

WITOLD MARCISZEWSKI

Warszawa

AKTORZY GLOBALIZACJI
SILNI OBLICZALNOŚCIĄ I MOCĄ OBLICZENIOWĄ

Cum Deus calculat, fit mundus
Gottfried Wilhelm Leibniz

Globalizacja to fenomen intrygujący filozoficznie, wpisany w wielkie pytanie o rozwój cywilizacji. Rozwój w kierunku rosnącej złożoności życia społecznego. Tę trzeba widzieć w perspektywie ewolucji biologicznej, aż po złożoność mózgu niezbędną inteligencji. Ewolucję zaś życia – w perspektywie ewolucji wszechświata mierzonej wzrostem jego złożoności i ładu.

Klucza do kwestii złożoności społecznej, która kulminuje w procesie globalizacji, dostarcza logika matematyczna pospołu z informatyką. Albowiem radzić sobie ze skomplikowaniem życia społecznego jest to (1) tworzyć procedury wprowadzające organizację, porządek i przewidywalność, a zarazem (2) zwiększać moce intelektualne struktur społecznych. O pierwszej z tych spraw traktujemy posługując się logicznym pojęciem obliczalności, o drugiej – informatycznym pojęciem mocy obliczeniowej.¹

Słowo „obliczalność” obecne jest w klasyce socjologii, w szczególności u Maxa Webera, jak i w mowie codziennej. Szczęśliwie, jego wyrafinowanie logiczne nie przeszkadza we wstępnym zrozumieniu jego sensu, który zawiera w swym rdzeniu ideę przewidywalności zachowań, a ta, czym jest, każdy jakoś rozumie. Termin zaś „moc obliczeniowa” rozumie użytkownik komputera, gdy opisuje szybkość procesora lub pojemność pamięci operacyjnej; im wyższe te parametry, tym większa moc obliczeniowa. Treść tego terminu trzeba pogłębić o stosunek między złożonością będącego do rozwiązania problemu a złożonością mającego go rozwiązywać programu; poświęcimy temu dalej należną uwagę. Tak pogłębione pojęcie mocy obliczeniowej odnosi się nie tylko do komputerów. Rozszerzamy je na organizmy, umysły i struktury społeczne. Prekursorów idei mocy obliczeniowej w zastosowaniu do gospodarki i życia społecznego znajdujemy w Austriackiej Szkole Ekonomicznej (Ludwig von Mises, Friedrich Hayek i in.). Pojęcia obliczalności i mocy obliczeniowej są nam potrzebne, żeby wyrazić globalizacji problem naczelny, który brzmi, jak następuje.

Jak efektywność alokacji zasobów ekonomicznych w skali globalnej zależy od obliczalności i mocy obliczeniowej aktorów globalizacji?

Bywa, że za suchym terminem „efektywność alokacji zasobów” kryje się treść dramatyczna. Chodzi wszak o to, jak pomnażać środki do wytwarzania dóbr, których brak odczuwają wielkie połacie globu, jak żywność, lekarstwa, domy. Środkami do wytwarzania dóbr zaspokajających owe potrzeby są: wiedza, kapitał, praca, surowce, maszyny, środki łączności i transportu. A oto aktorzy globalizacji.

¹ Tekst ten zdaje sprawę z badań prowadzonych w ramach projektu finansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 2003-2006, pt. *Nierozstrzygalność i algorytmiczna niedostępność w naukach społecznych*, nr 2 H01A 030 25.

— Struktury polityczne: państwa i ich związki, jak UE, NAFTA, ASEAN, organizacje uniwersalne jak ONZ, pozarządowe organizacje polityczne o zasięgu międzynarodowym.

— Struktury ekonomiczne: firmy o zasięgu międzynarodowym i światowe organizacje gospodarcze, jak WTO, MFW, Bank Światowy.

— Struktury kulturalne: ponadnarodowe związki twórców czy odbiorców kultury, UNESCO itp.

Na proces globalizacji składają się poczynania aktorów, a jej sukces – optymalna w skali planety alokacja zasobów – od tego zależy, na ile aktorzy okażą się obliczalni i mocni obliczeniowo. Stąd tytuł tego eseju.

1. FAZY I DYNAMIKA PROCESU GLOBALIZACJI

1.1. Czynniki technologiczne szeroko pojętej globalizacji. Myślenie o globalizacji zaczyna się od rozróżnienia między jej rozumieniem rozszerzonym i ścisłym. Skupimy się na tym drugim, dotyczącym naszych czasów, ale pierwszego potrzebujemy, żeby mieć obraz należycie plastyczny, w rozległej panoramie.

Globalizacja w szerokim rozumieniu zaczyna się wraz z zaistnieniem gatunku ludzkiego. Na przestrzeni dziejów przekroczył on kilka decydujących progów. Pierwszym z nich jest ekspansja demograficzna gatunku homo sapiens, której początek oddaje *Księga Rodzaju* w odezwie Stwórcy do naszych protoplastów: „rośnijcie i mnożcie się i napelniajcie ziemię, a czyńcie ją sobie poddaną”. To zalecenie demograficzne gatunek nasz wypełnia sumiennie, dominując fizyczną obecnością w każdym zakątku globu.

Kolejne pokonane progi to powstawanie środków przemieszczania się w przestrzeni oraz środków komunikacji społecznej. Pierwsze dokonywało się zrazu przez zaprzężenie zwierząt oraz sił wody i wiatru do celów transportu, drugie w wyniku powstania mowy, pisma, druku itd.

Istotną, choć pośrednią, rolę spełnił wynalazek uprawy ziemi, od którego zaczęło się życie osiadłe. Globalizacja urzeczywistnia się przez migracje ludzi oraz przepływy idei i dóbr, a jedne i drugie dokonują się skądś i dokądś wymagają więc, żeby istniały jakieś adresy miejsc osiedlenia, między którymi nawiązują się kontakty i dokonują się przemieszczenia ludzi, idei, towarów. Dynamika globalizacji jest tym większa, im więcej jest rodzajów interakcji i przemieszczeń, im więcej uczestniczy w nich elementów, z im większą zachodzą te działania szybkością i częstotliwością, im większe pokonywane są odległości, im donioślejsze z tego wszystkiego są konsekwencje dla indywidualów i społeczności.

Kolejne szczyty, na które wspinała się cywilizacja, to powstanie matematyki, pomiary czasu, pojawienie się pieniądza, kodeksy prawne, systemy religijne i filozoficzne, kształtowanie się państw, budowa miast. Są to zarazem wielkie progi globalizacji. Wszystkie te zdobycze składają się na wzrost *potencjału informatycznego*. Pojęcie to obejmuje cechy obliczalności i mocy obliczeniowej oraz teoretyczną i praktyczną wiedzę wraz ze środkami jej przetwarzania i przekazu, służącą rozwiązywaniu stojących przed społecznościami ludzkimi problemów. Wzrost tego potencjału zwiększa zdolność do komunikacji i kooperacji z innymi ośrodkami, co zwrótnie pomnaża ów potencjał, a taka eskalacja wciąż napędza proces globalizacji.

Kolejny przełom przynoszą odkrycia geograficzne, którą to epokę datujemy symbolicznie od przesławnej wyprawy Kolumba. Doprowadziły one do uzyskania jakby książki adresowej obejmującej wszystkie kontynenty. Gdy proces ten dobiegł praktycznie końca gdzieś w 19 wieku, tak, że nie pozostały już białe plamy na globusie, kontakty i przemieszczenia mogły zachodzić między dowolnymi miejscami na ziemi; w ten sposób globalizacja osiągnęła jedno ze swych maksimum – maksymalny zasięg geograficzny.

Dwa maksima technologiczne oraz jeden doniosły fakt polityczny przypadają też na wiek 19 w okolicach jego połowy. Pierwszy z przełomów technologicznych to przekroczenie zakłętego progu w szybkości transportu, jaki stanowiła zdolność do biegu konia czy wielbłąda w komunikacji lądowej i szybkość wiatru czy ruchów wioślarza w komunikacji wodnej. Kolej żelazna i parostatki otworzyły nową epokę. Nie było to dosłownie maksimum (tym jest raczej napęd zdolny pokonać ziemską grawitację), ale przełom w tym sensie zasadniczy, że narodziła się nowa kategoria: maszyny do przetwarzania energii, nadające się na silniki pojazdów. Wywołane tym skurczenie się przestrzeni oraz niebywałe zwiększenie ładowności środków transportu na potrzeby wymiany towarowej czy podróżowania ludzi to milowy krok w stronę globalizacji. Drugie maksimum nastąpiło w szybkości komunikowania się wraz z wynalazkami telegrafu, telefonu, radia etc. Praktycznie została osiągnięta maksymalna szybkość komunikacji pisemnej i głosowej, określona przez prędkość światła.

1.2. Nurty i wskaźniki globalizacji współczesnej. Obok rewolucji technicznych dokonywał się proces polityczny doniosły dla globalizacji gospodarczej, mianowicie rozrost imperiów kolonialnych, z których każde miało posiadłości na różnych kontynentach. Nie istniały w nich szlabany graniczne, toteż gdy idzie o zasięg przepływu idei i ludzi, kapitałów i towarów, obszary wolnej wymiany były podobnie wielkie jak dziś w regionalnych uniach gospodarczych.

