

Andrzej Targowski, Henryk Krawczyk

## INFORMATYKA JAKO DZIEDZINA WIEDZY WSPOMAGAJĄCA REALIZACJE LUDZKICH PRZEDSIĘWZIĘĆ

<https://doi.org/10.37240/FiN.2020.8.1.4>

### STRESZCZENIE

Celem tego studium jest odpowiedź na pytanie, czy informatyka stanowi dziedzinę czy tylko dyscyplinę wiedzy. Przeprowadzono analizę problemów informatycznych, z której wynika, że informatykę w Polsce należy traktować jako dziedzinę. Podkreślono, że angielski termin *computer science* stanowi tylko jedną ze specjalizacji informatyki, słowo „informatyka” zaś powinno być kojarzone znacznie szerzej niż nawet *information technology* (IT w USA i ICT w Europie prócz Francji, gdzie stosuje się termin *l'informatique*). Jak pokazano, wąskie traktowanie informatyki utrudnia pełny jej rozwój. W praktyce oznacza to ograniczenie w podejmowaniu ambitnych zadań oraz większe koszty jej rozwoju. Społeczne implikacje potwierdzają, że mimo wielu zdolnych informatyków Polska nie doczekała się (poza gramy komputerowymi) własnych trwałych innowacyjnych rozwiązań informatycznych. Stąd wynika więc potrzeba opracowania krajowej strategii informatyzacji, gdyż sama strategia cyfryzacji nie wystarcza do zapewnienia sukcesów.

**Słowa kluczowe:** informatyka, społeczne implikacje informatyki.

### WPROWADZENIE

Działalność badawcza na ogół ogniskuje się w wybranych obszarach zainteresowań, w których to poszukuje się nowej wiedzy i sposobów jej wykorzystania w praktyce. Takie trwale ukształtowane obszary zainteresowań mogą odnosić się do szerokiego zakresu badań i wówczas nazywa się je dziedzinami nauki. Dziedzinami nauki są np. nauki społeczne, nauki matematyczne, nauki medyczne, nauki humanistyczne, nauki przyrodnicze czy nauki techniczne. Każda z dziedzin na ogół zawiera kilka dyscyplin; i tak do nauk technicznych czy inżynieryjno-technicznych należą m.in. elektronika, telekomunikacja, automatyka i robotyka. Dyscypliny są więc wyodrębniane ze względu na przedmiot i cel badań. Mogą też być rozdrabniane na specjalności, np. w informatyce można wyróżnić architekturę komputerową czy inżynierię oprogramowania. Specjalności są wprowadzane w celu skoncentro-

trowania uwagi na wybranych aspektach danego obszaru badawczego i wykorzystaniu szczególnych metod badawczych. Wprowadzenie klasyfikacji dziedzin i dyscyplin umożliwia też sprawniejsze zarządzanie nauką i ocenę naukowców czy zespołów badawczych, a także właściwe dofinansowanie priorytetowych dyscyplin czy w końcu rozróżnienie zakresu tytułów i stopni naukowych nadawanych przez odpowiednie komisje naukowe.

Klasyfikacja dziedzin, dyscyplin czy specjalizacji naukowych wynika zarówno z tradycji, jak i postępu badań. Zgodnie z zasadą *panta rhei* przyjęte klasyfikacje powinny mieć jedynie orientacyjny charakter. Istotne jest pozostawienie pewnej dowolności interpretacji zwłaszcza w przypadku granicznych obszarów zainteresowań. Dlatego docenia się obecnie interdyscyplinarność czy nawet transdyscyplinarność badań, co oznacza przeprowadzanie badań z pogranicza pokrewnych obszarów czy nawet tych bardziej odległych. To umożliwia osiągnięcie bardzo interesujących wyników, często o istotnych walorach praktycznych. Usztywnianie klasyfikacji badań naukowych może mieć dość poważne konsekwencje, w tym może prowadzić do regresu naukowego bądź badawczo-rozwojowego.

W dalszym ciągu rozważań zajmiemy się jedynie informatyką, która generalnie dotyczy przetwarzania informacji pochodzącej z różnych źródeł. Informacji, która może przyjmować różną postać i mieć różne znaczenie dla analizowanych obszarów badawczych. Rodzi się pytanie, czy informatykę należy traktować szeroko jako dziedzinę wiedzy czy wąsko jako tylko jedną z dyscyplin. Z jednej strony metody informatyczne są na tyle uniwersalne (np. algorytmy czy aplikacje), że znajdują szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach bądź dyscyplinach. Z drugiej zaś strony to w różnych dziedzinach i dyscyplinach rodzą się ciekawe rozwiązania informatyczne, np. w medycynie analiza zdjęć przyczynia się do rozwoju nowych algorytmów ich rozpoznawania, w robotyce zaś buduje się systemy autonomiczne, które wymagają nowego spojrzenia również w informatyce. Jak więc, uwzględniając tę specyfikę, poprawnie zaliczyć informatykę albo do danej dyscypliny, albo do samodzielnej dziedziny? Sprawa nie jest łatwa, decydować może własny punkt widzenia, dominujące metody wykorzystywanych badań czy charakterystyka obszarów zastosowań.

Zakładamy, że informatyka nie jest specjalizacją techniczną wąskotorową, a ogarnia swym zastosowaniem całe społeczeństwo, podobnie jak służba zdrowia, transport, edukacja, motoryzacja itp. Obejmuje fazy projektowania, konstruowania, eksploatacji produktów informatycznych, wykorzystywanych w organizacjach bądź przez indywidualnych użytkowników. Nie tylko wspiera cywilizację, ale konwertuje je w cywilizację globalną<sup>1</sup> i wirtualną<sup>2</sup>, co dzieje się już na naszych oczach. Skrócona historiozofia światowego rozwoju

<sup>1</sup> A. Targowski, *Global Civilization in the 21st Century*, NOVA Science Publishers, New York 2014.

<sup>2</sup> A. Targowski. *Virtual Civilization in the 21st Century*, op. cit. 2015.

informatyki zostanie przedstawiona od początku jej powstania, aby dać poczucie jej wielorakości i złożoności.

Informatyka, a *de facto* maszynowe przetwarzanie informacji odczuwalne przez społeczeństwo, datuje się od pierwszego spisu ludności na maszynach analitycznych (na kartach dziurkowanych) w 1890 r. w USA, co oznacza, że rozwija się ono na ważnych podstawach społecznych prawie od 130 lat. Jest to bardzo krótki okres na ustabilizowane zdefiniowanie tej wszechobecnej i skomplikowanej dziedziny życia społeczeństwa. Przykładowo dziedzina budownictwa rozwija się od ponad 6000 lat.

Informatyka kojarzona jest z zaawansowanym zawodem (uzyskiwanym na studiach), rzemiosłem (wymagającym świetnych kwalifikacji, choć niekoniecznie wspartych wyższymi studiami), a także z różnymi narzędziami wspomagającymi działania i nowe poznanie przeciętnych ludzi. Jest wspierana naukami informatycznymi, ale jako cała dziedzina nauką nie jest, tak jak służba zdrowia nie jest nauką, tylko opiera się na naukach medycznych.

Obserwuje się również istotny postęp w samych naukach informatycznych. Początkowo zajmowano się tylko algorytmami sekwencyjnymi, potem zaś istotne stały się algorytmy równoległe i rozproszone (z uwagi na wieloprocessorowe komputery liczące omal równoległe, a także często rozlokowane w różnych miejscach, ale zachowujące się jako wspólna całość), a obecnie w zastosowaniach dominują już algorytmy interaktywne umożliwiające bezpośrednią interakcję człowieka z systemem. Podobnie typowe implementacje algorytmów określane jako programy przybierają coraz bardziej postać od popularnych aplikacji i usług do różnego typu narzędzi, platform i systemów informatycznych, coraz częściej wykonywanych na platformach mobilnych.

Wiele aplikacji jest już traktowanych jako scenariusze działań, gdzie ich elementami są właśnie usługi informatyczne typu SOA (*service-oriented architecture*). Takie scenariusze realizuje się nie w jednorodnym środowisku przetwarzania, ale raczej w heterogenicznych przestrzeniach cyfrowo-inteligentnych. Tego typu przestrzenie coraz bardziej będą stanowiły integracje różnego typu systemów informatycznych pochodzących z różnych dziedzin czy obszarów zastosowań. Przenikanie osiągnięć informatyki w inne dziedziny życia jest już dzisiaj oczywistością. Czy w związku z tym informatyka może utracić własną tożsamość? W artykule będziemy starali się odpowiedzieć na tego typu pytania, często nawiązując do kontekstu polskiej informatyki. Z uwagi na rolę informatyki w rozwoju innych dziedzin i dyscyplin wiedzy postulujemy, by zachowała ona swoją tożsamość i była uważana za dziedzinę nauki. Przedstawimy, jak wyodrębnić różne dyscypliny informatyczne, które w rozmaity sposób wpływają na inne dziedziny naszego życia, zachowując przy tym własną specyfikę, ubogaconą nie tylko zastosowaniami, ale i filozofią ich zastosowania.

## HISTORIA ROZWOJU PRZESYŁANIA I PRZETWARZANIA INFORMACJI<sup>3</sup>

Na rozwój cywilizacji zasadniczy wpływ miało zorganizowane życie plemienne. Polegało ono m.in. na umiejętności zliczania żon, dzieci, inwentarza, zapasów i podobnych zasobów. Najpierw posługiwano się kamykami, muszelkami, patykami, potem powstała tabliczka rachunkowa nazwana abakiem. Pierwsze doniesienia o jej istnieniu pochodzą gdzieś sprzed 5000 lat z doliny Eufratu i Tygrysa (obecnie teren Iraku).

Zbliżone do siebie urządzenia stosowane np. w Peru wiązano supelki na sznurkach, co stosowano do niedawna także na chusteczkach do nosa (forma pamięci). W paręset lat po abaku (ok. 2600 r. p.n.e.) Chińczycy wynaleźli liczydła pod nazwą *suanpan*, które stosowali także Japończycy, nazywając je *soroban*. Mimo upływu paru tysięcy lat urządzenie to jest używane do dzisiaj.

Wprawdzie wielu próbowało zmechanizować liczydła, jak się jednak okazało, było to niemożliwe wskutek trudności liczenia w niepozycyjnym, bez zera, systemie liczb rzymskich. Nieprogramowalna maszyna miałaby znaczne trudności w dodaniu MCMXIV do MCVIII. Poważne sukcesy na tym polu osiągnął Francuz Gerbert d'Aurillac (późniejszy papież Sylwester II, 999–1003)<sup>4</sup>, który w przebraniu mahometanina uczęszczał na mauretański uniwersytet (w Cordobie w Hiszpanii), gdzie odkrył dla Europejczyków zero arabskie. Sam d'Aurillac zbudował maszynę do dodawania z tysiącem liczników opartych na liczbach arabskich, ale maszyna nie przyjęła się w praktyce. Ideę papieża podchwycili Hiszpan Albert Magnus i Anglik Roger Bacon (XIII w.) – zbudowali sumator w kształcie głowy, gdzie liczby pokazywały się na wysuwanym języku. Księża, w tym Tomasz z Akwinu, byli tym urządzeniem przerażeni, uznali je za nadludzkie i kazali je zniszczyć. Trwałym osiągnięciem w budowie urządzeń rachujących były tabliczki Szkota Johna Napiera (1550–1617) ułatwiające mnożenie, powstałe w 1617 r. Konstruktor ten uważany jest za współtwórcę logarytmów. Dzięki pozycyjnemu systemowi liczb arabskich, w tym z zerem, stało się możliwe zmechanizowanie rachunków przez Blaise'a Pascala (1623–1662) w kilkaset lat po „odkryciu” zera w Europie. Pierwszy zmechanizowany arytmometr wprowadził więc do użytku Francuz Pascal w 1642 r.

Arytmometr Pascala dodawał i mnożył szeregowo, cyfra po cyfrze. Był praktycznie pierwszą działającą maszyną liczącą. Prace nad maszyną finansował kanclerz Francji, dając konstruktorowi wyłączność na produkcję tego

<sup>3</sup> Ta część opracowania jest oparta na publikacji: A. Targowski. *Historia – terażniejszość – przyszłość informatyki*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2013, s. 16–28.

<sup>4</sup> Papież Sylwester II był doradcą cesarza rzymsko-niemieckiego Ottona III. Obaj przyczynili się do ustanowienia w Polsce pierwszego biskupstwa kierowanego przez św. Wojciecha, a tym samym – do powstania późniejszego Królestwa Polskiego.

urządzenia. B. Pascal liczył, że dorobi się fortuny na jego sprzedaży. Niestety użytkownicy uznali, że maszyna jest zbyt skomplikowana (każde koło ustawało się oddzielnie i oddzielnie się obracało) i że w przypadku awarii mógłby je zreperować tylko sam Pascal. Natomiast bankierzy obawiali się, że szerokie wprowadzenie maszyn Pascala doprowadzi do bezrobocia we Francji.

Do europejskich prac nad arytmometrami przyłączył się Anglik Samuel Morland, który ok. 1666 r. zastąpił tabliczki Napiera dyskami umieszczonymi na wspólnej osi. Urządzenie działało sprawnie, a sam Morland wkrótce został sekretarzem Oliviera Cromwella, a następnie nadwornym mechanikiem króla Karola II. Podobną funkcję w Niemczech na dworach arystokracji pełnił genialny uczyony Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716), twórca rachunku całkowego i różniczkowego (1675), który w 1664 r. oddał do użytku arytmometr czterodziałaniowy, liczący równolegle, co oznacza, że wszystkie cyfry sumowanych liczb dodawane były równocześnie.

Leibniz udoskonalił arytmometr Pascala, korzystając z pomysłu równoległości obliczeń, zastosowanego przez Samuela Morlanda. Wszystkie koła obracały się równolegle dzięki wspólnej korbce, szeroko później stosowanej przez innych. W owym czasie ów geniusz matematyki widział w zapisie dwójkowym interpretację religii. Bogu przypisywał 1, a nicości – 0. Będąc dyplomata elektora Świętego Cesarstwa Rzymskiego, próbował przy zastosowaniu systemu dwójkowego nawrócić cesarza Chin. Pozostałe 40 lat życia Leibniz poświęcił życiu historyka, opisując losy rodziny Brunszwików (w mieście Hanower).

Niewątpliwie Leibniz wniósł olbrzymi kapitał wiedzy do matematyki i techniki obliczeniowej, ale talenty jego, jak również Pascala oraz Morlanda zostały zmarnowane. Świat gospodarki i nauki bowiem nie był gotowy na zastosowanie techniki obliczeniowej w formie maszynowej. Wprawdzie istniało pewne zapotrzebowanie na rachmistrzów i arytmometry, ale umysły tej miary co Pascal i Leibniz szybko zniechęcały się do rozwijania techniki obliczeniowej, zajmując się innymi wyzwaniami nauki i polityki. Zresztą Pascal zmarł dość młodo – w wieku 39 lat. Natomiast Leibniz podróżował wiele po europejskich dworach, służąc doradztwem w sprawach od polityki do ekonomii i historii rodzin włącznie, narażając się swym mecenasom (obciążony zbyt wieloma projektami, nie dotrzymywał terminów), którzy nawet nie zauważyli jego śmierci.

W problemach konstruowania aparatów obliczeniowych należy uwzględnić konstrukcję systemów przekazywania zakodowanej informacji. Ludność Afryki, która jest kolebką narodzin rodzaju ludzkiego, jest również kolebką powstania takiego systemu. To tam ludzie mówiący językiem Kele w Kongo stosowali system bębnowy do szybkiego dźwiękowego przekazywania informacji.<sup>5</sup> W Europie system przekazywania zakodowanej informacji został

<sup>5</sup> J. Carrington, *The Talking Drums of Africa*, Carey Ringsgate, London 1949.

wynaleziony przez Francuza Claude'a Chappe'a w 1793 r. Jego celem była obrona rewolucji francuskiej przed interwencją wewnętrzną i zewnętrzną. System ten wynalazca nazwał telegrafem. Składał się z 20-metrowych wież z optycznymi urządzeniami nadawania zakodowanego komunikatu (składającego się z optycznych sygnałów, odpowiadających pisanej informacji w języku francuskim) do następnej wieży, na której stał operator, czytający przesłaną informację i nadający ją po ponownym przekodowaniu-przeprze-saniu w sygnał optyczny do następnej wieży. Kiedy Napoleon Bonaparte doszedł do władzy w 1799 r., rozkazał zbudowanie tego typu wież w większych miastach Francji od Calias i Paryża do Toulonu i Mediolanu. Ponieważ informacja była zakodowana, Napoleon nie obawiał się, że jego intencje będą znane ludności. W 1838 r. francuski telegraf został ulepszony przez Amerykanina Samuela Morse'a, który zaprojektował tzw. kod Morse'a, a w 1844 r. skonstruował elektryczny telegraf. Kod ten jest prosty, stosuje się go na morzu do dziś.

