlatego, że łatwiej się je mierzy.

Jednocześnie musimy też pamiętać, że statystyki dotyczące PKB i produktywności nie uwzględniają wielu czynników, które mają dla nas wartość nawet w wąskim ujęciu ekonomicznym. Luka między tym, co mierzymy, a co sobie cenimy, rośnie za każdym razem, gdy zyskujemy dostęp do nowych dóbr i usług, które kiedyś nie istniały, a także wtedy, gdy istniejące już dobra stają się darmowe (jak to się często dzieje na skutek ich cyfryzacji).

ROZDZIAŁ 9.

# ROZWARSTWIENIE

*Nierównowaga między bogatymi a biednymi to jedna z najstarszych i najpoważniejszych bolączek każdej republiki.*

– Plutarch



SPOŚRÓD 3,5 BILIONA zdjęć, które zostały wykonane, odkąd w 1838 roku po raz pierwszy uwieczniono na kliszy ruchliwą paryską ulicę, aż 10 procent powstało w ciągu ubiegłego roku[212]. Jeszcze do niedawna zdjęcia wykonywano w technologii analogowej, z wykorzystaniem halogenków srebra oraz innych substancji chemicznych. Szczyt popularności fotografii analogowej przypada na rok 2000[213]. Dzisiaj ponad 2,5 miliarda ludzi dysponuje aparatami cyfrowymi, więc zdecydowana większość fotografii powstaje właśnie w technologii cyfrowej[214]. Przyniosło to naprawdę zdumiewające skutki, okazuje się bowiem, że teraz co dwie minuty powstaje więcej zdjęć niż w całym XIX wieku[215]. Utrwalamy na fotografiach ludzi i wydarzenia z naszego życia bardziej szczegółowo i częściej niż kiedykolwiek wcześniej, a ponadto udostępniamy te materiały na coraz większą skalę, ponieważ staje się to coraz łatwiejsze.

Cyfryzacja niewątpliwie przyczyniła się do poprawy jakości zdjęć i wygody fotografowania, a jednocześnie w znacznym stopniu zmienia ekonomiczne aspekty produkcji i dystrybucji zdjęć. Grupa złożona zaledwie z piętnastu osób stworzyła prostą aplikację Instagram, dzięki której ponad 130 milionów użytkowników udostępniło około 16 miliardów zdjęć (ta liczba cały czas rośnie)[216]. Po zaledwie piętnastu miesiącach działalności Instagram przeszedł w ręce Facebooka, który zapłacił za niego ponad 1 miliard dolarów. Sam Facebook osiągnął natomiast w 2012 roku miliard użytkowników, chociaż firma zatrudniała wówczas 4600 osób[217], w tym zaledwie tysiąc inżynierów[218].

Warto zestawić te dane z informacjami na temat molocha ery przedcyfrowej, firmy Kodak, która również umożliwiła swoim klientom stworzenie i przekazanie innym miliardów zdjęć. W pewnym momencie firma Kodak zatrudniała 145 300 osób, z czego jedną trzecią w Rochester w stanie Nowy York. Poza tym stwarzała też miejsca pracy pośrednio, w ramach łańcucha dostaw i kanałów dystrybucji detalicznej, bez których firma z okresu pierwszej epoki technologicznej nie mogłaby funkcjonować. George Eastman zarobił dzięki swojej firmie fortunę, poza tym jednak od chwili swojego powstania w 1880 roku Kodak stwarzał też miejsca pracy dla kolejnych pokoleń przedstawicieli klasy średniej i w znacznym stopniu odpowiadał za poziom życia w mieście Rochester. Sto trzydzieści dwa lata później, na kilka miesięcy przed tym, jak Instagram został kupiony przez Facebook, firma Kodak złożyła wniosek o upadłość[219]. Fotografia nigdy wcześniej nie cieszyła się tak

wielką popularnością. Dzisiaj co roku na Facebooku pojawia się 70 miliardów zdjęć, jeszcze więcej użytkownicy udostępniają sobie za pośrednictwem innych serwisów takich jak choćby Flickr – właściwie zupełnie za darmo. Wszystkie te zdjęcia mają postać cyfrową, w związku z czym zanikło zapotrzebowanie na pracę tysięcy ludzi, którzy kiedyś zajmowali się wytwarzaniem odczynników czy papieru do wywoływania. Wraz z nastaniem epoki cyfrowej ci ludzie musieli znaleźć dla siebie inne zajęcie.

Spojrzenie na ewolucję fotografii pozwala dostrzec zjawisko *obfitości*, stanowiące pierwszą z głównych konsekwencji wykładniczego, cyfrowego i kombinacyjnego postępu, który dokonuje się obecnie w ramach drugiej epoki technologicznej. Poza tym postęp ten przynosi jednak również *rozwarstwienie*, czyli znaczne i pogłębiające się różnice poziomu dochodów, zasobności oraz innych ważnych okoliczności życiowych. Tworzymy całą masę obrazów, każdego roku za sprawą kilku kliknięć myszy bądź klawiatury udostępniając innym w sumie 400 miliardów ważnych chwil, do których uwieczniania nawoływał kiedyś Kodak w swoich reklamach. Warto mieć świadomość, że firmy takie jak Instagram czy Facebook zatrudniają zaledwie niewielki ułamek kadry, której potrzebował Kodak. Mimo to Facebook osiąga na rynku wycenę kilkakrotnie wyższą, niż kiedykolwiek uzyskał Kodak. Poza tym dzięki serwisowi miliardowy majątek zgromadziło już co najmniej siedem osób, przy czym w każdym z tych przypadków chodzi o kwoty dziesięciokrotnie wyższe niż w przypadku George'a Eastmana. Przejście od technologii analogowej do cyfrowej spowodowało powstanie obfitości zdjęć cyfrowych i innych dóbr, jednocześnie jednak doprowadziło do zdecydowanie mniej równomiernego rozdziału dochodów.

Proces ten bynajmniej nie dotyczy wyłącznie fotografii. Podobne zjawiska dotyczą i będą jeszcze w przyszłości dotyczyć muzyki i mediów, finansów i działalności wydawniczej, handlu detalicznego, dystrybucji, usług i produkcji. Trudno będzie znaleźć branżę, w której postęp technologiczny nie przyniesie bezprecedensowej obfitości. Mniejsze nakłady pracy prowadzić będą do powstawania większego bogactwa. Postęp ten będzie jednak, przynajmniej w warunkach naszego bieżącego systemu gospodarczego, w istotnym stopniu zmieniać rozdział dochodów i bogactwa. Jeśli te same rezultaty, które kiedyś wymagały godziny pracy człowieka, teraz da się osiągnąć dzięki maszynie za cenę jednego dolara, to żaden pracodawca myślący

w kategoriach zysku nie zdecyduje się za nie zapłacić więcej niż tego dolara właśnie. W systemie wolnorynkowym pracownik będzie się więc musiał zgodzić na stawkę w wysokości jednego dolara, w przeciwnym bowiem razie pozostanie mu szukać innego źródła utrzymania. Z drugiej strony jeśli ktoś znajdzie nowy sposób na to, aby wykorzystywać pewne spostrzeżenia, uzdolnienia czy umiejętności w celu przyciągnięcia (z wykorzystaniem technologii cyfrowych) miliona nowych klientów, prawdopodobnie zarobi dzięki temu milion razy więcej. Zarówno teoria, jak i praktyka pokazują, że jednoczesne występowanie zjawisk obfitości i rozwarstwienia nie jest dziełem przypadku. Postęp technologiczny, w szczególności zaś pojawienie się technologii cyfrowych, skutkuje bezprecedensową realokacją bogactwa i dochodu. Technologie cyfrowe umożliwiają zwielokrotnianie cennych pomysłów, spostrzeżeń i innowacji bardzo niskim nakładem środków. Przynosi to z jednej strony obfitość społeczeństwu, z drugiej zaś bogactwo twórcy takiej innowacji. Jednocześnie zmniejsza także zapotrzebowanie na istotną dotychczas pracę, a tym samym może pozbawiać część ludzi znacznej części przychodu.

Jednoczesne występowanie obfitości i rozwarstwienia każe nam spojrzeć na dwa dość powszechne, ale jednocześnie sprzeczne poglądy na świat. Pierwszy z nich głosi, że postęp technologiczny zawsze przynosi wzrost dochodów. Drugi natomiast wyraża przekonanie, że automatyzacja ma niekorzystny wpływ na wynagrodzenia, ponieważ miejsce ludzi zajmują maszyny. Oba te poglądy zawierają ziarno prawdy, rzeczywistość okazuje się jednak bardziej skomplikowana. Szybki rozwój narzędzi cyfrowych skutkuje powstawaniem bezprecedensowego bogactwa, nie ma jednak żadnego ekonomicznego prawa, które gwarantowałoby wszystkim albo choćby nawet większości pracowników udział w tych korzyściach.

Przez blisko dwieście lat wynagrodzenia rosły wraz z wydajnością. To tylko wzmacniało w ludziach przekonanie, że technologia przynosi korzyści wszystkim (albo prawie wszystkim). Ostatnio jednak mediana wynagrodzenia przestała nadążać za produktywnością, co świadczy o tym, że rozdział tych dwóch zjawisk jest nie tylko teoretycznie możliwy, ale że staje się dziś gospodarczym faktem.

---

## JAK RADZI SOBIE PRZECIĘTNY PRACOWNIK?

Przyjrzyjmy się zatem tym podstawowym faktom.

Dobry punkt wyjścia wydaje się stanowić mediana dochodów, czyli dochody osoby znajdującej się w 50. centylu na skali wynagrodzeń. Mediana realnego (czyli skorygowanego o inflację) dochodu amerykańskich gospodarstw domowych osiągnęła szczytową wartość w 1999 roku, kiedy to osiągnęła poziom 54 932 dolarów. Później zaczęła spadać. Do 2011 roku obniżyła się o blisko 10 procent, do poziomu 50 054 dolarów, mimo że PKB pobiło kolejny rekord. Szczególnie silny trend spadkowy zarysował się wśród wynagrodzeń pracowników niewykwalifikowanych, zarówno zresztą w Stanach Zjednoczonych, jak i w innych krajach rozwiniętych.

W tym samym okresie, w 2012 roku, po raz pierwszy od czasów wielkiego kryzysu ponad połowa całego dochodu wypracowanego w Stanach Zjednoczonych trafiła w ręce 10 procent Amerykanów. Ponad 22 procent dochodu przypadło w udziale najlepiej wynagradzanemu 1 procentowi, co oznacza dwukrotny wzrost udziału w zarobkach w stosunku do początku lat osiemdziesiątych XX wieku. Część dochodu przypadająca czołówce tego 1 procenta najlepiej wynagradzanych Amerykanów, czyli kilku tysiącom ludzi, na których konta trafiają rocznie zarobki przekraczające 11 milionów dolarów, stanowi obecnie 5,5 procent. Z roku 2011 na 2012 wskaźnik ten wzrósł bardziej niż w którymkolwiek roku po okresie 1927–28[220].

Podobna skala nierówności dotyczy także wielu innych wskaźników, choćby średniej długości życia. Chociaż ogólnie wskaźnik ten stale rośnie, w odniesieniu do niektórych grup zaczął się obniżać. Jak wynika z artykułu, który wraz z kolegami opublikował na łamach „Health Affairs” S. Jay Olshansky, przeciętna biała Amerykanka bez wyższych studiów dożywała w 2008 roku wieku 73,5 roku, podczas gdy jeszcze w 1990 roku osiągała wiek 78,5 roku. Średnia długość życia białego mężczyzny bez wyższego wykształcenia spadła w tym samym okresie o trzy lata[221].

Trudno się zatem dziwić, że krótko po zakończeniu kryzysu finansowego w całej Ameryce wybuchały protesty. Ruch Tea Party z jednej strony i Occupy z drugiej zapewniły ujście złości milionów Amerykanów, którzy nie potrafili się odnaleźć w gospodarce. Jedna z tych grup kładła nacisk na błędy w polityce rządu, druga zaś zwracała uwagę na nadużycia w sektorze finansowym.

## JAK TECHNOLOGIA ZMIENIA GOSPODARKE

---

To wszystko niewątpliwie istotne kwestie, zasadnicze wyzwanie ma jednak charakter głęboki i strukturalny – i wynika z upowszechniania się rozwiązań drugiej epoki technologicznej, które w coraz większym stopniu wpływają na kształt naszej gospodarki.

Niedawno mieliśmy okazję posłyszeć, jak pewien biznesmen wygłasza do telefonu następujące stwierdzenie (głośno i radośnie): „Nie ma mowy. Już nie korzystam z usług podatkowych H&R Block, przestawiłem się na program TurboTax. Kosztuje tylko 49 dolarów, a jest znacznie szybszy i bardziej precyzyjny. Bardzo mi się podoba”. Ten biznesmen niewątpliwie skorzystał na zmianie: uzyskał lepszą usługę w niższej cenie. Przy kilku milionach użytkowników TurboTax generuje dużą wartość dla swoich użytkowników (która to wartość tylko w pewnym stopniu znajduje odzwierciedlenie w statystykach dotyczących PKB). Twórcy programu też na tym skorzystali, jeden z nich został miliarderm. Z drugiej strony dziesiątki tysięcy pracowników, którzy dotychczas zajmowali się obsługą podatkową, muszą się teraz martwić o zatrudnienie i źródło utrzymania.

Doświadczenie tego biznesmena to tylko niewielki wycinek zjawiska, które dokonuje się w gospodarce na szeroką skalę. Konsumenci korzystają na zmianach, które przyczyniają się do powstania ogromnego bogactwa. Większa część dochodów z nowego produktu czy usług trafia jednak w ręce względnie niewielkiej grupy ludzi. Podobnie jak chemicy, którzy w latach dziewięćdziesiątych pracowali przy produkcji filmów fotograficznych na bazie halogenków srebra, teraz specjaliści od podatków stawiają czoła nierównej konkurencji ze strony maszyn. Ich sytuacja może ulec pogorszeniu na skutek postępu technologii – i to nie tylko w porównaniu z największymi beneficjentami zmian, ale również w ujęciu obiektywnym, w porównaniu do czasów dominacji starszej technologii.

Z ekonomicznego punktu widzenia smutna prawda przedstawia się tak, że stworzenie i aktualizacja programu takiego jak TurboTax wymaga zaangażowania względnie niewielkiej grupy projektantów i inżynierów. Jak już wspominaliśmy w rozdziale 4, algorytm stworzony w postaci cyfrowej można zwielokrotnić i udostępniać milionom użytkowników niemal za darmo. W miarę jak oprogramowanie zyskuje na znaczeniu w kolejnych branżach, coraz ważniejszą rolę odgrywają

w gospodarce właśnie tego typu procesy produkcyjne i tego typu firmy.

## MNIEJSZY KAWAŁEK WIĘKSZEGO TORTU

---

Jak się przedstawiają takie przykłady, gdy rozpatruje się je z perspektywy całej gospodarki? Czy można tu mówić o jakimś szerszym zjawisku? Dane zdają się to potwierdzać.

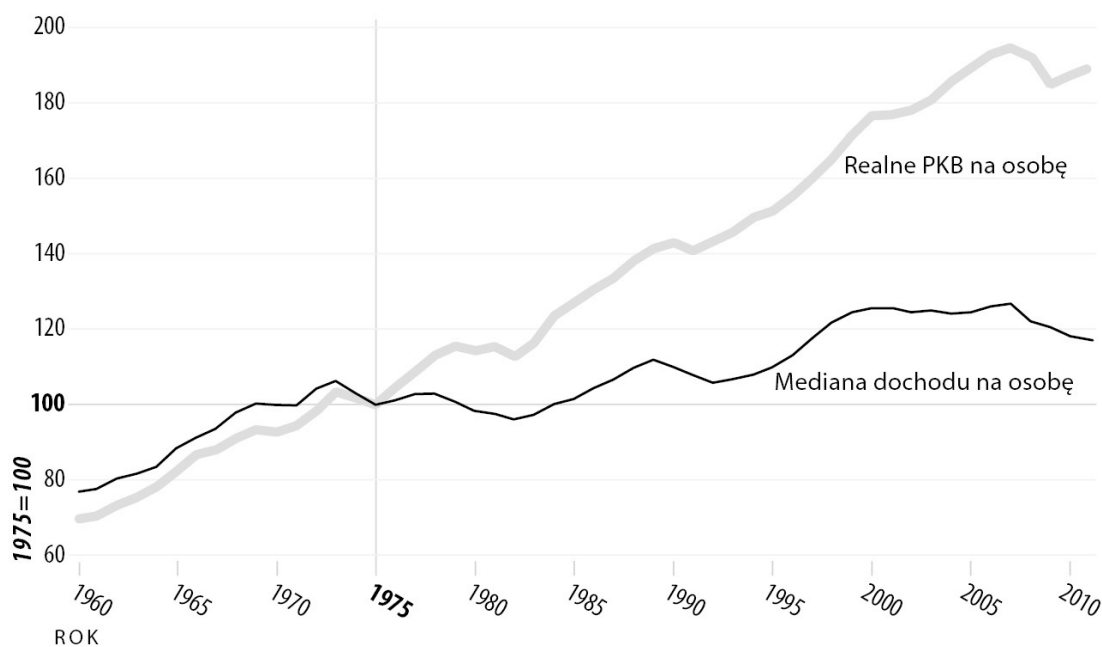
W okresie od 1993 do 2009 roku Amerykanie, ogólnie rzecz biorąc, znacznie się wzbogacili, ponieważ łączna wartość ich aktywów wzrosła. Jak jednak zauważają ekonomiści Ed Wolff i Sylvia Allegretto, w dolnych 80 procentach rozkładu dochodu nastąpił tak naprawdę *spadek* poziomu zamożności[222]. W ujęciu grupowym górne 20 procent zyskało zatem więcej niż 100 procent tego wzrostu. Ich majątek zwiększył się nie tylko o biliony dolarów nowo wygenerowanego bogactwa, ale również o pewną jego część, która uległa przesunięciu w górę z dolnych 80 procent. Istotne zmiany dokonały się również wśród względnie zamożnych ludzi. Na wzroście zamożności kraju w 80 procentach skorzystało 5 procent najbogatszych osób, przy czym ponad połowa z tego przypadła w udziale najbogatszemu 1 procentowi (i tak dalej w podobnych proporcjach). Często wspomina się, że do 2010 roku sześciu dziedziców fortuny Sama Waltona, który dorobił się na sieci Walmart, dysponowało większym majątkiem niż 40 procent najmniej zarabiających Amerykanów[223]. Wynika to po części z faktu, że w przypadku 13 milionów rodzin majątek netto przyjmuje wartość ujemną.

Przesunięciem majątku towarzyszy również zmiana w strukturze dochodów. W okresie od 1979 do 2007 roku górny 1 procent zwiększył swoje zarobki o 278 procent. W tym samym okresie ludzie znajdujący się w środkowej części wykresu odnotowali wzrost przychodów na poziomie zaledwie 35 procent. W latach 2002–07 górny 1 procent uzyskał 65 procent dochodu wypracowanego w Stanach Zjednoczonych. Jak podaje „Forbes”, łączny majątek netto czterystu najbogatszych Amerykanów osiągnął w 2013 roku rekordowy poziom 2 bilionów dolarów, co oznacza dwukrotny wzrost w stosunku do 2003 roku[224]. NAJOGÓLNIEJ RZECZ UJMUJĄC, mediana dochodu wzrosła od 1979 roku tylko nieznacznie, a po 1999 roku nawet spadła. Bynajmniej nie stało się tak z powodu zatrzymania ogólnego wzrostu dochodu czy produktywności. Jak wspominaliśmy w rozdziale 7, PKB i wydajność

cały czas zachowują imponujący trend. Z danych wynika natomiast, że wiele się zmieniło, jeśli chodzi o to, kto korzysta z tego wzrostu, a kto nie.

Zjawisko to jeszcze łatwiej zaobserwować na podstawie porównania *średniego* dochodu z jego *medianą*. Normalnie zmiany średniego dochodu (czyli ilorazu łącznego dochodu i ogólnej liczby ludzi) nie odbiegają istotnie od tych dotyczących mediany (czyli dochodu uzyskiwanego przez osobę, która znajduje się dokładnie pośrodku rozkładu dochodu – w przypadku której połowa ludzi zarabia więcej, a połowa mniej). W ostatnich latach linie tych dwóch trendów wyraźnie się od siebie oddaliły, co pokazuje rysunek 9.1.

Jak to możliwe? Wyjaśnia to prosty przykład. Otóż dziesięciu kasjerów bankowych pije sobie piwo w barze. Każdy z nich zarabia po 30 tysięcy dolarów rocznie. W ich przypadku zarówno średnia, jak mediana dochodu wynosi zatem 30 tysięcy dolarów. Dołącza do nich dyrektor generalny, również zamawia piwo. Średnia dochodu w tej grupie nagle znacząco podskoczyła, mediana jednak pozostała bez zmian. Im większe są rozbieżności w poziomie dochodów, tym bardziej linia średniej oddala się od mediany. Dzieje się tak nie tylko w naszym hipotetycznym barze, ale również w całej Ameryce.



Rysunek 9.1. Realny PKB a mediana dochodu w przeliczeniu na osobę

Ogólnie rzecz biorąc, w okresie od 1973 do 2011 roku mediana stawki godzinowej prawie się nie zmieniła, rosła w tempie zaledwie 0,1 procent

rocznie. Jak jednak wspominaliśmy w rozdziale 7, w tym samym okresie produktywność zwiększała się w tempie 1,56 procent rocznie, przyspieszając nawet do 1,88 procent między rokiem 2000 a 2011. Wzrost produktywności w większości bezpośrednio przekłada się na porównywalny wzrost przeciętnego dochodu. Znacznie niższy wzrost mediany wynagrodzeń wynikał przede wszystkim z nasilenia zjawiska nierówności[225].

## TRZY PARY ZWYCIĘZCÓW I PRZEGRANYCH

---

W ciągu ostatnich dwóch dekad byliśmy świadkami zmian w polityce podatkowej, wzrostu konkurencji ze strony rynków zagranicznych, ciągłego marnotrawstwa w sektorze publicznym oraz sztuczek ze strony Wall Street. Spojrzenie na dane i wyniki badań prowadzi jednak do wniosku, że żaden z tych czynników nie odegrał kluczowej roli w procesie narastania nierówności. Za główną przyczynę tego zjawiska uznać należy bowiem zmianę technologiczną o charakterze cyfrowym, wykładniczym i kombinacyjnym, która dokonuje się obecnie w fundamentach naszego systemu gospodarczego. O słuszności tego wniosku zdaje się świadczyć również i to, że podobne trendy zarysowują się większości krajów rozwiniętych. W Szwecji, Finlandii i Niemczech nierówności dochodowe nasilają od dwudziestu czy trzydziestu lat w nawet szybszym tempie niż w Stanach Zjednoczonych[226]. Ponieważ w tych krajach wyjściowy poziom nierówności w rozdziale dochodów był mniejszy, problem nadal nie osiągnął tam takiej skali jak w Stanach Zjednoczonych. Warto jednak zauważyć, że podobny trend zarysowuje się na całym świecie, również w instytucjach, politykach i kulturach o zupełnie odmiennym charakterze.

Jak wspominaliśmy w naszej wcześniejszej książce, zatytułowanej *Race Against the Machine*, te strukturalne zmiany gospodarcze doprowadziły do wyodrębnienia trzech częściowo się na siebie nakładających par zwycięzców i przegranych. Rzecz w tym, że nie każdy dostaje z czasem coraz większy kawałek gospodarczego ciasta. Pierwsze dwie grupy zwycięzców tworzą ludzie, którym udało się zgromadzić znaczne ilości odpowiednich aktywów kapitałowych. W grę wchodzi tu zarówno kapitał niezwiązany z człowiekiem (a więc sprzęt, struktury, własność intelektualna czy aktywa finansowe), jak i kapitał o charakterze ludzkim (szkolenie, wykształcenie, doświadczenie,



umiejętności). Podobnie jak inne formy kapitału, również kapitał ludzki stanowić może źródło strumienia dochodów. Dobrze wyszkolony hydraulik może zarobić w skali roku więcej niż pracownik niewykwalifikowany, nawet jeśli obaj poświęcą na pracę tyle samo czasu. Trzecią grupę zwycięzców tworzą supergwiazdy, czyli ludzie dysponujący nadzwyczajnym talentem – lub szczęściem.

W każdym z tych przypadków technologie cyfrowe przyczyniają się do zwiększenia korzyści gospodarczych, które padają łupem zwycięzców. Pozostali zaś stopniowo tracą na znaczeniu, co znajduje przełożenie na spadek ich wynagrodzeń. Ogólne korzyści uzyskiwane przez zwycięzców przewyższają sumę strat wszystkich pozostałych, co wynika ze wspomnianego wcześniej wzrostu produktywności i ogólnego poziomu dochodów w gospodarce. Te pozytywne wskaźniki raczej nie pocieszają grupy, która na skutek zachodzących procesów zostaje coraz bardziej w tyle. W niektórych przypadkach nawet najbardziej rozległe korzyści stają się udziałem względnie niewielkiej grupy zwycięzców, sytuacja większości ludzi ulega natomiast pogorszeniu.

## POSTĘP TECHNOLOGICZNY PROMUJĄCY KWALIFIKACJE

---

Najprostszy model, którym posługują się ekonomiści w celu wyjaśnienia wpływu technologii na rzeczywistość gospodarczą, opiera się na prostym mnożniku, za sprawą którego ogólna produktywność rośnie w równym stopniu dla wszystkich[227]. Ten model daje się łatwo przedstawić w postaci równań matematycznych. Korzysta się z niego podczas podstawowych kursów ekonomii i to on stanowił fundament intuicyjnego – jeszcze do niedawna, zupełnie słusznego – przekonania, że kolejne przejawy postępu technicznego wyniosą na szersze wody wszystkie łodzie, że wszyscy pracownicy staną się bardziej wydajni, a w związku z tym cenniejsi. Zastosowanie czynnika technologii jako mnożnika oznacza, że gospodarka wytwarza rocznie więcej dóbr przy tych samych nakładach środków, między innymi pracy. W tym podstawowym modelu technologia w równym stopniu wpływa na każdy rodzaj pracy, co oznacza, że każda przepracowana godzina zyskuje na wartości.

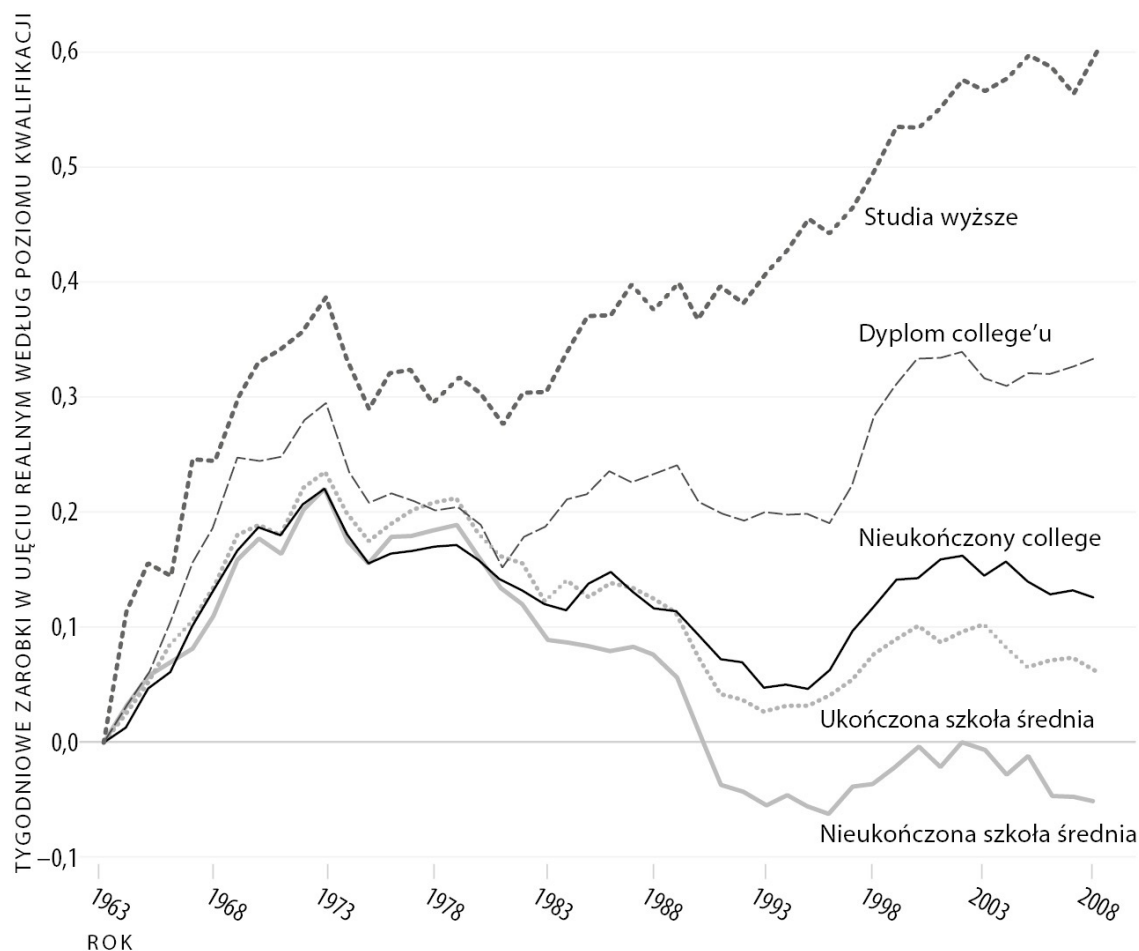
Model nieco bardziej skomplikowany dopuszcza możliwość, że nie

wszystkie formy nakładów w równym stopniu podlegają oddziaływaniu technologii – że niektórym technologia sprzyja, innym zaś szkodzi. Wystarczy zwrócić uwagę na fakt, że w ostatnich latach rozwiązania takie jak oprogramowanie do obsługi płac, automatyzacja fabryk czy procesu kontroli zapasów magazynowych, komputerowe sterowanie maszyn czy edytor tekstu *zastępowały* pracowników odpowiedzialnych za różne zadania o charakterze urzędniczym, produkcyjnym czy obliczeniowym.

Technologie wykorzystywane do analityki *big data*, usprawnienia komunikacji czy szybkiego prototypowania powodowały jednocześnie, że *rosło* znaczenie abstrakcyjnego rozumowania oraz umiejętności wykorzystywania danych, co w rezultacie doprowadziło do wzrostu wartości ludzi dysponujących odpowiednimi kompetencjami inżynierskimi, twórczymi czy projektowymi. W ogólnym rozrachunku zmiany doprowadziły więc do spadku zapotrzebowania na mniej wykwalifikowaną siłę roboczą i wzrostu popytu na pracowników dysponujących szerokimi umiejętnościami. Wielu ekonomistów, w tym między innymi David Autor, Lawrence Katz, Alan Krueger, Daron Acemoglu, Frank Levy i Richard Murnane, opisywało to zjawisko w dziesiątkach artykułów opracowanych na podstawie rzetelnych badań[228]. Określają je oni mianem *postępu technologicznego promującego kwalifikacje*. Jak sama nazwa wskazuje, chodzi tu o zmiany technologiczne sprzyjające ludziom dysponującym większym kapitałem ludzkim.

Skutki tego typu zmian technologicznych wyraźnie widać na rysunku 9.2. Opiera się on na danych zaczerpniętych z opracowania ekonomistów z MIT, Daron Acemoglu oraz Davida Autora[229]. Wykres opisuje odmienności losów milionów pracowników w ciągu kilku ostatnich dziesięcioleci. Przed 1973 rokiem wszyscy amerykańscy pracownicy mogli liczyć na szybki wzrost płac. Fala wzrostu produktywności przynosiła podwyżki wszystkim, bez względu na poziom wykształcenia. Potem nastąpił potężny kryzys paliwowy, a po nim recesja lat siedemdziesiątych. Wszystkie grupy na tym straciły, ale wkrótce potem zaczęło się zarysowywać coraz wyraźniejsze rozwarstwienie dochodów. Na początku lat osiemdziesiątych ludzie z wyższym wykształceniem ponownie zaobserwowali wzrost płac, przy czym szczególnie dobrze radzili sobie ci z tytułami. Pracownicy bez studiów musieli się natomiast zmierzyć ze spadkiem atrakcyjności warunków pracy. Pensje przestały rosnąć, a w przypadku ludzi zupełnie

bez wykształcenia wręcz spadały. Nie pozostawało to bez związku z rewolucją komputerów osobistych, która rozpoczęła się właśnie w tej dekadzie XX wieku. W 1982 roku magazyn „Time” przyznał komputerowi PC tytuł „maszyny roku”.



Rysunek 9.2. Roczne wynagrodzenia pełnoetatowych amerykańskich pracowników płci męskiej, 1963–2008

Z ekonomicznego punktu widzenia dane te robią nawet większe wrażenie, gdy weźmie się pod uwagę fakt, że liczba absolwentów college’u bardzo szybko w tym okresie rosła. Grono studentów tego typu uczelni powiększyło się ponad dwukrotnie w okresie od 1960 do 1980 roku, z 758 tysięcy do 1589 tysięcy [230]. Innymi słowy, podaż wykształconej siły roboczej znacząco wzrosła. Wzrost podaży zwykle przekłada się na spadek cen, więc zalew absolwentów studiów na poziomie licencjackim i wyższym powinien spychać ich względne wynagrodzenia w dół. Tak się jednak nie stało.

Płaca rosnąca w warunkach zwiększającej się podaży oznaczać może tylko jedno – że względny *popyt* na wykwalifikowaną siłę roboczą rósł

nawet szybciej niż jej podaż. Jednocześnie popyt na pracę wykonywaną przez ludzi bez choćby średniego wykształcenia spadał tak znacząco, że występowali oni na rynku w nadmiarze, mimo że ich szeregi stopniowo się przerzedzały. Brak popytu na niewykwalifikowaną siłę roboczą powodował obniżanie wynagrodzeń oferowanych kandydatom do tego typu pracy – a ponieważ większość ludzi najgorzej wykształconych i tak już zarabiała najmniej, zjawisko to tylko dodatkowo pogłębiło ogólną nierówność wynagrodzeń.

## RÓWNOLEGŁE WYNAŁAZKI ORGANIZACYJNE

---

Od czasu do czasu faktycznie się zdarza, że maszyny zastępują ludzi w prostym stosunku jeden do jeden, jeszcze większe znaczenie z punktu widzenia zmiany promującej kwalifikacje ma jednak szersza reorganizacja kultury biznesowej. Na podstawie badań prowadzonych wspólnie z Timem Bresnahanem ze Stanforda, Lorinem Hitem z Wharton oraz Shinkyu Yangiem z MIT Erik doszedł do wniosku, że firmy reorganizują się w związku z wykorzystaniem technologii cyfrowych w zakresie procesów decyzyjnych, w obszarze systemów motywacyjnych czy rekrutacyjnych, w odniesieniu do przepływu informacji bądź innych aspektów zarządzania i działalności operacyjnej[231]. Równoległe powstawanie innowacji technologicznych i organizacyjnych powoduje nie tylko wzrost produktywności, ale także wzrost zapotrzebowania na lepiej wykształconych pracowników (a tym samym spadek zapotrzebowania na tych niewykwalifikowanych). Reorganizacja produkcji wpłynęła na rzeczywistość ludzi bezpośrednio pracujących z komputerami, ale także na funkcjonowanie pracowników, którzy z pozoru wydają się nie mieć specjalnie do czynienia z technologią. Projektant z dobrym gustem może nagle stwierdzić, że zgłaszają się do niego różne fabryki z odległych miejsc, ponieważ większa elastyczność sprzętu umożliwia im szybsze dostosowywanie się do najnowszych trendów. Z drugiej strony sprzedawca biletów z punktu funkcjonującego na lotnisku może stracić pracę z powodu powstania strony internetowej, której nie tylko nigdy nie używał, ale o której nawet nie słyszał.

Badania prowadzone w różnych branżach wykazały, że w wielu przypadkach na każdego dolara wydanego na komputery przypadało nawet ponad dziesięć dolarów na inwestycje o charakterze

komplementarnym. Te pieniądze pochłaniał kapitał organizacyjny, czyli wydatki na szkolenia, rekrutację oraz tworzenie nowych procesów biznesowych[232]. Reorganizacja prowadziła często do eliminacji wielu zadań o charakterze rutynowym, takich jak choćby powtarzalne wprowadzanie zamówień. Od tej pory do wykonania pozostawały jedynie te formy pracy, które wymagały bardziej krytycznej oceny, większych umiejętności czy pełniejszego przeszkolenia.

Największe zmiany organizacyjne wprowadzały zwykle te firmy, które decydowały się na największe inwestycje IT, a pełne korzyści z wprowadzanych zmian pojawiały się w takim przypadku po upływie od pięciu do siedmiu lat[233]. To właśnie te firmy odnotowywały największy wzrost zapotrzebowania na wykwalifikowanych pracowników (w porównaniu do zapotrzebowania na niewykwalifikowaną siłę roboczą)[234]. Czas upływający między wdrożeniem innowacji a pojawieniem się korzyści wynikał z konieczności opanowania nowych technologii przez kierowników i pracowników. Jak wspominaliśmy wcześniej w rozważaniach dotyczących elektryfikacji i układu fabryki, zastosowanie prowizorycznych rozwiązań rzadko pozwala uzyskać istotne rezultaty. Te pojawiają się dopiero na skutek nowego spojrzenia na firmę i stworzenia rozwiązań, które pozwalają wykorzystać nowe technologie[235]. Kreatywność i zmiany organizacyjne to dwa czynniki, które należy koniecznie uwzględnić przy inwestycjach w technologie cyfrowe[236].

Oznacza to, że optymalne zastosowanie nowych technologii wcale nie polega na bezpośrednim zastąpieniu człowieka maszyną, lecz na restrukturyzacji procesu. Nie zmienia to faktu, że niektórzy pracownicy (zwykle ci najmniej wykwalifikowani) przestają być potrzebni w procesie produkcji, inni zaś (zwykle ci lepiej wykształceni i przeszkoleni) zyskują na znaczeniu. Znajduje to łatwe do przewidzenia przełożenie na strukturę wynagrodzeń. W przeciwieństwie do prostej automatyzacji poszczególnych zadań, powstawanie równoległych innowacji organizacyjnych wymaga od przedsiębiorców, menedżerów i pracowników większej kreatywności – i właśnie dlatego zmiany pojawiają się z pewnym opóźnieniem w stosunku do pierwotnego wynalazku czy wdrożenia nowej technologii. Ostatecznie jednak to właśnie dzięki nim udaje się osiągnąć lwią część wzrostu produktywności.

## KOMPUTERYZACJA MA WPŁYW NA CORAZ WIĘCEJ RÓŻNYCH KOMPETENCJI

---

Gdy przyjrzeć się bliżej zawodom, które straciły rację bytu w związku z reorganizacją przeprowadzaną przez firmy, określenie *zmiana technologiczna promująca kompetencje* może się wydać nieco mylące.

W szczególności błędem byłoby zakładać, że zadania wymagające wyższego wykształcenia – w przeciwieństwie do tych „na poziomie przedszkolnym” – ogólnie z trudem podlegają automatyzacji. Proces automatyzacji zachodzący w ostatnich latach bynajmniej nie dotyczył wyłącznie zadań niewymagających kwalifikacji. Częściej chodziło o zadania, z którymi maszyny poradzą sobie lepiej niż ludzie. Z pozoru mogłoby się wydawać, że to jedno i to samo, warto jednak przyjrzeć się bliżej temu rozróżnieniu. Łatwiej zautomatyzować powtarzalną pracę przy linii produkcyjnej niż zadania wykonywane przez portiera. Rutynowe czynności urzędnicze, takie jak choćby przetwarzanie danych dotyczących płatności, z pewnością nastreczą maszynom mniejszych trudności niż odpowiadanie na pytania klientów. Na razie maszyny ciągle jeszcze nie najlepiej sobie radzą z chodzeniem po schodach, podnoszeniem spinaczy z podłogi czy odczytywaniem emocji sfrustrowanych rozmówców.

Z myślą o precyzyjnym rozróżnieniu tych kwestii nasi koledzy z MIT, Daron Acemoglu oraz David Autor, zaproponowali podział pracy na cztery kategorie rozpisane w macierzy dwa na dwa. Dzielą oni zadania na intelektualne i manualne oraz rutynowe i nierutynowe[237]. Z ich obserwacji wynika, że zapotrzebowanie na pracę spada najbardziej znacząco w przypadku zadań rutynowych, bez względu na to, czy mają one charakter intelektualny, czy manualny. Skutkuje to polaryzacją w świecie pracy, oto bowiem zapotrzebowanie na zawody standardowo wykonywane przez przedstawicieli klasy średniej spada, natomiast popyt na pracowników odpowiedzialnych za nierutynowe prace o charakterze intelektualnym (takie jak analiza finansowa) czy nierutynowe prace manualne (jak choćby usługi fryzjerskie) utrzymuje się na względnie wysokim poziomie.

Odwołując się do wyników Acemoglu i Autora, ekonomiści Nir Jaimovich z Duke University oraz Henry Siu z University of British Columbia, wykazali związek między polaryzacją zadań a odbiciem

gospodarczym w warunkach bezrobocia, charakterystycznym dla trzech ostatnich recesji. Przez większość XIX i XX wieku po okresie spowolnienia gospodarczego bezrobocie zaczynało spadać. Tymczasem od lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku koniec recesji wcale nie oznacza już dynamicznego wzrostu zatrudnienia. Również i to zjawisko nie przypadkiem występuje równolegle z postępem komputeryzacji gospodarki. Jaimovich i Siu porównali dane z lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych XX wieku oraz z pierwszej dekady XXI wieku. Na tej podstawie stwierdzili, że zapotrzebowanie na rutynową pracę o charakterze intelektualnym, a więc w zawodach takich jak kasjer, urzędnik pocztowy czy pracownik okienka bankowego, nie tylko po prostu spada, ale spada w coraz szybszym tempie. To samo dotyczy rutynowych prac manualnych, choćby w zawodzie operatora maszyn, murarza czy krawca. We wspomnianych grupach zawodowych odnotowano spadek na poziomie 5,6 procent w latach 1981–91, na poziomie 6,6 procent w okresie od 1991 do 2001 roku oraz na poziomie 11 procent między rokiem 2001 a 2011[238]. Inaczej rzecz się miała w przypadku nierutynowych zadań o charakterze intelektualnym i manualnym, na które popyt rósł we wszystkich trzech dekadach.

PEWNE ŚWIATŁO na te prawidłowości rzucają rozmowy prowadzone z menedżerami wysokiego szczebla. Kilka lat temu mieliśmy okazję odbyć bardzo szczerą rozmowę z pewnym dyrektorem generalnym. Jak nam powiedział, od ponad dekady przewidywał, że z uwagi na postęp w dziedzinie technologii informacyjnych wiele stanowisk związanych z rutynowym przetwarzaniem danych straci rację bytu. Zwrócił jednak uwagę, że trudno się zwalnia pracowników w okresie wzrostu zysków i przychodów. Wraz z nadejściem recesji nie da się już prowadzić działalności w dotychczasowy sposób, w związku z czym łatwiej przeprowadzić bolesne usprawnienia oraz zwolnienia. Po zakończeniu recesji, gdy zyski i popyt wracają do normy, ludzi do rutynowych prac po prostu się już nie zatrudnia. Podobnie jak wiele innych firm w ostatnich latach, również jego organizacja dostrzegła możliwość wejścia na nowy poziom działalności z wykorzystaniem technologii, za to bez wspomnianej grupy pracowników.

Jak mogliśmy się przekonać w rozdziale 2, zjawisko to stanowi odzwierciedlenie paradoksu Moraveca. Odwołuje się on do spostrzeżenia, że kompetencje zmysłowe i motoryczne niezbędne do codziennego funkcjonowania wymagają ogromnych mocy obliczeniowych i wysokiego poziomu zaawansowania

rozwojowego[239]. Miliony lat ewolucji dały nam miliardy neuronów, które odpowiadają za skomplikowane zadania rozpoznawania twarzy przyjaciół, odróżniania dźwięków czy wykonywania skomplikowanych czynności motorycznych. Pewne abstrakcyjne operacje myślowe, zwane niekiedy „myśleniem wyższego rzędu”, a związane z arytmetyką czy logiką, to kompetencje względnie nowe, nabyliśmy je bowiem zaledwie kilka tysięcy lat temu. Stworzenie maszyny, która mogłaby naśladować człowieka, a nawet uzyskać w tej dziedzinie wyniki lepsze od niego, często wymaga prostszego oprogramowania i mniejszej mocy obliczeniowej.

Oczywiście przykłady przytoczone wcześniej dowodzą, że granice zbioru zadań, z którymi maszyny potrafią sobie poradzić, mogą ulegać przesunięciom. Możliwości maszyn stale się zmieniają, tak samo zresztą jak nasze rozumienie słowa „komputer”, które początkowo odnosiło się do pracy wykonywanej przez człowieka, teraz zaś opisuje maszynę.

Na początku lat pięćdziesiątych XX wieku nauczyliśmy maszyny grać w warcaby – i one wkrótce potrafiły pokonać nawet co poważniejszych amatorów[240]. W styczniu 1956 roku Herbert Simon pojawił się po przerwie w sali wykładowej i oznajmił swoim studentom: „W okresie Bożego Narodzenia Al Newell i ja wynaleźliśmy maszynę myślącą”. Trzy lata później naukowcy stworzyli program komputerowy, który otrzymał jakże skromną nazwę „Rozwiązywacz problemów ogólnych”. W założeniu miał on rozwiązywać każdy problem logiczny, który da się opisać za pomocą określonych reguł. Dobrze się sprawdzał w przypadku prostych problemów, takich jak choćby gra w kółko i krzyżyk. Radził sobie również z bardziej skomplikowanym zagadnieniem Wież Hanoi. Nie był natomiast w stanie sprostać większości problemów realnego świata – a to z uwagi na mnogość kombinacji przeróżnych czynników wymagających uwzględnienia.

Zachęcenie pierwszymi sukcesami, zarówno własnymi, jak i innych pionierów sztucznej inteligencji (do tego grona zaliczają się Marvin Minsky, John McCarthy czy Claude Shannon), Simon i Newell formułowali optymistyczne prognozy, w których maszyny opanowują typowo ludzkie umiejętności. W 1958 roku przewidywali, że do 1968 roku komputer zdobędzie szachowe mistrzostwo świata[241]. W 1965 roku Simon pokusił się nawet o stwierdzenie, że „w ciągu dwudziestu lat maszyny nabędą umiejętności niezbędne do wykonania każdego ludzkiego zadania”[242].

W 1978 roku Simon otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie ekonomii.



Co do szachów się jednak pomylił, o innych typowo ludzkich zadaniach nie wspominając. Pomylił się jednak chyba nie tyle co do ostatecznego rezultatu, ile co do momentu jego wystąpienia. W okresie, który nastąpił po ogłoszeniu przez niego szachowej prognozy, programy komputerowe co roku zyskiwały mniej więcej czterdzieści punktów w rankingu elo (metoda obliczania relatywnej siły gry szachistów – przyp. red.). W dniu 11 maja 1997 roku, czterdzieści lat po proroczym stwierdzeniu Simona, komputer IBM o nazwie Deep Blue pokonał w meczu złożonym z sześciu partii mistrza szachowego Garriego Kasparowa. Dzisiaj żaden człowiek nie jest w stanie pokonać nawet średniej klasy komputerowego programu szachowego. Warto podkreślić, że do 2009 roku programy i sprzęt uległy tak istotnemu udoskonaleniu, że program szachowy działający na zwykłym komputerze osobistym, a nawet na telefonie komórkowym osiąga arcymistrzowski poziom 2898 punktów rankingu elo i jest w stanie wygrać w turnieju z najlepszymi graczami-ludźmi[243].

## PRACA A KAPITAŁ

---

Technologia przyczynia się nie tylko do wyodrębnienia grup zwycięzców i przegranych na podstawie kryterium poziomu kapitału ludzkiego, ale również wpływa na zmiany rozdziału dochodu narodowego pomiędzy dysponentów kapitału fizycznego i pracy (to znaczy posiadaczy fabryk i ich pracowników), czyli dwóch klasycznych środków nakładczych niezbędnych do działalności produkcyjnej.

Decydując się na zakup trzydziestu tysięcy robotów, które miały podjąć pracę w fabrykach na terenie Chin, założyciel firmy Foxconn Terry Gou w istocie zastąpił pracę kapitałem[244]. Podobny proces wypierania pracy przez kapitał dokonuje się również wtedy, gdy automatyczny system obsługi głosowej zastępuje ludzi zatrudnionych dotychczas w call center. Przedsiębiorcy i menedżerowie coraz częściej podejmują tego typu decyzje, biorąc pod uwagę względne koszty obu środków nakładczych, a także ich wpływ na jakość, niezawodność i zróżnicowanie uzyskiwanego rezultatu.

Rod Brookes szacuje, że robot Baxter – którego mieliśmy okazję poznać w rozdziale 2 – pracuje, przy uwzględnieniu wszystkich kosztów, za mniej więcej 4 dolary na godzinę[245]. Jak wspominaliśmy na początku tego rozdziału, właściciel fabryki, która dotychczas zatrudniała

ludzi, będzie poważnie rozważać „zatrudnienie” na ich miejsce Baxtera, jeśli wcześniej płacił pracownikom więcej niż 4 dolary na godzinę. Jeśli rezultat pozostanie bez zmian i nie trzeba będzie zatrudniać inżynierów, kierowników czy sprzedawców, stosunek nakładów kapitałowych do nakładów pracy będzie w takiej sytuacji wzrastał[246].

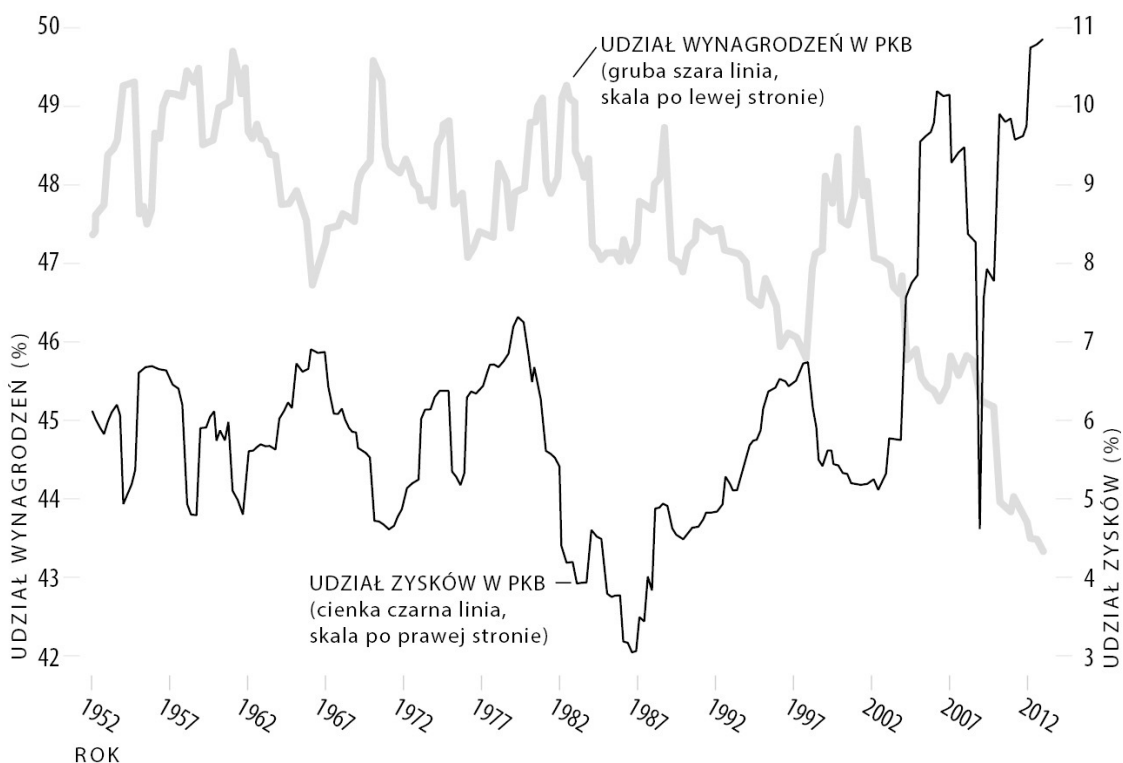
Wynagrodzenie pozostałych pracowników może wzrosnąć lub spaść na skutek pojawienia się Baxtera. Jeśli ich praca ma charakter niemal substytucyjny w stosunku do możliwości robota, wówczas powinni się oni spodziewać presji na obniżenie wynagrodzeń. Zjawisko to nasili się jeszcze bardziej, jeśli na mocy prawa Moore’a oraz ogólnego postępu kolejne wersje Baxtera będą pracować za 2 dolary na godzinę, a potem za 1 dolara na godzinę i tak dalej, zwłaszcza jeśli stopień zróżnicowania i złożoności zadań wykonywanych przez maszynę się zwiększy. Teorie ekonomiczne dopuszczają jednak również scenariusz, w którym pozostali pracownicy odnotują wzrost wysokości wynagrodzenia. Stanie się tak w szczególności w przypadku, gdy ich praca ma charakter komplementarny w stosunku do technologii. W takiej sytuacji zapotrzebowanie na ich usługi wzrośnie. Warto też pamiętać, że ponieważ postęp przynosi wzrost produktywności pracy, pracodawcy będą mogli lepiej wynagradzać pracowników. W niektórych przypadkach znajdzie to bezpośrednie przełożenie na wysokość pensji czy świadczeń socjalnych. W innych przypadkach chodzić będzie o wzrost realnego wynagrodzenia, wynikający ze spadku cen produktów i usług – a więc wzrost siły nabywczej pieniądza. W miarę wzrostu produktywności łączne wyniki pracy jednostki będą rosnąć, chociaż już wynagrodzenie pracownika-człowieka może albo rosnąć albo spadać, a nadwyżka trafi do właścicieli kapitału.

Oczywiście wykorzystanie technologii w celu zastępowania pracy kapitałem to zjawisko, które występuje w gospodarce od dziesięcioleci, jeśli nie od stuleci. W połowie XIX wieku automatyczne młocarnie zmniejszyły zapotrzebowanie na pracę w rolnictwie aż o 30 procent, a industrializacja postępowała szybko przez cały wiek XX. Dziewiętnastowieczni ekonomiści, tacy jak Karol Marks czy David Ricardo, prognozowali, że mechanizacja gospodarki pogorszy los pracowników i ostatecznie zmusi ich do życia za minimalne wynagrodzenie[247].

Jak się kształtował w rzeczywistości ten stosunek kapitału do pracy? Pomimo zmian technologicznych zachodzących w procesie produkcji w ujęciu historycznym część PKB przypadająca na dysponentów pracy

utrzymywała się na zaskakująco stabilnym poziomie, przynajmniej do niedawna. W związku z powyższym zarówno wynagrodzenia, jak i standard życia radykalnie się podnosiły, co miało związek z równie dynamicznym wzrostem produktywności. Po części wynika to również z faktu, że kapitał ludzki powiększał się proporcjonalnie do niewątpliwie lepiej widocznej rozbudowy zasobów sprzętu i budynków. Dale Jorgenson wspólnie z kolegami oszacowali, że z punktu widzenia wartości ekonomicznej łączna skala kapitału ludzkiego w gospodarce amerykańskiej dziesięciokrotnie przewyższa kapitał fizyczny[248]. W rezultacie wynagrodzenia za pracę rosły równoległe z korzyściami, które właściciele kapitału fizycznego czerpali z zysków, dywidend i zysków kapitałowych.

Rysunek 9.3 pokazuje jednak, że w ubiegłej dekadzie ten względnie stały rozdział dochodu między pracę i kapitał fizyczny zaczął ulegać erozji. Susan Fleck, John Glaser oraz Shawn Sprague zauważają na łamach „Monthly Labor Review”: „W okresie od 1947 do 2000 roku na pracę przypadało średnio 64,3 procent PKB. W Stanach Zjednoczonych odsetek PKB przypadający na czynniki pracy zmniejszył się w ciągu ubiegłej dekady, w trzecim kwartale 2010 roku osiągając najniższy poziom, czyli 57,8 procent”[249]. Warto podkreślić, że zjawisko to ma skalę globalną. Ekonomiści Lukas Karabarbounis i Brent Neiman z University of Chicago ustalili, że „globalny udział pracy znacząco się zmniejszył od początku lat osiemdziesiątych XX wieku, przy czym spadek ten dał się zaobserwować w zdecydowanej większości krajów i branż”[250]. Zdaniem autorów spadek ten należy najprawdopodobniej kojarzyć z technologiami epoki informacyjnej.



Rysunek 9.3. Udział wynagrodzeń w PKB a udział zysków korporacyjnych w PKB

Spadek udziału czynnika pracy wynika po części z występowania dwóch zjawisk, o których już wspominaliśmy. Chodzi mianowicie o to, że mniej ludzi obecnie pracuje, a do tego zarabiają oni mniej niż kiedyś. Inaczej niż w przeszłości, gdy wynagrodzenia rosły równolegle z produktywnością, w ostatnich latach między tymi dwoma trendami zarysowuje się coraz większa luka.

Kto zatem korzysta na wzroście, skoro związana z nim wartość nie trafia w ręce czynnika pracy? W dużej mierze właściciele kapitału fizycznego. Mimo że gospodarka ciągle jeszcze nie podniosła się z upadku, w zeszłym roku zyski osiągnęły historyczne rekordy – zarówno w ujęciu absolutnym (1,6 biliona dolarów), jak i w ujęciu procentowym jako udział PKB (26,2 procent w 2010 roku, co oznacza wzrost w stosunku do średniej 20,5 procent liczonej dla lat 1960–2007) [251]. Jak podkreśla Kathleen Madigan, w tym samym okresie realne wydatki na środki trwałe oraz oprogramowanie wzrosło o 26 procent, podczas gdy wynagrodzenia pozostały w zasadzie bez zmian [252].

Co więcej, ten spadek udziału czynnika pracy w PKB nie do końca odzwierciedla pogorszenie się sytuacji typowego pracownika. Oficjalne miary wynagrodzenia za pracę uwzględniają bowiem szybujące w górę

honoraria nielicznej grupy supergwiazd mediów, finansów, sportu i korporacji. Ponadto ciągle trwa dyskusja, czy całość wynagrodzenia uzyskiwanego przez dyrektorów generalnych oraz innych menedżerów wysokiego szczebla można uznawać w całości za dochód z tytułu „pracy” – jak bowiem sugerują Lucian Bebchuk, profesor prawa z Harvardu, oraz inni autorzy, pensje takich osób zależą również od ich siły przetargowej w negocjacjach[253]. W związku z tym pewnie należałoby zakładać, że dochody dyrektorów generalnych przynajmniej w części wiążą się z faktem posiadania kontroli nad kapitałem, nie zaś z wykonywaniem pracy.

