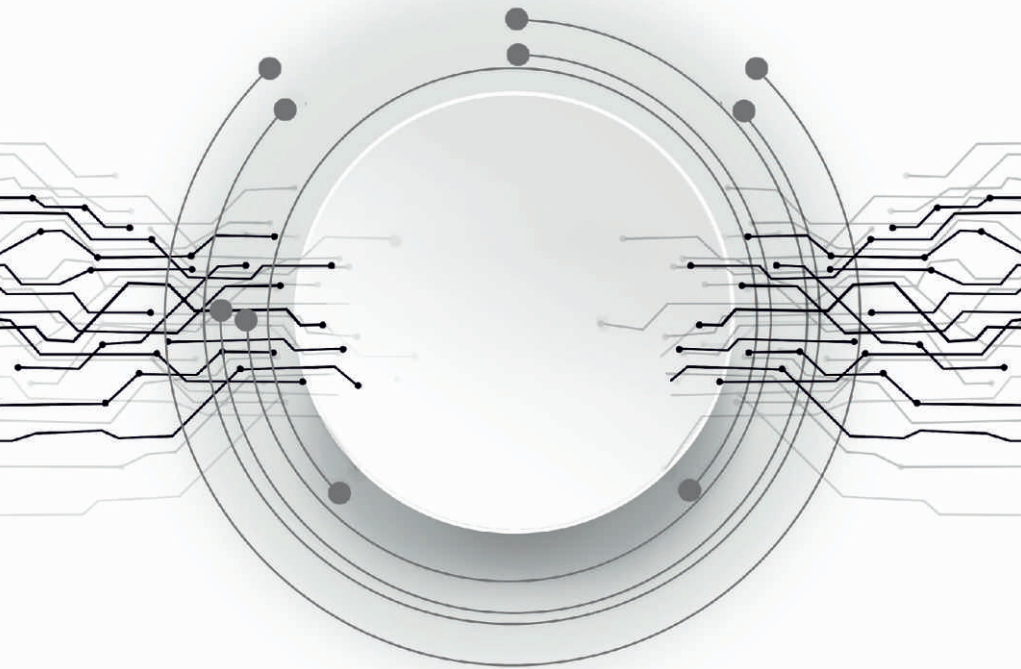


Rafał Maciąg

TRANSFORMACJA CYFROWA

Opowieść o wiedzy

universitas



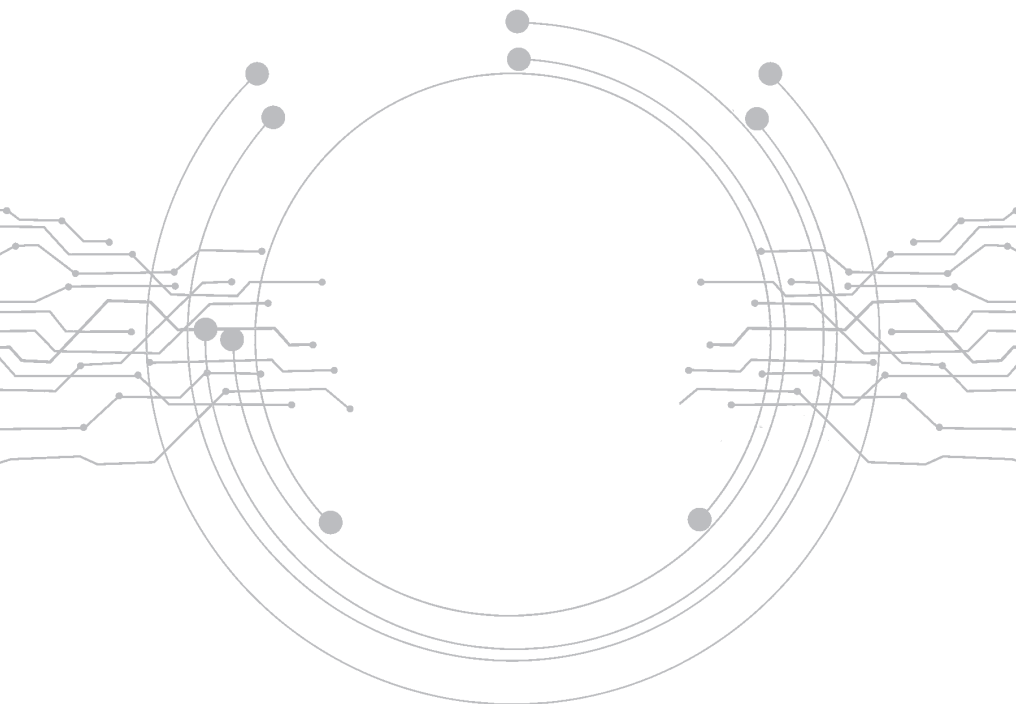
TRANSFORMACJA CYFROWA

Opowieść o wiedzy

Rafał Maciąg

TRANSFORMACJA CYFROWA

Opowieść o wiedzy



Kraków

Publikacja finansowana przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu Opus 15, nr umowy UMO-2018/29/B/HS1/01882

© Copyright by Rafał Maciąg and Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych UNIVERSITAS, Kraków 2020

ISBN 978-83-242-3672-5
e-ISBN 978-83-242-6507-7
TAiWPN UNIVERSITAS

Recenzje

prof. dr hab. Bohdan Jung

dr hab. Jan Kreft, prof. Politechniki Gdańskiej

Opracowanie redakcyjne
Agnieszka Toczko-Rak

Projekt okładki i stron tytułowych
Sepielak

Na okładce
Obraz Anety Esz z Pixabay

www.universitas.com.pl

Moim dzieciom: Joasi, Stasiowi i Zuzi

SPIS TREŚCI

WSTĘP	9
TRANSFORMACJA CYFROWA – POCZĄTKI	13
SENS POJĘCIA „TRANSFORMACJA CYFROWA”	19
Liczba i matematyka	24
Digitalizacja	37
OGÓLNE PODSTAWY I ŹRÓDŁA ROZUMOWANIA	67
Sieci	78
Złożoność	87
TRANSFORMACJA CYFROWA	95
Definicje, idee, pomysły	95
Wielkie projekty: Przemysł 4.0, systemy cyberfizyczne, czwarta rewolucja	114
O abstrakcji	131
O transformacji cyfrowej	139
Tożsamość, tekst, wiedza	142
Transformacja	162
ANEKS	167
BIBLIOGRAFIA	175
INDEKS	195

WSTĘP