Podczas II wojny światowej podjęto prace nad zaawansowanymi systemami kodowania informacji w Niemczech, Polsce, Wielkiej Brytanii i USA. W wyniku tych prac Amerykanin Claude Shannon sformułował w 1945 r. teorię kodowania informacji – w opracowaniu *A Mathematical Theory of Cryptography*, które zostało utajnione. Jego ulepszona wersja pod bardziej uniwersalnym tytułem *Mathematical Theory of Communication* została opublikowana w 1948 r. w Bell System Technical Journal. Teoria ta stała się podstawą do dalszego rozwoju komputerów i transmisji informacji na odległość. W ten sposób powstały podstawy budowy nowego urządzenia, zwanego telefonem.

Rozwój zastosowań informacji w oparciu o aparaty do przetwarzania informacji został zintensyfikowany, gdy rewolucja przemysłowa w XIX w. skomplikowała system społeczny, odtąd oparty na rozbudowanym systemie fabrycznym, finansowym, militarnym i politycznym. Potrzeby wynikające z intensyfikowania się zastosowań informacji spowodowały rozwój konstrukcji aparatów do liczenia i przetwarzania informacji, czemu sprzyjała idea rewolucji przemysłowej, polegająca na szerokim zastosowaniu maszyn i urządzeń zwiększających produktywność i efektywność ludzkiego działania.

Stopniowo wraz z rozwijającą się rewolucją przemysłową w XIX w. doskonalila się technologia wytwarzania mechanizmów liczących oraz wraz z rozwojem biurokracji rosło zapotrzebowanie na udoskonalanie konwencjonalnych rachunków. Przykładem tego jest arytmometr skonstruowany przez Francuza Charles'a Xaviera Thomasa de Colmara (1785–1870). Od 1820 r. został wyprodukowany w liczbie 1000 sztuk, stając się pierwszym wyrobem informatycznym, który odniósł sukces handlowy. Arytmometr ten był produkowany do 1914 r.

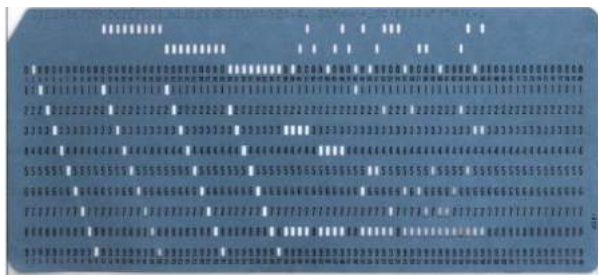
Znaczący przełom w konstrukcji arytmometrów nastąpił w 1873 r., kiedy szwedzki inżynier Willgodt Theophil Odhner (imigrant w Rosji) wynalazł rozwiązanie w postaci „szpilkowego koła”. Konstruktor założył fabrykę

w Petersburgu, którą po rewolucji w 1917 r. przeniesiono do Szwecji. Jeszcze po II wojnie światowej (1945) Związek Radziecki produkował ten model kalkulatora (w sumie ok. 300 000), eksportowany do krajów Europy Wschodniej, w tym do Polski.

Obok wymienionych prac nad maszynami liczącymi należy wymienić doświadczenia z maszynami wykorzystującymi sekwencyjne sterowanie. Dopiero oba te kierunki doprowadziły do fundamentalnej analizy „silnika analitycznego” Babbage’a, a następnie komputerów. Idea sterowania sekwencyjnego, polegająca na tym, że maszyna może wykonywać złożone działania, składające się z prostych operacji, była znana od XIV w. Mechanizmy tego typu stosowano do obracania figurkami w zegarach kościelnych, a następnie używano ich w organach. Mechanizm cylindrowy był integralną częścią urządzenia i nie był oddzielony jako jednostka sterowania. Rozdzielenie tych mechanizmów wystąpiło dopiero w maszynach tkackich, a potem w szafach grających.

Zastosowanie taśmy dziurkowanej, sterującej ruchem czołenka tkackiego, przy wyborze odpowiedniej nitki przypisuje się Francuzowi Basile’owi Bouchone’owi, który to rozwiązanie po raz pierwszy zastosował w 1725 r. W 1750 r. Jacques de Vaucanson zbudował w pełni automatyczny warsztat tkacki. Owe rozwiązania zostały udoskonalone przez sławnego konstruktora francuskich maszyn tkackich Jesepha Marie Jacquarda w 1801 r.

Jakkolwiek prace nad komputerami w cywilizacji zachodniej zostały podjęte 100 lat po pionierskich pracach Ch. Babbage’a, to jednak prace nad mechanizacją przetwarzania danych zostały świetnie zorganizowane i prowadzone na maszynach analitycznych, potocznie zwanych maszynami na karty dziurkowane (*punched cards machines*). Z tego względu można stwierdzić, że najdonioślejszym wynalazkiem XIX w. w dziedzinie przetwarzania informacji był system kart dziurkowanych (Rys. 1), w których kolumnach dziurki odpowiadały liczbom od 0 do 9, które następnie były odczytywane elektrycznymi szczotkami i sortowane albo tabulowane przez odpowiednie maszyny. System ten został wynaleziony przez Amerykanina Hermana Holleritha (1860–1929) w 1884 r. i opatentowany w 1889 r.



**Rys. 1.** Karta dziurkowana 80-kolumnowa na prawie 100 lat zrewolucjonizowała przetwarzanie danych masowych na maszynach liczących, w tym na komputerach (XIX–XX w.); obecnie, w XXI w., dane wprowadza się zdalnie i bezpośrednio (online) z klawiatur komputerów

Herman Hollerith rozdzielił proces przetwarzania danych na grupy operacji, które były wykonywane przez dziurkarki i sprawdzarki kart, sortery oraz tabulator liczący i drukujący wyniki. Spis powszechny w USA w 1890 r. został zmechanizowany tym systemem przy pomocy 56 000 000 kart. System spotkał się z krytyką społeczeństwa, wykazał bowiem, że jest mniej ludności, niż sądzono. W 1911 r. firma Holleritha przyjęła nazwę Computing Tabulating Recording Company. W 1915 r. Thomas J. Watson Sr. po opuszczeniu firmy NCR został prezydentem C-T-R Company, zatrudnionym przez właściciela. Nowy szef firmy zmienił jej nazwę na IBM w 1924 r.

Natomiast firma Powers Tabulating Machine Company (założona w 1911 r. w New Jersey) została wykupiona przez Remington Typewriter Company w 1927 r. i w połączeniu z Rand Kardex utworzono koncern Remington Rand. W 1951 r. jego pion UNIVAC wyprodukowała pierwszy handlowy komputer Univac I. Także maszyny analityczne dały podwaliny firmom, które potem były sławne z wyprodukowania pierwszych handlowych (czyli masowo sprzedawanych) komputerów.

Po sukcesie amerykańskiego spisu powszechnego w 1890 r. system na karty dziurkowane wykorzystano do spisu powszechnego Kanada i Austria. W 1895 r. Hollerith odwiedził Moskwę i przyczynił się do tego, że jego maszyny zostały wykorzystane do pierwszego rosyjskiego spisu powszechnego w 1897 r. Podobnie jak przy pierwszym amerykańskim spisie powszechnym w 1890 r. – mimo że ludność rosyjska była w opozycji, obawiając się jakichś machinacji ze strony cara.

Rozwój cywilizacji przemysłowej i nauk przyrodniczych stwarzał stale rosnący popyt na maszyny analityczne. Można tu wymienić ich wykorzystanie do badań antropometrycznych w 1891 r. przez Francisca Galtona (kuzyna Darwina), założenia ewidencji odcisków palców na kartach dziurkowanych przechowywanych w FBI w 1934 r., ubezpieczeń społecznych przez Prudential Life Insurance Company, księgowości, rozliczeń rachunkowych i analiz w przemyśle i handlu oraz transporcie.

Był to okres rozwoju naukowego zarządzania (*scientific management*), którego głównym promotorem był Fryderyk Taylor w firmie Henry'ego Forda, sprzyjającego zastosowaniom maszyn analitycznych. Także rozwój statystyki jako nauki powodował rosnące zainteresowanie opracowywaniem masowych danych. Duży wkład w tym zakresie ma Anglik Karl Pearson, twórca biometriki i innych zastosowań statystyki. Warto jest odnotować jego *Traktat dla komputerów* z 1919 r., dotyczący osób trudniących się obliczeniami.

Droga rozwojowa systemów technicznych liczenia wiodła przez rozwój maszyn analitycznych, jeśli chodzi o przygotowanie organizacyjne użytkowników, i przez rozwój nauki i techniki, w których szukano „automatów logicznych”. Wynika to z tego, że pod koniec XIX w. rozwój nowoczesnej filozofii wszedł w fazę rozumowania opartego na logice zmatematyzowanej,



w której prym wiedli Bernard Russell (1872–1970), Alfred Tarski (1901–1983) i Jan Łukasiewicz (1887–1956). Ich modele logiki sformalizowanej spowodowały szereg techników do budowania automatów logicznych.

Za pierwszą próbę budowy takiego aparatu można uznać maszynę logiczną (opartą na obwodach elektrycznych) wykonaną przez Amerykanina Allana Marquanda (1853–1924) na Uniwersytecie w Princeton w 1882 r., w której przedstawione sformułowanie było analizowane pod względem sprzeczności w nim zawartych. W czasie wystawy sprzętu elektrycznego w Paryżu w 1900 r. powstała opinia, że „dynamo opanuje świat”. Historyk A. Adams już wysunął tezę o możliwości zbudowania automatu do gry w szachy, który wprawdzie nie wygra z jego twórcą, ale może go zabić.

Myślą przewodnią w automatach logicznych była koncepcja sprzężenia zwrotnego. Nie została ona sformułowana, jak powszechnie sądzi się w cybernetyce, ale już 40 lat wcześniej, w 1910 r., była ona stosowana w konstruowaniu żyroskopów, służących do naprowadzania torped i samolotów. Natomiast już w 1918 r. Hannibal Ford zbudował urządzenie zegarowe, zwane też mechanicznym komputerem, które po uwzględnieniu zbieżności celu i lotu samolotu oraz obliczeniu koniecznego czasu wyzwalało mechanizm wyrzutu bomby z samolotu. Także linie montażowe w fabrykach Henry’ego Forda stosowały już od 1913 r. system sprzężenia zwrotnego.

Wielkim twórcą automatów logicznych był Hiszpan L. Torres y Quevedo (1852–1936), który po raz pierwszy zastosował termin *automatyzacja* (*automatique*) w pracy pod tytułem *Essays on Automatics*, opublikowanej w 1913 r. Zbliżone prace do L. Torresa y Quevedo prowadził zamerykanizowany Rosjanin Nicolas Minorsky (1885–1970), który, pracując w USA w latach 1918–1950<sup>6</sup>, zaprojektował okrętowy żyroskop szeroko stosowany na statkach, zwany *Metal Mike*. Opublikowaną przez niego pracę w 1922 r. na temat „stabilności kierunkowej automatycznie sterowanych ciał” można uznać za podwaliny przyszłych systemów automatyki kompleksowej, szerzej uruchamianych w latach 30., a następnie ulepszanych pod koniec XX w.

Prace amerykańskiego psychologa Waltera B. Cannona (1871–1945) doprowadziły do sformułowania roli homeostazy jako elementu ciała w stanie wewnętrznej równowagi, stanowiącej główny element układu cybernetycznego (zdefiniowanego potem przez Norberta Wienera). Pracą tą była *Organizacja psychologii homeostazy*, opublikowana w 1922 r. Natomiast książkę tego autora pt. *Mądrość ciała* (1932) na temat celowego zachowania układu (człowieka) można uznać za kanwę prac Wienera (1884–1964) w zakresie cybernetyki. Jego podstawowa praca pt. *Cybernetyka czyli sterowanie i komunikacja u zwierząt i maszyn* (1948) dała dalsze naukowe podstawy do rozwoju logicznych automatów.

<sup>6</sup> N. Minorsky w 1950 r. przeniósł się do Francji, a potem do Włoch.

Równocześnie z pracami naukowymi rozwijały się w Ameryce przemysłowe zastosowania automatyki. Spowodowały one falę dyskusji na temat ich roli w społeczeństwie. W 1933 r. Henry Scott opublikował pracę na temat energetyki, w której postawił tezę, że wszystkie społeczne czynności można regulować według praw fizyki. Stwierdzenie to uznano za credo ruchu technokratycznego, postulującego oddanie władzy w ręce inżynierów, którzy mogliby ustalać ceny i płace na podstawie zawartych w towarze „cząstek przepływającej energii”. Miało to miejsce w czasach tzw. New Deal (1932–1936), polityki prezydenta Franklina D. Roosevelta, która, aby wyjść z wielkiego kryzysu (1929), uruchomiła wiele publicznych robót i projektów na wielką skalę, jak np. hydroelektrownia w stanie Tennessee czy Zapora Hoovera na rzece Kolorado na granicy stanów Arizona i Nevada. Projekty te wymagały największej sztuki inżynierskiej w ich realizacji. Stąd rola sztuki inżynierskiej była znacząca, jej celem było także zmniejszenie roli tzw. biurokracji.

Bardzo znamieną stała się ponadto rola twórców teatralnych i kina. Czech Karl Capek wystawił w Pradze w 1922 r. sztukę pt. *Rur (Rozumny Uniwersalny Robot)*, w której Rozumny Robot produkuje inne roboty, które go wreszcie zabijają. Warto dodać, że słowiański, konkretniej czeski, termin „robot” przyjął się w skali międzynarodowej jako termin angielski. *De facto* po przetłumaczeniu winien brzmieć „jober”.

W latach 30-tych XX w. powstała cała seria robotów, które w związku z kryzysem światowym jeszcze bardziej utrudniały politykę zatrudnienia. Stąd twórcy filmowi produkowali filmy nawiązujące do dyskusyjnej roli robotów w społeczeństwie. Świetny reżyser Fritz Lang w filmie *Metropolis* (1927) przedstawił Robota jako Molocha pochłaniającego wszystko niczym Smok Wawelski. Także Charles Chaplin w swym filmie *Nowoczesne Czasy* (1936) naśmiewa się ze zmechanizowanego świata. Temat ten podejmie francuski reżyser Rene Clair w filmie *Do nowej wolności* (1931).

W latach 60-tych powstało wiele filmów na temat roli komputerów w społeczeństwie. Francuski film *Alphéville* traktuje o komputerze, który kieruje miastem, czy amerykański klasyczny film *Dr Strangelow*, gdzie szalony uczoney trzyma w szachu rządy, czy też pastisz westernu *Świat Dzikiego Zachodu* ze świetnym Yul Brynnerem, który gra rolę doskonałego automatu, nieposłusznego wobec swoich twórców. Film *Odyseja 2001* także fascynuje doskonałością, ale i zawodnością komputerów. Natomiast następną falę filmów otwiera klasyk *Gwiezdne wojny*, który prezentuje omal nieograniczone możliwości ludzi czy *à la* ludzi posługujących się supertechniką. W XXI w. większość filmów jest wykonywana w atelier komputerowych, które oszczędzają na scenach batalistycznych czy katastroficznych. Tak jak to ilustruje film *Avatar* (2009), czy *1917* (2019).

Jak widać z tego przeglądu rozwoju maszyn do przetwarzania informacji i związanych z tym nauk i technik na początku XX w., istniało spore zaangażowanie

zowanie naukowców i techników w tej tematyce. Było ono kontynuowane jeszcze intensywniej w okresach dwóch wojen światowych. Potrzeby bowiem sprzętu wojskowego zwykle powodują postęp w nauce i technice. Np. Niemcy podczas II wojny światowej, rozwijając produkcję i zastosowania rakiet V1 i V2, zaczęli stosować w broni elementy programowalnego sterowania.

I wojna światowa (1914–1918) zaangażowała administracje rządowe, szczególnie w USA, w bezpośrednie zajęcie się sprawami produkcji wojskowej, dystrybucji i transportu na dużą skalę. Spowodowało to zwiększone zapotrzebowanie na sprzęt liczący. Wówczas stały się modne testy dla rekrutów w USA, z których można by wybrać np. 600 szoferów mówiących po francusku czy 105 malarzy ulicznych (szpiegów). Sama służba medyczna opracowała 100 000 kart dziurkowanych dla zdefiniowania typorozmiarów umundurowania.