Chociaż część dochodu narodowego przypadająca w udziale kapitałowi rośnie stopniowo kosztem pracy, teorie ekonomiczne wcale niekoniecznie przewidują utrzymanie się takiego trendu, nawet pomimo rosnącej roli robotów i maszyn zdolnych zastępować kolejnych pracowników. Zagrożeniem dla udziału kapitału stać się może nie tyle (nie tylko) wzrost pozycji negocjacyjnej różnych grup czynników pracy, takich jak choćby dyrektorzy generalni czy związki zawodowe, ale paradoksalnie również sam kapitał. Na wolnym rynku największe korzyści uzyskują właściciele najbardziej rzadkich środków wytwórczych niezbędnych do prowadzenia produkcji. W świecie, w którym kapitał podlega zwielokrotnieniu względnie niewielkim kosztem (weźmy choćby przykład chipów komputerowych czy oprogramowania), jego wartość krańcowa spada, nawet jeśli w ujęciu bezwzględnym funkcjonuje go więcej. Wartość istniejącego kapitału będzie się zatem obniżać wraz z pojawianiem się kolejnych, tanich jego jednostek. W związku z powyższym korzyści uzyskiwane przez kapitalistów wcale nie muszą rosnać w sposób automatyczny w stosunku do udziału pracy. Rozdział dochodu będzie zależeć od konkretnej specyfiki produkcji, dystrybucji i systemu zarządzania.

Największe korzyści uzyska ten, kto będzie dysponować najbardziej rzadkimi nakładami wytwórczymi. Ciężko jest być pracownikiem w warunkach, w których technologie cyfrowe przyczyniają się do powstania tanich substytutów dla pracy. Jeśli jednak technologie cyfrowe zaczną w rosnącym stopniu wypierać również kapitał, jego właściciele również nie będą mogli liczyć na wyższe zwroty. Jaki zasób będzie najrzadszy, a tym samym najcenniejszy w okresie drugiej epoki technologicznej? To pytanie zapewnia nam płynne przejście do kwestii ostatniej grupy zwycięzców i przegranych, czyli do supergwiazd i wszystkich pozostałych.

ROZDZIAŁ 10.

# **NAJWIĘKSI ZWYCIĘZCY, CZYLI GWIAZDY I SUPERGWIAZDY**

*Jedna maszyna może zastąpić pięćdziesięciu zwykłych ludzi. Żadna maszyna nie zastąpi jednego nadzwyczajnego człowieka.*

– Elbert Hubbard

JAK JUŻ MIELIŚMY OKAZJĘ się przekonać, zmiany technologiczne doprowadziły do wzrostu względnego zapotrzebowania na dobrze wykształconych pracowników, zmniejszyły natomiast popyt na tych gorzej przygotowanych, których praca często polegała na wykonywaniu rutynowych zadań o charakterze intelektualnym bądź manualnym. Poza tym zmiany technologiczne promujące kapitał, a przez to sprzyjające zastępowaniu pracy kapitałem fizycznym właśnie, zapewniły jego właścicielom większe zyski, a jednocześnie spowodowały zmniejszenie się części dochodu trafiającej w ręce czynnika pracy. Tak czy owak, w tym okresie wygenerowane zostało większe bogactwo niż kiedykolwiek wcześniej. Poza tym jesteśmy również świadkami wzrostu różnicy dochodów między zwycięzcami a przegranymi. Największe zmiany obserwujemy jednak w obrębie trzeciej granicy podziału, która każde nam wyróżniać supergwiazdy w danej dziedzinie oraz wszystkich pozostałych.

## UWAGA! PRZEPAŚĆ

---

Ktoś mógłby w tym kontekście powiedzieć o zmianie technologicznej promującej talent[254]. W wielu branżach różnice korzyści uzyskiwanych przez jednostkę najlepszą i drugą w klasyfikacji osiągnęły ostatnio rozmiary przepaści. Jak zauważyli twórcy kontrowersyjnej reklamy Nike, nie wygrywa się srebra – tylko przegrywa się złoto[255]. W warunkach rynkowych, w których „zwycięzca bierze wszystko”, należy się spodziewać narastania nierówności w poziomie przychodów, ponieważ ludzie z samego szczytu będą zawłaszczać wartość przypadającą wcześniej tym ze środka[256].

Rosnąca różnica wynagrodzeń między absolwentami studiów i ludźmi bez wyższego wykształcenia, a także między właścicielami kapitału i pracownikami, blednie nagle w obliczu jeszcze bardziej intensywnych zmian dokonujących się na samym szczycie. Jak już wspominaliśmy, w okresie od 2002 do 2007 roku górny 1 procent uzyskał dwie trzecie wszystkich zysków płynących ze wzrostu odnotowanego przez amerykańską gospodarkę. Kto się do tego 1 procenta zalicza? Bynajmniej nie tylko rezydenci Wall Street. Ekonomista Steve Kaplan z University of Chicago doszedł do wniosku, że większość przedstawicieli tej grupy to reprezentanci innych branż: świata mediów i rozrywki, sportowcy i prawnicy, ale także przedsiębiorcy i menedżerowie

najwyższego szczebla.

Nawet te „gwiazdy” 1 procenta mogą jednak tylko z zazdrością przyglądać się supergwiazdom, które cieszą się jeszcze większym wzrostem korzyści. Podczas gdy górny 1 procent uzyskał około 19 procent całego dochodu wygenerowanego w Stanach Zjednoczonych, szczytowy 1 procent z tego 1 procenta (czyli górna jedna setna procenta) cieszyła się w okresie 1995–2007 dwukrotnym wzrostem udziału w dochodzie narodowym, z 3 do 6 procent. Wartość ta niemal sześciokrotnie przewyższa dochody tej górnej jednej setnej procenta w okresie między drugą wojną światową a końcówką lat siedemdziesiątych. Innymi słowy, górna jedna setna procenta uzyskuje teraz większy udział w dochodzie górnego 1 procenta, niż wynosi udział tego 1 procenta w dochodzie całej gospodarki. W przypadku danych dotyczących tak niewielkiej grupy ludzi nie można zapewnić anonimowości, w związku z tym trudno pozyskać wiarygodne informacje dotyczące poziomu przewyższającego ową górną jedną setną procenta. Trzeba pamiętać, że podczas gdy na górny 1 procent składa się 1,35 miliona gospodarstw domowych o przeciętnym dochodzie na poziomie 1,12 milionów dolarów, szczytowa jedna setna procenta to zaledwie 14 588 rodzin dysponujących dochodami przekraczającymi 11,477 miliona dolarów[257]. Z danych wynika jednak, że przepaść dochodowa pogłębia się wraz z każdym poziomem na zasadzie charakterystycznej dla powstawania fraktali, a każdy kolejny zbiór supergwiazd w coraz większym stopniu odsadza większą grupę[258].

## ZASADA „ZWYCIĘZCA BIERZE WSZYSTKO” A ROZKWIT SUPERGWIAZD

---

W poprzednim rozdziale mowa była o programie TurboTax firmy Intuit, który automatyzuje pracę w zakresie rozliczeń podatkowych i tym samym pozwala maszynie zastąpić setki tysięcy specjalistów, którzy się tym zajmowali. To przykład zastosowania technologii do automatyzacji rutynowego zadania związanego z przetwarzaniem informacji, a jednocześnie przykład wypierania pracy przez kapitał. Przed wszystkim jednak mamy tu do czynienia z przykładem aktywności gospodarczej supergwiazdy. Dyrektor generalny firmy Intuit zarobił w zeszłym roku 4 miliony dolarów, a jej założyciel, Scott Cook, jest miliarderm[259]. Również grono piętnastu osób stojących za



projektem Instagram nie musiało specjalnie korzystać ze wsparcia niewykwalifikowanych pomocników, aby w umiejętny sposób wykorzystać cenny kapitał fizyczny. Źródłem uzyskanych przez nich korzyści był jednak przede wszystkim talent, właściwe wyczucie chwili i kontakty z odpowiednimi ludźmi.

Również w innych branżach obserwujemy szybki wzlot jednostek najwybitniejszych. J.K. Rowling, autorka serii o Harrym Potterze, to pierwsza na świecie miliardarka wśród pisarzy (czyli w grupie zawodowej, której przedstawiciele z reguły nie osiągnęli takich majątków). Alex Tabarrok z George Mason University tak pisze o sukcesie Rowling:

Homer, Shakespeare i Tolkien wszyscy zarabiali znacznie mniej. Dlaczego? Jeśli chodzi o Homera, to co prawda snuł świetne historie, ale zarobić mógł w ciągu jednego wieczoru najwyżej tyle, ile pięćdziesiąt osób mogłoby zapłacić za jednorazową rozrywkę. Shakespeare radził sobie nieco lepiej. Teatr Globe mógł pomieścić trzy tysiące widzów. W przeciwieństwie do Homera, Shakespeare nie musiał tam być, żeby zarobić. Jego słowo zyskało dźwignię[260].

Mechanizm dźwigni działał w jeszcze większym zakresie w przypadku J.R.R. Tolkiena. Dzięki sprzedaży książek mógł on dotrzeć do setek tysięcy, a nawet milionów odbiorców w ciągu roku – tyle osób z pewnością nie obejrzało sztuk Shakespeare’a nawet w ciągu czterystu lat. Książki były też tańsze niż aktorzy, w związku z czym ich autor mógł uzyskać większą część przychodów niż dramaturg.

Wraz z pojawieniem się technologii możliwość korzystania z dźwigni zmieniła się w sposób radykalny. Autorzy tacy jak Rowling mogą teraz promować swój talent w rzeczywistości globalnej i cyfrowej. Opowieści Rowling stały się kanwą dla filmów i gier wideo, a w każdym z dostępnych formatów (z książką włącznie) podlegają upowszechnieniu w skali globalnej bardzo niewielkim nakładem środków. Zarówno Rowling, jak i inne supergwiazdy gawędziarstwa obsługują obecnie miliardy klientów za pośrednictwem różnych kanałów i formatów.

W bardzo wielu przypadkach możliwość cyfryzacji danego dobra, która rośnie wraz z postępem technologicznym, zapewnia supergwiazdom znaczący wzrost dochodów, jednocześnie wydatnie utrudniając rywalizację każdemu, kto znajduje się choćby o krok za nimi. Najwybitniejsi przedstawiciele świata muzyki, sportu i innych

dziedzin od lat osiemdziesiątych dysponują coraz większą siłą oddziaływania i coraz wyższymi dochodami[261].

Inni ludzie zajmujący się tworzeniem treści i dostarczaniem rozrywki nie odnotowują szczególnej poprawy sytuacji. Załedwie 4 procent spośród deweloperów oprogramowania zdołało zarobić ponad milion dolarów, mimo że branża aplikacji kwitnie w najlepsze[262]. Trzy czwarte spośród nich uzyskało mniej niż 30 tysięcy dolarów. Pewnej grupie pisarzy, aktorów czy baseballistów udaje się uzyskać status milionera, wielu innych zaś ledwie wiąże koniec z końcem. Złoty medalista olimpijski może zarobić wiele milionów dolarów na kontraktach reklamowych, natomiast o zdobywcy srebrnego medalu (nie wspominając nawet o sportowcach, którym przypadł w udziale dziesiąte czy trzydzieste miejsce) świat bardzo szybko zapomina – nawet jeśli od zwycięzcy dzieliły go załedwie dziesiąte części sekundy i nawet jeśli triumfator zawdzięcza swój sukces szczęśliwym wiatrom czy szczególnie udanemu podaniu.

Menedżerowie najwyższego szczebla mogą dziś liczyć na wynagrodzenie na poziomie supergwiazd. W 1990 roku dyrektor generalny zarabiał siedemdziesięciokrotnie więcej niż przeciętny pracownik, w 2005 roku wartość ta wzrosła do trzystu. Jak wskazują badania przeprowadzone przez Erika wspólnie z jedną ze studentek, Heekyung Kim, wzrost ten w znacznej części wynika z większego zastosowania technologii informacyjnych[263]. Wydaje się on uzasadniony z uwagi na to, że wraz z pojawieniem się technologii rosną kompetencje kontrolne, a także zakres i skala obowiązków jednostki decyzyjnej. Jeśli dyrektor wykorzystuje technologie cyfrowe do sprawowania nadzoru nad fabrykami rozsianymi po całym świecie, wydaje konkretne zalecenia dotyczące zmian w obrębie procesów i dba o dokładne przestrzeganie wydanych instrukcji, to jego wartość jako podmiotu decyzyjnego rośnie. Bezpośrednie zarządzanie z wykorzystaniem technologii cyfrowych podnosi wartość dobrego menedżera w stosunku do czasów, kiedy zakres jego kontroli podlegał rozproszeniu w obrębie długich łańcuchów podległości służbowej lub gdy jego działania miały wpływ jedynie na zbiór różnych operacji.

Z uwagi na ten bezpośredni nadzór cyfrowy rośnie również waga decyzji rekrutacyjnych podejmowanych w odniesieniu do najwyższych stanowisk. Firmy skłonne są zapłacić wyraźnie więcej menedżerowi, który wydaje im się najlepszym kandydatem na obsadzone stanowisko. Nie chcą drugiego w rankingu, ponieważ w ich przekonaniu nawet

niewielka różnica poziomu jakości zarządzania może mieć doniosłe konsekwencje dla akcjonariuszy. Im większą wartość rynkową osiąga spółka, tym bardziej uzasadnione wydaje się dążenie do pozyskania możliwie najlepszego dyrektora[264]. Dla firmy wartej 10 miliardów dolarów decyzja, która może zmienić jej wartość o 1 procent, ma wartość 100 milionów dolarów.

Na konkurencyjnym rynku nawet niewielkie różnice w subiektywnej ocenie talentów kandydatów na dyrektorów generalnych mogą znacząco zaważyć na ich wynagrodzeniu. Ekonomiści Robert Frank i Philip Cook piszą w swojej książce *The Winner-Take-All Society*: „Gdy sierżant popełnia błąd, cierpi na tym tylko pluton. Gdy błąd popełnia generał, konsekwencje ponosi cała armia”[265].

## WZGLĘDNE KORZYŚCI JAKO ŹRÓDŁO BEZWZGLĘDNEJ DOMINACJI

---

Ekonomiczne aspekty funkcjonowania supergwiazd zostały po raz pierwszy poddane formalnej analizie w 1981 roku przez Sherwina Rosena[266]. Na wielu rynkach nabywcy mający do wyboru wiele różnych dóbr i usług stawiają na te, które charakteryzują się najwyższą jakością. W warunkach ograniczonej dostępności bądź znacznych kosztów transportu najlepszy dostawca może jednak zaspokoić jedynie niewielki ułamek popytu globalnego rynku (na przykład w XIX wieku nawet najlepszy śpiewak czy aktor mógł wystąpić w danym roku najwyżej przed kilkoma tysiącami widzów). W rezultacie dostawcy gorszej oferty również znajdują nabywców na swoje produkty. Cóż się jednak dzieje w momencie pojawienia się technologii, która umożliwia każdemu sprzedawcy zwielokrotnianie dóbr i usług niewielkim kosztem bądź dostarczanie ich w różne miejsca na świecie niewielkim lub zerowym nakładem środków? Nagle ten najlepszy dostawca może obsługiwać cały rynek. Chociaż drugiemu w rankingu brakuje do mistrza niewiele, dla klientów nie będzie to miało znaczenia. Wraz z nasilaniem się procesu cyfryzacji rynku, schemat „zwycięzca bierze wszystko” będzie się coraz bardziej upowszechniać.

W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, kiedy Frank i Cook pisali swoją niesamowicie proroczą książkę, rynki, na których ta zasada obowiązuje, dopiero zaczynały powstawać. Autorzy porównywali wówczas rynki, na których zwycięzca bierze wszystko i na których

poziom wynagrodzenia zależy od *względnych* wyników, z rynkami tradycyjnymi, na których przychody w większym stopniu stanowią pochodną wyników *bezwzględnych*. Aby zrozumieć to rozróżnienie, wyobraźmy sobie, że najlepszy i najbardziej pracowity pracownik budowlany jest w stanie ułożyć dziennie tysiąc cegieł, podczas gdy robotnik dziesiąty na liście kładzie ich dziewięćset. Na dobrze funkcjonującym rynku, ostatecznie wynagrodzenie odzwierciedlałoby rezultaty ich pracy – bez względu na to, czy wynikałyby one z większej wydajności i sprawności, czy z dłuższego czasu pracy. Na rynku tradycyjnym człowiek posiadający 90 procent kompetencji swojego konkurenta lub pracujący w 90 procentach tak ciężko wytwarza 90 procent wartości referencyjnej i w rezultacie zarabia 90 procent maksymalnego wynagrodzenia za dane dzieło. Tak należy rozumieć wynik w ujęciu bezwzględnym.

Tymczasem okazuje się, że programista zdolny stworzyć nieco lepszą mapę – aplikację, która działa nieco szybciej, wykorzystuje nieco bardziej dokładne dane lub została wyposażona w ładniejsze ikony – ma szanse całkowicie zdominować rynek. Programista zajmujący dziesiąte miejsce wśród twórców map ma niewielkie, jeśli w ogóle jakikolwiek szanse na uzyskanie zlecenia, mimo że mógłby je zrealizować niemal tak samo dobrze jak mistrz w tej kategorii. W tym przypadku mamy do czynienia ze względnością wyników. Ludzie nie zdecydują się poświęcić czasu czy wysiłku produktowi, który zajął dziesiąte miejsce na liście, jeśli mogą skorzystać z tego najlepszego. Ponadto w tym przypadku ilość w żaden sposób nie zastępuje jakości – dziesięć przeciętnych aplikacji nie zastąpi jednej dobrej. W przypadku gdy konsumentom zależy przede wszystkim na wynikach względnych, nawet niewielka różnica kompetencji, wysiłku czy szczęścia może się przekładać na zarobki dziesięć tysięcy, a nawet milion razy wyższe. W 2013 roku na rynku funkcjonowało bardzo wiele różnych aplikacji do poruszania się w korkach, ale tylko jedną z nich – Waze – Google zdecydował się kupić za ponad miliard dolarów<sup>[267]</sup>.

## PRZYCZYNY TRIUMFU MODELU „ZWYCIĘZCA BIERZE WSZYSTKO”

---

Dlaczego model, w którym zwycięzca bierze wszystko, cały czas się upowszechnia? Ma to związek ze zmianami technologii produkcji

i dystrybucji, w szczególności w trzech poniższych obszarach:

- a. Cyfryzacja rosnącej liczby informacji, dóbr i usług.
- b. Znaczące usprawnienia telekomunikacyjne, a także (choć w mniejszym stopniu) transportowe.
- c. Rosnące znaczenie sieci i standardów.

Albert Einstein powiedział kiedyś, że czarne dziury to miejsce, w którym Bóg dzielił przez zero i gdzie w związku z tym obowiązują dziwne prawa fizyczne. Koszty krańcowe dóbr cyfrowych co prawda nie spadają zupełnie do zera, zbliżają się do niego jednak na tyle, że prawa ekonomiczne ulegają dziwnym przeistoczeniom. Jak wspominaliśmy w rozdziale 3, dobra cyfrowe mają znacznie niższe krańcowe koszty produkcji niż dobra fizyczne. Bity są tańsze niż atomy, a już zdecydowanie tańsze niż praca człowieka.

Jak wspominaliśmy wyżej, cyfryzacja skutkuje powstawaniem rynków, na których zwycięzca bierze wszystko, choćby dlatego, że ograniczenia wydajnościowe właściwie przestają obowiązywać. Jeden producent dysponujący stroną internetową może, co do zasady, zaspokajać zapotrzebowanie milionów, a nawet miliardów klientów. Jako jeden z wielu przykładów spektakularnego sukcesu można podać film *How to trick people into thinking you're good looking* („Jak wmówić ludziom, że dobrze się prezentujesz”), który Jenna Marbles nakręciła domowym sposobem i zamieściła w serwisie YouTube. Już w pierwszym tygodniu, w lipcu 2010 roku, został on wyświetlony 5,3 miliona razy [\[268\]](#). Do tej pory autorka zarobiła już miliony dolarów, ponieważ jej materiały odnotowały ponad miliard odsłon dokonanych przez widzów z całego świata. Nawet producent aplikacji cyfrowych, choćby zajmował tylko skromne biuro i zatrudniał zaledwie kilku pracowników, może w jednej chwili zyskać status firmy mikromiędzynarodowej i zdobyć globalnych odbiorców w tempie, o jakim w okresie pierwszej epoki technologicznej nie można było nawet marzyć.

Zupełnie inaczej przedstawiają się ekonomiczne aspekty świadczenia usług o charakterze osobistym (choćby opieki pielęgniarskiej) czy pracy fizycznej (takiej jak ogrodnictwo), ponieważ nawet najbardziej wykwalifikowany czy pracowity fachowiec może zaspokoić tylko niewielką część ogólnego rynkowego popytu. W przypadku przejścia z tej drugiej kategorii do pierwszej – jak się to stało choćby

z rozliczeniami podatkowymi – zasady charakterystyczne dla rynku, na którym zwycięzca bierze wszystko, wypierają tradycyjne prawidłowości ekonomiczne. Co więcej, spadek cen, który w modelu tradycyjnym stanowi deskę ratunku dla drugorzędnych produktów, tylko w nieznacznym stopniu może pomóc komuś, kto nie świadczy usług na najwyższym lub prawie najwyższym światowym poziomie. Dobra cyfrowe charakteryzują się ogromnymi korzyściami skali, dzięki czemu lider rynku zyskuje wielką przewagę kosztową i możliwość skutecznej rywalizacji cenowej bez większego uszczerbku dla swojego zysku[269]. Gdy tylko uda mu się pokryć koszty stałe, wytworzenie każdej kolejnej jednostki pociąga za sobą bardzo niewielkie koszty[270].

## USPRAWNIENIA W TELEKOMUNIKACJI. WYCIĄGNAĆ RĘKĘ I DOTKNAĆ WIĘCEJ LUDZI

---

Do rozwoju rynków, na których zwycięzca bierze wszystko, przyczyniły się również technologiczne udoskonalenia w telekomunikacji i transporcie. Powodują one poszerzenie rynku, na którym funkcjonują zarówno jednostki, jak i firmy. Jeśli istnieje wiele małych, lokalnych rynków, na każdym z nich znajdzie się ten „najlepszy dostawca”. Ten lokalny bohater często zagarnia dla siebie znaczną część zysków. Jeśli rynki ulegną zespoleniu i stworzą jeden rynek globalny, najlepsi gracze zyskają szansę zdobycia kolejnych klientów, ale już wszyscy pozostali zmuszeni będą stawić czoła zdecydowanej ostrzejszej konkurencji. Podobna dynamika dochodzi do głosu, gdy z powodu powstania takich technologii, jak Google czy nawet rekomendacje w serwisie Amazon, następuje spadek kosztów wyszukiwania produktów. Nagle drugorzędni producenci nie mogą już liczyć na niewiedzę klientów, ich marzy nie chronią również granice geograficzne.

Technologie cyfrowe przyczyniły się do powstania rynków, na których zwycięzca bierze wszystko. Dotyczy to nawet produktów, którym raczej byśmy nie przypisywali statusu supergwiazd. W tradycyjnym sklepie z aparatami raczej się nie zdarza, by poszczególne modele prezentowano w formie rankingu, na miejscach od pierwszego do dziesiątego. Tymczasem sprzedaż internetowa sprzyja tworzeniu rankingów zależnych od opinii klientów, a także filtrowaniu rezultatów pod kątem dowolnych pożądanых cech. Produkty słabiej wypadające w rankingach lub posiadające zaledwie dziewięć z dziesięciu

pożądanych cech sprzedają się wyraźnie gorzej. Klienci wykazują zainteresowanie nieproporcjonalnie mniejsze w stosunku do różnicy jakości, wygody użytkowania czy ceny produktu[271].

Cyfrowe rankingi i możliwość filtrowania wywołują tego typu dysproporcje również na rynku pracy, w rzeczywistości zupełnie zwyczajnych pracowników. Firmy dokonały bowiem cyfryzacji procesu rekrutacji i na etapie wstępnej selekcji podań o pracę korzystają z automatycznych filtrów. Na przykład dla uproszczenia procesu rekrutacji firma może odsiać wszystkich kandydatów, którzy nie mają wyższego wykształcenia, nawet jeśli praca na danym stanowisku tak naprawdę nie wymaga studiów[272]. Przyczynia się to do zwiększenia przepływu stróżki, którą zmiana technologiczna promująca kompetencje zasila potok gwiazdorstwa nielicznych szczęściarzy. Podania niespełniające pewnych hasłowych wymagań mogą zostać wyeliminowane z procesu rekrutacji już na etapie wstępnej selekcji, mimo że kandydat posiadający 90 procent niezbędnych kwalifikacji mógłby się z powodzeniem sprawdzić na danym stanowisku.

## SIECI I STANDARDY. WARTOŚĆ SKALI

---

Trzeci istotny czynnik rozwoju nowego modelu rynku to rosnące znaczenie sieci (chodzi tu zarówno o internet, jak i o sieci do obsługi kart kredytowych) oraz produktów interoperacyjnych (takich jak choćby części komputerowe). Na podobnej zasadzie jak w przypadku niskich kosztów krańcowych, które przyczyniają się do uzyskania korzyści skali w działalności produkcyjnej, sieci mogą stać się źródłem „popytowych korzyści skali”, które ekonomiści określają niekiedy mianem *efektu sieciowego*. Zjawisko to można zaobserwować niemal w każdej sytuacji, gdy użytkownik wybiera jakiś produkt czy usługę dlatego, że cieszą się one dużym zainteresowaniem innych. Jeśli nasi znajomi utrzymują kontakty za pośrednictwem Facebooka, serwis ten siłą rzeczy staje się atrakcyjniejszy również dla nas. Gdy zaś dołączymy do grona jego użytkowników, wartość serwisu w oczach naszych znajomych znowu wzrośnie.

Efekt sieciowy może mieć również pośredni charakter. Zadzwoić można bez przeszkód do użytkownika zarówno iPhone'a, jak i aparatu z systemem Android. Ogólna liczba użytkowników danej platformy stanowi jednak ważną wskazówkę dla twórców aplikacji – większe sieci

z większą siłą ich przyciągają i zachęcają do większych inwestycji. Im więcej aplikacji można zainstalować na danego rodzaju telefonie, tym większą ma on atrakcyjność dla użytkownika. W związku z powyższym korzyści z zakupu jednego czy drugiego rozwiązania zależą od tego, ile osób zdecydowało się na wybór tego samego wariantu. Jeśli ekosystem firmy Apple będzie silny, kolejni nabywcy będą chcieli dołączać właśnie do tej platformy, co z kolei przyciągnie do niej twórców oprogramowania. Zjawisko o charakterze przeciwnym może natomiast podważyć nawet dominującą pozycję rynkową, jak to się nieomal stało w połowie lat dziewięćdziesiątych XX wieku w przypadku platformy Apple Macintosh. Podobnie jak koszty krańcowe, również efekt sieciowy może przyczynić się zarówno do powstania rynku sprzyjającego zwycięzcy, jak i do zaistnienia poważnych komplikacji[273].

## SPOŁECZNA AKCEPTACJA DLA SUPERGWIAZD

---

Oprócz zmian technicznych, które skutkują usprawnieniami w zakresie cyfryzacji, telekomunikacji i funkcjonowania sieci, a także nasileniem innych zjawisk sprzyjających powstawaniu gwiazdorskich produktów i firm, warto wskazać również na inne aspekty statusu supergwiazdy i nadzwyczajnego poziomu wynagrodzenia uzyskiwanego przez jednostkę. Bariery kulturowe, które kiedyś stanowiły przeszkodę dla bardzo wysokich pakietów płacowych, w niektórych przypadkach już upadły. Dyrektorzy generalni, menedżerowie odpowiedzialni za finanse, aktorzy i profesjonalni sportowcy mogą w rezultacie, nie wywołując konsternacji, domagać się siedmio-, a nawet ośmiocyfrowych wynagrodzeń. Im więcej ludzi uzyskuje takie kontrakty, tym silniej działa mechanizm pozytywnego wzmocnienia – kolejnym osobom coraz łatwiej jest formułować podobne żądania.

Już sama koncentracja majątku może wywoływać zjawisko, które Frank i Cook określają mianem „głębokiej kieszeni” rynków, na których zwycięzca bierze wszystko. Jak zauważył wybitny ekonomista Alfred Marshall, „gdy w grę wchodzi reputacja bądź majątek, bogaty klient raczej nie będzie patrzeć na cenę i skupi się na pozyskaniu najlepszej możliwej usługi”[274]. Sportowiec taki jak O.J. Simpson, który zarabia miliony, może sobie pozwolić na zatrudnienie prawnika Alana Dershowitza, który za te same miliony będzie go bronić w sądzie. Ten zaś zarabia krocie, mimo że jego usługi – w przeciwieństwie do usług



Simpsona – nie dostarczają zwielokrotnionej rozrywki milionom ludzi. W pewnym sensie Dershowitz jest zatem supergwiazdą mocą pośrednictwa – korzysta na możliwościach swoich klientów, którzy dzięki cyfryzacji i istnieniu sieci mogli zastosować w odniesieniu do swojej pracy mechanizm dźwigni i zapewnić sobie status supergwiazd[275].

Również zmiany prawne i instytucjonalne często sprzyjają wzrostowi dochodów supergwiazd. Stawka opodatkowania dochodów przekraczających ostatni próg podatkowy sięgała 90 procent za czasów Eisenhowera, przekraczała 50 procent w początkowym okresie rządów Ronalda Reagana, ale w 2002 roku spadła do 35 procent i utrzymywała się na tym poziomie jeszcze w 2012 roku. Zmiana ta niewątpliwie wpłynęła na wzrost dochodu *po opodatkowaniu* uzyskiwanego przez najlepiej zarabiających ludzi, jak jednak wynika z badań, wpłynęła ona również na poziom przychodów *przed opodatkowaniem*, ponieważ zmotywowała ludzi do bardziej wyętej pracy (zyskali oni możliwość zatrzymania dla siebie większej części wypracowanych pieniędzy) oraz zgłaszania większej części faktycznych zarobków, które wcześniej starali się ukryć bądź ochronić przed opodatkowaniem (koszt zgłoszenia takich źródeł przychodu się obniżył).

Zmniejszyły się również ograniczenia w dziedzinie handlu. Zjawisko to, podobnie jak spadek cen telekomunikacji i transportu, sprzyja globalizacji rynków i ułatwia supergwiazdom podejmowanie – dodajmy, że skutecznej – walki z lokalnymi wytwórcami. Przekonując Petera Schreyera do zakończenia współpracy z Audi w 2006 roku, Kia udowodniła, że rynek utalentowanych projektantów samochodowych ma w coraz większym stopniu charakter globalny, a nie lokalny.

Chociaż górny 1 procent oraz jego szczytowa jedna setna odnotowują ostatnio rekordowe poziomy zarobków, gospodarka supergwiazd napotyka również pewne przeszkody. Do najważniejszych zalicza się poszerzenie tak zwanego *długiego ogona*, czyli wzrost dostępności produktów i usług o charakterze niszowym. Technologia przyczyniła się nie tylko do obniżenia kosztów krańcowych. W wielu przypadkach spowodowała również spadek kosztów stałych, kosztów utrzymywania zapasów i kosztów wyszukiwania. Wszystkie te zmiany zachęcają do oferowania bardziej zróżnicowanych produktów i usług, do wypełniania małych nisz, które dotychczas pozostawały niezagospodarowane.

Zamiast więc stawać do rywalizacji z supergwiazdami, niektórzy ludzie i niektóre firmy starają się znaleźć sposób na zróżnicowanie

swojego produktu. Wynajdują lub tworzą własne alternatywne nisze, w których cieszą się statusem światowego lidera. J.K. Rowling zarabia na swoich książkach miliardy dolarów, oprócz niej na rynku funkcjonują jednak miliony innych autorów, którzy mogą obecnie zaoferować swoje dzieła wąskiej i specjalistycznej grupie odbiorców, liczącej kilka tysięcy, a może nawet kilkaset osób. Amazon włączy te książki do swoich zasobów i udostępni je czytelnikom na całej planecie. W przeciwieństwie do fizycznych księgarni, serwis tak czy tak na tym zarobi, mimo że książka znajdzie znacznie mniejsze grono nabywców. Technologia zmniejsza znaczenie czynnika geograficznego i obala tym samym barierę, która do niedawna chroniła pisarzy przed globalną konkurencją. Jednocześnie otwiera również drogę do wypracowywania zróżnicowania w drodze specjalizacji.

Zamiast dążyć do zdobycia tysięcznego miejsca w rankingu autorów książek dla dzieci, czasami lepiej zapewnić sobie status najlepszego pisarza w dziedzinie naukowych poradników dla przedsiębiorców ekologicznych albo zarządzania czasem gry w futbolu[276]. Zgodnie z tą filozofią programiści stworzyli już ponad siedemset tysięcy aplikacji na iPhone'a i Androida, a przeróżni twórcy oferują ponad dwadzieścia pięć milionów piosenek za pośrednictwem serwisu Amazon. Jeszcze więcej powstaje wpisów na blogach, postów na Facebooku i filmów udostępnianych za pośrednictwem serwisu YouTube. W ten sposób w ramach gospodarki opartej na wymianie powstaje wartość ekonomiczna, choć ta nie zawsze znajduje przełożenie na bezpośredni przychód dla swoich twórców. Jak mieliśmy okazję się przekonać, nie każdy przypadek stworzenia nowego produktu stanowi źródło wysokich dochodów. Gospodarka supergwiazd i długiego ogona, pomimo niskich barier wejścia, charakteryzuje się bardzo dużymi nierównościami.

## ŚWIAT ROZKŁADU POTĘGOWEGO

---

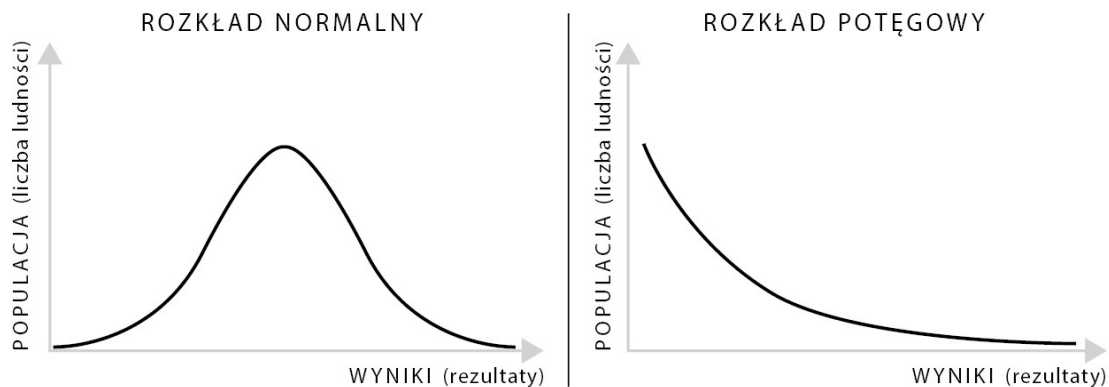
Gospodarka zdominowana przez rynki, na których zwycięzca bierze wszystko, charakteryzuje się zupełnie inną dynamiką niż dobrze nam znana gospodarka przemysłowa. Jak wspominaliśmy na początku tego rozdziału, zarobki murarzy charakteryzują się mniejszym zróżnicowaniem niż zarobki różnej klasy twórców aplikacji. Na tym jednak różnice się nie kończą. W przeciwieństwie do stabilnych warunków rynkowych, w których przychody i dochody odzwierciedlają

w sposób proporcjonalny różnice talentu i podejmowanego wysiłku, w nowej rzeczywistości konkurencja charakteryzuje się zdecydowanie większą niestabilnością i asymetrią. Wybitny ekonomista Joseph Schumpeter pisał o „kreatywnej destrukcji”. Chodziło mu o to, że innowacje nie tylko tworzą wartość dla konkurentów, ale również eliminują swoich poprzedników. Triumfatorzy wchodzą na rynek przebojem i zdobywają na nim pozycję dominującą, potem jednak padają ofiarą kolejnych innowatorów. Spostrzeżenia Schumpetera wydają się bardziej trafne w odniesieniu do rynków oprogramowania, mediów i internetu niż do tradycyjnej rzeczywistości produkcyjno-usługowej. Niemniej należy się spodziewać, że wraz z postępem cyfryzacji i rozwoju sieci, opisywana przez Schumpetera dynamika będzie zyskiwać na znaczeniu[277].

W gospodarce supergwiazd rozkład dochodu ulega nie tyle rozciągnięciu, ile zupełnie zmienia kształt. Chodzi bowiem nie tylko o to, że mała grupa na samym szczycie odnotowuje większe wzrosty. Nowa rzeczywistość charakteryzuje się bowiem również zmianą zasadniczej struktury rozkładu dochodu. Gdy przychody zależą w stopniu mniej więcej proporcjonalnym od wyników bezwzględnych, rozkład zarobków pokrywa się co do zasady z rozkładem uzdolnień i wysiłku. Wiele ludzkich cech daje się opisać za pomocą tak zwanego *rozkładu normalnego*, zwanego również *rozkładem Gaussa* lub *krzywą dzwonową*. Wykres ten odzwierciedla przybliżone wartości wzrostu, siły, szybkości, ogólnego poziomu inteligencji, ale prawdopodobnie również wielu innych cech, takich jak choćby inteligencja emocjonalna, przenikliwość w zarządzaniu czy nawet sumienność.

Rozkład normalny (jak zresztą sama nazwa wskazuje) to zjawisko powszechne, które wyczuwamy w pewnym sensie intuicyjnie. Przesuwając się coraz bardziej w kierunku jednego czy drugiego krańca, obserwujemy radykalny spadek liczebności grupy. Co więcej, w przypadku takiego rozkładu średnia, mediana i dominanta się pokrywają. Tak zwany średniak znajduje się w środku rozkładu i stanowi najbardziej typowego przedstawiciela danego zjawiska. Gdyby rozkład dochodu w Stanach Zjednoczonych podlegał rozkładowi normalnemu, mediana dochodu rosłaby równoległe z jego średnią, co się oczywiście nie dzieje. Rozkład normalny ma również i tę właściwość, że prawdopodobieństwo trafienia na osobę charakteryzującą się pewną cechą ekstremalną spada bardzo szybko i coraz szybciej wraz z oddalaniem się od środka wykresu. Stosunek ludzi mierzących dwa

metry dziesięć do tych, którzy mają dwa metry jest zdecydowanie mniejszy niż stosunek ludzi mierzących dwa metry do tych, którzy mają metr osiemdziesiąt. Na skraju wykresu znajduje się bardzo niewiele jednostek.



Rysunek 10.1

Inaczej rzecz się ma w przypadku rynków supergwiazd (czy rynku długiego ogona). Te często łatwiej opisać za pomocą rozkładu potęgowego, zwanego również krzywą Pareto. W tym przypadku niewielka grupa ludzi uzyskuje nieproporcjonalnie duży udział w zjawisku. W odniesieniu do tego zjawiska mówi się również o zasadzie 80/20, zgodnie z którą 20 procent uczestników rynku uzyskuje 80 procent korzyści. Rzeczywistość wszakże może się przedstawiać nawet bardziej radykalnie[278]. Badania prowadzone przez Erika i jego współpracowników wykazały na przykład, że rozkład potęgowy dobrze opisuje sprzedaż książek na Amazonie[279]. Rozkład potęgowy charakteryzuje się „grubym ogonem”, co oznacza, że prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzeń ekstremalnych jest znacznie wyższe niż w przypadku rozkładu normalnego[280]. W tym przypadku możemy też mówić o zjawisku podobieństwa. Chodzi o to, że sprzedaż najpopularniejszej książki stanowi taki sam odsetek sprzedaży dziesięciu najpopularniejszych książek, jaki stanowi sprzedaż dziesięciu najpopularniejszych książek w ujęciu obejmującym pierwszą setkę, oraz taki sam, jaki ma sto najlepszych książek, gdy się je rozpatruje przez pryzmat najpopularniejszego tysiąca. Rozkład potęgowy znajduje zastosowanie do wielu różnych zjawisk, począwszy od częstotliwości trzęsień ziemi, a skończywszy na częstotliwości występowania określonych słów w większości języków. Opisuje również rozkład sprzedaży książek, płyt DVD, aplikacji oraz innych produktów

informatycznych.

Na innych rynkach obserwujemy połączenie różnych rodzajów rozkładu. Gospodarkę amerykańską jako całość można opisywać za pomocą rozkładu logarytmicznie normalnego (stanowiącego wariant klasycznego rozkładu normalnego) oraz rozkładu potęgowego, przy czym ten ostatni najlepiej odzwierciedla przychody w górnych warstwach społeczeństwa[281]. Obecnie na MIT prowadzimy między innymi badania, które mają nam pomóc lepiej zrozumieć przyczyny i skutki występowania takiego połączenia rozkładów, a także przewidzieć zmiany tego zjawiska w czasie.

Zaistnienie rozkładu potęgowego w sferze dochodów ma niewątpliwie niebagatelne konsekwencje. Jak twierdzi choćby Kim Taipale, założyciel Stilwell Center for Advanced Studies in Science and Technology Policy: „Skończyła się epoka krzywej dzwonowej, która przyniosła nam rozliczną klasę średnią. W przyszłości szanse ekonomiczne podlegać będą rozkładowi potęgowemu. Edukacja jako taka raczej nie zrobi tu większej różnicy”[282].

Tego typu zmiana podważa słuszność naszych modeli postrzegania świata. Większość z nas przywykła bowiem do myślenia w kategoriach prototypu: politycy mówią o „przeciętnym wyborcy”, a specjaliści od marketingu o „typowym konsumencie”. Bardzo dobrze się to sprawdzało w przypadku rozkładu normalnego, w którym najpowszechniej występującą wartością była wartość bliska przeciętnej, czyli w którym – używając języka naukowego – dominanta i średnia pokrywały się ze sobą lub prawie się pokrywały. Tymczasem w przypadku rozkładu potęgowego średnia to zwykle wysoka wartość, znacznie wyższa niż mediana czy dominanta[283]. Na przykład w 2009 roku średnia płaca zawodnika amerykańskiej profesjonalnej ligi baseballowej wynosiła 3 240 206 dolarów, czyli trzykrotnie więcej niż mediana kształtująca się na poziomie 1 150 00 dolarów[284].

W praktyce oznacza to, że w przypadku rozkładu potęgowego dochodu większość ludzi uzyskuje korzyści poniżej średniej. Żegnajcie sielskie czasy! Co więcej, z czasem średni dochód może nawet rosnąć, co jednak wcale nie przełoży się na wzrost mediany dochodów i na jakikolwiek wzrost dochodów większości ludzi. Rozkład potęgowy nie tylko nasila nierówności, ale również rzuca poważne wyzwanie naszej intuicji!

ROZDZIAŁ 11.

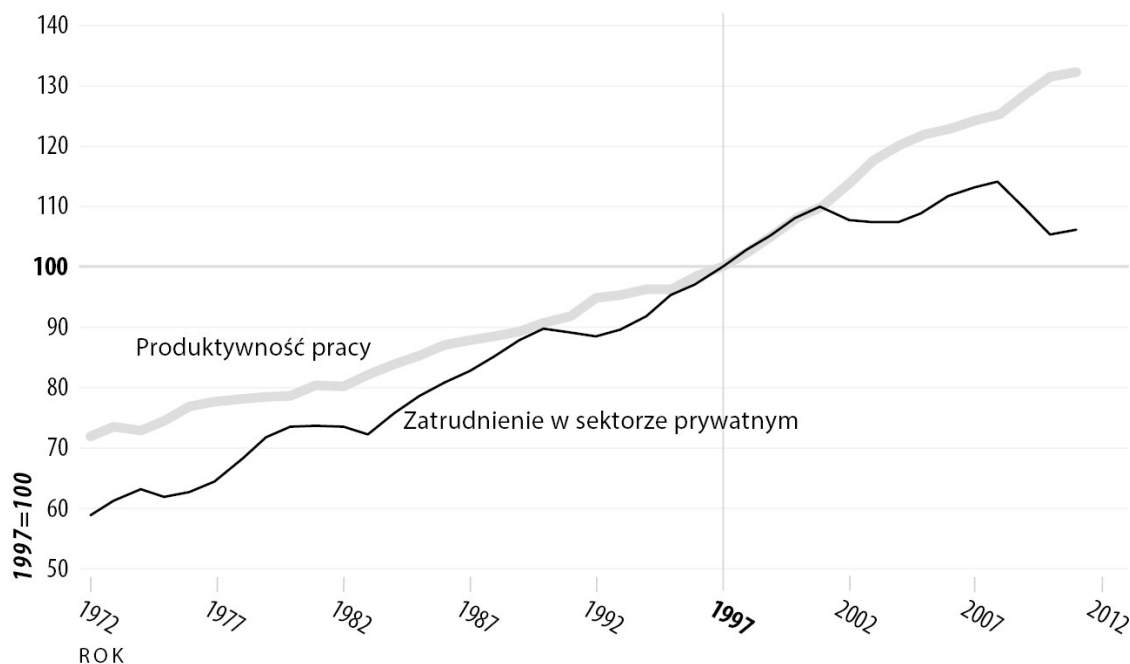
# **KONSEKWENCJE OBFITOŚCI I ROZWARSTWIENIA**

*Miarą naszego postępu nie będzie to, czy zdołamy powiększyć majątek tych, którzy już mają go dosyć, ale czy zdołamy zaspokoić potrzeby tych, którzy mają go niewiele.*

– Franklin D. Roosevelt

OSTATNIE CZTERY ROZDZIAŁY utwierdzały nas w przekonaniu, że druga epoka technologiczna przynosi ze sobą pewien paradoks. Otóż PKB nigdy wcześniej nie osiągało tak wysokich wartości, a innowacje nie powstawały w takim tempie. Mimo to ludzie z coraz większym pesymizmem myślą o przyszłości swoich dzieci. Po uwzględnieniu inflacji łączna wartość majątku netto należącego do miliarderów z listy „Forbesa” zwiększyła się od 2000 roku pięciokrotnie, mimo że mediana dochodu amerykańskiego gospodarstwa domowego spadła[285].

Statystyki gospodarcze wyraźnie uwypuklają dychotomię między obfitością a rozwarstwieniem. Ekonomista Jared Bernstein, starszy specjalista z Center on Budget and Policy Priorities, zwrócił naszą uwagę na rozbieżność kierunków, która nagle pojawiła się w trendach dotyczących produktywności i zatrudnienia (por. rysunek 11.1). Przez większą część okresu powojennego statystyki gospodarcze dotyczące obu tych zjawisk wyznaczały mniej więcej ten sam kierunek, rozdział nastąpił dopiero pod koniec lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Produktywność nadal rośnie, zatrudnienie natomiast spada. Dzisiaj wskaźnik wyrażający stosunek poziomu zatrudnienia do liczebności populacji kształtuje się na niższym poziomie niż przez poprzednie dwadzieścia lat, a mediana realnego dochodu pracownika spadła poniżej poziomu z lat dziewięćdziesiątych. W tym samym okresie nie tylko produktywność, ale również PKB, inwestycje korporacyjne i zyski po opodatkowaniu biją rekordy.



Rysunek 11.1. Produktywność pracy oraz zatrudnienie w sektorze prywatnym

Szybkie tempo powstawania innowacji szczególnie łatwo zaobserwować w miejscach takich jak Dolina Krzemowa, ale także na uczelniach prowadzących działalność badawczą, choćby na MIT. Jak grzyby po deszczu pojawiają się kolejne startupy, dzięki którym kolejni ludzie dorabiają się milionowych czy miliardowych majątków. W laboratoriach badawczych powstają zaś zdumiewające nowe technologie, które mieliśmy okazję podziwiać w poprzednich rozdziałach. Jednocześnie rośnie jednak liczba ludzi, którzy zmagają się z trudnościami finansowymi: studenci mają na głowie potężne długi, absolwenci nie mogą znaleźć pracy, a miliony ludzi finansują bieżące funkcjonowanie z pożyczonych środków.

W tym rozdziale zajmiemy się trzema istotnymi kwestiami, które wiążą się z przyszłością pod znakiem obfitości i rozwarstwienia. Po pierwsze będziemy się zastanawiać, czy obfitość ma szansę przyćmić rozwarstwienie. Po drugie: czy technologia przypadkiem nie doprowadzi nie tylko do wzrostu nierówności, ale również do powstania strukturalnego bezrobocia? Po trzecie wreszcie pochylimy się nad kwestią globalizacji, która stanowi kolejny potężny czynnik wpływający na przeobrażenia w naszej gospodarce. Postaramy się odpowiedzieć na pytanie: czy może ona wyjaśniać obserwowany ostatnio spadek wynagrodzeń i zatrudnienia?

## CO OSIĄGA WIĘKSZĄ SKALĘ: OBFITOŚĆ CZY ROZWARSTWIENIE?

---

Dzięki technologii możemy dzisiaj tworzyć bogatszy świat – możemy uzyskiwać więcej i wypracowywać lepsze rezultaty przy mniejszym nakładzie surowców, kapitału i pracy. W nadchodzących latach należy spodziewać się z tego tytułu względnie wymiernych korzyści, takich jak wzrost produktywności, zjawisko to przyniesie jednak również skutki wymykające się pomiarom, choćby w postaci ogromnego przyrostu liczby darmowych dóbr cyfrowych.

W poprzednim akapicie charakteryzowaliśmy obecny poziom obfitości przez formalny pryzmat ekonomiczny. To niefortunne podejście, które warto skorygować – zjawisko obfitości ma bowiem tak zasadniczy i tak wspaniały charakter, że zasługuje na opis w innym języku. Odnosi się ono nie tylko do wzrostu dostępności tanich produktów konsumenckich i pustych kalorii. Jak wspominaliśmy



w rozdziale 7, zapewni nam ono także szerszy zakres wyboru, większe zróżnicowanie i poprawę poziomu życia w wielu jego sferach. Dzięki niemu można będzie wykonywać operacje serca bez konieczności rozcinania mostka i otwierania klatki piersiowej. Będzie można korzystać ze wsparcia najlepszych nauczycieli świata, a jednocześnie samodzielnie oceniać własne postępy. Studenci będą wiedzieli, na ile dobrze udało im się opanować materiał. Obfitość spowoduje, że spadnie odsetek budżetu gospodarstw domowych przeznaczany na artykuły spożywcze, samochody, ubrania i media. Sprawia ona, że głusi odzyskują słuch, a niewidomi będą mogli podziwiać świat oczami. Praca stanie się mniej nudna, bo nie trzeba będzie wykonywać powtarzalnych zadań, a ludzie zyskają szersze możliwości podejmowania wyzwań o charakterze twórczym i interaktywnym.

Wszelki tego typu postęp dokonuje się przynajmniej w części dzięki technologiom cyfrowym. W połączeniu z wolnością polityczną i gospodarczą rozwój technologiczny staje się niesamowitą siłą napędową wzrostu standardów i obfitości. Jednocześnie jednak to samo zjawisko przyczynia się do rozwarstwienia społeczeństwa, które z czasem coraz bardziej narasta we wszystkich ważnych dla nas sferach, takich jak majątek, dochody, poziom życia czy możliwości awansu społecznego. Niektóre z tych trendów (w szczególności dotyczy to wzrostu nierówności) dają się zaobserwować również w innych krajach. Życzylibyśmy sobie oczywiście, aby postęp technologiczny stał się potężną falą, która uniesie w górę wszystkie łódki na wszystkich wodach. Tak się jednak nie dzieje.

Technologia to bez wątpienia nie jedyna siła, która przyczynia się do nasilenia rozwarstwienia, niewątpliwie odgrywa ona jednak w tym procesie istotną rolę. Dzisiejsze technologie informacyjne faworyzują ludzi lepiej wykształconych, umożliwiają właścicielom kapitału bogacenie się kosztem czynnika pracy i ułatwiają supergwiazdom zdobycie dominacji nad innymi ludźmi. Wszystkie te zjawiska dodatkowo nasilają rozwarstwienie, czyli podziały na tych, którzy pracę mają oraz tych, którzy jej nie mają; na tych, którzy mogą się poszczycić wysokimi kompetencjami i dobrym wykształceniem oraz słabiej wykwalifikowaną resztę; wreszcie na supergwiazdy i wszystkich pozostałych. Na podstawie poczynionych dotychczas obserwacji i badań utwierdzamy się w przekonaniu, że jeśli nic innego się nie zmieni, technologie przyszłości będą tylko dodatkowo nasilać rozwarstwienie, jednocześnie przyczyniając się również do wzrostu obfitości.

Ponieważ technologia przynosi zarówno obfitość, jak i rozwarstwienie (a oba te zjawiska z czasem przybierają na sile), musimy sobie zadać ważne pytanie: *Czy w obliczu takiej obfitości w ogóle powinniśmy się przejmować rozwarstwieniem?* Chodzi tu konkretnie o to, że problem narastającej nierówności wcale nie musi być w rzeczywistości tak dotkliwy, jeśli ludzie w dolnych częściach społecznej drabiny również będą odnotowywać poprawę poziomu życia w związku z rozwojem technologii.

Nierówności dochodów oraz inne wskaźniki rozwarstwienia stale rosną, nie wszyscy jednak się z tego powodu martwią. Niektórzy obserwatorzy przedstawiają argument, który my nazwiemy w skrócie „potęgą obfitości”. Chodzi w istocie o to, że nadmierne roztrząsanie kwestii rozwarstwienia nie ma sensu i może wprowadzać w błąd, ponieważ obfitość odgrywa w tym procesie zdecydowanie większą rolę i staje się również udziałem ludzi znajdujących się w dolnych częściach rozkładu. Osoby podnoszące ten argument zdają sobie sprawę, że najlepiej wykwalifikowani pracownicy powiększają dystans do większości ludzi oraz że supergwiazdy zostawiają nas wszystkich daleko, daleko w tyle – pytają jednak: „I co z tego? Skoro sytuacja ekonomiczna większości ludzi się poprawia, to czy faktycznie powinniśmy się martwić, że komuś wiedzie się *znacznie* lepiej?”. Ekonomista z Harvardu Greg Mankiw podnosi argument, że ogromne dochody przysłowiowego jednego procenta wcale nie muszą stanowić problemu, jeśli stanowią wynagrodzenie dla osób kreujących wartość także dla wszystkich innych [\[286\]](#).

System gospodarki kapitalistycznej funkcjonuje między innymi dzięki temu, że zachęca innowatorów do działania – dzięki temu, że twórca produktu, który odnosi rynkowy sukces, uzyskuje przynajmniej część korzyści płynących z tego tytułu. Jeśli uda mu się stworzyć coś niesamowicie popularnego, może liczyć na ogromną nagrodę. Prawidłowe funkcjonowanie tego mechanizmu (w przeciwieństwie do sytuacji, w której ludzie podejmujący nieodpowiedzialne ryzyko w ramach systemu finansowego mogą liczyć na ogromne nagrody i nie ponoszą żadnego ryzyka) może stać się źródłem ogromnych i rozległych korzyści. Innowatorzy przyczyniają się do poprawy losu wielu ludzi, którzy z kolei poprzez swoje zakupy zapewniają im bogactwo. Wszyscy na tym korzystają, chociaż nie każdy odnosi takie same korzyści.

W branży technologicznej można znaleźć wiele przykładów działania tego mechanizmu. Przedsiębiorcy tworzą urządzenia, strony

internetowe, aplikacje oraz inne dobra czy usługi, które mają dla ludzi wartość. Kolejni nabywcy kupują te dobra i z nich korzystają, przedsiębiorcy zaś cieszą się sukcesem finansowym. Trudno określić ten schemat jako dysfunkcyjny, wydaje się on raczej korzystny. Ekonomista Larry Summers ujmuje to tak: „Załóżmy, że w Stanach Zjednoczonych żyje jeszcze trzydziestu ludzi takich jak Steve Jobs... (...) Musimy przyjąć do wiadomości, że jedna z przyczyn tej nierówności stanowi jednocześnie drugą stronę skutecznej przedsiębiorczości, którą przecież chcemy wspierać” [287].

Chcemy ją wspierać w szczególności dlatego, że – jak wykazywaliśmy w rozdziale 6 – postęp technologiczny ma na ogół korzystny wpływ nawet na najbiedniejszych mieszkańców naszego świata. Dogłębne badania doprowadziły do wniosku, że innowacje takie jak telefony komórkowe przyczyniają się do wzrostu poziomu dochodu, stanu zdrowia oraz innych czynników dobrobytu. Korzyści te będą się tylko nasilać na skutek działania prawa Moore’a, które jednocześnie obniża koszty i zwiększa możliwości tego typu urządzeń.

Gdyby argument potęgi obfitości miał się okazać słuszny, to zupełnie nie byłoby się czym przejmować i moglibyśmy optymistycznie patrzeć w przyszłość drugiej epoki technologicznej. Czy jest słuszny? Z żalem musimy stwierdzić, że nie. Jak wskazywaliśmy w rozdziałach 9 i 10, dane jasno wskazują na to, że zarówno w Stanach Zjednoczonych, jak i w innych krajach sytuacja większości ludzi ulega pogorszeniu – i to nie tylko w ujęciu względnym, ale również bezwzględnym. Mediana dochodów amerykańskiego pracownika wyrażonych w realnym dolarze obniżyła się w stosunku do 1999 roku. Podobnie rzecz się ma w przypadku statystyk dotyczących już nie pojedynczych pracowników, ale gospodarstw domowych, a także ich łącznego majątku. Technologia gna naprzód, a wiele osób pozostaje z tyłu.

Niektórzy wyznawcy argumentu potęgi obfitości twierdzą, że te spadki, choć realne, nie mają aż tak istotnego znaczenia, jak różne inne korzystne zjawiska, które wymykają się prostym pomiarom, a więc choćby spadek cen czy poprawa jakości. Ekonomisci Donald Boudreaux i Mark Perry piszą:

Wydatki gospodarstwa domowego na liczne „podstawowe” dobra współczesnego życia, takie jak jedzenie w domu, samochody, ubrania i obuwie, meble i sprzęt domowy czy koszty mieszkania oraz media, spadały z poziomu 53 procent dochodu rozporządzalnego

w 1950 roku, do 44 procent w 1970 roku i 32 procent obecnie (...), [natomiast] ilość i jakość konsumpcji przeciętnego Amerykanina zbliżyła się do poziomu charakterystycznego dla zamożnych Amerykanów sprzed kilkudziesięciu lat. Weźmy choćby dobra elektroniczne, na które dziś stać każdego nastolatka z klasy średniej: iPhone, iPad, iPod i laptop. Nie ustępują one znacznie gadżetom, z których korzystają przedstawiciele 1 procenta najlepiej zarabiających Amerykanów, a często są dokładnie takie same”[288].