Książka, którą oddaję w ręce Czytelników, jest pewnym eksperymentem. Jej główne zadanie to przedstawienie sposobu rozumienia zjawiska znanego pod nazwą transformacja cyfrowa. Oczywiście, zgodnie z naturą istnienia nazw, jego denotat jest moją własnością, jako używającego tego pojęcia, ale wymaga ode mnie, abym z grzeczności i szacunku odwołał się także do opinii i przeświadczeń innych ludzi. Rzecz jasna, staram się wypełnić tę powinność. Staram się jednak także nieco poza nią wykroczyć, ponieważ z założenia innym ważnym pojęciem, będącym kluczem do zrozumienia transformacji cyfrowej, jest wiedza. W szczególności uważam, że transformacja ta dotyczy wiedzy, z jej dynamiki się wytwarza i ostatecznie do niej się sprowadza.

W tym miejscu pojawia się problem: to, co tutaj piszę, również jest wiedzą – książka jest więc w pewnym sensie autoteliczna, ale to nie jest główne zmartwienie. Posiadanie bowiem takiej świadomości powoduje, że muszę poruszać się nie tylko w przestrzeni zwykłych tematów, ale także niejako ponad nimi, starając się zrozumieć ich lokalną rolę w wytwarzaniu się wiedzy na temat transformacji w tej książce. To prowadzi do pewnej gry treścią, która czasem wydaje się męcząca, a może nawet – niezrozumiała. Radzę sobie z tym, obficie odwołując się do źródeł, które w moim mniemaniu spełniają rolę intelektualnej kotwicy, pozwalając na chwilę zatrzymać i ustabilizować myśl. Ich obecność jest

także ważna dlatego, że metapozycja, którą sobie uzurpuję, skłania do bardzo szerokiej perspektywy. W istocie, aby wypełnić obowiązki tego położenia, żadna perspektywa nie jest wystarczająca, a jednak muszą dokonywać wyborów, co z pewnością może powodować u Czytelnika poczucie zawodu w niektórych miejscach.