Reasumując, wpływ informacji na człowieka można dostrzec w następujących pięciu fazach rozwojowych:

1. Rozwój języka mówionego, który doprowadził do powiększenia pojemności mózgu i zwiększenia jego zdolności do rozumowania czy kreowania pojęć, okres ten trwał ok. kilkuset tysięcy lat.
2. Rozwój języka pisanego, który doprowadził do wymiany informacji w dokumentowanej formie między ograniczoną liczbą ludzi, okres ten trwał ok. 5500 lat.
3. Rozwój druku i pojawienie się książki, które doprowadziły do rozkwitu nauki i kultury, okres ten trwa ponad 500 lat.
4. Rozwój Internetu oraz danych cyfrowych, który doprowadził do zalewu informacji wśród ludzi; okres ten trwa od 30 lat, a zalew ten powiększa się z dnia na dzień. Z jednej strony powoduje, że ludzie są lepiej poinformowani (np. dzięki korzystaniu z Wikipedii), z drugiej zaś – stają się bardziej zdezorientowani z uwagi na trudności oceny jakości tych danych.
5. Rozwój superszybkich komputerów, które będą zaprogramowane tak, by radzić sobie z ogromną ilością danych i „myśleć” szybciej niż ludzie, ale pewnie jeszcze nie mądrzej, co przewiduje się już ok. 2025 r.

Przedstawiony powyżej rozwój metod przesyłania informacji i przetwarzania danych oraz procesów ich automatyzacji miał ogromny wpływ na postęp w informatyce. Taki postęp rodzi jednak nowe dylematy (np. cyberbezpieczeństwo), które bez odpowiedniego informatycznego zaplecza nie będą mogły być rozwiązywane. To będzie powodować, że rola człowieka w takiej cyberprzestrzeni może maleć. Z punktu widzenia człowieka sensowne jest więc ograniczenie roli informatyki do rozsądnego wspomagania ludzkiej działalności. W kolejnych częściach tego studium przyjrzymy się temu dokładniej.

## **TECHNICZNY POSTĘP ZAPEWNIAJĄCY WYKORZYSTANIE INFORMATYKI**

W wyniku postępu w rozwoju technologii cyfrowych umożliwiających budowę coraz bardziej skomplikowanych urządzeń i systemów komputerowych (Tab. 1) wystąpiła potrzeba opisu ich efektywnego wykorzystania, co z kolei doprowadziło do powstania całej gamy języków programowania (Tab. 2), umożliwiających przedstawianie różnych procedur działania systemów za pomocą programów sekwencyjnych czy współbieżnych (na superkomputerach z równoległymi procesorami). W celu ułatwienia użytkownika dostępnych aplikacji rozwinęły się metody współpracy między systemami a użytkownikami, w formie graficznych interfejsów oraz systemów wizualizacji (Tab. 3). Tego typu postęp umożliwił powszechne zastosowanie informatyki. Dotyczyło ono przede wszystkim gier komputerowych, aplikacji związanych z zakupami w Internecie czy operacji bankowych. W konsekwencji zrodziła się inżynieria oprogramowania (Tab. 4), której celem było opracowanie zasad, metod i platform wytwarzania oprogramowania w jak najkrótszym czasie, o jak najmniejszym koszcie oraz o jak najwyższej jakości. Dzięki temu oprogramowanie systemowe i aplikacyjne stawało się coraz bardziej wydajne i przydatne dla użytkowników. Z czasem pojawiło się mnóstwo usług i aplikacji mobilnych funkcjonujących na smartfonach dotyczących załatwiania wielu spraw administracyjnych (np. zdalna rejestracja do lekarza bądź do różnych urzędów) czy wspomagających podejmowanie pewnych decyzji życiowych (zmiana miejsca pracy bądź też miejsca zamieszkania).

Z uwagi na wielość i zakres dokonywanych zmian w czterech kolejnych tabelach (1–4) ograniczono się do przedstawienia bazowych osiągnięć, które istotne były w ostatnich ośmiu dekadach, poczynając od roku 1940 do początku roku 2020. Tempo tego rozwoju (zob. Tab. 1–4) jest ogromne, wręcz niewyobrażalne; np. od wynalezienia tranzystora do programowalnych urządzeń cyfrowych i mobilnych systemów mikrokomputerowych umożliwiających kreowanie różnego typu przestrzeni cyfrowych typu IoE (*Internet of Everything*) minęło tylko 70 lat! Podobnie szybką drogę przeszliśmy od opracowania języków assemblerowych specjalizowanych dla różnych typów urządzeń programowalnych (jak np. termostaty czy rejestratory optyczne procesów) do uniwersalnych języków programowania wysokiego rzędu, które można stosować na różnego typu komputerach i urządzeniach kontrolnych. Rozwinęły się też języki bazodanowe i internetowe, umożliwiające opisanie różnego typu scenariuszy działań (definiowanych często wyrażeniami języka potocznego lub mówionego) w złożonych cyberprzestrzeniach. W przypadku grafiki komputerowej postęp jest również olbrzymi, od prostych algorytmów prezentacji obiektów statycznych, następnie obiektów dynamicznych, do przygotowywania różnego typu filmów cyfrowych i interaktywnych gier komputerowych stanowiących obecnie jedną z intratnych form biznesu.

Wszystkie te rozwiązania są możliwe dzięki ogromnemu postępowi w rozwijanej i szeroko pojętej inżynierii oprogramowania, która dopracowała się skutecznych metod wytwarzania aplikacji i systemów informatycznych w oparciu o zespoły skupiające zarówno specjalistów informatyki (systemowcy, programiści, koderzy, testerzy), jak też ekspertów dziedzinowych, a także specjalistów od marketingu i biznesu. Szczególnie imponujący jest rozwój Internetu, w tym całej gamy narzędzi, serwisów i platform wspierających pracę zarówno zespołów wytwarzających oprogramowanie, jak i systemów wspomagających określone obszary ludzkiej działalności zawodowej czy życiowej. Obok świata rzeczywistego konsekwentnie powstaje świat wirtualny, w którym łatwiej się zagubić, nie zdając sobie sprawy z wynikających z tego konsekwencji. Przykładem jest trwanie zdolności komunikowania się w rzeczywistości (F2F, Face-to-Face), co staje się zmartwieniem współczesnych młodych ludzi.

**Tab. 1. Ewolucja rozwoju urządzeń cyfrowych**

Lata	Rozwiązania techniczne
1940+	Półprzewodniki, komputer lampowy ENIAC, tranzystor
1950+	Układy scalone, komputer UNIVAC oferowany do sprzedaży, rozwój technologii MSI, LSI, przetwarzanie współbieżne
1960+	Masowa produkcja uniwersalnych komputerów IBM (1400 i 360/370), minikomputerów, elektroniczne przetwarzanie danych, rozwój sieci komputerowych (w tym ARPA)
1970+	Mikrokomputery, telewizja cyfrowa, protokół sieciowy TCP/IP, mikrokomputery osobiste (Apple I)
1980+	Rozwój komputerów osobistych, oprogramowanie Microsoft, Internet, hipertekst, WWW, wyszukiwarki
1990+	Mikroprocesory Pentium + system operacyjny Windows, laptopy, paltopy, roboty, telefony komórkowe, serwery sieciowe, strony internetowe
2000+	Dominacja firmy Intel w produkcji układów LSI, VLSI oraz firmy Microsoft w oprogramowaniu systemowym i aplikacyjnym, rozwój smartfonów, internetu wszechrzeczy
2010+	Komputery z dotykowym ekranem, tablety, sieci SDN, radio cyfrowe, komputery kwantowe, chmura obliczeniowa, usługowe serwisy IT, usługowe wielkie centra danych, programowalne urządzenia cyfrowe, szybkie urządzenia komunikacji międzyludzkiej i międzyprzedmiotowej

**Tab. 2. Ewolucja rozwoju języków programowania**

Lata	Języki programowania
1950+	Asemblyery, ok. 200 języków niskiego poziomu, Fortran, kompilatory, interpretery
1960+	BASIC, LISP, Algol, COBOL, APL, SIMULA
1970+	Ada, Prolog, C, Pascal, Cobol, Modula – różne wersje, SQL (język baz danych), HTML (język znaczników)

1980+	dBase, Ada, C++, Pearl, SGML, Latex, Mathematica
1990+	Java, Visual Fortran, Ruby, Java Script, HTML, XML (opis dokumentów), UML (opis systemów), MySQL, PHP wersja 1–3
2000+	C#, Open GL, J2ME, MatLab, SQL, BPMN, PHP wersja 4–6
2010+	WSDL, PHP wersja 7, komponenty Java beans – EJB

**Tab. 3. Rozwój grafiki komputerowej i cyfrowej wizualizacji informacji**

Lata	Osiągnięcia, produkty
1950+	Wyświetlanie teksów i obrazów na ekranie monitora, zastosowanie <i>light pen</i> – pióra świetlnego
1960+	Komputerowy model sylwetki ludzkiej, tworzenie rysunków za pomocą linii i figur geometrycznych, rasteryzacja krzywych płaskich oraz obrazowanie okręgów i łuków, gry komputerowe, sztuka ASCII Art., renderowanie obiektów trójwymiarowych
1970+	Animacje komputerowe, model oświetlenia, cieniowanie obrazu, programy graficzne 3D <i>Care Graphics</i>
1980+	Programy graficzne na komputerach osobistych, wykorzystanie krzywych Béziera, program do edycji grafiki Photoshop
1990+	Rozwój grafiki 3D Corel, PhotoPoint, 3D Studio, Playstations, generowanie filmów, pierwsze gry komputerowe
2000+	Lawinowy rozwój konsoli i gier, a także filmów, powstanie platform cyfrowej dystrybucji
2010+	Gry na telefony i smartfony, realizacja usług mobilnych, cyfrowa holografia i inne

**Tab. 4. Rozwój inżynierii oprogramowania i systemów IT**

Lata	Osiągnięcia, produkty
1940+	Programowanie z zewnętrznych tablic typowych dla maszyn na karty dziurkowane np. na ENIAC-u, załączki inżynierii oprogramowania na poziomie assemblerów (autokodery)
1950+	Początek rozwoju systemu operacyjnego dla pojawiających się konfiguracji komputerowych (UNIVAC i IBM), prostych narzędzi edycyjnych, a także podstaw oprogramowania użytkowego
1960+	Rozwój oprogramowania wspomagającego: autokodery, interpretatory (BASIC), translatory, kompilatory, edytory, testery, programy sortujące; rozwój systemów operacyjnych: OS/360, DOS/360, MVT, oraz języków algorytmicznych FORTRAN, COBOL; biblioteczne komponenty oprogramowania dostępne na rynku w celu uniknięcia indywidualnego programowania – COSTS
1970+	Rozwój uniwersalnego systemu operacyjnego UNIX, idea graficznego interfejsu użytkownika (GUI), języki oprogramowania wysokiego poziomu, iteracyjno-przyrostowe metody „przemysłowego” wytwarzania oprogramowania, metody wytwarzania zwinnego ( <i>agile</i> ) i szybkiego ( <i>rapid</i> )

1980+	System operacyjny DOS oraz Windows dla pecetów, języki obiektowe i graficznie, poczta elektroniczna, rozwój narzędzi inżynierii oprogramowania – CASE, komputerem wspomagane projektowanie (CAD), komputerem wspomagana obróbka przedmiotów na obrabiarkach (CAM), a także komputerem wspomagana zintegrowana produkcja (CIM=CAD+CAM)
1990+	Domena Google, przeglądarki (Firefox i inne), popularyzowanie systemu UNIX, pojawienie się otwartych licencji oprogramowania oraz platform do wytworzenia aplikacji – PRINCE, SPICE, systemy wydawnicze – CAP, szerokie zastosowanie systemów wspomagania obrabiarek – CAM, systemy wspomagające decyzje – DSS, systemy eksperckie, platformy zintegrowanego wytwarzania oprogramowania ( <i>Integrated Development Environment – IDE</i> ), Internet w komunikacji międzyludzkiej – IRC, przeglądarka Netscape, portal Yahoo, WWW – World-Wide-Web, platforma handlowa online e-Bay i inne
2000+	Popularyzacja metod zwinnego i szybkiego ( <i>agile and rapid</i> ) wytwarzania oprogramowania, oprogramowanie urządzeń mobilnych, koncepcje usługowych architektur informatycznych – SOA (Service – Oriented Architectures), systemy wytwarzania oprogramowania .NET, Eclipse, Net Beans, Zend Studio dla PHP, społecznościowe platformy internetowe typu Facebook, kompleksowe systemy przedsiębiorstwa (typu ERP) i inne; HotBot, serwisy: handel detaliczny – AMAZON, telefonia – Skype, wideo – YouTube, zdalne szkolenie i kształcenie
2010+	Rozwój aplikacji mobilnych, sieci społecznych, publiczny gmail, pojawienie się sklepów aplikacji, uniwersalnych platform ( <i>cross-platforms</i> ) umożliwiających wykonanie aplikacji implementowanych w różnych językach programowania; platformy chmurowe – Google, Amazon, Microsoft, AZURE i inne; drony; wykorzystanie sieci społecznych do marketingu handlowego i politycznego, systemy lokalizacji – GPS, elektroniczne drukowanie materialnych części produktów w 3D, wzrost publikowania e-książek, zdalne systemy kształcenia (VLE – <i>Virtual Learning Environment</i> , MOOC – <i>Massive Open On-line Courses</i> ), platformy informacyjne (Onet, WP)
2020+	Popularyzacja dronów handlowych (dostawy towarów do domów) i bojowych, rozwój robotyki i autonomicznych pojazdów, postęp nad ultraszybkimi komputerami kwantowymi, rozwój autonomicznych pojazdów (np. ściąganie aut z oddalonych parkingów przez kierowcę wychodzącego ze sklepu czy restauracji), popularyzowanie płacenia przez smartfony w sklepach i restauracjach, dominacja handlu przez „e-sklep” AMAZON (sprzedaje 100 000 000 produktów i usług z dostawą pod drzwi wejściowe nawet na piętrach), wizja gospodarki bezpracowniczej, dominacja <i>BIG FOR TECH</i> (Google, Facebook, Microsoft i AMAZON)

Mimo tak ewidentnego postępu człowiek ciągle poszukuje nowych, coraz bardziej wyszukanych rozwiązań związanych z jego rzeczywistymi możliwościami. Przykładem takich dokonań jest sztuczna inteligencja (Tab. 5). To obszar informatyki zajmującej się tworzeniem modeli inteligentnych zachowań oraz programów komputerowych symulujących te zachowania na wzór ludzkiego postępowania. Na ogół system inteligentny prawidłowo interpretuje dane dostarczane z zewnątrz, na tej podstawie tworzy właściwą wiedzę w celu wykonania niezbędnych i adekwatnych czynności. Innymi słowy: postępuje często podobnie jak człowiek.

Największe sukcesy osiąga się obecnie przy analizie i syntezie języków naturalnych, w tym tłumaczeniu tekstów z różnych języków bądź symultanicz-

nym tłumaczeniu mowy. Sztuczną inteligencję stosuje się też w obsłudze klienta (*help*), w dowodzeniu twierdzeń (racjonalne rozumowanie), systemach diagnostycznych (rozpoznawanie chorób) czy zarządzaniu wiedzą (badanie zdolności kredytowych), a także w sterowaniu (autonomiczne pojazdy) czy automatyzacji życia codziennego (roboty domowe). W porównaniu do ludzkiego działania systemy autonomiczne mają przewagę w szybkości działania, dzięki czemu analizują znacznie większe zbiory danych, zapewniają szybszą analizę i uczenie się ruchów przeciwnika w różnego typu grach oraz redefinicji własnej strategii postępowania. Sztuczną inteligencję można też zastosować w makroskali do budowy inteligentnych miast (czego przykładem jest Dubaj) czy smartmetropolii. W takich rozwiązaniach zapewniony jest odpowiedni monitoring czuwający nad bezpieczeństwem mieszkańców czy policyjne roboty reagujące na nadciągające zagrożenia. Występują również negatywne zjawiska, takie jak cenzurowanie opinii głoszonych w sieciach społecznościowych, rozwijanie się kultury hejtu, cybernetycznych przestępstw czy wojen albo wypieranie handlu tradycyjnego lub tradycyjnej gospodarki, prowadzące do bezrobocia i niezadowolenia społecznego.