Perry dodaje, że „dzięki innowacji i technologii (...) wszyscy Amerykanie, w szczególności zaś grupy o niskich i średnich dochodach, znajdują się w lepszej sytuacji niż w którymkolwiek z poprzednich okresów”[289]. Podobne wnioski formułuje Scott Winship z Brookings Institution na łamach „National Review” oraz w innych źródłach[290].

To niewątpliwie intrygujące argumenty. W szczególności przemawia do nas spostrzeżenie, że przeciętny pracownik znajduje się dzisiaj w lepszej sytuacji niż jego przodkowie o podobnym statusie społecznym – i że dzieje się to właśnie za sprawą innowacji i technologii stanowiących źródło obfitości. Postęp w dziedzinie informacji, mediów, komunikacji i możliwości obliczeniowych dokonuje się w takim tempie, że aż trudno w nie uwierzyć, a dopiero mówić o próbach ekstrapolowania go na przyszłość. Obfitość przejawia się jednak również w innych sferach życia. Postęp technologiczny przyczynia się do spadku kosztów i poprawy jakości artykułów spożywczych, ale także usług komunalnych – które na pierwszy rzut oka nie mają związku z zaawansowaną technologią, choć w rzeczywistości również na niej bazują.

Argumenty te, choć nie do końca pozbawione racji, o tyle do nas nie trafiają, że ludzie z dolnych części rozkładu naszym zdaniem wcale nie radzą sobie tak dobrze. Przede wszystkim pewne ważne dobra, które pragną oni nabywać (podobnie zresztą jak wszyscy inni) z czasem coraz bardziej drożeją. Zjawisko to dobrze podsumowują badania Jareda Bernsteina, który porównywał medianę dochodów rodzin w okresie od 1990 do 2008 roku ze zmianami w zakresie kosztów mieszkania, opieki zdrowotnej i wykształcenia na poziomie college’u. Na tej podstawie ustalił, że chociaż dochody rodziny wzrosły w badanym okresie mniej więcej o 20 procent, koszty mieszkania i studiów zwiększyły się o około 50 procent, opieka zdrowotna podrożała zaś o ponad 150 procent[291].

Zważywszy, że w ostatnich latach mediana realnego dochodu Amerykanów spada, ponowne przeprowadzenie tych samych porównań dla okresu późniejszego przyniosłoby zapewne jeszcze mniej optymistyczne wnioski.

Abstrahując od struktury wydatków amerykańskich gospodarstw domowych, warto również zwrócić uwagę na to, że wiele z nich nie posiada żadnego zabezpieczenia finansowego. W 2001 roku ekonomiści Annamaria Lusardi, Daniel J. Schneider oraz Peter Tufano przeprowadzili badanie, w ramach którego pytali ludzi, czy „byliby w stanie zdobyć 2 tysiące dolarów w ciągu trzydziestu dni”. Wyniki tego projektu napawają niepokojem. Z ustaleń badaczy wynika bowiem, że: „Mniej więcej jedna czwarta Amerykanów deklaruje, że na pewno nie zdołałaby wygospodarować takich środków, a kolejne 19 procent twierdzi, że przynajmniej w pewnym stopniu musieliby w tym celu sprzedać coś lub zastawić, ewentualnie wziąć krótkoterminową pożyczkę. (...) [Innymi słowy z naszych] badań wynika, że blisko połowa Amerykanów znajduje się w niepewnej sytuacji finansowej. (...) Znaczna część Amerykanów teoretycznie należących do »klasy średniej« (...) we własnej opinii znajduje się w niepewnej sytuacji finansowej”[\[292\]](#).

Inne dane – dotyczące wskaźników biedy, liczby pracowników, którzy szukają pracy w pełnym wymiarze godzin, a pracują tylko na część etatu i tak dalej – utwierdzają nas w przekonaniu, że chociaż technologia niewątpliwie przynosi obfitość w sferze gospodarczej, mimo wszystko nie jest w stanie zrekompensować skutków narastania rozwarstwienia. Samo rozwarstwienie nie jest zresztą wyłącznie skutkiem ostatniego kryzysu finansowego ani też zjawiskiem nowym czy przejściowym.

Na domiar złego na stagnację i spadek dochodów nakłada się dodatkowo również coraz to niższa mobilność społeczna. Dzieci urodzone w dolnych częściach rozkładu mają coraz mniejsze szanse poprawić swój los i zapewnić sobie awans społeczny czy zawodowy. Jak wynika z niedawnych badań, amerykański sen o awansie, który przez wiele pokoleń miał duże szanse się ziścić, dzisiaj odchodzi do krainy uludy. Weźmy choćby jeden przykład. W 2013 roku ekonomiści Jason DeBacker i Bradley Heim przeprowadzili wraz ze współpracownikami analizę zeznań podatkowych z lat 1987–2009. Na badanej grupie stwierdzili, że trzydzieści pięć tysięcy badanych przez nich gospodarstw domowych utrzymywało się mniej więcej na tym samym miejscu w rankingu zamożności (przesunięcia były nieznaczne), zwiększyły się

natomiast różnice ich dochodów[293]. Ostatnio socjolog Robert Putnam nakreślił obraz amerykańskich miast takich jak Port Clinton w stanie Ohio (z którego sam pochodzi), wskazując, że w ubiegłych dziesięcioleciach nastąpiło pogorszenie warunków ekonomicznych i perspektyw dla dzieci wychowywanych przez rodziców, którzy zakończyli edukację na szkole średniej. Jednocześnie odnotował poprawę szans w przypadku dzieci bardziej wykształconych rodziców. Właśnie takich zmian należy się spodziewać w związku z przyspieszaniem postępu technologicznego promującego kwalifikacje[294].

Wielu Amerykanów ciągle jeszcze wierzy, że Stany Zjednoczone to kraj wielkich możliwości – że to właśnie tu mają największe szanse na awans ekonomiczny. Rzeczywistość jednak się zmieniła. „The Economist” podsumowuje to tak: „W czasach Horatio Algera, Ameryka była bardziej płynna niż Europa. Już nie jest. Analiza mobilności społecznej w perspektywie jednego pokolenia – czyli wpływu względnego poziomu dochodów ojca na dochody syna – wykazuje, że Ameryka radzi sobie dwukrotnie gorzej niż kraje skandynawskie i mniej więcej tak samo jak Wielka Brytania czy Włochy, czyli kraje europejskie charakteryzujące się najniższą mobilnością”[295]. Zjawisko rozwarstwienia nie tylko więc osiąga dużą skalę, ale też samo się napędza. Ludzie z dolnych i środkowych części hierarchii bardzo często pozostają na tym samym poziomie przez cały okres swojej kariery, a ich rodziny nie mają szansy na awans generacyjny. Takie zjawisko nie jest korzystne ani dla gospodarki, ani dla społeczeństwa.

Jeszcze gorzej rzecz by się miała, gdyby rozwarstwienie miało negatywnie wpływać na obfitość – gdyby nierówności wraz ze wszystkimi swoimi konsekwencjami miały z jakiegoś powodu spowalniać postęp i utrudniać nam czerpanie wszelkich możliwych korzyści z rozwoju drugiej epoki technologicznej. Wiele osób podnosi argument, że wysoki poziom nierówności może motywować ludzi do bardziej wyężonej pracy i w ogólnym rozrachunku napędzać wzrost gospodarczy. Warto jednak pamiętać, że zjawisko to może równie dobrze hamować wzrost. W 2012 roku ekonomista Daron Acemoglu oraz politolog James Robinson wydali wspólnie książkę zatytułowaną *Why Nations Fail* (tytuł polski: *Dlaczego narody przegrywają*, tłum. Jerzy Łoziński, Zysk i S-ka, Poznań 2014). Jest to zakrojona na szeroką skalę analiza historyczna setek lat ludzkiej historii, która ma wskazać wspomniane w podtytule „źródła władzy, pomyślności i ubóstwa”. Jak

twierdzą autorzy, źródeł tych wcale nie należy się dopatrywać w oddziaływaniu czynników geograficznych czy kulturowych ani nawet w zasobności w bogactwa naturalne. Ich zdaniem tkwią one w instytucjach takich jak demokracja, prawo własności oraz rządy prawa. Wszystko to, co powoduje otwieranie się na ludzi, przynosi dobrobyt, to zaś, co się na nich zamyka – skutkując zniekształcaniem mechanizmów gospodarczych i naginaniem zasad gry w imię interesów wąskiej elity – skutkuje narastaniem biedy. Autorzy w przekonujący sposób uzasadniają swoje tezy, na temat zaś bieżącej sytuacji w Stanach Zjednoczonych formułują ponadto ważne spostrzeżenia i przestrogi:

Pomyślność zależy od innowacji, a my marnujemy nasz potencjał innowacji, nie dbając o zapewnienie wszystkim równych szans. Nie wiemy przecież, gdzie powstanie następny Microsoft, Google czy Facebook, a jeśli jego twórca trafi do kiepskiej szkoły lub nie będzie miał szansy podjąć studiów na dobrej uczelni, to szanse na powstanie tego nowego wynalazku istotnie spadną (...).

Liczba innowacji i wzrost gospodarczy, które obserwowaliśmy w Stanach Zjednoczonych przez ostatnich dwieście lat w dużej mierze wynikały z faktu, że nasz kraj premiował innowacje i inwestycje. To wszystko nie działo się w próżni, sprzyjały temu w szczególności zasady polityczne – instytucje otwarte na ogół ludności – dzięki którym żadna elita ani inna wąska grupa nie mogła zmonopolizować władzy i wykorzystać jej do własnych celów kosztem społeczeństwa.

Obawiać się należy, że nierówności gospodarcze przełożą się na nierówności polityczne, a ludzie dysponujący większą władzą polityczną wykorzystają ją do zapewnienia sobie dodatkowej przewagi ekonomicznej, kształtując rzeczywistość zgodnie z własnymi interesami i dodatkowo pogłębiając nierówności gospodarcze – co doprowadzi w istocie do powstania błędnego koła. A my wszyscy się w tym kole znajdziemy [\[296\]](#).

W swoich analizach autorzy podkreślają przede wszystkim zasadniczy powód, dla którego należy się martwić narastaniem i poszerzaniem skali zjawiska nierówności w ostatnich latach. Otóż może ono doprowadzić do powstania instytucji, które zamkną się na większość społeczeństwa i spowolnią rozwój drugiej epoki technologicznej. Naszym zdaniem byłoby to więcej niż niefortunne, zasługiwałoby niemal na miano

tragedii. Odwołując się do dorobku Acemoglu i Robinsona, ale także innych autorów, uważamy, że taki scenariusz faktycznie może się zrealizować. Zamiast więc wierzyć w potęgę obfitości zdolnej zrekompensować nam skutki narastającego rozwarstwienia, żywimy obawę, że zaistnieć może zjawisko zgoła przeciwne – że rozwarstwienie może w nadchodzących latach ograniczyć skalę obfitości.

## BEZROBOCIE TECHNOLOGICZNE

---

Jak mieliśmy się okazać przekonanie, ogólny gospodarczy tort do podziału się powiększa, ale niektórzy ludzie – a nawet większość ludzi – może na postępie technologicznym stracić. W miarę spadku zapotrzebowania na pracę, w szczególności zaś na pracę względnie niewykwalifikowanych pracowników, spada poziom wynagrodzeń. Czy jednak technologia może faktycznie stać się przyczyną bezrobocia?

Nie my pierwsi zadajemy sobie tego typu pytania. Stanowią one przedmiot ożywionej, żeby nie powiedzieć gwałtownej dyskusji od co najmniej dwustu lat. W latach 1811–17 grupa angielskich robotników przemysłu włókienniczego stanęła przed groźbą utraty pracy w związku z automatyzacją pierwszej rewolucji przemysłowej. Zaczęli się wówczas organizować wokół najpewniej mitycznej postaci Neda Ludda, swego rodzaju Robin Hooda. Członkowie ruchu atakowali fabryki i niszczyli maszyny. Ostatecznie ruch został stłumiony przez brytyjski rząd.

Ekonomiści i inni teoretycy upatrują w luddyzmie pierwszego przejawu pewnego ogólniejszego i ważnego nowego zjawiska: automatyzacji pracy jako czynnika kształtującego wynagrodzenia i perspektywy zatrudnienia. Wkrótce badacze podzielili się na dwa obozy. Przedstawiciele pierwszego, najliczniejszego twierdzili, że chociaż postęp technologiczny i inne podobne czynniki niewątpliwie spowodują utratę pracy przez niektórych robotników, kapitalizm w swej zasadniczo twórczej naturze stworzy innym inne, na ogół lepsze możliwości. W tym świetle bezrobocie wydawało się problemem zaledwie przejściowym, mało poważnym. John Bates Clark (którego imię nosi medal przyznawany najwybitniejszym ekonomistom poniżej czterdziestego roku życia) napisał w 1915 roku: „W prawdziwej [gospodarce], która cechuje się wysokim dynamizmem, zawsze istnieje podaż bezrobotnej pracy i nie jest ani możliwe, [ani] normalne, aby miało jej całkowicie zabraknąć. Dobrobyt czynnika pracy wymaga



kontynuowania postępu, tego zaś nie da się osiągnąć bez tymczasowego wypierania robotników”[297].

Rok później politolog William Leiserson posunął się nawet o krok dalej. Opisywał mianowicie bezrobocie jako swego rodzaju miraż: „Armia bezrobotnych jest tak samo bezrobotna jak strażacy, którzy czekają w remizie na dźwięk alarmu, lub jak rezerwa policji pozostająca w gotowości do kolejnej akcji”[298]. Najogólniej rzecz ujmując, kreatywny kapitalizm musi mieć do dyspozycji zasoby pracy, te zaś powstają na skutek wypierania czynnika pracy przez poprzednie osiągnięcia technologiczne.

John Maynard Keynes nie był aż tak przekonany co do świetlanych perspektyw robotników. Jego esej z 1930 roku, zatytułowany *Economic Possibilities for our Grandchildren*, pomimo swej ogólnie optymistycznej wymowy, zgrabnie przytacza argumenty przedstawicieli drugiego obozu – którzy twierdzili, że automatyzacja może trwale pozbawić ludzi pracy, zwłaszcza jeśli będzie osiągać coraz większą skalę. Keynes wybiegał myślami poza trudny okres wielkiego kryzysu i formułował następujące przewidywanie: „Dotknęła nas nowa choroba, z której nazwą część czytelników mogła się jeszcze nie spotkać, ale o której będziemy często słyszeć w nadchodzących latach. Chodzi mianowicie o *bezrobocie technologiczne*. Pojęcie to odnosi się do bezrobocia, które powstaje dlatego, że sposoby na ograniczenie wykorzystania zasobów pracy odkrywamy w szybszym tempie niż nowe dla nich zastosowania”[299]. Narastające bezrobocie doby wielkiego kryzysu zdawało się potwierdzać spostrzeżenia Keynesa, sytuacja w końcu jednak poprawiła się. Potem wybuchła druga wojna światowa, która przyniosła niezaspokojony popyt na pracę – i to zarówno na polu walki, jak i na cywilnym zapleczu. Groźba bezrobocia technologicznego zniknęła.

Po zakończeniu wojny debata dotycząca wpływu technologii na czynnik pracy rozpoczęła się na nowo, przybrała zaś na sile wraz z pojawieniem się komputerów. Komisja złożona z naukowców i teoretyków socjologii wystosowała w 1964 roku list otwarty do prezydenta Lyndona Johnsona:

Rozpoczęła się nowa era w produkcji. Rządzące nią zasady organizacyjne różnią się od tych właściwych dla epoki przemysłowej w takim samym stopniu, jak one różniły się od tych rolniczych. Rewolucja cybernetyczna przyniosła nam połączenie komputera

i automatycznej, samoregulującej się maszyny. Przyniesie to system o niemal nieograniczonych możliwościach produkcyjnych, który z czasem wymagać będzie coraz mniejszych nakładów ludzkiej pracy[300].

Laureat Nagrody Nobla, ekonomista Wassily Leontief, zgadzał się z tą tezą. W 1983 roku stwierdził zdecydowanie, że „rola ludzi jako najważniejszego czynnika produkcji musi się zmniejszyć tak samo, jak rola koni w produkcji rolniczej uległa zmniejszeniu, ostatecznie do zera, w związku z pojawieniem się traktorów”[301].

Zaledwie cztery lata później panel ekonomistów powołany przez National Academy of Sciences sformułował pogląd zgoła odmienny, zawierając w swoim raporcie zatytułowanym *Technology and Employment* jednoznaczne, kompleksowe i optymistyczne stwierdzenie następującej treści.

Poprzez obniżanie kosztów produkcji, a tym samym ceny poszczególnych dóbr na rynku konkurencyjnym, zmiany technologiczne często powodują zwiększenie popytu, ten zaś skutkuje wzrostem produkcji, co z kolei rodzi zapotrzebowanie na większe nakłady siły roboczej i rekompensuje wynikający ze zmian technologicznych spadek nakładów pracy niezbędnych do wytworzenia jednostki danego dobra. (...) W ujęciu historycznym, a także – naszym zdaniem – w przewidywalnej przyszłości ograniczenia nakładów pracy na wytworzenie jednostkowego rezultatu, wynikające z wdrożenia nowych technologii procesowych, były i będą z nadwyżką rekompensowane przez korzystne dla poziomu zatrudnienia skutki obserwowanego ogólnie wzrostu ogólnego poziomu produkcji[302].

Ostatecznie zwyciężył i zdominował myślenie ekonomiczne właśnie ten ostatni pogląd, zgodnie z którym automatyzacja i inne formy postępu technologicznego w ogólnym rozrachunku więcej miejsc pracy stworzą niż zniszczą. Odmienne myślenie uznawane jest za przejaw „błędneho myślenia typu luddycznego”. W związku z powyższym ludzie, którzy w ostatnich latach uznawali technologię za czynnik niekorzystny dla zatrudnienia w ujęciu netto, nie wpisywali się w główny nurt myśli ekonomicznej.

Argument, zgodnie z którym technologia nie może się przyczyniać do

powstania trwałego bezrobocia o charakterze strukturalnym, a samo bezrobocie ma jedynie charakter tymczasowego braku zatrudnienia w okresach recesji, opiera się na dwóch fundamentach: po pierwsze na teorii ekonomii, po drugie zaś na danych historycznych z ostatnich dwustu lat. Żaden z tych filarów nie jest jednak tak mocny, jak mogłoby się wydawać.

Zacznijmy od teorii. Wskazać można mianowicie trzy mechanizmy, które mogłyby wyjaśniać powstawanie bezrobocia technologicznego. Chodzi o: nieelastyczny popyt, szybkie zmiany oraz daleko idące nierówności.

Nawet jeśli technologia prowadzi do bardziej efektywnego wykorzystania zasobów pracy, jak słusznie zauważają paneliści National Academy of Science, wcale nie musi to automatycznie oznaczać zmniejszonego zapotrzebowania na pracę. Niższe koszty mogą się przełożyć na spadek cen dóbr, a ten z kolei na wzrost popytu na nie – co w ostatecznym rozrachunku doprowadzi do zwiększenia zapotrzebowania na pracę. Czy tak się ostatecznie stanie, czy nie, to już zależy od elastyczności popytu, którą definiuje się jako stosunek procentowego wzrostu zapotrzebowania na dane dobro do spadku jego ceny.

W przypadku niektórych dóbr i usług, takich jak choćby opony samochodowe czy oświetlenie do domu, popyt charakteryzuje się względnie małą elastycznością, a tym samym małą wrażliwością na spadek cen<sup>[303]</sup>. Obniżenie o połowę ceny sztucznego oświetlenia nie doprowadziło do dwukrotnego wzrostu popytu na lampy ani ze strony konsumentów, ani ze strony firm. W związku z powyższym na skutek wzrostu efektywności oświetlenia łączne przychody branży je wytwarzającej spadły. W swojej dogłębnej analizie historycznej ekonomista William Nordhaus wykazał, że rozwój technologii doprowadził do ponad tysiąckrotnego spadku ceny oświetlenia – w stosunku do czasów świec i lamp oliwnych. Oznacza to, że dzisiaj możemy uzyskać to samo oświetlenie zdecydowanie mniejszym nakładem pracy<sup>[304]</sup>. Względnie niska elastyczność popytu to problem, z którym zmagają się całe sektory gospodarki, nie tylko poszczególne kategorie produktowe. Spadek zatrudnienia przez lata stanowił bolączkę robotników zatrudnionych w coraz bardziej wydajnym rolnictwie i przy coraz bardziej produktywniej działalności wytwórczej. Wzrost popytu wynikający ze spadku cen i poprawy jakości wyrobów nie rekompensował w pełni skutków usprawnień w działalności

wytwórczej.

Z drugiej strony w warunkach wysokiej elastyczności popytu większa produktywność wywołuje tak istotny wzrost zainteresowania nabywaniem dóbr, że większa liczba pracowników zyskuje nowe zatrudnienie. Z takim zjawiskiem, nazywanym paradoksem Jevonsa, mamy do czynienia w przypadku niektórych rodzajów energii. Okazuje się bowiem, że większa wydajność energii może w pewnych warunkach skutkować wzrostem jej konsumpcji. Ekonomiści nie uważają tego jednak za paradoks, a jedynie za oczywisty skutek elastyczności popytu. Zjawisko to występuje ze szczególnym nasileniem w nowych branżach, takich jak technologie informacyjne[305]. Gdy elastyczność popytu wynosi dokładnie jeden (co oznacza, że 1-procentowy spadek ceny skutkuje dokładnie 1-procentowym wzrostem ilości), wówczas łączne przychody (iloczyn ceny i ilości) pozostaną bez zmian. Innymi słowy, wzrost produktywności wywoła dokładnie taki sam wzrost popytu, w związku z czym wszyscy będą mieli dokładnie tyle samo pracy co wcześniej.

Elastyczność na poziomie równym dokładnie jeden to z pozoru bardzo wyjątkowy przypadek, można jednak z dużym powodzeniem (choć nie bezsprzecznie) podnosić argument, że w długim okresie właśnie z takim zjawiskiem mamy do czynienia w gospodarce postrzeganej jako całość. Na przykład spadek cen żywności może zmniejszać zapotrzebowanie na pracę w rolnictwie, zaoszczędzone w ten sposób pieniądze ludzie wydadzą jednak na inne cele i w ten sposób ogólny poziom zatrudnienia w gospodarce zostanie utrzymany[306]. Te pieniądze zostaną przeznaczone nie tylko na zakup już istniejących dóbr, ale również na nowo wynalezione produkty i usługi. Na tym zasadza się ekonomiczny argument, zgodnie z którym bezrobocie technologiczne nie ma prawa zaistnieć.

KEYNES BY SIĘ Z TYM NIE ZGODZIŁ – uważał bowiem, że w długim okresie popyt nie będzie się charakteryzował doskonałą elastycznością. Rzecz w tym, że wiecznie spadające (nawet po uwzględnieniu jakości) ceny wcale nie muszą się przekładać na wieczny wzrost konsumpcji dóbr i usług. W pewnym momencie osiągniemy bowiem poziom nasycenia i postanowimy konsumować mniej. Keynes przewidywał, że spowoduje to radykalny spadek długości tygodnia pracy, nawet do piętnastu godzin, ponieważ wytworzenie wszystkich dóbr i usług, na której ludzie będą zgłaszać zapotrzebowanie, przestanie wymagać większych nakładów pracy[307]. Tego typu bezrobocie technologiczne

trudno jednak rozpatrywać w kategoriach problemu gospodarczego. Ostatecznie w tym scenariuszu ludzie pracują mniej, ponieważ ich potrzeby są w pełni zaspokojone. Miejsce „problemu ekonomicznego” w postaci niedoboru zajmie zdecydowanie bardziej atrakcyjny problem: co należy zrobić z ogromem majątku i bogactwem rozrywek. Arthur C. Clarke miał powiedzieć: „Cel na przyszłość to pełne bezrobocie, żebyśmy mogli się bawić”[\[308\]](#).

Keynesa bardziej zresztą martwił problem krótkoterminowego „nieprzystosowania”, które każe nam skupić się na drugim, bardziej poważnym argumencie uzasadniającym wystąpienie bezrobocia technologicznego. Chodzi mianowicie o to, że nasze kompetencje, organizacje i instytucje przestaną nadążać za zmianami technologicznymi. Gdy za sprawą nowej technologii pewnego rodzaju praca – albo wręcz cała kategoria umiejętności – straci rację bytu, wykonujący ją pracownicy będą musieli wypracować nowe kompetencje i znaleźć nowe zatrudnienie. To może oczywiście wymagać czasu i w okresie przejściowym narażać ich na bezrobocie. Optymiści podnoszą argument, że problem ten ma charakter przejściowy – że gospodarka osiągnie nowy punkt równowagi i dojdzie do przywrócenia pełnego zatrudnienia, ponieważ przedsiębiorcy dokonają inwestycji w nowe przedsięwzięcia, a pracownicy odpowiednio zmodyfikują swój kapitał ludzki.

Cóż się jednak stanie, jeśli zajmie to całą dekadę?[\[309\]](#) Co będzie, jeśli w tym czasie dojdzie do kolejnej zmiany technologicznej? Czy właśnie taki rozwój wypadków miał na myśli Wassily Leontief, gdy w swoich spekulacjach z 1983 roku skazywał licznych pracowników na trwałe bezrobocie, porównując ich do koni, które nie przystosowały się do wynalazku w postaci traktora?[\[310\]](#) Gdy się przyjmie argument, że pracownicy i organizacje potrzebują czasu na dostosowanie się do zmian technicznych, nagle staje się oczywiste, że wzrost tempa tych zmian może skutkować poszerzeniem się luki i wzrostem ryzyka wystąpienia bezrobocia technologicznego. Szybszy postęp technologiczny może w ostatecznym rozrachunku przynieść większe bogactwo i wzrost wskaźnika średniej długości życia, ale będzie wymagać od ludzi i instytucji szybszego przystosowywania się do zmian. Z całym szacunkiem dla Keynesa, w długim okresie możemy nie umrzeć, będziemy za to potrzebować pracy.

Największy powód do zmartwień stanowić może trzeci argument na rzecz bezrobocia technologicznego, wykraczający poza kwestię

„tymczasowego” nieprzystosowania. Jak wyjaśnialiśmy szczegółowo w rozdziałach 8 i 9, ostatni postęp w dziedzinie technologii przyniósł zmiany promujące kwalifikacje, zmiany promujące kapitał i doprowadził do wzrostu liczby supergwiazd na firmamencie rynków, na których zwycięzca bierze wszystko. Tym samym doprowadził do wyodrębnienia grup zwycięzców i przegranych. Zachodzące zmiany spowodowały spadek zapotrzebowania na pewne rodzaje pracy i pewne umiejętności. Na wolnym rynku ceny charakteryzują się zmiennością, która stanowi przejaw dążenia do równowagi podaży i popytu. W myśl tej zasady miliony mieszkańców Stanów Zjednoczonych doświadczają realnego spadku wynagrodzeń.

Co do zasady taka zrównoważona płaca mogłaby wynosić w przypadku niektórych pracowników nawet dolara za godzinę – nawet gdyby ten pracownik domagał się tysiąckrotnie wyższego wynagrodzenia. Większość mieszkańców krajów rozwijających się wychodzi z założenia, że za dolara na godzinę nie da się przeżyć – nikt więc nie oczekuje, że pracownik będzie pracować za taką stawkę, ponieważ groziłoby mu to śmiercią głodową. Warto też zauważyć, że w sytuacji skrajnej na rynku typu „zwycięzca bierze wszystko” taka zrównoważona płaca może osiągnąć poziom zerowy – nawet gdybyśmy zgodzili się zaśpiewać *Satisfaction* za darmo, słuchacze i tak wybiorą wykonanie Micka Jaggera. Rzeczywistość na rynku muzycznym przedstawia się tak, że Mick może dziś stworzyć cyfrowe kopie własnego głosu i te kopie będą z nami konkurować. Płaca na poziomie bliskim zeru nie gwarantuje przeżycia. Nikt przy zdrowych zmysłach się na taką płacę nie zdecyduje, tylko zacznie szukać – i szukać, i szukać – innego zajęcia.

Istnieje zatem pewien poziom minimalny, poniżej którego cena za ludzką pracę nie może spaść. Ten fakt może natomiast skutkować powstawaniem bezrobocia – ludzie chętni do pracy nie będą w stanie znaleźć zatrudnienia. Jeśli ani pracownik, ani przedsiębiorca nie będą w stanie wymyślić rentownego zadania, które wymagałoby zaangażowania umiejętności i talentów czynnika ludzkiego, wówczas rzeczony pracownik na zawsze pozostanie bez pracy. Historia pokazuje, że taki los spotkał wiele innych czynników wytwórczych, którym niegdyś przypisywano dużą wartość – choćby olej do lamp czy konie jako narzędzie pracy. W dzisiejszej gospodarce nikt ich już nie potrzebuje, nawet za zerową stawkę. Innymi słowy, technologia może rodzić nie tylko nierówności, ale także bezrobocie. Teoretycznie

problem ten może dotknąć dużej grupy ludzi, nawet większości populacji – nawet pomimo powiększania się ekonomicznego tortu do podziału.

Tak się przedstawia teoria, a jak to wygląda w danych? Przez większą część dwóch stuleci, które minęły od powstania ruchu luddystów, technologia w istotnym stopniu zwiększyła wydajność produkcji. Tymczasem z danych wynika, że aż do końca XX wieku zatrudnienie rosło równoległe z produktywnością. To dowodzi, że produktywność nie musi koniecznie przyczyniać się do zaniku miejsc pracy. Można by wręcz spekulować – jak czynią to niekiedy zwolennicy szybkiego rozwoju technologii – że w jakiś sposób zawsze prowadzi do ich powstawania. Jak jednak widzieliśmy na rysunku 11.1, z danych wynika również, że w ostatnim okresie, pod koniec lat dziewięćdziesiątych XX wieku trendy wzrostu produktywności i miejsc pracy przybrały odmienny kierunek. Jak twierdzi Jared Bernstein, jest to wielka „łamiągówka” dla antyluddystów. Którymi danymi powinniśmy się sugerować: tymi dotyczącymi dwóch stuleci poprzedzających końcową dekadę XX wieku, czy tymi za ostatnie piętnaście lat? Nie sposób rozstrzygnąć tego dylematu w sposób jednoznaczny, przecucie podpowiada nam jednak, że z uwagi na potęgę wzrostu wykładniczego, czynnika cyfryzacji i sił kombinacyjnych, a także z uwagi na pojawienie się inteligentnych maszyn oraz inteligentnych sieci, należy spodziewać się dalszych zmian o charakterze przełomowym.

## EKSPERYMENT Z ANDROIDEM

---

Wyobraźmy sobie, że jutro pewna firma miała wprowadzić na rynek androidy zdolne zastąpić człowieka w absolutnie każdej czynności, w tym również w tworzeniu androidów. Podaż robotów jest nieograniczona, a do tego można je nabyć za bardzo niską cenę – i pracują właściwie za darmo. Pracują codziennie, przez cały dzień i się nie psują.

Coś takiego niewątpliwie wywoływałoby daleko idące konsekwencje gospodarcze. Przede wszystkim wydajność i wolumen produkcji poszybowałyby w górę. Androidy obsługiwałyby gospodarstwa rolne i fabryki. Żywność oraz inne dobra można by wytwarzać zdecydowanie niższym kosztem. Ceny na rynku konkurencyjnym spadłyby właściwie do poziomu kosztów surowców. Na całym świecie odnotowalibyśmy

niesamowity wzrost ilości, różnorodności i dostępności cenowej różnych ofert. Najogólniej rzecz ujmując, androidy stałyby się źródłem wielkiej obfitości.

Poza tym jednak wywołałyby radykalną zmianę rzeczywistości w świecie pracy. Każdy pracodawca myślący w kategoriach ekonomicznych wołałby androidy, ponieważ w porównaniu z dotychczasową kadrą świadczyłyby one porównywalną pracę po niższych kosztach. Maszyny bardzo szybko wyparłyby więc większość, jeśli nie wszystkich pracowników. Przedsiębiorcy nadal opracowywaliby innowacyjne produkty, tworzyli nowe rynki i zakładali firmy, ale zamiast ludzi zatrudnialiby do pracy androidy. Właściciele androidów oraz właściciele aktywów kapitałowych czy zasobów naturalnych zagarnęliby dla siebie całą wartość wytwarzaną w gospodarce. Również konsumpcja ograniczyłaby się również do tej grupy. Ludzie nieposiadający aktywów mogliby zaoferować na rynku tylko własną pracę, ta zaś nie miałaby żadnej wartości.

Ten eksperyment opiera się na założeniu, że nie obowiązuje żadna „żelazna zasada” przewidująca powstawanie nowych miejsc pracy wraz z postępem technologicznym.

Eksperyment można by nieznacznie zmodyfikować i przyjąć założenie, że androidy potrafiłyby robić wszystko to samo co ludzie z jednym wyjątkiem, niech to będzie gotowanie. Taka zmiana wywołałaby właściwie taki sam rezultat gospodarczy, tyle że kucharze nadal mieliby pracę. Na świecie zapanowałaby tak wielka konkurencja w tej jednej dziedzinie, że firmy zatrudniające kucharzy mogłyby zaoferować im znacznie niższe wynagrodzenie, a mimo to nadal z powodzeniem obsadzałyby wakujące stanowiska. Ogólna liczba godzin przeznaczonych w gospodarce na gotowanie pozostałaby bez zmian (przynajmniej dopóki ludzie nadal jadaliby w restauracjach), spadłoby natomiast łączne wynagrodzenie kucharzy. Jedyny wyjątek mogłyby stanowić supergwiazdy kuchni, dysponujące nadzwyczajnymi umiejętnościami i reputacją. Supergwiazdy nadal mogłyby się domagać wysokiego wynagrodzenia, inni kucharze już nie. W takim przypadku androidy stałyby się nie tylko źródłem obfitości, ale również przyczynkiem do znacznego wzrostu rozwarstwienia dochodów.

Jaki sens mają tego typu eksperymenty myślowe, którym przecież bliżej do science fiction niż do naszej bieżącej rzeczywistości? Przecież po biurach dzisiejszych amerykańskich firm nie szwendają się żadne w pełni funkcjonalne humanoidalne androidy. One nawet jeszcze nie



istnieją. Co więcej, do niedawna postęp w tej dziedzinie tworzenia maszyn zdolnych dorównać człowiekowi pod względem kompetencji w zakresie rozpoznawania prawidłowości, złożonej komunikacji, odbierania bodźców i poruszania się dokonywał się niezwykle powoli. Z drugiej strony, mieliśmy się okazję przekonać, że ostatnio znacząco przyspieszył.

Im lepsze maszyny będą zastępować człowieka, tym bardziej ucierpią na tym wynagrodzenia pracowników dysponujących kompetencjami w danym zakresie. Ekonomia i strategia biznesowa uczą, że nie ma sensu konkurować z bliskimi substytutami, zwłaszcza jeśli mają one przewagę kosztową.

Co do zasady jednak maszyny mogą dysponować zupełnie innymi atutami, ale też charakteryzować się innymi słabościami niż ludzie. Inżynierowie poświęcają tym różnicom dużo uwagi, starając się wzmacniać atuty maszyn w dziedzinach stanowiących przedmiot słabości człowieka – aby urządzenia stanowiły w stosunku do niego raczej element *komplementarny* niż substytucyjny. Efektywna produkcja będzie zatem prawdopodobnie wymagać zarówno wkładu człowieka, jak i maszyny, a wartość tego pierwszego będzie w praktyce rosła, a nie malała, wraz ze zwiększaniem się potencjału maszyn. Ekonomia i strategia biznesowa uczą również, że warto stanowić dopełnienie dla czegoś, czego się pojawia coraz więcej. W przypadku przyjęcia takiego podejścia można liczyć na pojawienie się możliwości wytwarzania dóbr i usług, które nigdy by nie powstały za sprawą samych tylko ludzi ani też za sprawą maszyn zdolnych jedynie naśladować człowieka. Te nowe dobra i usługi wyznaczają ścieżkę wzrostu gospodarczego, który opiera się na wzroście produkcji, nie zaś na obniżaniu nakładów.

Należy zatem podkreślić, że dopóki na świecie istnieją niezaspokojone potrzeby i oczekiwania, bezrobocie stanowi jednoznaczny sygnał, że powinniśmy się jeszcze bardziej skupić na podejmowaniu odpowiednich działań. Najwyraźniej zbyt mało kreatywnie podchodzimy do kwestii rozwiązywania problemów z wykorzystaniem czasu i energii uwolnionych w wyniku automatyzacji pewnych obszarów aktywności zawodowej człowieka. Możemy się jeszcze bardziej postarać i wymyślać technologie oraz modele biznesowe, które wzmacniają i zwielokrotniają wyjątkowe kompetencje człowieka – i w ten sposób tworzyć nowe źródła wartości, zamiast tylko automatyzować te już istniejące. W kolejnych rozdziałach powiemy sobie, że właśnie do tego sprowadza

się wyzwanie, przed którym stają teraz nasi politycy, nasi przedsiębiorcy i każdy z nas z osobna.

## WYJAŚNIENIE ALTERNATYWNE: GLOBALIZACJA

---

Gospodarka zmienia się nie tylko za sprawą technologii. Druga potężna siła naszych czasów to globalizacja. Czy to możliwe, że właśnie globalizacja spowodowała stagnację mediany wynagrodzeń w Stanach Zjednoczonych oraz innych gospodarkach rozwiniętych? Tak twierdzi wielu ekonomistów, powołując się na *wyrównywanie się cen czynników produkcji*. Chodzi o to, że na skutek konkurencji ceny czynników produkcji (między innymi pracy czy kapitału) na danym rynku dążą do jednej, wspólnej wartości[311]. W ciągu kilku ostatnich dziesięcioleci nastąpił spadek kosztów komunikacyjnych, co przyczyniło się do powstania jednego, globalnego rynku dla wielu produktów i usług.

Firmy mogą teraz poszukiwać odpowiednich pracowników na całym świecie. Jeśli robotnik w Chinach jest w stanie wykonywać taką samą pracę jak Amerykanin, wówczas zgodnie z ekonomicznym „prawem jednej ceny” obaj powinni zarabiać właściwie tyle samo – ponieważ mechanizmy rynkowe wyeliminują różnice między nimi na podobnej zasadzie, na której odbywa się to w przypadku innych dóbr. To dobra wiadomość dla chińskich robotników, a także dla wydajności gospodarki jako takiej, nie najlepsza natomiast dla robotników amerykańskich, którzy nagle muszą się zmierzyć z tanią konkurencją. Ekonomiści często zwracają uwagę na ten fakt. W swojej błyskotliwej książce zatytułowanej *The Next Convergence* Michael Spence wyjaśniał wpływ integracji globalnych rynków na znaczne przemieszczanie zasobów, w szczególności zaś zasobów pracy[312].

Wyrównywanie się cen czynników produkcji prowadzi do sformułowania łatwej do weryfikacji prognozy, zgodnie z którą amerykańscy producenci będą przenosić miejsca pracy za granicę, gdzie koszty są niższe. Rzeczywiście zatrudnienie w przemyśle wytwórczym spadało w Stanach Zjednoczonych przez ostatnie dwadzieścia lat. Ekonomiści David Autor, David Dorn i Gordon Hanson szacują, że mniej więcej jedną czwartą tego spadku można przypisywać konkurencji ze strony Chin[313]. Gdyby jednak przyrzeć się tym danym bliżej, wyjaśnienie wskazujące na globalizację staje się jakby mniej przekonujące. Od 1996 roku zatrudnienie w działalności produkcyjnej

w samych Chinach również spadło – tak się składa, że mniej więcej o 25 procent[314]. Chociaż działalnością wytwórczą zajmuje się obecnie ponad 30 milionów Chińczyków mniej, wolumen ich produkcji wzrósł o 70 procent. Trudno zatem mówić, że miejsce amerykańskich robotników zajmują robotnicy chińscy. Należałoby raczej stwierdzić, że zarówno robotnicy amerykańscy, jak i chińscy zwiększają wydajność dzięki automatyzacji – w związku z czym oba kraje wytwarzają więcej przy udziale mniejszej liczby robotników.

W długim okresie automatyzacja wywrze największy wpływ wcale nie na robotników w Stanach Zjednoczonych czy innych krajach rozwiniętych, ale przede wszystkim w tych rozwijających się, których przewaga konkurencyjna opiera się w tej chwili na taniej sile roboczej. Jeśli wprowadzi się do fabryk roboty oraz inne formy automatyzacji, a tym samym ujmie z równania znaczną część kosztów, ta przewaga konkurencyjna w dużej mierze po prostu zniknie. To zresztą już się zaczyna dziać. Terry Guo z firmy Foxconn zdecydowanym ruchem zainstalował setki tysięcy robotów, które zajęły miejsce porównywalnej liczby ludzi. Twierdzi, że w kolejnym roku planuje nabyć następne miliony urządzeń. Pierwsza transza maszyn trafi do fabryk w Chinach i na Tajwanie, w miarę jednak automatyzacji branży umiejscowienie fabryk w krajach o niskich kosztach pracy zacznie tracić ekonomiczny sens. Jeśli miejscowy ekosystem biznesowy działa sprawnie, pozostawianie produkcji za granicą może mieć pewne atuty logistyczne – związane choćby z pozyskiwaniem części zamiennych, surowców czy elementów na specjalne zamówienie. Z czasem jednak przeważać mogą korzyści w postaci skrócenia czasu transportu gotowych dóbr oraz bliskości klienta, inżynierów i projektantów, a także wykwalifikowanych pracowników. Nie bez znaczenia może być również system prawny danego państwa. W rezultacie działalność produkcyjna może wrócić do Ameryki, na co zwracają uwagę przedsiębiorcy tacy jak Rod Brooks.

Podobnie rzecz się ma również z innego rodzaju działalnością. Na przykład interaktywny system głosowy coraz częściej zastępuje kolejnych pracowników zatrudnionych w call center. Takie zmiany wprowadzają z powodzeniem między innymi United Airlines. Zjawisko to może w znacznym stopniu dotknąć pracowników z krajów niskokosztowych, takich jak Indie czy Filipiny. Wielu lekarzy przez jakiś czas przesyłało dyktowane teksty za granicę w celu uzyskania transkrypcji, teraz zaś coraz chętniej korzystają w tym zakresie z programów komputerowych. Coraz częściej okazuje się, że to

inteligentne i elastyczne maszyny – a nie ludzie z innych krajów – stanowią najbardziej efektywny kosztowo „czynnik pracy”.

Gdy zwrócimy uwagę na to, jakiego rodzaju żądania przekazywano za granicę w ciągu ostatnich dwudziestu lat, dojdziemy do wniosku, że chodzi o czynności o charakterze rutynowym i ustrukturuowanym. To właśnie takie zadania najłatwiej poddać automatyzacji. Jeśli można wydać komuś precyzyjne instrukcje dotyczące wykonania pewnego zadania, te same polecenia można zapisać w postaci kodu programu komputerowego. Innymi słowy, offshoring w wielu przypadkach okazuje się tylko stacją przesiadkową na drodze do automatyzacji.

W długim okresie spadek płac przestanie wystarczać jako narzędzie walki ze skutkami prawa Moore’a. Obniżanie płac w ramach ochrony przed skutkami postępu technologicznego to rozwiązanie na krótką metę. Równie dobry skutek przyniosłoby przekonywanie bohatera ludowej legendy Johna Henry’ego, że mógłby skuteczniej rywalizować z młotem parowym, gdyby zaczął podnosić ciężary.

ROZDZIAŁ 12.

# **NIE ŚCIGAĆ SIĘ, LECZ BIEC Z MASZYNAMI. ZALECENIA DLA KAŻDEGO Z NAS**

*Przecież one są bezużyteczne. Tylko dostarczają odpowiedzi.*

– Pablo Picasso o komputerach [\[315\]](#)

NASZE WYNIKI BADAŃ i wnioski omawialiśmy z przedstawicielami wielu różnych grup, począwszy od menedżerów wysokiego szczebla, a na słuchaczach programów radiowych skończywszy. Niemal za każdym razem wśród pierwszych pytań pojawiała się kwestia następująca: „Mam dzieci w wieku szkolnym. Jak mogę im pomóc przygotować się na tę przyszłość, którą panowie opisują?”. Czasami chodziło o dzieci na studiach, kiedy indziej o dzieci w przedszkolu – pytanie jednak zawsze brzmiało tak samo. Nie tylko zresztą rodzice martwią się perspektywami zawodowymi w okresie drugiej epoki technologicznej. Sami studenci oraz liderzy organizacji, które mogą ich kiedyś zatrudniać, ale także między innymi pedagodzy, politycy i urzędnicy – wszyscy zastanawiają się, które kompetencje i umiejętności człowieka zachowają wartość w miarę postępu technologii.

Najnowsza historia uczy, że trudno udzielić odpowiedzi na to pytanie. Frank Levy i Richard Murnane napisali doskonałą książkę *The New Division of Labor*. Gdy się ukazywała w 2004 roku, stanowiła zdecydowanie najlepsze opracowanie badawcze i teoretyczne tego zagadnienia. Znalazło się w niej stwierdzenie, że rozpoznawanie prawidłowości oraz komunikacja na poziomie zaawansowanym to dwa ogólne obszary, w którym ludzie będą jeszcze długo dominować nad wszelkimi cyfrowymi czynnikami pracy. Jak jednak mieliśmy się okazać przekonane, teza ta okazuje się nie do końca słuszna. Czy zatem rozwój technologii pozostawi w tyle całe pokolenie, a maszyny zdominują wszystkie obszary naszego życia, a co najmniej ich większość?

Odpowiedź brzmi: nie! Nawet w tych obszarach, w których maszyny cyfrowe będą zdecydowanie górować nad człowiekiem, ten nadal zachowa ważną rolę do odegrania. W stwierdzeniu tym pobrzmiewa na pozór pewna sprzeczność, ale gra w szachy pozwala lepiej zrozumieć, dlaczego w istocie jej tam nie ma.

## MAT NIE OZNACZA KOŃCA GRY

---

Po tym, jak ówczesny mistrz świata Garri Kasparow przegrał w 1997 roku w pojedynku z komputerem IBM o nazwie Deep Blue, rozgrywki szachowe między człowiekiem a maszyną straciły sporo ze swojego uroku. Stało się jasne, że w przyszłości tego typu rywalizacja będzie coraz bardziej jednostronna. Holenderski arcymistrz Jan Hein Donner

dobrze podsumował ówczesne stanowisko swoich kolegów. Zapytany o to, jak przygotowałyby się do meczu przeciwko komputerowi, odparł: „Przyniósłbym młotek”[\[316\]](#).

W tamtym momencie mogło się wydawać, że człowiek nie zdoła już wnieść nic nowego do gry w szachy. Jak dalekie od prawdy było to stwierdzenie, dowodzi powstanie turniejów szachowych typu „freestyle”. W takich rozgrywkach uczestniczyć mogą zespoły złożone w dowolny sposób z ludzi i maszyn. Sam Kasparow tak się wypowiadał na temat wyników konkursu freestyle’owego z 2005 roku:

Zespół, w skład którego oprócz maszyn wchodził człowiek, zwyciężał nawet z najpotężniejszymi komputerami. Superkomputer Hydra wyspecjalizowany w grze w szachy, podobnie jak Deep Blue, nie był w stanie stawić czoła dobremu graczowi wyposażonemu we względnie słaby laptop. Połączenie ludzkiego myślenia strategicznego i taktycznej precyzji komputera okazało się dominujące.

Największe zaskoczenie przyniósł finał imprezy. Zwycięzcą okazał się bowiem wcale nie arcymistrz grający z najnowszym komputerem, ale zespół amatorów z Ameryki, wspierający się jednocześnie trzema komputerami. Wykazali się oni zdolnością sprawnej manipulacji komputerami i „szkolenia” ich w zakresie dogłębnej analizy pozycji przeciwnika, dzięki czemu zatriumfowali nad rozległym doświadczeniem szachowym rywalizujących z nimi arcymistrzów oraz przeważającą mocą obliczeniową innych komputerów. Słaby gracz + maszyna + lepszy proces sprawdziły się lepiej niż sam tylko silny komputer, ale przede wszystkim lepiej niż połączenie mocny gracz + maszyna + gorszy proces[\[317\]](#).

Podstawowy wniosek z szachowego freestylu wydaje się taki, że człowiek i komputer nieco inaczej podchodzą do wykonywania tego samego zadania. Gdyby było inaczej, po triumfie Deep Blue nad Kasparowem człowiek nie zdołałby już wnieść żadnego wkładu do gry w szachy. Maszyna nauczyłaby się naśladować kompetencje człowieka-szachisty i zgodnie z prawem Moore’a pędziłaby tylko naprzód. Tymczasem ludzie nadal mają wiele do powiedzenia, jeśli chodzi o przebieg rozgrywki szachowej na najwyższym poziomie – jeśli tylko mają możliwość stanąć do wyścigu razem z maszyną, a nie przeciwko niej.

Jakie konkretnie wyjątkowe cechy człowieka nadal zachowują wartość? Kasparow pisze o ludzkim „myśleniu strategicznym” i przeciwstawia je „precyzji taktycznej” komputera. Rozróżnienie tych dwóch czynników często stanowi pewien problem, zwłaszcza jeśli próbuje się to zrobić przed faktem. Jak już wcześniej wspominaliśmy, technologia poczyniła zdecydowanie większe postępy w dziedzinie zadań rutynowych niż nierutynowych.

Rozróżnienie powyższe ma sens i duże znaczenie (dołożenie kolejnej kolumny cyfr ma charakter czysto rutynowy i obecnie podlega już pełnej automatyzacji), ale nawet w tym przypadku nie zawsze można łatwo dokonać rozróżnienia między tymi dwoma kategoriami zadań. Jeszcze pół wieku temu mało kto uznawał grę w szachy za zadanie o charakterze rutynowym, gra uchodziła raczej za najwyższy przejaw typowo ludzkich kompetencji. Były mistrz świata Anatolij Karpow tak pisał o autorytetach z czasów swojej młodości: „Ja żyłem w jednym świecie, a arcymistrzowie funkcjonowali w jakimś zupełnie innym. Tacy ludzie to nie byli tak naprawdę ludzie, przypominali raczej bogów albo mitycznych bohaterów”[\[318\]](#). Bohaterowie polegli jednak w starciu z komputerami wyspecjalizowanymi w wykonywaniu rutynowych zadań o charakterze obliczeniowym. Okazuje się jednak, że jeśli zamiast z nimi rywalizować, podejmą z nimi współpracę, mogą na nowo potwierdzić swoją wartość. Jak to możliwe?

## EUREKA! CZEGO NIE POTRAFIĄ KOMPUTERY

---

Wspominając mecz rozegrany z bułgarskim arcymistrzem Weselinem Topalowem, podczas którego obaj mogli swobodnie korzystać z komputerów, Kasparow zwrócił uwagę na jedną bardzo istotną kwestię. Jak napisał, wiedział, że „ponieważ obaj dysponujemy takim samym dostępem do tej samej bazy danych, źródłem przewagi jednego z nas okaże się zdolność do stworzenia w pewnym momencie jakiegoś nowego pomysłu”[\[319\]](#). Ta koncepcja „nowego pomysłu” przewija się za każdym razem, gdy szukamy przykładów zadań, z którymi komputery na razie sobie nie radzą.

Nie zetknęliśmy się dotąd z naprawdę kreatywną maszyną, ani też z maszyną przedsiębiorczą czy innowacyjną. Widzieliśmy program, który potrafił dobierać rymowane strofy po angielsku, nie spotkaliśmy się jednak z maszyną zdolną stworzyć prawdziwy wiersz („spontaniczny



przyływ potężnych uczuć, odtworzony w chwili uspokojenia”, jak by to ujął Wordsworth). Programy zdolne tworzyć poprawny tekst prozatorski to niewątpliwie wielkie osiągnięcie, żaden z nich nie wie jednak, o czym miałyby pisać przy następnej okazji. Nie mieliśmy też okazji podziwiać programu, który potrafiłby napisać dobry program. Wszystkie dotychczasowe próby stworzenia czegoś takiego kończyły się sromotnym niepowodzeniem.

Wszystkie wspomniane przez nas działania mają pewną cechę wspólną, którą można by określić hasłem *ideacja*. Chodzi tu mianowicie o tworzenie nowych pomysłów i koncepcji, a ściślej rzecz biorąc, *dobrych* nowych pomysłów i koncepcji – ponieważ komputer można bez trudu zaprogramować tak, aby generował kombinacje już istniejących elementów, na przykład słów. W takim przypadku trudno jednak mówić o sensownej innowacji rekombinacyjnej, mamy tu bowiem do czynienia raczej z cyfrowym odpowiednikiem znanego z hipotezy pokoju pełnego małp, które klepią na oślep w maszyny do pisania – i które nawet przez milion lat nie zdołałyby w ten sposób odtworzyć choćby jednej sztuki Shakespeare’a.

Ideacja w wielości swoich form do dziś pozostaje sferą, w której ludzie dysponują przewagą konkurencyjną nad maszynami. Naukowcy na każdym kroku wymyślają nowe hipotezy. Dziennikarze węszą nowe historie. Szefowie kuchni wzbogacają menu o nowe dania. Inżynierowie w fabrykach starają się wyjaśnić, dlaczego urządzenie przestało poprawnie działać. Steve Jobs wraz z kolegami z firmy Apple starał się wymyślić, jaki tablet tak naprawdę chcielibyśmy mieć. Komputery mogą tego typu procesy wspierać i przyspieszać, ale żadnym z nich nie potrafiłyby samodzielnie pokierować.

Pablo Picasso miał tylko w połowie rację, wypowiadając słowa zamieszczone na wstępie do tego rozdziału. Komputery nie są bezużyteczne, mimo że ciągle jeszcze potrafią tylko udzielać odpowiedzi – nie potrafią natomiast stawiać interesujących nowych pytań. Ta ostatnia umiejętność pozostaje cechą właściwą wyłącznie człowiekowi i cały czas ma dużą wartość. Naszym zdaniem ludzie zdolni tworzyć dobre pomysły będą jeszcze przez jakiś czas dysponować względną przewagą nad cyfrowym czynnikiem pracy. Na takich ludzi będzie zapotrzebowanie. Innymi słowy, naszym zdaniem zarówno teraz, jak i w najbliższej przyszłości pracodawcy poszukujący talentów będą kierować się radą przypisywaną oświeceniowemu filozofowi Wolterowi: „Ocenić ludzi należy po pytaniach, a nie po odpowiedziach” [\[320\]](#).

Ideacja, kreatywność i innowacyjność to cechy stanowiące wyznacznik tak zwanego myślenia nieszablonowego, które stanowi kolejne źródło istotnej i prawdopodobnie trwałej przewagi człowieka nad maszyną. Komputery i roboty kiepsko sobie radzą z tym wszystkim, co wykracza poza granice ich programu. Na przykład Watson świetnie gra w *Jeopardy!*, ale łatwo uległby przeciwnikowi w innych teleturniejach, choćby *Wheel of Fortune* (*Koło fortuny*) czy *The Price is Right* (*Dobra cena*). Nie poradziłby sobie w żadnym innym teleturnieju, chyba że jego twórcy załadowaliby mu inny program. Watson sam tego zrobić nie może.

Zamiast zajmować się innymi teleturniejami, pracujący nad Watsonem zespół z firmy IBM skupia się teraz na innych dziedzinach, choćby na medycynie. Również i w tym przypadku chodzi o ograniczony zakres zagadnień. Nie mamy najmniejszych wątpliwości co do tego, że Watson zostanie w pewnym momencie świetnym lekarzem. Na razie ludzie-diagności mają nad nim zdecydowaną przewagę, ale tak samo jak Watson pokonał w końcu Kena Jenningsa, Brada Ruttera i innych graczy z teleturnieju *Jeopardy!*, tak samo Doktor Watson wkrótce stanie się skuteczniejszy niż Doktor Welby, Doktor House czy jakikolwiek inny człowiek-lekarz.

Nawet jednak wtedy, gdy Doktor Watson zakończy szkolenie medyczne i będzie w stanie rozwikłać znaczną część zagadek medycznych, opierając się na zbiorze precyzyjnie określonych zasad i dostępnych przykładów, wkład człowieka w diagnostykę nadal pozostanie cenny – a to z uwagi na różnego rodzaju idiosynkrazje i szczególne przypadki, które się niewątpliwie pojawią. Bezobsługowy samochód zdolny poruszać się w normalnych warunkach autostradowych to zdecydowanie mniejsze wyzwanie niż pojazd, który zachowywałby się poprawnie w 100 procentach sytuacji drogowych. To samo dotyczy automatycznego systemu, który miałby obsługiwać nie tylko najbardziej typowe sytuacje, ale wszystkie możliwe przypadki chorób. Podobnie jak w przypadku szachów, również w medycynie duet złożony z Doktora Watsona i lekarza-człowieka będzie znacznie skuteczniejszy i zdolny do większej kreatywności niż którykolwiek z jego członków z osobna. Futurysta Kevin Kelly ujmuje to tak: „W przyszłości płaca będzie zależeć od tego, na ile dobrze ktoś będzie współpracować z robotami”[\[321\]](#).

## WYCZUĆ WŁASNE ŹRÓDŁO PRZEWAGI

---

Komputery zatem radzą sobie nadzwyczajnie dobrze z rozpoznawaniem prawidłowości w obrębie zadanych granic, poza nimi zaś już nie. To dobra wiadomość dla pracowników-ludzi, ponieważ ci z uwagi na wielość zmysłów poruszają się w zdecydowanie szerszej zdefiniowanej rzeczywistości. Komputery coraz lepiej „widzą” i „słyszą”, dysponują nawet coraz lepszym „dotykem”, w pewnych kwestiach nasze oczy, uszy i skóra – o nosie i języku nie wspominając – pozostają nie do pobicia. Na razie funkcjonujemy i jeszcze w najbliższej przyszłości będziemy funkcjonować w szerszych granicach niż maszyny cyfrowe, ponieważ posiadamy lepsze narządy zmysłów, ściśle powiązane z potężnym mózgiem zdolnym do rozpoznawania schematów.