Transformacja cyfrowa została tutaj przedstawiona jako fenomen dający się dobrze zrozumieć dopiero na najwyższym poziomie wiedzy – wiedza ta może być rozumiana jako wiedza o niej, ale przecież, jak się okaże, musi opierać się na wiedzy rozmaitego rodzaju. Wśród oszałamiającego bogactwa tych związków proponuję pewną ścieżkę, która pokonawszy najpierw szybko zakręty historii technologii komputerowej, rozpoczyna się jako opowieść o liczbie i matematyce jako przedmiotach wiedzy w rozdziale *Sens pojęcia „transformacja cyfrowa”*. Jest to oczywiście poszukiwanie odpowiedzi na pozornie proste pytanie o źródła i dzieje cyfrowości. Ma ono jednak szersze tło: matematyka pod koniec XIX wieku okazała się polem pytań ogólniejszych, dotyczących jej prawomocności – a te stały się pytaniami o naturę poznania matematycznego. Rozpoczęła się wtedy dyskusja – wciąż niekonkluzywna – której niezwykle i nieoczekiwanym wkładem była koncepcja, będąca wzorcem konstrukcji komputera, zwana maszyną Turinga. Praktyczną twarzą cyfrowości okazała się idea digitalizacji/digityzacji, reprezentująca poziom utylitarny i techniczny. Zderzenie tych dwóch, zupełnie różnych w swoim zasięgu i wadze, podejść jest kluczem do zrozumienia transformacji cyfrowej.

W rozdziale następnym formułuję najważniejsze założenia metodologiczne, wprowadzające ideę złożoności i uczące dystansu pozwalającego przyjąć pewną nadrzędną pozycję ponad obserwowanymi fenomenami. Są to podstawowe narzędzia, które tworzą wiedzę i jednocześnie zachowują konieczne rozumienie tego faktu. Wiedza jest tutaj rozumiana niejako technicznie: jako jej wypowiedanie, co ma realizować potrzebę znalezienia pierwszej i początkowej podstawy jej istnienia, będącego echem istnienia człowieka w świecie.

Osobnym wątkiem tej części jest temat sieci jako strukturalnego konstrukt, pozwalającego opisywać rzeczywistość w sposób względnie nowy (ich teoretyczny rozkwit przypada na lata dziewięćdziesiąte XX wieku), dzięki temu także, że dają się łatwo zmatematyzować. Jednocześnie są one strukturą doskonale znaną na różne sposoby z codziennego doświadczenia i dającą podstawę do uogólnień, takich jak idea sieciowego społeczeństwa. Sieci są rodzajem intelektualnego tote- mu współczesności, co nie zmienia faktu, że w istocie wszelkie systemy złożone są z definicji sieciami.

Po rozdziale mającym na celu wprowadzenie do rozległej przestrzeni myślenia, która jest potrzebna do zrozumienia transformacji cyfrowej, przychodzi czas na nią samą. Rozumienie to – ryzykowne i spełniające warunki wcześniej wspomnianego eksperymentu – dąży do przejścia od poziomu pewnej praktycznej rzeczywistości do postulowanej złożoności. Ten fragment książki można potraktować jako osobną część, posiadającą własne rozdziały, które komplikują się (ale bez przesady) w miarę zagłębiania się w przedstawiane okoliczności. Zaczynam od powszechnych sposobów jej rozumienia, ale głównie po to, aby wykazać ich niedokładność, a nawet uproszczenie, mimo szczerych i kompetentnych wysiłków. Potem powtarzam rekurencyjnie, lecz na głębszych poziomach opisu, jej tytuł, deformując go stosownie, aby na końcu pozostać już przy samej „transformacji”. Oczywiście określenie „głębiej” jest tylko figurą retoryczną, bo wertrykalny porządek jest właściwie przeciwny: coraz ogólniejszy i bardziej abstrakcyjny. Nie chodzi jednak zupełnie o rozwiązanie tej dialektyki, ale pokazanie napięć interpretacyjnych i poznawczych, jakie kryją się za pojęciem i fenomenem tak pozornie łatwym i zrozumiałym. W ten sposób ma jednocześnie załsnąć na moment mechanika samej wiedzy.