Sztuczna inteligencja odbiega jeszcze znacznie od możliwości ludzkich, nie są bowiem wyczerpująco zbadane ludzki mózg i umysł. Dalszy postęp zależy od rozwoju nauk informatycznych, a także kognitywistyki, w szczególności jej częścią zajmującą się obserwacją i analizą działania zmysłów oraz modelowaniem zachodzących tam procesów, a także neuroinformatyki, mającej za zadanie transfer umysłów, co oznacza skopiowanie i przeniesienie świadomości człowieka do komputera poprzez precyzyjne zmapowanie wszystkich połączeń neuronalnych i wierne odtworzenie ich działania. Należy podkreślić też sukcesy neurochirurgii umożliwiające wszczepianie implantów do mózgu i przejmowanie pewnych funkcji ciała (np. w przypadku sztucznej dłoni), a nawet oddziaływanie na jego funkcjonowanie (np. poprawianie ludzkiego nastroju).

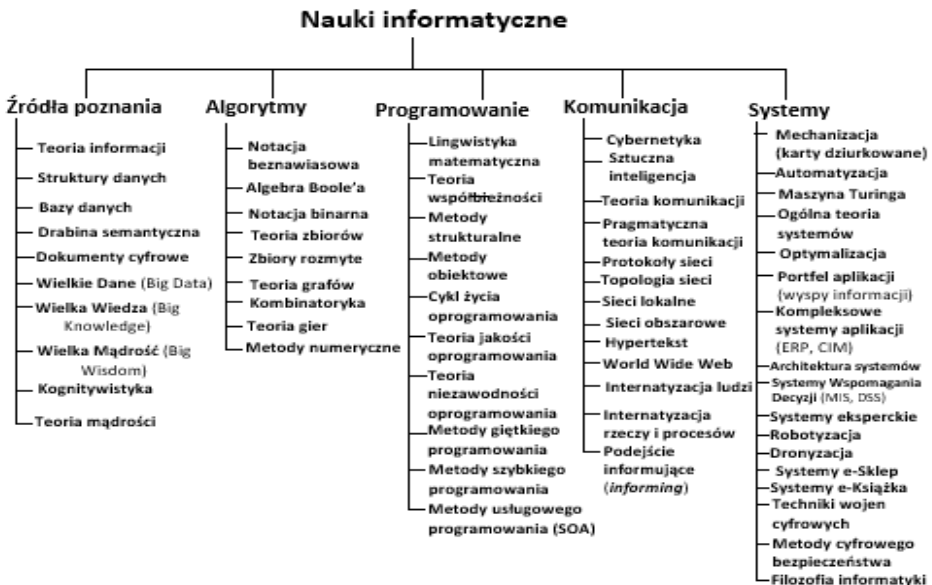
**Tab. 5. Rozwój sztucznej inteligencji stosowanej w informatyce**

Lata	Osiągnięcia, produkty
1950+	Badania ludzkiego mózgu, cybernetyka, pojawienie się terminu <i>sztuczna inteligencja</i> , uczące się myszy, program szachowy
1960+	Modele mózgu i algorytmy uczące z warstwą pojedynczą, modele pamięci asocjacyjnych, program ELIZA – chatbot
1970+	Badanie zachowania się żywych komórek i sieci neuronowych, program MYCIN – diagnoza chorób krwi, autonomiczny samochód StanfordCard
1980+	Sieć Hopfielda, maszyny Boltzmanowskie, uczenie maszynowe na podstawie wstecznej propagacji błędów i przewidywania rozwiązań, systemy eksperckie, rozpoznawanie mowy – Dragon System
1990+	Algorytm uczenia się bez nadzoru, robot Polly – oprowadzanie gości MIT, RoboCup – gra w piłkę nożną, wygrana w szachy Deep Blue z arcymistrzem szachowym (G. Kaspro), sprzedaż robotów uszatków uczących się angielskiego



2000+	Automaty komórkowe, układ sztucznej siatkówki oka, robot humanoidalny Asimo chodzący na dwóch nogach, semantyczna wyszukiwarka Wolfram Alfa, pojazdy autonomiczne, systemy doradcze
2010+	Głębokie konwolucyjne sieci neuronowe, wygrana superkomputera Watson w teleturnieju Jeopardy, autonomiczny samochód Google'a dopuszczony do ruchu w stanie Nevada, samochody autonomiczne sterowane przez aplikację iPhone'a, wygrana programu komputerowego AlphaGO z legendarnym mistrzem świata (Lee-Se-Dol), myślenie wspomagane superkomputerami połączone online z transplantami interfejsowymi w mózgu, kopiowanie mózgu

Tabele 1–5 ukazują podstawowe praktyczne osiągnięcia w informatyce, które z jednej strony zapewniają jej rozwój, z drugiej zaś – stymulują do nowych badań. Można więc stwierdzić, że nauki informatyczne żyją w symbiozie z praktycznymi rozwiązaniami, zdecydowanie bardziej widocznymi i spektakularnymi dla społeczeństwa. Rys. 2 przedstawia zakres nauk informatycznych dotyczących teorii, metod i narzędzi rozwijanych podczas badań naukowych zorientowanych na rozwiązania informatyczne. Dzięki uściśleniu wielu pojęć, zaproponowaniu odpowiednich definicji, opracowaniu adekwatnych modeli przetwarzania oraz zasad funkcjonowania systemów uzyskujemy znaczną poprawę praktycznych propozycji w sensie jakościowym. I tak np. zdefiniowanie zakresu zainteresowań inżynierii oprogramowania czy sztucznej inteligencji przyczyniło się do szybkiego rozwoju bardzo wielu aplikacji powszechnego użytkowania (np. porównanie cen produktów, wybór miejsca na urlop, wybór linii lotniczej czy wybór hotelu).



**Rys. 2.** Typologia zakresu nauk informatycznych, względnie odosobnionych. Wprowadzie niektóre metody i techniki zostały najpierw wprowadzone przez biznes, to jednak z biegiem czasu nauka wzięła je „pod lupę” i rozwija teraz podejście naukowe w tych zakresach

Wpływ nauk informatycznych można rozpatrywać poprzez ewolucję modeli przetwarzania, co przekłada się na następujące okresy rozwojowe nauk informatycznych:

— *Okres zorientowanych maszynowo obliczeń (1890–1960)*. W pierwszym okresie rozwoju informatyki istotnym wsparciem badań naukowych było jak najszybsze i jak najwiarygodniejsze wykonywanie obliczeń (*machine-centric computing*). Przede wszystkim dotyczyło to teorii obliczeń, algorytmów numerycznych i kombinatorycznych, a także sprzyjało rozwojowi metod modelowania i symulacji różnych zdarzeń czy zjawisk fizycznych. Na ogół to wyniki obliczeń stanowiły podstawę weryfikacji przyjętych założeń, wspartych dodatkowo podejściem zdroworozsądkowym.

— *Okres zorientowanego aplikacyjnie przetwarzania danych (1960–2000)*. W tym drugim okresie rozwoju informatyki koncentrowano się na integracji metod telekomunikacyjnych i informatycznych w celu budowy komputerowych systemów rozproszonych, oferujących różnego typu usługi dla społeczeństwa (*application-centric computing*). Rozwijano koncepcję aplikacji komponentowych, wielowarstwowych oraz agentowych. Badania formalne przyczyniały się do analizy poprawności działania takich rozwiązań oraz do usprawnienia metod zarządzania zarówno zasobami systemu, jak i jego użytkowników.

— *Okres zorientowanego usługowo środowiska użytkowego (2000+)*. Oznacza to nie tylko udoskonalanie istniejących i opracowywanie nowych języków programowania czy metod wytwarzania webowych aplikacji, ale także powstawanie zintegrowanych środowisk obliczeniowych (*service-centric computing*), w tym chmury obliczeniowej czy usługowych centrów danych. Takie platformy są utrzymywane poza obszarem zainteresowań użytkowników i udostępniane im poprzez usługi na zasadach rynkowych. Oznacza to zagospodarowywanie przez informatykę coraz nowych obszarów bez obciążania użytkowników problemami utrzymania wykorzystywanych usług i aplikacji, a także ekonomiczne wykonywanie obliczeń (*green computing*).

— *Okres interaktywnego podejścia*, w którym decyzje człowieka są włączone bezpośrednio w funkcjonowanie systemów (2010+). Takie podejście zakłada wykorzystanie różnego typu interaktywnych algorytmów, efektywnej komunikacji oraz całej gamy usług internetowych, zaś o przebiegu głównego scenariusza działań decyduje człowiek (*human-centric computing*). Różne istniejące systemy IT dostarczają mu jedynie odpowiednią pomoc w postaci wykonania żądanych funkcji, dostarczania wymaganych danych czy uzupełnienia brakującej wiedzy. Wymaga to aranżacji dostępnych systemów IT w odpowiednią cyberprzestrzeń częściowo zintegrowaną i sterowaną przez odpowiednie scenariusze działań wspomaganych ludzkimi decyzjami. Jednym z głównych problemów jest zapewnienie wiarygodności i cyberbezpieczeństwa.

Oczywiste jest, że te cztery okresy rozwojowe pierwotnie występowały w przedstawionej powyżej kolejności. Obecnie, mimo że są one wszystkie ciągle dynamicznie rozwijane, w coraz większym stopniu zaczyna dominować podejście ostatnie, przede wszystkim z uwagi na rozwój efektywnych systemów mobilnych. Stosowanie na wielką skalę aplikacji smartfonowych otwiera nowe możliwości wykorzystania informatyki zależnie od bieżących potrzeb. Usługi i aplikacje są uruchamiane i nadzorowane w takich środowiskach nie tylko przez wykwalifikowanych administratorów. Ich użytkownikami w coraz większym stopniu będą wszyscy: inżynierowie, lekarze, pisarze, dziennikarze, nauczyciele, profesorowie, artyści, pielęgniarki, uczniowie, studenci i wszelkiego rodzaju pracownicy, inaczej mówiąc: *end-users* z różnych dziedzin. Co więcej, dostępne przestrzenie cybernetyczne będą umożliwiały również współpracę między profesjonalistami z różnych dziedzin. Wydaje się jednak, że tylko w szczególnych przypadkach ich praca może być w pełni zautomatyzowana.

Reasumując, trzeba podkreślić, że zastosowania informatyki wsparte naukami informatycznymi przyczyniły się do następujących trendów rozwojowych ludzkości:

1. *Rozwój nowych technologii informatycznych* związanych z usługami IT, chmurą obliczeniową, ogromnymi zbiorami danych oraz Internetem wszechrzeczy doprowadził do wytworzenia wielu usług i aplikacji użytkowych na urządzenia stacjonarne i mobilne, bezpośrednio dostępnych do wykorzystania przez całe rzesze użytkowników. Brak jednak takich umiejętności u całego społeczeństwa prowadzić może do tzw. pogłębiającego się wykluczenia cyfrowego i – co za tym idzie – wykluczenia finansowego, a to z kolei – do populizmu i zaburzeń społecznych.
2. *Rozwój Internetu oraz danych cyfrowych* doprowadził do zalewu informacji, który powiększa się z dnia na dzień. Z jednej strony powoduje, że ludzie są lepiej poinformowani (np. dzięki korzystaniu z Wikipedii czy innych różnych elektronicznych źródeł wiadomości), z drugiej zaś – stają się bardziej zdezorientowani z uwagi na trudności oceny jakości tych danych i ich konsekwencji. Prowadzi to do łatwiejszej manipulacji zachowaniem człowieka albo do jego zachłyśnięcia się danymi, które z kolei może prowadzić (i zapewne doprowadzi) do podejmowanych błędnych decyzji, co w konsekwencji oznacza pogorszenie losu człowieka.
3. *Rozwój sztucznych systemów inteligentnych* zastępujących m.in. podejmowanie decyzji przez człowieka zniechęca go do podejmowania większego wysiłku przy rozwiązywaniu problemów, tym samym zatracając zdolności do racjonalnego myślenia. W konsekwencji oznacza to zmniejszanie się roli człowieka w życiu i oddawanie inicjatywy *à la* maszynom, zwanym cyborgami.
4. *Życie w cyberprzestrzeni (cyberspace)* zaczyna dominować nad życiem w realu, co prowadzi do zaniku bezpośredniego komunikowania

się ludzi, powodując ich izolowanie się i mocne uzależnienie od e-komunikacji. Dotyczy to zwłaszcza dorastającego pokolenia, dla którego przebywanie w wirtualności staje się uzależnieniem, wymagającym często szpitalnego leczenia.

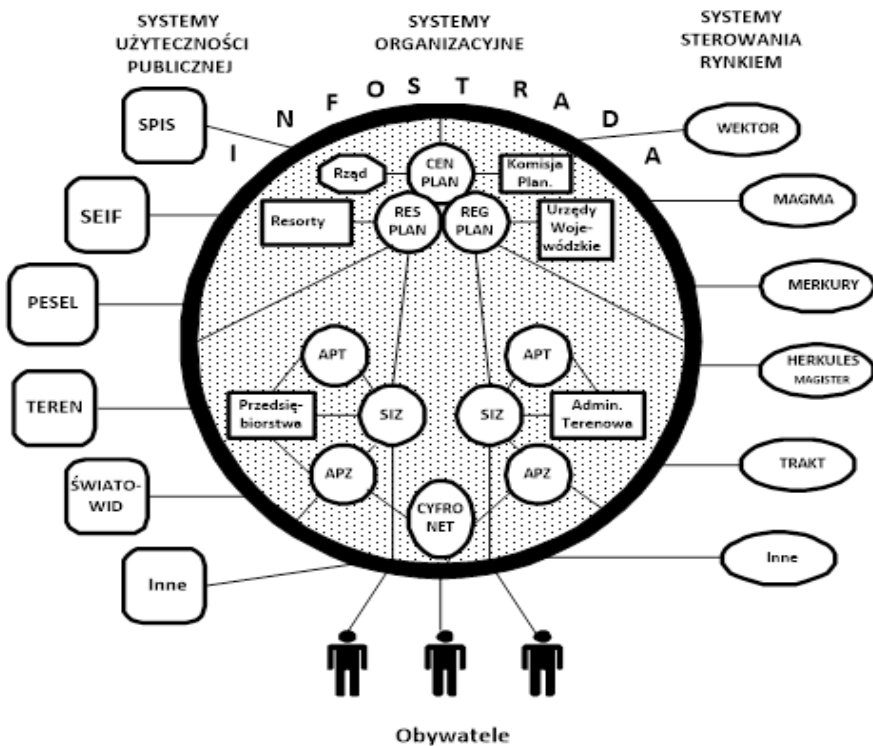
Nasuwa się tu pierwsze pytanie o znaczeniu nauk informatycznych: czy przyczynią się one do eliminacji wyżej wymienionych zagrożeń? Drugie pytanie związane jest z rozwojem cyborgów: czy jest możliwy rozwój złożonych cyberprzestrzeni lub wirtualnych postaci myślących tak mądrze jak najlepsi z ludzi? Z kolei trzecie pytanie dotyczy już wyeliminowania nadrzędnej roli człowieka w coraz bardziej złożonych i bardziej inteligentnych cyberprzestrzeniach: czy cyborgi przejmą rolę człowieka w cyberprzestrzeniach bądź innymi słowy, czy doczekamy się okresu *cyborg-centric computing* i w jakiej skali? Nie są to pytania skierowane tylko do naukowców z obszaru nauk informatycznych. Wydaje się, że istnieje gdzieś granica ludzkiego poznania odpowiedniego dla potrzeb człowieka. Przekroczenie jej może doprowadzić do jego upadku i w konsekwencji do katastrofy rodzaju ludzkiego. Czy nam to grozi? Wydaje się, że tak, jeśli weźmiemy pod uwagę równoczesną degradację naturalnego środowiska i wyczerpywanie się strategicznych zasobów.

### WĄSKIE CZY SZEROKIE UJĘCIE INFORMATYKI?

W poprzednich dwóch sekcjach przedstawiliśmy, jak spostrzega się informatykę z historycznego i współczesnego punktu widzenia. Znalezienie wspólnego mianownika w postaci jednej nazwy dla różnych obszarów informatycznych badań i wdrożeń nie jest sprawą łatwą. Co więcej, każda propozycja budzi wiele kontrowersji, w Polsce również. Wąskie ujęcie informatyki sprowadza się do potraktowania jej tylko jako dyscypliny wiedzy, szerokie z kolei – jako dziedziny. W latach 70. XX w. trwała polemika Andrzeja Targowskiego z przedstawicielami rządowymi o różnym sposobie rozumienia informatyki (a praktycznie trwa ona do dzisiaj). W pracy *Rozwój KSI i PESEL* (2018) Targowski podkreśla, że władze PRL i PTI (Polskie Towarzystwo Informatyczne) nie zaakceptowały szerokiego pojęcia informatyki, przedstawionego jako Model Krajowego Systemu Informatycznego z roku 1972 (Rys. 3).