Hiszpańska firma odzieżowa Zara korzysta z tej przewagi i podejmuje decyzje w sprawie wyboru wzorów na podstawie opinii człowieka, a nie maszyny. Większość sprzedawców odzieży prognozuje i planuje sprzedaż w znacznym stopniu na podstawie danych statystycznych na wiele miesięcy przed wprowadzeniem konkretnych produktów do sklepów. Zara postępuje inaczej. Firma wypracowała wyjątkowy model „fast fashion” – oferuje niedrogie i modne ubrania tworzone przede wszystkim z myślą o nastolatkach i młodych dorosłych. W tych grupach mody pojawiają się i znikają w błyskawicznym tempie, w związku z czym Zara tak organizuje pracę swoich fabryk i magazynów, aby odzież trafiała na rynek w bardzo krótkim czasie – zanim straci popularność. Odpowiedzi na zasadnicze pytanie: „Jakie ubrania powinniśmy produkować i oferować w sklepach?” firma oczekuje przede wszystkim od kierowników sklepów z całego świata. Mają oni za zadanie zamówić dokładnie to i tylko to, co sprzedaje się w danym punkcie w ciągu kilku najbliższych dni<sup>[322]</sup>.

Kierownicy rozstrzygają tę kwestię nie na podstawie algorytmów, lecz na podstawie obserwacji klientów odwiedzających sklepy. Starają się stwierdzić, co ludzie (w szczególności ci „cool”) aktualnie noszą. Dopytują, co im się podoba i czego szukają. Ogólnie podejmują wiele działań, w których ludzie sprawdzają się szczególnie dobrze. Kierownicy sklepów Zara często korzystają z mechanizmu wizualnego rozpoznawania prawidłowości, podejmują z klientami rozmowy na zaawansowanym poziomie i wykorzystują pozyskane w ten sposób informacje zarówno do formułowania zamówień odpowiadających

szerokiemu zbiorowi kompetencji, jak i w charakterze materiału do procesu ideacji – informują bowiem centralę firmy, jakiego rodzaju nowe ubrania zyskają sobie popularność w ich konkretnym sklepie. Zara nie planuje w najbliższym czasie rezygnować z tego „ludzkiego” systemu zamówień na rzecz automatycznego. Naszym zdaniem to bardzo mądra decyzja.

Ideacja, rozpoznawanie schematów w szerokim kontekście i najbardziej złożone formy komunikacji – to wszystko obszary poznawcze, w których ludzie wydają się nadal mieć przewagę nad maszynami. Ta przewaga powinna się jeszcze przez jakiś czas utrzymać. Niestety współczesny system edukacyjny nie kładzie nacisku na tego typu umiejętności. Edukacja na poziomie podstawowym często skupia się na pamięciowym przyswajaniu faktów, na nauce czytania, pisanie i wykonywania obliczeń [\[323\]](#).

## ABY ZMIENIĆ UMIEJĘTNOŚCI, NALEŻY ZMIENIĆ SZKOŁĘ

---

Sugata Mitra, badacz zajmujący się dziedziną edukacji, który wykazał, jak dużo mogą się samodzielnie nauczyć dzieci z ubogich rodzin w krajach rozwijających się, jeśli tylko dostarczy im się odpowiednią technologię, formułuje również dość prowokacyjną tezę na temat powodów, dla których kładzie się tak duży nacisk na naukę pamięciową. W swoim wystąpieniu na konferencji TED w 2013 roku, podczas której jego dokonania zostały uhonorowane nagrodą w wysokości miliona dolarów, Mitra w następujący sposób wyjaśnił, kiedy i w jaki sposób tego typu umiejętności zyskały na wartości.

Zacząłem się zastanawiać nad metodami nauczania stosowanymi w szkołach, nad tym, skąd się wzięły. (...) Otóż pochodzą one (...) z ostatniego i największego z imperiów tej planety [Imperium Brytyjskiego].

Udało im się dokonać czegoś nadzwyczajnego. Stworzyli globalny komputer złożony z ludzi. On nadal nam towarzyszy. Znamy go jako biurokratyczną maszynę administracyjną. Aby ta maszyna mogła działać, potrzeba bardzo dużo ludzi. Stworzono więc kolejną maszynę, która miała tych ludzi produkować, a mianowicie szkołę. Szkoły miały produkować ludzi, którzy potem staną się częścią

biurokratycznej maszyny administracyjnej. (...) Ci ludzie muszą umieć trzy rzeczy: muszą dobrze pisać, bo dane są zapisywane ręcznie; muszą dobrze czytać; muszą też być w stanie wykonywać w pamięci operacje mnożenia, dzielenia, dodawania i odejmowania. Muszą też być na tyle jednakowi, żeby ktoś przewieziony z Nowej Zelandii do Kanady mógł od razu normalnie funkcjonować[324].

To wyjaśnienie oczywiście nam się podoba, ponieważ przedstawia rzeczywistość w kategoriach komputerów i maszyn. Na bardziej podstawowym poziomie podoba nam się również dlatego, że przedstawia podstawowe kompetencje szkolne jako umiejętności niezbędne do uczestniczenia w najbardziej rozwiniętej gospodarce tamtych czasów. Mitra podkreśla, że system edukacyjny wiktoriańskiej Anglii funkcjonował zupełnie nieźle w tamtym okresie i tamtych warunkach. Czasy się jednak zmieniły. Mitra mówi dalej:

Ludzie epoki wiktoriańskiej byli świetnymi inżynierami. Stworzyli system na tyle solidny, że ciągle go jeszcze używamy, stale wytwarzając identycznych ludzi przystosowanych do pracy w maszynie, która już nie istnieje (...). [Dzisiaj] urzędnikami są komputery, których tysiące stoją w każdym biurze. Poza tym mamy ludzi, którzy kierują urzędniczą pracą tych komputerów. Ci ludzie nie muszą pięknie pisać odręcznie. Nie muszą być w stanie mnożyć liczb w pamięci. Nie muszą umieć czytać. Muszą natomiast umieć czytać ze zrozumieniem[325].

Dokonania Mitry dowodzą, że dzieci – nawet te biedne i niewykształcone – mogą się nauczyć czytać ze zrozumieniem. Dzieci uczestniczące w jego badaniach pracują w zespołach i wykorzystują dostępne technologie do prowadzenia szeroko zakrojonych poszukiwań istotnych informacji. Następnie omawiają zdobyte dane z innymi i ostatecznie formułują nowe (przynajmniej dla nich) pomysły, które często okazują się bardzo trafione. Innymi słowy, nabywają i wykorzystują umiejętności w zakresie ideacji, rozpoznawania schematów w szerokim kontekście oraz komunikacji na wysokim poziomie złożoności. W takim „samorzutnym środowisku edukacyjnym” (zwanym od angielskiej nazwy *self-organizing learning environments* – SOLE) dzieci zdobywają umiejętności, które zapewnią im przewagę nad cyfrowym czynnikiem pracy.

Pewnie nie powinno nas to aż tak bardzo dziwić. Koncepcja samorzutnego środowiska edukacyjnego istnieje już od pewnego czasu, w warunkach dla niego charakterystycznych ukształtowało się wielu ludzi, którzy świetnie sobie radzą we wspólnym biegu z maszynami. W początkowych latach XX wieku włoska lekarka i badaczka Maria Montessori opracowała system edukacji podstawowej, który do dziś nosi jej nazwisko. W szkołach Montessori kładzie się nacisk na samodzielnie ukierunkowaną naukę i bezpośredni kontakt z różnymi materiałami (w tym roślinami i zwierzętami), a rozkład dnia szkolnego ma wysoce niezorganizowany charakter. W ostatnim okresie z takich programów korzystali założyciele firmy Google (Larry Page i Sergey Brin), firmy Amazon (Jeff Bezos) oraz Wikipedii (Jimmy Wales).

Tego typu przykłady wpisują się w pewien ogólniejszy trend. Otóż badacze zajmujący się dziedziną zarządzania, Jeffrey Dyer oraz Hal Gregersen, przeprowadzili rozmowy z pięciuset prominentnymi innowatorami. Na tej podstawie stwierdzili, że grono to tworzy nieproporcjonalnie duża liczba absolwentów szkół Montessori, w których ludzie ci „uczyli się kierować ciekawością”. W swoim wpisie na blogu „Wall Street Journal” Peter Sims stwierdza: „Metoda edukacyjna Montessori wydaje się stanowić najpewniejszy sposób na dołączenie do kreatywnej elity, w której absolwenci takich szkół stanowią tak liczne grono, że można by wręcz podejrzewać istnienie mafii Montessori”. Andy nie wypowiada się co do samej koncepcji mafii, potwierdza natomiast skuteczność koncepcji SOLE. W początkowym okresie edukacji również brał udział w programie Montessori i absolutnie zgadza się z Larrym Pagem co do tego, że „element nauki [stanowiło] nieprzestrzeganie zasad i nakazów, rozbudzanie wewnętrznej motywacji, kwestionowanie tego, co się dzieje na świecie i robienie różnych rzeczy trochę inaczej niż wszyscy”[\[326\]](#).

Pracownikom umysłowym, którzy pragną zachować wartość dla gospodarki, zalecamy zatem nie ograniczać się wyłącznie do czytania, pisania i rachunków, za to skupić na doskonaleniu kompetencji w zakresie ideacji, rozpoznawania prawidłowości w szerokim kontekście oraz komunikacji na poziomie zaawansowanym. W miarę możliwości należy korzystać z potencjału samorzutnego środowiska edukacyjnego, które sprawdziło się jako „wylęgarnia” ludzi dysponujących takimi kompetencjami.

## BEZ DYPLOMU

---

Łatwo powiedzieć... Można odnieść wrażenie, że środowisko edukacyjne rzadko sprzyja tego typu nauce. Do najbardziej przekonujących źródeł, z których wynika, że studenci nie nabywają odpowiednich umiejętności, należą badania socjologów Richarda Aruma i Josipy Roksy. Zostały one podsumowane w książce *Academically Adrift: Limited Learning on College Campuses* oraz późniejszych opracowaniach[327]. Arum i Roksa wykorzystali w swoich badaniach test CLA (*Collegiate Learning Assessment*), nowo opracowany sprawdzian, który miał oceniać umiejętności studentów w zakresie krytycznego myślenia, komunikacji pisemnej, rozwiązywania problemów oraz rozumowania analitycznego. Sprawdzenie jest co prawda przeprowadzane za pomocą komputera, ale nie ma charakteru testu wielokrotnego wyboru – wymaga napisania eseju. Składa się między innymi z zadania, w ramach którego studenci muszą w ciągu dziewięćdziesięciu minut zapoznać się z materiałami źródłowymi i pozyskać z nich informacje niezbędne do napisania wypracowania, w którym zawrą swój pogląd bądź rekomendacje. Najogólniej rzecz ujmując, sprawdzian ten ma oceniać zdolność do ideacji, rozpoznawania prawidłowości i złożonej komunikacji.

Arum, Roksa i ich współpracownicy poddali analizie wyniki ponad dwóch tysięcy trzystu dziennych studentów czteroletniego programu realizowanego przez różne amerykańskie college i uniwersytety – i uzyskali bardzo niepokojące wyniki. Okazało się, że 45 procent studentów nie poprawiło wyniku po dwóch latach studiów, a 36 procentom nie udało się to nawet po pełnych czterech latach. Ogólnie przeciętny absolwent tylko nieznacznie poprawiał swoje wyniki z okresu rozpoczęcia studiów. Weźmy choćby studenta, który na pierwszym roku uzyskał wynik na poziomie 50. centyla. Gdyby po czterech latach studiów ponownie udał się na egzamin wraz z nowym narybkiem uczelni, to jego wynik uplasowałby się zaledwie na poziomie 68. centyla. Test CLA powstał niedawno, trudno więc stwierdzić, czy w przeszłości studenci poprawiali wyniki w bardziej znacznym stopniu, niemniej badania przeprowadzone z wykorzystaniem innej metodologii wskazują, że tak by właśnie było – i że zaledwie kilka dziesięcioleci wcześniej przeciętny student college'u nabywał w ciągu tych czterech lat zdecydowanie więcej umiejętności.

Jak można tłumaczyć te rozczarowujące rezultaty? Arum, Roksa i ich

współpracownicy argumentują, że współczesny student college'u poświęca na naukę zaledwie 9 procent swojego czasu (na „życie towarzyskie, rekreację i inne formy aktywności” przypada 51 procent), czyli znacznie mniej niż w poprzednich dekadach. Poza tym tylko 42 procent studentów deklaruje, że w poprzednim semestrze uczestniczyło w zajęciach, na potrzeby których musieli przeczytać co najmniej czterdzieści stron tygodniowo i napisać w sumie co najmniej dwadzieścia stron tekstu. Autorzy badań stwierdzają: „Obraz edukacji wyższej, jaki wyłania się [z tego badania], przedstawia instytucję skupioną przede wszystkim na doświadczeniach towarzyskich, w mniejszym stopniu akademickich. Studenci bardzo niewiele czasu poświęcają na naukę, a profesorowie rzadko formułują wobec nich wysokie wymagania w zakresie lektury czy redagowania tekstu”.

Badacze doszli jednocześnie do wniosku, że na każdej z badanych uczelni udawało się znaleźć studentów, którzy w znaczącym stopniu poprawiali wyniki testu CLA. Ogólnie do tej kategorii zaliczały się osoby, które więcej czasu poświęcały na naukę (w szczególności samodzielną), brały udział w zajęciach wymagających pogłębionej lektury i formułowania tekstu pisanego, a poza tym ogólnie wybierały trudniejsze przedmioty. Podobne wnioski sformułowali badacze dziedziny edukacji Ernest Pascarella i Patrick Terenzini, którzy podsumowali swoją ponaddwudziestoletnią pracę w książce *How College Affects Students*. Napisali w niej, że „wpływ college'u w dużej mierze zależy od indywidualnego wysiłku oraz wykorzystania akademickiej, interpersonalnej i nadprogramowej oferty dostępnej w obrębie kampusu”[\[328\]](#).

Wnioski te stanowią zasadniczy fundament naszej rekomendacji dla studentów i ich rodziców: uczcie się pilnie, wykorzystując przy tym technologię oraz wszelkie inne dostępne źródła – chodzi bowiem o to, aby „wypełnić przybornik” i nabyć umiejętności oraz kompetencje niezbędne w okresie drugiej epoki technologicznej.

## NARZĘDZIA, KTÓRE POMAGAJĄ SIĘ WYRÓŻNIĆ

---

Świetna edukacja to najlepszy sposób na to, aby nie zostać w tyle za pędzącą naprzód technologią. Pewnym niepokojem może napawać fakt, że dziś tak wielu studentów trwoni przynajmniej część szans edukacyjnych. Dobra wiadomość jest natomiast taka, że dzięki



technologii mamy w tym zakresie zdecydowanie większe możliwości niż kiedykolwiek wcześniej.

Zmotywowani studenci i współczesne technologie to niesamowite połączenie. Najlepsze materiały edukacyjne są dziś dostępne w internecie, ich użytkownicy mogą więc tworzyć samorzutne środowiska edukacyjne i zdobywać wiedzę w indywidualnym tempie. Mogą poświęcić poszczególnym materiałom tyle czasu, ile potrzebują, mogą również wykonywać testy, które pozwolą im ocenić stopień opanowania danego zagadnienia. Do najlepiej znanych zbiorów tego typu materiałów należy Khan Academy, założona przez ówczesnego zarządzającego funduszami hedgingowymi Salmana Khana. Projekt pierwotnie miał postać zbioru internetowych rysunków i filmowych wykładów zamieszczonych w serwisie YouTube. Ich autor chciał w ten sposób podzielić się z młodymi krewnymi swoją wiedzą matematyczną. W związku z ogromną popularnością tych materiałów w 2009 roku Khan zdecydował się zrezygnować z dotychczasowej pracy i skupić na tworzeniu internetowych materiałów edukacyjnych, dostępnych powszechnie i za darmo. W maju 2013 roku Khan Academy stanowiła zbiór ponad 4100 filmów, w większości zaledwie kilkuminutowych. Materiały te dotyczyły przeróżnych zagadnień, od arytmetyki, przez rachunek różniczkowy i całkowy, aż po fizykę czy nawet historię sztuki. Materiały te zyskały sobie ponad 250 milionów odsłon, a studenci akademii podjęli próbę rozwiązania ponad miliarda automatycznie wygenerowanych problemów[329].

Khan Academy powstała z myślą o uczniach szkoły podstawowej, ale podobne narzędzia i techniki można również zastosować na poziomie edukacji wyższej. W tej sferze funkcjonują masowe otwarte kursy internetowe (MOOC). Autorem jednego z najbardziej interesujących eksperymentów w tej dziedzinie był Sebastian Thrun, jeden z wiodących badaczy sztucznej inteligencji (i jeden z głównych mózgow stojących za bezobsługowym samochodem Google). W 2011 roku wysłał on jeden e-mail, w którym ogłosił, że zamierza udostępnić swój podyplomowy kurs w zakresie sztucznej inteligencji nie tylko studentom Stanforda, ale wszystkim zainteresowanym – w formule MOOC, za darmo i przez internet. Na zajęcia zapisało się ponad 160 tysięcy studentów. Dziesiątki tysięcy spośród nich wykonało wszystkie ćwiczenia, przystąpiło do egzaminów i spełniło pozostałe wymogi ukończenia kursu. Niektórzy z nich poradzili sobie zupełnie nieźle. Warto nadmienić, że najlepszy ze studentów Stanforda uplasował się dopiero na 411. miejscu spośród

wszystkich uczestników kursu internetowego. Thrun podsumował to tak: „Właśnie znaleźliśmy na świecie czterystu ludzi, którzy poradzili sobie lepiej niż najlepszy student ze Stanforda”[\[330\]](#).

W rozdziale 9 wspominaliśmy o powiększającej się luce między dochodami absolwentów studiów i ludzi bez wykształcenia. David Autor, nasz kolega z MIT, pisze w ramach podsumowania badań: „Duże korzyści związane z edukacją coraz częściej wiąże się z ukończeniem czteroletnich studiów i kształceniem podyplomowym. (...) Pracownicy z wykształceniem poniżej wyższego coraz bardziej zbliżają się do siebie w rozkładzie dochodów, natomiast grupy najlepiej wykształcone wyraźnie się od nich oddalają”[\[331\]](#). Poza tym zjawisko bezrobocia rzadziej dotyczy absolwentów college’u niż ludzi gorzej wykształconych. Dziennikarka ekonomiczna Catherine Rampell zwraca uwagę, że absolwenci college’u to jedyna grupa, w której zatrudnienie rosło, odkąd w 2007 roku rozpoczął się kryzys finansowy. W październiku 2011 roku stopa bezrobocia wśród posiadaczy dyplomu wyższych studiów wynosiła 5,8 procent, czyli zaledwie połowę tego, co wśród ludzi z tytułem licencjata lub podobnym (10,6 procent) oraz jedną trzecią stopy charakterystycznej dla tych pracowników, którzy zakończyli edukację na szkole średniej (16,2 procent)[\[332\]](#).

Ta premia z tytułu studiów wyższych pojawia się między innymi dlatego, że surowe dane istotnie tanieją, a wraz ze spadkiem ich cen największym wyzwaniem staje się ich prawidłowa interpretacja i zastosowanie. Zdaje się to uzasadniać słuszność rady, którą często powtarza główny ekonomista firmy Google Hal Varian. Zaleca on dążenie do roli niezbędnego uzupełnienia czegoś, co jest dostępne w dużych ilościach i tanim kosztem. Taką rolę pełnią między innymi specjaliści od obróbki danych, twórcy aplikacji na telefony komórkowe, a także doradcy genetyczni – popyt na ich usługi wzrósł, ponieważ coraz więcej osób decyduje się przeprowadzić sekwencjonowanie swojego genomu. Bill Gates powiedział, że postanowił zająć się tworzeniem programów komputerowych, ponieważ komputery, a zwłaszcza mikrokomputery stawały się coraz tańsze i coraz powszechniejsze. Jeff Bezos systematycznie analizował wąskie gardła i szanse związane z rozwojem niskokosztowego handlu internetowego, w szczególności zaś te związane z indeksowaniem dużej liczby produktów. To go doprowadziło do stworzenia Amazona. Dzisiaj kompetencje poznawcze absolwentów studiów (nie tylko te związane z naukami przyrodniczymi, technologią, inżynierią i matematyką, ale również te charakterystyczne

dla nauk humanistycznych i społecznych czy dziedzin artystycznych) często stanowią dopełnienie tanich danych i tanich mocy obliczeniowych. To właśnie z uwagi na te umiejętności absolwenci mogą liczyć na wyższe wynagrodzenie.

Kwestia względnie wyższego wynagrodzenia ma jednak również drugie, mniej optymistyczne oblicze. Otóż coraz większa liczba pracodawców oczekuje wyższego wykształcenia od kandydatów do każdej pracy, nawet tej najbardziej podstawowej. Rampell pisze: „Dyplom college’u zajmuje miejsce wcześniej przynależne świadectwu ukończenia szkoły średniej jako przepustki do pracy na najniższym stanowisku – tyle że kosztuje on więcej. (...) W różnych branżach i w różnych regionach geograficznych coraz częściej wymaga się studiów od kandydatów na stanowiska, na których kiedyś dyplom nie był potrzeby – chodzi o zawody takie jak higienista dentystyczny, agent logistyczny, urzędnik czy likwidator szkód”[\[333\]](#). Zjawisko „inflacji dyplomu” niepokoi o tyle, że kształcenie na poziomie wyższym wymaga większych nakładów finansowych i skazuje wiele osób na zadłużenie. Do końca 2011 roku wartość kredytów studenckich zaciągniętych w Stanach Zjednoczonych osiągnęła poziom przekraczający łączne niespłacone zadłużenie z tytułu pożyczek na zakup samochodu czy korzystania z kart kredytowych[\[334\]](#). Mamy nadzieję, że dzięki masowym otwartym kursom internetowym oraz innym innowacjom edukacyjnym w pewnym momencie powstanie niskokosztowa alternatywa dla tradycyjnego kształcenia uniwersyteckiego, którą pracodawcy będą traktować poważnie. Dopóki to się jednak nie stanie, dyplom ukończenia studiów pozostanie ważnym krokiem na drodze do kariery w większości zawodów.

W przyszłości należy spodziewać się wzrostu liczby zawodów, w których praca nie będzie się sprowadzać wyłącznie do przetwarzania informacji – i nie będzie wykonywana wyłącznie za biurkiem. Coraz częściej pracownik będzie musiał poruszać się w fizycznym świecie i wchodzić z nim w interakcje. Ma to związek z faktem, że komputery względnie słabo radzą sobie z tego typu zadaniami, coraz skuteczniej zastępują natomiast człowieka w wykonywaniu zadań o charakterze poznawczym.

Wynalazki takie jak bezobsługowe samochody, drony, robot Baxter czy udoskonalone urządzenia na bazie Kinecta zdolne tworzyć mapę pomieszczenia – wszystkie one dowodzą, że udało nam się poczynić znaczne postępy w dziedzinie automatyzacji kompetencji niezbędnych

do poruszania się w fizycznym świecie. Z drugiej strony przykład robota, który składa ręczniki, pokazuje, że do całkowitego podważenia sensu paradoksu Moraveca jeszcze nam daleko. Zespół badaczy z Berkeley stworzył humanoidalnego robota wyposażonego w cztery kamery stereo. Wgrano mu program, który umożliwiał „widzenie” ręczników, zarówno ułożonych pojedynczo, jak i w stosach. Algorytmy działały. Robot potrafił chwycić i złożyć ręcznik, chociaż czasami uzyskanie poprawnego chwytu wymagało kilku prób. Trzeba jednak zaznaczyć, że złożenie jednego ręcznika zajmowało mu przeciętnie 1478 sekund, czyli ponad 24 minuty. Większość tego czasu robot poświęcał na obserwację sytuacji, aby stwierdzić, gdzie ręcznik się znajduje i jak go chwycić[335].

Tego typu wyniki wskazują, że w najbliższym czasie kucharze, ogrodnicy, fachowcy od napraw, stolarze, dentyści i opiekunowie osób chorych raczej nie muszą się obawiać konkurencji ze strony maszyn. Wszystkie te zawody wymagają dużego zaawansowania sensomotorycznego, wiele z nich opiera się również na kompetencjach w zakresie ideacji, rozpoznawania schematów w szerokim kontekście oraz komunikacji na zaawansowanym poziomie. Nie we wszystkich dużo się zarabia, ale wykonujący je ludzie przynajmniej nie muszą brać udziału w zaciekłym wyścigu z maszynami.

Muszą natomiast liczyć się z możliwym wzrostem konkurencji ze strony ludzi. W miarę bowiem narastającej polaryzacji na rynku pracy i zmniejszania się klasy średniej, ludzie wykonujący dotychczas zawody charakteryzujące się średnim poziomem kompetencji zaczną zabiegać o pracę na stanowiskach gorzej płatnych i mniej wymagających. Na przykład specjaliści od rozliczeń za usługi medyczne mogą się zacząć rozglądać za pracą opiekuna osoby chorej czy starszej. To zwiększy presję na spadek wynagrodzeń w tych branżach i utrudni znalezienie tego rodzaju pracy. Choć więc zawód opiekuna osoby starszej pozostanie odporny na automatyzację, wykonujący go ludzie i tak mogą ponieść pewne konsekwencje procesu cyfryzacji.

## ROZMYTA PRZYSZŁOŚĆ

---

Chcielibyśmy podkreślić, że tych naszych przewidywań i zaleceń bynajmniej nie należy rozpatrywać w kategoriach prawdy absolutnej. Nie twierdzimy, że komputery i roboty zyskają w najbliższym czasie

ogólne umiejętności w zakresie ideacji, rozpoznawania prawidłowości w szerokim kontekście czy komunikacji na zaawansowanym poziomie. Nie próbujemy nikogo przekonywać, że paradoks Moraveca całkowicie straci w najbliższym czasie rację bytu. Doświadczenie uczy nas jednak, że w odniesieniu do procesu cyfrowego obowiązuje zasada: *nigdy nie mów nigdy*. Podobnie jak wielu innych obserwatorów co rusz ze zdumieniem odkrywamy coraz to nowe możliwości technologii cyfrowych, rodem z science fiction.

Granica między wyjątkową ludzką kreatywnością a kompetencjami maszyn cały czas się przesuwają. Wróćmy na chwilę do gry w szachy. Jeszcze w 1956 roku trzynastoletnie złote dziecko, Bobby Fischer, przeprowadził dwa niesamowicie kreatywne zagrania w starciu z arcymistrzem Donaldem Byrne. Najpierw poświęcił skoczka, pozornie bez żadnego sensu, potem zaś naraził hetmana. Z pozoru wydawało się, że to zupełnie szalone posunięcia, kilka ruchów później Fischer wygrał dzięki nim partię. W tamtym czasie to kreatywne zagranie zostało uznane za przejaw geniuszu. Gdyby jednak dzisiaj wprowadzić dane tamtej pozycji do przeciętnego programu szachowego, ten natychmiast zaproponuje zagranie przeprowadzone wówczas przez Fischera – bynajmniej nie dlatego, że w jego pamięci zapisano przebieg tamtej partii Fischer-Byrne, lecz dlatego, że przewiduje on przebieg partii na wiele ruchów do przodu i na tej podstawie potrafi rozpoznać opłacalne zagranie. Czasami okazuje się więc, że to samo co człowiek dzięki kreatywności, maszyna może osiągnąć dzięki potężnej mocy obliczeniowej[336].

Nie mamy najmniejszych wątpliwości, że czeka nas jeszcze wiele niespodzianek. Od dawna obserwujemy rozwój wiodących technologii i nieraz już mieliśmy okazję patrzeć, jak bastion ludzkiej wyjątkowości upada pod naporem niepowstrzymanego naporu innowacji. W związku z powyższym coraz trudniej nas przekonać, że jakiegokolwiek zadanie pozostanie na zawsze odporne na automatyzację. To zaś oznacza, że ludzie muszą się wykazywać coraz większymi zdolnościami przystosowawczymi i coraz większą elastycznością w swoich ambicjach zawodowych. Muszą być skłonni porzucać dziedziny, w których doszło do automatyzacji. Muszą szukać coraz to nowych sposobów na dopełnienie kompetencji maszyn i rozwój typowo ludzkich kompetencji. Niewykluczone, że w przyszłości pojawi się program zdolny poddać analizie środowisko biznesowe, rozpoznać w nim szanse i opracować biznesplan na tyle dobry, że inwestor zgodzi się

wyasygnować pieniądze na jego realizację. Być może pojawi się komputer zdolny napisać rozsądny i wnikliwy raport dotyczący zadanego, złożonego zagadnienia. Nikt nie może twierdzić, że nigdy nie powstanie medyczny automat diagnostyczny posiadający dostęp do obszernej wiedzy i dysponujący świadomością typową dla lekarza-człowieka. Potrafimy sobie też wyobrazić komputer, który wchodzi po schodach do mieszkania starszej kobiety, mierzy jej ciśnienie, pobiera krew i pyta, czy zażyła już leki – i który nie tylko jej nie przestraszy, ale wręcz podniesie ją na duchu. Nie wydaje nam się, aby tego typu wynalazki miały powstać w najbliższym czasie, ale nasze dotychczasowe doświadczenia uczą, że potęgi cyfrowych, wykładniczych, kombinacyjnych innowacji nie można nie doceniać. Nigdy więc nie należy mówić: „nigdy”.

ROZDZIAŁ 13.

# **ZALECENIA DOTYCZĄCE POLITYKI**

*Polityka to tymczasowa wiara, która podlega zmianom,  
dopóki jednak obowiązuje, należy jej przestrzegać  
z apostołskim wręcz zapalem.*

– Mahatma Gandhi

CO POWINNIŚMY ROBIĆ, aby jednocześnie podbudowywać obfitość drugiej epoki technologicznej i przyczyniać się do ograniczenia rozwarstwienia, a przynajmniej ograniczać jego szkodliwe skutki? W jaki sposób możemy najlepiej wspomagać rozwój technologii i dbać o to, aby jak najmniej ludzi pozostawało z tego powodu w tyle?

Mogłoby się wydawać, że z uwagi na dynamiczny rozwój technologii, które jeszcze do niedawna zaliczały się do sfery science fiction, konieczne będzie podjęcie radykalnych kroków. Niczego takiego nie trzeba jednak robić, a w każdym razie nie od razu. Wielu prostych zaleceń dotyczących wzrostu i pomyślności szukać można w podstawowych podręcznikach do ekonomii. Stanowią one zupełnie właściwy punkt wyjścia i to się jeszcze przez jakiś czas nie zmieni. Podczas rozmów z politykami, technologami i przedstawicielami biznesu z zaskoczeniem stwierdzaliśmy, że logika stojąca za tymi zaleceniami wcale nie jest dla nich oczywista. Dlatego też zdecydowaliśmy się na napisanie tego rozdziału.

## KILKA KWESTII, CO DO KTÓRYCH EKONOMIŚCI SIĘ ZGADZAJĄ

---

Standardowy podręcznik do podstaw ekonomii nadal zachowuje aktualność, a to dlatego, że pomimo dokonujących się zmian cyfrowy czynnik pracy nie ma na razie szans stać się zamiennikiem dla człowieka. Roboty i komputery, pomimo swojej mocy i licznych zastosowań, na razie chyba nie odbiorą nam zatrudnienia tak zupełnie. Bezobsługowy samochód Google ciągle jeszcze nie radzi sobie na każdej drodze i w każdych warunkach, nie potrafi też stwierdzić, że na ulicy pojawił się policjant, który będzie odtąd ręcznie kierować ruchem. (Co bynajmniej nie oznacza, że samochód jechałby dalej przed siebie i takiego kierującego ruchem potrącił – po prostu by się zatrzymał i poczekał, aż sytuacja wróci do normy). Potężne technologie, dzięki którym powstał Watson, znajdują powoli zastosowanie w wielu różnych dziedzinach, takich jak choćby ochrona zdrowia, finanse czy obsługa klienta, ale na razie komputer ciągle jeszcze zasługuje jedynie na miano wybitnego gracza w *Jeopardy!*

Najogólniej rzecz ujmując, firmy nadal potrzebują pracowników-ludzi, aby zaspokoić oczekiwania swoich klientów i odnieść sukces w gospodarce (perspektywami długoterminowymi w tym zakresie



zajmiemy się w kolejnym rozdziale). Owszem, rozwiązania drugiej epoki technologicznej szybko przekraczają progi laboratoriów i pojawiają się w głównym nurcie biznesu. Chociaż dzieje się to w dużym tempie, pracodawcy ciągle jeszcze zatrudniają kasjerów i specjalistów ds. obsługi klienta. Ludzie wykonujący zawody prawnika, policjanta, opiekuna osób chorych, zajmują stanowiska kierownicze i różne inne. Nie musimy się obawiać, że za chwilę nasze miejsca pracy znikną zalane falą komputeryzacji. W marcu 2013 roku w Stanach Zjednoczonych pracowały 142 miliony ludzi. W przypadku każdego z nich pracodawca podjął decyzję, że woli zatrudnić człowieka niż zastosować maszynę (lub zastosować oba te środki równolegle), mimo że rozwiązania komputerowe dla biznesu istnieją i są ulepszone od pięćdziesięciu lat, od trzydziestu lat dysponujemy komputerami osobistymi, a od dwudziestu możemy surfować po sieci<sup>[337]</sup>. Chociaż należy się spodziewać, że w przyszłości pracodawcy będą częściej stawiać na rozwiązania cyfrowe, nie stanie się to natychmiast i nie będzie dotyczyć wszystkich przypadków.

Na razie najlepszym sposobem na podjęcie wyzwań stojących przed siłą roboczą wydaje się rozwijanie gospodarki. Firma, która dostrzeże szansę rozwoju, w większości przypadków zatrudni ludzi, żeby ją wykorzystać. Przyrost miejsc pracy będzie się zwiększać, a wraz z nimi poprawiać się będą perspektywy pracowników.

Gdyby tylko o ten wzrost było tak łatwo... Toczy się właśnie zaciekle dyskusja dotycząca najlepszych rozwiązań wspierających przyspieszenie gospodarcze. Na pierwszy plan wysuwa się wieloletni, głęboki spór co do roli państwa w tym obszarze. Ekonomisci, politycy i biznesmeni podnoszą kwestię polityki monetarnej (Czy System Rezerwy Federalnej powinien zwiększać podaż pieniądza? Jakie odsetki powinny pobierać banki?) i fiskalnej (Jak rząd powinien wydawać pozyskane środki? Jak bardzo powinien się zadłużać? Jaki poziom i skład obciążeń z tytułu podatków dochodowego, obrotowego, od przedsiębiorstw i innych należy uznać za optymalny? Ile powinna wynosić najwyższa stawka podatkowa?).

Spór wokół tych kwestii wydaje się tak głęboki, że trudno sobie wyobrazić jakąkolwiek płaszczyznę porozumienia w tym zakresie. Ona tymczasem istnieje i jest całkiem spora. Bez względu na to, z jakich podstawowych podręczników czerpie się wiedzę – czy z *Principles of Economics* autorstwa Grega Mankiwa z Harvardu (konserwatywnego ekonomisty, który doradzał George'owi Bushowi i Mittowi Romneyowi),

czy też z *Economics: An Introductory Analysis*, napisanego przez Paula Samuelsona z MIT (liberała, z którego rad korzystali John Kennedy i Lyndon B. Johnson) – pewne rzeczy wydają się niezmiennie i oczywiste[338]. Dobre podręczniki do podstaw ekonomii, podobnie zresztą jak dobrzy ekonomiści, prezentują znacznie bardziej zbieżne opinie na temat roli rządu w promowaniu rozwoju gospodarczego, niż można by sądzić na podstawie jadowitej dyskusji toczącej się w mediach. My również zgadzamy się z wnioskami zawartymi w tych podręcznikach, uznając je za podstawowe źródło wiedzy na temat stosownych reakcji na szybki postęp maszyn.

Podręczniki te zalecają wdrożenie przez rząd pewnych odpowiednich polityk i rozwiązań w kilku kluczowych obszarach. Bynajmniej nie chodzi wyłącznie o zjawiska związane bezpośrednio z narzędziami cyfrowymi drugiej epoki technologicznej. Wynika to z faktu, że znaczna część działań, które powinniśmy podejmować w okresie pojawiania się genialnych technologii, wcale nie dotyczy samych tych technologii. Chodzi o raczej o to, aby promować wzrost gospodarczy i rozwój nowych szans w sensie bardziej ogólnym. Poniżej przedstawiamy podstawowe zalecenia ekonomiczne w tym zakresie.

## 1. DOBRZE UCZYĆ DZIECI

---

W pierwszej połowie XX wieku Stany Zjednoczone niewątpliwie zasługiwały na miano lidera w dziedzinie edukacji na poziomie podstawowym. Władze zdawały sobie sprawę, że nierówności to kwestia „wyścigu między edukacją a technologią” – żeby przywołać słowa Jana Tinbergena, laureata pierwszej Nagrody Nobla w dziedzinie ekonomii, wykorzystane potem przez ekonomistów Claudię Goldin i Lawrence’a Katza jako tytuł bardzo wpływowej książki wydanej w 2010 roku[339]. Nierówności nasilają się, gdy technologia rozwija na tyle szybko, że edukacja za nią nie nadąża. Na początku ubiegłego wieku władze Stanów Zjednoczonych zdawały sobie z tego sprawę i w związku z tym czyniły istotne nakłady na edukację na poziomie podstawowym. Goldin wspomina między innymi, że w 1955 roku niemal 80 procent amerykańskich dzieci w wieku od piętnastu do dziewiętnastu lat pobierała naukę w szkole średniej (to wskaźnik ponaddwukrotnie wyższy niż odnotował którykolwiek z krajów europejskich w tamtym okresie).

W ciągu ostatniego pół wieku ta silna przewaga Stanów Zjednoczonych w dziedzinie edukacji podstawowej została zniwelowana i dziś na tle państw zamożnych USA wypadają raczej przeciętnie, a w niektórych ważnych dziedzinach nawet kiepsko. Najnowsze badanie przeprowadzone w 2009 roku w ramach inicjatywy Program for International Student Assessment (PISA) realizowanej pod egidą Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) wykazały, że amerykańskie piętnastolatki plasują się na czternastym miejscu pośród trzydziestu czterech krajów, jeśli chodzi o umiejętności w zakresie czytania, w dziedzinie nauk ścisłych Amerykanie zajęli siedemnaste miejsce, a w dziedzinie matematyki – dwudzieste piąte[340]. Badacz zajmujący się tematyką pedagogiki podsumowuje to tak: „W dziedzinie matematyki przeciętny uczeń w wieku piętnastu lat był co najmniej pełny rok za przeciętnym uczniem z sześciu innych krajów, w tym Kanady, Japonii czy Holandii. Studenci z sześciu innych krajów, takich jak Australia, Belgia, Estonia i Niemcy, wyprzedzali kolegów z USA o ponad pół roku”[341].

Domknięcie tej luki powinno przynieść istotne korzyści ekonomiczne. Ekonomiści Erik Hanushek i Ludger Woessmann poddali analizie dane z czterdziestu lat i pięćdziesięciu krajów, odkrywając na tej podstawie silną zależność między poprawą wyników testów a szybszym rozwojem gospodarczym. Wynikałoby z tego, że gdyby Stany Zjednoczone zdołały przesunąć swoich studentów w górę rankingu, kraj mógłby liczyć na istotne przyspieszenie wzrostu gospodarczego, tym bardziej że wytwarzane na jego rynku produkty i usługi w dużej mierze opierają się na wykorzystaniu wykwalifikowanej siły roboczej. Poza tym nie przypadkiem najniższe wskaźniki bezrobocia notuje się w tych regionach kraju, które zamieszkują najlepiej wykształceni ludzie (Austin w stanie Teksas, Boston, Minneapolis, San Francisco).

Masową edukację uważa się za najdonioślejszy pomysł, jaki narodził się w Stanach Zjednoczonych. Pomysł ten nadal zachowuje swoją atrakcyjność i odnosi się nie tylko do kształcenia podstawowego i nie tylko do uniwersytetów, ale również do okresu przedszkolnego, szkoleń zawodowych oraz procesu kształcenia ustawicznego.

Co zatem możemy zrobić, żeby uzyskiwać w tej dziedzinie lepsze rezultaty?

## ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII

Możemy zmienić sposób prowadzenia działalności edukacyjnej

i zaangażować do pracy technologie cyfrowe, które powstały w ciągu ostatniej dekady czy dwóch. Dobra wiadomość jest taka, że w porównaniu z innymi branżami, takimi jak choćby media, handel detaliczny, finanse czy produkcja, edukacja ma spore zaległości, jeśli chodzi o wykorzystanie nowinek technologicznych. Wiadomość jest dobra, ponieważ to oznacza, że już samo nadrobienie tych zaległości powinno przynieść ogromne korzyści. W najbliższej dekadzie innowatorzy mogą więc w istotnym stopniu odmienić tę dziedzinę.

Szczególnym optymizmem napawają eksperymenty prowadzone z masowymi otwartymi kursami internetowymi MOOC. Wspominaliśmy o nich już w poprzednim rozdziale, formułując rekomendacje dla osób indywidualnych. Chodzi tu o darmową formę kształcenia, z której może skorzystać każdy. Tym razem chcielibyśmy zwrócić uwagę na dwie bardzo istotne korzyści gospodarcze związane z taką formułą.

Pierwsza i najbardziej oczywista jest taka, że MOOC umożliwia niskokosztowe powielanie najlepszych nauczycieli, treści i metod. Tak samo jak wszyscy możemy słuchać najlepszych piosenkarzy popowych czy wiolonczelistów, tak samo studenci zyskają wkrótce dostęp do najbardziej fascynujących demonstracji geologicznych, najbardziej wnikliwych analiz sztuki renesansowej i najskuteczniejszych ćwiczeń w zakresie technik statystycznych. W wielu przypadkach możemy spodziewać się odwrócenia roli sali lekcyjnej. Chodzi o to, że uczniowie czy studenci mogliby zapoznawać się z materiałem wykładowym w domu, a zadaniami tradycyjnie „domowymi” (takimi jak ćwiczenia, rozwiązywanie problemów czy pisanie wypracowań) zajmować się w szkole, korzystając przy tym z pomocy kolegów, nauczycieli czy trenerów.

Po drugie, cyfryzacja edukacji przynosi również inną, bardziej subtelną korzyść o znacznie większym znaczeniu. Cyfrowa edukacja przyczynia się do powstawania ogromnych zbiorów danych, które mogą stać się źródłem informacji zarówno dla nauczycieli, jak i studentów. Pedagodzy zyskają więc możliwość prowadzenia kontrolowanych eksperymentów na temat metod edukacyjnych i stworzenia kultury ciągłego doskonalenia się. Na przykład w związku z jednym z kursów prowadzonych w ramach MITx (czyli internetowej inicjatywy edukacyjnej MIT), odnotowano wszystkie 230 milionów przypadków kliknięcia w materiały dydaktyczne i poddano analizie ponad 100 tysięcy komentarzy zamieszczonych na forach dyskusyjnych

powiązanych z tymi zajęciami[342]. Jak twierdzi szef projektu MITx, Anant Agarwal, sam z zaskoczeniem stwierdził na tej podstawie, że połowa jego studentów rozpoczyna prace nad zadaniami domowymi jeszcze przed obejrzeniem filmów z wykładami. Studenci odczuwali większą motywację do zgłębienia istoty wykładu wtedy, gdy znali już konkretne wyzwania, z którymi przyjdzie im się zmierzyć.

Ciągle jeszcze nie odczuliśmy zasadniczego oddziaływania tej nowej inicjatywy edukacyjnej. Przyniesie nam ona poszerzenie dostępu do najlepszych nauczycieli, opracowanie metod poprawy ogólnego poziomu kształcenia oraz opracowanie (również w kategoriach liczbowych) metod wspomagających postęp studentów. Przez tysiąclecia metody nauczania pozostawały względnie niezmiennie: samotny wykładowca stawał przed swoimi słuchaczami i za pomocą kredy przedstawiał na tablicy swoje pomysły. Nasze pokolenie ma możliwość wykorzystania rozwiązań cyfrowych i analitycznych w celu znacznego usprawnienia tego procesu. Nasz przyjaciel, profesor Venkat Venkatraman, badacz technologii, ujął to tak: „Potrzebujemy cyfrowych modeli nauki i nauczania. Sama tylko nakładka na stare rozwiązania nauki i nauczania nie wystarczy”[343]. Nie sposób dokładnie przewidzieć, jakie metody zostaną wynalezione i które z nich się przyjmą, nie ulega natomiast wątpliwości, że otwiera się przed nami droga do niesamowitego postępu. Stoimy przed takim ogromem nowych technologii i technik, że z pewnością znajdą się wśród nich takie, które w istotnym stopniu udoskonalą nasze obecne metody nauki i nauczania. Prawdopodobnie wcale nie będzie ich mało.

#### NOWA UMOWA: WYŻSZE WYNAGRODZENIA DLA NAUCZYCIELI I WIĘKSZY ZAKRES ODPOWIEDZIALNOŚCI

Gdybyśmy mieli wskazać jeden wspólny wniosek płynący z badań nad edukacją, brzmiałby on: nauczyciel odgrywa istotną rolę. Należałoby wręcz stwierdzić, że dobry nauczyciel odgrywa w procesie kształcenia ogromną rolę. Ekonomiści Raj Chetty, John Friedman i Jonah Rockoff przeprowadzili badania na podstawie danych dotyczących 2,5 miliona amerykańskich dzieci w wieku szkolnym. Ustalili, że uczniowie korzystający ze wsparcia najlepszych nauczycieli (ocenę formułowano na podstawie wyników testów wcześniejszych podopiecznych) w dorosłym życiu więcej zarabiali, a wcześniej częściej podejmowali studia i rzadziej zostawali rodzicami w wieku nastoletnim. Badacze ustalili jednocześnie, że różnica między wsparciem ze strony

nauczyciela kiepskiego i przeciętnego może być równie znacząca jak różnica między pomocą nauczyciela przeciętnego i wybitnego. Autorzy piszą: „W przypadku przeciętnej klasy z naszej próby zastąpienie [najgorszych 5 procent] nauczycieli pedagogami przeciętnymi spowodowałoby wzrost obecnej wartości dochodu uzyskiwanego przez ucznia w ciągu całego życia o ponad 250 tysięcy dolarów”[\[344\]](#).

Wydaje się zatem rozsądne, aby w ramach programu reform edukacyjnych w Stanach Zjednoczonych powrócić do starań o przyciągnięcie i zatrzymanie w zawodzie nauczyciela najlepiej wykwalifikowanych fachowców – i pozbyć się bądź na nowo przeszkolić najslabszych nauczycieli.

Pakiet nowych rozwiązań powinien uwzględniać również zwiększenie liczby godzin lekcyjnych, wydłużenie okresu edukacji i stworzenie dodatkowych form aktywności pozaszkolnej, a także rozwijanie edukacji na poziomie przedszkolnym. Jak wskazują badania nad szkolnictwem alternatywnym, prowadzone między innymi przez ekonomistę Rolanda Fryera z Harvardu, przepis na sukces jest prosty, choć już niekoniecznie łatwy do realizacji: więcej godzin lekcyjnych, dodatkowe dni nauki i obiektywne testy, które oceniają poziom uczniów, a tym samym domyślnie również ich nauczycieli[\[345\]](#). Właśnie dzięki takiemu podejściu Singapur i Korea Południowa tak dobrze radzą sobie w rankingach PISA. Oba te kraje w znacznym zakresie wykorzystują ustandaryzowane testy na różnych poziomach nauczania[\[346\]](#). Wydłużenie okresu nauki może przynieść szczególne korzyści dzieciom z uboższych rodzin, z badań wynika bowiem, że dzieci biedne i bogate uczą się podczas zajęć szkolnych mniej więcej w tym samym tempie, natomiast te gorzej sytuowane nabywają zaległości w okresie letniej przerwy w nauce[\[347\]](#).

Ryzyko związane ze stosowaniem testów polega na tym, że zachęcają one do prowadzenia dydaktyki pod kątem sprawdzianu, kosztem innych form nauczania. Naszym zdaniem przygotowywanie ściśle do testów wcale nie musi zasługiwać na jednoznacznie negatywną ocenę, zwłaszcza w przypadku umiejętności, które faktycznie można uczniom wpoić i poddać tego typu ocenie – a do takich zalicza się wiele podstawowych kompetencji niezbędnych w globalnej gospodarce opartej na technologiach informacyjnych. Trzeba jednak również zdawać sobie sprawę, że w miarę przejmowania przez maszyny kolejnych zadań o charakterze rutynowym coraz większe znaczenie zyskują kompetencje, które trudno się mierzy, takie jak choćby

kreatywność czy zdolność do rozwiązywania nieustruktrowanych problemów. Bengt Holmstrom z MIT i Paul Milgrom ze Stanforda podjęli pionierskie dzieło udowodnienia, że silna motywacja do osiągnięcia celów mierzalnych może zniechęcać do podejmowania zadań wymykających się pomiarom[348]. Badacze proponują sprytne rozwiązanie związane z odpowiednim planowaniem stanowisk i rozdziałem zadań. Otóż jedna grupa nauczycieli powinna odpowiadać za cele najbardziej mierzalne, podczas gdy innej należy pozostawić dużą swobodę w zakresie wykorzystania czasu i środków przy stosowaniu innego rodzaju metod pedagogicznych – to miałyby ich chronić przed zepchnięciem na margines. W założeniu rozwiązanie to pozwalałoby uzyskać optymalne rezultaty w obu sferach.

Nie mam większych wątpliwości co do tego, że lepsza edukacja pozytywnie wpłynie na poziom obfitości – a to w związku z wprowadzeniem do gospodarki komplementarnych umiejętności umożliwiających efektywne korzystanie z nowych technologii. Liczymy na to, że w ten sposób uda się ograniczyć rozwarstwienie, w szczególności w tym zakresie, w którym ma ono związek ze zmianami technologicznymi promującymi kwalifikacje. W tym bowiem przypadku mamy do czynienia z mechanizmem popytu i podaży. Ograniczenie podaży niewykwalifikowanych pracowników pozwoli ograniczyć presję na obniżenie płac, a jednoczesny wzrost podaży pracowników wykształconych spowoduje zmniejszenie braków w tym zakresie. Ponadto uważamy, że kreatywność można promować poprzez zastosowanie odpowiednich rozwiązań edukacyjnych i że takie rozwiązania poprawiłyby nie tylko perspektywy samych uczniów, ale również społeczeństwa jako takiego.

Z drugiej strony realistycznie podchodzimy do kwestii wykorzystania nowych technologii edukacyjnych w praktyce. Najbardziej zmotywowani młodzi ludzie potrafią z powodzeniem wykorzystywać atut w postaci obfitości dostępnych w internecie zasobów edukacyjnych. Znamy dwunasto- czy czternastolatków, którzy zapisują się na kursy akademickie, do których wcześniej po prostu nie mieliby dostępu. Ich koledzy z takiej możliwości nie korzystają. W rezultacie niegdyś niewielki rozdzwitek w poziomie wiedzy nagle przeistacza się w przepaść. Wniosek z tego taki, że jeśli nie podejmiemy świadomego wysiłku w tym zakresie, cyfryzacja edukacji sama z siebie nie spowoduje zmniejszenia rozwarstwienia.

## 2. PONOWNIE ZAKTYWIZOWAĆ STARTUPY

---

Zdecydowanie promujemy przedsiębiorczość, bynajmniej jednak nie dlatego, że naszym zdaniem każdy może i powinien założyć firmę. Wynika to raczej z faktu, że przedsiębiorczość to najlepszy sposób na tworzenie miejsc pracy i nowych szans. W miarę jak kolejne stare zadania podlegają automatyzacji i spada popyt na powiązane z nimi kompetencje, gospodarka musi wynajdować nowe zajęcia dla ludzi i tworzyć nowe branże. Najlepiej radzą sobie z tym ambitni przedsiębiorcy, a nie przywódcy rządowi czy teoretycy wizjonerzy (nawet pomimo najszczerzych chęci). Thomas Edison, Henry Ford, Bill Gates i wielu im podobnych przyczyniło się do powstania nowych branż, które z nadwyżką zastąpiły miejsca pracy znikające przez kolejne dekady w rolnictwie. Równie duże szanse wiążą się z przeobrażeniami, które zachodzą w gospodarce obecnie.

Przedsiębiorczość stanowi ważne zagadnienie w przyborniku podstaw ekonomii, przynajmniej odkąd Joseph Schumpeter napisał w połowie XX wieku swoje przełomowe dzieło o istocie kapitalizmu i innowacji. Schumpeter sformułował naszą ulubioną definicję innowacji – wprowadzenie na rynek nowego elementu technicznego lub organizacyjnego, nie tylko wynalazek. Podobnie jak my Schumpeter uważał, że chodzi tu w istocie o proces rekombinacji, „o przeprowadzanie nowych kombinacji”[\[349\]](#).

Ponadto twierdził również, że firmy o ugruntowanej pozycji mają mniejsze szanse na tworzenie innowacji niż jednostki początkujące. W książce *Teoria rozwoju gospodarczego* pisał: „Nowe kombinacje z reguły powstają jak gdyby ucieleśnione w nowych formach, które zazwyczaj nie wyrastają ze starych, lecz początkowo zaczynają działać obok nich (...) zazwyczaj nie pocztmistrze budowali koleje żelazne”[\[350\]](#). W związku z powyższym to właśnie przedsiębiorczość stanowi siłę napędową dla innowacji. Stanowi ona również główne źródło nowych miejsc pracy. Wydawałoby się wręcz, że w Stanach Zjednoczonych stanowi ona jedyne takie źródło. W 2010 roku Tim Kane z Kauffman Foundation opublikował wyniki badań przeprowadzonych w oparciu o dane z urzędu statystycznego Cenzus Bureau, na podstawie których dokonał podziału wszystkich amerykańskich firm na dwie kategorie: zupełnie nowe startupy i firmy funkcjonujące (istniejące od co najmniej roku). Stwierdził na tej podstawie, że z wyjątkiem tylko siedmiu lat



przez cały okres od 1977 do 2005 roku tylko przez siedem lat firmy funkcjonujące zmniejszały zatrudnienie, ograniczając je przeciętnie o około milion stanowisk rocznie[351]. Zupełnie inaczej rzecz się przedstawiała w przypadku startupów, które w ujęciu netto tworzyły średnio rocznie trzy miliony nowych miejsc pracy.

Dalsze badania prowadzone przez Johna Haltiwangera, Henry'ego Hyatta oraz ich współpracowników potwierdziły, że w ujęciu netto młode firmy tworzą więcej miejsc pracy, chociaż oferują niższe wynagrodzenie[352]. Z tych badań wynika ponadto, że startupy charakteryzują się nieproporcjonalnie wysokim poziomem „przerobu pracowników”. W pierwszej chwili brzmi to może mało przyjemnie, w rzeczywistości taka ocena okazuje się nieuzasadniona. Chodzi bowiem o to, że pracownicy przemieszczają się poziomo między stanowiskami w poszukiwaniu lepszych możliwości. Ów „przerób” to ważny element zdrowej gospodarki, zjawisko to traci jednak zdecydowanie na sile w okresach recesji, kiedy ludzie zdecydowanie mniej chętnie rezygnują z dotychczasowej pracy. Badacze stwierdzili, że młode firmy dodatkowo zwiększyły swój udział w skali tego zjawiska w okresie kryzysu finansowego i bezpośrednio po jego zakończeniu, z czego należy wnioskować, że w tym niewątpliwie trudnym okresie stały się ważnym źródłem możliwości transferowych dla pracowników.

Świat zazdrości Stanom Zjednoczonym ich przedsiębiorczości, warto jednak zwrócić uwagę na niepokojące dane wskazujące na stopniowy spadek płodności w tym zakresie. Badania Kauffman Foundation prowadzone przez ekonomistę Roberta Fairlie'ego doprowadziły do wniosku, że chociaż liczba nowo powstających startupów wzrosła w okresie 1996–2011, to większość tych firm zatrudniała tylko jedną osobę, a mianowicie samego założyciela[353]. Ten model przedsiębiorczości zyskiwał na popularności w okresie kryzysu finansowego, co mogłoby wskazywać, że niektórzy przedsiębiorcy zdecydowali się na podjęcie działalności w związku z utratą dotychczasowego zatrudnienia. Jednocześnie w okresie 1996–2011 liczba nowo powstających firm, które oprócz założyciela zatrudniały jeszcze innych pracowników, spadła o ponad 20 procent.

Nie do końca wiadomo, co się za tym spadkiem kryje, ale może mieć to związek ze zmianami w ramach zjawiska imigracji. W 2012 roku przedsiębiorca Vivek Wadhwa i politolog AnnaLee Saxenian, wspólnie z Francisem Siciliano, poddali weryfikacji wyniki swoich wcześniejszych badań na temat przedsiębiorczości imigrantów. Na tej podstawie

stwierdzili, że „po raz pierwszy od dziesięcioleci wzrost firm zakładanych przez imigrantów uległ stagnacji, a być może nawet zamienił się w spadek. Poprzednie dekady charakteryzowały się wzrostem przedsiębiorczości wśród imigrantów, w ostatnich siedmiu latach obserwujemy natomiast spłaszczenie tego trendu”[354]. Zmiana ta szczególnie wyraźnie zarysowała się w Dolinie Krzemowej, gdzie ponad połowa firm powstałych między rokiem 1995 a 2005 miała wśród swoich założycieli przynajmniej jednego imigranta. W okresie od 2006 do 2012 roku odsetek ten obniżył się o prawie 10 punktów procentowych do 43,9 procent.

Do innych potencjalnych przyczyn spadku przedsiębiorczości zalicza się nadmiar regulacji prawnych. Badacz innowacji Michael Mandel podkreślał, że żadna konkretna jedna ustawa nie ma szkodliwego wpływu na powstawanie nowych firm, ale że każda z nich jest jak kamień w strumieniu. Łącznie mogą w coraz większym stopniu utrudniać funkcjonowanie przedsiębiorcom, którzy z coraz większym trudem omijają kolejne przeszkody. Nie brakuje dowodów na to, że „gąszcz przepisów” hamuje aktywność przedsiębiorców. Na przykład ekonomiści Leora Klapper, Luc Laeven i Raghuram Rajan doszli do wniosku, że większa liczba przepisów ogranicza aktywność startupów[355]. Prowadzili oni badania na podstawie danych z Europy, ale ich spostrzeżenia przynajmniej częściowo znajdują zastosowanie również w odniesieniu do Stanów Zjednoczonych.