Ostatni akapit wstępu poświęcam chwili bieżącej. Jest on pisany w momencie, kiedy świat ogarnęła pandemia wirusa o nieznannej dotychczas skali. W wielu krajach, tak jak w Polsce, z mniejszą lub większą determinacją, wprowadzono zakaz podróżowania, przemieszczania się, a nawet wychodzenia z domu. Z lękiem obserwuje się rosnące w coraz bardziej stromych wykresach liczby zakażonych. Z milcze-

niem są przyjmowane także nie tak wielkie, ale coraz większe liczby zgonów. Pandemia, mająca swój początek w Chinach, objęła z mocą Stany Zjednoczone, Europę i inne obszary. W tej sytuacji ogólne problemy, które tutaj są rozpatrywane, wydają się odległe, choć obecność cyfrowych usług, przede wszystkim i prawie wyłącznie komunikacyjnych, zyskuje nowy sens i powód do powszechności. Trzeba jednak podkreślić, że o ile trywialne realizacje cyfrowej transformacji, takiego rodzaju, jak wymienione w podrozdziale zatytułowanym *O transformacji cyfrowej*, z pewnością zyskają nowe i nieoczekiwane realizacje, dezaktualizując dotychczasowe, o tyle głęboki mechanizm tej transformacji, oparty na fenomenie wiedzy, pozostanie nadal ważny i decydujący. Jest on zbyt podstawowy, zbyt stary i zbyt głęboki. Może ulec jedynie podobnie głębokim procesom, prowadzącym do rekonstrukcji cywilizacji i kultury, a może nawet – do upadku cywilizacji. Być może pandemia jest ich zapowiedzią. Zanim jednak nastąpią, będą podlegać opisanym tutaj zasadom.

Kraków, marzec 2020

TRANSFORMACJA CYFROWA – POCZĄTKI

Transformacja cyfrowa wydaje się pojęciem banalnym i dobrze znanym. Cóż może być odkrywczego w tych dwóch słowach, z których pierwsze, mimo że brzmi obco, wydaje się przecież jasne. Drugie, przymiotnik, do niezrozumiałych także nie należy. Rzeczywistość cyfrowa jawi się jako powszechna obecność i dominacja maszyny, która ostatecznie przybrała kształt komputera w latach czterdziestych XX wieku. Ta maszyna okazała się jeszcze bardziej wszechstronna, kiedy połączono ją z innymi, podobnymi maszynami, tworząc sieć, która opłótła cały świat. W ten sposób cyfrowość jako fenomen, jako pewien materialny fakt pojawiła się w naszym otoczeniu.

Dobrze to ilustruje jej definicja w Wikipedii – specyficznym źródle, bo opartym na swoistym plebiscycie, uzupełnionym przez typowe procedury badawcze, na przykład analizę literatury. Plebiscyt polega na dobrowolnym tworzeniu haseł przez użytkowników, nawet jeżeli bezpośrednimi autorami są roboty tylko częściowo przecież autonomiczne. Taka społecznościowa, partnerska podstawa jej istnienia sprawia, że wpisuje się ona w skomplikowane konteksty obyczajowe, polityczne czy kulturowe, co opisał Dariusz Jemielniak (Jemielniak 2015). Można ją traktować w pewnym sensie jako *vox populi*, kalkę bieżących przeświadczeń. I tak też – bardzo trywialnie – może być rozumiana

definicja transformacji cyfrowej, która się w niej pojawia: „jest to wykorzystanie nowej, szybkiej i często zmieniającej się technologii cyfrowej do rozwiązywania problemów” („Digital Transformation” 2019).

Transformacja cyfrowa – tak banalnie rozumiana – straciła już zupełnie walor nowości. Oswajamy ją i włączamy w codzienne życie na niezliczoną ilość sposobów, czemu sprzyja ta prosta okoliczność, że obydwa wspomniane wynalazki – komputer i sieć – są dosyć stare. Jednak to codzienne i kolokwialne rozumienie transformacji cyfrowej jest raczej sposobem na uniknięcie jej głębszego zrozumienia. A niewykluczone, że to właśnie z jej powodu przełom XX i XXI wieku będzie symbolicznym momentem o takim znaczeniu dla cywilizacji zachodniej, że wyznaczy początek nowej ery – jeżeli oczywiście ta cywilizacja będzie zdolna trwać dalej.