Na początku lat 60. XX w. wprowadzono termin „elektroniczna technika obliczeniowa” (ETO), której funkcjonowanie zostało przypieczętowane utworzeniem Urzędu Pełnomocnika Rządu ds. ETO (PRETO) w 1964 r. Wówczas prym w tej technice wiedli elektronicy i matematycy, konstruktorzy pierwszych laboratoryjnych i półprzemysłowych komputerów przeznaczonych do obliczeń, a nie do przetwarzania danych, wówczas typowych na tzw. Zachodzie. Pierwsze polskie czasopismo naukowo-techniczne powstałe

w 1965 r. zostało nazwane *Maszyny Matematyczne*, co podkreślało wąskie rozumienie informatyki. Wprawdzie Romuald Marczyński, zapoznany z terminem francuskim, przetłumaczył amerykańskie *Curriculum 68 Computer Science* na „informatyka” i ogłosił to w 1969 r. w *Maszynach Matematycznych*, nr 1. Było to błędne tłumaczenie, ponieważ słowo „informatyka” nie pokrywało się znaczeniowo z terminem „computer science”, a raczej z „information technology”. Jednakże ani urząd PRETO, ani nikt w zastosowaniach i w produkcji IT nie zmienił terminu ETO na nowy termin „informatyka”.



**Rys. 3.** Model Krajowego Systemu Informatycznego z roku 1972 (Targowski)<sup>7</sup> z INFOSTRADĄ<sup>8</sup>, kształtującą poinformowane społeczeństwo<sup>9</sup>. Model z INFOSTRADĄ był nie do przyjęcia przez PRL, gdzie informację często cenzurowano i fałszowano<sup>10</sup> (CEN – Centralny, RES – Resortowy, REG – Regionalny, APT – Automatyzacja Procesów Technologicznych, SIZ – Systemy Informacyjne Zarządzania, APZ – Automatyzacja Prac Zawodowych)

<sup>7</sup> A. Targowski, *INFORMATYKA. Modele rozwoju i systemów*, PWE, Warszawa 1980, s. 198.

<sup>8</sup> Wiceprezydent USA Al Gore przetłumaczył termin „INFOSTRADĘ” jako „information superhighway”, który to termin stał się paradygmatem amerykańskiej „nowej gospodarki” podczas prezydentury Billa Clintona (1993–2001) i w latach następnym.

<sup>9</sup> Polska INFOSTRADA była prekursorem Internetu, który został oddany do użytku 11 lat po rozpoczęciu projektu polskiej sieci, w 1983 r., kiedy wojskowa sieć ARPANET została podzielona na MILINET i Internet. Na projekt INFOSTRADY została nałożona cenzura w prasie.

<sup>10</sup> Obecnie w Chinach 120 000 informatyków zawodowo cenzuruje informacje w Internecie.

Instytut Maszyn Matematycznych (IMM) już w samej swojej nazwie informował, że zajmuje się maszynami matematycznymi, a nie maszynami do przetwarzania danych. W Polsce w tym czasie wyprodukowano kilkanaście komputerów ZAM 21, udanych w obliczeniach uniwersyteckich, i to wzmacniało niesłusznie matematyczną rangę IMM. Programowano w ciekawym autokodzie SAKO, opracowanym w IMM. Autorzy dostali nawet nagrodę państwową za to osiągnięcie. Nie zapewnili jednak dostępu do światowego amerykańskiego i zachodnioeuropejskiego oprogramowania w języku FORTRAN. Podobny błąd popełniono przy projektowaniu i produkowaniu głównego komputera ZAM 41 przeznaczonego już do wszelkiego rodzaju obliczeń, w tym przetwarzania danych. Był to jednak komputer spóźniony i drogi, w cenie ok. 25 000 000 złotych, nie do wykorzystania w przedsiębiorstwach.<sup>11</sup> W tym czasie na Zachodzie bestsellerami były komputery do przetwarzania danych w cenie ok. 100 000 dol. (2 600 000 zł, czyli ok. 10 razy tańsze od ZAM 41) jak Univac 1000 (USA) czy Gamma 10 (Francja). Podobna sytuacja dotyczyła RIAD 32, komputera za dużego i trudno programowanego oraz ponownie za drogiego.

Niezadowolony ze stanu rozwoju ETO wśród polskich informatyków roszło pod koniec lat 60-tych XX w., o czym świadczy szereg artykułów w prasie.<sup>12</sup> W wyniku dojścia do władzy w 1971 r. Edwarda Gierka nastąpiło tzw. zielone światło dla rozwoju informatyki, szeroko pojętej.

Spółecznie opracowany<sup>13</sup> *Program rozwoju informatyki na lata 1971–1975* został zatwierdzony przez ówczesny rząd do realizacji. Urząd PRETO został rozwiązany, a w jego miejsce utworzono Krajowe Biuro Informatyki i w miejsce sieci ośrodków obliczeniowych ZETO utworzono Zjednoczenie Informatyki. Powstały Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Informatyki i Państwowa Rada Informatyki. Termin „informatyka” został wprowadzony *ex officio* do oficjalnej przestrzeni. Jego popularność w przestrzeni publicznej wniosła książka *Informatyka, klucz do dobrobytu* (PiW 1971) Targowskiego. Został wówczas sformułowany Krajowy System Informatyczny (KSI) oparty na INFOSTRADZIE i PESEL-u, bazujący na otwartym i poziomym przepływie informacji; dążono do rozwoju społeczeństwa poinformowanego (a nie tylko informacyjnego). Po powołaniu Komisji ds. Informatyki Biura Politycznego zastopowano ten program, likwidując również KBI i OBRI. Utworzono Komitet Informatyki.

<sup>11</sup> Targowski, dyrektor ośrodka obliczeniowego ZETO-ZOWAR, został zmuszony do kupienia tego niedopracowanego komputera od ELWRO, aby załoga tej fabryki we Wrocławiu mogła otrzymać premię. Środki na zakup dostał z dotacji budżetowej państwa.

<sup>12</sup> A. Targowski, Z. Gackowski, *Czas produkować i stosować*, Życie Warszawy, 3 marca 1961; M. Doroszewicz, A. Targowski, *Możliwość skoku w metodach zarządzania*. „Przegląd Techniczny”, 2 sierpnia 1964 r.; A. Targowski, *Trzeba mieć serce do komputerów*, Polityka, 18 października 1969; R. Przybyłowska, Wywiad z A. Targowskim. *Kluczem i sposobem*, Kultura, 26 września 1971 r.

<sup>13</sup> Opracowała go *ad hoc* grupa działaczy Polskiego Komitetu Automatycznego Przetwarzania Informacji (PKAPI-NOT) pod kierunkiem A. Targowskiego. W skład grupy wchodził: S. Bratkowski, R. Dąbrówka, A. Bossowski, M. Wajcen i R. Farfał.

W 1981 r. utworzono Polskie Towarzystwo Informatyki (PTI). Biblią PTI stała się książka Władysława M. Turskiego *Nie samą informatyką*<sup>14</sup>, wydana w roku 1980, która lansowała wąskie ujęcie informatyki. W konsekwencji krytyki Targowski, zwolennik szerokiego podejścia, wyemigrował do USA.

W III RP PTI kontynuuje strategię rozwoju wąsko pojętej informatyki. Świadczy o tym definicja informatyki podana przez PTI. Jest typowa dla wąsko pojętej specjalizacji *computer science*. Zgodnie z nią informatyka to:

1. „Struktura informacji i przekształcania informacji, które obejmują przedstawienia i przekształcenia struktur informacji wraz z teoretycznymi modelami tych przedstawień i przekształceń (np. struktury danych i języki programowania, itd.).
2. System przekształcania informacji, który obejmuje systemy, mogące przekształcać informację. Systemy te zawierają zwykle wzajemne powiązania sprzętu i oprogramowania (jak np. projektowanie maszyn i sztuczna inteligencja, itd.).
3. Metodologia wykorzystania maszyn – obejmuje metodologie, wywodzące się z szerokiego obszaru zastosowań techniki obliczeniowej o wspólnych strukturach, procesach, technologii (np. metody numeryczne, przetwarzanie symboli itd.)”<sup>15</sup>

Targowski uaktualnił swoje definicje informatyki sprzed 50 lat<sup>16</sup> oraz sprzed 40 lat<sup>17</sup> w następujący sposób:<sup>18</sup>

1. „Informatyka zajmuje się komputerowo-sieciowym efektywnym przetwarzaniem i przesyłaniem zakodowanej informacji (tekstowo-numerycznej), która cyrkuluje w społeczeństwie i jego maszynach oraz aparatach, aby to społeczeństwo lepiej poinformować i rozszerzyć jego zakres poznania oraz radykalnie zwiększyć możliwości oddziaływania człowieka na otoczenie, tak na małą skalę, jak i na wielką skalę, ale pod warunkiem zachowania etyki.
2. Informatyka składa się z następujących dyscyplin: informatyki teoretycznej, ogólnej, obliczeniowej, gospodarczej i technicznej.”

W tej definicji nauka o komputerach według Targowskiego mieści się w dziale informatyki obliczeniowej. Amerykanie wkrótce potem zmienili termin „*computer science*” na „*computing*” (obliczenia). Bo „nauka o komputerach” wcale nie jest „nauką”, a zbiorem metod i technik w zakresie tzw.

<sup>14</sup> W. Turski, *Nie samą informatyką*, PiW, Warszawa 1980.

<sup>15</sup> *Kim jest współczesny informatyk?*, PTI, Warszawa 2018, s. 91–95.

<sup>16</sup> A. Targowski, *Informatyka klucz do dobrobytu*, PiW, Warszawa 1971.

<sup>17</sup> A. Targowski, *Modele rozwoju i systemów*, PWE, Warszawa 1980, s. 20–57. Dyskusja na platformie PTI w latach 2017–2018 Targowskiego z działaczami PTI, którzy, zwłaszcza mgr inż. Jerzy Nowak, potwierdzali zasadność dla PTI trzymania się definicji „Marczyńskiego” z 1969 r.

<sup>18</sup> A. Targowski. *Informatyka, modele rozwoju i systemów*. PWE. Warszawa 1980, s. 22; definicja uaktualniona powstała w korespondencji e-mailowej A. Targowskiego z dr. A. Florczykiem w 2017 r.

oprogramowania systemowego, a nie aplikacyjnego. Można sądzić, że wynikiem wąskiego traktowania informatyki jest czwarte od końca miejsce Polski w rankingu UE pod względem stanu zastosowań informatyki.<sup>19</sup> Tylko 15% ze 100 top-informatycznych przedsiębiorstw to firmy polskie,<sup>20</sup> głównie zaangażowane w biznesie gier komputerowych. W świecie Polska jest klasyfikowana na dwudziestym siódmym miejscu pod względem zaawansowania w stosowaniu IT.<sup>21</sup> Nie jest to dobra aktualna klasyfikacja Polski, która była pionierem na świecie w rozwoju ETO od 1948 r., a mechanizacji przetwarzania danych od lat 30-tych XX w. oraz systemowej informatyki w latach 1971–1974.<sup>22</sup>

Po tych dywagacjach historycznych wyjaśniamy, jak rozumiemy nauki informatyczne w szerokim sensie, traktując je jako dziedzinę naukową. Przedstawmy standardową listę dziedzin naukowych i wśród nich usytuujemy informatykę:

1. Nauki humanistyczne zajmujące się człowiekiem jako istotą społeczną i jego twórczością.
2. Nauki społeczne – obejmują historię cywilizacji, prawo, ekonomię, geografę, socjologię, pedagogikę, politologię itp.
3. Nauki przyrodnicze zajmujące się badaniem różnych aspektów świata materialnego (biologia, chemia, fizyka, astronomia, geografia, ochrona środowiska, ekologia itp.).
4. Nauki medyczne zajmujące się zdrowiem.
5. Nauki techniczne zajmujące się projektowaniem, budową, eksploatacją narzędzi, urządzeń, automatów i systemów technologicznych, produkcją dóbr, materiałów i związanych z tym usług.
6. Nauki matematyczne zajmujące się abstrakcyjnymi, formalnymi modelami i zasadami ich opisu oraz wnioskowaniem o ich właściwościach.
7. Nauki informatyczne zajmujące się dobrami niematerialnymi – danymi, informacją oraz wiedzą i różnymi podmiotami wirtualnymi, oferując różnego typu działania lub usługi, takie jak: gromadzenie danych, wymiana wiadomości, przekształcanie i analiza dokumentów cyfrowych, a także zgłębianie wiedzy, wnioskowanie, rekomendacja czy prognozowanie.

Poszczególne dziedziny nauk różnią się przede wszystkim przedmiotem rozważań, stosują też odpowiednie metody naukowe. Na rys. 4 podano przykłady obszarów badań wspólnych dla informatyki i pozostałych dziedzin nazywanych naukami hybrydowymi. Nauki informatyczne wspólnie z nau-

<sup>19</sup> *Digital Economy and Society Index*; [https://ec.europa.eu/commission/news/digital-economy-and-society-index-2019-jun-11\\_en](https://ec.europa.eu/commission/news/digital-economy-and-society-index-2019-jun-11_en). Dostęp: 10.11.2019.

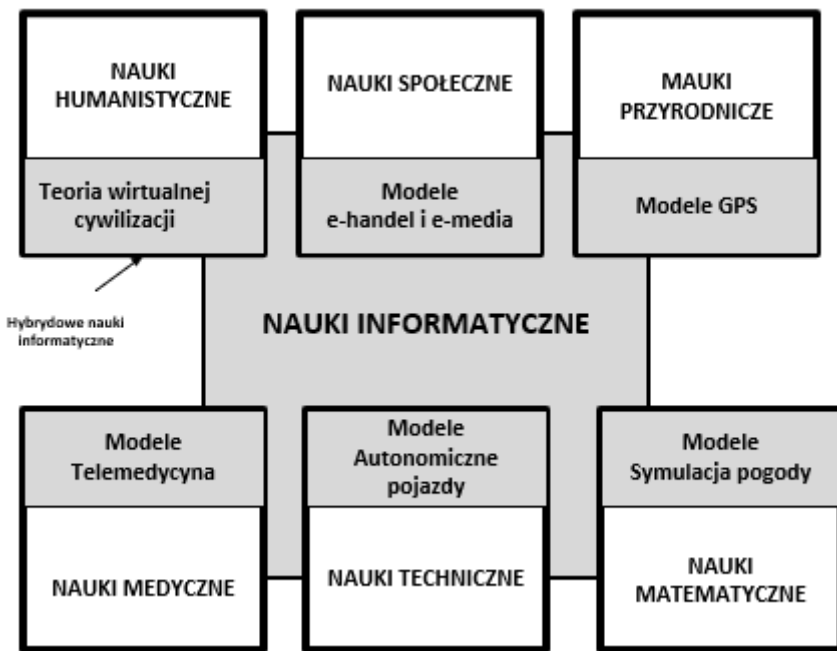
<sup>20</sup> *Największe firmy IT w Polsce w roku 2018 – ranking ITwiz Best100*; <https://itwiz.pl/najwiecej-firmy-polsce-roku-2018-ranking-itwiz-best100/>. Dostęp: 10.11.2019.

<sup>21</sup> <https://venturebeat.com/2018/06/10/the-best-countries-for-tech-companies-2018-rankings/>. Dostęp: 9.11.2019.

<sup>22</sup> Czy nie jest to wynik emigrowania wielu energicznych i utalentowanych informatyków na Zachód w liczbie ponad kilkunastu tysięcy w latach 80-tych XX w. do dzisiaj?



kami humanistycznymi kreują wirtualną cywilizację, zaś z naukami społecznymi tworzą podstawy handlu i biznesu elektronicznego. Współpraca nauk informatycznych oraz nauk przyrodniczych umożliwiła budowę popularnych systemów GPS, a symbioza z naukami medycznymi zaowocowała zdalnymi systemami doradczymi czy monitorującymi online stan pacjentów. Z kolei wspólne działanie nauk informatycznych z naukami technicznymi doprowadziło do budowy autonomicznych pojazdów czy domowych robotów, zaś z naukami matematycznymi przyczyniło się do opracowania bardzo złożonych modeli pogodowych, gdzie wykorzystano również pewne osiągnięcia nauk przyrodniczych.