Proces ten przybrał skokowo nową jakość, gdy ówczesne imperia weszły między sobą w fazę umów liberalizujących wymianę handlową przez obniżanie taryf celnych i rezygnację z różnych praktyk protekcyjnych. Ważne porozumienia celne między Francją i Wielką Brytanią miały miejsce w okolicach roku 1870. A nie był to krok tylko techniczny, lecz także przełom filozoficzny, polegający na zerwaniu z obowiązującą od wieków filozofią gospodarczą merkantylizmu, która w protekcyjnym widziała walny środek ochrony wytwórczości rodzimej.

Wymienione rewolucje techniczne i przemiany polityczne, plasując się czasowo w okolicy połowy 19 wieku, czynią z tej daty punkt wyjściowy globalizacji w sensie węższym. Z miejsca przybrała ona rozmiary imponujące, porównywalne z tymi, do których powróciła pod koniec wieku 20, gdy odżyła po okresie regresu, który rozciągał się od początku pierwszej do końca drugiej wojny światowej.

Tak więc, w półtorawiekowej historii globalizacji mamy dwa okresy jej największej dynamiki skoncentrowane wokół przełomów stuleci, 19/20 i 20/21. Porównując te dwie fazy i prowadzące do nich krzywe wzrostu, uzyskujemy następujący obraz dynamiki globalizacji. Jest ona tym większa, im wyższe wartości przybierają następujące wskaźniki:

- przemieszczanie się ludzi; czynnik ten przybiera tym większą wielkość, im więcej jest swobody (mniej ograniczeń) w migracji, im więcej obejmuje ona ludzi, im większy ma zasięg geograficzny;
- przemieszczenie się towarów i usług, czyli wymiana handlowa, tym większą przybierająca sumaryczną wielkość, im więcej rodzajów dóbr obejmuje, im większy ich wolumen, wyższe obroty i zyski, dalszy zasięg;
- przemieszczenie się kapitału, w tym ważna i korzystna jego forma, jaką jest alokacja kapitału w postaci inwestycji bezpośrednich w krajach dopiero wchodzących na drogę modernizacji i rozwoju;
- przepływ idei, jak: wyniki naukowe, wiedza techniczna, wzorce ustrojowe, umiejętności organizacyjne, poglądy religijne i filozoficzne, dzieła sztuki i wszelkie inne dobra kultury; i w tym względzie dynamika procesu może być różna, a jednym z ekstremów (minimum udziału w globalizacji) jest w systemach totalitarnych blokada dopływu idei z zagranicy.

Globalizacja obejmuje trzy dziedziny: gospodarczą, polityczną i kulturową. Obecne rozważania dotyczą gospodarczej i politycznej. Istnieje jeszcze coś, co trzeba by nazwać czarną strefą globalizacji, mianowicie międzynarodowa przestępczość, w szczególności terroryzm, tworzące siatkę globalną i korzystające z takich samych środków łączności, transportu, bankowości etc., jak te, które służą zdrowym procesom globalizacji. Ta patologia stanowi osobny ważny temat lecz nie mieszczący się w ramach obecnych rozważań.²

1.3. Wykres dynamiki globalizacji. Żeby zrozumieć jakieś zjawisko, trzeba doświadczyć zarówno jego obecności jak i braku; tak ma się rzecz ze zdrowiem, pogodą, dostatkiem itd. Wartość poznawcza stanu negatywnego na tym polega, że nadaje się on do falsyfikacji czyli obalania pewnego rodzaju twierdzeń; np. twierdzenie, że zdrowie jest koniecznym warunkiem optymizmu jest falsyfikowane przez przypadek kogoś będącego optymistą mimo choroby.

Stan negatywny polegający na braku globalizacji wymaga starannego zbadania, ponieważ jest on postulowany przez ruch antyglobalistów. Postulowany jako coś, co byłoby dobre dla całej ludzkości, a szkody z tego braku poniosłaby jedynie garstka wyzyskiwaczy z wielkich międzynarodowych korporacji, forsująca – jak się powiada – globalizację we własnym egoistycznym interesie. Jak to w ferworze polemicznym bywa, nie dość dobrze wiadomo, jaki rodzaj zależności brany jest w tym twierdzeniu pod uwagę; w szczególności, czy ma to być zależność w sensie warunku koniecznego, czy w sensie warunku wystarczającego (biorąc rzecz najbardziej z grubsza, bo wchodzi jeszcze w grę warunki sprzyjające, zależności statystyczne i inne).

Rozważmy obie możliwe wersje poglądu o szkodliwości globalizacji. Niech litera G oznacza stan globalizacji, a litera P stan pomyślności gospodarczej zachodzący w określonym regionie. Twierdzenie, że brak G (globalizacji) jest konieczny dla P (optymalności) oraz twierdzenie, że brak G jest wystarczający dla P oddają, odpowiednio, następujące zdania.

Anty-1: Jeśli P, to brak G.

Anty-2: Jeśli brak G, to P.

Żeby obalić sąd Anty-1, trzeba wskazać jako kontrprzykład taką sytuację, w której doświadczają pomyślności aktywni aktorzy globalizacji, a więc zachodzi w ich obszarze P, a zarazem ma miejsce ich aktywne uczestnictwo w globalizacji (czyli zachodzi tam brak braku G). Wystarczającym na to świadectwem są „tygrysy azjatyckie” (Japonia, Korea Płd., Tajwan, Hong-Kong, Singapur, Malezja, Tajlandia, Indonezja, Filipiny), u których proces dochodzenia do obecnej pomyślności pokrywa się dokładnie z procesem stawania się aktorami globalizacji. Są to sprawy stosunkowo dobrze znane z literatury fachowej i publicystyki, niech więc wystarczy w tej sprawie obecna krótka wzmianka. Więcej uwagi poświęcimy zdaniu Anty-2, bo tu sytuacja dostarczająca historycznego kontrprzykładu jest mniej znana.

Wyobraźmy sobie układ współrzędnych, w którym oś pozioma reprezentuje bieg czasu, a oś pionowa poziom globalizacji mierzony wielkością wskaźników wyliczonych wyżej (koniec fragmentu 1.2). Wzniesienie się krzywej oddającej przebieg globalizacji w czasie oznacza wysoki poziom owych wskaźników, a jej spadek obniżenie poziomu.

I oto w przedziale czasu skupionym wokół przełomu wieków 19/20, a potem wokół przełomu 20/21 obserwujemy szczytowe poziomy globalizacji. Krzywa pnie się pod górę w okresie 1870-1914. Zrozumiałe, że nagle się załamuje w 1914, a więc z początkiem pierwszej wojny światowej. Ale po zakończeniu wojny nie wraca nawet w przybliżeniu do poprzed-

² Poświęca mu należyta uwagę Edmund Wnuk-Lipiński we wszechstronnym i wnikliwym przeglądzie zagadnień globalizacji w książce *Świat Międzyepoki. Globalizacja, demokracja, państwo narodowe*, Wydawnictwo ZNAK i Instytut Studiów Politycznych PAN, Kraków 2004.

niego poziomu; utrzymuje się nisko, poczem w czasie wojny 1939-1945 jeszcze bardziej spada. Jej start w górę zbiega się z powołaniem w roku 1945 globalnych instytucji ekonomicznych, Międzynarodowy Fundusz Walutowy i Bank Światowy. Skąd się to wzięło, że nie tylko okres wojen lecz także międzywojenny (1918-1939) był czasem głębokiego regresu globalizacji? Późniejszy odpowiedź, będziemy mogli się ustosunkować do tezy Anty-2.

1.4. Regres globalizacji i jego przyczyny, oddziaływania antyglobalizmu. Załamanie się procesów globalizacyjnych w latach 1918-1939 nie było czymś przypadkowym. Był to skutek świadomie przyjmowanej opcji antyglobalistycznej.

Z jednej strony, brała się ona z dziedzictwa wojny, którym było nasilanie się nacjonalizmów. Nie tylko u pokonanych Niemców, co wystarczająco tłumaczyłoby się chęcią odwetu, lecz także we Francji, Włoszech, Polsce i innych krajach. Nie były to warunki do napływu zagranicznego kapitału inwestycyjnego, do szukania pracy w innych krajach, do wymiany technologicznej.

Z drugiej strony, antyglobalizm międzywojenny miał u podłoża, podobnie, jak współczesny, ideologię socjalistyczną. Gdy źródła zła ekonomicznego i moralnego upatrywano w samym posiadaniu kapitału, gdy poeta socjalistyczno-chrześcijański Julian Tuwim piętnował samo istnienie banków, było nie do wyobrażenia, żeby źródła rozwoju i dobrobytu upatrywać w aktywności kapitału.³

Połączenie nacjonalizmu i socjalizmu w jedną mieszankę wybuchową dokonało się oficjalnie w narodowym socjalizmie Adolfa Hitlera; w oryginalnej wersji językowej brzmiało to *National Socialismus*, w skrócie *Nazismus*, po polsku *nazizm*. Skrycie zaś, pod przykrywką proletariackiego internacjonalizmu, nastąpiło połączenie nacjonalizmu z socjalizmem w ZSRR.

Nazizm nie głosił natychmiastowej likwidacji kapitału, ale podporządkowywał rynek dyktatowi państwa zgodnie z ideami socjalizmu. Z pamiętników nazistowskiego ministra gospodarki Alberta Speera dowiadujemy się, jak wielką władzę w nominalnie prywatnych przedsiębiorstwach mieli delegowani do ich kontroli funkcjonariusze partii narodowo-socjalistycznej. Taką kontrolę dało się sprawować tylko nad obywatelami własnego państwa, mogąc w każdej chwili dyscyplinować ich środkami policyjnymi. To też był powód wykluczenia kapitału zagranicznego. Oto jak rekomenduje to wykluczenie pewien współczesny zwolennik Hitlera.