Warto więc przypomnieć sobie pokrótce historię dwóch cyfrowych urządzeń, które zostały tutaj wspomniane. Jedno można powiedzieć na pewno: nie są one wcale nowe. Komputery to przedmioty codziennego użytku istniejące od co najmniej pół wieku. Najśłynniejsza konstrukcja, będąca dziełem Johna Prespera Eckerta, Johna Williama Mauchly'ego i Johna von Neumanna, nazywała się EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) i została uruchomiona w 1951 roku. Jej teoretyczne założenia von Neumann opublikował w słynnym *First Draft of a Report on the EDVAC* w 1945 roku (Neumann 1993). Konstrukcja ta wprowadziła koncepcyjne rozwiązania, które są stosowane do dzisiaj. Druga wojna światowa była okresem bardzo intensywnych badań, w wyniku których powstało wiele konstrukcji, które można nazwać cyfrowymi maszynami. Wśród nich, w wyniku patentowego procesu sądowego w USA z 1973 roku, za pierwszy komputer uznano maszynę ABC, stworzoną przez Johna Atanasoffa i Clifforda Berry'ego na Uniwersytecie Iowa w 1942 roku. Jednak to niemiecki badacz, Konrad Zuse, zbudował w 1941 roku aparat nazwany przez niego Z3 – i to on powinien być uznany za twórcę pierwszego programowalnego komputera (Ceruzzi 2003; O'Regan 2016). Tak czy owak, od tamtych czasów minęło blisko osiemdziesiąt lat.

Trzeba przy tym pamiętać, że komputer to nie jest jednak jeden wynalazek i jedno, to samo od początku, urządzenie. To raczej ogólna nazwa fali ulepszeń, rozszerzania możliwości, nowych zastosowań, które tak opisuje lapidarnie Ceruzzi:

W latach 1945–2002 komputer ciągle się zmieniał, za każdym razem na nowo definiując swoją istotę. „Komputer” zaczynał jako szybki kalkulator naukowy; Eckert i Mauchly przekształcili go w UNIVAC, maszynę do ogólnego przetwarzania danych. Ken Olsen uczynił z niego procesor informacji w czasie rzeczywistym, który działał symbiotycznie z jego użytkownikami. Ed Roberts przekształcił go w urządzenie, które każdy mógł posiadać i używać. Steve Jobs i Steve Woźniak zamienili go w urządzenie, które było zarówno przydatne, jak i zabawne. Gary Kildall i William Gates przekształcili go w znormalizowaną platformę, która może obsługiwać bogactwo oprogramowania komercyjnego sprzedawanego w sklepach detalicznych. Bob Metcalfe, Tim Berners-Lee i inni zamienili go w okno na globalną sieć (Ceruzzi 2003, s. 345).

Metamorfoza i rozwój komputera nie kończą się jednak na 2002 roku. Niezwykłego impulsu do udoskonalenia tego aparatu dostarczyły na przykład sieci neuronowe, które przeżywają od kilku lat fazę intensywnego rozwoju w swej – dość długiej, bo sięgającej lat pięćdziesiątych – historii. Wymuszają one jego odpowiednie ulepszenia, pozwalające na efektywne obliczenia, które pojawiają się w wielkiej ilości, aby obsłużyć ich funkcjonowanie.

Historia Internetu jest podobnie długotrwała. Wprawdzie we Francji prowadzono udane próby nad siecią pod nazwą Minitel, bardzo przypominającą współczesny Internet, jednak ten ostatni powstał na terenie innego kraju. Opowieść o jego stopniowym stawaniu się jest raczej notowaniem kolejnych technicznych wynalazków, składających się powoli na coraz bardziej złożoną konstrukcję, która w pewnym momencie eksplodowała swoimi możliwościami, a także terytorialnie i liczbą użytkowników. Z powodu tej ewolucyjnej specyfiki trudno po-