Naszym zdaniem należałoby usuwać wszelkie nie-niezbędne, powielające się i nadmiernie skomplikowane przepisy. Zdajemy sobie jednak sprawę, że proces ten zawsze przebiegać będzie powoli i z trudem. Ma to po pierwsze związek z faktem, że władze z trudem wyrzekają się kontroli, którą udało im się zdobyć. Po drugiej firmy i branże korzystające z ochrony na mocy istniejących przepisów z całą pewnością będą gorliwie zabiegać o utrzymanie swojej uprzywilejowanej pozycji. Po trzecie, w Stanach Zjednoczonych na każdym poziomie – federalnym, stanowym i komunalnym – funkcjonują odrębne zbiory przepisów, w związku z czym żadna jedna instytucja nie byłaby w stanie wprowadzić kompleksowych zmian. Konstytucja jasno stwierdza, że większość kompetencji w zakresie aktywności handlowej posiadają poszczególne stany, w związku z czym potencjalni przedsiębiorcy pewnie zawsze będą się musieli jakoś odnajdować w całej tej mozaice przepisów. Tak czy owak, naszym zdaniem powinno się dążyć do ograniczenia ciężarów regularnych

i tworzenia możliwie sprzyjających warunków dla przedsiębiorców.

Nie oczekujemy, że ktoś gdzieś stworzy drugą Dolinę Krzemową, w naszej opinii rządy, firmy i poszczególne jednostki mogą jednak podjąć nieco większy wysiłek w zakresie wspierania przedsiębiorczości. Ciekawego przykładu w tym zakresie dostarcza Steve Case z Kauffman Foundation w związku ze swoją działalnością w Startup America Partnership. Organizacja ta wspiera trzydzieści regionów, w których startupy podejmują swoją aktywność. Poza tym prowadzi swojego rodzaju „serwis randkowy”, który ma ułatwiać kojarzenie nowych przedsiębiorstw z firmami z listy Fortune 500 – potencjalnie zainteresowanymi wsparciem ich aktywności innowacyjnej poprzez udostępnienie własnej infrastruktury marketingowej, produkcyjnej czy dystrybucyjnej.

### 3. UŁATWIĆ DOBIERANIE W PARY

---

Za pomocą portali rekrutacyjnych takich jak Monster.com czy Aftercollege.com, a także serwisów networkingowych takich jak choćby LinkedIn, dzisiaj pracownicy i pracodawcy mogą się znacznie łatwiej odnajdywać. Mimo to na etapie szukania pierwszej poważnej pracy większość absolwentów i tak polega na rekomendacjach przyjaciół, krewnych, a niekiedy również profesorów. Powinniśmy podejmować działania zmierzające do eliminacji zbędnych trudności i kosztów związanych z poszukiwaniem pracy.

LinkedIn to swego rodzaju baza danych funkcjonująca w czasie rzeczywistym. Uwzględnia ona informacje na temat kompetencji poszukiwanych przez firmy i pozwala dopasowywać je do wykształcenia czy doświadczenia konkretnych studentów i innych potencjalnych pracowników. W tym procesie ogromne znaczenie może mieć konkretne sformułowanie – na przykład firma poszukująca deweloperów aplikacji na telefony z systemem Android może nie zdawać sobie sprawy, że jakiś student zdobywał wiedzę na temat tego systemu podczas kursu w zakresie programowania.

Ogromne korzyści przynosi również funkcjonowanie lokalnych, ogólnokrajowych i globalnych baz danych o charakterze rekrutacyjnym. Bardzo często zdarza się, że pracodawcy niepotrzebnie koncentrują się w swoich poszukiwaniach wyłącznie na absolwentach kilku szkół, podczas gdy poza nimi mogliby mieć do dyspozycji tysiące

równie dobrze lub lepiej wykształconych kandydatów. Rząd federalny mógłby zastosować mechanizm nagród, żeby przyczynić się do powstawania tego typu baz danych. Powinniśmy ponadto zachęcać i wspierać prywatne firmy w zakresie tworzenia algorytmów i technik rozpoznawania umiejętności oraz dopasowywania ich do oczekiwań pracodawców. Erik na przykład doradza firmie o nazwie Knack. Stworzyła ona serię gier, z których każda generuje megabajty danych. Stosując metodę *data mining*, Knack z zaskakującą skutecznością ocenia kreatywność, wytrwałość, ekstrawertyzm, sumienność i inne cechy graczy, które trudno byłoby ocenić na podstawie studenckich indeksów czy nawet osobistej rozmowy z kandydatem. Firmy takie jak HireArt czy oDesk również wykorzystują dane analityczne, aby skuteczniej i w prostszy sposób łączyć w pary uczestników rynku pracy. Optymizmem napawa również rosnąca częstotliwość zastosowania ratingów takich jak TopCoder w celu ustalenia obiektywnych kryteriów pomiaru umiejętności kandydatów. Rozwiązania takie ułatwiają poszukującym pracy odnalezienie najlepszej dla siebie niszy, przedsiębiorcom zaś i pracodawcom pozwalają zidentyfikować najlepszych potencjalnych pracowników.

## 4. WSPIERAĆ NAUKOWCÓW

---

Po ćwierćwieczu wzrostów jesienią 2005 roku wsparcie amerykańskiego rządu federalnego dla podstawowych akademickich projektów badawczych zaczęło spadać[356]. Należy się tym martwić o tyle, że zgodnie z nauką ekonomii badania o charakterze podstawowym mają bardzo istotny wpływ na zewnętrzną rzeczywistość. Rząd powinien mieć to poważnie na uwadze, jego aktywność w tym zakresie może bowiem przynieść bardzo istotne korzyści. Słynnym przykładem jest choćby sieć Internet, która powstała w wyniku prac nad sieciami komputerowymi odpornymi na bombardowanie, prowadzonych w Amerykańskim Departamencie Obrony. Również systemy GPS, ekrany dotykowe i aplikacje takie jak Siri, korzystające z mechanizmu rozpoznawania głosu – wszystko to, a także wiele innych cyfrowych innowacji opierało się na podstawowych badaniach prowadzonych przez rząd[357]. Rząd powinien kontynuować tego rodzaju wsparcie, a spadkowy trend w zakresie finansowania badań o charakterze podstawowym powinien zostać odwrócony.

Ponadto należałoby również przeprowadzić reformę systemu ochrony własności intelektualnej w Stanach Zjednoczonych, w szczególności w zakresie patentów na oprogramowanie oraz czasu trwania ochrony z tytułu praw autorskich. Własność intelektualna to zjawisko niesamowicie istotne w każdej epoce, zwłaszcza zaś w okresie drugiej epoki technologicznej. Gwarantuje ona nagrodę za tworzenie innowacji (jeśli ktoś zdoła stworzyć lepszą pułapkę na myszy, będzie ją mógł opatentować) oraz za wkład w ich rozwój (większość nowych pomysłów powstaje w wyniku rekombinacji tych już istniejących). W związku z powyższym rząd powinien dbać o utrzymanie delikatnej równowagi – z jednej strony trzeba bowiem zapewnić dostatecznie dużą ochronę własności intelektualnej, aby zachęcać do tworzenia innowacji, z drugiej strony nie należy w tym zakresie przesadzać, żeby tego procesu nie tłumić. To samo można powiedzieć przynajmniej o niektórych aspektach ochrony praw autorskich. Nie do końca wiadomo, jaki konkretnie interes publiczny chroni prawo, na mocy którego *Parowiec Willie* Disneya z 1928 roku (trzeci film z Myszka Miki, zapoczątkował sukces tej postaci) czy piosenka *Happy Birthday* ciągle jeszcze korzystają z ochrony prawnoautorskiej[\[358\]](#).

## NAGRODY

Wielu innowacji oczywiście nie da się z wyprzedzeniem przewidzieć – i to je właśnie czyni innowacjami. Zdarzają się również i takie przypadki, w których dokładnie wiadomo, czego się szuka, i tylko trzeba poczekać, aż komuś uda się to wynaleźć. Właśnie w takich przypadkach szczególnie dobrze sprawdzają się nagrody[\[359\]](#). Bezobsługowy samochód Google powstał bezpośrednio pod wpływem inspiracji wyzwania, które sformułowała Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). Agencja wyznaczyła nagrodę w wysokości miliona dolarów za stworzenie samochodu, który zdoła pokonać konkretną trasę bez udziału kierowcy-człowieka. Tom Kalil, zastępca dyrektora ds. polityki w Unites States Office of Science and Technology Policy, sformułował świetne założenia dotyczące posługiwania się nagrodami[\[360\]](#):

1. Przedstaw problem bądź szansę.
2. Płać tylko za wyniki.
3. Wyznacz ambitne cele i nie próbuj przewidywać, który zespół lub które podejście ma największe szanse powodzenia.

4. Szukaj największych talentów również poza oczywistymi źródłami.
5. Postaraj się zachęcić sektor prywatny do inwestycji znacząco przewyższających wysokość nagrody.
6. Wykorzystaj perspektywę interdyscyplinarną.
7. Zachęcaj do podejmowania ryzyka, wyrównując szanse uczestników.
8. Wyznacz jasne kryteria osiągnięcia celu i protokoły weryfikacji rezultatów.

W ciągu ostatniej dekady łączna wysokość środków federalnych i prywatnych przeznaczonych na duże nagrody wzrosła niemal trzykrotnie i obecnie przekracza poziom 375 milionów dolarów[361]. To bardzo dobra wiadomość, trzeba jednak pamiętać, że kwota ta nadal stanowi zaledwie niewielki ułamek rządowych nakładów na działalność badawczą. Ciągłe jeszcze istnieje wolna przestrzeń dla kolejnych, większych i bardziej zróżnicowanych konkursów.

## 5. DOSKONALIĆ INFRASTRUKTURĘ

---

W jednej kwestii niemal wszyscy ekonomiści są zgodni: rząd powinien angażować się w tworzenie i utrzymywanie infrastruktury. Chodzi tu konkretnie o ulice i autostrady, mosty, porty, zapory i lotniska, a także systemy kontroli lotów i inne podobne kwestie. Ma to związek z faktem, że podobnie jak edukacja i badania, również infrastruktura wywiera bardzo istotny wpływ na inne sfery życia.

Dobra infrastruktura powoduje, że w kraju przyjemniej się żyje, a ponadto łatwiej się prowadzi działalność. Infrastruktura w naszym kraju znajduje się w nie najlepszym stanie. W 2013 roku American Society of Civil Engineers (ASCE) przyznała amerykańskiej infrastrukturze w ujęciu całościowym ocenę D+. Jednocześnie zaległości państwa w zakresie inwestycji infrastrukturalnych oszacowano na 3,6 biliona dolarów[362]. W planach budżetowych do 2020 roku zapisano na ten cel zaledwie nieco ponad 2 biliony dolarów, luka pozostaje więc ogromna. Można by sądzić, że ASCE ocenia kwestię wydatków infrastrukturalnych nie do końca obiektywnie, dane zdają się jednak potwierdzać spostrzeżenia organizacji. W okresie od 2009 do 2013 roku publiczne nakłady na infrastrukturę spadły w ujęciu realnym o ponad 120 miliardów dolarów, do najniższego poziomu od 2001 roku[363].

Doprowadzenie infrastruktury do akceptowalnego stanu należałoby uznać za jedną z najlepszych inwestycji, jakie nasz kraj mógłby poczynić w celu zapewnienia sobie lepszej przyszłości. Piszemy te słowa w 2013 roku, gdy ceny energii spadają (po części za sprawą łupków bitumicznych), a wynagrodzenia w krajach takich jak Chiny rosną. Te i inne zjawiska skłaniają liderów biznesu do wyrażania poglądów podobnych do tego, który przedstawiał w jednym z wywiadów Eric Spiegel, dyrektor generalny Siemens USA: „Stany Zjednoczone to dzisiaj świetne miejsce do prowadzenia produkcji. Wytwarzamy tu, w Stanach Zjednoczonych, różne dobra, które wywozimy do Chin. (...) Powinniśmy tylko zadbać o to, żeby (...) istniała tu dobra infrastruktura, dzięki której moglibyśmy bardziej intensywnie pracować”[\[364\]](#).

W dyskusji nad inwestycjami infrastrukturalnymi pojawia się jednak pewien interesujący problem o charakterze historycznym. Otóż ekonomiczna legenda, John Maynard Keynes, którego nazwisko kojarzy się z nurtem promującym pobudzanie gospodarki poprzez inwestycje, zasugerował w 1936 roku, że w okresie recesji rząd powinien zapakować pieniądze do butelek, a następnie zakopać te butelki głęboko w kopalniach węgla i sprzedać prawa do ich wydobywania[\[365\]](#). Tylko na wpół żartem dodawał, że „byłoby to lepsze niż nic”, ponieważ pobudziłoby popyt na siłę roboczą i kapitał, które w przeciwnym razie pozostawałyby niezagospodarowane. Ekonomisci zażarcie się spierają, czy takie rozwiązanie miałoby się szansę sprawdzić, ogólnie jednak panuje wśród nich zgoda co do dużej roli dróg i mostów, a także roli rządu w dziedzinie infrastruktury – choćby z uwagi na jej znaczenie dla innych sfer gospodarki. My abstrahujemy od kwestii keynesowskich bodźców i nawołujemy do inwestycji w infrastrukturę właśnie ze względu na to jej ogólne znaczenie. W tym sensie wpisujemy się niewątpliwie w główny nurt myśli ekonomicznej.

## PRZYCIĄGAĆ TALENTY Z CAŁEGO ŚWIATA

Zmiany proponowane zarówno przez libertariański Cato Institute, jak i progresywne Center for American Progress zyskują sobie poparcie z bardzo różnych stron[\[366\]](#). Dotyczy to choćby reformy imigracyjnej, a w szczególności licznych zmian mających na celu zwiększenie liczby pracowników i obywateli Stanów Zjednoczonych urodzonych poza granicami kraju. Szczodrość w polityce imigracyjnej to tak naprawdę kolejna podstawowa zasada ekonomii. Wśród ekonomistów panuje powszechna zgoda co do korzyści, jakie zjawisko to przynosi nie tylko

samym imigrantom, ale również gospodarce kraju, do którego przyjeżdżają.

Istnieją badania, z których wynika, że pewne grupy pracowników (w szczególności tych mniej wykwalifikowanych) tracą w wyniku przenosin do innego kraju – z uwagi na spadek wynagrodzeń – inne badania przynoszą jednak odmienne wnioski. Na przykład ekonomista David Card oceniał wpływ fali masowej emigracji Kubańczyków na rynek znanej jako „Mariel Boatlift” (akcja miała miejsce w 1980 roku i odbyła się za zgodą Fidela Castro) na rynek pracy w Miami. Z portu Mariel w ciągu niespełna jednego roku przybyło wówczas ponad sto tysięcy ludzi, co spowodowało wzrost siły roboczej na rynku Miami o 7 procent. Mimo to Card nie stwierdził „właściwie żadnego wpływu na wynagrodzenia czy wskaźniki bezrobocia wśród mniej wykwalifikowanych pracowników, nawet wśród Kubańczyków, którzy przybyli wcześniej”[\[367\]](#). Ekonomistka Rachel Friedberg doszła właściwie do takich samych wniosków, badając masowy napływ ludzi z Rosji i innych krajów byłego Związku Radzieckiego do Izraela[\[368\]](#). Mimo że na skutek tej imigracji w okresie od 1990 do 1994 roku populacja izraelska powiększyła się o 12 procent, pracownicy w kraju nie odczuli z tego powodu żadnych niekorzystnych skutków.

Te badania nie przekonują jednak do końca tych Amerykanów, którzy obawiają się, że masowa imigracja niewykwalifikowanych pracowników, w szczególności z Meksyku i innych krajów Ameryki Łacińskiej (zwłaszcza zaś tych przybywających nielegalnie), niekorzystnie wpłynie na perspektywy ekonomiczne tych uczestników rynku pracy, którzy urodzili się w Stanach Zjednoczonych. Od 2007 roku nielegalna imigracja netto wydaje się kształtować na poziomie bliskim zeru lub wręcz ujemnym[\[369\]](#). Badanie przeprowadzone przez Brookings Institution wskazuje, że wśród imigrantów dominują teraz ludzie dobrze wykształceni: w 2010 roku 30 procent ludzi przybywających do Stanów Zjednoczonych zakończyła kształcenie co najmniej na poziomie college’u, a tylko 28 procent nie mogło się pochwalić odpowiednikiem świadectwa szkoły średniej[\[370\]](#).

Jeśli zaś chodzi o sferę amerykańskiej przedsiębiorczości, zwłaszcza tej o charakterze technologicznym, imigranci odgrywają naprawdę dużą rolę. Ludzie urodzeni poza granicami Stanów Zjednoczonych stanowili w ostatnim okresie niespełna 13 procent populacji, a tymczasem w okresie od 1995 do 2005 roku ponad 25 procent wszystkich nowych firm inżynierskich i technologicznych miało wśród założycieli co



najmniej jednego imigranta – tak wynika z badań, które przeprowadzili Wadhwa i Saxenian wraz ze swoimi współpracownikami[371]. W 2005 roku firmy te wygenerowały łącznie ponad 52 miliardy dolarów i zatrudniały blisko 450 tysięcy pracowników. Jak wynika z danych grupy Partnership for a New American Economy, promującej reformę imigracyjną, w okresie od 1990 do 2005 roku, 25 procent najbardziej dynamicznie rozwijających się amerykańskich firm stanowiły te założone przez przedsiębiorców urodzonych za granicą[372]. Jak wykazał Michael Kremer w swoim opracowaniu, które dziś można już uznać za klasyczne, wzrost liczby imigrantów wśród inżynierów prowadzi tak naprawdę do wzrostu, a wcale nie do spadku wynagrodzeń wśród ich kolegów po fachu urodzonych na terenie Stanów Zjednoczonych. Ma to związek z faktem, że imigranci przyczyniają się do rozkwitu ekosystemów kreatywnych[373]. Właściwie nie ma się co dziwić, że kompetentni twórcy oprogramowania zarabiają więcej w Dolinie Krzemowej, tam bowiem pracują wśród innych ludzi dysponujących podobnymi i uzupełniającymi umiejętnościami – nie zaś w izolacji, jak się to dzieje w innych częściach świata.

Dzisiaj imigranci wywierają istotny, korzystny wpływ na nasz kraj bynajmniej nie dzięki amerykańskim procesom i polityce, lecz nierzadko im na przekór. Zjawisko amerykańskiej imigracji opisuje się często jako powolne, skomplikowane, nieefektywne i w wysokim stopniu zbiurokratyzowane. Darrell West, wiceprezes Brookings Institution, napisał w 2011 roku książkę zatytułowaną *Brain Gain: Rethinking U.S. Immigration Policy*. Nawet pomimo szerokiego rozeznania w tej dziedzinie przeżył potem iście kafkowskie doświadczenie, gdy po ślubie jego niemiecka żona postanowiła ubiegać się o amerykańskie obywatelstwo. West pisał: „Wielu imigrantów po prostu nie stać na te wszystkie opłaty, na obsługę dokumentów oraz przejście przez cały złożony proces biurokratyczny. Nawet pomimo posiadania doktoratu w dziedzinie politologii czułem się przytłoczony stopniem skomplikowania tych wszystkich podań, opłat, dokumentacji, wywiadów i wycieczek do biura imigracyjnego. (...) Amerykańska imigracja to XIX-wieczny proces w warunkach XXI wieku”[374].

Oprócz niesprawnych procesów Stany Zjednoczone mają również kontrproduktywne polityki imigracyjne. Jeśli chodzi o samych specjalistów od technologii, to przede wszystkim należałoby wspomnieć o rocznym limicie wiz typu H1-B. Na ich podstawie amerykańscy pracodawcy mogą zatrudniać zagranicznych pracowników na

stanowiskach specjalistycznych (zwykle technicznych) przez okres maksymalnie sześciu lat. W pierwszych latach XXI wieku wydawano ich nawet 195 tysięcy rocznie, w 2004 roku wyznaczono jednak limit na poziomie 65 tysięcy (w 2006 roku program został rozszerzony i objął 20 tysięcy absolwentów amerykańskich uniwersytetów).

Program wizowy H1-B należałoby dalej rozwijać. Bardzo byśmy się cieszyli, gdyby zieloną kartę przypinano do każdego dyplomu uczelni wyższej uzyskiwanego przez imigranta. Jesteśmy też zwolennikami utworzenia nowej kategorii „wiz startupowych”, które miałyby ułatwiać przedsiębiorcom rozpoczęcie działalności na terenie Stanów Zjednoczonych, w szczególności jeśli zdołali oni już pozyskać finansowanie dla swojej wizji. Za tym pomysłem opowiada się większość prominentnych amerykańskich inwestorów oraz grup biznesowych. Tego typu inicjatywy podejmują już inne kraje. Australia, Wielka Brytania i Chile realizują programy, które mają na celu przyciągnięcie zagranicznych początkujących przedsiębiorców, a w styczniu 2013 roku Kanada ogłosiła wdrożenie programu wiz startupowych – pierwszego takiego na świecie[375]. Tymczasem latem tego samego roku amerykański Kongres odroczył prace nad kompleksową reformą imigracyjną.

## 6. MĄDRZE STOSOWAĆ PODATKI – SKORO JUŻ MUSZĄ ISTNIEĆ

---

Ogólnie rzecz biorąc, podatki same sobie szkodzą. Ocenia się je negatywnie, chociaż taka ocena wcale nie musi być uzasadniona, ponieważ możemy nakładać podatki na to, czego skalę chcielibyśmy zmniejszać. Poza tym istnieją pewne dobra i usługi, których ta zasada nie dotyczy – na których dostępność opodatkowanie nie ma wpływu. W takich przypadkach ekonomiści mówią o ofercie nieelastycznej ze względu na podatek. To zjawisko można by umiejętnie wykorzystać.

### PODATEK PIGOU

Kierownictwo fabryki może wychodzić z założenia, że najtańszym i najwygodniejszym rozwiązaniem będzie spuszczenie wszystkich odpadów do przepływającej w pobliżu rzeki. Takie działania przyniosłyby jednak wysoce niepożądane skutki w postaci

zanieczyszczenia wód, śmierci ryb i nieprzyjemnego zapachu. W takich przypadkach ekonomiści mówią o *niekorzystnych efektach zewnętrznych*. Wielu form zanieczyszczenia środowiska naturalnego po prostu zakazano, nie każdej formie zanieczyszczeń można jednak w ten sposób zapobiec i nie we wszystkich przypadkach takie rozwiązanie byłoby rozsądne. Gospodarka człowieka siłą rzeczy przyczynia się do powstawania zanieczyszczeń, choćby w związku z wytwarzaniem energii elektrycznej. Dzisiejsze samochody co prawda nie trują już powietrza tak bardzo jak kiedyś, ale przecież nadal wydzielają gazy cieplarniane. Taki to już smutny fakt, że niektóre formy aktywności produkcyjnej człowieka generują nie tylko korzyści, ale również negatywne skutki.

W odniesieniu do takich zjawisk większość ekonomistów zaleca opodatkowanie zanieczyszczeń. Podatki tego rodzaju określa się jako podatki Pigou, od nazwiska Arthura Pigou, brytyjskiego ekonomisty z początku XX wieku, który należał do pionierów tego rozwiązania. Takie podatki przynoszą dwie istotne korzyści. Po pierwsze, przyczyniają się do ograniczenia niepożądanego aktywności (jeśli bowiem danego rodzaju usługę opodatkowuje się na podstawie ilości dwutlenku węgla emitowanego do atmosfery, to pojawia się silna motywacja do poszukiwania technologii umożliwiającej ograniczenie tego zanieczyszczenia). Po drugie zaś, podatek Pigou stanowi dla rządu źródło przychodów, które mogą zostać wykorzystane w celu równoważenia szkodliwego oddziaływania zanieczyszczeń (lub też na inne cele). Jest to zatem rozwiązanie podwójnie korzystne. Tego typu podatki cieszą się popularnością w różnych kręgach politycznych i wśród przedstawicieli różnych dziedzin. Jak twierdzi ekonomista Gregory Mankiw, do grona członków „klubu Pigou” zaliczają się zarówno Alan Greenspan, jak i Ralph Nader<sup>[376]</sup>.

Rozwiązania drugiej epoki technologicznej przynoszą nam udoskonalone liczniki i możliwości pomiarowe, a tym samym ułatwiają stosowanie podatków Pigou. Weźmy choćby kwestię korków ulicznych. Wjeżdżając na już zatłoczoną ulicę, każdy z nas nakłada pewien dodatkowy koszt na innych użytkowników drogi i przyczynia się do dalszego spowolnienia ruchu. W godzinach szczytu pojazdy na drodze Interstate 405 w Los Angeles poruszają się z prędkością nieco ponad 20 kilometrów na godzinę, co ponad czterokrotnie wydłuża podróż, która powinna trwać osiemdziesiąt minut. Powiązanie ceny przejazdu ze stopniem natężenia ruchu – za pomocą elektronicznych kar

przejazdowych bądź kamer cyfrowych – pozwoliłoby w sposób dynamiczny zmieniać koszty korzystania z drogi. Dzięki temu kierowca decydowałby się na taki przejazd tylko w sytuacji, w której cena podróży (uwzględniająca dodatkowy korek) spadałaby poniżej wartości jego podróży.

Zastosowanie takiego rozwiązania spowodowałoby intensyfikację działań przyczyniających się do zmniejszenia natężenia ruchu. Do takich inicjatyw zaliczają się carpooling, podróże poza godzinami szczytu, jazda rowerem, teledojazdy czy korzystanie z transportu zbiorowego. Zasady proponowane przez Pigou znajdują już zastosowanie w przychodowych segmentach infrastruktury, na przykład w przypadku opłat drogowych czy opłat za poruszanie się po Londynie. Wprowadzenie tego mechanizmu ograniczyło natężenie ruchu, a jednocześnie stanowi źródło przychodu z tytułu opłat wnoszonych przez pojazdy wjeżdżające do miasta w godzinach szczytu. W Singapurze stosuje się natomiast elektroniczny system regulacji opłat drogowych, który niemal całkowicie wyeliminował problem korków.

W ujęciu łącznym Amerykanie spędzają w korkach ponad 100 miliardów godzin, co najlepiej świadczy o braku skutecznych rozwiązań w zakresie wyceny przejazdów drogowych. Według niektórych szacunków przychody z optymalizacji takich opłat pozwoliłyby stanowi Kalifornia całkowicie zrezygnować z innych podatków. Jeszcze do niedawna nie dało się mierzyć natężenia ruchu w sposób odpowiednio ekonomiczny kosztowo, dlatego też zupełnie z tego zrezygnowaliśmy, po prostu godząc się z konsekwencjami, to znaczny z długimi kolejkami i czasem oczekiwania typowym dla sklepów w byłym Związku Radzieckim. System cyfrowych opłat drogowych mógłby nam pomóc odzyskać stracony czas i zastąpić inne źródła przychodu.

#### PODATKI OD RENTY EKONOMICZNEJ

Podaż niektórych dóbr, choćby ziemi, cechuje się zupełnym brakiem elastyczności. Ilość ziemi się nie zmienia, bez względu na poziom opodatkowania. Oznacza to, że podatek od przychodów z tego dobra (czyli tak zwana renta ekonomiczna) nie ma wpływu na jego podaż. W związku z powyższym takie podatki należy ocenić jako względnie wydajne w tym sensie, że nie działają one demotywująco i nie zaburzają aktywności. Myśl tę wziął sobie do serca Henry George, XIX-wieczny ekonomista. Twierdził on, że system podatkowy powinien się ograniczać do jednego tylko podatku – podatku od ziemi. Pomysł

wyduje się kuszący, w rzeczywistości jednak przychody z tytułu takiego podatku nie wystarczyłyby na sfinansowanie wszystkich zadań rządowych. Tak czy owak jednak obciążenia z tego tytułu można by wyraźnie zwiększyć, a poza tym w gospodarce istnieją również inne źródła renty ekonomicznej. Zaliczają się do nich także zasoby naturalne. Opłaty z tytułu rządowych koncesji na wydobycie ropy i gazu również można by znacząco zwiększyć.

Niektórzy odnoszą też koncepcję renty do znacznej części bardzo wysokich zarobków wielu „supergwiazd”. Pojawia się bowiem pytanie, w jakim stopniu zawodowych sportowców, dyrektorów generalnych, osobowości medialne czy gwiazdy rocka motywuje do wzmożonej aktywności absolutny poziom dochodów uzyskiwanych z tego tytułu, a na ile raczej ich względne wynagrodzenie, sława czy też po prostu zamiłowanie do wykonywanej pracy. Najprawdopodobniej moglibyśmy zwiększyć poziom przychodów państwa poprzez wprowadzenie nowych progów podatkowych dla osób uzyskujących najwyższe dochody (można by na przykład wprowadzić progi przy dochodach miliona i dziesięciu milionów dolarów). Trudno znaleźć przekonujące argumenty, z których wynikałoby, że zwiększenie opodatkowania tej grupy społecznej miałoby szkodliwy wpływ na wzrost gospodarczy, ponieważ osłabiłoby ich inicjatywę w zakresie zarobkowania. Z badań przeprowadzonych przez naszego kolegę z MIT, a zarazem noblistę, Petera Diamonda, wspólnie z laureatem Clark Medal, Emanuelem Saezem, wynika wręcz, że optymalna stopa podatkowa w przypadku tych najwyższych dochodów mogłaby się kształtować nawet na poziomie 76 procent<sup>[377]</sup>. Zastosowanie aż tak wysokich stawek nie wydaje nam się konieczne, z zadowoleniem stwierdzamy jednak, że po ostatnim, istotnym podniesieniu podatku dochodowego za czasów Billa Clintona gospodarka rozwijała się zupełnie dynamicznie. Jak zauważył ekonomista Menzie Chinn, trudno dostrzec jednoznaczność zależności między wysokością górnych stawek podatkowych a ogólnym wzrostem gospodarczym – przynajmniej przy skali zjawiska, z jaką mamy do czynienia w Stanach Zjednoczonych<sup>[378]</sup>.

Nie należy się oszukiwać, że w bieżącej sytuacji politycznej sugerowane przez nas zmiany dałoby się łatwo przeprowadzić albo że gdyby się to faktycznie udało, to natychmiast przyniosłoby nam to powrót do stanu pełnego zatrudnienia i wzrost przeciętnej płacy. Zdajemy sobie sprawę, że żyjemy w trudnych czasach. Wielu ludzi ucierpiało na skutek kryzysu finansowego i powolnego ożywienia

gospodarczego, wielu zostaje w tyle w związku z postępowaniem technologii i globalizacji. Nierówności i inne formy rozwarstwiania społeczeństwa cały czas się nasilają, w związku z czym nie wszyscy mogą korzystać z obfitości wypracowywanej przez naszą gospodarkę.

Powyższymi rekomendacjami natury politycznej przyświeca jeden prosty i skromny cel – mają nam przynieść wyższe wskaźniki ogólnego wzrostu gospodarczego. Wraz z urzeczywistnieniem tego celu poprawią się bowiem zarówno perspektywy pracowników, jak i tych, którzy ciągle poszukują pracy.

ROZDZIAŁ 14.

# **ZALECENIA DŁUGOTERMINOWE**

*Praca oddala od nas trzy wielkie niedole:  
nudę, występki i ubóstwo.*

– Wolter

REKOMENDACJE FORMUŁOWANIE w poprzednich rozdziałach będą przyczyniać się do wzrostu obfitości oraz ograniczenia bądź odwrócenia skutków rozwarstwienia. Czy jednak zasady wyjęte z podręcznika do podstaw ekonomii nadal będą się sprawdzać, w miarę jak będziemy coraz głębiej wkraczać w drugą epokę technologiczną, coraz dalej przesuwać się na tej drugiej połowie szachownicy?

Gdy wybiegamy myślami w przyszłość – do roku 2020 i jeszcze dalej – widzimy androidy. Bynajmniej nie przypominają one jednak postaci z filmów takich jak *Matrix* czy *Terminator*. Nie mają ciał fizycznych, nie zamierzają wypowiadać nam wojny, nie planują w najbliższym czasie zastępować wszystkich ani nawet większości pracowników-ludzi. Jak jednak mieliśmy okazję przekonać się w poprzednich rozdziałach, technologia przez cały czas wkracza w sferę dotychczas typowo ludzkich kompetencji i umiejętności. Cóż zatem powinniśmy robić w obliczu przekonania, że nadchodzi epoka androidów? Jaką politykę powinniśmy w przyszłości wprowadzić?

## TYLKO NIE POLITBIURO

---

Zacniemy może od odrobiny pokory. Historia zna bardzo wiele zupełnie niezamierzonych, niekiedy tragicznych skutków zupełnie szczytnych inicjatyw o charakterze społecznym czy ekonomicznym. Trudno z wyprzedzeniem przewidzieć dokładnie, jakie zmiany w największym stopniu przeobrażą rzeczywistość, które się najłatwiej przyjmą i jak ludzie będą reagować w zupełnie nowym dla nich środowisku.

To powiedziawszy, pokusimy się o stwierdzenie, że mniej więcej potrafimy sobie wyobrazić, co należy robić w dalszej kolejności, a czego nie. Oceniamy jako niesłuszne wszelkie rozwiązania, które miałyby na celu zatrzymanie postępu technologii lub rozbrojenie wykładniczych, cyfrowych innowacji kombinacyjnych, które obecnie powstają. Uważamy to za zły pomysł, porównywalny z zamykaniem szkół i paleniem publikacji naukowych. Takie postępowanie w najlepszym razie doprowadziłoby do utrzymania status quo kosztem postępu i poprawy naszego losu. Jak ujmuje to Tim O'Reilly, specjalista w dziedzinie technologii, tego typu działania miałyby na celu ochronę przeszłości przed przyszłością[379]. Podobnie należałoby ocenić próby utrzymywania za wszelką cenę dzisiejszych miejsc pracy poprzez



sabotowanie technologii jutra. Musimy dopuścić do głosu rozwiązania drugiej epoki technologicznej i podjąć wyzwania, które one ze sobą przyniosą.

Poza tym dość sceptycznie odnosimy się do prób stworzenia zasadniczych alternatyw dla systemu kapitalistycznego. Mówiąc o „kapitalizmie”, mamy w tym przypadku na myśli zdecentralizowany system gospodarczy oparty na produkcji i wymianie, w którym większość środków produkcji pozostaje w rękach prywatnych (to znaczy nie należy do rządu), wymiana ma w przeważającej części charakter dobrowolny (nikt nie może nikogo zmusić do podpisania umowy wbrew jego woli), a cena większości dóbr zmienia się w zależności od popytu i podaży, nie zaś na podstawie decyzji władz centralnych. Na tych zasadach funkcjonuje większość współczesnych gospodarek. Zasady te w dużej mierze obowiązują nawet w dzisiejszych Chinach, mimo że oficjalnie ciągle istnieje tam reżim komunistyczny.

Te rozwiązania stały się powszechne, ponieważ dobrze się sprawdzają. Kapitalizm skutecznie alokuje zasoby, tworzy innowacje, nagradza wysiłki i zapewnia ludziom dobrobyt. Wszystkie te zjawiska mają bardzo istotny wpływ na kondycję społeczeństwa. System kapitalistyczny nie jest idealny, ma jednak zdecydowaną przewagę nad wszystkimi alternatywami. Winston Churchill zasłynął jako autor stwierdzenia: „Demokracja to najgorsza forma sprawowania władzy, ale na razie niczego lepszego nie wymyślono”[\[380\]](#). To samo naszym zdaniem można powiedzieć o kapitalizmie.

Spore wyzwanie przyniosą nam prawdopodobnie zmiany, o których jeszcze nie mieliśmy okazji wspomnieć. Otóż we współczesnych gospodarkach kapitalistycznych większość ludzi pozyskuje pieniądze niezbędne do zakupu różnych dóbr, oferując systemowi w zamian swoją pracę. W większości zaliczamy się do czynnika pracy, właściciele kapitału stanowią mniejszość. Jeśli więc nasze przewidywania dotyczące androidów się sprawdzą, z czasem ta podstawowa wymiana zacznie tracić rację bytu. Coraz większa dostępność skutecznego i potężnego czynnika pracy cyfrowej będzie w coraz większym stopniu zniechęcać firmy do wypłacania ludziom godziwych wynagrodzeń, wystarczających na utrzymanie dotychczasowego poziomu życia. Tacy ludzie stracą pracę. To zła wiadomość dla gospodarki, ponieważ bezrobotni nie generują popytu, w związku z czym wzrost zaczyna spowalniać. Słaby popyt może skutkować dalszym obniżaniem płac i dodatkowym wzrostem bezrobocia, a także spadkiem inwestycji

w kapitał ludzki i sprzęt. W ten sposób powstanie błędne koło.

## NOWE SPOJRZENIE NA BEZWARUNKOWY DOCHÓD PODSTAWOWY

---

Nad scenariuszem potencjalnego kryzysu kapitalizmu pochyła się bardzo wielu ekonomistów. Znaczna część z nich proponuje to samo, proste rozwiązanie: dać ludziom pieniądze. W najmniej skomplikowanej wersji miałyby to polegać na tym, że rząd co roku rozdawałaby wszystkim równą sumę pieniędzy – nie wnikając i nie badając, kto tych pieniędzy potrzebuje ani kto powinien dostać więcej czy mniej. Zwolennicy koncepcji „bezwarunkowego dochodu podstawowego” twierdzą, że dałoby się ją względnie łatwo wprowadzić i że dzięki niej udałoby się podtrzymać najważniejsze mechanizmy kapitalizmu, a jednocześnie rozwiązać problem braku możliwości wymiany pracy na środki utrzymania. Bezwarunkowy dochód podstawowy to rozwiązanie, dzięki któremu każdy ma zagwarantowany pewien podstawowy standard życia. Jeśli ktoś chce mieć więcej, to może oczywiście pracować, inwestować, założyć firmę albo podjąć inne działania o charakterze kapitalistycznym. Jeśli jednak się na to nie zdecyduje, nadal pozostanie konsumentem, ponieważ nadal będzie dysponować pieniędzmi.

W debatach politycznych głównego nurtu nie podnosi się obecnie tej koncepcji, ma ona jednak zaskakująco długą historię – i miała zaskakująco duże szanse urzeczywistnić się w XX-wiecznej Ameryce. Do pionierów tej koncepcji zaliczał się angloamerykański aktywista polityczny Thomas Paine, który w 1797 roku przekonywał w swoim tekście zatytułowanym *Agrarian Justice*, że od momentu osiągnięcia wieku dorosłego każdy powinien otrzymywać pewną zryczałtowaną sumę. Miałyby to być rekompensata za to, że nie wszyscy ludzie rodzą się w rodzinach właścicieli ziemskich. Później za tą koncepcją opowiadali się również filozof Bertrand Russell oraz aktywista Martin Luther King, Jr.. Ten ostatni napisał w 1967 roku: „Obecnie uważam, że najprostsze rozwiązanie okazałoby się najskuteczniejsze – że problem biedy można by rozwiązać poprzez jej bezpośrednie zniesienie mocą szeroko dyskutowanego środka, a mianowicie dochodu gwarantowanego”[\[381\]](#).

Z tym poglądem Kinga zgadzają się ekonomiści zarówno z lewej, jak

i z prawej strony sceny politycznej. Liberałowie tacy jak James Tobin, Paul Samuelson czy John Kenneth Galbraith, ale też konserwatyści, jak choćby Milton Friedman czy Friedrich Hayek, wszyscy opowiadali się za takimi lub innymi formami gwarancji dochodu. W 1968 roku ponad tysiąc dwustu ekonomistów wyraziło swoje poparcie dla tej koncepcji, podpisując list skierowany do Kongresu[382].

Wybrany w tym samym roku prezydent, republikanin Richard Nixon, próbował nawet wdrażać tego typu rozwiązania podczas swojej pierwszej kadencji. W 1969 roku wygłosił przemówienie, w którym przedstawił założenia Family Assistance Plan, programu zawierającego wiele elementów koncepcji bezwarunkowego dochodu podstawowego. Inicjatywa zyskała sobie poparcie przedstawicieli różnych opcji politycznych, jednocześnie jednak spotkała się z ostrą reakcją dużej i zróżnicowanej grupy przeciwników[383]. Pracownicy socjalni i osoby na wielu innych stanowiskach urzędniczych w instytucjach zajmujących się rozdziałem zasiłków obawiały się o swoją pracę, a część przedstawicieli świata pracy przewidywała, że takie rozwiązania mogą spowodować spadek społecznego poparcia dla koncepcji płacy minimalnej. Poza tym wielu Amerykanów sprzeciwiało się koncepcji rozdawania pieniędzy z podatków ludziom, którzy mogą pracować, ale z własnej woli tego nie robią. Nixon porzucił Family Assistance Plan jeszcze przed rozpoczęciem drugiej kampanii wyborczej w 1972 roku i od tamtej pory żaden z obieralnych przedstawicieli władzy federalnej ani też nikt odpowiedzialny za faktyczny kształt polityki państwa nie podnosił na poważnie koncepcji powszechnego dochodu gwarantowanego[384].

## JAK ODDALIĆ OD SIEBIE TRZY WIELKIE NIEDOLE?

---

Czy w kolejnych dekadach przyjdzie nam wrócić do koncepcji bezwarunkowej płacy podstawowej? Nie można tego wykluczyć, ale nie takie rozwiązanie przyjęlibyśmy w pierwszej kolejności. Zgadza się bowiem z Wolterem, który niezwykle trafnie ujął nasz argument w zdaniu przytoczonym na początku tego rozdziału: „Praca oddala od nas trzy wielkie niedole: nudę, występki i ubóstwo”[385]. Gwarantowany bezwarunkowy dochód podstawowy rozwiązuje problem ubóstwa, pozostałe dwa pozostawia jednak bez odpowiedzi. Tymczasem właściwie wszystkie badania i wszystkie materiały,

z którymi mieliśmy okazję się zetknąć, utwierdzają nas w przekonaniu, że filozof miał rację. Praca ma dla człowieka bardzo duże znaczenie nie tylko dlatego, że zapewnia mu środki utrzymania, ale również jako źródło innych istotnych doświadczeń, takich jak choćby poczucie własnej wartości, przynależności do społeczności i zaangażowania, a także zdrowych wartości, dyscypliny i godności.

Bez względu na to, czy rozpatruje się tę kwestię przez pryzmat jednostki, czy społeczności, wniosek jest zawsze ten sam: praca przynosi korzyści. Jeśli chodzi o płaszczyznę indywidualną, to liczne badania potwierdzają, że praca daje ludziom poczucie spełnienia, zadowolenia i szczęście. W swojej książce zatytułowanej *Drive* Daniel Pink podsumowuje te badania, wskazując na biegłość, autonomię i poczucie sensu jako trzy główne czynniki o charakterze motywacyjnym[386]. Na ostatni z tych elementów zwrócił uwagę pewien starszy pracownik, którego opinię przytoczono w materiale z lutego 2013 roku dotyczącym zalet i wad pracy magazyniera w związku z tworzeniem nowych etatów przez internetowego giganta handlowego, firmę Amazon, w Wielkiej Brytanii: „To napawa dumą. O to chodzi. Odzyskuje się poczucie dumy”[387]. Pogląd ten znajduje jednoznaczne potwierdzenie we wnioskach ekonomisty Andrew Oswald. Ustalił on, że bezrobocie trwające pół roku lub dłużej ma równie niekorzystny wpływ na samopoczucie człowieka oraz inne aspekty zdrowia psychicznego jak śmierć małżonka, przy czym tylko w nieznacznym stopniu jest to spowodowane utratą dochodów, przede wszystkim zaś wynika ze spadku poczucia własnej wartości[388].

Ankieta przeprowadzona w wielu krajach przez Instytut Gallupa potwierdziła, że ludzie generalnie chcą pracować. Jim Clifton, dyrektor generalny tej organizacji, pisze w swojej książce *The Coming Jobs War*: „Najpowszechniejsze pragnienie na świecie nie dotyczy już pokoju czy wolności ani nawet demokracji. Nie odnosi się do założenia rodziny ani do Boga, ani do posiadania domu czy ziemi. Świat pragnie przede wszystkim mieć pracę. Wszystko inne liczy się dopiero w dalszej kolejności”[389]. Najwyraźniej ludzie na całym świecie pragną unikać niedoli w postaci nudy, rozpusty i ubóstwa, zależy im natomiast na biegłości, autonomii i poczuciu sensu, które daje wykonywanie pracy.

Brak pracy szkodzi zresztą nie tylko jednostkom, ale również społecznościom. Socjolog William Julius Wilson wydał w 1996 roku książkę zatytułowaną *When Work Disappears*, w której podsumował wnioski ze swojej wieloletniej pracy. Brzmiały one jednoznacznie:

Wysoki poziom bezrobocia w okolicy przynosi większe szkody niż wysoki poziom biedy. Okolica zamieszkała przez ludzi niezamożnych, ale pracujących różni się od tej, w której mieszkają ludzie biedni i bez pracy. Wiele spośród dzisiejszych problemów śródmiejskich gett – przestępczość, rozpad rodzin, pobieranie zasiłków, niski poziom organizacji społecznej i tak dalej – w istocie stanowi skutek braku pracy[\[390\]](#).

W 2012 roku socjolog Charles Murray przedstawił w swojej książce *Coming Apart* konkretne wartości liczbowe dotyczące problemów opisywanych przez Wilsona. Wykazał ponadto, że nie ograniczają się one do obszarów śródmiejskich ani nawet okolic zamieszkiwanych głównie przez mniejszości. Z jego obserwacji wynika, że zjawisko to wpisuje się w główny nurt problemów białej Ameryki. Murray dokonał rozróżnienia na dwie grupy. Do pierwszej zaliczył Amerykanów posiadających co najmniej dyplom college'u i wykonujących pracę o charakterze specjalistycznym bądź zarządczym. Tych ludzi określił łącznie mianem mieszkańców hipotetycznego miasta Belmont, nazwanego tak w nawiązaniu do bogatych przedmieść Bostonu. Drugą opisaną przez niego grupę tworzą ludzie posiadający co najwyżej średnie wykształcenie i wykonujący pracę fizyczną bądź urzędniczą. Tych ludzi autor nazywał mieszkańcami Fishtown, nawiązując do robotniczych przedmieść Filadelfii. W 2010 roku 30 procent Amerykanów mieszkało w Belmont, podczas gdy 20 procent przypadało na Fishtown[\[391\]](#).

Odwołując się do różnorodnych danych, Murray prześledził losy obu swoich hipotetycznych miast od roku 1960 aż do 2010. Na początku tego okresu oba miasta przedstawiały się bardzo podobnie, w zasadzie nie wykazywały większych różnic pod względem kondycji społeczności (małżeństwa, rozwody, przestępczość itd.). Oba zamieszkiwała bardzo duża grupa ludzi zatrudnionych. W 1960 roku 90 procent gospodarstw domowych w Belmont miało co najmniej jedno źródło utrzymania – jeden z jego dorosłych członków pracował co najmniej 40 godzin tygodniowo. Dla Fishtown odsetek ten wynosił 81 procent. W 2010 roku sytuacja jednej z tych społeczności przedstawiała się już jednak zgoła inaczej. Podczas gdy 87 procent gospodarstw domowych w Belmont nadal miało co najmniej jednego żywiciela rodziny pracującego w tak dużym wymiarze godzin, w Fishtown odsetek ten zmniejszył się do 53 procent.

Co się jeszcze zmieniło w Fishtown? Wiele rzeczy – i wszystko na

gorsze. Małżeństwa stały się mniej szczęśliwe, a przy tym również mniej częste. W 1960 roku zaledwie 5 procent mieszkańców Fishtown w wieku od trzydziestu do czterdziestu dziewięciu lat miało za sobą rozwód lub separację. W 2010 roku można było powiedzieć o jednej trzeciej spośród nich. Z czasem coraz mniej dzieci w Fishtown miało okazję dorastać w pełnych rodzinach – w 2004 roku odsetek ten spadł poniżej 30 procent. Znacząco wzrosła również liczba mieszkańców z wyrokami pozbawienia wolności. W 1974 roku na 100 tysięcy mieszkańców Fishtown przypadało 213 więźniów. W ciągu kolejnych trzydziestu lat liczba ta wzrosła więcej niż trzykrotnie, do 957. W Belmont również dało się zaobserwować niekorzystne zmiany w niektórych z tych obszarów, zachodziły one jednak na zdecydowanie mniejszą skalę. Nawet w 2004 roku aż 90 procent dzieci w Belmont nadal mieszkało u boku obojga swoich biologicznych rodziców.

Zanik miejsc pracy bynajmniej nie był jedyną przyczyną narastania różnic między Belmont a Fishtown – sam Murray skupia się zresztą na innych czynnikach [\[392\]](#) – naszym zdaniem zjawisko to odegrało jednak w tym procesie bardzo ważną rolę. Z badań wynika, że społeczności tworzone przez ludzi zatrudnionych cieszą się ogólnie lepszym zdrowiem niż te, w których trudno o pracę (przy założeniu równorzędności innych czynników). W związku z tym popieramy rozwiązania polityczne mające na celu wspieranie tworzenia miejsc pracy, nawet w miarę rozwoju drugiej epoki technologicznej.

Poza tym pragniemy zwrócić uwagę na dwie dobre wiadomości. Po pierwsze, ekonomiści opracowali już rozwiązania interwencyjne, które zachęcają do pracy i nagradzają za nią (w przeciwieństwie do bezwarunkowego dochodu podstawowego). Po drugie, innowatorzy i przedsiębiorcy tworzą technologie, które nie tylko zastępują pracę człowieka, ale również ją dopełniają. Innymi słowy, pojawienie się narzędzi cyfrowych nie oznacza wyłącznie eliminacji kolejnych miejsc pracy z gospodarki. Te nowinki przynoszą również szanse dla ludzi, którzy mogą z nimi pracować. Technologia pędzi naprzód, w związku z czym najlepszym rozwiązaniem wydaje się wykorzystać oba te pozytywne zjawiska w celu podtrzymania gospodarki pracownika. To pozwoli uniknąć trzech form niedoli, o których wspominał Wolter, a przy tym stwarza nam większe szanse na jednoczesne podtrzymanie obfitości w gospodarce i zachowanie zdrowej kondycji społeczeństwa.

## LEPSZA ALTERNATYWA DLA BEZWARUNKOWEGO DOCHODU PODSTAWOWEGO: UJEMNY PODATEK DOCHODOWY

---

Laureat Nagrody Nobla, konserwatywny ekonomista Milton Friedman ogólnie nie popierał interwencjonizmu państwowego, opowiadał się natomiast za wprowadzeniem „ujemnego podatku dochodowego”, który miał stanowić wsparcie dla najbiedniejszych. Istotę tego rozwiązania wyjaśniał w 1968 roku w swoim wystąpieniu telewizyjnym:

Zgodnie z obecnymi regulacjami prawnymi mamy dodatni podatek dochodowy, który wszyscy dobrze znamy. (...) Dodatni podatek dochodowy zakłada, że głowa czteroosobowej rodziny, która uzyskuje dochód na poziomie – powiedzmy – 3 tysięcy dolarów, nie płaci podatku ani też w żaden sposób nie korzysta z systemu. Znajduje się w punkcie zerowym. Załóżmy jednak, że ktoś uzyskuje dochód w wysokości 4 tysięcy dolarów. Wówczas kwota podlegająca opodatkowaniu wynosi 1 tysiąc dolarów, co przy obecnych stawkach (14 procent) oznacza konieczność zapłacenia 140 dolarów podatku. Załóżmy dla odmiany, że ktoś uzyskiwałby dochód na poziomie 2 tysięcy. W związku z tym, że suma kwoty wolnej od podatku i innych ulg wynosi 3 tysięcy dolarów, a dochód 2 tysiące dolarów, daje to ujemny (...) dochód do opodatkowania na poziomie 1 tysiąca dolarów. Zgodnie z obowiązującymi dziś przepisami podatnik nie czerpie żadnych korzyści z tytułu niewykorzystania odpisów. Koncepcja ujemnego podatku dochodowego zakłada, że w przypadku uzyskiwania dochodu poniżej punktu zerowego część tego dochodu uzyskiwałoby się w formie płatności „od” rządu. Zamiast więc płacić, otrzymywałoby się pieniądze [\[393\]](#).

Dla uzupełnienia dodajmy, że gdyby stawka ujemnego podatku dochodowego wynosiła 50 procent, osoba zarabiająca 2 tysiące dolarów otrzymywałaby od rządu 500 dolarów, tyle bowiem wynosi 1 tysiąc (czyli jej ujemny dochód do opodatkowania) wymnożony przez 0,5 (z uwagi na 50-procentową stawkę ujemnego podatku). W związku z powyższym łączny dochód roczny takiej osoby wynosiłby 2,5 tysiąca dolarów. Człowiek, który w ogóle nie zarabia, otrzymywałoby od rządu

1,5 tysiąca dolarów, ponieważ jego ujemny dochód do opodatkowania wynosi 3 tysiące.

Koncepcja ujemnego podatku dochodowego łączy w sobie zalety bezwarunkowego dochodu podstawowego z bodźcami motywującymi do pracy. Nawet poniżej punktu zerowego (który w 1968 roku wynosił 3 tysiące dolarów, ale w 2013 roku kształtowałyby się mniej więcej na poziomie 20 tysięcy dolarów) każdy zarobiony dolar powiększałby dochody jednostki o 1,5 dolara. To z pewnością zachęcałoby ludzi do podjęcia pracy i zabiegania o kolejne zlecenia, nawet gdyby mieli z tego tytułu otrzymywać niskie wynagrodzenie. Zwiększałoby to również prawdopodobieństwo, że zdecydują się swoje dochody rozliczyć, co z kolei włączyłoby ich do oficjalnych statystyk pracowników. Poza tym takie rozwiązanie można by wprowadzić bez większego problemu z wykorzystaniem istniejącej infrastruktury rozliczeń podatkowych oraz zwrotów.

Wszystko to sprawia, że koncepcja ujemnego podatku dochodowego wydaje nam się interesująca. Obecnie w ramach amerykańskiego federalnego systemu podatkowego funkcjonuje pokrewne rozwiązanie o nazwie EITC (*Earned Income Tax Credit*). W porównaniu z propozycją sformułowaną czterdzieści lat temu przez Friedmana jest to jednak rozwiązanie zakrojone na bardzo niewielką skalę. W 2012 roku górny limit dla rodzin z co najmniej trójką dzieci spełniających kryteria ustawowe wyznaczony został na poziomie poniżej 6 tysięcy dolarów, w przypadku rodzin bezdzietnych nie osiągnął natomiast pułapu 500 dolarów. Poza tym z rozwiązania tego nie mogą korzystać ludzie, którzy w ogóle nie uzyskują dochodu. EITC, pomimo swojej skromnej skali, i tak przynosi bardzo pozytywne skutki. Jak wynika z badań, które przeprowadzili ekonomiści Raj Chetty i Nathaniel Hendren z Harvardu we współpracy z Patrickiem Klinem i Emanuelem Saezem z Berkeley, stany stosujące bardziej szczodre rozwiązania typu EITC odnotowują wyraźnie większą mobilność międzypokoleniową[394].

Popieramy ideę przeistoczenia EITC w prawdziwy system ujemnego podatku dochodowego poprzez zwiększenie skali i uniwersalizację tego rozwiązania. Naszym zdaniem należałoby także uprościć zasady ubiegania się o taki zwrot. Około 20 procent uprawnionych podatników nie korzysta z tego rozwiązania prawdopodobnie dlatego, że nie wiedzą o jego istnieniu lub zniechęca ich ogrom formalności[395].

EITC to w istocie forma subwencjonowania pracy, premia stanowiąca uzupełnienie dochodu. Rozwiązanie to stanowi urzeczywistnienie jednej



z najstarszych rad ekonomicznych, która nakazuje nakładać podatki na to, czego chciałoby się doświadczać mniej, subwencjonować zaś to, czego chciałoby się obserwować więcej. Obciążamy podatkami między innymi papierosy i paliwożerne samochody, subsydia przyznajemy natomiast na instalacje paneli słonecznych[396]. Chodzi w tym oczywiście o to, aby za pomocą podatku doprowadzić do zmniejszenia skali niekorzystnego zjawiska (palenia tytoniu czy liczby nieekologicznych samochodów) poprzez zwiększenie związanych z nim kosztów. Subwencje mają natomiast wywołać skutek zgoła odwrotny. Zgadza się z naszym kolegą Tomem Kochanem z MIT, który uznaje bezrobocie za swego rodzaju „niepowodzenie rynku”, za niekorzystne zjawisko zewnętrzne. Warto bowiem podkreślić, że korzyści płynące z powiększania zatrudnienia – związane ze spadkiem przestępczości, wzrostem inwestycji czy wzmocnieniem społeczności – dotyczą nie tylko pracodawcy i pracownika, którzy zdecydują się odpisać umowę, ale również całego społeczeństwa. Skoro zaś bezrobocie wywołuje niekorzystne skutki zewnętrzne, zatrudnienie powinniśmy premiować, nie zaś obciążać podatkami.

Nie w każdym przypadku można się do tej rady zastosować. Rząd amerykański nie nakłada podatków na pracę dlatego, że chce zachęcać ludzi do bezczynności, ale dlatego, że w jakiś sposób musi zapewnić sobie dochody – historycznie zaś za preferowaną metodę pozyskiwania dochodów uważa się podatek dochodowy i podatek od wynagrodzeń. Podatek dochodowy pojawił się po raz pierwszy w okresie wojny secesyjnej, na stałe zaś został wprowadzony w 1913 roku na mocy 16. poprawki do konstytucji[397]. W 2010 roku ponad 80 procent wszystkich przychodów rządu federalnego pochodziło z podatków dochodowych od osób fizycznych oraz podatku od wynagrodzeń. W obrębie tego ostatniego można wyróżnić dwie kategorie. Do pierwszej zaliczają się podatki od wynagrodzeń, o które pracodawca pomniejsza wynagrodzenie pracownika. Drugą kategorię tworzą obciążenia podatkowe, które ponosi pracodawca w zależności od liczby pracowników. Z podatków od wynagrodzeń finansuje się programy takie jak Medicare czy Social Security, a także ubezpieczenie od bezrobocia. Na początku lat pięćdziesiątych XX wieku obie te kategorie stanowiły zaledwie około 10 procent ogólnych federalnych przychodów podatkowych, obecnie wartość ta wzrosła już do poziomu 40 procent i wynosi mniej więcej tyle samo, ile kwota pozyskiwana z tytułu podatków dochodowych od osób fizycznych[398].