»Jednym z podstawowych postulatów platformy politycznej Hitlera była niezależność Niemiec od kapitału międzynarodowego. [...] Kapitał miał być tworzony wewnątrz, w obrębie Niemiec. Jak to Hitler powiedział, „my nie mamy bezrobocia, ponieważ nie zależy od eksportu”. W świecie kierującym się zasadami narodowo-socjalistycznymi wszystkie kraje powinny wytwarzać kapitał samodzielnie u siebie.« – Henry C. K. Liu, *National Socialism vs. globalization*, jesień 2004, w internetowej witrynie post-nazistów www.geniebusters.org/915/03g_econ.html (przekład WM). Silnym w mniemaniu tegoż autora argumentem przeciw współczesnej globalizacji jest dokonane przezeń „odkrycie”, że forsują ją Żydzi, o czym miałyby świadczyć obecność licznych nazwisk żydowskich wśród prominentów światowych instytucji finansowych.

Powstała w wyniku takich strategii sytuację obrazuje kilka następujących liczb. Podczas gdy w okresie 1890-1913 wolumen handlu światowego uległ więcej niż podwojeniu, w okresie 1918-1939 następuje stagnacja lub spadek. Między rokiem 1929 i 1938 stosunek handlu zagranicznego do produkcji krajowej spadł w Wielkiej Brytanii o 10 procent, w Kanadzie niemal o 20, w Japonii, Niemczech i Włoszech (zauważmy, są to państwa osi faszystowskiej) od 25 do 40 procent. W okresie 1927-1933 wysokość międzynarodowych pożyczek spadła o ponad

³ „Bankierstwo rozpędź i spraw Panie, by pieniądz w pieniądz nie porastał” modlił się Tuwim w *Kwiatkach Polskich*.

90 procent. W podobnej skali nastąpił spadek przepływu ludzi. Od 1899 do 1914 prawie 14 milionów ludzi wyemigrowało do USA, w ciągu następnych piętnastu lat jedynie 5.5 miliona, a w latach trzydziestych poniżej miliona; był to m.in. skutek ustawodawstwa antyimigracyjnego, świadczącego o nastawieniu antyglobalistycznym także w Stanach Zjednoczonych (choć swój awans do czołówki ekonomicznej świata uzyskały one na fali pierwszej globalizacji).⁴

Jeśli byłaby słuszna teza Anty-2 (fragment 1.3), to tak wielki odwrót od globalizacji powinien zapewnić krajom od niej stroniącym odpowiednio wielką pomyślność gospodarczą. Było jednak przeciwnie, okres międzywojenny był dla gospodarek narodowych pasmem trudności i kryzysów. Brak więc globalizacji nie jest czymś, co byłoby w stanie zapobiec krytycznej sytuacji gospodarczej; a powinien zapobiec, gdyby rację miał antyglobalizm w wersji Anty-2.

1.5. Stosunki między globalizacją i efektywnością alokacji zasobów. Dynamikę globalizacji wyjaśnia prawo, które będę dalej nazywał *Złotą Regułą Alokacji Zasobów*. Różnica między prawem i regułą na tym polega, że prawo opisuje jaka rzeczywistość jest, a reguła – jak na nią oddziaływać, żeby uzyskać zamierzony wynik. Tutaj obchodzę się z tą różnicą dość beztrudno, używając terminów „prawo” i „reguła” zamiennie; usprawiedliwieniem jest to, że w tym przypadku prawo da się odczytywać jako reguła, ponieważ mówi o pewnym stanie pożądanym, o zadowoleniu konsumentów. A ponieważ chcemy tak oddziaływać na rzeczywistość, żeby osiągać stany pożądane, prawo mówiące, jak do nich dochodzić jest zarazem regułą podpadającą pod schemat: *rób tak i tak, a w wyniku uzyskasz taki a taki stan pożądanym*. Stylizacja w formie reguły jest z tego względu zalecana, że aktorom globalizacji dostarcza ona recepty na sukces, a to jest zadaniem reguł. Wyróżnienie jej przydawką „złota” wskazuje na szczególną doniosłość.⁵

Złota reguła alokacji zasobów. Alokacja zasobów jest tym bardziej efektywna ze względu na zysk warunkowany preferencjami konsumentów, im większa jest swoboda przemieszczania się zasobów oraz im bardziej precyzyjne i stabilne są reguły tego procesu.

Pojęciem kluczowym dla tej zależności, jak już wspomniano w uwagach wstępnych, jest *efektywność alokacji zasobów*. Do zasobów, przypomnijmy, należy kapitał, surowce, ziemia, energia, siła robocza, narzędzia, maszyny, środki łączności i transportu, wiedza (*know how*) niezbędna do produkcji i wymiany dóbr. Alokację czyli umieszczenie któregoś z tych zasobów w określonym miejscu, np. fabryki Volkswagena w Polsce, nazwiemy bardziej efektywną niż alokacja tejże fabryki w Bangladeszu, jeśli pierwsza przyniesie większe zyski niż druga (np. dzięki niższym podatkom, sile roboczej tańszej niż w Niemczech a bardziej wykształconej niż w Bangladeszu etc.). przypiszemy takiej alokacji wysoką efektywność, jeśli przyniesie ona zyski nie tylko inwestorowi lecz także jego partnerom w kraju przyjmującym inwestycję.

Problem alokacji dotyczy nie tylko geografii. Mówimy o alokacji kapitału w określonej firmie, branży czy inwestycji, alokacji wiedzy w określonym projekcie badawczo-rozwojowym, przemieszczeniu się siły roboczej do branży rokującej większe zyski. Proste przykłady efektywnej alokacji kapitału to zakup akcji, które wysoko i trwale zwyżkują, zainwestowanie w budowę fabryki wytwarzającej produkty wielce poszukiwane, itd.

Swoboda alokacji ma decydujące znaczenie dla zwiększania zysku. Działa w tym kierunku zarówno podaż jak i popyt. Z jednej strony, swoboda umieszczania placówek handlowych w

⁴ Dane zaczerpnięte z książki (s.66 n.): John Micklethwait i Adrian Wooldridge, *Czas przyszły doskonały. Wyzwania i ukryte obietnice globalizacji*, przełożyła Alicja Unterschuetz, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2003. Oryginał: *A Future Perfect. The Challenge and Hidden Promise of Globalization*, 2000.

⁵ Zwyczaj takiego wyróżniania reguł szczególnie ważnych jest rozpowszechniony w różnych dziedzinach, jak etyka („nie czyn drugiemu, co tobie niemiłe”), architektura, mechanika, fizyka kwantowa, finanse etc. Także w różnych językach, np. w angielskim zwrot *gold rule*, a w niemieckim *goldene Regel*.

dowolnym kraju czy regionie daje dostęp do największej ilości potencjalnych nabywców, a więc większa popyt, a w wyniku – zysk tych, co potrafią popyt zaspokoić. Z drugiej strony, swoboda lokalizacji fabryki, kapitału czy wiedzy tam, gdzie zmniejsza to koszty i podnosi jakość czyni ofertę podażową maksymalnie atrakcyjną cenowo i jakościowo, co przynosi wytwórcy większe zyski.

Jak widać, efektywnością alokacji zasobów rządzi następujące prawo: *szansa efektywności jest tym większa, im liczniejszy jest zbiór potencjalnych miejsc alokacji, wśród których można dokonywać wyboru*. Zbiór ten jest najliczniejszy, gdy swoboda alokacji obejmuje cały glob. I tak globalizacja sprzyja rozwojowi państw, regionów i firm cechujących się należyłą ekspansywnością.

Od światła nieodłączne są cienie. Gdzie jest pełna swoboda gospodarcza, tam nie ma ochrony dla podmiotów, które w innych warunkach by się nią cieszyły, jak firmy w danym kraju rodzime czy firmy państwowe. Im bliżej jest pełnej globalizacji, tym konkurencja jest silniejsza, więcej wymagająca zasobów i trudu. A wtedy, jeśli cłami lub jawnym zakazem nie powstrzyma się np. napływu tanich tekstyliów z Chin, upadną krajowe firmy produkujące tekstylia drożej (klient zwykł wybierać raczej to, co tańsze i lepsze niż to, co bardziej patriotyczne).

O ile upadek poszczególnych firm w wyniku konkurencji jest zmartwieniem tylko ich właścicieli i pracowników, to zablokowanie rozwoju całych regionów świata z powodu ich niemożności sprostania globalnej konkurencji, jest już problemem ogólnoludzkim. Gdy niemożność sprostania globalnej konkurencji powoduje na jakichś wielkich obszarach stagnację lub regres, cała społeczność światowa musi zadawać sobie pytanie o środki zaradcze. Niewątpliwie, najpilniejsze jest skierowanie jak największego strumienia środków na oświatę, w krajach najbardziej zacofanych. Trzeba przy tym mieć na uwadze, że za upośledzenie wielu krajów odpowiada nie nadmiar globalizacji, lecz jej ograniczenia. A polegają one na tym, że kraje bogate dopuszczają się praktyk protekcyjnych wobec własnej gospodarki, dyskryminując tym gospodarki krajów ubogich i zmarginalizowanych. Typowym przykładem są stosowane w Unii Europejskiej dotacje dla rolnictwa, które rolnikom unijnym dają niesprawiedliwą, wbrew idei wolnej konkurencji globalnej, przewagę nad rolnictwem z krajów trzeciego świata.