Rys. 4. Szeroki zakres nauk informatycznych, zintegrowanych z innymi naukami, oraz przykłady takich hybrydowych nauk

Warto też podkreślić, że naukowcy silnie związani z inną dziedziną badawczą niż informatyka na ogół spozstrzegają swoją dziedzinę jako centralną oraz wskazują, że wśród innych dziedzin (w tym informatyki) znajdują się też obszary nauk hybrydowych związanych z ich dziedziną. Wówczas rys. 5 można byłoby powielić siedem razy, gdzie centralne miejsce na tych rysunkach zajmuje jedna z dziedzin, posiadająca pewne nauki hybrydowe z innymi dziedzinami. Taka prosta ilustracja nie tylko dowodzi, jak trudno określić granicę każdej z dziedzin, ale też potwierdza, że informatyka powinna być traktowana jako dziedzina nauk.

Wąskie ujęcie informatyki ogranicza zakres realizacji badań informatycznych, oznacza wzrost kosztów z uwagi na powielanie wypracowania podobnych rozwiązań, ogranicza w dużym stopniu tempo rozwoju informatyki z uwagi na bariery związane z opracowaniem rozwiązań wielodyscyplinarnych, utrudnia też współpracę różnych zespołów badawczych i projektowych z powodu braku ustalonej terminologii. Wynikiem zawężonej definicji dziedziny informatyki jest też brak pism naukowych w języku polskim, co praktycznie uniemożliwia rozwój nauk i technik informatycznych w wolnej Polsce.

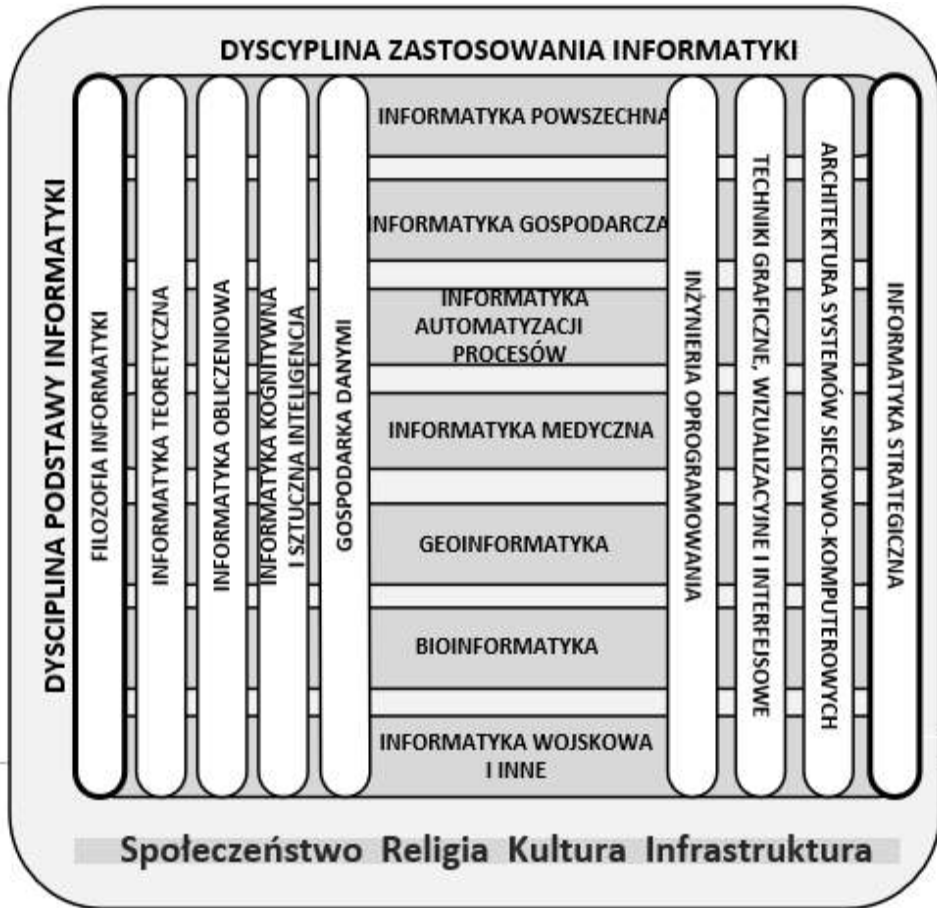
Warto przy tym nadmienić, że 26 lutego 2019 r. MNiSW podało nową klasyfikację dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz artystycznych. Informatyka ponownie nie jest dziedziną, a dyscypliną w dwóch dziedzinach: w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych wydzielono dyscyplinę informatyki oraz w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych wskazano dyscyplinę informatyki i telekomunikacji. Naszym zdaniem ciągle obowiązuje zasada wąskiego ujęcia informatyki.

Autorzy tego artykułu są przekonani, że informatyka rozumiana co najmniej jako *information technology* powinna być dziedziną wiedzy, złożoną z wielu dyscyplin, które obejmują również wiele obszarów zastosowań, w których to występują pewne elementy wspólne. Wychwycenie tych wspólnych elementów stanowi dodatkowy impuls rozwojowy informatyki. Zmniejsza nakłady na prowadzenie badań i wykorzystanie nowych rozwiązań informatycznych. Poniżej przedstawiamy wewnętrzną strukturę tej dziedziny złożonej z wielu dyscyplin i specjalności.

Na rys. 5 przedstawiono Model Kratowy Informatyki (MKI). Specjalności odpowiadające dyscyplinie zastosowań informatyki zaznaczone w poziomie odpowiadają obszarom wykorzystania informatyki we wszystkich dziedzinach życia i działalności człowieka. Jak już wspomniano, wzrost poziomu cyfryzacji (nie tylko skanowanie dokumentów i ich wykorzystanie online, ale też wdrażanie systemów cyfrowych) tych dziedzin zastosowań powoduje łatwiejsze gromadzenie wiedzy oraz wdrażanie rozwiązań informatycznych i to na większą skalę. Mamy więc następujące kategorie specjalizacji dyscypliny informatyki zastosowań:

– *Informatyka powszechna* zapewniająca dostęp do komputerów i Internetu oraz wykorzystanie podstawowych aplikacji dostępnych w smartfonach dla realizacji podstawowych funkcji związanych z komunikowaniem się z innymi, poszukiwaniem niezbędnych informacji czy załatwiania prostych spraw życiowych drogą elektroniczną.

– *Informatyka gospodarcza* zorientowana na różnego typu organizacje biznesowe i umożliwiająca modelowanie i analizę procesów zarządzania i administrowania, jak również dostarczająca odpowiednich narzędzi tego typu. Wzmacnia ona efektywność funkcjonowania różnego typu zespołów ludzkich, a także rozszerza możliwości komputerowego wspomaganie podejmowania decyzji.



**Rys. 5.** Model Kratowy Informatyki (MKI-2020) przenikających społeczeństwo, religię, kulturę i infrastrukturę. Szczególną rolę mają specjalności filozofia informatyki i informatyka strategiczna, ponieważ to one decydują o powodzeniu zastosowań informatyki w społeczeństwie

– *Informatyka automatyzacji procesów* technologicznych dotycząca procesów produkcyjnych i usługowych zachodzących wewnątrz organizacji odpowiedzialnych za produkcję dóbr i materiałów. Umożliwia budowę systemów automatycznego sterowania procesami zachodzącymi w czasie rzeczywistym, a także systemów kontroli i nadzoru czuwających nad realizacją procesów produkcyjnych.

– *Informatyka medyczna* obejmująca problemy związane z służbą zdrowia i opieką medyczną. Z jednej strony usprawnia dostęp do służb i systemów medycznych, z drugiej zaś – oferuje urządzenia wspomagające diagnozowanie pacjentów. Ma również za zadanie odciążanie specjalistów medycznych od prac administracyjnych.

— *Geoinformatyka* skoncentrowana na automatyzacji pozyskiwania i analizowania danych geoprzestrzennych, w tym map cyfrowych niezbędnych do nawigacji satelitarnej, określania w czasie rzeczywistym położenia różnego typu obiektów w danej przestrzeni geograficznej (systemy lokalizacji GPS).

— *Bioinformatyka* wykorzystująca metody i narzędzia informatyczne do rozwiązywania wybranych problemów z nauk biologicznych, w tym struktury i ewolucji genów, genomów i białek, a także zasad tworzenia się struktur i interakcji z innymi białkami. Dostarcza bioinformatycznych baz danych zawierających sekwencje DNA/RNA oraz oferuje usługi wyszukiwania, porównania i analizy tych sekwencji.

— *Socjoinformatyka* uwzględniająca zjawiska społeczne, w tym infokomunikacyjne oraz prawne w sieciach społecznych, konfrontująca życie wirtualne z życiem realnym, a także analizująca sprawy demokracji i totalitaryzmu, cenzurowania i jakości życia, w tym pracy i stosunków międzyludzkich. Poprzez cyfrowe biosystemy może oddziaływać na kształtowanie postaw i opinii oraz ocenę jakości życia wirtualno-realnego.

— *Informatyka wojskowa* obejmująca różnorodne zinformatyzerowane systemy wojskowe, a także systemy dowodzenia wspomagane komputerowo. Umożliwia wirtualne generowanie różnego typu sytuacji oraz analizę i wybór najodpowiedniejszych scenariuszy działań. Rozwiązuje też problemy cyberbezpieczeństwa i metody ostrzegania przed zagrożeniami.

— *Inne.*

Specjalności zaznaczone w pionie odpowiadają dyscyplinie podstaw informatyki związanej z rozwiązaniami fundamentalnymi bądź uniwersalnymi, tzn. takimi, których wyniki mogą być wykorzystywane we wszystkich bądź w wielu innych specjalizacjach, dyscyplinach czy dziedzinach (Rys. 6 i 7). Możemy więc rozpatrzeć następujące specjalizacje dyscypliny podstaw informatyki:

— *Filozofia informatyki stanowiąca poznawczo-bytowo-wartościowo-etyczno-logiczną ocenę zastosowań komputerów i sieci oraz koncepcję rozwoju tej dziedziny z punktu widzenia jej dobra dla humanizmu i środowiska.* Czy np. nieregulowany prawnie rozwój automatyzacji i robotyzacji nie doprowadzi do gospodarki ze znikomym zatrudnieniem, gdzie ludzie będą żyli z równych zasiłków dla bezrobotnych jak w komunizmie? Co, jak w przypadku byłych pracowników PGR, doprowadza do alkoholizmu i przestępczości oraz dehumanizacji. Konieczne jest zanalizowanie manifestu noblowskiego Olgi Tokarczuk (z 8 grudnia 2019), która m.in. stwierdziła, że „Internet to opis idioty”.

— *Informatyka teoretyczna* związana z teorią automatów, teorią obliczeń, teorią algorytmów, teorią systemów i ich analizą. Wypracowuje modele i rozwiązania dotyczące różnych systemów informatycznych, ich analizy i oceny.

— *Informatyka obliczeniowa* dotycząca obliczeń naukowych, gospodarczych, inżynierskich i społecznych (symulacja i modelowanie) oraz modeli pogodowych, a nawet kosmologicznych. Obliczenia tego typu wykorzystują profesjonalne pakiety programów i na ogół są realizowane na superkomputerach.

— *Informatyka kognitywna (cognitive informatics)*<sup>23</sup> ze sztuczną inteligencją *wspierająca procesy myślenia i decydowania, m.in. na podstawie ewolucji rozumu czy teorii mądrości*. Jest skierowana na obszar inteligentnych zachowań oraz programów komputerowych symulujących te zachowania. Dotyczy analizy i syntezy języków naturalnych, dowodzenia twierdzeń, rozpoznawania chorób czy budowy autonomicznych pojazdów lub innych robotów. Polega na uczeniu się ich zachowania na podstawie dostępnych danych dotyczących takich obiektów.

— *Gospodarka danymi* obejmująca źródła danych, metody ich transferu oraz transformacji, a także analizę pod względem konkretnych potrzeb. Uwzględnia różne typy danych, takie jak: znaki, teksty, dokumenty cyfrowe, zdjęcia czy sygnały dźwiękowe lub multimedialne. Zakłada wykorzystanie zunifikowanych standardów ich opisu i interpretacji, a także efektywnych procedur ich przechowywania i przetwarzania.

— *Architektura systemów sieciowo-komputerowych* związana z konstrukcją i organizacją urządzeń, sieci i systemów scentralizowanych i rozproszonych, a także platform usługowych oraz aplikacji webowych. Obejmuje również prywatne i publiczne chmury obliczeniowe, metody ich administrowania i zarządzania. Stymuluje też rozwój nowych technologii niezbędnych do wytwarzania całej gamy architektur.

— *Techniki graficzne, wizualizacyjne oraz interfejsowe* uwzględniające różnego typu komunikację człowieka z urządzeniami oraz systemami komputerowymi lub między systemami. Rozwijają standardy, urządzenia i interfejsy wejścia–wyjścia, wykorzystując grafikę komputerową, a nawet systemy rozpoznawania węchu czy smaku.

— *Inżynieria oprogramowania* związana z całym cyklem życia oprogramowania aplikacji i systemów informatycznych, od specyfikacji poprzez wytwarzanie, testowanie do wdrożenia i eksploatacji. Uwzględnia różne metodologie wytwarzania i dostępne narzędzia wspomagające. Koncentruje się nad organizacją zespołów projektowych oraz zapewnieniem wysokiej jakości usług i aplikacji.

— *Informatyka strategiczna* dotycząca problemów rozwojowych samej informatyki i jej wykorzystania w różnych dziedzinach życia. Obejmuje wszystkie szczeble społeczeństwa organizacji: województw, regionów, krajów, jak i kontynentów i świata, w tym przedsiębiorstw, instytucji i NGOs. Ściśle wiąże się z metodologiami wypracowywania kierunków (np. poprzez

<sup>23</sup> A. Targowski, *Cognitive Informatics and Wisdom Development*, IGI Global, New York 2011.

wykorzystanie metody Foresight) działań oraz niezbędnych środków na ich zrealizowanie. Dotyczy też problemów edukacji informatycznej.