dać datę powstania Internetu. Zazwyczaj słyszy się o pierwszej wiadomości e-mail przesłanej między UCLA a Uniwersytetem Stanforda w 1969 roku. Ale może równie ważne jest nawiązanie pierwszej długodystansowej komunikacji między komputerami w MIT i SDC (System Development Corporation) w 1965 roku, co można uznać za inaugurację komputerowej sieci. W 1973 Vint Cerf i Robert Kahn zakończyli pracę nad specjalnym oprogramowaniem pozwalającym obsługiwać przesyłanie danych przez sieć, zwanym protokołem, które jest jego podstawą do dzisiaj. Nosi ono nazwę TCP (Transmission Control Protocol). W 1978 pracę swą zakończył Jon Postel, tworząc system adresów pod nazwą IP (Internet Protocol), dzięki którym dane trafiają tam, gdzie powinny. Ale może należy raczej cofnąć się do postaci Leonarda Kleinrocka, który w artykule z 1962 roku przedstawił matematyczną teorię sieci opartych na przesyłaniu danych podzielonych na części, tak zwane pakiety – to podstawa techniczna przesyłania danych w Internecie. Nie można także zapomnieć o takich wizjonerach, jak Vannevar Bush („As We May Think”, 1945) czy Joseph Carl Robnett Licklider („Man-Computer Symbiosis”, 1960), przedstawiających śmiało i wyprzedzające czas projekty technicznych systemów komunikacyjnych (Banks 2008; Fuller i Hart 1995; Ryan 2010).

Wszystkie omówione zdarzenia łączy wspólna cecha: pojawiły na terenie USA i były finansowane przez agendy rządowe, głównie ARPA (Advanced Research Projects Agency), przemianowaną w 1972 roku na legendarną DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). Ich przebieg był barwny i łączył różnych ludzi, którzy wywodzili się z trzech odrębnych środowisk: akademickiego, biznesowego i rządowego. Ta ostatnia kombinacja była także wynikiem swoistego politycznego projektu, który już w 1970 roku senator J. William Fulbright nazwał „kompleksem militarno-przemysłowo-akademickim” (Fulbright 1970). Ale Stany Zjednoczone w latach sześćdziesiątych – choć lata te także w Europie są okresem gigantycznej erupcji idei, teorii i zmian obyczajowych – były też kolebką ruchów społecznych, które Theodore Roszak szybko nazwał kontrkulturą, aby podkreślić ich wywrotowy, choć także twórczy charakter (Roszak 1969). To niezwykle zjawisko stało się

głosem sprzeciwu młodego pokolenia Amerykanów i zbierało w siebie wszystkie możliwe pola społecznej i kulturowej aktywności, łącząc ze sobą obszary polityki, sztuki i obyczajów. Realizowało się jako wielki, fundamentalny, a jednocześnie idealistyczny i optymistyczny bunt, wymierzony przeciw kłamstwu, przemocy, wykorzystywaniu człowieka, niesprawiedliwości czy nierówności w imię miłości, równości, wolności. Te ostatnie pojęcia były pojmowane bardzo szeroko, prowadząc do postaw anarchistycznych, naruszających celowo obyczajowe normy, odrzucających ograniczenia wszelkiego typu: polityczne, społeczne czy estetyczne. Dominującym tonem tej rewolucji, w przeciwieństwie do innych, było jednak odrzucenie agresywnej i zaciętej twarzy zemsty, odwetu czy rewanżu, a w zamian – przyjęcie postawy przyjaźni, akceptacji i tolerancji (Gair 2007). Państwo i społeczeństwo jawiło się młodym ludziom – bo była to niewątpliwie rewolucja generacyjna – z tej perspektywy jako biurokratyczny, skostniały twór. Ta generacja bała się także świata podzielonego między nieludzkie mocarstwa, pogrążonego w zimnowojennym wyścigu zbrojeń i wystawionego na groźbę atomowej anihilacji. Internet powstawał więc nieco paradoksalnie jako jednocześnie pomysł militarny, potencjalna technologia o znaczeniu biznesowym, ale także – skutek kontrkulturowej fali idei, która opanowała amerykańskie uniwersytety (Maciąg 2013; Markoff 2005; Turner 2006).

W historii Internetu pojawiają się także Europa i Europejczyk: CERN (Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire) pod Genewą i Brytyjczyk Tim Berners-Lee. Mniej więcej trzydzieści lat temu wymyślił on nową usługę, wykorzystującą techniczną sieć łączącą komputery, już dosyć dojrzałą i sprawdzoną, czyli Internet. Usługę tę nazwał World Wide Web. Jej burzliwe narodziny można prześledzić na specjalnej stronie CERN-u, gdzie powstała¹. Opisał ją także we wspomnieniach sam Berners-Lee (Berners-Lee 2000). Prostota genialnego założenia jego idei: połączyć nie maszyny, ale treści, zbliżyła ją do zwykłych ludzi, którzy nie musieli mieć żadnych technicznych kompe-

¹ <https://home.cern/science/computing/birth-web> (dostęp: 15.08.2019).