W Złotej Regule prócz warunku swobody alokacji zasobów mamy warunek precyzji i stabilności reguł gry dla procesów gospodarczych w skali globalnej. Precyzja i stabilność reguł należy do kategorii obliczalności, a wolność gospodarcza maksymalizuje moc obliczeniową pojętą jak zdolność prawidłowego i sprawnego rozwiązywania problemów. Jednym i drugim zagadnieniem zajmiemy się kolejno w następnych odcinkach.

2. LOGICZNE POJĘCIE OBLICZALNOŚCI I JEGO ODPOWIEDNIK U MAXA WEBERA

2.1. Obliczalność czyli racjonalność jako warunek zrozumiałości działań społecznych. Wczytajmy się w następujące zdania z dzieła będącego jakby summą dorobku Maxa Webera, jego *Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss der verstehenden Soziologie*, 1921.

»Formalistyczne prawo poddaje się kalkulacji. [...Tam, gdzie ono nie występuje] nie jest możliwa gospodarka kapitalistyczna, bo wymaga ona prawa, które poddaje się *kalkulacji*, podobnie jak *maszyna*.« (W polskim przekładzie s.1017, kursywa WM.)

»Sędzia w biurokratycznym państwie z jego racjonalnymi prawami jest w większej czy mniejszej mierze *automatem* paragrafowym, do którego wrzuca się z góry akta razem z kosztami i opłatami, on zaś wypływa z dołu wyrok, wraz z mniej lub bardziej przekonującym uzasadnieniem, a więc którego funkcjonowanie w każdym razie w zasadzie można *wykalkulować*.« (S.1029, kursywa WM.)

Porównajmy te zdania z mottem do całości obecnego eseju wziętym z Leibniza: *gdy Bóg rachuje, powstaje świat*. Parafrazując to w duchu Webera, należy powiedzieć: *racjonalne społeczeństwo powstaje, gdy jego problemy rozwiązuje się w sposób rachunkowy*. Zamiast „rachunkowy” można też rzec „maszynowy” lub „automatyczny” lub „formalistyczny”; ta zamiennność występuje u Webera także w jego sławnym studium *Etyka protestancka a duch kapitalizmu* (1905). Społeczeństwo i państwo racjonalne widzi Weber jako takie, w którym obowiązuje wolny rynek i demokracja. A te domeny wolności, gospodarcza i polityczna, wymagają ujęcia życia społecznego w ściśle określone regulacje prawne o charakterze jak ściśle formalnym, który umożliwia rozwiązywanie problemów w sposób kalkulacyjny, a więc obiektywny i niezawodny.

Socjologia rozumiejąca w sensie Webera to bynajmniej nie taka, która posługiwałaby się jakąś empatią w stosunku do aktorów życia społecznego, lecz taka, w której zakłada się racjonalność ich działań. A wtedy jesteśmy zdolni je rozumieć, gdyż racjonalność pokrywa się z obliczalnością. Jest więc czymś intersubiektywnie zrozumiałym, jak matematyka (coś podobnego głosił w *Human Action* Ludwig von Mises z Austriackiej Szkoły Ekonomicznej). Oto wyznaczenie metodologiczne Maxa Webera.

»Zrozumieć w sposób racjonalny – a to znaczy: pojąć intelektualnie sens w sposób bezpośredni i jednoznaczny – możemy w najwyższym stopniu przede wszystkim te struktury sensu, których wzajemne stosunki mają matematyczny czy logiczny charakter. Rozumiemy w sposób jednoznaczny sens działania, gdy ktoś w swoich rozważaniach czy argumentacji posługuje się twierdzeniem $2 \cdot 2 = 4$ albo twierdzeniem Pitagorasa, bądź też „właściwie” – wedle naszych standardów intelektualnych – przeprowadza wnioskowanie logiczne.« (Op.cit., s.6.)

Skoro Weber w swym pojmowaniu racjonalności nawiązuje do matematyki, posługując się słowem *Berechenbarkeit* z terminologii matematycznej (polskim odpowiednikiem jest *obliczalność*, angielskim *computability*), nie da się uniknąć pytania, jak mają się do siebie owe pojęcia wyrażane jednym i tym samym terminem. Wyjaśnienie tego stosunku, podjęte w następnym fragmencie, pozwoli lepiej uchwycić rozumienie racjonalności i obliczalności przez Webera.

2.2. Od czego zależy trafne i sprawne rozwiązywanie problemów. Kluczowa rola operacji (funkcji) matematycznych i logicznych. Każdy z nas rozwiązuje codziennie mnóstwo drobnych problemów, a bywa, że stajemy przed problemami szczególnej wagi i trudności. Każdy więc wie, na czym rozwiązywanie problemów polega i od jakich czynników dobre rozstrzygnięcie zależy. Prześledźmy te czynniki.

(1) Trzeba mieć jasne i jednoznaczne *sformułowanie problemu*, bo tylko wtedy da się z nim porównywać treść rozwiązania.

(2) Precyzyjne sformułowanie problemu nie tylko pozwala kontrolować jakość rozwiązania, lecz także określa zbiór *danych* czyli informacji czyli przesłanek, które należy uzyskać w celu rozwiązania danego zagadnienia. Odpowiednie dane – to drugi z czynników, od którego zależy trafność rozwiązania.

(3) Zbiór reguł przystosowany do rozwiązywania określonej klasy problemów, gdy się doń dołączy wskazówki dotyczące kolejności ich stosowania, nazywa się w informatyce *programem*. Na potrzeby komputera, respektując jego fizyczną naturę, trzeba wymagać, żeby dane były zapisane zawsze w sposób kompletny i zawsze w postaci symbolicznej. I to nie jakiegokolwiek symbolicznej, lecz w notacji arytmetycznej, i nie jakiegokolwiek arytmetycznej, ale binarnej, to znaczy w formie ciągów zer i jedynek.

Pojęcie programu tak rozszerzymy, żeby objąć nim wszelkie procesy rozwiązywania problemów, ludzkie jak i komputerowe. Przy takim rozszerzeniu, program nie wymaga zapisu aryt-

metrycznego ani też doskonałej zupełności. Ta druga dyspensa polega na dopuszczeniu kroków domyślnych czy intuicyjnych, co kolosalnie przyspiesza proces, który inaczej byłby niewykonalny.

Żeby pełniej określić to rozszerzone pojęcie programu, potrzebne jest logiczno-matematyczne pojęcie funkcji oraz pojęcie przetwarzania danych. Do danych zaliczamy teksty, zanotowane wyniki pomiarów, treści odbierane przez zmysły lub urządzenia imitujące zmysły, jak mikrofon czy kamera, a także pamięciowe zapisy takich treści (np. w formie wyobrażeń). Zbiory danych układają się w struktury, jak określony tekst, obraz wzrokowy itd. Trzeba zwrócić uwagę na różnicę dzielącą *dane symboliczne*, czyli zapisane w symbolach jakiegoś języka, jak teksty czy zapisy pomiarów, od *danych nie-symbolicznych*, jak obrazy wzrokowe, słuchowe itp. Podział ten pozwoli zrozumieć, jak ma się przetwarzanie cyfrowe, dokonywane na danych symbolicznych, do przetwarzania analogowego, operującego danymi innymi niż symboliczne.

Przetwarzanie danych polega na tym, że w jakiejś strukturze danych coś zmieniamy, a więc opuszczamy, dodajemy lub zamieniamy na coś innego. W tak szerokim pojęciu przetwarzania mieszczą się nawet rojenia senne polegające na chaotycznym przekształcaniu jakichś wyobrażeń. Tutaj interesuje nas wyłącznie *przetwarzanie zorientowane problemowo*, to jest takie, które od określonej struktury danych prowadzi do rozwiązania postawionego problemu. Wzorcowymi jego przykładami są obliczenia arytmetyczne oraz wnioski dedukcyjne, to jest, dokonywane według reguł logiki formalnej. W rachowaniu danymi są zapisy liczb, na których mamy wykonać działania, a we wnioskowaniu – jego przesłanki.

Przetwarzanie zorientowane problemowo swą skuteczność, czyli doprowadzanie do rozwiązań, zawdzięcza temu, że każdy krok tego procesu jest określony jakąś funkcją. *Funkcja* jest to relacja jednoznaczna czyli takie przyporządkowanie między dwoma zbiorami A i B (które w szczególnym przypadku mogą być identyczne), że każdemu elementowi (lub parze, trójce etc. elementów) zbioru A odpowiada dokładnie jeden element zbioru B. Elementy, do których się przyporządkowuje nazywamy *argumentami funkcji*, a element przyporządkowany – *wartością funkcji*. Funkcje nazywamy też operacjami lub działaniami.

2.3. Uogólnienie pojęcia obliczania na potrzeby rozważań o umyśle. Dla rozważań dotyczących zarówno przyrody i techniki jak i społeczeństwa istotny jest fakt, że oprócz funkcji mających zapisy w symbolach jakiegoś języka, istnieją funkcje działające na danych nie-symbolicznych. Pozwala to należycie uogólnić pojęcie obliczania. Obejmuje ono zarówno czynności ludzkiego rachmistrza i komputera cyfrowego jak i zachowanie zwierząt, np. drapieżnika, którego mózg oblicza napięcie mięśni potrzebne do udanego skoku na łup. Na tej samej zasadzie mamy podstawę, żeby mówić o *urządzeniach liczących analogowych*, to jest takich, w których przetwarzaniu podlegają nie symbole, lecz wielkości fizyczne, np. napięcie prądu. Gdy przetwarzanie danych jest zdeterminowane pewną funkcją, wystarczy to, by wolno było mówić o obliczaniu, choć nie pojawiają się zapisy symboliczne.