W założeniu podatki dochodowe nie mają zniechęcać ludzi do pracy ani pracodawców do zatrudniania, w praktyce jednak mogą wywoływać takie skutki. Podatki od wynagrodzeń mają bardzo podobne oddziaływanie, tym bardziej że z założenia są one odczuwalne przede wszystkim przez ludzi o niskich i średnich dochodach[399]. Istnienie tych obciążeń może zniechęcać organizacje do zwiększania zatrudnienia na rynku krajowym i korzystania z outsourcingu pracy bądź zatrudniania tymczasowych zleceniobiorców. W miarę pozyskiwania kolejnych umiejętności i kompetencji przez maszyny organizacje zyskują również nową możliwość – zamiast ludzi będą mogły zatrudnić pracowników cyfrowych. Im więcej kosztuje praca człowieka, tym chętniej pracodawca skorzysta z usług maszyny. Z uwagi na podatki od wynagrodzeń koszty pracy człowieka rosną, co najprawdopodobniej będzie tylko nasilać ten proces. Podobne skutki przynoszą zobowiązania dotyczące zapewnienia pracownikowi ochrony zdrowotnej. One również działają jak podatek od ludzkiej pracy, a w związku z tym zniechęcają do jej wykorzystywania (przy założeniu równości innych czynników)[400].

Wspominamy o tym nie z powodu negatywnego stosunku do funduszu Social Security czy ubezpieczeń zdrowotnych. Obie te koncepcje oceniamy bardzo wysoko i uważamy, że powinny być nadal realizowane. Pragniemy jedynie zwrócić uwagę na fakt, że te i inne szeroko zakrojone programy funkcjonują częściowo lub w całości dzięki finansowaniu z podatków od pracy. Takie rozwiązanie mogło się sprawdzać w sytuacji braku realnej alternatywy dla ludzkiej pracy, dzisiaj jednak funkcjonujemy w innej rzeczywistości. Im skuteczniej maszyny mogą zastępować człowieka w pracy, tym większy niekorzystny wpływ na zatrudnienie ludzi mają wszelkiego rodzaju podatki i inne obciążenia.

Popieramy więc zarówno subsydiowanie pracy poprzez wprowadzenie ujemnego podatku dochodowego, jak i rezygnację z tak znacznego opodatkowywania pracy oraz zmniejszenie obciążeń ponoszonych przez pracodawców. Jak to często bywa na styku ekonomii i polityki, łatwo to wszystko powiedzieć, zdecydowanie trudniej natomiast wcielić w życie. Jak bowiem inaczej sfinansować kosztowne, powszechne i ważne programy takie jak choćby Social Security czy Medicare, jeśli nie z podatków od pracy? Kto miałby zapewnić pracownikom ubezpieczenie zdrowotne, jeśli nie pracodawcy?

Nie twierdzimy, że znamy odpowiedzi na te ważne pytania.

Pragniemy jednak podkreślić, że oprócz podatków od pracy w przyborniku ekonomicznym znajdują się również inne rozwiązania. W poprzednim rozdziale wspominaliśmy już o podatku Pigou (od zanieczyszczeń i innych zjawisk o niekorzystnym oddziaływaniu), oprócz tego wskazać też można podatki konsumpcyjne oraz podatek VAT, naliczany od wartości dodanej i ponoszony przez firmy w zależności od wysokości różnicy między kosztami (pracy, surowców i tym podobnych) a cenami sprzedaży. Chociaż podatek VAT to rozwiązanie pod wieloma względami atrakcyjne – względnie łatwo się go nalicza, można go swobodnie modyfikować, a ponadto stanowi źródło wysokich przychodów – Stany Zjednoczone go nie pobierają, zresztą jako jedyny spośród trzydziestu czterech krajów członkowskich OECD. Ekonomista Bruce Bartlett i teoretyk prawa Michael Graetz wspólnie z kilkoma innymi fachowcami opracowali kilka rozwiązań alternatywnych wobec obecnego amerykańskiego systemu podatkowego, opierających się w dużej mierze właśnie na podatku VAT<sup>[401]</sup>. Naszym zdaniem propozycje te stanowią ważny wkład w dyskusję na temat źródeł finansowania usług rządowych w dobie drugiej epoki technologicznej i dlatego warto się nad nimi pochylić.

## GOSPODARKA RÓWNYCH PARTNERÓW I SZTUCZNA SZTUCZNA INTELIGENCJA

---

Zmiana filozofii w zakresie opodatkowania i subwencjonowania pracy może się wydawać rozwiązaniem krótkoterminowym. Ostatecznie przecież wyznacznikiem drugiej epoki technologicznej miała być konsekwentnie postępująca automatyzacja, która doprowadzi do powstania gospodarki w znacznym stopniu lub całkowicie niezależnej od ludzkiego czynnika pracy.

Jak wyjaśnialiśmy, w wielu dziedzinach tak się właśnie stanie. Argumentowaliśmy również – jak mamy nadzieję, przekonująco – że ludzie dysponują umiejętnościami i kompetencjami, których nie udało się jeszcze zautomatyzować. Niewykluczone, że w pewnym momencie i one staną się udziałem maszyn, na razie nie podejmuje się jednak nawet poważnych starań w tym zakresie, w związku z czym można z przekonaniem stwierdzić, że nie nastąpi to zbyt szybko. Naszym zdaniem ludzie nadal będą się zajmować analizą danych, organizacją konferencji, zarządzaniem pracami oddziałów, pielęgniarstwem

i znoszeniem naczyń z restauracyjnych stolików do kuchni.

Wspominaliśmy też, że ludzie ciągle jeszcze mają dużo do zaoferowania nawet w tych dziedzinach, które w znacznym stopniu podlegają automatyzacji. Nikt już co prawda nie jest w stanie wygrać z komputerem w szachy, takie zwycięstwo może sobie jednak zapewnić odpowiedni zespół złożony z ludzi i maszyn. Nie można więc powiedzieć, że ludzie przestają być potrzebni, gdy tylko komputery zaczynają dominować nad nimi w jakiejś dziedzinie. Ludzie nadal mają do odegrania ważną rolę, muszą tylko ruszyć do biegu *razem* z maszynami, zamiast się z nimi ścigać.

Ze zjawiskiem tym mamy do czynienia między innymi w wysoce zautomatyzowanych dziedzinach, takich jak wyszukiwanie komputerowe. W swoim artykule opublikowanym w marcu 2013 roku na łamach „New York Timesa” Steve Lohr wyjaśnia to w sposób następujący:

[Gdy] Mitt Romney wspomniał podczas debaty prezydenckiej ubiegłej jesieni o cięciu rządowych wydatków na publiczną telewizję i wspominał nazwę „Big Bird”, hasło to natychmiast zaistniało z dużą intensywnością w komentarzach [na Twitterze]. Autorzy tych komentarzy od razu stwierdzili, że w tym kontekście i w takim momencie określenie to ma charakter polityczny i wcale nie odnosi się do *Ulicy Sezamkowej*, a w związku z tym wyszukiwanie frazy „Big Bird” powinno skutkować pojawieniem się materiałów o charakterze politycznym. Ludzie odczytują takie odwołania skuteczniej i szybciej niż program komputerowy, a algorytm wyszukiwania Twittera natychmiast wykorzystuje te ich oceny. (...)

Również Google korzysta z pomocy ludzi, których nazywa ewaluatorami lub oceniającymi. Uczestniczą oni w doskonaleniu algorytmu wyszukiwania, potężnego i automatycznego narzędzia, które obsługuje każdego miesiąca 100 miliardów zapytań[\[402\]](#).

Algorytmy cały czas podlegają doskonaleniu, proces ten zachodzi jednak przy udziale człowieka. Spostrzeżenie to skutkuje opracowaniem nowych metod organizacji i wykonywania pracy, w znacznym stopniu opartych na zastosowaniu technologii.

W połowie ubiegłej dekady firma Amazon, internetowy gigant handlowy, doszła do wniosku, że całkiem sporo spośród milionów stron opisujących składniki oferty się dubluje. Algorytmy nie radziły sobie

z wyszukiwaniem tych treści, w związku z czym zespół pod kierunkiem Petera Cohena przystąpił do pracy nad oprogramowaniem, które miało prezentować człowiekowi potencjalnie identyczne strony do ostatecznej oceny[403]. Cohen i firma Amazon bardzo szybko stwierdzili, że ta innowacja bardzo dobrze się sprawdza. Problem o dużej skali (przeszukiwanie milionów stron pod kątem tych, które się dublują) został sprowadzony do postaci pojedynczych, prostych zadań (czy te dwie strony się dublują?), te zaś przekazano do wykonania dużej grupie ludzi, by następnie na podstawie ich odpowiedzi sprawniej pozbyć się kłopotu (to znaczy usunąć dublujące się strony).

Oprogramowanie miało w założeniu służyć tylko wewnętrznym celom firmy, w listopadzie 2005 roku Amazon udostępnił je jednak szerokiej opinii publicznej pod nazwą Mechanical Turk – na cześć słynnego XVIII-wiecznego „robota” szachowego, który w rzeczywistości wykorzystywał potencjał ukrytego w obudowie człowieka[404]. Program Mechanical Turk działał w tym sensie na podobnej zasadzie, że zadanie tylko z pozoru rozwiązywane było automatycznie. W rzeczywistości w obu przypadkach jego wykonanie opierało się na ludzkiej pracy. Właśnie tego typu rozwiązania miał na myśli dyrektor generalny firmy Amazon Jeff Bezos, gdy mówił o „sztucznej sztucznej inteligencji”. To oczywiście kolejny sposób na to, by ruszyć do biegu z maszynami, chociaż akurat w tym przypadku nie można liczyć na szczególnie wysokie wynagrodzenie z tego tytułu[405].

Program Mechanical Turk, który szybko zyskał sobie dużą popularność, należy uznać za jeden z pierwszych przejawów zjawiska, które obecnie znamy jako *crowdsourcing*, a które teoretyk komunikacji Daren Brabham zdefiniował jako „model internetowego rozproszonego rozwiązywania problemów i produkcji”[406]. Ten model zasługuje na uwagę choćby dlatego, że automatyzacja procesu bynajmniej nie polega na odwołaniu się do technologii, lecz na świadomym zaangażowaniu dużych zasobów pracy. W tym przypadku jednak pracy nie wykonuje żadna określona z góry grupa pracowników, jak to ma miejsce w przypadku większości procesów przemysłowych, ale jedna lub więcej (zwykle znacznie więcej) osób, które dopiero po przedstawieniu zadania zgłoszą chęć udziału w przedsięwzięciu.

W ciągu niespełna dekady produkcja w trybie crowdsourcingu zyskała sobie tak dużą popularność, że dziś odgrywa niebagatelną rolę w gospodarce. Zjawisko to stało się przyczynkiem do powstania dużej grupy nowych firm, które często wpisuje się w ramy tak zwanej

gospodarki partnerskiej. Tego typu firmy zaspokajają potrzeby swoich klientów, odwołując się właśnie do crowdsourcingu. Warto wspomnieć, że niektóre rysunki zawarte w tej książce zostały stworzone lub udoskonalone przez ludzi, których nigdy nie mieliśmy okazji spotkać osobiście. Nawiązaliśmy z nimi kontakt za pośrednictwem firmy TaskRabbit, założonej w 2008 roku przez programistkę Leah Busque. Busque wpadła na pomysł uruchomienia tego serwisu, gdy pewnego wieczora skończyło jej się jedzenie dla psa. Stwierdziła wówczas, że nikt jeszcze nie stworzył internetowego narzędzia, dzięki któremu można by szybko i bez kłopotu znaleźć kogoś, kto (za opłatą) zechciałby jej dostarczyć trochę karmy[407].

W tym samym roku Joe Gebbia, Brian Chesky oraz Nathan Blecharczyk uruchomili stronę internetową, która wykorzystuje potencjał internetu i tłumu, aby lepiej dopasowywać popyt i podaż. W tym przypadku nie chodzi o wykonanie pewnego zadania, lecz o zapewnienie noclegu. Rzeczona strona, Airbedandbreakfast.com, umożliwiała swoim użytkownikom udostępnienie gościom pokoju w swoim domu. Gebbia i Chesky wpadli na pomysł stworzenia takiego serwisu po tym, jak sami udostępnili swoje mieszkanie uczestnikom pewnej konferencji, która odbyła się w 2007 roku w San Francisco (przybywający na nią goście mieli kłopot ze znalezieniem noclegu w przystępnej cenie).

Stworzony przez nich serwis od 2009 roku funkcjonował już pod nazwą Airbnb i szybko zyskał sobie popularność – na przykład w Sylwestra 2012 roku na całym świecie korzystało z niego 140 tysięcy ludzi, czyli o 50 procent więcej niż mogłyby pomieścić wszystkie hotele zlokalizowane na Las Vegas Strip[408]. Również TaskRabbit szybko się rozwijał. W styczniu 2013 roku firma informowała o „dwucyfrowym wzroście liczby zawieranych transakcji w skali miesiąca”[409].

Za pomocą serwisów takich jak TaskRabbit czy Airbnb ludzie mogą oferować zbiorowości odpowiednio swoją pracę bądź aktywa fizyczne. Dzisiaj na rynku działa bardzo dużo firm funkcjonujących w modelu gospodarki partnerskiej. Rozwiązania crowdsourcingowe znajdują zastosowanie w wielu specyficznych obszarach rynku pracy, takich jak choćby programowanie, projektowanie czy sprząatanie, ale również w sferze bardzo ogólnej. Ludzie wykorzystują dziś strony internetowe, żeby wynajmować innym aparaty, narzędzia, rowery, miejsca parkingowe, budy dla psów i właściwie wszystko inne, co tylko posiadają.

Istnieją również rozwiązania, które łączą dwa wspomniane wcześniej elementy i umożliwiają jednoczesne oferowanie pewnych zasobów oraz pracy. W 2010 roku Andy musiał odholować motocykl do innego stanu. Zlecił to zadanie człowiekowi, który dysponował jednocześnie czasem i przyczepą – a znalazł go w serwisie uShip. Założona w 2011 roku firma Lyft umożliwia ludziom wykorzystanie własnego samochodu w roli taksówki. Jeśli zechcą, mogą za jej pośrednictwem podwieźć kogoś na drugą stronę miasta. Aby uniknąć interwencji ze strony urzędu nadzorującego działalność taksówkarzy bądź jakichkolwiek innych instytucji publicznych, serwis nie przewiduje żadnych konkretnych opłat czy stawek z tego tytułu. Sugeruje jedynie swoim klientom, jaką „darowiznę” powinni przekazać kierowcy, który ich gdzieś podwiózł.

Przypadek firmy Lyft każe zwrócić uwagę na liczne problemy natury prawnej, które mogą wymagać rozwiązania w związku z rozwojem gospodarki partnerskiej. Z jednej strony trzeba oczywiście zadbać o bezpieczeństwo publiczne, z drugiej jednak strony nowe przepisy nie powinny tłumić aktywności ekonomicznej i hamować rozwoju gospodarki partnerskiej. Pozytywnie oceniamy nie tylko wzrost wydajności i spadek cen, który towarzyszy upowszechnianiu się zjawiska crowdsourcingu. Na pozytywną ocenę zasługuje również to, że dzięki niemu ludzie mają więcej pracy. Powstanie serwisów takich jak TaskRabbit czy Airbnb stwarza ludziom nowe możliwości podejmowania aktywności ekonomicznej, zapewnia im zajęcie. W związku z powyższym może przyczyniać się do uniknięcia „trzech wielkich niedoli”, o których wspominał Wolter – a tym samym zasługuje na wsparcie ze strony polityków i ciał ustawodawczych. Tego typu inicjatywy należy wspierać za pomocą rozwiązań takich jak choćby EITC.

Gospodarka partnerska to ciągle jeszcze twór nowy, o względnie niewielkich rozmiarach – zarówno pod względem PKB, jak i w ujęciu bezwzględnym. Na przykład w kwietniu 2013 roku grono wykonawców zadań zaangażowanych w funkcjonowanie serwisu TaskRabbit powiększało się o tysiąc osób miesięcznie<sup>[410]</sup>. Liczba ta wydaje się napawać optymizmem, z drugiej strony trzeba jednak pamiętać, że w tym samym okresie blisko 4,5 miliona Amerykanów pozostawało bez pracy od co najmniej dwudziestu siedmiu tygodni<sup>[411]</sup>. Tego typu statystyki dowodzą, że crowdsourcing ciągle jeszcze nie odgrywa istotnej roli w procesie ograniczania bezrobocia i powiększania ogólnego zapotrzebowania na pracę w gospodarce.

To oczywiście nie oznacza, że gospodarki partnerskiej nie należy wspierać i promować. Wprost przeciwnie. Wydaje się, że w najbliższej przyszłości najlepsze – najprawdopodobniej też jedyne realne – rozwiązania problemów związanych z zatrudnieniem powstawać będą na rynku, w ramach gospodarki kapitalistycznej, w związku z aktywnością innowatorów i przedsiębiorców korzystających z możliwości nowych technologii. Firmy funkcjonujące w modelu gospodarki partnerskiej to przykład innowacji, która zwiększa wartość ludzkiej pracy, zamiast ją pomniejszać. Wierzymy, że praca ma bardzo duże znaczenie, a w związku z tym uważamy, że politycy powinni promować tego typu inicjatywy.

## SZALONE POMYSŁY ZAWSZE MILE WIDZIANE

---

O przyszłości rozmawialiśmy ze specjalistami od technologii i przedstawicielami świata pracy, z ekonomistami i socjologami, z przedsiębiorcami i ekspedientami, a nawet z pisarzami science fiction. Omawialiśmy z nimi możliwości kształtowania rzeczywistości w nadchodzących latach, z podziwem przyglądając się różnorodności formułowanych propozycji. Ta burza mózgów to niezwykle cenne doświadczenie, w przyszłości bowiem będziemy potrzebować jeszcze bardziej nowatorskich i radykalnych – zdecydowanie nieszablonowych – pomysłów, żeby jakoś poradzić sobie ze skutkami postępu technologicznego. Poniżej przytaczamy kilka spośród pomysłów, które mieliśmy okazję usłyszeć. Zamieszczamy je tu niekoniecznie dlatego, że uważamy je za godne poparcia. Raczej chcielibyśmy, aby stały się one inspiracją do dalszych poszukiwań potencjalnych środków, które mogłyby się sprawdzić w obliczu konsekwentnego postępu maszyn.

- Stworzyć narodowy fundusz powierniczy, który zajmowałby się dystrybucją własności kapitału na szeroką skalę. Własność ta mogłaby mieć charakter niezwykły i stanowić źródło dywidendy dla wszystkich obywateli, tym samym gwarantując, że nie dojdzie do nadmiernej koncentracji zysków kapitałowych.
- Wykorzystywać podatki, przepisy prawa, konkursy, nagrody oraz innego rodzaju inicjatywy w celu ukierunkowania procesu zmian na maszyny, które wspierałyby kompetencje człowieka, zamiast je od niego przejmować, w celu ukierunkowania procesu zmian na



tworzenie nowych produktów i usług, nie zaś na poszukiwanie oszczędności kosztem pracowników.

- Płacić ludziom – między innymi za pośrednictwem organizacji non profit – za wykonywanie „społecznie korzystnych” zadań, których definicja zostałaby ustalona w procesie demokratycznym.
- Pielęgnować i podtrzymywać szczególne rodzaje pracy, która miałyby być wykonywana wyłącznie przez ludzi. Do tej kategorii mogłaby się zaliczać opieka nad niemowlętami i małymi dziećmi, a być może również nad ludźmi umierającymi.
- Zainicjować kampanię etykietowania produktów „wyprodukowanych przez człowieka” – miałyby ona funkcjonować na podobnej zasadzie jak informacje dotyczące żywności organicznej. Można by również przyznawać dodatkowe premie firmom, które zatrudniają ludzi – w tym przypadku mogłyby obowiązywać zasady podobne do tych, które znajdują zastosowanie przy ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych. Wtedy gdyby konsumenci chcieli przyczynić się do wzrostu popytu na ludzką pracę, mógłiby kierować się w swoich decyzjach tego typu etykietami bądź premiami.
- Rozdawać talony na podstawowe dobra, takie jak żywność, ubrania czy mieszkania – w celu eliminacji problemu skrajnej biedy. Wszelkie dochody powyżej określonego poziomu zdobywałoby się już na zasadach rynkowych.
- Zwiększyć zatrudnienie w sektorze rządowym poprzez wdrażanie programów takich jak Civilian Conservation Corps (z epoki wielkiego kryzysu). Chodziłoby o projekty w zakresie sprzątnięcia środowiska, budowy infrastruktury czy rozwiązywania innego rodzaju problemów publicznych. Do tej samej kategorii rozwiązań zaliczałoby się „zasiłki robocze”, czyli bezpośrednie wypłaty powiązane z obowiązkiem pracy.

Każdy z tych pomysłów wydaje się mieć pewne plusy, ale również pewne wady. Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że inne osoby mogłyby zaproponować inne, nawet bardziej efektywne rozwiązania[412].

Oczywiście teoretyzowanie ma swoje granice. Bodaj najlepszą radą wydaje się więc promowanie rozwiązań, które sprzyjają eksperymentowaniu i wyszukiwaniu nowych możliwości konsekwentnej weryfikacji kolejnych pomysłów oraz wyciąganiu wniosków zarówno z sukcesów, jak i porażek. Pewne aspekty

potencjalnych skutków nastania drugiej epoki technologicznej można już dziś obserwować na przykładzie specyficznych jednostek, branż czy nawet całych narodów. Na tej podstawie można też wyciągać cenne wnioski. Warto się na przykład zastanowić, jak zachowują się zwycięzcy loterii, którzy nagle nie muszą już pracować? (Podpowiadamy: nie zawsze dobrze sobie radzą). Czego nas uczy obserwacja branż, w których pojawia się dużo supergwiazd – a więc choćby sportu zawodowego, kina czy branży muzycznej? Przed jakimi wyzwaniem i szansami stają obywatele państw takich jak Norwegia czy Zjednoczone Emiraty Arabskie w związku z tym, że dzięki samemu urodzeniu zyskali dostęp do ogromnego bogactwa? Do jakich rozwiązań i instytucji uciekały się niektóre dzieci zamożnych posiadaczy ziemskich z XVII wieku, aby zapewnić sobie szczęśliwe, twórcze i pomysłowe życie? Czego nie robili niektórzy ich rówieśnicy?

W nadchodzącej dekadzie spotka nas niewątpliwy zaszczyt. Będziemy świadkami narodzin niesamowitych technologii. Ta nowa fala zmusi nas do nowego spojrzenia na świat i zmiany pewnych instytucji gospodarczych. Aby możliwie skutecznie rozpoznawać i wdrażać te zmiany, powinniśmy dążyć do maksymalizacji elastyczności naszych systemów i modeli myślowych. Wyznacznikiem sukcesu stanie się bowiem gotowość do czerpania inspiracji z cudzych pomysłów oraz do modyfikacji dotychczasowego sposobu postępowania – a więc otwartość umysłu i systemów.

ROZDZIAŁ 15.

# **TECHNOLOGIA A PRZYSZŁOŚĆ (WCALE NIE: TECHNOLOGIA TO PRZYSZŁOŚĆ)**

*Maszyna wcale nie uwalnia człowieka od wielkich problemów natury, lecz jeszcze bardziej go na nie skazuje.*

– Antoine de Saint-Exupéry

LUDZIE OD WIEKÓW MARZĄ, że kiedyś wszystkie ich potrzeby materialne zostaną w bezproblemowy sposób zaspokojone i że oni w związku z tym będą się mogli swobodnie oddawać swoim prawdziwym zainteresowaniom, rozrywkom i pasjom. Marzą, że pewnego dnia ludzkość uwolni się od nużących i nieprzyjemnych zadań, ponieważ o nasze pożywienie, odzienie i schronienie, a także wszelkie inne podstawowe rzeczy niezbędne nam do życia dbać będą służący-automaty. Na tej kanwie powstało wiele wspaniałych opowieści. W rzeczywistości jednak na tym się jednak kończyło – na legendach i mitach o fantastycznych automatach z gliny (takich jak żydowski golem czy nordycki olbrzym Mokkerkalfe, który miał stanąć do walk z Thorem), ze złota (w swojej *Iliadzie* Homer opisuje służących i trójnogi z własnym napędem zbudowane z tego cennego metalu przez boga Hefajstosa), ewentualnie ze skóry i drewna (to one stanowiły budulec sztucznego człowieka, którego stworzył rzemieślnik Yanshi ze starożytnego chińskiego traktatu *Liezi*). Marzenie pozostawało cały czas takie samo, zmieniał się tylko materiał.

Ten sen o ludzkiej wolności, którego źródłem stanie się praca maszyn, urzeczywistnia się w końcu za sprawą krzemu, metalu i plastiku. To one stanowiąc będą podstawowe materiały w drugiej epoce technologicznej, to z nich powstają komputery, przewody i czujniki, które w niesamowitym tempie rozprzestrzeniają się po świecie.

Te nowe rozwiązania przynoszą nam coś, o czym wcześniej moglibyśmy tylko marzyć. Wszystkie poprzednie pokolenia musiały się zadowolić abstrakcyjnymi opowieściami o wybitnych przedstawicielach swoich czasów, którzy starają się stworzyć sztucznych pomocników z najlepszych dostępnych materiałów.

Nasze pokolenie jest inne.

Dziś wyobrażamy sobie, jak maszyny przejmują od człowieka kolejne zadania – i robimy to z pełnym przekonaniem, że nawet jeśli taki automat jeszcze nie istnieje, to prawdopodobnie ktoś gdzieś w jakimś laboratorium lub garażu już pracuje nad jego podstawową wersją. W ciągu ostatnich trzech lat my dwaj mieliśmy okazję odwiedzić wielu takich innowatorów w ich warsztatach. Przy tej okazji mogliśmy podziwiać genialne rozwiązania drugiej epoki technologicznej.

Na podstawie przeprowadzonego rekonesansu możemy z pełnym przekonaniem stwierdzić, że oto znajdujemy się w punkcie przegięcia – w początkowej fazie zmian równie głębokich jak te, które przyniosła nam rewolucja przemysłowa. Nowe kombinacyjne technologie cyfrowe

rozwijają się w tempie wykładniczym, w związku z czym największe korzyści mamy ciągle jeszcze przed sobą. W ciągu najbliższych dwudziestu czterech miesięcy powiększymy moc obliczeniową naszych komputerów bardziej niż kiedykolwiek wcześniej. W ciągu najbliższych dwudziestu czterech lat uzyskamy najprawdopodobniej aż tysiąckrotny przyrost tej mocy. Już udało nam się dokonać cyfryzacji eksabajtów informacji, a mimo to ilość danych przetwarzanych na bity cały czas rośnie nawet szybciej, niż wynikałoby to z prawa Moore'a.

Przedstawiciele naszego pokolenia prawdopodobnie będą mieli szczęście doświadczyć dwóch zupełnie niezwykłych zdarzeń historycznych, a mianowicie stworzenia prawdziwej inteligencji maszynowej oraz połączenia wszystkich ludzi w jedną cyfrową sieć. W wyniku tych dokonań gospodarka naszej planety ulegnie przeistoczeniu. Innowatorzy, przedsiębiorcy, naukowcy, majsterkowicze oraz różni inni dziwacy chętnie wykorzystają ten ogrom nowych możliwości do stworzenia nadzwyczajnych technologii, które będą nas zadziwiać i zachwycać i które będą dla nas pracować. Raz po raz będą dowodzić słuszności spostrzeżenia Arthura C. Clarke'a, który powiedział, że wszelkie dostatecznie zaawansowane formy technologii do złudzenia przypominają magię.

## ZAGROŻENIA, Z KTÓRYMI MUSIMY SIĘ LICZYĆ

---

Jak mieliśmy okazję się przekonać, te zmiany niosą ze sobą nie tylko dobre wieści. W środkowych rozdziałach książki zwracaliśmy uwagę na fakt, że chociaż technologia przynosi nam coraz większą obfitość, nasila również problem rozwarstwienia społeczeństwa. Większe rozwarstwienie to zresztą nie jedyny potencjalny negatywny skutek nastania epoki genialnych technologii. Musimy się liczyć również z innymi wyzwaniem, nie tylko o charakterze ekonomicznym.

W miarę wkraczania w drugą epokę technologiczną zagrożenia te – zarówno o charakterze przypadkowym, jak i wynikające ze złej woli – będą się cały czas nasilać, pomimo względnego spadku znaczenia naszych pragnień i potrzeb materialnych. Coraz częściej będą nas trapić wizje różnych katastrof, poważnych zagrożeń egzystencjalnych czy tyranii, a także różnych innych zamierzonych bądź niespodziewanych skutków ubocznych rozwoju technologii.

Źródło zagrożeń stanowią już choćby gęstość i stopień złożoności

naszego cyfrowego świata. Infrastruktura cyfrowa cały czas się rozbudowuje, w jej ramach powstają kolejne wewnętrzne zależności. Internet i intranety łączą dziś już nie tylko ludzi i komputery, ale również telewizory, termostaty, alarmy przeciwwłamaniowe, przemysłowe czujniki i systemy kontrolnej, lokomotywy, samochody oraz niezliczone inne urządzenia. Wiele spośród nich przekazuje sobie nawzajem pewne informacje, w większości polegając na kilku wspólnych podsystemach, choćby na routerach odpowiedzialnych za kierowanie ruchem internetowym.

Każdy system tak złożony i tak pełny wewnętrznych zależności charakteryzuje się dwiema pokrewnymi słabościami. Po pierwsze, nawet drobny błąd może wywołać całą kaskadę nieprzewidzianych skutków o znacznie bardziej rozległym i poważnym charakterze. Z taką właśnie kaskadą zdarzeń – które socjolog Charles Perrow określił mianem „wypadku systemowego” bądź „normalnego wypadku” – mieliśmy do czynienia między innymi w 1979 roku w związku z awarią w elektrowni jądrowej Three Mile Island oraz w sierpniu 2003 roku w związku z awarią sieci elektrycznej, w wyniku której 45 milionów mieszkańców amerykańskiego Północnego Wschodu straciło zasilanie[413].

Po drugie, złożone i wewnętrznie skomplikowane systemy stanowią kuszący cel dla szpiegów, przestępców oraz wszystkich tych, którzy pragną wywołać chaos. Jako przykład można by tu podać choćby robaka komputerowego o nazwie Stuxnet, który mógł się narodzić w laboratoriach rządowych. W 2010 roku Stuxnet zakłócił funkcjonowanie co najmniej jednego irańskiego obiektu jądrowego, zmienił bowiem funkcjonowanie systemów kontrolnych zainstalowanego tam sprzętu marki Siemens. Robak dotarł na swoje strony docelowe i stamtąd rozprzestrzenił się niepostrzeżenie z komputera na komputer – a gdy dostrzegł stosowną po temu okazję, przedostał się do urządzeń Siemens i tam poczynił spustoszenie[414].

Do niedawna nasz gatunek nie posiadał zdolności do autodestrukcji. Dziś mógłby sam się zniszczyć. Co więcej, w miarę wzrostu potęgi i spadku cen technologii możliwości w tym zakresie zyskiwać będzie coraz więcej ludzi, aż w końcu staną się one rzeczą powszechną. Nie każdemu człowiekowi można przypisać zdrowy rozsądek i dobre intencje. Jak zauważa między innymi Bill Joy, rozwój inżynierii genetycznej i sztucznej inteligencji może doprowadzić do powstania samoreplikujących się bytów[415]. To by oznaczało, że pewnego dnia

ktoś gdzieś w jakimś laboratorium u siebie w piwnicy może zastosować dostępne technologie do stworzenia destrukcyjnej siły, która odmieni los całej planety. Dokonania w dziedzinie sekwencjonowania genomu stwarzają nam z jednej strony możliwość leczenia chorób, z drugiej strony jednak można je wykorzystać do stworzenia broni biologicznej na bazie wirusa ospy[416]. Samodzielnie powielać mogą się również programy komputerowe, a zwłaszcza cyfrowe wirusy. Tym samym globalna sieć może zarówno przyczyniać się do rozpowszechniania wiedzy, jak i siać zniszczenie. Fizyczne granice krzywdy, której w związku z tym może doznać człowiek, cały czas się przesuwają. Czy równie szybko będziemy zyskiwać możliwości przeciwdziałania takim destrukcyjnym zastosowaniom technologii? To pytanie z czasem będzie coraz bardziej zyskiwać na znaczeniu.

George Orwell, William Gibson i wielu innych pisarzy kreśliło i kreśli antyutopijne scenariusze, w których ludzkość traci wolność, a technologia staje się narzędziem despotycznej władzy i kontroli przepływu informacji. Eric Schmidt i Jared Cohen opisują niektóre takie technologie – a także potencjalne środki zapobiegawcze – w swojej książce zatytułowanej *The New Digital Age*. Te same narzędzia, za pomocą których można dziś precyzyjniej obserwować wydarzenia zachodzące na świecie, w rękach rządów i ich przeciwników mogą stać się narzędziem monitorowania aktywności ludzi oraz ich komunikacji. Przed poważnym problemem stajemy wtedy, gdy z jednej strony zyskujemy możliwość gromadzenia szerokiej wiedzy, z drugiej strony zaś chcemy chronić naszą prywatność przed innymi. Gdy informacja miała charakter w znacznej mierze analogowy i lokalny, pewnego rodzaju ochronę w tym zakresie gwarantowały nam już choćby prawa fizyki. W świecie cyfrowym zabezpieczenie prywatności ludzi wymaga zaangażowania specjalnie do tego powołanych instytucji, użycia odpowiednich środków, uchwalenia praw i opracowania technologii bądź norm rozstrzygających, jakie informacje mogą swobodnie krążyć, a jakie nie, jakie należy promować, a które eliminować.

Rozwój technologii może przynosić całe mnóstwo różnego rodzaju nieoczekiwanych skutków ubocznych, od uzależnienia od gier czy innych cyfrowych rozrywek aż po cyberbałkanizację grup interesów, od społecznej izolacji do degradacji środowiska[417]. Nawet pozornie korzystne wynalazki, takie jak choćby technologia, dzięki której można by znacząco wydłużyć czas trwania życia, potencjalnie mogą wywołać poważne zakłócenia o charakterze społecznym[418].

## CZY NADCHODZI CZAS OSOBLIWOŚCI?

---

Literatura science-fiction podpowiada nam również ostateczny, najbardziej osobliwy skutek rozwoju technologii, a mianowicie powstanie w pełni świadomych maszyn. Wśród autorów wizji świata, w którym komputery i roboty zyskują „prawdziwy” umysł wyróżnić można dwa nurty: utopijny i antyutopijny. Do nurtu antyutopijnego z pewnością zaliczają się filmy takie jak *Terminator* czy *Matrix*, a także liczne inne dzieła z gatunku science fiction. Tego typu opowieści dostarczają nam rozrywki, ale jednocześnie wraz z każdym kolejnym postępem technologicznym każą się zastanawiać nad prawdopodobieństwem stworzenia maszyn posiadających ludzkie zdolności. Do tego typu zdolności zalicza się niewątpliwie praca zespołowa. Czy można sobie wyobrazić, że Watson, bezobsługowy samochód Google, robot BigDog stworzony przez bostońską firmę Dynamics, a także drony i liczne inne rozumne maszyny w pewnym momencie zdecydują się podjąć ze sobą współpracę? Gdyby tak się faktycznie stało, to czy te maszyny nie doszłyby nagle do wniosku, że ludzie kiepsko je traktują – i w związku z tym nie uznałyby za stosowne po prostu się nas pozbyć? Cyfrowa armia podjęłaby z nami walkę w imię własnego przetrwania (wykorzystując być może Siri jako tłumacza, który pomagałby jej zrozumieć wroga).

W opowieściach o charakterze utopijnym ludzie nie walczą z maszynami, lecz zwierają z nimi szeregi i podłączają swoje mózgi do chmur bądź w inny sposób stają się uczestnikami tej „osobliwości technologicznej”. Powyższe pojęcie ukuł w 1983 roku pisarz science-fiction Vernor Vinge, który przewidywał: „Wkrótce stworzymy inteligencję większą od naszej własnej. (...) Gdy do tego dojdzie, ludzka historia osiągnie pewnego rodzaju osobliwy punkt, w którym nastąpi intelektualne przeobrażenie równie nieprzeniknione jak skupienie czasoprzestrzeni wewnątrz czarnej dziury. Świat wykroczy wówczas poza ramy naszego pojmowania”[\[419\]](#).

Zdaniem Vinge’a i innych drogę do powstania takiej osobliwości wytyczyło prawo Moore’a. Na skutek ciągłego podwajania mocy w końcu powstanie komputer, który będzie zdolny przetwarzać i przechowywać więcej danych niż ludzki mózg. Nie da się przewidzieć, co się stanie, kiedy już do tego dojdzie. Maszyny mogą zyskać samoświadomość, ludzie i komputery mogą ulec pełnemu



zjednoczeniu, może również dojść do jakiejś innej transformacji o zupełnie zasadniczym charakterze. Ray Kurzweil, który nie ma sobie równych, jeśli chodzi o interpretacje skutków postępu wykładniczego, napisał w 2005 roku książkę zatytułowaną *The Singularity Is Near* (wydanie polskie: *Nadchodzi osobliwość*, tłum. Eliza Chodkowska, Agnieszka Nowosielska, Kurhaus Publishing Kurhaus Media, Warszawa 2013). Stwierdził w niej, że jeśli dotychczasowe tempo rozwoju zostanie utrzymane, przemian tych należy spodziewać się około 2045 roku[420]. Na ile możliwe jest powstanie osobliwości czy Terminatora? Naprawdę nie potrafimy odpowiedzieć na to pytanie. Jeśli chodzi o technologię cyfrową, nigdy nie należy mówić nigdy. Nie ulega natomiast wątpliwości, że jeszcze długa droga przed nami.

Nadzwyczajne zdolności bezobsługowych samochodów czy superkomputera, który wygrywa w *Jeopardy!*, mogą nas wprowadzać w błąd, wzmagają w nas bowiem przekonanie, że maszyny potrafią robić to samo, co robiłyby człowiek, a tym samym sugerują, że nabierają one ludzkich cech. W rzeczywistości jednak nic takiego się nie dzieje, przynajmniej na razie. Tworzymy maszyny zdolne wykonywać te same czynności, które wykonują zwierzęta lub ludzie. Proces ich konstruowania nie przypomina jednak tego, który doprowadził do naszego powstania. Jak trafnie ujął to pionier sztucznej inteligencji Frederick Jelinek, „samoloty nie machają skrzydłami”[421].

To niewątpliwie prawda, że naukowcy, inżynierowie i inni innowatorzy często podpatrują biologię. Błędem byłoby jednak sądzić, że tak się dzieje zawsze albo że najważniejsze najnowsze dokonania w zakresie sztucznej inteligencji powstały dzięki naśladowaniu biegu ludzkich myśli. Dziennikarz Stephen Baker przez rok obserwował prace zespołu pracującego nad Watsonem, gromadząc materiały do swojej książki *Final Jeopardy!* Doprowadziło go to do następującego wniosku: „Programując Watsona, zespół IBM nie zastanawiał się specjalnie nad funkcjonowaniem ludzkiego mózgu. Podobieństwa do mózgu mają jedynie pobieżny charakter i wynikają z przypadku”[422].

W trakcie gromadzenia materiałów do tej książki mieliśmy wielokrotnie okazję słyszeć podobne opinie z ust większości innowatorów, z którymi rozmawialiśmy. Większość z nich bynajmniej nie podejmowała próby odkrycia tajemnic ludzkiej świadomości ani też nie próbowała zrozumieć w pełni ludzkiego procesu myślenia. Ich działania skupiały się na rozwiązywaniu problemów i wykorzystywaniu możliwości. W ten sposób od czasu do czasu udawało im się stworzyć

technologię, dzięki której maszyna zyskiwała kompetencje czy umiejętności podobne do ludzkich. Same zaś narzędzia nie miały nic wspólnego z człowiekiem. Najogólniej rzecz ujmując, sztuczna inteligencja sprawia wrażenie inteligentnej, ale to jedynie pozorne podobieństwo. W przyszłości jednak to się może zmienić. Niewykluczone, że zaczniemy tworzyć cyfrowe narzędzia w większym stopniu podobne do naszego umysłu. Zupełnie możliwe, że wykorzystamy do tego celu nieustannie doskonalone techniki skanowania i mapowania mózgu. Jeśli tak się stanie, cyfrowy umysł z całą pewnością stanie się wsparciem dla naszego. Możliwe, że oba te umysły ulegną zjednoczeniu. Możliwe też, że ta nowa forma zyska samoświadomość.

## PRZEZNACZENIE

---

My pozostajemy optymistami, nawet w obliczu wszystkich czekających nas wyzwań – natury ekonomicznej, infrastrukturalnej, biologicznej, społecznej i egzystencjalnej. Parafrazując słowa Martina Luthera Kinga, Jr., chcielibyśmy powiedzieć, że łuk historii jest długi, ale wygina się w kierunku sprawiedliwości[423]. Naszym zdaniem taki pogląd znajduje potwierdzenie w faktach. Z naszych obserwacji wynika, że z czasem nie tylko zyskujemy kolejne dobra materialne, ale – w ujęciu ogólnym – zaznajamamy też większej wolności i sprawiedliwości społecznej, a także mniej przemocy. Warunki życia ludzi znajdujących się w trudnej sytuacji ulegają poprawie, a coraz więcej ludzi zyskuje nowe możliwości.

W *Opowieści Wigilijnej* Charlesa Dickensa Duch Przyszłych Świąt wskazuje na nagrobek Scrooge'a, a ten wówczas pyta: „Czy to być musi, czy tylko może?”. W przypadku technologii i przyszłej rzeczywistości z pewnością należałoby wybrać tę drugą opcję. Technologia tworzy nam możliwości i daje potencjał, ostateczny kształt przyszłości zależeć będzie jednak od tego, jakich dokonamy wyborów. Naszym udziałem stać się może bezprecedensowa obfitość i wolność, ale możemy też sprowadzić na siebie katastrofę, jakiej ludzkość jeszcze nigdy nie doświadczyła.

Tworzymy technologie, dzięki którym możemy w istotnym stopniu zmieniać świat. Wraz z tą potęgą spada na nas jednak również większa odpowiedzialność. Nie uważamy się za technologicznych deterministów i dlatego trzy ostatnie rozdziały tej książki poświęciliśmy na

formułowanie zaleceń, które naszym zdaniem zwiększają szanse na stworzenie społeczeństwa wspólnie korzystającego z narastającego dobrobytu.

W długim okresie staniemy jednak przed poważnymi pytaniami, które wykraczać będą poza zagadnienie wzrostu gospodarczego. W miarę jak maszyny będą przejmować kolejne zadania, ludzie zyskają więcej czasu na inne formy aktywności – nie tylko na odpoczynek i rozrywkę, ale również na poszukiwanie głębszej satysfakcji, której źródło stanowią mogą wynalazki i poszukiwania, kreatywność i budowanie nowych rzeczy, a także miłość, przyjaźń i poczucie wspólnoty. Nie mamy dziś zbyt wielu formalnych mierników tego typu wartości i niewykluczone, że nigdy nie uda nam się ich stworzyć. Same zjawiska będą jednak zyskiwać na znaczeniu, w miarę stopniowego zaspokajania kolejnych naszych potrzeb o charakterze ekonomicznym. Pierwsza epoka technologiczna pozwoliła nam uwolnić siłę drżącą w wiązaniach chemicznych, dzięki czemu mogliśmy przeistoczyć nasz fizyczny świat. Druga epoka technologiczna niesie ze sobą obietnicę uwolnienia potencjału ludzkiego geniuszu.

Czy uda nam się odnieść sukces, to zależy nie tylko od naszych wyborów technologicznych, ale również od tego, jakie nowe organizacje i instytucje będziemy tworzyć. Ponieważ granice naszych możliwości cały czas się przesuwają, coraz większe znaczenie zyskują przyświecające nam *wartości*. Czy postawimy na szerokie upowszechnianie informacji, czy też wybierzemy ścisłą ich kontrolę? Czy zdecydujemy się na powszechny podział bogactwa? W jaki sposób i w jakim stopniu będziemy nagradzać naszych wynalazców? Czy uda nam się budować bliskie relacje z innymi i żywe społeczności? Czy wszyscy będą mieli szansę odkrywać, tworzyć i cieszyć się pełnią życia?

W drugiej epoce technologicznej będziemy się musieli jeszcze dogłębniej zastanowić nad tym, czego tak naprawdę chcemy i jakie wyznajemy wartości – zarówno na poziomie indywidualnym, jak i społecznym. Nasze pokolenie odziedziczyło po przodkach więcej możliwości przeobrażania świata, niż oni sami kiedykolwiek mieli. To niewątpliwie powód do optymizmu, pod warunkiem wszakże, że będziemy w stanie dokonywać rozsądnych wyborów.

Technologia nie jest naszym przeznaczeniem. O swoim przyszłym losie będziemy decydować sami.

# PODZIĘKOWANIA

O powstawaniu tej książki można by opowiedzieć historię ogólną i szczegółową. W każdej z nich występuje wielu bohaterów, niektórzy przewijają się nawet w obu.

Ogólna historia opowiada o naszych badaniach nad naturą postępu w dziedzinie technologii cyfrowych oraz jego gospodarczo-społecznymi konsekwencjami. W związku z tymi pracami prowadziliśmy rozmowy z dwoma grupami ekscentryków (słowo to pada z naszych ust jako najwyższy komplement): tych zajmujących się ekonomią oraz innymi naukami społecznymi oraz tych, którzy tworzą technologie. Do tej pierwszej grupy zaliczają się: Susan Athey, David Autor, Zoe Baird, Nick Bloom, Tyler Cowen, Charles Fadel, Chrystia Freeland, Robert Gordon, Tom Kalil, Larry Katz, Tom Kochan, Frank Levy, James Manyika, Richard Murnane, Robert Putnam, Paul Romer, Scott Stern, Larry Summers oraz Hal Varian. Wszyscy oni w istotnym stopniu wpłynęli na nasze zapatrywania. Drugą kategorię tworzą zaś: Chris Anderson, Rod Brooks, Peter Diamandis, Ephraim Heller, Reid Hoffman, Jeremy Howard, Kevin Kelly, Ray Kurzweil, John Leonard, Tod Loofbourrow, Hilary Mason, Tim O'Reilly, Sandy Pentland, Brad Templeton oraz Vivek Wadhwa. Wszyscy ci ludzie szczerze dzielili się z nami swoim czasem i wykazywali się wyrozumiałością wobec naszych pytań. My z kolei staraliśmy się jak najlepiej zrozumieć to, co mieli nam do powiedzenia – i przepraszamy za wszelkie błędy, które mogliśmy popełnić, przytaczając ich opinie w tej książce.

Niektórzy przedstawiciele tych grup mieli okazję spotykać się podczas serii niezwykłych lunchów organizowanych na MIT przez Johna Leonarda, Franka Levy'ego, Danielę Rus oraz Seta Tellera. Spotykali się podczas nich pracownicy wydziału ekonomii Sloan School of Management oraz naukowcy z Laboratorium Nauk Komputerowych i Sztucznej Inteligencji. Rozmawiali dokładnie o tym, co nas najbardziej interesowało. Podczas tych spotkań toczyła się więc prawdziwie interdyscyplinarna debata, która miała na celu wyłącznie zaspokojenie naszej ciekawości, wolna od jakichkolwiek ograniczeń typowych dla aktywności akademickiej.

Te lunche najlepiej świadczą o tym, że sam MIT również odegrał istotną rolę w historii ogólnej powstania tej książki. Stał się domem dla

naszej aktywności zawodowej, za co jesteśmy wdzięczni zarówno Sloan School of Management jako takiej, jak i jej dziekanowi Davidowi Schmittleinowi oraz prodziekanowi S. P. Kothariemu. MIT to miejsce, które z racji potęgi pracujących tam umysłów musi budzić pokorę, ale dzięki wielkim sercom ludzi tworzy wspaniałą atmosferę.

Historia szczegółowa tej książki rozpoczyna się od pytania, które zadał nam Raphael Sagalyn – ten sam, którego wkrótce mieliśmy okazję poznać jako niesamowitego agenta literackiego (przedstawiła nam go Joan Powell, równie błyskotliwa agentka odpowiedzialna za organizację wystąpień publicznych Andy’ego). Rafe zastanawiał się mianowicie, czy nie zechcielibyśmy wykorzystać naszego krótkiego e-booka *Race Against the Machine* (wydanego nakładem własnym) jako kanwy dla prawdziwej książki, takiej z prawdziwym wydawcą i redaktorem, takiej w twardej oprawie – jako kanwy dla dzieła. Będąc profesjonalistą, Rafe nie użył w swojej wypowiedzi słowa „prawdziwa”, ale my i tak doskonale wiedzieliśmy, o co mu chodzi.

Zaintrygowało nas to, ponieważ nawet po zakończeniu prac nad *Race Against the Machine* nie mogliśmy przestać myśleć i dyskutować o zawartych tam spostrzeżeniach. Prawdę powiedziawszy, ta elektroniczna publikacja tylko wzmogła nasze zainteresowanie zagadnieniem postępu technologicznego oraz jego ekonomicznych konsekwencji. Z dużą przyjemnością oddawaliśmy się kolejnym rozmowom, które w związku z nią toczyliśmy z ludźmi z całego świata. Wkrótce więc postanowiliśmy podjąć współpracę z Rafem i przekonać się, czy wydawcy głównego nurtu podzielają nasze zainteresowanie tym tematem.

Co dość niesamowite, okazało się, że dzielali. W ten sposób poznaliśmy naszego redaktora Brendana Curry’ego oraz jego współpracowników z wydawnictwa W.W. Norton. Pracując pod ogromną presją czasu, Brendan i dwoje jego współpracowników, Mitchell Kohles i Tara Powers, nadali naszemu rękopisowi odpowiedni kształt. Jesteśmy im wdzięczni za wnikliwość i wszystkie rady, które pomimo pośpiechu formułowali w niezwykle umiejętny sposób.

Na skrzyżowaniu naszych ogólnych zainteresowań i konkretnych wymogów związanych z pisaniem książki pojawili się również nasi współpracownicy, a także nasze rodziny i przyjaciele. Im również jesteśmy do zgonnie wdzięczni. Aby umożliwić nam bliższe zapoznanie się z technologiami, o których zamierzaliśmy pisać, Dave Ferruci i jego współpracownicy z firmy IBM sprowadzili na uczelnię Watsona. Rod

Brooks przedstawił nam humanoidalnego robota Baxtera, a Carl Bass z siedziby głównej firmy Autodesk włożył nam w dłonie całe mnóstwo przedmiotów wykonywanych techniką druku 3D. Betsy Masiello i Hal Varian dołożyli starań, abyśmy mogli przejechać się bezobsługowym samochodem firmy Google. Pragniemy też podziękować wszystkim naszym studentom, z którymi mieliśmy okazję omawiać wiele kwestii wspomnianych w tej książce i jeszcze więcej takich, których już nie daliśmy rady zmieścić.

Na szczególne podziękowania zasługuje nasz zespół Digital Frontier, samozwańcza grupa ludzi dzielących nasze zainteresowania. Jej członkowie spotykają się co jakiś czas, żeby formułować, wymieniać i dopracowywać pomysły, z których wiele trafiło na karty tej książki. Matt Beane, Greg Gimpel, Shan Huang, Heekyung Kim, Tod Loofbourrow, Frank MacCrary, Max Novendstern, Joo Hee Oh, Shachar Reichman, Guillaume Saint Jacques, Michael Schrage, Dipak Shetty, Gabriel Unger oraz George Westerman pomogli nam w naszych badaniach granic cyfrowego świata. Matt i Dipak poszli nawet o krok dalej, wspierając nas w tworzeniu licznych spośród wykresów prezentowanych w tej książce. Dodatkowy wysiłek podjęli również Gabriel, George, Greg, Michael i Tod, którzy przedstawili nam bardzo konkretne uwagi do rękopisu. Max poświęcił wiele godzin, weryfikując w trybie pilnym różne fakty. Poza tym pragniemy podziękować Meghan Hennessey, która zdołała zapanować nad ciągle się napinającym terminarzem Erika. Na wyrazy uznania zasłużyła też Martha Pavlakis za siłę, odwagę i wdzięk w zwycięskiej walce z rakiem – ponieważ przypomniła nam, co jest w życiu naprawdę ważne. Esther Simmons pomogła Andy’emu zachować poczucie czasu, rodzina uchroniła go przed odejściem od zmysłów, a Tatiana Lingos-Webb raz po raz przywoływała uśmiech na jego twarz (nie zawsze było łatwo).

Na podziękowania, których nie da się wyrazić słowami, zasługują również nasi współpracownicy z Center for Digital Business przy MIT oraz Initiative on the Digital Economy. Dzięki Tammy Buzzell i Justinowi Lockenwitzowi wszystko chodziło jak w zegarku, a dyrektor wykonawczy David Verrill nieustannie nas zadziwiał – ten człowiek potrafi dokonać naprawdę wiele, sprawiając przy tym wrażenie, jak gdyby przychodziło mu to z niezwykłą łatwością. Już o tym wspominaliśmy, ale napiszemy to raz jeszcze: bez względu na to, jak zaawansowane kompetencje i umiejętności zyska kiedyś technologia, jemu i tak nigdy nie dorówna.

# ŹRÓDŁA ILUSTRACJI

Rysunek 1.1 oraz 1.2 Wartości dotyczące dokonań społecznych człowieka – na podstawie książki: Ian Morris, *Why the West Rules... For Now: The Patterns of History, and What They Reveal About the Future*, Picador, New York 2011. Liczebność ludności świata oszacowano na podstawie szacunków U.S. Census Bureau, *Historical Estimates of World Population*, [http://www.census.gov/population/international/data/worldpop/table\\_hi](http://www.census.gov/population/international/data/worldpop/table_hi)  
Liczebność populacji świata w 2000 roku podano na podstawie CIA World Factbook.

3.1 Opracowanie własne autorów

3.2 Opracowanie własne autorów

3.3 Prędkości superkomputerów:

[http://www.riken.jp/en/pr/publications/riken\\_research/2006/](http://www.riken.jp/en/pr/publications/riken_research/2006/)

<http://www.intel.com/pressroom/kits/quickrefyr.htm>

<http://www.green500.org/home.php>

Koszty twardych dysków:

[http://www.riken.jp/en/pr/publications/riken\\_research/2006/](http://www.riken.jp/en/pr/publications/riken_research/2006/)

<http://www.intel.com/pressroom/kits/quickrefyr.htm>

<http://www.green500.org/home.php>

Wydajność energetyczna superkomputerów:

<http://ed-thelen.org/comp-hist/CRAY-1-HardRefMan/CRAY-1-HRM.html>

<http://www.green500.org/home.php>

Liczba tranzystorów w jednym chipie:

<http://www.intel.com/pressroom/kits/quickrefyr.htm>

Prędkość pobierania danych:

<http://www.akamai.com/stateoftheinternet/>

7.1 U.S. Bureau of Economic Analysis

7.2 Chad Syverson, *Will History Repeat Itself? Comments on 'Is the Information Technology Revolution Over?'* „International Productivity Monitor” 25 (2013), s. 37–40. John W. Kendrick, *Productivity Trends in the United States*, National Bureau of Economic Research, 1961. David M. Byrne, Stephen D. Oliner, Daniel E. Sichel, *Is the Information Technology Revolution Over?*, „International Productivity Monitor” 25 (wiosna 2013), s. 20–36.

9.1 <http://research.stlouisfed.org/fred2/graph/?id=USARGDPC>

<http://www.census.gov/hhes/www/income/data/historical/people/>

9.2 D. Acemoglu, David Autor , *Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings*, „Handbook of Labor Economics” 4 (2011), s. 1043–1171.

9.3 <http://research.stlouisfed.org/fred2/graph/?id=GDPCA>

<http://research.stlouisfed.org/fred2/graph/?id=A055RC0A144NBEA>

<http://research.stlouisfed.org/fred2/graph/?id=W270RE1A156NBEA>

10.1 B/D

11.1 <http://research.stlouisfed.org/fred2/series/USPRIV>

<http://research.stlouisfed.org/fred2/graph/?id=USARGDPH>



[1] Ian Morris, *Why the West Rules – For Now: The Patterns of History, and What They Reveal About the Future*, Farrar, Straus and Giroux, New York 2010, s. 73.

[2] Ibid., s. 74.

[3] Ibid., s. 71.

[4] Ibid., s. 112.

[5] Karl Jaspers, *The Origin and Goal of History*. Translated From the German by Michael Bullock (London: Routledge K. Paul, 1953), p. 51.

[6] *Major Religions of the World Ranked by Number of Adherents*, 2007, [http://www.adherents.com/Religions\\_By\\_Adherents.html/](http://www.adherents.com/Religions_By_Adherents.html/).

[7] Anne Rooney, *Fascynująca matematyka*, tłum. Anna Wierzbicka, Bellona, Warszawa 2011.

[8] Morris, *Why the West Rules–For Now*, s. 142.

[9] Morris rozpatruje dokonania społeczne przez pryzmat czterech czynników: wydajność energetyczna (ilość kalorii na osobę, które udaje się uzyskać ze środowiska na potrzeby odżywiania się, zapewnienia schronienia, handlu, przemysłu, rolnictwa czy transportu), organizacja (rozmiary największego miasta), możliwości wojskowe (liczebność armii, siła i szybkość rażenia broni, kompetencje logistyczne itp.) oraz technologia informacyjna (stopień zaawansowania dostępnych narzędzi służących do przekazywania i przetwarzania informacji oraz zakres ich wykorzystania). Każdy z tych czynników przelicza się na wskaźnik, którego wartość zmienia się w czasie w skali od 0 do 250. Ogólna ocena dokonania społecznego stanowi zatem po prostu sumę tych czterech liczb. Morris pragnął dokonać porównania między Zachodem (do którego zaliczał w różnych okresach Europę, Mezopotamię oraz Amerykę Północną, w zależności od bieżącego stopnia zaawansowania rozwoju) ze Wschodem (Chiny oraz Japonia), dokonał więc odrębnych obliczeń dla każdego z tych obszarów w czasie od 14 000 lat przed naszą erą do roku 2000 naszej ery. W 2000 roku Wschód dominował tylko pod względem organizacji (ponieważ Tokio było największym miastem świata), a ogólny poziom jego dokonań społecznych został oceniony na 564,83. Zachód uzyskał w 2000 roku wynik 906,37. My wyciągniemy średnią z tych dwóch wartości.

[10] Louis C. Hunter, Eleutherian Mills-Hagley Foundation, *A History of Industrial Power in the United States, 1780– 1930: Steam Power*, University

Press of Virginia, Charlottesville 1979, s. 601–30.