— *Inne.*

Liczba dyscyplin i specjalności należących do informatyki może się rozszerzać z uwagi na postęp technologiczny, pojawianie się nowych rozwiązań i produktów informatycznych, a także pojawianie się nowych możliwości ich zastosowań. Trzeba zauważyć, że niektóre wymienione specjalności mogą urosnąć do dyscyplin i że rozwój w tym zakresie jest największy i najszybszy. W konsekwencji dziedzina nauk informatycznych będzie się również powiększała, jednocześnie ubogacając inne dziedziny naukowe. Reasumując, należy stwierdzić, że:

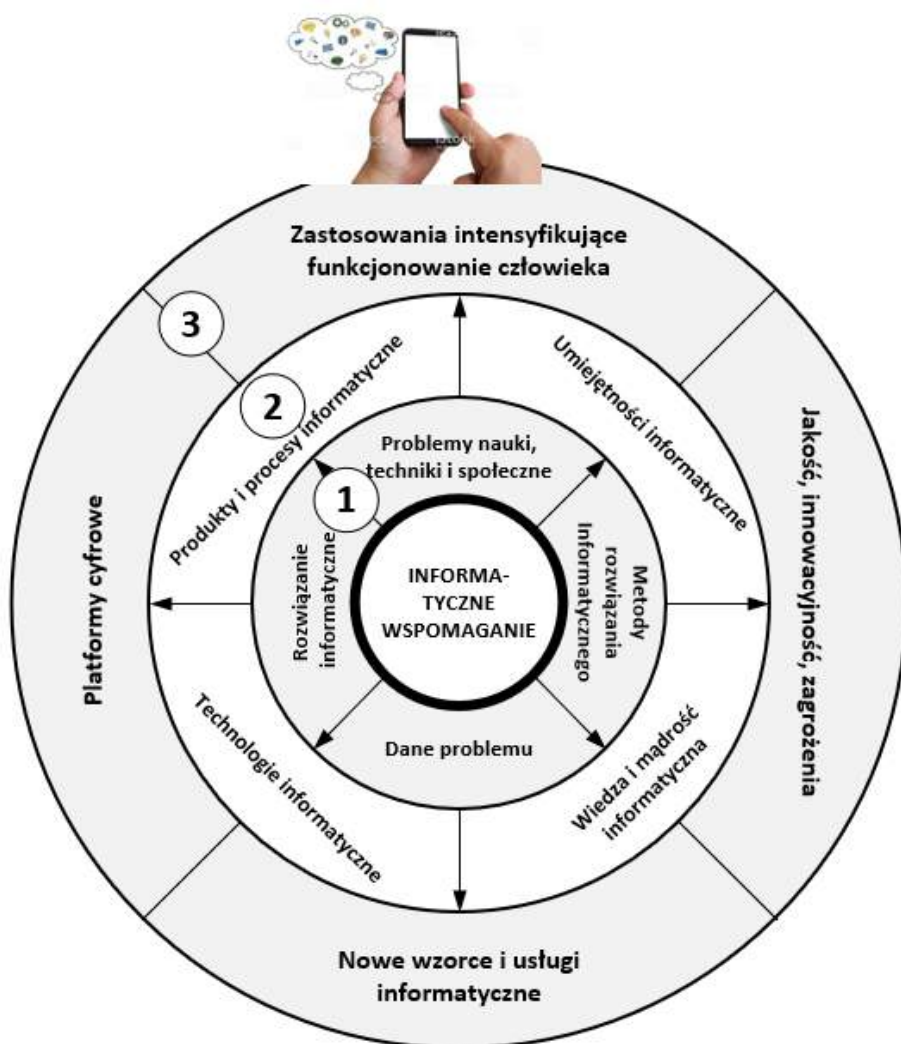
1. Przedstawiony *świat przecinających się dyscyplin i specjalności informatyki* wskazuje jednocześnie na trudności w zdefiniowaniu wszystkich możliwych dyscyplin i specjalności informatyki, a w szczególności w uwzględnieniu ich w programach szkolenia i kształcenia. Tu trzeba będzie komasować pewne specjalności informatyczne w zależności od kontekstu i dysponowanych zasobów informatycznych. Niezbędna jest otwartość na innowacyjne podejścia intradyscyplinarne i transdyscyplinarne, bo w takim podejściu jest siła postępu i klucz do dobrobytu dla naszego społeczeństwa.
2. *Potraktowanie całej specjalności informatycznej (podstawy i zastosowania) w zintegrowany, wspólny sposób* jest wyzwaniem. Przy założeniu, że ma się do czynienia z jedną specjalizacją zastosowania informatyki, np. informatyką gospodarczą, jej kierownictwo informatyczne w danej firmie powinno być dodatkowo biegłe w dziewięciu pozostałych specjalnościach podstaw informatyki. W konsekwencji każdy organizator lub kierownik dyscypliny musi znać się w sumie na 10 rodzajach informatyki. Jest to bardzo duże wyzwanie tak dla teoretyków, jak i praktyków informatyki wszechogarniającej. W rzeczywistości brakuje tak wszechstronnych informatyków. Stąd dziedzina ta znajduje się obecnie w ciągłym kryzysie kadrowo-koncepcyjnym. I to nie tylko w Polsce.
3. *Traktowanie informatyki jako zintegrowanej dziedziny wiedzy* umożliwia znacznie większe zapewnienie dobrobytu społeczeństwa, jednocześnie wyraźnie uwypukla nowe kategorie zagrożeń, które należy uwzględniać w opracowywanych strategiach rozwojowych. Oznacza to poszukiwanie mądrego kompromisu, który jednak często jest ignorowany z uwagi na chęć uzyskania krótkoterminowego sukcesu tak prestiżowego, jak i finansowego (w tym biznesowego).

## ROZWÓJ UMIEJĘTNOŚCI INFORMATYCZNYCH

Szerokie ujęcie informatyki wymusza nowy model kształcenia informatyków. Zakres wiedzy wynika z Modelu Kratowego Informatyki. Z uwagi na ogrom takiej wiedzy, mądrości i kwalifikacji powinna być ona dawkowana w zależności od tego, na jakiej dyscyplinie czy specjalizacji zainteresowani będą się koncentrować. Istotne jest przede wszystkim zrozumienie wspomagania ludzkich działań przez szeroko rozumianą informatykę. Śledząc postęp w informatyce, łatwo zauważyć, że jej rola w życiu człowieka staje się coraz bardziej istotna, zwłaszcza że zakres zastosowań informatyki znacznie się rozszerza, a wiele wykorzystywanych podejść staje się wspólnych dla różnych zastosowań. Nasuwa się tutaj analogia z językami programowania, gdzie kilka podstawowych operacji umożliwia opis wielu złożonych algorytmów, które mogą ze sobą współpracować. W przypadku wsparcia ludzkiej działalności odpowiednie wzorce i usługi umożliwiają formułowanie i wykonanie złożonych scenariuszy działań. Takie scenariusze, podobnie jak scenariusze filmowe, ukazują szczególne opisy ludzkich zachowań i działań. W przyszłości pojawią się wysublimowane programy wsparcia również takich złożonych ludzkich działań. Będzie to wymagać dalszego rozwoju metod i rozwiązań informatycznych, w tym nowych metod przetwarzania wiedzy i nowych metod wnioskowania. Na rys. 6 przedstawiono ideę takiego wspomagania informatycznego przy rozwiązywaniu różnych problemów naukowych, technicznych czy społecznych. Można wyróżnić następujące poziomy takiego wsparcia:

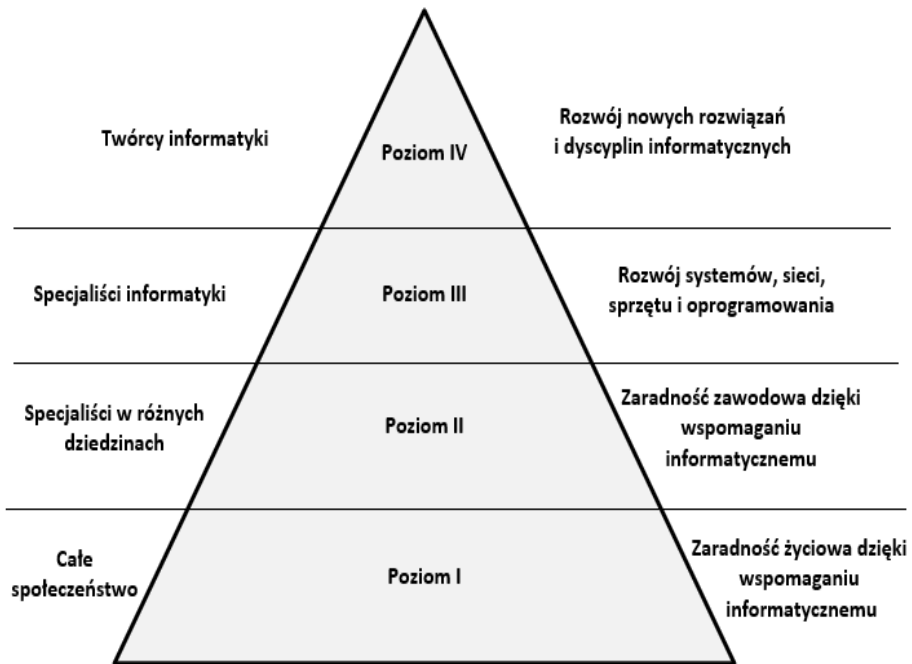
1. *Pierwszy poziom wsparcia* polega na opisie problemu, analizie danych związanych z tym problemem, określeniu informatycznej metody rozwiązania tego problemu oraz wyborze najbardziej właściwego rozwiązania informatycznego. W początkowej fazie tego okresu komputery były zwane mózгами elektronicznymi, a informatycy – naukowcami komputerów (*computer scientists*) i traktowano ich omal za geniuszy *à la* Einstein. Co oczywiście było wielką przesadą i nadużyciem.
2. *Drugi poziom wsparcia* polega na wykorzystaniu dostępnych technologii oraz ludzkich informatycznych umiejętności (uzyskanych w wyniku systematycznego kształcenia i zawodowej praktyki) oraz wiedzy i technologii informatycznej do zbudowania na podstawie opracowanego rozwiązania odpowiedniego produktu czy procesu informatycznego, który będzie wspierał człowieka w jego różnego typu działalności. Przykładem jest budowa smartfonu do komunikowania się i załatwiania wielu prac życiowych i zawodowych, w tym wykorzystania takich procesowych usług, jak np. kalendarz spotkań, zdalny zakup biletów czy rezerwacja hoteli lub uczestniczenie w grupie interesującej się tym samym hobby.
3. *Trzeci poziom wsparcia* polega na wykorzystaniu odpowiednich narzędzi i platform informatycznych do konkretnych zastosowań (np.

w administracji do załatwiania spraw w urzędach), do budowy nowych wzorców usług czy aplikacji dostępnych do nabycia w odpowiednich sklepach internetowych. Z uwagi na wagę takich działań istotna jest jakość tych usług, a ich sprawne funkcjonowanie w różnych obszarach ludzkiej działalności wymaga rozwiązań innowacyjnych, które w dużej mierze zależą od wiedzy i doświadczenia, jak i miękkich umiejętności człowieka, w tym jego wiedzy i umiejętności w zapobieganiu zagrożeniom wynikającym z kryminalnych i terrorystycznych zastosowań informatyki. Na tym poziomie pracują wysoce kwalifikowani informatycy.



**Rys. 6.** Idea informatycznego wspomaganie funkcjonowania człowieka w posługiwaniu się produktami i procesami cywilizacyjnymi. Liczby odpowiadają poziomom wspierania





Rys. 7. Poziomy kwalifikacji informatycznych

Z punktu widzenia potrzeb społeczeństwa i możliwości wspomagania przez informatykę dowolnej działalności ludzkiej istotne są różne kompetencje informatyczne (często mylnie nazywane cyfrowymi) każdego człowieka. Określone one są poprzez posiadaną przez niego wiedzę informatyczną, nabyte umiejętności w danej dziedzinie oraz zdolność samodzielnego ich wykorzystania z uwzględnieniem systemu wartości. Rys. 7 przedstawia cztery poziomy takich kompetencji:

1. Poziom pierwszy dotyczy umiejętności wykorzystania przez każdego obywatela (użytkownika końcowego) narzędzi i usług informatycznych do zaspakajania własnych potrzeb życiowych. Odnosi się to do informatyki powszechnej (na rys. 7 pierwszy od góry pasek poziomy).
2. Poziom drugi dotyczy umiejętności wykorzystania informatyki w uprawianych zawodach z różnych dziedzin (wszystkie poziome przedstawione na rys. 7).
3. Poziom trzeci dotyczy specjalistów, którzy są ekspertami w danej specjalności, np. w algorytmice, sztucznej inteligencji czy architekturze infrastruktury informatycznej (wszystkie paski pionowe z rys. 7).
4. Czwarty poziom kompetencji dotyczy twórców rozwijających nowe koncepcje czy kreujących nowe dyscypliny i rozwiązania informatyczne. Od-

nosi się on do zintegrowanego podejścia, traktującego informatykę jako dziedzinę wiedzy.

Oprócz kompetencji indywidualnych możemy mówić o kompetencjach informatycznych firm czy całego społeczeństwa. Wówczas operujemy wskaźnikiem DESI (Digital Economy and Society Index), który został opracowany przez Unię Europejską i umożliwia ocenę takich elementów, jak:

- poziom rozwoju infrastruktury (np. dostęp do sieci),
- poziom rozwoju komunikacji (np. dostęp do Internetu),
- umiejętności kapitału ludzkiego (np. korzystanie z usług Internetu),
- intensywność wykorzystania Internetu,
- wykorzystanie technologii cyfrowej (m.in. dotyczy to e-handlu, elektronicznej wymiany danych, systemów ERP, CRM czy chmury obliczeniowej),
- wykorzystanie cyfrowych usług publicznych (e-handel, media społecznościowe itp.).

Porównanie wartości tego wskaźnika dla krajów europejskich wskazuje na znaczne i przykre opóźnienie rozwoju Polski w tym zakresie. Według bowiem DESI-2019 Polska znajduje się w Unii Europejskiej na czwartym miejscu od końca – przed Grecją, Rumunią i Bułgarią.<sup>24</sup> W tej ocenie z czasem będą uwzględniane nowe szybko rozwijające się obszary informatyki (np. zastosowanie sztucznej inteligencji), co może jeszcze pogorszyć obecną sytuację.

Informatyka jest wielką dziedziną cywilizacji współczesnej XX i XXI wieku, bo to ona wyznacza cywilizacji główny trend rozwojowy, jaki stanowi globalizacja i minimalizacja pracy ludzkiej (niestety). Powstaje pytanie, w jakich dyscyplinach dziedziny informatyki warto rozwijać umiejętności informatyczne. Niewątpliwie współcześni informatycy są ambitnymi specjalistami, bardzo często ze świetnymi kwalifikacjami w technikach informatycznych, ale słabo wykształconymi w wiedzy teoretycznej danego obszaru zastosowania. Stąd poziom studiów informatycznych budzi wiele zastrzeżeń i ich programy są co kilka lat radykalnie zmieniane. Ponieważ projektowane są zwykle jako „wyspy” informacyjne, a nie zintegrowane „łądy”.

Warto jeszcze zauważyć, że nauki informatyczne są wtórne do nauk dotyczących innych dziedzin, które podlegają informatyzacji. Aby np. zautomatyzować proces produkcyjny, trzeba mieć wiedzę dotyczącą procesu produkcyjnego. A żeby zinformatyżować procesy medyczne, trzeba znać odpowiednie nauki medyczne itd. Wynika z tego, że informatyk z wykształceniem tylko matematycznym nie jest w stanie samodzielnie opracować zinformatyżowania procesów medycznych szpitala, ponieważ nie ma wiary-

<sup>24</sup> <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>. Dostęp: 21.12.2019.

godnej wiedzy o nauce organizacji i zarządzania szpitalem. Co niestety ma miejsce w systemach typu EMR (*electronic medical records*) opracowanych w USA, a stanowiących przekleństwo dla lekarzy praktyków z powodu licznych błędów w systemie informatycznym.

Reasumując, trzeba podkreślić, że:

1. Niestety prawdą jest, że *rozwój informatyki w biznesie przynosi olbrzymie dochody*, co powoduje bardzo szybki rozwój technologii informatycznych, z których opanowaniem ma często problemy kadra uniwersytecka. Stąd praktyka, a nie nauka nadaje ton i zakres rozwoju informatyki, praktyka zatem dominuje nad uniwersalną nauką i programami kształcenia. W zasadzie kadra uniwersytecka uczy się zaawansowanej informatyki od praktyków, a przecież powinno być odwrotnie, jak jest np. w fizyce czy biologii.
2. Rzeczywistość wykazuje, że *specjaliści dziedzinowi łatwiej opanowują kwalifikację* projektowania i stosowania informatyki aniżeli odwrotnie, specjaliści informatyki zwykle są bierni w pozyskiwaniu wiedzy i kwalifikacji w innej dziedzinie, którą informatyzują. A na swoją obronę co do wynikających błędów winą obarczają specjalistów dziedzinowych, którzy ich zdaniem „nie rozumieją informatyki”. Mamy więc pewien paradoks informatyczny, którego eliminacja wymaga potraktowania informatyki jako zintegrowanej dziedziny nauki.
3. Konieczna jest *zmiana systemów kształcenia informatyki* polegająca na wyraźnym zaakcentowaniu wyróżnionych poziomów umiejętności, ubogacona aktualnymi osiągnięciami nauk informatycznych. Chodzi o kształcenie bardziej elastyczne, polegające na doborze nie tylko poziomu kompetencji, ale także zakresu zainteresowań. Innymi słowy: kształcenie informatyków dla informatyki oznaczać powinno, co wynika z modelu kratowego, umiejętne uwzględnienie co do zakresu i ważności uniwersalnych (owych dziewięć specjalizacji) dla całej danej dyscypliny informatyki, jak i odpowiednich (spoza informatycznej dziedziny) dziedzinowych obszarów wiedzy i umiejętności, które ma wspomagać zawodowy informatyk.

## PODSUMOWANIE I PEWNE DYLEMATY

W artykule, w oparciu o analizę rozwoju metod przesyłania informacji i różnego typu wykonywania obliczeń w kontekście historycznym, postuluje się traktowanie informatyki jako nowego zintegrowanego obszaru-dziedziny wiedzy i techniki. Konieczność szerokiego spojrzenia na informatykę wynika również z prezentacji powstałych produktów informatycznych w ostatnich ośmiu dekadach. Doprowadzono w tym okresie do niebywałego rozwoju, który zrewolucjonizował nasze życie, jak też odkrył nowe możliwości ludz-

kiego umysłu. Przekonał, że dotychczasowe traktowanie informatyki jako wąskiej specjalności w naukach technicznych czy matematycznych nie ma sensu. Informacja i wiedza z nią związana występuje we wszystkich dziedzinach nauki, dając im nowe impulsy rozwojowe. Oczywiście na styku różnych dziedzin naukowych występują problemy niejednoznaczności, co jest sprawą naturalną i potwierdza znaczenie badań interdyscyplinarnych (gdy dziedziny są zbliżone problemowo) oraz intradyscyplinarnych (gdy występują m.in. znaczne różnice tematyczne). Co więcej, wyróżnienie informatyki, a w szczególności nauk informatycznych jako samodzielnej dziedziny naukowej pozwala na szersze i głębsze potraktowanie zagrożeń, które pojawiają się w cyberprzestrzeniach czy ogólnie w „świecie cyfrowym”. Zwrócono też uwagę na nowe podejście do kształcenia informatyków dające im możliwość edukacji na czterech poziomach umiejętności informatycznych.