Dysponując pojęciem funkcji, da się określić naturę programu komputerowego jak i programu w sensie rozszerzonym. Program steruje krok po kroku procesem rozwiązywania problemu w ten sposób, że każde przejście jest określone jakąś funkcją. Jeśli jest to ciąg funkcji taki, że

(a) każda funkcja jest wyrażona symbolicznie jakąś formułą, oraz

(b) rozwiązanie następuje po skończonej liczbie kroków,

to jest to obiekt matematyczny zwany *algorytmem*.

Algorytm przekształca się w *program* dla maszyny cyfrowej, gdy zostaje wyrażony w języku, który daje się interpretować w wewnętrznym kodzie maszyny cyfrowej bądź

bezpośrednio, bądź za pośrednictwem jakiegoś języka programowania. Na przykład, algorytm zero-jedynkowy, stosowany do badania tautologiczności formuł rachunku zdań, staje się programem po przełożeniu go na sterującą zachowaniem komputera instrukcję zapisaną w jakimś języku programowania.

Nie każdy program ma tego rodzaju podstawę algorytmiczną. Przykładu, gdy nie jest spełniony warunek (b) dostarczają programy, w których pojawiają się nieskończone pętle. Bywa tak m.in. przy badaniu tautologiczności niektórych formuł logicznych metodą drzew (tabel) analitycznych (DA).⁶ Mamy tu program kierujący krok po kroku przetwarzaniem danych symbolicznych wedle reguł systemu DA (wyrażających odpowiednie funkcje), ale z powodu przypadków, gdy pojawiają się powracające w nieskończoność pętle, procedura ta nie zasługuje na miano algorytmu; taki jest np. los formuły $\forall_x E_y(y > x) \Rightarrow E_y A_x(y > x)$, gdy metodą DA próbuje się zbadać, czy jej negacja jest spełnialna, czyli nie prowadząca do sprzeczności.

Skoro istnieją programy będące wiernym zapisem jakiegoś algorytmu i stąd dzielące z nim niezawodność, jak i programy do algorytmów podobne, z tą jednak różnicą, że w pewnych przypadkach zawodzą, trzeba je jakoś odróżnić osobnym nazwaniem. Pierwsze określimy jako *programy algorytmiczne*, drugie jako *programy subalgorytmiczne* (jak wspomniany wyżej system DA). Do tego trzeba dodać kategorię, dla której stosowne jest określenie *programy superalgorytmiczne*. Odpowiednio, w zależności od tego, który typ programu znajduje zastosowanie, mamy trzy odmiany obliczalności, mianowicie:

- obliczalność algorytmiczna,
- obliczalność subalgorytmiczna,
- obliczalność superalgorytmiczna.

Pojęcie *obliczalności superalgorytmicznej* daje możliwość połączenia poglądu, że wszelkie prawidłowości ewolucji, kosmicznej, biologicznej, społecznej, są określone przez jakieś funkcje matematyczne (stąd słowo „obliczalność”), ale nie wszystkie z tych funkcji dadzą się ująć w dostępne dla ludzkiej matematyki algorytmy (stąd „super”).

W informatyce przyjęło się wąskie rozumienie terminu „obliczalność”, przy którym oznacza on tylko obliczalność algorytmiczną, czyli określoną przez zasięg możliwości maszyny Turinga (zdefiniowanej w 1936; zob. niżej 2.5). Powstaje jednak pytanie, jak nazwać proces znajdowania wartości funkcji nieobliczalnej, którą to zdolność przypisał Turing (1939) obiektowi nazwanemu przezeń wyrocznią (*oracle – an abstract device able to solve mathematical problems too difficult for the universal Turing machine*). Ów abstrakcyjny obiekt ma egzemplifikację w aktach twórczego umysłu, gdy ten rozwiązuje np. problem prawdziwości zdania gödłowskiego. Jeśli znajdowanie wartości funkcji jest obliczaniem, to znajdowanie wartości funkcji nieobliczalnej też trzeba nazwać obliczaniem, co jednak trąci pewną niekonsekwencją. Stąd obecna propozycja, żeby odróżniać obliczalność algorytmiczną czyli zdefiniowaną przez pojęcie maszyny Turinga od superalgorytmicznej, zdefiniowanej przez Turingowe pojęcie wyroczni. Wtedy to, co nazywa się w informatyce funkcją obliczalną, trzeba nazywać *funkcją algorytmicznie obliczalną*. Por. B. J. Copeland, *The Essential Turing*, Clarendon Press, 2004.

Naturalne jest przypuszczenie, że jakieś procesy umysłowe są kierowane jakimiś programami. Nazwijmy je *programami mentalnymi*. Wśród nich ważną rolę pełnią procedury analogowe. Doświadczamy ich, na przykład, gdy targując się przy kupnie towaru wyczuwamy, poza warstwą słowną stany psychiczne, np. stopień ustepliwości kontrahenta. System nerwowy jest układem mieszanym, cyfrowo-analogowym.

(4) Kolejnym czynnikiem wpływającym na szybkość uzyskiwania rozwiązań jest konstrukcja techniczna urządzenia czy podmiotu rozwiązującego problem. Jeden rodzaj różnic technicznych to, jak rzekło się wyżej, różnica między urządzeniami cyfrowymi i analogowymi.

⁶ Metoda ta, będąca pewnym usprawnieniem tabel semantycznych Betha, po raz pierwszy została podana w książce: Raymond M. Smullyan, *First-Order Logic*, Springer, Berlin 1968.

Działanie systemu nerwowego z jego kolosalną zdolnością przetwarzania danych, imitowane przez sztuczne sieci neuronowe, świadczy, że konstrukcja z udziałem składnika analogowego może się sprawiać lepiej niż czysto cyfrowa. Siłą systemu nerwowego jest także równoległość zawrotnie wielu prowadzonych jednocześnie procesów obliczeniowych. Przykłady zależności między tempem rozwiązywania problemów a parametrami technicznymi mamy w codziennej praktyce, gdy w celu poprawienia wydajności pracy zmieniamy procesor na szybszy czy pamięć operacyjną na bardziej pojemną.

2.4. „Es gibt kein Ignorabimus” w programie metodologicznym Webera. Współczesny pogląd na ideał obliczalności algorytmicznej. Wróćmy do obrazu sędziego, który działa jak sterowany algorytmem automat. Obrazu, który w roli pewnego ideału racjonalności – pojętej jako obliczalność algorytmiczna – wywołuje przed naszymi oczyma Max Weber (zob. wyżej fragment 2.1).

Dziś wiemy, że jest to nieosiągalne; każdy kodeks, nie mogąc objąć przepisami całej złożoności życia, musi zostawiać pokaźny margines na interpretacje, a to mu odbiera charakter algorytmiczny. Jest jednak głęboki sens w takiej idealizacji. W ten bowiem sposób ustanawia się kres górny, a przez to i miarę obliczalności społecznej. Dzięki temu rozumiemy lepiej nie tylko rolę pisanych kodeksów prawa, lecz także rolę tradycji jako strażnika norm i reguł dających pewne przybliżenie do ideału obliczalności; a ta jest źródłem sprawnego podejmowania decyzji (wiadomo, czego się trzymać), jak i źródłem jakże ważnej dla efektywności działań przewidywalności. Rzuca to też światło na racje konserwatystów w ich sporze z postępowcami, którzy podkopując tradycje zmniejszają społeczną obliczalność (pięknie to jest ujęte w Prologu do musicalu *Skrzypek na dachu*). Silny konserwatyzm pierwotnych społeczności plemiennych, jak zwracał na to uwagę Bronisław Malinowski, jest dla nich koniecznym warunkiem przetrwania; nie mają bowiem alternatywnych metod zapewnienia obliczalności, której to alternatywy dostarcza dopiero naukowe rozumienie świata i konstytucyjnie umocowane kodeksy praw.

W poprzedzającym akapicie zostało na początku podkreślone słowo „dziś”. To położenie akcentu na współczesny stan wiedzy ma istotne znaczenie dla diagnozowania orientacji i postaw politycznych. Pozwala zauważyć, jak niektóre z nich są anachroniczne. Jest takim anachronizmem doktryna socjalistyczna, wyrosła z gleby umysłowej 19 wieku. Również z wieku dziewiętnastego wywodzi się, choć na inny sposób orientacja nacjonalistyczna. Wiek dwudziesty zmienił głęboko krajobraz nauk społecznych także w sposób pośredni, poprzez zmiany w epistemologicznych założeniach tych nauk. Te zaś epistemologia zawdzięcza naukom matematycznym i przyrodniczym. Logika matematyczna z informatyką wniosły zrozumienie, na czym polega rozwiązywalność problemów przez różnego typu układy (komputery, organizmy, struktury społeczne). Biologia wniosła wiedzę o mózgu, genach i ewolucji, w tym ewolucji umysłu i poznania. A typowo interdyscyplinarna *teoria złożonych układów dynamicznych*, łącząca fizykę z informatyką, daje nam wiedzę o ładzie i chaosie, stabilności i niestabilności, stosującą się zarówno do zjawisk fizycznych i biologicznych, jak też umysłowych i społecznych.