[11] Morris, *Why the West Rules—For Now*, s. 497.

[12] My będziemy utożsamiać pierwszą epokę maszyny z rewolucją przemysłową. Warto jednak podkreślić, że dla niektórych historyków gospodarki pojęcie to odnosi się do czasów gwałtownego rozwoju technologii, który miał miejsce pod koniec XIX oraz na początku XX wieku. Okres ten bywa również nazywany drugą epoką przemysłową – i właśnie taką terminologią my będziemy posługiwać się w dalszych rozdziałach.

[13] Ibid., s. 492.

[14] Martin L. Weitzman, *Recombinant Growth*, „Quarterly Journal of Economics” 113, no. 2 (1998), s. 331–60.

[15] Bjørn Lomborg, *The Skeptical Environmentalist: Measuring the Real State of the World*, Cambridge University Press, Cambridge 2001, s. 165.

[16] Frank Levy, Richard J. Murnane, *The New Division of Labor: How Computers Are Creating the Next Job Market*, Princeton University Press, Princeton 2004.

[17] W okresie poprzedzającym kryzys, który rozpoczął się w 2007 roku, banki udzielały kredytów hipotecznych ludziom z coraz niższą zdolnością kredytową, dysponującym coraz niższymi dochodami i majątkiem, za to coraz bardziej zadłużonym. Musiały w związku z tym albo stworzyć nowe algorytmy rozpatrywania wniosków kredytowych, albo ignorować wyniki działania tych dotychczasowych. Problem nie polegał na tym, że stare algorytmy kredytowe przestały działać, lecz na tym, że przestały być wykorzystywane.

[18] Michael Polanyi, *The Tacit Dimension*, University of Chicago Press, Chicago 2009, s. 4.

[19] Joseph Hooper, *DARPA's Debacle in the Desert*, „Popular Science”, 4 czerwca 2004, <http://www.popsci.com/scitech/article/2004-06/darpa-grand-challenge-2004darpas-debacle-desert>.

[20] Mary Beth Griggs, *4 Questions About Google's Self-Driving Car Crash*, „Popular Mechanics”, 11 sierpnia 2011, <http://www.popularmechanics.com/cars/news/industry/4-questions-about-googles-self-driving-car-crash>; John Markoff, *Google Cars Drive Themselves, in Traffic*, „New York Times”, 9 października 2010, <http://www.nytimes.com/2010/10/10/science/10google.html>.

[21] Ernest Hemingway, *The Sun Also Rises*, HarperCollins, New York 2012, s. 72.

[22] Levy, Murnane, *The New Division of Labor*, s. 29.

[23] *Siri Is Actually Incredibly Useful Now*, Gizmodo, <http://gizmodo.com/5917461/siri-is-better-now> (dostęp: 4 sierpnia 2013).

[24] Ibid.

[25] *Minneapolis Street Test: Google Gets a B+, Apple's Siri Gets a D, Apple 2.0 – Fortune Tech*, CNNMoney, <http://tech.fortune.cnn.com/2012/06/29/minneapolis-street-test-google-gets-a-b-apples-siri-gets-a-d/> (dostęp: 23 czerwca 2013).

[26] Ning Xiang, Rendell Torres, *Architectural Acoustics and Signal Processing in Acoustics: Topical Meeting on Spatial and Binaural Evaluation of Performing Arts Spaces I: Measurement Techniques and Binaural and Interaural Modeling*, 2004, <http://scitation.aip.org/getpdf/servlet/GetPDFServlet?filetype=pdf&id=JASMAN000116000004>.

[27] Cytat za: John Markoff, *Armies of Expensive Lawyers, Replaced by Cheaper Software*, „New York Times”, 4 marca 2011, [http://www.nytimes.com/2011/03/05/science/05legal.html?pagewanted=all&\\_r=0](http://www.nytimes.com/2011/03/05/science/05legal.html?pagewanted=all&_r=0).

[28] Spring Cleaning for Some of Our APIs, The Official Google Code Blog, 3 czerwca 2011, <http://googlecode.blogspot.com/2011/05/spring-cleaning-for-some-of-our-apis.html>.

[29] Douglas Adams, *Autostopem przez galaktykę*, tłum. Paweł Wieczorek, Zysk i S-ka, Poznań 1994.

[30] Osobista komunikacja z Sarą Budą, wiceprezesem Lionbridge ds. relacji z inwestorami i rozwoju korporacyjnego, wrzesień 2011.

[31] *Top 10 TV Ratings /Top 10 TV Shows /Nielsen*, Evernote, 18 sierpnia 2012, <https://www.evernote.com/shard/s13/sh/a4480367-9414-4246-bba4-d588d60e64ce/bb3f380315cd10deef79e33a88e56602> (dostęp: 23 czerwca 2013).

[32] Ściślej rzecz biorąc, Trebek przedstawia odpowiedź, do której uczestnicy programu muszą zadać pytanie.

[33] *Meet Watson, the Jeopardy!-Playing Computer*, TV.com, 1 grudnia 2004,

<http://www.tv.com/news/meet-watson-the-jeopardy-playing-computer-25144/>.

[34] *What's The Most Money Won On Jeopardy?*, Celebrity Net Worth, 20 maja 2010, <http://www.celebritynetworth.com/articles/entertainment-articles/whats-the-most-money-won-o/>.

[35] Stephen Baker, *Final Jeopardy: Man Vs. Machine and the Quest to Know Everything*, Houghton Mifflin Harcourt 2011, s. 19.

[36] *IBM and 'Jeopardy!' Relive History With Encore Presentation of 'Jeopardy!'*, Did You Know... 2013, <http://www.jeopardy.com/showguide/abouttheshow/showhistory/>.

[37] Wyniki Watsona i graczy-ludzi zostały zaczerpnięte z: Willy Shih, *Building Watson: Not So Elementary, My Dear!*, Harvard Business School Case 612-017, wrzesień 2011 (aktualizacja: lipiec 2012), <http://hbr.org/product/building-watson-not-so-elementary-my-dear/an/612017-PDF-ENG>.

[38] Badania własne autorów.

[39] Ken Jennings, *My Puny Human Brain*, „Stale”, 16 lutego 2011, [http://www.slate.com/articles/arts/culturebox/2011/02/my\\_puny\\_human\\_br](http://www.slate.com/articles/arts/culturebox/2011/02/my_puny_human_br)

[40] Isaac Asimov, „The Vocabulary of Science Fiction”, w: *Asimov on Science Fiction*, Doubleday, New York 1981, s. 69.

[41] *The Robot Panic of the Great Depression*, „Stale”, 29 listopada 2011, <http://www.slate.com/slideshows/technology/the-robot-panic-of-the-great-depression.html> (dostęp: 23 czerwca 2013).

[42] *Isaac Asimov Explains His Three Laws of Robots*, Open Culture, 31 października 2012, [http://www.openculture.com/2012/10/isaac\\_asimov\\_explains\\_his\\_three\\_laws\\_of\\_robotics.html](http://www.openculture.com/2012/10/isaac_asimov_explains_his_three_laws_of_robotics.html) (dostęp: 23 czerwca 2013).

[43] Brian Lam, *Honda ASIMO vs. Slippery Stairs*, 11 grudnia 2006, <http://gizmodo.com/220771/honda-asimo-vs-slippery-stairs?op=showcustomobject&postId=220771&item=0>.

[44] Hans Moravec, *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence*, Harvard University Press, Cambridge 1988, s. 15.

[45] *Moravec's Paradox*, Wikipedia, the Free Encyclopedia, 28 kwietnia 2013, [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Moravecpercent27s\\_paradox&oldid=540679203](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Moravecpercent27s_paradox&oldid=540679203).

Do kompetencji senso-motorycznych zaliczyć należy wszystkie umiejętności związane z odbiorem bodźców ze świata fizycznego oraz kontrolowaniem ruchów w jego obrębie.

[46] Steven Pinker, *The Language Instinct*, HarperPerennial ModernClassics, New York 2007, s. 190–91.

[47] Christopher Drew, *For iRobot, the Future Is Getting Closer*, „New York Times”, 2 marca 2012, <http://www.nytimes.com/2012/03/03/technology/for-irobot-the-future-is-getting-closer.html>.

[48] Danielle Kucera, *Amazon Acquires Kiva Systems in Second-Biggest Takeover*, „Bloomberg”, 19 marca 2012, <http://www.bloomberg.com/news/2012-03-19/amazon-acquires-kiva-systems-in-second-biggest-takeover.html> (dostęp: 23 czerwca 2013).

[49] Marc DeVidts, *First Production Run of Double Has Sold Out!*, 16 sierpnia 2012, <http://blog.doublerobotics.com/2012/8/16/welcome-double-update>.

[50] DARPA Robotics Challenge, b.d., [http://www.darpa.mil/Our\\_Work/TTO/Programs/DARPA\\_Robotics\\_Challenge.a](http://www.darpa.mil/Our_Work/TTO/Programs/DARPA_Robotics_Challenge.a).

[51] DARPA, *Broad Agency Announcement DARPA Robots Challenge Tactical Technology Office*, 10 kwietnia 2012, <http://www.fbo.gov/utills/view?id=74d674ab011d5954c7a46b9c21597f30>.

[52] Na przykład: Philips Vital Signs Camera, b.d., <http://www.vitalsignscamera.com/>; Steve Casimiro, *2011 Best Outdoor iPhone Apps – Best Weather Apps*, b.d., <http://www.adventure-journal.com/2011-best-outdoor-iphone-apps-%E2%80%94-94-best-weather-apps/>; iSeismometer, b.d., <https://itunes.apple.com/us/app/iseismometer/id304190739?mt=8>.

[53] SoLoMo, Schott’s Vocab Blog, <http://schott.blogs.nytimes.com/2011/02/22/solomo/> (dostęp: 23 czerwca 2013).

[54] SCiGen – *An Automatic CS Paper Generator*, dostęp: 14 września 2013, <http://pdos.csail.mit.edu/scigen/>.

[55] Herbert Schlangemann, „Towards the Simulation of E-commerce”, w: *Proceedings of the 2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering*, vol. 5, CSSE 2008, IEEE Computer Society, Washington

2008, 1144– 47, doi:10.1109/CSSE.2008.1.

[56] Narrative Science, *Forbes Earnings Preview: H.J. Heinz*, 24 sierpnia 2012, <http://www.forbes.com/sites/narrativescience/2012/08/24/forbes-earnings-preview-h-j-heinz-3/>.

[57] *How Stereolithography 3-D Layering Works*, HowStuffWorks, <http://computer.howstuffworks.com/stereolith.htm> (dostęp: 4 sierpnia 2013).

[58] Claudine Zap, *3D Printer Could Build a House in 20 Hours*, 10 sierpnia 2012, <http://news.yahoo.com/blogs/sideshow/3d-printer-could-build-house-20-hours-224156687.html>; por. także Samantha Murphy, *Woman Gets Jawbone Made By 3D Printer*, 6 lutego 2012, <http://mashable.com/2012/02/06/3d-printer-jawbone/>; *Great Ideas Soar Even Higher with 3D Printing*, 2013, <http://www.stratasys.com/resources/case-studies/aerospace/nasa-mars-rover>.

[59] G. E. Moore, *Cramming More Components onto Integrated Circuits*, „*Electronics*” 38, no. 8 (19 kwietnia 1965), s. 114–17, doi:10.1109/jproc.1998.658762.

[60] Ibid.

[61] Ponieważ 29 równa się 512.

[62] Michael Kanellos, *Moore’s Law to Roll on for Another Decade*, CNET, <http://news.cnet.com/2100-1001-984051.html> (dostęp: 26 czerwca 2013).

[63] Rick Merritt, *Broadcom: Time to Prepare for the End of Moore’s Law*, „*EE Times*”, 23 maja 2013, [http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1263256](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1263256).

[64] Adam Sneed, *A Brief History of Warnings About the Demise of Moore’s Law*, blog Future Tense , Slate.com, 3 maja 2012, [http://www.slate.com/blogs/future\\_tense/2012/05/03/michio\\_kako\\_and\\_a\\_bi](http://www.slate.com/blogs/future_tense/2012/05/03/michio_kako_and_a_bi) (dostęp: 26 czerwca 2013).

[65] *Moore’s Law: The Rule That Really Matters in Tech*, CNET, 15 października 2012, [http://news.cnet.com/8301-11386\\_3-57526581-76/moores-law-the-rule-that-really-matters-in-tech/](http://news.cnet.com/8301-11386_3-57526581-76/moores-law-the-rule-that-really-matters-in-tech/).

[66] H. J. R Murray, *A History of Chess*, Benjamin Press, Northampton 1985.

[67] Ray Kurzweil, *The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence*, Penguin, London 2000, s. 36.

[68] Por. [http://www.cuug.ab.ca/~branderr/pmc/012\\_coal.html](http://www.cuug.ab.ca/~branderr/pmc/012_coal.html) (dostęp: 23 września 2013).

[69] Ionut Arghire, *The Petaflop Barrier Is Down, Going for the Exaflop?*, Softpedia, 10 czerwca 2008, <http://news.softpedia.com/news/The-Petaflop-Barrier-Is-Down-Going-for-the-Exaflop-87688.shtml>.

[70] Mnożenie 62,34 przez 24358,9274 to przykład operacji zmiennoprzecinkowej. W przypadku tego typu operacji przecinek może się „zmieniać”, nie pozostaje w tym samym miejscu dla obu liczb.

[71] *The Tops in Flops*, Scribd, <http://www.scribd.com/doc/88630700/The-Tops-in-Flops> (dostęp: 26 czerwca 2013).

[72] Matt Gemmell, *iPad Multi-Touch*, 9 maja 2010, <http://mattgemmell.com/2010/05/09/ipad-multi-touch/>.

[73] *Company News; Cray to Introduce A Supercomputer*, „New York Times”, 11 lutego 1988, <http://www.nytimes.com/1988/11/02/business/company-news-cray-to-introduce-a-supercomputer.html> (dostęp: 26 czerwca 2013).

[74] Thomas Fine, *The Dawn of Commercial Digital Recording*, „ARSC Journal” 39 (wiosna 2008), s. 1–17; Jurrien Raif, *Steven Sasson Named to CE Hall of Fame*, Let’s Go Digital, 18 września 2007, <http://www.letsgodigital.org/en/16859/ce-hall-of-fame/>.

[75] *Hendy’s Law*, Nida Javed, 7 grudnia 2012, <http://prezi.com/v-rooknipogx/hendys-law/>.

[76] Josep Aulinas i in., „The SLAM Problem: A Survey”, w: *Proceedings of the 2008 Conference on Artificial Intelligence Research and Development: Proceedings of the 11th International Conference of the Catalan Association for Artificial Intelligence*, IOS Press, Amsterdam 2008), s. 363– 71, <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1566899.1566949>.

[77] Dylan McGrath, *Teardown: Kinect Has Processor after All*, „EE Times”, 15 listopada 2010, <http://www.eetimes.com/electronics-news/4210757/Teardown-Kinect-has-processor-after-all>.

[78] *Microsoft Kinect Sales Top 10 Million, Set New Guinness World Record*, Mashable, 9 marca 2011, <http://mashable.com/2011/03/09/kinect-10-million/> (dostęp: 26 czerwca 2013).

[79] *Xbox Kinect’s Game Launch Lineup Revealed*, Mashable, 18 października 2010, <http://mashable.com/2010/10/18/kinect-launch-games/> (dostęp: 26

czerwca 2013).

[80] *KinectFusion: The Self-Hack That Could Change Everything*, The Creators Project, 18 sierpnia 2011, <http://thecreatorsproject.vice.com/blog/kinectfusion-the-self-hack-that-could-change-everything> (dostęp: 26 czerwca 2013).

W tym przypadku określenie „hack” należy rozumieć jako próbę dojścia do istoty sprzętu cyfrowego i wykorzystania go w nieortodoksyjnym celu. „Self-hack” to tego rodzaju próba podjęta przez firmę będącą twórcą danego sprzętu.

[81] Sarah Kessler, *KinectFusion HQ – Microsoft Research*, <http://research.microsoft.com/apps/video/dl.aspx?id=152815> (dostęp: 26 czerwca 2013).

[82] *Microsoft’s KinectFusion Research Project Offers Real-time 3D Reconstruction, Wild AR Possibilities*, Engadget, 9 sierpnia 2011, <http://www.engadget.com/2011/08/09/microsofts-kinectfusion-research-project-offers-real-time-3d-re/> (dostęp: 26 czerwca 2013).

[83] Thomas Whelan i in., *Kintinuous: Spatially Extended KinectFusion*, b.d., <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/71756/MIT-CSAIL-TR-2012-020.pdf;sequence=1>.

[84] Brett Solomon, *Velodyne Creating Sensors for China Autonomous Vehicle Market*, Technology Tell, July 5, 2013, <http://www.technologytell.com/in-car-tech/4283/velodyne-creating-sensors-for-china-autonomous-vehicle-market/>.

[85] Nick Wingfield, Brian X. Chen, *Apple Keeps Loyalty of Mobile App Developers*, „New York Times”, 10 czerwca 2012, <http://www.nytimes.com/2012/06/11/technology/apple-keeps-loyalty-of-mobile-app-developers.html>.

[86] *How Was the Idea for Waze Created?*, <http://www.waze.com/faq/> (dostęp: 27 czerwca 2013).

[87] Daniel Feldman, *Waze Hits 20 Million Users!*, 5 lipca 2012, <http://www.waze.com/blog/waze-hits-20-million-users/>.

[88] Carl Shapiro, Hal R. Varian, *Potęga informacji. Strategiczny przewodnik po gospodarce sieciowej*, tłum. Agnieszka Sobolewska, Cezar Matkowski, Katarzyna Masłowska, Helion, Gliwice 2007, s. 15.



[89] Jules Verne, *Works of Jules Verne*, V. Parke, New York 1911,  
<http://archive.org/details/worksofjulesvern01vernuoft>.

[90] Carl Shapiro, Hal R. Varian, *Potęga informacji. Strategiczny przewodnik po gospodarce sieciowej*, tłum. Agnieszka Sobolewska, Cezar Matkowski, Katarzyna Masłowska, Helion, Gliwice 2007, s. 35.

[91] *Friendster*, Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Friendster&oldid=559301831> (dostęp: 27 czerwca 2013); *History of Wikipedia*, Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History\\_of\\_Wikipedia&oldid=561664870](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History_of_Wikipedia&oldid=561664870) (dostęp: 27 czerwca 2013); *Blogger (service)*, Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Blogger\\_\(service\)&oldid=560541931](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Blogger_(service)&oldid=560541931) (dostęp: 27 czerwca 2013).

[92] *Top Sites*, Alexa: The Web Information Company,  
<http://www.alexa.com/topsites> (dostęp: 8 września 2012).

[93] *IBM Watson Vanquishes Human Jeopardy Foes*, „PCWorld”, 16 lutego 2011,  
[http://www.pcworld.com/article/219893/ibm\\_watson\\_vanquishes\\_human\\_jeop](http://www.pcworld.com/article/219893/ibm_watson_vanquishes_human_jeop)

[94] *IBM's Watson Memorized the Entire 'Urban Dictionary,' Then His Overlords Had to Delete It*, „The Atlantic”, 10 stycznia 2013,  
<http://www.theatlantic.com/technology/archive/2013/01/ibms-watson-memorized-the-entire-urban-dictionary-then-his-overlords-had-to-delete-it/267047/>.

[95] Kevin J. O'Brien, *Talk to Me, One Machine Said to the Other*, „New York Times”, 29 lipca 2012,  
<http://www.nytimes.com/2012/07/30/technology/talk-to-me-one-machine-said-to-the-other.html>.

[96] *VNI Forecast Highlights*, Cisco,  
[http://www.cisco.com/web/solutions/sp/vni/vni\\_forecast\\_highlights/index.htm](http://www.cisco.com/web/solutions/sp/vni/vni_forecast_highlights/index.htm)  
(dostęp: 28 czerwca 2013).

[97] *VNI Forecast Highlights*, Cisco,  
[http://www.cisco.com/web/solutions/sp/vni/vni\\_forecast\\_highlights/index.htm](http://www.cisco.com/web/solutions/sp/vni/vni_forecast_highlights/index.htm)  
(dostęp: 28 czerwca 2013).

[98] Infographic, *The Dawn of the Zettabyte Era*, Cisco Blogs,  
<http://blogs.cisco.com/news/the-dawn-of-the-zettabyte-era-infographic/>  
(dostęp: 28 czerwca 2013).

- [99] Russ Rowlett, *How Many? A Dictionary of Units of Measurement*, 16 kwietnia 2005, <http://www.unc.edu/~rowlett/units/prefixes.html>.
- [100] Rumi Chunara, Jason R. Andrews, John S. Brownstein, *Social and News Media Enable Estimation of Epidemiological Patterns Early in the 2010 Haitian Cholera Outbreak*, „American Journal of Tropical Medicine and Hygiene” 86, no. 1 (2012), s. 39–45, doi:10.4269/ajtmh.2012.11-0597.
- [101] Sitaram Asur, Bernardo A. Huberman, *Predicting the Future with Social Media*, arXiv e-print, Cornell University Library, 29 marca 2010, <http://arxiv.org/abs/1003.5699>.
- [102] Jennifer Howard, *Google Begins to Scale Back Its Scanning of Books From University Libraries*, „Chronicle of Higher Education”, 9 marca 2012, <http://chronicle.com/article/Google-Begins-to-Scale-Back/131109/>.
- [103] *Culturomics*, <http://www.culturomics.org/> (dostęp: 28 czerwca 2013).
- [104] Jean-Baptiste Michel i in., *Quantitative Analysis of Culture Using Millions of Digitized Books*, „Science” 331, no. 6014 (2011), s. 176–82, doi:10.1126/science.1199644.
- [105] Steve Lohr, *For Today’s Graduate, Just One Word: Statistics*, „New York Times”, 6 sierpnia 2009, <http://www.nytimes.com/2009/08/06/technology/06stats.html>.
- [106] Boyan Brodaric, *Field Data Capture and Manipulation Using GSC Fieldlog V3.0*, U.S. Geological Survey Open-File Report 97-269, Geological Survey of Canada, 7 października 1997, <http://pubs.usgs.gov/of/1997/of97-269/brodaric.html>.
- [107] *Selective Availability*, National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing, 17 lutego 2012, <http://www.gps.gov/systems/gps/modernization/sa/>.
- [108] Henry Southgate, *Many Thoughts of Many Minds: Being a Treasury of Reference Consisting of Selections from the Writings of the Most Celebrated Authors...*, Griffin, Bohn, and Company 1862, s. 451.
- [109] Paul R. Krugman, *The Age of Diminished Expectations: U.S. Economic Policy in the 1990s*, MIT Press, Cambridge 1997, s. 11.
- [110] W rzeczywistości znaczna część spośród krajów, które faktycznie takie bogactwa posiadają i na nich budują swoją zamożność, zmagają się z poważnym problemem w postaci podwójnego zagrożenia określanego

łącznie jako „klątwa zasobów” – składają się na nie niskie składniki wzrostu i dużo biedy.

[111] Joseph Alois Schumpeter, *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, Porcupine Press, Philadelphia 1982, s. 86.

[112] Robert J. Gordon, *Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds*, materiał roboczy National Bureau of Economic Research, sierpień 2012, <http://www.nber.org/papers/w18315>.

[113] Ibid.

[114] Tyler Cowen, *The Great Stagnation: How America Ate All the Low-hanging Fruit of Modern History, Got Sick, and Will (Eventually) Feel Better*, Dutton, New York 2011.

[115] Niektórzy specjaliści kojarzą wynalezienie odziarniarki ze wzrostem zapotrzebowania na pracę niewolniczą na amerykańskim Południu, a tym samym upatrują w niej przyczynku do wybuchu wojny secesyjnej. Mimo to bezpośrednie oddziaływanie gospodarcze tego wynalazku na dziedziny przemysłu inne niż włókiennictwo należy jednak ocenić jako minimalne.

[116] Gavin Wright, *Review of Helpman (1998)*, „Journal of Economic Literature” 38, marzec 2000, 161–62.

[117] Boyan Jovanovic, Peter L. Rousseau, „General Purpose Technologies”, w: *Handbook of Economic Growth*, Philippe Aghion, Steven N. Durlauf (red.), vol. 1, Part B, Elsevier, Amsterdam 2005, 1181–1224, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S157406840501018X>.

[118] Alexander J. Field, *Does Economic History Need GPTs?*, Social Science Research Network, Rochester 2008, <http://papers.ssrn.com/abstract=1275023>.

[119] Gordon, *Is U.S. Economic Growth Over?*, s. 11.

[120] Cowen, *The Great Stagnation*.

[121] Gordon, *Is U.S. Economic Growth Over?*, s. 2.

[122] Kary Mullis, *The Polymerase Chain Reaction*, wykład noblowski, 8 grudnia 1993, [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1993/mullis-lecture.html?print=1](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1993/mullis-lecture.html?print=1).

[123] W. Brian Arthur, *The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves*, Simon and Schuster, New York 2009, s. 122.

[124] Paul Romer, *Economic Growth*, Library of Economics and Liberty, 2008, <http://www.econlib.org/library/Enc/EconomicGrowth.html>.

[125] Ibid.

[126] Associated Press, *Number of Active Users at Facebook over the Years*, Yahoo! Finance, <http://finance.yahoo.com/news/number-active-users-facebook-over-years-214600186-finance.html> (dostęp: 19 czerwca 2013).

[127] Martin L. Weitzman, *Recombinant Growth*, „Quarterly Journal of Economics” 113, no. 2 (1998), s. 331–60.

[128] Warto pamiętać, że gdyby na taką gospodarkę składały się choćby tylko pięćdziesiąt dwa pomysły, to dałoby się z nich stworzyć więcej kombinacji, niż jest atomów w naszym Układzie Słonecznym.

[129] Ibid., 357.

[130] Eric Raymond, *The Cathedral and the Bazaar*, 11 września 2000, <http://www.catb.org/esr/writings/homesteading/cathedral-bazaar/>.

[131] *NASA Announces Winners of Space Life Sciences Open Innovation Competition*, NASA – Johnson Space Center – Johnson News, <http://www.nasa.gov/centers/johnson/news/releases/2010/J10-017.html> (dostęp: 29 czerwca 2013).

[132] Steven Domeck, *NASA Challenge Pavilion Results*, 2011, [http://www.nasa.gov/pdf/651444main\\_InnoCentive%20NASA%20Challenge%20to%200955.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/651444main_InnoCentive%20NASA%20Challenge%20to%200955.pdf).

[133] Lars Bo Jeppesen, Karim Lahkani, *Marginality and Problem Solving Effectiveness in Broadcast Search*, „Organization Science” 20 (2013), [http://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/3351241/Jeppesen\\_Marginality.pdf;sequence=2](http://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/3351241/Jeppesen_Marginality.pdf;sequence=2).

[134] *Predicting Liability for Injury from Car Accidents*, Kaggle, 2013, <http://www.kaggle.com/solutions/casestudies/allstate>.

[135] Postęp w tej dziedzinie ma o tyle duże znaczenie, że esej zdecydowanie lepiej odzwierciedla poziom wiedzy studenta niż test wielokrotnego wyboru – choć z drugiej strony ocena takich prac wymaga większych nakładów w związku z koniecznością zaangażowania większej liczby oceniających. Automatyczna ocena esejów pozwoliłaby jednocześnie podnieść poziom

edukacji i obniżyć jej koszty.

[136] *Carlsberg Brewery Harnesses Design Innovation Using Affinova*, Affinova, <http://www.affinova.com/success-story/carlsberg-breweries/> (dostęp: 6 sierpnia 2013).

[137] John Markoff, *Israeli Start-Up Gives Visually Impaired a Way to Read*, „New York Times”, 3 czerwca 2013, <http://www.nytimes.com/2013/06/04/science/israeli-start-up-gives-visually-impaired-a-way-to-read.html>.

[138] *Press Announcements – FDA Approves First Retinal Implant for Adults with Rare Genetic Eye Disease*, WebContent, 14 lutego 2013, <http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm339824>

[139] *Wheelchair Makes the Most of Brain Control*, MIT Technology Review, 13 września 2010, <http://www.technologyreview.com/news/420756/wheelchair-makes-the-most-of-brain-control/>.

[140] *IBM Watson Helps Fight Cancer With Evidence-based Diagnosis and Treatment Suggestions*, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, styczeń 2013, [http://www-03.ibm.com/innovation/us/watson/pdf/MSK\\_Case\\_Study\\_IMC14794.pdf](http://www-03.ibm.com/innovation/us/watson/pdf/MSK_Case_Study_IMC14794.pdf).

[141] David L. Rimm, *C-Path: A Watson-Like Visit to the Pathology Lab*, „Science Translational Medicine” 3, no. 108 (2011), 108fs8108fs8.

[142] Andrew H. Beck i in., *Systematic Analysis of Breast Cancer Morphology Uncovers Stromal Features Associated with Survival*, „Science Translational Medicine” 3, no. 108 (2011).

[143] Julian Lincoln Simon, *The Ultimate Resource*, Princeton University Press, Princeton 1981, s. 196.

[144] Julian Lincoln Simon, *The Ultimate Resource 2*, wydanie zaktualizowane Princeton University Press, Princeton 1998, s. xxxviii.

[145] Bank Światowy, *Information and Communications for Development 2012: Maximizing Mobile*, World Bank Publications, Washington 2012.

[146] Robert Jensen, *The Digital Divide: Information (Technology), Market Performance, and Welfare in the South Indian Fisheries Sector*, „Quarterly Journal of Economics” 122, no. 3 (2007).

[147] Erica Kochi, *How The Future of Mobile Lies in the Developing World*,

TechCrunch, 27 maja 2012, <http://techcrunch.com/2012/05/27/mobile-developing-world/>.

[148] Marguerite Reardon, *Smartphones to Outsell Feature Phones in 2013 for First Time*, CNET, 4 marca 2013, [http://news.cnet.com/8301-1035\\_3-57572349-94/smartphones-to-outsell-feature-phones-in-2013-for-first-time/](http://news.cnet.com/8301-1035_3-57572349-94/smartphones-to-outsell-feature-phones-in-2013-for-first-time/).

[149] Jonathan Rosenblatt, *Analyzing Your Data on the AWS Cloud (with R)* blog R-statistics, 22 lutego 2013, <http://www.r-statistics.com/2013/07/analyzing-your-data-on-the-aws-cloud-with-r/>.

[150] Carl Bass, *We've Reached Infinity– So Start Creating*, „Wired UK”, 22 lutego 2012, <http://www.wired.co.uk/magazine/archive/2012/03/ideas-bank/weve-reached-infinity>.

[151] Noam Cohen, *Surviving Without Newspapers*, „New York Times”, 7 czerwca 2009, <http://www.nytimes.com/2009/06/07/weekinreview/07cohen.html>.

[152] Wskaźnik co prawda zmieniał się w związku z występowaniem recesji, ale w długim okresie charakteryzował się zaskakującą stabilnością. W 1957 roku ekonomista Nicholas Kaldor podsumował ówczesną wiedzę na temat wzrostu gospodarczego w swoim klasycznym artykule zatytułowanym *A Model of Economic Growth*, „Economic Journal” 67, no. 268 (1957), s. 591–624. Jego spostrzeżenia, w tym te dotyczące względnej stałości podstawowych zmiennych, takich jak choćby wzrost wynagrodzeń czy wartość kapitału w przeliczeniu na jednego pracownika, określa się niekiedy mianem „faktów Kaldora”.

[153] Regułę 70 (która najzupełniej precyzyjnie powinna nosić nazwę „reguła 69,3 procent”) można wyrazić za pomocą równania  $(1 + x)y = 2$ , w którym  $x$  oznacza tempo wzrostu, a  $y$  liczbę lat. Logarytmując obie strony równania, dochodzi się do następującego przekształcenia:  $y \ln(1 + x) = \ln 2$ . Logarytm naturalny z 2 wynosi 0,693, a dla małych wartości  $x$  logarytm naturalny z  $(1 + x)$  równa się mniej więcej  $x$ . W związku z powyższym można w uproszczeniu napisać:  $xy = 70$  procent.

[154] Bret Swanson, *Technology and the Growth Imperative*, „The American”, 26 marca 2012, <http://www.american.com/archive/2012/march/technology-and-the-growth-imperative> (dostęp: 23 września 2013).

[155] Congressional Budget Office, *The 2013 Long-Term Budget Outlook*,

wrzesień 2013, s. 95.

<http://www.cbo.gov/sites/default/files/cbofiles/attachments/44521-LTBO2013.pdf>.

[156] Mierzyć można również produktywność kapitału, którą rozumie się jako wyniki uzyskane z nakładów w postaci jednej jednostki kapitału, a także produktywność wieloczynnikową. Tę ostatnią ocenia się na podstawie dzielenia wyniku pracy przez średnią ważoną nakładów kapitału i pracy. W odniesieniu do produktywności wieloczynnikowej ekonomisci używają też niekiedy pojęcia „reszta Solowa”, która sugeruje jej niewiadome pochodzenie. Sam Solow zwracał uwagę, że jest to w większym stopniu „miara naszej niewiedzy” niż postępu technologicznego.

[157] To dobrze, ponieważ zwiększanie nakładów, zwłaszcza zaś nakładów pracy, ma swoje naturalne granice. Czynniki te podlega prawu malejących przychodów – nikt nie może pracować dłużej niż dwadzieścia cztery godziny na dobę, nikt też nie może zatrudnić więcej niż 100 procent siły roboczej. Wzrost produktywności odzwierciedla natomiast poziom innowacyjności, ten zaś ogranicza wyłącznie nasza wyobraźnia.

[158] Wynik dzielenia rezultatów pracy przez nakłady pracy i kapitału fizycznego określa się niekiedy bardziej ambitnie jako „łączna produktywność wszystkich zaangażowanych zasobów”. Określenie to może być jednak mylące, ponieważ rezultat wysiłku produkcyjnego zależy również od innych czynników. Na przykład firmy często inwestują spore kwoty w kapitał o charakterze niematerialnym. Im więcej różnych nakładów możemy faktycznie zmierzyć, tym łatwiej zidentyfikować źródła ostatecznego wzrostu wyników. W takim przypadku owa reszta, którą określamy mianem „produktywności” (czyli to, czego nie da się wytłumaczyć wzrostem nakładów), będzie mniejsza.

[159] Robert Solow, *We'd Better Watch Out*, „New York Times Book Review”, 12 lipca 1987.

[160] Erik Brynjolfsson, *The Productivity Paradox of Information Technology*, *Communications of the ACM* 36, no. 12 (1993), s. 66–77.

[161] Por. np. Erik Brynjolfsson, Lorin Hitt, *Paradox Lost: Firm Level Evidence on the Returns to Information Systems*, „Management Science” 42, no. 4 (1996), s. 541–58. Por. także Brynjolfsson, Hitt, *Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance*, „Journal of Economic Perspectives” 14, no. 4 (2000), s. 23–48.

Tekst stanowi podsumowanie wielu innych opracowań poświęconych temu zagadnieniu.

[162] Dale W. Jorgenson, Mun S. Ho, Kevin J. Stiroh, *Will the U.S. Productivity Resurgence Continue?*, „Current Issues in Economics and Finance” (2004), <http://ideas.repec.org/a/fip/fednci/y2004idec/v10no13.html>.

[163] C. Syverson, *Will History Repeat Itself? Comments on ‘Is the Information Technology Revolution Over?’*, „International Productivity Monitor” 25 (2013), s. 37–40.

[164] *Computer and Dynamo: The Modern Productivity Paradox in a Not-Too-Distant Mirror*, Center for Economic Policy Research, no. 172, Stanford University, lipiec 1989, <http://www.dklevine.com/archive/refs4115.pdf>.

[165] Przykłady: systemy planowania zapotrzebowania materiałowego (MRP), z których wyewoluowały następnie systemy planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP), a potem zarządzania łańcuchem dostaw (SCM), zarządzania relacjami z klientem (CRM), a ostatnio również systemy analityki biznesowej (BI, Business Intelligence) oraz inne rozwiązania do zastosowań na dużą skalę.

[166] Todd Traub, *Wal-Mart Used Technology to Become Supply Chain Leader*, Arkansas Business, <http://www.arkansasbusiness.com/article/85508/wal-mart-used-technology-to-become-supply-chain-leader> (dostęp: 20 lipca 2013).

[167] Pokrywa się to z podobnymi spostrzeżeniami sformułowanymi przez Olinera i Sichelę (2002), którzy napisali: „Istotnymi czynnikami ponownego wzrostu [produktywności] były zarówno zastosowanie technologii informacyjnych, jak i zwiększenie efektywności związane z jej powstawaniem”. Oliner, Sichel i Stiroh (2007) ponownie potwierdzili, że technologie odegrały w tym procesie istotną rolę. Dale Jorgenson, Mun Ho, Kevin Stiroh, *Will the U.S. Productivity Resurgence Continue?*, Federal Reserve Bank of New York: Current Issues in Economics and Finance, grudzień 2004, [http://www.newyorkfed.org/research/current\\_issues/ci10-13/ci10-13.html](http://www.newyorkfed.org/research/current_issues/ci10-13/ci10-13.html).

Susan Housman, ekonomistka z Upjohn Institute zgadza się co do tego, że nadzwyczajny wzrost produktywności w branży komputerowej zniekształca nieco obraz wydajności całego sektora produkcyjnego ([http://www.minneapolisfed.org/publications\\_papers/pub\\_display.cfm?id=4982](http://www.minneapolisfed.org/publications_papers/pub_display.cfm?id=4982)). Autorka stwierdza: „Branża komputerowa jest mała, generuje zaledwie około 12 procent wartości dodanej powstającej w sektorze



wytwórczym. Ma ona jednak niewspółmierny wpływ na statystyki dotyczące produkcji. (...) Z naszych obserwacji wynika, że gdyby pominąć branżę komputerową, wzrost realnej wartości dodanej wytwarzanej w sektorze przemysłowym spadłby o jedną trzecią, a wzrost wydajności zmniejszyłby się o blisko połowę. Bez komputerów ten sektor nie sprawiałby już wrażenia silnego”. Naszym zdaniem w tym przypadku należy jednak stwierdzić, że szklanka jest jednak w połowie pełna – i z zadowoleniem obserwować, jak komputery nadrabiają zaległości innych sektorów.

[168] Por. K. J. Stiroh, *Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?*, „American Economic Review” 92, no. 5 (2002): 1559–76; D. W. Jorgenson, M. S. Ho, J. D. Samuels, *Information Technology and U.S. Productivity Growth: Evidence from a Prototype Industry Production Account*, „Journal of Productivity Analysis” 36, no. 2 (2011), s. 159–75. W szczególności polecamy tabelę 5, z której wynika, że ogólny wzrost produktywności osiągał wartości mniej więcej dziesięciokrotnie większe w tych sektorach, które intensywnie korzystały z rozwiązań IT.

[169] Por. E. Brynjolfsson, L. M. Hitt, *Computing Productivity: Firm-level Evidence*, „Review of Economics and Statistics” 85, no. 4 (2003), s. 793–808. Również Nicholas Bloom ze Stanford University, Rafaela Sadun z Harvard University oraz John Van Reenen z London School of Economics odnotowali, że amerykańskie firmy szczególnie dobrze radzą sobie ze wdrażaniem praktyk umożliwiających maksymalne wykorzystanie potencjału rozwiązań IT i tym samym odnotowują zauważalną poprawę wydajności. Por. N. Bloom, R. Sadun, J. Van Reenen, *Americans Do IT Better: U.S. Multinationals and the Productivity Miracle* (No. w13085), National Bureau of Economic Research, 2007.

[170] Andrew McAfee, *Pharmacy Service Improvement at CVS (A)*, „Harvard Business Review”, Case Study, 2005, <http://hbr.org/product/pharmacy-service-improvement-at-cvs-a/an/606015-PDF-ENG>.

[171] Erik Brynjolfsson, Lorin Hitt, Shinkyu Yang, *Intangible Assets: Computers and Organizational Capital*, Brookings Papers on Economic Activity, 2002, [http://ebusiness.mit.edu/research/papers/138\\_Erik\\_Intangible\\_Assets.pdf](http://ebusiness.mit.edu/research/papers/138_Erik_Intangible_Assets.pdf).

[172] Więcej szczegółów w: Erik Brynjolfsson, Adam Saunders, *Wired for Innovation: How Information Technology Is Reshaping the Economy*, MIT Press, Cambridge; London 2013.

[173] Jak podaje U.S. Bureau of Labor Statistics, wzrost produktywności w okresie od 2001 do 2010 roku osiągnął średnią 2,4 procent, w okresie od 1991 do 2000 roku kształtował się na poziomie 2,3 procent, między rokiem 1981 a 1990 wyniósł 1,5 procent, a w okresie od 1971 do 1980 roku ocenia się go na 1,7 procent.

[174] Joel Waldfogel, *Copyright Protection, Technological Change, and the Quality of New Products: Evidence from Recorded Music Since Napster*, materiał roboczy National Bureau of Economic Research, październik 2011, <http://www.nber.org/papers/w17503>.

[175] Albert Gore, *The Future: Six Drivers of Global Change*, Random House, New York 2013, s. 45.

[176] Anglojęzyczna Wikipedia obejmuje ponad 2,5 miliarda słów, czyli ponad 50-krotnie więcej niż *Encyclopaedia Britannica*, *Wikipedia: Size Comparisons*, Wikipedia, the Free Encyclopedia, 4 lipca 2013, [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Wikipedia:Size\\_comparisons&oldid=562880212](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Wikipedia:Size_comparisons&oldid=562880212) (dostęp: 17 sierpnia 2013).

[177] W istocie 90 procent aplikacji na smartfony jest obecnie dostępna za darmo. Alex Cocotas, *Nine Out Of Ten Apps On Apple's App Store Are Free*, „Business Insider”, 19 lipca 2013, <http://www.businessinsider.com/nine-out-of-10-apps-are-free-2013-7#ixzz2cojAAOCy> (dostęp: 17 sierpnia 2013).

[178] Szacuje się, że w wyniku kanibalizacji usług internetowych przez darmowe usługi OTT (over-the-top) operatorzy telefoniczni stracili w 2013 roku ponad 30 miliardów dolarów (tak wynika z danych grupy analitycznej Ovum). Graeme Philipson, *Social Messaging to Cost Telcos \$ 30 Billion in Lost SMS Revenues*, IT Wire, 2 maja 2013, [http://www.itwire.com/it-industry-news/strategy/59676-social-messaging-to-cost-telcos-\\$-30-billion-in-lost-sms-revenues](http://www.itwire.com/it-industry-news/strategy/59676-social-messaging-to-cost-telcos-$-30-billion-in-lost-sms-revenues) (dostęp: sierpnia 17, 2013). Teoretycznie sumienni statystycy z Bureau of Economic Analysis starają się brać pod uwagę jakość przy analizie zmian cen. W praktyce jednak rozwiązanie to sprawdza się w przypadku drobnych modyfikacji, nie znajduje natomiast zastosowania do wydarzeń o charakterze przełomowym, w wyniku których pojawiają się nowe produkty i usługi. Co więcej, może się zdarzyć, że dane wykażą wzrost PKB pomimo rzeczywistego pogorszenia naszej sytuacji. Wyobraźmy sobie na przykład, że wzrost przestępczości spowoduje zwiększenie wydatków na alarmy przeciwwłamaniowe, usługi policyjne i więzienia. Każdy dolar wydany na te cele przekładać się będzie na wzrost PKB, mimo że z punktu widzenia sytuacji mieszkańców kraju zdecydowanie lepiej by było, gdy przestępczość

spadła, a konieczność ponoszenia tych nakładów zniknęła.

[179] Por. <http://archive.org/stream/catalogno12400sear#page/370/mode/2up> (dostęp: 15 września 2013).

[180] W katalogu Sears z 1912 (s. 873) jego cena wynosiła zaledwi 72 centy. Por. <http://archive.org/stream/catalogno12400sear#page/872/mode/2up>.

[181] Okazuje się, że nieco inaczej sprawa się przedstawia w zależności od tego, czy się próbuje odtworzyć stan „szczęścia” z 1993 roku za pomocą katalogu z 2013 roku, czy też usiłuje się w 2013 roku wygenerować go za pomocą katalogu sprzed dziesięciu lat. Teoretyk powiedziałby, że mamy tu do czynienia z różnicą między indeksami cenowymi Paaschego i Laspeyresa. Alternatywnie można również cały czas modyfikować koszyk wybranych dóbr. W ten sposób uzyskuje się tak zwany indeks łańcuchowy. Wybór konkretnego indeksu cenowego, choć z pozoru wydaje się kwestią drugorzędną, z czasem może doprowadzić do rozbieżności rzędu setek miliardów dolarów. Z takim zjawiskiem mamy do czynienia w przypadku rewaloryzacji wypłat z Social Security przeprowadzanej w celu uwzględnienia kosztów życia.

[182] Co do zasady spadek ceny określonego dobra powodowałby pomniejszenie nominalnego PKB. Nie miałby natomiast wpływu na realne PKB, które uwzględnia indeks cenowy. W praktyce tego rodzaju zmiany w konsumpcji nie znajdują przełożenia na indeksy cenowe, co z kolei spowoduje spadek oficjalnych statystyk dotyczących zarówno nominalnego, jak i realnego PKB.

[183] Erik Brynjolfsson, *The Contribution of Information Technology to Consumer Welfare*, „Information Systems Research” 7, no. 3 (1996), s. 281–300, doi:10.1287/isre.7.3.281.

Od tamtej pory wielu innych naukowców formułowało pokrewne tezy. W zeszłym roku ekonomiści Jeremy Greenwood i Karen Kopecky zastosowali podobną metodę w odniesieniu do samych tylko komputerów osobistych – i doszli do podobnych wniosków. Shane Greenstein i Ryan McDevitt, również ekonomiści, zastanawiali się, jak duża nadwyżka konsumenta powstaje w związku z upowszechnianiem się dostępu do szerokopasmowego internetu. Przyglądali się spadkom realnych cen takiego połączenia w czasie, a także wzrostowi jego popularności. Na tej podstawie ustalili, ile ludzie byliby skłonni zapłacić. Porównali te wartości z faktycznymi cenami i w ten sposób wyznaczyli nadwyżkę konsumenta. Podobne bezpośrednie podejście zastosował zespół z McKinsey. Jego przedstawiciele zapytali 3360

konsumentów, ile byliby skłonni zapłacić za możliwość korzystania z szesnastu konkretnych usług dostępnych za pośrednictwem Internetu. Podane wartości sumowały się przeciętnie do 50 dolarów miesięcznie. Na tej podstawie zespół oszacował, że darmowy internet stanowi dla Amerykanów źródło nadwyżki konsumenta o wartości przekraczającej 35 miliardów dolarów. Największy składnik tej wartości stanowi poczta elektroniczna, zaraz za nią uplasowały się natomiast media społecznościowe, takie jak Facebook.

[184] Erik Brynjolfsson, Joo Hee Oh, *The Attention Economy: Measuring the Value of Free Goods on the Internet*, materiały z NBER Conference on the Economics of Digitization, Stanford, 2012, [http://conference.nber.org/confer//2012/EoDs12/Brynjolfsson\\_Oh.pdf](http://conference.nber.org/confer//2012/EoDs12/Brynjolfsson_Oh.pdf).

[185] Hal Varian, *Economic Value of Google*, 29 marca 2011, <http://cdn.oreillystatic.com/en/assets/1/event/57/The%20Economic%20Imp> (dostęp: 23 sierpnia 2013); Yan Chen, Grace YoungJoo Jeon, Yong-Mi Kim, *A Day without a Search Engine: An Experimental Study of Online and Offline Search*, <http://yanchen.people.si.umich.edu/>.

[186] Emil Protalinski, *10.5 Billion Minutes Spent on Facebook Daily, Excluding Mobile*, ZDNet, <http://www.zdnet.com/blog/facebook/10-5-billion-minutes-spent-on-facebook-daily-excluding-mobile/11034> (dostęp: 23 lipca 2013).

[187] Daniel Weld, *Internet Enabled Human Computation*, 22 lipca 2013, slajd 49, [https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:HKa8bKFJkRQJ:www.cs.washington.edu/education/courses/cse4hcomp.ppt+facebook+hours+panama+canal+ahn&hl=n&gl=us&pid=bl&srcid:Mrtg5P2gFvRC82qOoJvsHNVmr56N1XbswDpmqoxb1pUMLoJacAgvNdPRk5OCU&sig=AHIEtbQnKVDDd9ybDuAJQJMIMhD8R\\_oNt8Q](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:HKa8bKFJkRQJ:www.cs.washington.edu/education/courses/cse4hcomp.ppt+facebook+hours+panama+canal+ahn&hl=n&gl=us&pid=bl&srcid=Mrtg5P2gFvRC82qOoJvsHNVmr56N1XbswDpmqoxb1pUMLoJacAgvNdPRk5OCU&sig=AHIEtbQnKVDDd9ybDuAJQJMIMhD8R_oNt8Q).

[188] Dobry przegląd zagadnienia: Clive Thompson, *For Certain Tasks, the Cortex Still Beats the CPU*, „Wired”, 25 czerwca 2007.

[189] National Science Foundation, *Industry, Technology, and the Global Marketplace*, Science and Engineering Indicators 2012, 2012, <http://www.nsf.gov/statistics/seind12/c6/c6h.htm#s2> (dostęp: 27 lipca 2013).

[190] Owszem, chodzi tu o naszego długoletniego przyjaciela, o tego samego Roberta J. Gordona, o którym była mowa w rozdziale 6. Por. [http://faculty-web.at.northwestern.edu/economics/gordon/p376\\_ipm\\_final\\_0601313.pdf](http://faculty-web.at.northwestern.edu/economics/gordon/p376_ipm_final_0601313.pdf).

[191] Michael Luca, *Reviews, Reputation, and Revenue: The Case of Yelp.com*, Harvard Business School Working Paper, Harvard Business School, 2011, <http://ideas.repec.org/p/hbs/wpaper/12-016.html> (dostęp: 12 września 2013).

[192] Ralph Turvey, *Review of: Toward a More Accurate Measure of the Cost of Living: Final Report to the Senate Finance Committee from the Advisory Committee to Study the Consumer Price Index. by Michael J. Boskin; Ellen R. Dullberger; Robert J. Gordon*, „Economic Journal” 107, no. 445 (1997), s. 1913–15, doi:10.2307/2957930.

[193] Jonathan Rothwell i in., *Patenting Prosperity: Invention and Economic Performance in the United States and Its Metropolitan Areas*, luty 2013, <http://www.brookings.edu/research/reports/2013/02/patenting-prosperity-rothwell> (dostęp: 12 września 2013).

[194] Por. Carol Corrado, Chuck Hulten, Dan Sichel, *Intangible Capital and Economic Growth*, „NBER Working Paper” No. 11948, 2006, <http://www.nber.org/papers/w11948>.

[195] Erik Brynjolfsson, Lorin Hitt, Shinkyu Yang, *Intangible Assets: Computers and Organizational Capital*, Brookings Papers on Economic Activity, 2002, [http://ebusiness.mit.edu/research/papers/138\\_Erik\\_Intangible\\_Assets.pdf](http://ebusiness.mit.edu/research/papers/138_Erik_Intangible_Assets.pdf) (dostęp: 18 sierpnia 2013); Erik Brynjolfsson, Lorin M. Hitt, *Computing Productivity: Firm-Level Evidence*, SSRN Scholarly Paper, Social Science Research Network, Rochester 2003), <http://papers.ssrn.com/abstract=290325>.

[196] Rick Burgess, *One Minute on the Internet: 640TB Data Transferred, 100k Tweets, 204 Million E-mails Sent*, TechSpot, <http://www.techspot.com/news/52011-one-minute-on-the-internet-640tb-data-transferred-100k-tweets-204-million-e-mails-sent.html> (dostęp: 23 lipca 2013).

[197] Facebook Newsroom, <http://newsroom.fb.com/content/default.aspx?NewsAreaId=21> (dostęp: 23 lipca 2013).

[198] Dale Jorgenson, Barbara Fraumeni, „The Accumulation of Human and Nonhuman Capital, 1948–84”, w: *The Measurement of Saving, Investment, and Wealth*, University of Chicago Press for National Bureau of Economic Research, Chicago 1989, s. 230, <http://www.nber.org/chapters/c8121.pdf>.

[199] Adam Smith, *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, Edwin Cannan (red.), Library of Economics and Liberty, 1904, <http://www.econlib.org/library/Smith/smWN20.html> (dostęp: 23 września 2013).

[200] Ana Aizcorbe, Moylan Carol, Robbins Carol, *Toward Better Measurement of Innovation and Intangibles*, BEA Briefing, styczeń 2009, [http://www.bea.gov/scb/pdf/2009/01%20January/0109\\_innovation.pdf](http://www.bea.gov/scb/pdf/2009/01%20January/0109_innovation.pdf).

[201] W przeciwieństwie do nieokreślonych niematerialnych dóbr konsumpcyjnych, kiepskie mierniki niematerialnych dóbr kapitałowych nie zniekształcają w sposób automatyczny oficjalnych statystyk dotyczących produktywności. Z jednej strony, podobnie jak wszystkie składniki niematerialne, również niematerialne dobra rzeczowe przyczyniają się do zwiększenia wypracowywanych rezultatów. Z drugiej jednak strony wykorzystuje się je jednak do produkcji, w związku z czym przekładają się one na wzrost wskaźników odnoszących się do nakładów. W warunkach równowagi, gdy zarówno nakłady, jak i rezultaty rosną w tym samym tempie, te dwa zjawiska wzajemnie się niwelują, więc wskaźniki produktywności oparte na rezultatach i nakładach nie ulegają zniekształceniu. O takim stałym wzroście można mówić w przypadku niektórych składników niematerialnych, takich jak choćby kapitał ludzki powstający w wyniku edukacji. Istnieją jednak również inne kategorie, choćby kapitał organizacyjny związany z zastosowaniem komputerów czy też kapitał generowany przez użytkowników w postaci treści cyfrowych, które wydają się rosnać w szczególnie szybkim tempie. W przypadku tego typu kategorii oficjalne wskaźniki dotyczące produktywności nie odzwierciedlają w pełni prawdziwego wzrostu gospodarczego.

[202] Cytat za: *GDP: One of the Great Inventions of the 20th Century*, January 2000 Survey of Current Business, [http://www.bea.gov/scb/account\\_articles/general/0100od/maintext.htm](http://www.bea.gov/scb/account_articles/general/0100od/maintext.htm).

[203] Joseph E. Stiglitz, *GDP Fetishism*, Project Syndicate, <http://www.project-syndicate.org/commentary/gdp-fetishism> (dostęp: 23 lipca 2013).

[204] *Human Development Index (HDI)*, Human Development Reports, 2012, <http://hdr.undp.org/en/statistics/hdi/> (dostęp: 23 lipca 2013).

[205] *Policy—A Multidimensional Approach*, Oxford Poverty & Human Development Initiative, 2013,

<http://www.ophi.org.uk/policy/multidimensional-poverty-index/>.

[206] *DHS Overview*, Measure DHS: Demographic and Health Surveys, 2013, <http://www.measuredhs.com/What-We-Do/Survey-Types/DHS.cfm> (dostęp: 11 września 2013).

[207] Joseph Stiglitz, Amartya Sen, Jean-Paul Fitoussi, *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*, Council on Foreign Relations, 25 sierpnia 2010, <http://www.cfr.org/world/report-commission-measurement-economic-performance-social-progress/p22847> (dostęp: 9 sierpnia 2013).

[208] Por. Social Progress Index na stronie <http://www.socialprogressimperative.org/data/spi>.

[209] Por. Well-Being Index na stronie <http://www.well-beingindex.com/>.

[210] Por. MIT Billion Prices Project na stronie <http://bpp.mit.edu>.

[211] Por. np. Hyunyoung Choi, Hal Varian, *Predicting the Present with Google Trends*, Google Inc., 10 kwietnia 2009, [http://static.googleusercontent.com/external\\_content/untrusted\\_dlcp/www.google.com/2009/04/10/predicting-the-present-with-google-trends.html](http://static.googleusercontent.com/external_content/untrusted_dlcp/www.google.com/2009/04/10/predicting-the-present-with-google-trends.html) (dostęp: 11 września 2013); Lynn Wu, Erik Brynjolfsson, *The Future of Prediction: How Google Searches Foreshadow Housing Prices and Sales*, SSRN Scholarly Paper, Social Science Research Network, Rochester 2013, <http://papers.ssrn.com/abstract=2022293>.

[212] Jonathan Good, *How Many Photos Have Ever Been Taken?*, 1000memories, 15 września 2011, <http://blog.1000memories.com/94-number-of-photos-ever-taken-digital-and-analog-in-shoebox> (dostęp: 10 sierpnia 2013).

[213] Ibid.

[214] Tomi Ahonen, *Celebrating 30 Years of Mobile Phones, Thank You NTT of Japan*, Communities Dominate Brands, 13 listopada 2009, <http://communities-dominate.blogs.com/brands/2009/11/celebrating-30-years-of-mobile-phones-thank-you-ntt-of-japan.html> (dostęp: 11 września 2013).

[215] Good, *How Many Photos Have Ever Been Taken?*

[216] Craig Smith, *By the Numbers: 12 Interesting Instagram Stats*, Digital Marketing Ramblings..., 23 czerwca 2013, <http://expandedramblings.com/index.php/important-instagram-stats/> (dostęp: 10 sierpnia 2013).

[217] Leena Rao, *Facebook Will Grow Headcount Quickly In 2013 To Develop Money-Making Products, Total Expenses Will Jump By 50 Percent*, TechCrunch, 30 stycznia 2013, <http://techcrunch.com/2013/01/30/zuck-facebook-will-grow-headcount-quickly-in-2013-to-develop-future-money-making-products/> (dostęp: 10 sierpnia 2013).

[218] Brad Stone, Ashlee Vance, *Facebook's 'Next Billion': A Q& A With Mark Zuckerberg*, „Bloomberg Businessweek”, 4 października 2012, <http://www.businessweek.com/articles/2012-10-04/facebooks-next-billion-a-q-and-a-with-mark-zuckerberg> (dostęp: 11 września 2013).

[219] *Kodak's Growth and Decline: A Timeline*, „Rochester Business Journal”, 19 stycznia 2012, [http://www.rbj.net/print\\_article.asp?aID190078](http://www.rbj.net/print_article.asp?aID190078).

[220] Tak wynika z analiz amerykańskich formularzy podatkowych za 2006 rok, przeprowadzonych przez Emmanuela Saeza z University of California w Berkeley.