W artykule zasygnalizowano również pewien istniejący paradoks informatyczny dotyczący współpracy informatyków i innych specjalistów. Inni specjaliści są bardziej otwarci na rozwiązywanie problemów informatycznych spotykanych w ich dziedzinach niż rdzenni informatycy. Istnieje też pewna sprzeczność pomiędzy biznesem informatycznym a naukami informatycznymi. Rozwój technik informacyjnych dokonuje się przede wszystkim przez biznes, a uczelnie ledwo za tym rozwojem nadążają, ponieważ systemy informatyczne są drogie i ulegają szybkiemu starzeniu się, a w biznesie nowe rozwiązania pojawiają się omal „codziennie”.

To nie wyklucza, że niektóre uczelnie są pionierami innowacji, co jednak jest znacznie trudniejsze niż w innych dziedzinach czy dyscyplinach, np. w elektrotechnice i elektronice czy telefonii WIFI, gdzie nauka (głównie fizyka) wypracowała podstawy dla rozwoju biznesu w tych gałęziach przemysłu. Co więcej, nauki informatyczne głównie, jeśli nie jedynie, rozwijają pracownicy uczelni i oni publikują osiągnięcia w blisko 750 pismach naukowych IT z anonimowymi recenzjami.

Przeciętny naukowiec informatyk ma dostęp do paru tego typu pism. Natomiast praktycy informatycy w ogóle ich nie czytają. Ponieważ, o ile pracują w zamożnych firmach, korzystają z badawczych opracowań firm doradczych, które to opracowania są na wysokim poziomie merytorycznym, wykonane z zastosowaniem świetnych metod naukowych i właściwych danych empirycznych, ale których cena wynosi od paru do kilkudziesięciu tysięcy dolarów. Na ogół profesura i doktoranci nie mają dostępu do tych opracowań. Informatycy naukowcy i informatycy praktycy funkcjonują zatem w dwóch niekomunikujących się obszarach wiedzy i kwalifikacji.

Co gorzej, wielu profesorów i doktorantów nigdy nie pracowało w zawodzie informatyka w biznesie czy administracji i jest wątpliwe, czy po zrezygnowaniu z pracy na uczelni byliby w stanie utrzymać się w zawodzie informatyka praktyka. Innym problemem jest, czy owa uczelniana profesura, która nigdy nie pracowała poza uczelniami, zna wyzwania praktyki i czy

dobrze formułuje zadania badawcze i je rozwiązuje z pożytkiem dla tej praktyki?<sup>25</sup>

Kolejnym dylematem zastosowania nauki w rozwoju informatyki jest strategia uczelni w kształceniu informatyków, tak by zaraz po skończeniu studiów mieli oni „rynkowe” kwalifikacje zawodowe. Jest to strategia korzystna dla biznesu, ale mimo to krótkowzroczna, ponieważ absolwent ma wprawdzie konkretne kwalifikacje (zresztą, które bardzo szybko musi aktualizować), posiada jednak bardzo ograniczoną uniwersalną wiedzę teoretyczną, zwłaszcza płynącą z nauk humanistycznych i ścisłych oraz przyrodniczych. A przecież gdy informatyzuje się pracę dyrektora czy lekarza, to trzeba ją lepiej znać, nieraz lepiej, aniżeli zna ją praktykujący dyrektor czy lekarz! Tego trudno się na studiach nauczyć, konieczna jest praca w zespołach interdyscyplinarnych.

W Polsce nie ma dobrych pism informatycznych z wyjątkiem paru wąsko specjalizowanych. Polscy pracownicy uczelni, by awansować, muszą publikować w zagranicznych pismach w języku angielskim, nie tworzą zatem rodzimej nauki wzbudzającej zainteresowanie u praktyków informatyków. A przecież to praktyk poprzez swe podatki utrzymuje owego naukowca na polskiej uczelni, o ile nie jest jednostką prywatną. W sumie, jaką pomoc naukową z informatyki zyskuje Polska? Pocieszeniem jest, że prawdopodobnie ten problem ma większość małych i średnich państw na świecie.

Nic dziwnego, że rozwój nauk informatycznych w Polsce jest raczej skromny w przeciwieństwie do potrzeb i szalenie burzliwego rozwoju informatyki w innych krajach. Polacy mają jednak talent do informatyki i np. konstrukcję „mózgów elektronicznych” (tak wówczas potocznie zwanych) zaczęli rozwijać 70 lat temu jako obywatele jednego z czterech krajów – obok Wielkiej Brytanii, Francji i Holandii. A polscy matematycy: Marian Rejewski, Henryk Zygalski i Jerzy Różycki, którzy złamali niemiecki kod Enigmy, uczyli w czasie wojny cyfrowego kodowania i jego łamania w Bletchley Park w południowej Anglii pionierów konstrukcji komputerów: Amerykanina Claude’a Shannona i Anglika Alena Turinga! Należy też wspomnieć o geniuszu technicznym Jana Czochralskiego (1885–1953), który w 1916 r. opracował, a potem opatentował technikę kontrolowanego otrzymywania monokryształów, znaną jako metoda Czochralskiego. To jeden z najsłynniejszych polskich uczonych, którego techniczne innowacje są częściej cytowane w literaturze światowej aniżeli dokonania Mikołaja Kopernika czy Marii Skłodowskiej-Curie. Jego technika krystalizacji metali doprowadziła do rewolucji elektronicznej w drugiej połowie XX w. Natomiast polski projekt INFOSTRADY został przetłumaczony przez wiceprezydenta Ala Gore’a jako

---

<sup>25</sup> Z praktyki recenzowania doktoratów i opracowań na ten temat wynika (według jednego z autorów), że amerykańscy doktoranci zwykle dobrze dają sobie radę z ankietowaniem i opracowywaniem korelacji czynników, ale już gorzej z wnioskowaniem z wyników badań dla zastosowań praktycznych. Owe badania są przede wszystkim indukcyjne, a badania dedukcyjne są rzadkością.

*information superhighway*; termin ten stał się paradygmatem tzw. *New Economics* opartej na sieciowych transakcjach, a głównym produktem na sprzedaż tej ekonomii stała się informacja.

Po przedstawieniu kilku dylematów związanych z rozwojem polskiej informatyki, należy podsumować nasze rozważania:

1. Dziedzina informatyki jest tak wszechogarniająca jak medycyna i ma podobną rolę w ulepszaniu życia ludzi. Z tym że medycyna rozwija się od tysiącleci, a informatyka – od kilku dziesięcioleci. Mimo to informatyka już zmienia zastaną cywilizację w globalną i wirtualną, w której ludzie uczą się, jak żyć „na nowo”.
2. Dziedzina informatyki jest oparta na integracji wielu innych dziedzin, dyscyplin i specjalizacji, jest zarówno ogólna, jak i specjalizowana, a przede wszystkim – wymagająca gruntownej, szerokiej wiedzy, mądrości i kwalifikacji, aby z niej dobrze korzystać, co nie jest jeszcze odpowiednio opanowane przez jej propagatorów i użytkowników.
3. Informatyka wprowadza pewien porządek informacyjny i umożliwia dostęp ludzi do wielu informacji, ale jest też niebezpieczna, ponieważ umożliwia kulturę hejtu, cyberprzestępstwa, a nawet cyberwojny oraz wywołuje inne negatywne skutki (wykluczenie informatyczne). Wymaga od jej liderów mądrości w jej kontrolowanym wykorzystaniu przez społeczeństwo, inaczej bowiem stanie się jednym z największych zagrożeń cywilizacyjnych.
4. Rozwój informatyki w Polsce ma świetne korzenie, ale niewystarczający stopień owego rozwoju wynika z uprawianej strategii rozwojowej (w PRL motywowanej polityką) oraz ze zbyt wąskiego potraktowania informatyki aż do tego stopnia, że tak wszechogarniająca dziedzina wiedzy nie ma swego flagowego pisma naukowo-profesjonalnego.
5. To, czy polska informatyka wyjdzie na dobre tory, zależy od mądrości jej liderów, w tym również czytelników tego artykułu.

#### BIBLIOGRAFIA

- R. L. Ackoff, *Management Misinformation Systems*, Management Science, 14, 1967, 147–156.
- M. Biało, *Sztuczne inteligencja i elementy hybrydowych systemów eksportowych*. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej. Koszalin 2005.
- W. Burakowski, P. Krawiec, *Inżynieria Internetu Przyszłości*, cz. 1. Instytut Telekomunikacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012.
- R. Buyya, J. Broberg, A. Gościński, *Cloud Computing, Principles and Paradigms*, J. Wiley & Sons, New Jersey 2011.
- W. Cellary, K. Walczak, *Interactive 3D Multimedia Content*, Springer, London–Dordrecht–Heidelberg–New York 2012.
- D. E. Comer, *Sieci komputerowe i intersieci*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.
- T. Czachórski, *Modele kolejkowe w ocenie efektywności sieci i systemów komputerowych*, Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej. PAN, Gliwice 1999.
- P. Czarnul, *Integration of Services into Workflow Applications*, CRC Press, Taylor@Francis Group, London 2015.

- S. Dasgupta, Ch. Papadimitriou, U. Vazirani. *Algorithms*, McGraw-Hill Companies, New York 2008.
- P. J. Denning et al., *Computing as a Discipline*. "Communication of ACM", 32 (1), 1989, 9–23.
- M.T. Goodrich, R. Tamassia, *Algorithm Design: Foundations, Analysis and Internet Examples*, John Wiley & Sons, New York 2002.
- J. Górski, *Inżynieria oprogramowania w projekcie informatycznym*, Zakład Nauczania Informatyki Mikom, Warszawa 1999.
- Z. Huzar, Z. Mazur, *Problemy i metody inżynierii oprogramowania*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Wrocław 2003.
- Z. Huzar, Z. Mazur, *Inżynieria oprogramowania – od teorii do praktyki*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.
- L. Hyunjozerz, Sohn, *Big-Data w przemyśle. Jak wykorzystać analizę danych do optymalizacji kosztów procesu*, Research and Industry Logan Page, PWN, Warszawa 2019.
- A. Jaszkiwicz, *Inżynieria oprogramowania*, Helion, Gliwice 1997.
- J. Kaczmarek, A. Landowska, M. Wróbel, *Szkola Systemu UNIX*, Helion, Gliwice 2007.
- H. Krawczyk, S. Kaczmarek, K. Nowicki, *Aplikacje i usługi a technologie sieciowe*, PWN, Warszawa 2018.
- H. Krawczyk, A. Targowski, *Wisdom in the Context of Globalization and Civilization*, Newcastle upon Tyne, UK 2019.
- T. Marzy, *Eksploracja danych. Metody i Algorytmy*, PWN, Warszawa 2017.
- A. Nowell, A. Perils, H. Simon, *What Is Computer Science?* Science 1957, 1373–1374.
- J. Philips, *Zarządzanie projektami IT*, Helion, The McGraw-Hill, New York 2007.
- F. Prorost, T. Fawatt, *Analiza danych w biznesie. Sztuka podejmowania skutecznych decyzji*, Onepress, Helion, Gliwice 2019.
- J. Rumiński, R. Kalicka, B. Bobek-Bilewicz, *Obrazowanie parametryczne w badaniach mózgu metodami MRI/PET*, Wydawnictwo Gdańskie, Gdańsk 2006.
- L. Rutkowski, *Metody i techniki sztucznej inteligencji*, PWN, Warszawa 2012.
- C. Specht, *System GPS*, Wydawnictwo Bernardinum, Pelplin 2007.
- A. Stellman, J. Greene, *Agile. Przewodnik po zwinnych metodach programowania*, Helion, Gliwice 2015.
- S. Szejko, *Metody wytwarzania oprogramowania*, Wydawnictwo Mikom, Warszawa 2002.
- R. Tadeusiewicz, T. Rowiński, *Informatyka i psychologia w społeczeństwie informacyjnym*, Wydawnictwa AGH, Kraków 2011.
- A. Targowski, *A Definition of the Information Management Discipline*, Journal of Education for MIS (3)1, 1998, 79–90.
- \_\_\_\_\_, *The Architecture and Planning of Enterprise-wide Information Management Systems, Map of the Enterprise*, Idea Group Publishing, Harrisburg, PA 1990.
- \_\_\_\_\_, *Global Information Infrastructure*, Information Science Publishing, Harrisburg, PA 1996.
- \_\_\_\_\_, *Enterprise Information Infrastructure*, Simon & Schuster, New York 1999.
- \_\_\_\_\_, *Informatyka bez złudzeń – wspomnienia*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2001.
- \_\_\_\_\_, *Electronic Enterprise, Strategy and Architecture*. IRM Press. Harrisburg, PA – London 2003.
- A. Targowski, M. Tarn, *Enterprise Systems Education in the 21st Century*. Information Science Publishing, Harrisburg, PA – London 2006.
- A. Targowski, *Information Technology and Societal Development*, Information Science Reference, New York–Harrisburg, PA 2009.
- \_\_\_\_\_, *Historia – terażniejszość – przyszłość Informatyki*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2013.
- A. Toeffler, *Power Shift*, Bantam Books, New York 1990.
- A. Umar, *Distributed Computing. A Practical Synthesis of Networks, Client-Server Systems, Distributed Applications and Open Systems*, PTR Prentice-Hall. Englewood Cliffs 2008.
- H. Wolf, *Zwinne projekty w klasycznej organizacji Scrum, Kanban, XP*, Helion, Gliwice 2012.
- S. Wrycza, *Informatyka ekonomiczna*, PWE, Warszawa 2010.
- K. Zieliński, K. Geihs, A. Laurentowski, *New Developments in Distributed Applications and Interoperable Systems*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands 2001.

**INFORMATICS AS A FIELD OF KNOWLEDGE SUPPORTING  
HUMAN ENDEAVORS****ABSTRACT**

The purpose of this study is to answer the question of whether informatics is a field or just a discipline of knowledge. Analyzes of info-computer-based problems, consider that informatics in Poland should be treated as a field. It was emphasized that the English term computer science is only one of the informatics-oriented specializations. The word “informatics” can be associated much more often with terms; IT in the US and ICT in Europe except France, where *l’informatique* terminology is used). Which name to use since the narrow understanding of information processing and handling is losing its full potential for the right development. In practice, it means a reduction in undertaking ambitious tasks and the higher costs of its development. Social implications confirmed that, despite a lot of capable informaticians, Poland had not been seen (except for computer devices), the right development of informatics-oriented applications. Hence the essential general informatics-oriented strategy is offered because the digital equipment-oriented strategy alone is not enough to apply in success looking ICT applications.

**Keywords:** informatics, computer science, ICT, informatic strategy, social implications of informatics.

## O AUTORACH –

**Andrzej Targowski** – profesor emerytowany systemów informatycznych Western Michigan University (1980–2017). Był przewodniczącym Rady Doradczej International Association of Information Resources Management (1995–2005). Był prezesem International Society for Comparative Study of Civilizations (2007–2013).

Więcej informacji biograficznych można znaleźć w:

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Andrzej\\_Targowski](https://pl.wikipedia.org/wiki/Andrzej_Targowski)

E-mail: [andrew.targowski@wmich.edu](mailto:andrew.targowski@wmich.edu)

**Henryk Krawczyk** – profesor tytularny, członek korespondent Polskiej Akademii Nauk. Były dziekan Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki PG (w latach 1990–1996, 2002–2008) oraz rektor Politechniki Gdańskiej (2008–2016). Obecnie dyrektor Centrum Informatycznego Trójmiejskiej Akademickiej Sieci Komputerowej.

Więcej informacji biograficznych można znaleźć w:

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Henryk\\_Krawczyk\\_\(informatyk\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Henryk_Krawczyk_(informatyk))

E-mail: [hkrawk@pg.edu.pl](mailto:hkrawk@pg.edu.pl)