Rozwińmy jeszcze o pewne punkty kwestię wpływu zmian w matematyce i fizyce na poglądy epistemologiczne (warunkujące, z kolei, teorie społeczne). W tytule tego fragmentu, żeby krótko określić postawę Webera, zapożyczyłem do tego celu zdanie wygłoszone przez Davida Hilberta w odniesieniu do matematyki. Hilbert nie dopuszcza, iżby jakieś problemy w tej dyscyplinie były nierozwiązalne („w matematyce nie ma żadnego *Ignorabimus*”, czyli żadnego „nie będziemy wiedzieć”). W tym duchu wypowiadał się on na Kongresie Matematyków w Paryżu w inicjującym nowe stulecie roku 1900. Nadają się te słowa również na motto filozofii nauki wieku dziewiętnastego. Albert Einstein i Leopold Infeld w *Evolution of*

Physics, 1947, z pewnym zdziwieniem relacjonują (s.59 w polskim przekładzie) przekonanie wielkiego fizyka Helmholtza wypowiedziane w połowie dziewiętnastego wieku, że w mechanice Newtona posiadliśmy teorię, która umożliwiła rozwiązanie wszelkich zagadnień przyrody, czyniąc ją w ten sposób całkowicie zrozumiałą. Autorzy komentują ów pogląd słowami „Fizykowi dwudziestego wieku pogląd taki wydaje się niemądry i naiwny”. Ale ta krytyczna ocena mogła zaistnieć dopiero po dwóch rewolucjach w fizyce, jakimi były teoria względności i teoria kwantów. Podobnej skali rewolucja w matematyce dokonała się w latach trzydziestych minionego wieku. Wszystkie one kazały rozstać się ze złudzeniem, które od matematyki i fizyki przejął w dziewiętnastym wieku nurt pozytywistyczny nauk społecznych, a w pewnym stopniu i nurt Weberowski, że wszystkie dobrze postawione problemy są w nauce rozwiązywalne.

2.5. Wnioski dla badań społecznych płynące z odkryć Gödla i Turinga. Co się tyczy matematyki, odkryto, że istnieją funkcje nieobliczalne czyli takie, dla których obliczenia nie ma programu algorytmicznego (kontynuuję tu wątek poruszony wcześniej w ustępie 2.3).

Wśród odkrywców tego faktu (Gödel, Turing, Church, Post, Tarski) szczególną pozycję zajmuje Kurt Gödel (1906-1978) jako inicjator owej serii odkryć oraz brytyjski matematyk i specjalista od szyfrów (ważny uczestnik deszyfrowania Enigmy) Alan Turing (1912-1954). Sposób dowodzenia owego faktu przez Turinga w jego studium z roku 1936 wytyczył rozwój logiki w kierunku informatyki; studium to zawiera wynik o istnieniu liczb nieobliczalnych oraz o nierozstrzygalności standardowo stosowanej w matematyce logiki.⁷

Wkład Turinga polega na dokładnym zdefiniowaniu obiektu, który w tych rozważaniach określam terminem „program algorytmiczny”. Jest to zestaw instrukcji dla precyzyjnie opisanej maszyny do obliczeń nazwanej potem maszyną Turinga; proces zaś obliczania został z maksymalną szczegółowością opisany jako sekwencja stanów maszyny. Turing opracował metodę zakodowania wszelkich możliwych programów algorytmicznych – tak, żeby każdy z nich był reprezentowany przez dokładnie jedną liczbę naturalną. W ten sposób ustala się nieskończoną listę, nazwijmy ją A, wszelkich możliwych programów algorytmicznych, których okazuje się być tyle, co liczb naturalnych. Następnie konstruuje się pewną liczbę nie należącą do zbioru liczb obliczalnych przez algorytmy z listy A, do czego służy pomysłowa procedura wynaleziona pół wieku wcześniej przez Georga Cantora, zwana rozumowaniem przekątniowym.⁸ Rozumowanie to, będąc dobrze określoną procedurą, dokonuje się według pewnego programu, ale nie jest to program algorytmiczny, skoro wszystkie programy algorytmiczne, zakodowane liczbowo, zawierają się na liście A.

Nawet tak pobieżne ujęcie rozumowania Turinga ukazuje nieaktualność poglądu Helmholtza, pozytywistów czy Hilberta, że w nauce nie ma problemów nie dających się rozwiązać. Jeśli rozumieć to tak, jak było początkowo intencją Hilberta, że każdy problem naukowy jest rozwiązywalny przez program algorytmiczny, co dawałoby gwarancję całkowitej pewności oraz

⁷ Zob. Kurt Gödel, *Über formal unentscheidbare Sätze der "Principia Mathematica" und verwandter Systeme – I* [w:] *Monatshefte für Mathematik und Physik* 38, 173-198, 1931, oraz Alan Turing, *On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem* [w:] *Proc. of the London Math. Society*, Series 2, 42, pp. 230-265, 1936. Zob. też Alan Turing, *Systems of logic based on ordinals* [w:] *Proc. of the London Math. Society*, Series 2, 45, pp. 161-228, 1939.

⁸ Opis tej procedury wychodziłby poza ramy obecnego rozważania; przystępne jej przedstawienie daje *Mała encyklopedia logiki* w artykule K.Czarnoty *Teoria mocy zbiorów*, a jej zastosowanie przez Turinga wyjaśnia obszernie R.Penrose w swej książce o sztucznej inteligencji pt. *Nowy umysł cesarza. O komputerach, umyśle i prawach fizyki*. Przełożył Piotr Amsterdamski. Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 1995 (1sze wyd. angielskie – 1989).

intersubiektywności, to nie jest to prawdą. Istnieją jednak procedury, jak ta zastosowana przez Turinga, czy wcześniej inna przez Gödla, które nie są kierowane programami algorytmicznymi, a również dają intersubiektywną pewność. W codziennej zaś praktyce matematyki podobnie ma się rzecz z dowodzeniem twierdzeń, które z reguły nie osiąga postaci algorytmicznej; w praktyce laboratoryjnej – z prowadzeniem eksperymentów, a w praktyce kucharskiej z wykonywaniem przepisów kulinarnych. W tym duchu należy dziś interpretować wizje idealnego sędziego czy idealnego urzędnika snute przez Webera. Nawet jeśli Weber, nie mając dostatecznie klarownego pojęcia automatu, postulował automatyczność czyli algorytmiczność w sensie literalnym, to dzisiejszy badacz może podjąć jego intencje i wyrazić je jako postulat stosowania programu subalgorytmicznego, możliwie najbardziej, na miarę naszych możliwości poznawczych, zbliżonego do zalet algorytmu.

3. INFORMATYCZNE POJĘCIE MOCY OBLICZENIOWEJ I JEGO ODPOWIEDNIK U FRIEDRICH A HAYEKA

3.1. Moc obliczeniowa w aspektach sprzętowym i algorytmicznym. Moc obliczeniowa jest właściwością urządzeń rozwiązujących problemy czyli wykonujących pewne zadania za pomocą obliczeń. Określa się ją na dwa dopełniające się wzajem sposoby. Jeden znany jest każdemu użytkownikowi komputera. Jeśli nawet nie używa on tego zwrotu, ma rzecz samą na myśli, gdy porównując swój komputer z innym, powiada, że jego ma szybszy procesor, większą pamięć operacyjną czy większą pamięć dyskową, a zatem większą moc. Jest to określenie mocy obliczeniowej od strony wyposażenia; to tak, jak gdy możliwości fizyczne sportowca charakteryzuje się przez opis jego umięśnienia, wydolności serca itp. Drugie podejście polega na określeniu wielkości problemów czyli zadań, które ktoś czy coś jest w stanie rozwiązywać. Tak moc fizyczną lekkoatlety określają dane o jego osiągnięciach: w jakim czasie przebiegnie 100 metrów, jak wysoko skoczy o tyczce itd. Wielkość zadań obliczeniowych mierzy się ich złożonością, tę zaś liczbą operacji niezbędnych w procesie rozwiązywania.

W informatyce interesuje nas tylko złożoność problemów rozstrzygalnych. Rozstrzygnięcie polega na obliczeniu wartości funkcji wyrażonej w jakiejś formule; w tym sensie rozstrzygalność utożsamia się z obliczalnością. Ale nie każdy problem, który w zasadzie jest obliczalny, okazuje się *obliczalny praktycznie*, to znaczy, dający się rozwiązać przy dostępnych zasobach czasu i pamięci. Czas to liczba kroków (operacji komputera) niezbędnych do rozwiązania problemu, a więc miara złożoności w podanym wyżej znaczeniu. Jako kryterium obliczalności praktycznej, gdy idzie o czas, przyjmuje się, że zachodzi ona wtedy, gdy do rozwiązania wystarcza czas wielomianowy; nie jest zaś praktycznie obliczalne to, co wymaga czasu wykładniczego. Wyjaśnienie tej różnicy ograniczę, dla krótkości, do przykładów.

Czas wielomianowy określa np. funkcja n^3 , która stanowi charakterystykę złożoności np. wielomianu $7n^3 + 5n^2 + 27$. Przykładem algorytmu pracującego w czasie wielomianowym jest algorytm sortowania, który ma rząd złożoności mniejszy niż (biorąc z grubsza) n^2 .

Przykładu pracy w *czasie wykładniczym* dostarcza funkcja 2^n , gdzie n jest liczbą danych wejściowych, np. liczby zmiennych w formule dwuwartościowego rachunku zdań. Do klasy zagadnień wymagających czasu wykładniczego należy problem spełnialności formuły rachunku zdań, zwany skrótowo SAT (od "satisfiability"). Mając daną formułę rachunku zdań, należy rozpoznać, czy istnieje taki układ przyporządkowań wartości logicznych symbolom zmiennym, który czyni tę formułę prawdziwą. Niech formuła ma 300 zmiennych; wtedy, w najgorszym przypadku, to jest, gdy przyporządkowania spełniające formułę (tj. czyniące je prawdziwą) napotka się dopiero przy końcu, rozwiązanie będzie wymagać 2^{300} kroków.