[221] Dla porównania, oczekiwana długość życia mężczyzn i kobiet z wykształceniem wyższym niż średnie w tym samym okresie wzrosła.

[222] Sylvia Allegretto, *The State of Working America's Wealth, 2011*, Briefing Paper No. 292, Economic Policy Institute, Washington, D.C.

[223] Por. np. Josh Bivens, *Inequality, Exhibit A: Walmart and the Wealth of American Families*, blog Working Economics, Economic Policy Institute, <http://www.epi.org/blog/inequality-exhibit-wal-mart-wealth-american/> (dostęp: 17 września 2013).

[224] Luisa Kröll, *Inside the 2013 Forbes 400: Facts and Figures On America's Richest*, „Forbes”, 16 września 2013, <http://www.forbes.com/sites/luisakroll/2013/09/16/inside-the-2013-forbes-400-facts-and-figures-on-americas-richest/> (dostęp: 16 września 2013).

[225] Mniej więcej w jednej trzeciej różnice te wynikają z zastosowania odmiennych metod obliczania cen dóbr wytworzonych w przypadku szacowania tych wartości na potrzeby analiz produktywności oraz metod obliczania cen konsumenckich przy ustalaniu dochodu. Ponadto mniej więcej 12 procent należy kojarzyć ze wzrostem świadczeń o charakterze niepłatowym, a więc na przykład w zakresie ubezpieczenia zdrowotnego. Por. Lawrence Mishel, *The Wedges between Productivity and Median Compensation Growth*, Economic Policy Institute, 26 kwietnia 2012, <http://www.epi.org/publication/ib330-productivity-vs-compensation/>. Analiza



dochodów gospodarstw domowych wskazuje na mniej więcej 20-procentowy spadek, który ma związek z faktem, że rozmiary tegoż gospodarstwa nieznacznie spadły w porównaniu ze stanem sprzed trzydziestu lat.

[226] Dane Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) wskazują, że nierówności w zakresie dochodu wzrosły w siedemnastu z trzydziestu dwóch państw, między innymi w Meksyku, Stanach Zjednoczonych, Izraelu, Wielkiej Brytanii, Włoszech, Australii, Nowej Zelandii, Japonii, Kanadzie, Niemczech, Holandii, Luksemburgu, Finlandii, Szwecji, Czechach, Norwegii i Danii. Por. *An Overview of Growing Income Inequalities in the OECD Countries: Main Findings*, OECD 2011, <http://www.oecd.org/social/soc/49499779.pdf>.

[227] Por. np. Robert M. Solow, *Technical Change and the Aggregate Production Function*, „Review of Economics and Statistics” 39, no. 3 (1957), s. 312–20, doi:10.2307/1926047.

[228] Por. David H. Autor, Lawrence F. Katz, Alan B. Krueger, *Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market?*, materiał roboczy National Bureau of Economic Research, marzec 1997, <http://www.nber.org/papers/w5956>; F. Levy, R. J. Murnane, *The New Division of Labor: How Computers Are Creating the Next Job Market*, Princeton University Press, Princeton 2012; D. Autor, *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market*, The Brookings Institution, <http://www.brookings.edu/research/papers/2010/04/jobs-autor> (dostęp: 10 sierpnia 2013); Daron Acemoglu, David Autor, *Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings*, materiał roboczy National Bureau of Economic Research, czerwiec 2010, <http://www.nber.org/papers/w16082>.

[229] Daron Acemoglu, David Autor, „Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings”, *Handbook of Labor Economics 4* (2011), s. 1043–1171.

[230] Por. *Digest of Education Statistics, 1999*, National Center for Education Statistics, <http://nces.ed.gov/programs/digest/d99/d99t187.asp> (dostęp: 10 sierpnia 2013).

[231] Por. T. F. Bresnahan, E. Brynjolfsson, L. M. Hitt, *Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-level Evidence*, „Quarterly Journal of Economics” 117, no. 1 (2002), s. 339–76. Por. także E. Brynjolfsson, L. M. Hitt, S. Yang, *Intangible Assets: Computers and Organizational Capital*, „Brookings Papers on Economic Activity”, 2002,

s. 137–98.

[232] Por. Brynjolfsson, Hitt, Yang, *Intangible Assets: Computers and Organizational Capital*, a także Erik Brynjolfsson, David Fitoussi, Lorin Hitt, *The IT Iceberg: Measuring the Tangible and Intangible Computing Assets*, materiał roboczy, październik 2004.

[233] E. Brynjolfsson, L. M. Hitt, *Computing Productivity: Firm-level Evidence*, „Review of Economics and Statistics” 8, no. 4 (2003), s. 793–808.

[234] Timothy F. Bresnahan, Erik Brynjolfsson, Lorin M. Hitt, *Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence*, „Quarterly Journal of Economics” 117, no. 1 (2002), s. 339–76, doi:10.1162/003355302753399526

[235] Konsultanci w dziedzinie reengineeringu często przytaczają historię o tym, jak to w XVII wieku po terenie parku Boston Common i w jego okolicach przechadzały się krowy. Z czasem wytyczyły wyraźne ścieżki, a gdy zaczęły powstawać domy i sklepy, ludzie zaczęli wykorzystywać je jako drogi dla wózków i wozów. W końcu te trasy wybrukowano, a potem w XX wieku większość z nich zalano asfaltem. Po krowach pozostało już tylko wspomnienie. Każdy, kto miał okazję poruszać się po Bostonie samochodem, z pewnością przyzna, że podążanie tropem krów to nie najlepszy sposób na planowanie układu współczesnego miasta.

[236] Pobrzmiewa tu echo opisywanego wcześniej zjawiska wpływu elektryczności na produktywność. Podobnie jak w przypadku technologii cyfrowych, największe korzyści pojawiły się tu dopiero po zmianie układu fabryk. Proces zmian miał przy tym istotny wpływ również na pracowników, którzy nie mieli bezpośredniej styczności z nowymi urządzeniami.

[237] Por. David Autor, *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market*, Brookings Institution (kwiecień 2010), <http://www.brookings.edu/research/papers/2010/04/jobs-autor> (dostęp: 10 sierpnia 2013); Daron Acemoglu, David Autor, *Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings*, materiał roboczy National Bureau of Economic Research, czerwiec 2010, <http://www.nber.org/papers/w16082>.

[238] Por. N. Jaimovich, H. E. Siu, *The Trend is the Cycle: Job Polarization and Jobless Recoveries* (No. w18334), National Bureau of Economic Research, 2012.

[239] Jak to ujął Hans Moravec, „względnie prosto jest przygotować

komputer do tego, aby rozwiązywał testy na inteligencję dla dorosłych albo grał w szachy. Trudne lub wręcz niemożliwe jest wyposażenie go w kompetencje percepcyjne i motoryczne, które posiada choćby roczne dziecko.” Hans Moravec, *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence*, Harvard University Press, Cambridge 1988.

[240] Por. rozdział 6. w: Jonathan Schaeffer, *One Jump Ahead: Computer Perfection at Checkers*, Springer, New York 2009, <http://public.eblib.com/EBLPublic/PublicView.do?ptiID=418209>.

[241] Cytat za: Daniel Crevier, *AI: The Tumultuous History of the Search for Artificial Intelligence*, Basic Books, New York 1993, s. 108.

[242] Jack Copeland, *A Brief History of Computing*, czerwiec 2000, [http://www.alanturing.net/turing\\_archive/pages/Reference%20Articles/BriefHistofComp.html](http://www.alanturing.net/turing_archive/pages/Reference%20Articles/BriefHistofComp.html).

[243] Szachy w wersji mobilnej, gra o nazwie Pocket Fritz, wygrała w 2009 roku turniej Copa Mercosur w Buenos Aires w Argentynie, *Breakthrough Performance by Pocket Fritz 4 in Buenos Aires*, Chess News, <http://en.chessbase.com/Home/TabId/211/PostId/4005719/breakthrough-performance-by-pocket-fritz-4-in-buenos-aires.aspx> (dostęp: 10 sierpnia 2013).

[244] Steve Musil, *Foxconn Reportedly Installing Robots to Replace Workers*, CNET, 13 listopad 2012, [http://news.cnet.com/8301-1001\\_3-57549450-92/foxconn-reportedly-installing-robots-to-replace-workers/](http://news.cnet.com/8301-1001_3-57549450-92/foxconn-reportedly-installing-robots-to-replace-workers/) (dostęp: 13 listopada 2012).

[245] W odpowiedzi na pytanie, które padło podczas konferencji Techonomy 2012 w Tuscon w stanie Arizona w dniu 12 listopada 2012 roku w trakcie dyskusji panelowej z udziałem Andrew McAfee’go Rod Brooks oszacował koszty pracy Baxtera na około 4 dolary na godzinę.

[246] Ogólny wpływ takiego zjawiska na gospodarkę zależeć będzie od reakcji innych firm. Firma projektująca i budująca roboty prawdopodobnie zwiększy produkcję, natomiast stosunek kapitału do pracy netto w gospodarce jako takiej będzie rosnąć, spadać lub pozostawać bez zmian w zależności od tego, jak dużych nakładów kapitałowych wymaga produkcja tych robotów. Skutki tego zjawiska zostaną szerzej omówione w rozdziale 12.

[247] Karol Marks, *Kapitał. Krytyka ekonomii politycznej*, Książka i Wiedza, Warszawa 1950.

[248] Por. Dale Jorgenson, *A New Architecture for the U.S. National Accounts*, University of Chicago Press, Chicago 2006.

[249] Susan Fleck, John Glaser, Shawn Sprague, *The Compensation-Productivity Gap: A Visual Essay*, „Monthly Labor Review”, styczeń 2011, <http://www.bls.gov/opub/mlr/2011/01/art3full.pdf>, s. 57–69.

[250] L. Karabarbounis, B. Neiman, *The Global Decline of the Labor Share* (No. w19136), National Bureau of Economic Research, 2013.

[251] Por. [http://w3.epi-data.org/temp2011/BriefingPaper324\\_FINAL%283%29.pdf](http://w3.epi-data.org/temp2011/BriefingPaper324_FINAL%283%29.pdf).

[252] Por. <http://blogs.wsj.com/economics/2011/09/28/its-man-vs-machine-and-man-is-losing/>.

[253] Por. np. Lucian A. Bebchuk, Yaniv Grinstein, *The Growth of Executive Pay*, „Oxford Review of Economic Policy” 21 (2005), s. 283–303; Harvard Law and Economics Discussion Paper No. 510. Dostępny na stronie SSRN: <http://papers.ssrn.com/abstract=648682> (dostęp: 10 sierpnia 2013).

[254] Ktoś złośliwy mógłby nazwać to zjawisko zmianą technologiczną promującą szczęśliwy traf.

[255] *Nike–You Don’t Win Silver, You Lose Gold*, 2012, [http://www.youtube.com/watch?v=ZnLCeXMHZBs&feature=youtube\\_gdata\\_player](http://www.youtube.com/watch?v=ZnLCeXMHZBs&feature=youtube_gdata_player).

[256] W większości przypadków zwycięzca nie zdobywa dosłownie całego rynku. Pewnie bardziej precyzyjne byłoby określenie „zwycięzca bierze większość”. Tak czy owak, w konkursie nazewniczym rozegranym pośród ekonomistów określenie „zwycięzca bierze wszystko” zdobyło sobie prawie cały rynek, więc to właśnie nim się będziemy posługiwać.

[257] Emmanuel Saez, *Striking It Richer: The Evolution of Top Incomes in the United States*, 23 stycznia 2013, <http://elsa.berkeley.edu/~saez/saez-US-topincomes-2011.pdf>.

W 2011 roku do górnego 1 procenta zaliczały się w Stanach Zjednoczonych rodziny z dochodem powyżej 367 tysięcy dolarów. Oczywiście średnia wartość dla tej grupy wynika z faktu, że niektórzy uzyskują znacznie wyższe dochody. Por. <http://elsa.berkeley.edu/~saez/saez-US-topincomes-2011.pdf>.

[258] Chodzi tu o zjawisko charakterystyczne dla rozkładów potęgowych, o których będzie jeszcze mowa w dalszej części tego rozdziału.

- [259] *Why The Haves Have So Much*: NPR, NPR.org, 29 października 2011, <http://www.npr.org/2011/10/29/141816778/why-the-haves-have-so-much> (dostęp: 11 sierpnia 2013).
- [260] Alex Tabarrok, *Winner Take-All Economics*, Marginal Revolution, 13 września 2010, <http://marginalrevolution.com/marginalrevolution/2010/09/winner-take-all-economics.html>.
- [261] Steven N. Kaplan, Joshua Rauh, *It's the Market: The Broad-Based Rise in the Return to Top Talent*, „Journal of Economic Perspectives” 27, no. 3 (2013), s. 35–56.
- [262] David Streitfeld, *As Boom Lures App Creators, Tough Part Is Making a Living*, New York Times, 17 listopada 2012, <http://www.nytimes.com/2012/11/18/business/as-boom-lures-app-creators-tough-part-is-making-a-living.html>.
- [263] Heekyung Kim, Erik Brynjolfsson, *CEO Compensation and Information Technology*, ICIS 2009 Proceedings, 1 stycznia 2009, <http://aisel.aisnet.org/icis2009/38>.
- [264] Por. Xavier Gabaix, Augustin Landier, *Why Has CEO Pay Increased so Much?*, SSRN Scholarly Paper, Social Science Research Network, Rochester, 8 maja 2006, <http://papers.ssrn.com/abstract=901826>.
- [265] Robert H. Frank, Philip J. Cook, *The Winner-take-all Society: Why the Few at the Top Get so Much More Than the Rest of Us*, Penguin Books, New York 1996.
- [266] Sherwin Rosen, *The Economics of Superstars*, „American Economic Review” 71, no. 5 (1981), s. 845–58, doi:10.2307/1803469.
- [267] D. Rush, *Google buys Waze map app for \$ 1.3bn*, „Guardian” (UK), 11 czerwca 2013, <http://www.theguardian.com/technology/2013/jun/11/google-buys-waze-maps-billion>.
- [268] Sam materiał oraz licznik wyświetleń można zobaczyć pod adresem: <https://www.youtube.com/watch?v=OYpwAtnywTk>.
- [269] Por. Roy Jones, Haim Mendelson, *Information Goods vs. Industrial Goods: Cost Structure and Competition*, „Management Science” 57, no. 1 (2011), s. 164–76, doi:10.1287/mnsc.1100.1262.

[270] Niskie koszty krańcowe powodują, że pakiety stają się bardziej opłacalne. Między innymi właśnie dlatego telewizje kablowe często oferują swoim klientom pakiety, nie zaś indywidualny dobór kanałów. Z tego samego powodu Microsoft Office odebrał udział w rynku produktom o charakterze bardziej wyspecjalizowanym. Pakiety to rozwiązanie korzystne zarówno dla supergwiazd, jak i dla dostawców niszowych, przyczynia się bowiem do powstania bardziej kompleksowych ofert i zwiększa sprzedaż wśród konsumentów, którzy ogólnie mogliby się różnie zapatrywać na poszczególne elementy składowe. Sprzedaż pakietowa czyni rynek podatnym na tendencje charakterystyczne dla modelu „zwycięzca bierze wszystko”. Por. Yannis Bakos, Erik Brynjolfsson, „Management Science” 45, no. 12 (1999); Yannis Bakos, Erik Brynjolfsson, *Bundling and Competition on the Internet*, „Marketing Science” 19, no. 1 (2000), s. 63–82, doi:10.1287/mksc.19.1.63.15182.

[271] Por. Michael D. Smith, Erik Brynjolfsson, *Consumer Decision-making at an Internet Shopbot: Brand Still Matters*, NBER, 1 grudnia 2001, s. 541–58.

[272] Catherine Rampell, *College Degree Required by Increasing Number of Companies*, „New York Times”, 19 lutego 2013, <http://www.nytimes.com/2013/02/20/business/college-degree-required-by-increasing-number-of-companies.html>.

[273] Zagadnienie zostało szerzej omówione w artykule zatytułowanym *Investing in the IT That Makes a Competitive Difference*, lipiec 2008, <http://hbr.org/2008/07/investing-in-the-it-that-makes-a-competitive-difference>.

[274] Alfred Marshall, *Principles of Economics*, 8th edition, Macmillan, New York 1947, s. 685.

[275] Ten charakter gwiazdorstwa odnosi się do aktywności Dershowitza na sali sądowej. Jako autor czy gość programów telewizyjnych korzysta on bowiem z opisywanych wcześniej gwiazdotwórczych możliwości technologii w sposób bardziej bezpośredni.

[276] Por. np. <http://www.koomey.com/books.html> lub <http://www.johntreed.com/FCM.html>.

[277] Zagadnienie to omówiliśmy szerzej w artykule opublikowanym na łamach „Harvard Business Review” (A. McAfee, E. Brynjolfsson, *Investing in the IT That Makes a Competitive Difference: Studies of Corporate Performance Reveal a Growing Link between Certain Kinds of Technology Investments and*

*Intensifying Competitiveness*, „Harvard Business Review” (2006), s. 98–103) oraz w jednym z naszych opracowań naukowych (E. Brynjolfsson, A. McAfee, M. Sorell, F. Zhu, *Scale without Mass: Business Process Replication and Industry Dynamics*, MIT Center for Digital Business Working Paper, 2008).

[278] Ściślej rzecz biorąc, rozkład potęgowy opisuje wzór  $f(x) = ax^k$ . Na przykład w przypadku sprzedaży książek w serwisie Amazon,  $f(x)$  to funkcja pozycji książki w rankingu  $x$ , podniesionej do potęgi  $k$ . Wykres potęgowy można by najbardziej przystępnie określić jako taki, który na skali logarytmicznej przedstawia się jako prosta, przy czym nachylenie linii zależy od wykładnika  $k$ .

[279] Erik Brynjolfsson, Yu Jeffrey Hu, Michael D. Smith, *Consumer Surplus in the Digital Economy: Estimating the Value of Increased Product Variety at Online Booksellers*, SSRN Scholarly Paper, Social Science Research Network, Rochester, 1 czerwca 2003, <http://papers.ssrn.com/abstract=400940>.

[280] Innymi słowy, wydarzenia określane mianem „czarnych łabędzi” zdarzają się częściej w przypadku, gdy obraz rzeczywistości oddaje nie rozkład normalny, lecz rozkład potęgowy.

[281] Teoretycznie rzecz biorąc, znaczną część dochodów najlepiej dałoby się opisać za pomocą rozkładu logarytmiczno-normalnego, który stanowi odmianę tradycyjnego rozkładu normalnego. W przypadku najwyższych dochodów lepiej sprawdza się natomiast rozkład potęgowy.

[282] Prezentacja przedstawiona przez Kima Taipale’a podczas 21st Annual Aspen Institute Roundtable on Information Technology, 1 sierpnia 2013.

[283] Wnikliwi być może wiedzą, że w niektórych przypadkach średnia w rozkładzie potęgowym może być nieskończona. Będzie tak w szczególności w przypadku, gdy wykładnik rozkładu (czyli wartość  $k$  podanego wcześniej równania) wynosi mniej niż 2.

[284] Por. *Dollars and Sense Part Two: MLB Player Salary Analysis*, Purple Row, <http://www.purplerow.com/2009/4/23/848870/dollars-and-sense-part-two-mlb> (dostęp: 10 sierpnia 2013). Rozbieżności jeszcze się dodatkowo nasilą, gdy się weźmie pod uwagę kontrakty reklamowe podpisywane przez supergwiazdy.

[285] *The World’s Billionaires: 25th Anniversary Timeline*, „Forbes”, 2012, <http://www.forbes.com/special-report/2012/billionaires-25th-anniversary-timeline.html> (dostęp: 7 sierpnia 2013); *Income, Poverty and Health Insurance*

*Coverage in the United States: 2011*, U.S. Census Bureau Public Information Office, 12 września 2012,  
[http://www.census.gov/newsroom/releases/archives/income\\_wealth/cb12-172.html](http://www.census.gov/newsroom/releases/archives/income_wealth/cb12-172.html) (dostęp: 9 sierpnia 2013).

[286] Greg Mankiw, *Defending the One Percent*, „Journal of Economic Perspectives”, 8 czerwca 2013,  
[http://scholar.harvard.edu/files/mankiw/files/defending\\_the\\_one\\_percent\\_0.p](http://scholar.harvard.edu/files/mankiw/files/defending_the_one_percent_0.p)

[287] Felix Salmon, *Krugman vs. Summers: The Debate*, Reuters Blogs– Felix Salmon, 15 listopada 2011, <http://blogs.reuters.com/felix-salmon/2011/11/15/krugman-vs-summers-the-debate/> (dostęp: 10 sierpnia 2013).

[288] Donald J. Boudreaux, Mark J. Perry, *The Myth of a Stagnant Middle Class*, „Wall Street Journal”, 23 stycznia 2013,  
<http://online.wsj.com/article/SB10001424127887323468604578249723138>

[289] Mark J. Perry, *Thanks to Technology, Americans Spend Dramatically Less on Food Than They Did 3 Decades Ago*, AEIdeas, 7 kwietnia 2013,  
<http://www.aei-ideas.org/2013/04/technology-innovation-and-automation-have-lowered-the-cost-of-our-food-and-improved-the-lives-of-all-americans>.

[290] Scott Winship, *Myths of Inequality and Stagnation*, The Brookings Institution, 27 marca 2013,  
<http://www.brookings.edu/research/opinions/2013/03/27-inequality-myths-winship> (dostęp: 10 sierpnia 2013).

[291] Jared Bernstein, *Three Questions About Consumer Spending and the Middle Class*, Bureau of Labor Statistics, 22 czerwca 2010,  
<http://www.bls.gov/cex/duf2010bernstein1.pdf>.

[292] Annamaria Lusardi, Daniel J. Schneider, Peter Tufano, *Financially Fragile Households: Evidence and Implications*, materiały robocze National Bureau of Economic Research, maj 2011,  
<http://www.nber.org/papers/w17072>.

[293] Matthew DeBacker i in., *Rising Inequality: Transitory or Permanent? New Evidence from a Panel of U.S. Tax Returns 1987-2006*, SSRN Scholarly Paper, Social Science Research Network, Rochester, 2 stycznia 2012,  
<http://papers.ssrn.com/abstract=1747849>.

[294] Robert D. Putnam, *Crumbling American Dreams*, Opinionator, blog „New York Times”, 3 sierpnia 2013,



<http://opinionator.blogs.nytimes.com/2013/08/03/crumbling-american-dreams/>.

[295] *Repairing the Rungs on the Ladder*, „The Economist”, 9 lutego 2013, <http://www.economist.com/news/leaders/21571417-how-prevent-virtuous-meritocracy-entrenching-itself-top-repairing-rungs> (dostęp: 10 sierpnia 2013).

[296] Daron Acemoglu, James A. Robinson, *The Problem with U.S. Inequality*, Huffington Post, 11 marca 2012, [http://www.huffingtonpost.com/daron-acemoglu/us-inequality\\_b\\_1338118.html](http://www.huffingtonpost.com/daron-acemoglu/us-inequality_b_1338118.html) (dostęp: sierpnia 13, 2013).

[297] John Bates Clark, *Essentials of Economic Theory as Applied to Modern Problem of Industry and Public Policy*, Macmillan, London 1907, s. 45.

[298] W. M. Leiserson, *The Problem of Unemployment Today*, 31, „Political Science Quarterly” (1916), <http://archive.org/details/jstor-2141701>, s. 12.

[299] John Maynard Keynes, *Essays in Persuasion*, W. W. Norton & Company, New York 1963, s. 358.

[300] Linus Pauling, *The Triple Revolution, Ad Hoc Committee on the Triple Revolution*, Santa Barbara 1964, <http://osulibrary.oregonstate.edu/specialcollections/coll/pauling/peace/paper02.html>.

[301] Wassily Leontief, „National Perspective: The Definition of Problems and Opportunities”, *The Long-Term Impact of Technology on Employment and Unemployment*, National Academy of Engineering, 1983: 3–7.

[302] Richard M. Cyert, David C. Mowery (red.), *Technology and Employment: Innovation and Growth in the U.S. Economy*, National Academies Press, 1987, [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=1004](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=1004).

[303] Raghuram Rajan, Paolo Volpin, Luigi Zingales, *The Eclipse of the U.S. Tire Industry*, materiał roboczy Center for Economic Studies, U.S. Census Bureau, 1997, <http://ideas.repec.org/p/cen/wpaper/97-13.html>.

[304] William D. Nordhaus, *Do Real Output and Real Wage Measures Capture Reality? The History of Lighting Suggests Not*, Cowles Foundation Discussion Paper, Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University, 1994, <http://ideas.repec.org/p/cwl/cwldpp/1078.html>.

[305] W jednym ze swoich opracowań Erik szacował, że elastyczność popytu w przypadku sprzętu komputerowego wynosi 1,1, co oznacza, że 1-

procentowy spadek cen skutkuje wzrostem popytu na poziomie 1,1 procent, co by oznaczało, że łączne wydatki rosną wraz z poprawą wydajności sprzętu komputerowego. Por. Erik Brynjolfsson, *The Contribution of Information Technology to Consumer Welfare*, „Information Systems Research” 7, no. 3, 1996: 281-300.

[306] Jest to przykład działania prawa Saya, zgodnie z którym popyt i podaż stale utrzymują się w równowadze.

[307] John Maynard Keynes, *Economic Possibilities for Our Grandchildren*, *Keynes on Possibilities*, 1930, <http://www.econ.yale.edu/smith/econ116a/keynes1.pdf>.

[308] Tim Kreider, *The 'Busy' Trap*, *Opinionator*, 30 czerwca 2012, <http://opinionator.blogs.nytimes.com/2012/06/30/the-busy-trap/>.

[309] Noblista Joe Stiglitz twierdził, że szybka automatyzacja rolnictwa, choćby ta związana z pojawieniem się traktorów z silnikami spalinowymi, zalicza się do przyczyn wysokiego bezrobocia w latach trzydziestych XX wieku. Por. Joseph E. Stiglitz, *The Price of Inequality: How Today's Divided Society Endangers Our Future*, W. W. Norton & Company, New York: 2013.

[310] Wassily Leontief, *Technological Advance, Economic Growth, and the Distribution of Income*, „Population and Development Review” 9, no. 3, 1 września 1983, s. 403–10.

[311] Na podobną zasadę powoływaliśmy się przy porównywaniu i zrównywaniu wynagrodzeń pracowników-ludzi i hipotetycznych robotów o identycznych kompetencjach.

[312] Michael Spence, *The Next Convergence: The Future of Economic Growth in a Multispeed World*, Macmillan, New York 2011.

[313] D. Autor, D. Dorn, G. H. Hanson, *The China Syndrome: Local Labor Market Effects of Import Competition in the United States*, „American Economic Review”, planowana data wydania: grudzień 2013.

[314] J. Banister, G. Cook, *China's Employment and Compensation Costs in Manufacturing through 2008*, „Monthly Labor Review” 134, no. 3, 2011: 39–52. Uważniejsza analiza statystyk dotyczących Chin prowadzi do wniosku, że z biegiem czasu nastąpiły pewne zmiany klasyfikacyjne, w związku z czym w rzeczywistości procesy związane z bezrobociem mogą przebiegać nieco inaczej, niż to zostało przedstawione w raporcie. Ogólny trend wydaje się mimo to jednoznaczny.

- [315] *Computers Are Useless. They Can Only Give You Answers*, Quote Investigator, 5 listopada 2011, <http://quoteinvestigator.com/2011/11/05/computers-useless/>.
- [316] D. T. Max, *The Prince's Gambit*, „The New Yorker”, 21 marca 2011, [http://www.newyorker.com/reporting/2011/03/21/110321fa\\_fact\\_max](http://www.newyorker.com/reporting/2011/03/21/110321fa_fact_max).
- [317] Garry Kasparov, *The Chess Master and the Computer*, „New York Review of Books”, 11 lutego 2010, <http://www.nybooks.com/articles/archives/2010/feb/11/the-chess-master-and-the-computer/>.
- [318] Chess Quotes, <http://www.chessquotes.com/player-karpov> (dostęp: 12 września 2013).
- [319] Kasparov, *The Chess Master and the Computer*.
- [320] Evan Esar, *20,000 Quips & Quotes*, Barnes and Noble, 1995, s. 654.
- [321] Kevin Kelly, *Better than Human: Why Robots Will– and Must– Take Our Jobs*, „Wired”, 24 grudnia 2012.
- [322] Rozwiązania stosowane przez firmę Zara zostały bardziej szczegółowo opisane w ramach Harvard Business Case Study przez Andy'ego i jego dwóch kolegów: Andrew McAfee, Vincent Dessain, Anders Sjöman, *Zara: IT for Fast Fashion*, Harvard Business School 2007 (numer przypadku: 604081-PDF-ENG).
- [323] John Timbs, *The Mirror of Literature, Amusement, and Instruction*, John Limbird, London 1825, s. 75.
- [324] Sugata Mitra, *Build a School in the Cloud*, TED, materiał wideo na TED.com, luty 2013, [http://www.ted.com/talks/sugata\\_mitra\\_build\\_a\\_school\\_in\\_the\\_cloud.html](http://www.ted.com/talks/sugata_mitra_build_a_school_in_the_cloud.html).
- [325] Ibid.
- [326] Peter Sims, *The Montessori Mafia*, „Wall Street Journal”, 5 kwietnia 2011, <http://blogs.wsj.com/ideas-market/2011/04/05/the-montessori-mafia/>.
- [327] Richard Arum, Josipa Roksa, *Academically Adrift: Limited Learning on College Campuses*, University of Chicago Press, Chicago 2010); Richard Arum, Josipa Roksa, Esther Cho, *Improving Undergraduate Learning: Findings and Policy Recommendations from the SSRC-CLA Longitudinal Project*, Social Science Research Council, 2008,

<http://www.ssrc.org/publications/view/D06178BE-3823-E011-ADEF-001CC477EC84/>.

[328] Ernest T. Pascarella, Patrick T. Terenzini, *How College Affects Students: A Third Decade of Research*, 1st ed., Jossey-Bass, San Francisco 2005, 602.

[329] Michael Noer, *One Man, One Computer, 10 Million Students: How Khan Academy Is Reinventing Education*, „Forbes”, 19 listopada 2012, <http://www.forbes.com/sites/michaelnoer/2012/11/02/one-man-one-computer-10-million-students-how-khan-academy-is-reinventing-education/>.

[330] William J. Bennet, *Is Sebastian Thrun's Udacity the Future of Higher Education?*, CNN, 5 lipca 2012, <http://www.cnn.com/2012/07/05opinion/bennett-udacity-education/index.html>.

[331] David Autor, *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings*, Brookings Institution, kwiecień 2010, <http://www.brookings.edu/research/papers/2010/04/jobs-autor>.

[332] Catherine Rampell, *Life Is O.K., If You Went to College*, blog Economix, „New York Times”, 3 maja 2013, <http://economix.blogs.nytimes.com/2013/05/03/life-is-o-k-if-you-went-to-college/>.

[333] Catherine Rampell, *College Degree Required by Increasing Number of Companies*, „New York Times”, 19 lutego 2013, <http://www.nytimes.com/2013/02/20/business/college-degree-required-by-increasing-number-of-companies.html>.

[334] Meta Brown i in., *Grading Student Loans*, blog Liberty Street Economics, Federal Reserve Bank of New York, 5 marca 2012, [http://libertystreeteconomics.newyorkfed.org/2012/03/grading-student-loans.html?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed:+LibertySti\(Liberty+Street+Economics\)](http://libertystreeteconomics.newyorkfed.org/2012/03/grading-student-loans.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed:+LibertySti(Liberty+Street+Economics)).

[335] Tim Hornyak, *Towel-folding Robot Won't Do the Dishes*, CNET, 31 marca 2010, [http://news.cnet.com/8301-17938\\_105-10471898-1.html](http://news.cnet.com/8301-17938_105-10471898-1.html).

[336] Nate Silver, *The Signal and the Noise: Why So Many Predictions Fail—But Some Don't*, 1st ed., Penguin, New York 2012.

- [337] *Employment Level*, Economic Research – Federal Reserve Bank of St. Louis, U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, 2 sierpnia 2013, <http://research.stlouisfed.org/fred2/series/LNU02000000>.
- [338] To samo mogłoby dotyczyć podręczników autorstwa Krugmana i Wellsa, Cowena i Tabaroka czy Nordhaua i tak dalej, i tak dalej.
- [339] Claudia Goldin, Lawrence F. Katz, *The Race Between Education and Technology*, Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge 2010.
- [340] *PISA 2009 Key Findings*, OECD, <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2009/pisa2009keyfindings.htm> (dostęp: 12 sierpnia 2013).
- [341] Martin West, *Global Lessons for Improving U.S. Education*, 29 września 2011, <http://www.issues.org/28.3/west.html>.
- [342] Marcella Bombardieri, *Professors Take Lessons from Online Teaching*, „Boston Globe”, 9 czerwca 2013, <http://www.bostonglobe.com/metro/2013/06/08/professors-take-lessons-from-online-teaching/K5XTNA8N1cVGLQ8JJW5PCL/story.html> (dostęp: 19 sierpnia 2013).
- [343] Tekst ten autor zamieścił na swojej ścianie na Facebooku. Czasami wybór określonego medium stanowi istotny element samego przekazu.
- [344] Raj Chetty, John N. Friedman, Jonah E. Rockoff, *The Long-Term Impacts of Teachers: Teacher Value-Added and Student Outcomes in Adulthood*, document roboczy National Bureau of Economic Research, 2011, <http://ideas.repec.org/p/nbr/nberwo/17699.html>.
- [345] Ray Fisman, *Do Charter Schools Work?*, „Slate”, 22 maja 2013, [http://www.slate.com/articles/news\\_and\\_politics/the\\_dismal\\_science/2013/0/](http://www.slate.com/articles/news_and_politics/the_dismal_science/2013/0/) (dostęp: 12 sierpnia 2013).
- [346] Olga Khazan, *Here's Why Other Countries Beat the U.S. in Reading and Math*, „Washington Post”, 11 grudnia 2012, <http://www.washingtonpost.com/blogs/worldviews/wp/2012/12/11/heres-why-other-countries-beat-the-u-s-in-reading-and-math/> (dostęp: 12 sierpnia 2013).
- [347] Por. np. Pozytywną opinię Milesa Kimballa na temat inicjatywy Knowledge is Power Program: *Confessions of a Supply-Side Liberal*, 23 lipca 2012, <http://blog.supplysideliberal.com/post/27813547755/magic->

*ingredient-1-more-k-12-school* (dostęp: 12 sierpnia 2013).

[348] B. Holmstrom, P. Milgrom, *Multitask Principal-Agent Analyses: Incentive Contracts, Asset Ownership, and Job Design*, „Journal of Law, Economics & Organization” 7, no. 24 (1991).

[349] Joseph Alois Schumpeter, *Teoria rozwoju gospodarczego*, tłum. Joanna Grzywicha, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1960, s. 104.

[350] Ibid., s. 105.

[351] Informacja prasowa, *U.S. Job Growth Driven Entirely by Startups, According to Kauffman Foundation Study*, Reuters, 7 lipca 2010, <http://www.reuters.com/article/2010/07/07/idUS165927+07-Jul-2010+MW20100707>.

[352] John Haltiwanger i in., *Business Dynamics Statistics Briefing: Job Creation, Worker Churning, and Wages at Young Businesses*, SSRN Scholarly Paper, Social Science Research Network, Rochester, 1 listopada 2012, <http://papers.ssrn.com/abstract=2184328>.

[353] *Kauffman Index of Entrepreneurial Activity*, Ewing Marion Kauffman Foundation, 2012, <http://www.kauffman.org/research-and-policy/kauffman-index-of-entrepreneurial-activity.aspx>.

[354] Vivek Wadhwa, AnnaLee Saxenian, Francis Daniel Siciliano, *Then and Now: America's New Immigrant Entrepreneurs*, Part 7, Stanford Public Law Working Paper No. 2159875; Rock Center for Corporate Governance at Stanford University Working Paper No. 127, SSRN Scholarly Paper, Social Science Research Network, Rochester, 1 października 2012, <http://papers.ssrn.com/abstract=2159875>.

[355] Leora Klapper, Luc Laeven, Raghuram Rajan, *Entry Regulation as a Barrier to Entrepreneurship*, „Journal of Financial Economics” 82, no. 3 (2006), s. 591–629, doi:10.1016/j.jfuneco.2005.09.006.

[356] „Research and Development: Essential Foundation for U.S. Competitiveness in a Global Economy” w: *A Companion to Science and Engineering Indicators 2008*, National Science Board, styczeń 2008, <http://www.nsf.gov/statistics/nsb0803/start.htm>.

[357] Zagadnienie to w interesujący sposób ilustruje w swojej nowej książce, *The Entrepreneurial State*, Mariana Mazzucato. Autorka zwraca uwagę, że wszystkie technologie wykorzystane przez firmę Apple do stworzenia

przełomowego iPhone'a powstały na bazie wyników badań uzyskanych w projektach finansowanych ze środków rządowych. Chodzi zarówno o telefonię komórkową, internet, GPS, mikrochipy, czujniki pojemnościowe i ekrany dotykowe, a nawet Siri. Por. Mariana Mazzucato, *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*, Anthem Press, New York 2013.

[358] Nie trzeba się jednak specjalnie obawiać, że ktoś zażąda od nas honorarium z tytułu publicznego wykonania utworu w restauracji w zeszłym tygodniu. Prawa autorskie do *Happy Birthday* stanowiące podstawę licencji o wartości 2 milionów dolarów rocznie są obecnie kwestionowane i mogą wkrótce zostać podważone. Por. Jacob Goldstein, *This One Page Could End The Copyright War Over 'Happy Birthday'*, NPR, 17 czerwca 2013, <http://www.npr.org/blogs/money/2013/06/17/192676099/this-one-page-could-end-the-copyright-war-over-happy-birthday>.

[359] Nagrody mają długą historię, która sięga czasów Longitude Prize wyznaczonej przez brytyjski parlament w 1714 roku. Obliczenia dotyczące szerokości geograficznej dało się przeprowadzić względnie prosto, większy problem stanowiła natomiast długość (zwłaszcza podczas trwających wiele dni podróży oceanicznych). Seria nagród o łącznej wysokości przekraczającej 100 tysięcy brytyjskich funtów przyniosła jeszcze w XVIII wieku istotne postępy w zakresie pomiarów długości geograficznej. W 1919 roku nagroda Orteig Prize w wysokości 25 tysięcy dolarów za nieprzerwany lot transatlantycki przyczyniła się do powstania całej serii innowacji w dziedzinie lotnictwa, dzięki którym Charles Lindbergh ostatecznie odbył pomyślnie taki lot w 1927 roku.

[360] 21 . Lista została zaczerpnięta z prezentacji Toma Kalila *Grand Challenges*, z którą można się zapoznać pod adresem <http://www2.itif.org/2012-grand-challenges-kalil.pdf> (dostęp: 9 sierpnia 2013). Por. także *Implementation of Federal Prize Authority: Progress Report*, U.S. Office of Science and Technology Policy, marzec 2012, materiał dostępny pod adresem [http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/competes\\_repo](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/competes_repo) (dostęp: 18 września 2013).

[361] Szczegółową listę można znaleźć w załączniku do raportu firmy McKinsey and Company, *And the Winner Is...*, Research Report 2009, [http://mckinseyonsociety.com/downloads/reports/Social-Innovation/And\\_the\\_winner\\_is.pdf](http://mckinseyonsociety.com/downloads/reports/Social-Innovation/And_the_winner_is.pdf) (dostęp: 18 września 2013).

[362] *2013 Report Card for America's Infrastructure*, ASCE 2013, <http://www.infrastructurereportcard.org/a/#p/home> (dostęp: 12 sierpnia 2013).

[363] Por. Matthew Yglesias, *The Collapse of Public Investment*, blog Moneybox, „Slate”, 7 maja 2013, [http://www.slate.com/blogs/moneybox/2013/05/07/public\\_sector\\_investmen](http://www.slate.com/blogs/moneybox/2013/05/07/public_sector_investmen) (dostęp: 12 sierpnia 2013); oraz dane, na podstawie których powstało opracowanie *Real State & Local Consumption Expenditures & Gross Investment, 3 Decimal*, Economic Research– Federal Reserve Bank of St. Louis. U.S. Department of Commerce: Bureau of Economic Analysis, 31 lipca 2013), <http://research.stlouisfed.org/fred2/series/SLCEC96>.

[364] *Siemens CEO on US Economic Outlook*, CNBC, 14 marca 2013, <http://video.cnn.com/gallery/?video=3000154454> (dostęp: 12 sierpnia 2013).

[365] John Maynard Keynes, *The General Theory of Employment, Interest, and Money*, 21 października 2012, [http://ebooks.adelaide.edu.au/k/keynes/john\\_maynard/k44g/](http://ebooks.adelaide.edu.au/k/keynes/john_maynard/k44g/).

[366] Peter B. Dixon, Maureen T. Rimmer, *Restriction or Legalization? Measuring the Economic Benefits of Immigration Reform*, Cato Institute, 13 sierpnia 2009, <http://www.cato.org/publications/trade-policy-analysis/restriction-or-legalization-measuring-economic-benefits-immigration-reform> (dostęp: 14 grudnia 2012); Robert Lynch, Patrick Oakford, *The Economic Effects of Granting Legal Status and Citizenship to Undocumented Immigrants*, Center for American Progress, 20 marca 2013, <http://www.americanprogress.org/issues/immigration/report/2013/03/20/57-economic-effects-of-granting-legal-status-and-citizenship-to-undocumented-immigrants/> (dostęp: 12 sierpnia 2013).

[367] David Card, *The Impact of the Mariel Boatlift on the Miami Labor Market*, materiał roboczy National Bureau of Economic Research, sierpień 1989, <http://www.nber.org/papers/w3069>.

[368] Rachel M. Friedberg, *The Impact of Mass Migration on the Israeli Labor Market*, „Quarterly Journal of Economics” 116, no. 4 (2001), s. 1373–1408, doi:10.1162/003355301753265606.

[369] Amy Sherman, *Jeb Bush Says Illegal Immigration Is 'Net Zero'*, Miami Herald, 3 września 2012, <http://www.miamiherald.com/2012/09/01/2980208/jeb-bush-says-illegal->



*immigration.html*.

[370] Gordon F. De Jong i in., *The Geography of Immigrant Skills: Educational Profiles of Metropolitan Areas*, Brookings Institution, 9 czerwca 2011, <http://www.brookings.edu/research/papers/2011/06/immigrants-singer>.

[371] *State and County QuickFacts*, United States Census Bureau, 27 czerwca 2013, <http://quickfacts.census.gov/qfd/states/00000.html>; Vivek Wadhwa i in., *America's New Immigrant Entrepreneurs: Part I*, SSRN Scholarly Paper, Duke Science, Technology & Innovation Paper No. 23, Social Science Research Network, Rochester 4 stycznia 2007, <http://papers.ssrn.com/abstract=990152>.

[372] *The 'New American' Fortune 500*, Partnership for a New American Economy, czerwiec 2011, <http://www.renewoureconomy.org/sites/all/themes/pnae/img/new-american-fortune-500-june-2011.pdf>.

[373] Michael Kremer, *The O-Ring Theory of Economic Development*, „Quarterly Journal of Economics” 108, no. 3 (1993), s. 551–75, doi:10.2307/2118400.

[374] Vivek Wadhwa i in., *America's New Immigrant Entrepreneurs: Part I*, SSRN Scholarly Paper, Duke Science, Technology & Innovation Paper No. 23, Social Science Research Network, Rochester 4 stycznia 2007), <http://papers.ssrn.com/abstract=990152>; Darrell West, *Inside the Immigration Process*, „Huffington Post”, 15 kwietnia 2013, [http://www.huffingtonpost.com/darrell-west/inside-the-immigration-pr\\_b\\_3083940.html](http://www.huffingtonpost.com/darrell-west/inside-the-immigration-pr_b_3083940.html) (dostęp: 12 sierpnia 2013).

[375] Nick Leiber, *Canada Launches a Startup Visa to Lure Entrepreneurs*, „Bloomberg Businessweek”, 11 kwietnia 2013, <http://www.businessweek.com/articles/2013-04-11/canada-launches-a-startup-visa-to-lure-entrepreneurs>.

[376] Greg Mankiw, *Rogoff Joins the Pigou Club*, blog Grega Mankiwa, 16 września 2006, <http://gregmankiw.blogspot.com/2006/09/rogoff-joins-pigou-club.html>; Ralph Nader, Toby Heaps, *We Need a Global Carbon Tax*, „Wall Street Journal”, 3 grudnia 2008, <http://online.wsj.com/article/SB122826696217574539.html>.

[377] P. A. Diamond, E. Saez, *The Case for a Progressive Tax: From Basic Research to Policy Recommendations*, „Journal of Economic Perspectives” 25,

no. 4 (2011), s. 165–90.

[378] Gwoli ścisłości ustalił konkretnie, że w ujęciu średnim wyższe podatki wykazują korelację z nieco szybszym wzrostem. Por. Menzie Chinn, *Data on Tax Rates, by Quintiles*, Econbrowser, 12 lipca 2012, [http://www.econbrowser.com/archives/2012/07/data\\_on\\_tax\\_rat.html](http://www.econbrowser.com/archives/2012/07/data_on_tax_rat.html).

[379] Craig Tomlin, *SXSW 2012 Live Blog Create More Value Than You Capture*, Useful Usability, 12 marzec 2012, <http://www.usefulusability.com/sxsw-2012-live-blog-create-more-value-than-you-capture/>.

[380] Sir Winston Churchill, Robert Rhodes James, *Winston S. Churchill: His Complete Speeches, 1897–1963: 1943–1949*, Chelsea House Publishers, 1974, s. 7566.

[381] Martin Luther King, Jr., *Where Do We Go from Here: Chaos or Community?*, Harper & Row, New York 1967, s. 162.

[382] Jyotsna Sreenivasan, *Poverty and the Government in America: A Historical Encyclopedia*, 1st ed., ABC-CLIO, Santa Barbara 2009, s. 269.

[383] „WGBH American Experience. Nixon | PBS, *American Experience*, <http://www.pbs.org/wgbh/americanexperience/features/general-article/nixon-domestic/> (dostęp: 12 sierpnia 2013).

[384] Warto jednak wspomnieć, że 1980 roku stan Alaska wprowadził pewną formę takich gwarancji dla swoich mieszkańców. Uchwalono tam ustawę przewidującą powszechną wypłatę z Permanent Fund. Fundusz ten powstał w 1976 roku jako narzędzie zarządzania obfitymi zasobami ropy naftowej pozostającymi w gestii władz stanowych. Mieszkańcy Alaski zdecydowali, że część tego majątku powinna co roku trafiać w ich ręce w postaci dywidendy.

[385] Wolter, *Kandyd, czyli optymizm*, tłum. Tadeusz Boy Żeleński, Spółdzielnia Wydawnicza „Wiedza”, Warszawa 1947, s. 163.

[386] Daniel H. Pink, *Drive. Kompletnie nowe spojrzenie na motywację*, tłum. Anna Wojtaszczyk, Wydawnictwo Studio Emka, Warszawa 2011.

[387] Sarah O'Connor, *Amazon Unpacked*, „Financial Times”, 8 lutego 2013, <http://www.ft.com/intl/cms/s/2/ed6a985c-70bd-11e2-85d0-00144feab49a.html#slide0>.

[388] Don Peck, *How a New Jobless Era Will Transform America*, „The Atlantic”, marzec 2010,

[http://www.theatlantic.com/magazine/archive/2010/03/how-a-new-jobless-era-will-transform-america/307919/?single\\_page=true](http://www.theatlantic.com/magazine/archive/2010/03/how-a-new-jobless-era-will-transform-america/307919/?single_page=true).

[389] Jim Clifton, *The Coming Jobs War*, Gallup Press, New York 2011.

[390] William Julius Wilson, *When Work Disappears: The World of the New Urban Poor*, 1st ed., Vintage, New York 1997.

[391] 12. Charles Murray, *Coming Apart: The State of White America, 1960–2010*, Crown Forum, New York 2013, dodruk.

[392] Zdaniem Murraya najważniejszą rolę w wyjaśnianiu tego zjawiska odgrywają szkodliwe zmiany w sferze wartości. Autor pisze: „Upadek kapitału społecznego w niższych klasach białej społeczności amerykańskiej pozbawia jej przedstawicieli jednego z głównych atutów, którym posługiwali się Amerykanie w swoim dążeniu do szczęścia. To samo można powiedzieć o upadku małżeństwa, zaradności, uczciwości i religijności. Chodzi tu o wartości, o których znaczeniu nie rozstrzygają bynajmniej subiektywne preferencje. W ujęciu łącznym to one bowiem stanowią główną treść życia” (s. 253).

[393] Wywiad z Miltonem Friedmanem, Newsfront, NET, 8 maja 1968; cytata za: Gordonskene, *Milton Friedman Explains The Negative Income Tax–1968*, Newstalgia, 6 grudnia 2011, <http://newstalgia.crooksandliars.com/gordonskene/milton-friedman-explains-negative-inco>.

[394] Raj Chetty i in., *The Economic Impacts of Tax Expenditures: Evidence From Spatial Variation Across the U.S.*, biała księga 2013, [http://obs.rc.fas.harvard.edu/chetty/tax\\_expenditure\\_soi\\_whitepaper.pdf](http://obs.rc.fas.harvard.edu/chetty/tax_expenditure_soi_whitepaper.pdf).

[395] *Citi Community Development Marks National EITC Awareness Day with Release of Money Matters Publication*, aktualności Citigroup Inc., 25 stycznia 2013, <http://www.citigroup.com/citi/news/2013/130125a.htm>.

[396] *Gas Guzzler Tax*, Fuel Economy, United States Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/fueleconomy/guzzler/> (dostęp: 12 sierpnia 2013).

[397] *History of the Income Tax in the United States*, Infoplease, 2007, <http://www.infoplease.com/ipa/A0005921.html>.

[398] Robertson Williams, *The Numbers: What Are the Federal Government's Sources of Revenue?*, *The Tax Policy Briefing Book: A Citizens' Guide for the*

Election, and Beyond, Tax Policy Center: Urban Institute and Brookings Institution, 13 września 2011, <http://www.taxpolicycenter.org/briefing-book/background/numbers/revenue.cfm>.

[399] W Stanach Zjednoczonych podatek na fundusz Social Security pobierano w 2013 roku tylko od dochodów poniżej 113,700 dolarów. Por. *Social Security and Medicare Tax Rates; Maximum Taxable Earnings*, Social Security: The Official Website of the U.S. Social Security Administration, 6 lutego 2013, [http://ssa-custhelp.ssa.gov/app/answers/detail/a\\_id/240/~social-security-and-medicare-tax-rates%3B-maximum-taxable-earnings](http://ssa-custhelp.ssa.gov/app/answers/detail/a_id/240/~social-security-and-medicare-tax-rates%3B-maximum-taxable-earnings).

[400] Nawet jeśli jakiś podatek czy świadczenie teoretycznie płaci pracodawca, to w większości jego koszty i tak ostatecznie ponosi pracownik – w postaci niższego wynagrodzenia czy nawet braku stanowiska pracy. Por. Melanie Berkowitz, *The Health Care Reform Bill Becomes Law: What It Means for Employers*, Monster: Workforce Management, b.d., <http://hiring.monster.com/hr/hr-best-practices/workforce-management/employee-benefits-management/health-care-reform.aspx>.

[401] Bruce Bartlett, *The Benefit and The Burden: Tax Reform—Why We Need It and What It Will Take*, Simon & Schuster, New York 2012.

[402] Steve Lohr, *Computer Algorithms Rely Increasingly on Human Helpers*, „New York Times”, 10 marca 2013, <http://www.nytimes.com/2013/03/11/technology/computer-algorithms-rely-increasingly-on-human-helpers.html>.

[403] Jason Pontin, *Artificial Intelligence, With Help From the Humans*, „New York Times”, 25 marca 2007, <http://www.nytimes.com/2007/03/25/business/yourmoney/25Stream.html>.

[404] Gregory M. Lamb, *When Workers Turn into ‘Turkers’*, „Christian Science Monitor”, 2 listopada 2006, <http://www.csmonitor.com/2006/1102/p13s02-wmgn.html>.

[405] Pontin, *Artificial Intelligence, With Help From the Humans*.

[406] Daren C. Brabham, *Crowdsourcing as a Model for Problem Solving An Introduction and Cases*, „Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies” 14, no. 1 (2008), s. 75–90, doi:10.1177/1354856507084420.

[407] Alyson Shontell, *Founder Q&A: Make a Boatload of Money Doing Your*

*Neighbor's Chores on TaskRabbit*, „Business Insider”, 27 października 2011, <http://www.businessinsider.com/taskrabbit-interview-2011-10> (dostęp: 12 sierpnia 2013).

[408] Tomio Geron, *Airbnb and the Unstoppable Rise of the Share Economy*, „Forbes”, 23 stycznia 2013, <http://www.forbes.com/sites/tomiogeron/2013/01/23/airbnb-and-the-unstoppable-rise-of-the-share-economy/> (dostęp: 12 sierpnia 2013).

[409] Johnny B., *TaskRabbit Names Google Veteran Stacy Brown-Philpot as Chief Operating Officer*, blog TaskRabbit, 14 stycznia 2013, <https://www.taskrabbit.com/blog/taskrabbit-news/taskrabbit-names-google-veteran-stacy-brown-philpot-as-chief-operating-officer/> (dostęp: 12 sierpnia 2013).

[410] Johnny B., *TaskRabbit Welcomes 1,000 New TaskRabbits Each Month*, TaskRabbit Blog, 23 kwietnia 2013, <https://www.taskrabbit.com/blog/taskrabbit-news/taskrabbit-welcomes-1000-new-taskrabbits-each-month/>.

[411] Employment Situation News Release, Bureau of Labor Statistics, 3 maja 2013, <http://www.bls.gov/news.release/empsit.htm>.

[412] Interesują nas opinie czytelników dotyczące tych oraz innych propozycji. Własnymi spostrzeżeniami można się z nami podzielić za pośrednictwem strony [www.SecondMachineAge.com](http://www.SecondMachineAge.com).

[413] Charles Perrow, *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*, Princeton University Press, Princeton 1999; *Interim Report on the August 14, 2003 Blackout*, New York Independent System Operator, 8 stycznia 2004, <http://www.hks.harvard.edu/hepg/Papers/NYISO.blackout.report.8.Jan.04.pdf>.

[414] Steven Cherry, *How Stuxnet Is Rewriting the Cyberterrorism Playbook*, podcast IEEE Spectrum, 13 października 2010, <http://spectrum.ieee.org/podcast/telecom/security/how-stuxnet-is-rewriting-the-cyberterrorism-playbook>.

[415] Bill Joy, *Why the Future Doesn't Need Us*, „Wired”, kwiecień 2000, [http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy\\_pr.html](http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy_pr.html).

[416] Koszty sekwencjonowania genomu spadają nawet szybciej niż w przypadku mocy obliczeniowej, kompleksowe rozważania dotyczące rewolucji genomowej dalece wykraczają jednak poza zakres tej książki. Wspominamy o tym jedynie po to, by zwrócić uwagę na pewien element

rzeczywistości, który w najbliższych latach i dekadach wywoła prawdopodobnie daleko idące skutki. Por. Kris Wetterstrand, *DNA Sequencing Costs: Data from the NHGRI Genome Sequencing Program (GSP)*, National Human Genome Research Institute, 16 lipca 2013, <http://www.genome.gov/sequencingcosts/>.

[417] O grach – por. Nicholas Carr, *Płytki umysł. Jak internet wpływa na nasz mózg*, tłum. Katarzyna Rojek, Helion, Gliwice 2013; o cyberbałkanizacji – por. Marshall van Alstyne, Erik Brynjolfsson, *Electronic Communities: Global Villages or Cyberbalkanization?*, ICIS 1996 Proceedings, 31 grudnia 1996, <http://aisel.aisnet.org/icis1996/5>; Eli Pariser, *The Filter Bubble: How the New Personalized Web Is Changing What We Read and How We Think*, Penguin, New York 2012; o społecznej izolacji – por. Sherry Turkle, *Samotni razem. Dlaczego więcej oczekujemy od technologii, a mniej od siebie nawzajem*, tłum. Małgorzata Cierpisz, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2013; Robert D. Putnam, *Samotna gra w kręgle. Upadek i odrodzenie wspólnot lokalnych w Stanach Zjednoczonych*, tłum. Przemysław Sadura, Sebastian Szymański, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2008; wreszcie o degradacji środowiska – por. Albert Gore, *The Future: Six Drivers of Global Change*, 2013.

[418] Greg Mankiw proponuje następujący eksperyment myślowy. Załóżmy, że wynaleziono tabletkę, która każdemu, kto ją zażyje, wydłuża życie o rok. Wyprodukowanie jednej takiej tabletki kosztuje jednak 100 tysięcy dolarów, więc ludzi na nią nie stać. Czy należałoby jej zabronić, a może raczej zacząć ją racjonować albo poddać innego rodzaju regulacji?

[419] Chad Brooks, *What Is the Singularity?*, TechNewsDaily, 29 kwietnia 2013, <http://www.technewsdaily.com/17898-technological-singularity-definition.html>.

[420] Kurzweil postanowił zwiększyć swoje szanse na to, że uda mu się dożyć momentu, w którym zjawisko osobliwości zaistnieje (w 2045 roku będzie miał pięćdziesiąt siedem lat). W tym celu zaczął stosować samodzielnie opracowaną dietę, która wymaga przyjmowania stu pięćdziesięciu suplementów diety dziennie. Por. Kristen Philipkoski, *Ray Kurzweil's Plan: Never Die*, „Wired”, 18 listopada 2002, <http://www.wired.com/culture/lifestyle/news/2002/11/56448>.

[421] Steve Lohr, *Creating Artificial Intelligence Based on the Real Thing*, „New York Times”, 5 grudnia 2011, <http://www.nytimes.com/2011/12/06/science/creating-artificial-intelligence->

*based-on-the-real-thing.html.*

[422] Gareth Cook, *Watson, the Computer Jeopardy! Champion, and the Future of Artificial Intelligence*, „Scientific American”, 1 marca 2011, <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=watson-the-computer-jeopa>.

[423] Martin Luther King Jr., *Sermon at Temple Israel of Hollywood*, 26 lutego 1965, <http://www.americanrhetoric.com/speeches/mlktempleisraelhollywood.htm>.

Światowe  
Bestsellery  
Biznesowe

DRUGI

# WIEK MASZYN

Praca, postęp i dobrobyt  
w czasach genialnych technologii

**ERIK BRYNJOLFSSON**  
**ANDREW MCAFEE**

THE SECOND MACHINE AGE