tencji, aby z niej korzystać. To sprawia, że współcześnie utożsamiamy ze sobą techniczną sieć i pewien rodzaj jej wykorzystania, używając nazwy Internet jako synonimu WWW. Ale najważniejszym skutkiem tej łatwości był gwałtowny, wykładniczy skok liczby użytkowników, co zostało wsparte przez dwa deregulacyjne posunięcia amerykańskiego rządu z początku lat dziewięćdziesiątych: wyjęcie spod państwowego zarządu gospodarki adresami w sieci oraz uwolnienie rozbudowy jej infrastruktury technicznej (Mueller 2002). Usprawiedliwiona jest więc także taka interpretacja, która mówi, że Internet w tym węższym znaczeniu powstał w 1989 roku, kiedy Berners-Lee opisał swój pomysł, lub w 1990, kiedy ruszył pierwszy serwer z usługą WWW.

W tej drugiej wersji Internet, jako powszechna usługa, pojawił się trzydzieści lat temu, ale jako techniczny wynalazek jest starszy o co najmniej piętnaście lat, więc zbliża się do lat pięćdziesięciu. Komputer też ma przynajmniej siedemdziesiąt lat. Te dziesiątki lat istnienia dwóch źródłowych wynalazków cyfrowej codzienności każdego z nas dostarczają dość doświadczeń, aby pojawił się głód podsumowania, choć trzeba przyznać, że erupcja nowych fenomenów z nimi związanymi wydaje się nie mieć końca. Mechanizm mnożenia nowych technologii, aparatów i zastosowań pracuje na najwyższych obrotach. Transformacja cyfrowa jest z pewnością pojęciem ten głód zaspokajającym, choć pełni bardzo wiele innych funkcji i w wiele kontekstów się wpisuje – to naturalny skutek bogactwa i intensywności procesów oraz zjawisk. W wypadku Internetu próbowałem się z taką rzeczywistością zmierzyć w książce poświęconej idei cywilizacji Internetu – proponowałem tam pewne modele jej zrozumienia i rozprawiałem się z pewnymi pojęciowymi przyzwyczajeniami (Maciąg 2016). Tłem tych myśli było tak zwane zarządzanie humanistyczne, dziwny, hybrydowy twór, a przez to z niezwykłymi możliwościami, pozwalający na łączenie pragmatycznej i prostej refleksji głównie społecznej z teorią filozoficzną, a ściślej: poznawczą. Jednak rzeczywistość wymaga bardziej zaawansowanych propozycji rozumienia. Takich narzędzi ma dostarczyć niniejsza książka.

SENS POJĘCIA „TRANSFORMACJA CYFROWA”

Pojęciowa zbitka: transformacja cyfrowa¹ staje się popularnym przedmiotem wyszukiwania w Google dopiero w 2015 roku². Wcześniej linia trendu jest prawie płaska i przylega do osi wykresu. Oczywiście jest to tylko krzywa obrazująca względne zainteresowanie, porównane do poziomu maksymalnego, a nie wykres oparty na bezwzględnych liczbach i obejmuje okres dopiero od 2004 roku. Jednak jej kształt jest wyrazisty; wspina się ona od wspomnianego roku 2015 konsekwentnie, a maksimum przypada na samym końcu, w roku 2019, prawdopodobne jest więc jej dalsze wznoszenie się. Dzięki temu wykresowi dobrze widoczne stają się dwie jego cechy: obecność istotnego trendu oraz względnie nieodległy start okresu wzrostu zainteresowania. Konstrukcja pojęciowa, jaką jest transformacja cyfrowa, okazuje się więc znacznie młodsza niż techniczne wynalazki, z którymi się kojarzy, i istnieje w szerszym obrocie intelektualnym dopiero kilka lat. Oznacza to tyle, że dość niedawno

¹ Badamy tutaj frazę angielską, ponieważ ma ona charakter źródłowy i uprzedni wobec wersji polskiej, która powtarza za językiem angielskim nie tylko słowa, ale także refleksje opublikowane najpierw w języku angielskim. Szczęśliwą okolicznością jest jednak fakt, że przedstawione tutaj uwagi dotyczące wersji angielskiej odnoszą się w całości także do wersji polskiej.

² <https://trends.google.pl/trends/explore?date=all&q=digital%20transformation> (dostęp: 15.08.2019).