Inny przykład niewyobrażalnie wielkiego zapotrzebowania na czas to problem komiwojażera: mając dane położenia n miast, znaleźć najkrótszą trasę potrzebną do odwiedzenia każdego z nich dokładnie jeden raz. Niech $n = 20$. Liczba tras wynosi wtedy $20!$, bo tyle jest możliwych uporządkowań w zbiorze 20 elementów. Nie znaleziono dotąd algorytmu innego niż tego, który polega na wyliczeniu wszystkich kombinacji, zsumowaniu w każdej z kombinacji długości odcinków i rozpoznaniu najmniejszej z tych sum. Ponieważ

$$20! = 2432902008176640000$$

można sobie na tym przykładzie uprzytomnić, na czym polega nieobliczalność praktyczna. Jeśli nasz komputer potrafi wykonać milion kombinacji w ciągu sekundy, to sprawdzenie wszystkich tras musiałoby zająć 77.000 lat, a dorzucmy jeszcze kilka miast, to na liczenie nie starczyłoby dotychczasowego wieku wszechświata. Mamy tu do czynienia z algorytmem posługującym się „ślepa siłą” („brute force”) czyli takim, który polega na mechanicznym zestawieniu wszystkich możliwości. Nie ma dla tego zagadnienia szybszego algorytmu, który dawałby równie pewny i dokładny wynik, ale jeśli zgodzimy się na wyniki przybliżone, czas algorytmicznego rozwiązywania problemu da się wydatnie skrócić.

3.2. Państwo inteligentne – aktor silny mocą obliczeniową. Nasza wycieczka w zagadnienie obliczalności toruje drogę do tytułowej kwestii aktorów globalizacji. Aktorami grającymi główne role są – przypomnijmy – współczesne państwa narodowe, wielkie ponadnarodowe korporacje oraz polityczne i ekonomiczne organizacje międzynarodowe. Każda z tych kategorii zasługuje na osobne studium, ale dla prześledzenia związków między obliczalnością, mocą obliczeniową i rolą w globalizacji, wystarczy poprzestać przykładowo na jednej z nich; a jeśli tak, to przede wszystkim, jako podstawową dla filozofii politycznej i gospodarczej, należy rozpatrzyć kategorię państw.⁹

Jeśli jakieś państwo ma coś wnieść do owoców globalizacji i samo z niej znacząco skorzystać, musi być państwem inteligentnym. Termin „inteligentne państwo” jest w filozofii politycznej stosunkowo nowy; jego pojawienie się w tytułach i treści dwóch książek przypada (na ile mogłem rzecz wyśledzić) na rok 2001.¹⁰ Naturę inteligentnego państwa upatruje się w tym m.in., że jest ono zdecentralizowane i współdziała harmonijnie ze społeczeństwem obywatelskim. Stąd, nie należy się spodziewać, że inteligentnym mogłoby okazać się państwo o ustroju dyktatorskim, czy będzie to dyktatura w sferze politycznej czy ekonomicznej; istotnie, widać np. podczas klęsk żywiołowych, że akcje ratunkowe są mniej sprawne w systemach scentralizowanych i autokratycznych.

Tej koncepcji nie należy jednak absolutyzować, lecz odnosić do określonej epoki. Jest ona słuszna w czasach powszechnego oświecenia, podziału władz, rozlicznych partnerskich interakcji. Inaczej jednak rzecz się miała, powiedzmy, u progu średniowiecza, w ówczesnym odmęcie barbarzyństwa, które ucywilizować, czyli wydobyć ze stanu prymitywizmu plemiennego (ang.

⁹ Na motto dla tego ustępu dobrze nadaje się zdanie, które napisał Javier Solana, Sekretarz Generalny Rady UE: *The quality of international society depends on the quality of the governments that are its foundation*. Artykuł *Jointly does it* [w:] *The World in 2005*, wydanie specjalne *The Economist*, 2004, s.85.

¹⁰ B. Kliksberg (Ed.), *Towards an Intelligent State*, Volume 15 International Institute of Administrative Sciences Monographs, 2001. Zob. też Michael Connors, *Race to the Intelligent State: Charting the Global Information Economy Into the 21st Century*, John Wiley and Sons, 2001.

tribalism), mogła tylko silna władza centralna wspierająca się o wiedzę i umiejętności nielicznej elity umysłowej, jaką stanowiło duchowieństwo.¹¹

Mając na uwadze tę relatywizację, trzeba się zgodzić, że przytoczona wyżej definicja stanowi trop w dobrym kierunku. Idąc tym tropem w poszukiwaniu, by tak rzec, wysoce inteligentnej definicji państwa inteligentnego, sedno sprawy znajdujemy w pojęciach obliczalności i mocy obliczeniowej. Mając na uwadze, że chodzi o cechę stopniowaną, robimy użytek z wypracowanej w informatyce aparatury pojęciowej i definiujemy potrzebne nam pojęcie, jak następuje. *Struktura społeczna, w szczególności państwo, jest tym bardziej inteligentna, im bardziej jest obliczalna oraz im większą ma moc obliczeniową.*

3.3. Obliczalność skutkująca przewidywalnością jako fundamentalny warunek inteligencji i siły państwa. Biorąc na warsztat wymienione w naszej definicji cechy, obliczalność i moc obliczeniową, dostrzegamy, że pierwsza realizuje się, w szczególnym stopniu, poprzez praworządność czyli państwo prawa, druga zaś przez podział władz, demokrację przedstawicielską, społeczeństwo obywatelskie i wolny rynek. W przypadku drugiej, spostrzeżenie to nie jest może z miejsca oczywiste, ale okaże się takim po wprowadzeniu paru pojęć informatycznych.

Co się tyczy praworządności, mamy do czynienia z warstwami informacyjną i motywacyjną. Motywacyjna polega na przekonaniu, że praworządność jest dla społeczeństwa wartością wielkiej wagi ze względów moralnych oraz ze względu na techniki zarządzania i kooperacji. Za takim przekonaniem idzie wola ustanawiania i przestrzegania praw zarówno przez rządzących jak rządzących.

Warstwa informacyjna jest po części zależna od motywacyjnej, bo żeby stanowić prawo umiejętnie, na podstawie odpowiedniego potencjału informacyjnego, trzeba tego chcieć. W części zaś jest to atrybut niezależny, biorący się z odpowiedniej kompetencji, na którą składa się nie tylko technika legislacyjna, lecz także kultura logiczna i językowa oraz znajomość materii życia społecznego (prawo rodzinne wymaga wiedzy o rodzinie, prawo bankowe wiedzy o bankach itd.). Na swoją miarę winni taką kompetencję mieć prawodawcy i wykonawcy prawa (sędziowie, prokuratorzy etc.), a na swoją miarę ogół obywateli.

Jeśli sobie wyobrazimy, że ów stan wielce pożądanym ma gdzieś miejsce, nasz eksperyment myślowy podpowie dwie rzeczy: (1) społeczeństwo, które stan taki osiągnęło jest w zachowaniach jednostkowych i grupowych wysoce przewidywalne oraz, co za tym idzie, (2) posiada jeden z istotnych elementów mocy obliczeniowej. Są to kluczowe atuty państwa w jego polityce wewnętrznej i zewnętrznej.

W polityce wewnętrznej przewidywalność zachowań najwyższych organów władzy, urzędów wszelkiego szczebla jak i poszczególnych obywateli jest podstawą wzajemnego zaufania, które dla życia społecznego jest niezbędne jak tlen dla organicznego. A zarazem, przewidywalność zachowań społecznych jest podstawą racjonalnego planowania działalności gospodarczej, politycznej, społecznej, kulturalnej, badawczej, edukacyjnej. Groźną nieobliczalnością rodzącą nieprzewidywalność i dezorganizację życia gospodarczego jest zaskakiwanie nagłymi zmianami w przepisach podatkowych, ubezpieczeniowych, celnych itd. Na taką nieobliczalność bardziej są narażone ustroje dyktatorskie niż demokratyczne. W demokratycznych bowiem są procedury, które nawet jeśli niedoskonałe, to pozwalają coś przewidywać, a jeśli nie wyjdzie dobrze, to korygować. Nieprzewidywalność skrajna występuje tam, gdzie sprawy zależą

¹¹ W odniesieniu do historii Anglii przekonująco i barwnie, przywołując postacie takich mnichów jak św. Beda i Alkuin, opisuje wiek siódmy i następne G.M.Trevelyan w *A Shortened History of England*, Longmans, Green and Co., New York 1942. Zob. Book One, Ch.IV, ss. 63nn. wg wydania 1976.

od kaprysu samodzierzcy, nie liczącego się nawet z prawem ustanowionym przez siebie; takie państwo nie zasługuje żadną miarą na miano inteligentnego.

Ów brak inteligencji skutkujący nieprzewidywalnością jest nie mniej brzemienny w skutki w relacjach państwa z partnerami zewnętrznymi. Widać to jasno w procesach globalizacji. Do samego rdzenia globalizacji należy zaostrzenie się konkurencji ekonomicznej w skali całego globu, co każe stawiać czoła wielu silnym konkurentom. By temu sprostać, trzeba wysiłków na różnych polach, jak badania naukowe, podnoszenie poziomu edukacji, wzrost wydajności pracy, rezygnacja z rozbudowanych świadczeń socjalnych (żeby obniżyć koszty siły roboczej) i tak dalej. Wśród tych strategicznych wyzwań jest pozyskiwanie na wielką skalę inwestycji zagranicznych bezpośrednich (to kluczowy termin techniczny: *foreign direct investment*). Inwestycje takie, w odróżnieniu od portfelowych, są dla krajów rozwijających się nieodzowne, żeby dojść do czołówki krajów rozwiniętych.¹²

Inwestycje bezpośrednie dają nieodzowny zastrzyk kapitału, którego brakuje krajom dopiero startującym w globalnej konkurencji. Dają też zatrudnienie miejscowej ludności, nową wiedzę i umiejętności w technologii wytwarzania i w zarządzaniu, licencje przemysłowe, wreszcie wyrobione już zagraniczne rynki zbytu i międzynarodowe powiązania kooperacyjne. Wobec tak wielostronnych korzyści, które czynią z inwestycji bezpośrednich nieodzowny czynnik rozwoju dla krajów do rozwoju pretendujących, są one upragnionym celem zabiegów. Ich skuteczność zależy tyleż od cech danego społeczeństwa, jak jego wykształcenie, siła nabywczą i taniość pracy, co od polityki władz państwowych, które powinny stwarzać silną motywację do lokowania inwestycji przez politykę podatkową czy zapewnienie struktury transportowej i telekomunikacyjnej, a przede wszystkim poprzez *przejrzystość, precyzyjność i stabilność* prawa dotyczącego inwestorów.

Nie ma więc wątpliwości, że na miano inteligentnego zasłuży państwo tylko wtedy, gdy będzie aktorem w globalnych procesach gospodarczych dzięki obliczalności obowiązującego w nim prawa. To właśnie miał na myśli Max Weber, gdy mówiąc o obliczalności widział w niej źródło sukcesów gospodarki kapitalistycznej i całej cywilizacji zachodniej. Weber zamiast przymiotnika „inteligentne” używał raczej „racjonalne”, ale chodziło o tę samą cechę. Pozostajemy też w zgodzie z ideą Webera, gdy za wzorzec tego rodzaju inteligencji czy racjonalności przyjmujemy postępowanie algorytmiczne. Nie jest ono w pełni możliwe w funkcjonowaniu struktur społecznych, ale można do niego bardziej lub mniej się przybliżyć. Możliwie największe przybliżenie osiągalne w danych realiach społecznych daje tytuł do znalezienia się państwa na najwyższym podium inteligencji.

3.4. Jak sobie radzić z praktyczną nieobliczalnością. Gdy obliczalność jest tylko przybliżona, a więc przybiera różne stopnie, da się zauważyć zależność między poziomem obliczalności i poziomem mocy obliczeniowej: im większa ta pierwsza, tym (*caeteris paribus*) większa ta

¹² Jest to rozróżnienie ważne dla kształtowania świadomości ekonomicznej obywateli, których znaczna masa przejawia skłonności ksenofobiczne wobec kontrahentów zamożniejszych, podejrzewanych o chęć użycia swej siły dla wyzyskania słabszego. Tendencja ta znajduje pozory uzasadnienia w negatywnych skutkach napływu inwestycji portfelowych, czyli takich, które polegają na wykupie papierów wartościowych danego kraju. W warunkach globalizacji, sprzyjających błyskawicznym transakcjom, daje to możliwość nagłej sprzedaży papierów, a więc wycofania tak zainwestowanego kapitału z danego kraju. Przy wielkiej skali wyprzedaży grozi to kryzysem walutowym, a wobec chaotycznej natury tego rodzaju procesów (wyzwała je np. plotka polityczna) może stać się dla kraju katastrofalne. Takich zagrożeń nie stwarzają inwestycje bezpośrednie, których wielostronnie trwały charakter (budowa fabryk, wchodzenie w wieloletnie powiązania kooperacyjne) zapobiega nieprzewidywalnym spekulacjom finansowym.

druga. Powód jest prosty. Obliczanie to znajdowanie wartości funkcji, a więc pewnego obiektu jednoznacznie przyporządkowanego jakiemuś innemu. Brakuje takiego przyporządkowania w sytuacjach obniżających obliczalność społeczną, jak wieloznaczność czy niejasność prawa.

Kwestie mocy obliczeniowej wiążą się z podanym wyżej pojęciem obliczalności praktycznej, ugruntowanym (przypomnijmy) w rozróżnieniu dwóch typów problemów: rozwiązywalnych w czasie wielomianowym i tych, do których rozwiązania konieczny jest algorytm pracujący w czasie wykładniczym. Jak sobie radzić w tym drugim przypadku? Jeden sposób polega na tym, że rezygnujemy z doskonałego algorytmu, który dawałby rozwiązania zupełne i pewne lecz w czasie dla nas nieosiągalnym. Szukamy wtedy innych algorytmów, pracujących znacznie szybciej, lecz za cenę wyników tylko przybliżonych lub tylko prawdopodobnych. Takie rozwiązania stosuje też przyroda, obdarzywszy nasze mózgi programami do rozwiązywania problemów, które nie spełniają warunków teoretycznej niezawodności, ale pozwalają żyć, rozwijać się i rozmnażać dostatecznie licznym zbiorom osobników.

Odpowiednikiem owych rozwiązań ewolucji przyrodniczej są osiągnięcia ewolucji społecznej, która w wyniku długich procesów uczenia się metodą prób i błędów wyposaża jednostki i grupy w schematy zachowań pozwalające na przetrwanie i rozwój. Należą do tych takich rozwiązań reguły językowe, zasady komunikacji społecznej, kodeksy moralne i obyczajowe. Z docenienia tych praw ewolucji bierze się to, co jest racjonalnym jądrem orientacji konserwatywnej. Skoro w tradycji jest utrwalony taki potencjał doświadczeń, to – powiadają konserwatyści – nie należy pochoinnie jej się pozbywać.

Drugi kierunek działania, niezależny od pierwszego, ale nie wykluczający się z nim (co pozwala stosować je łącznie), polega na tym, że w sposób istotny zmniejszamy złożoność zadania przez odpowiednią organizację procesu przetwarzania informacji, czyli procesu obliczeniowego. Są w tym względzie dostępne conajmniej trzy kierunki działania, znowu niezależne wzajem od siebie, a dające się, gdy trzeba, stosować łącznie. Jak zobaczymy, takie łączne zmasowane ich działanie jest możliwe w życiu politycznym dzięki demokracji, a w gospodarczym dzięki właściwościom wolnego rynku. Trzy wspomniane rozwiązania można ująć w trzech pojęciach informatycznych: interaktywność, analogowość, dystrybucyjność.

Podobnie jak pojęcie obliczalności wystąpiło niezależnie w informatyce i w myśli socjologicznej Maxa Webera (1864-1920), tak pojęcia dystrybucyjności oraz interaktywności pojawiają się niezależnie w informatyce i w myśli socjologicznej Friedricha Hayeka (1899-1992). Zajmiemy się najpierw interaktywnością i związaną z nią w tym zagadnieniu cechą analogowości. Następnie podejmiemy kwestię dystrybucyjności.

3.5. Interaktywność i analogowość. Interaktywność polega na tym, że zamiast wyposażać układ w wielką liczbę programów potrzebnych na różne ewentualności, wyposaża się go w receptory, np. kamery, umożliwiające pobieranie danych z otoczenia oraz w program kierujący uczeniem się. Układ uczy się, jak wykonywać zadanie przy tych danych wejściowych, które zostały pobrane z otoczenia, jako że tylko te są niezbędne do rozwiązania problemu w danych aktualnie okolicznościach. Jest to realizacja zasady samosterowania (podstawa działania np. samosterujących rakiet).

Pojęcie samosterowania to dobry klucz do określenia takich koncepcji ustrojowych, jak samorzędność w administracji i polityce czy wolność działań w sferze gospodarki. W odróżnieniu od zarządzania odgórnego sprawowanego przez jeden podmiot centralny, który nie pobiera danych w sposób doświadczalny z otoczenia lecz polega na słanych zdalnie raportach i zdalnie śle polecenia (czasem już nieaktualne po dotarciu do odbiorcy), podmioty lokalne reagują bezpośrednio na zmiany w otoczeniu i nie tracą czasu ani energii na słowne (a więc bardziej

niedoleżne niż bezpośrednia percepcja) zapisywanie informacji, ich przesyłanie do centrali, a potem odbiór i wreszcie interpretację poleceń. Niszczenie takich interaktywnych, będących w bezpośrednim zwariu z otoczeniem, układów lokalnych jest tym, co czyni każdą dyktaturę, czy to gospodarczą (centralne planowanie) czy polityczną, systemem niewydolnym i w dłuższym dystansie skazanym na upadek. Na tej podstawie, co bardziej przenikliwi obserwatorzy przewidywali upadek Związku Radzieckiego.

Są to zalety percepcji bezpośredniej. Ona nie tylko zapewnia większą wiarygodność i szybkość niż ta, która cechuje zdalne raporty słowne, lecz także łączy się z innym niż symboliczny sposobem przetwarzania danych. Jest to *przetwarzanie analogowe*, które jest niezastąpione, gdy trzeba przetwarzać dane tak złożone, że za nimi daleko nie nadąża możliwość opisu słownego.

W taki analogowy sposób żeglarz reaguje na stany wiatru, poruszając żaglami i kołem sterowym. Wyobraźmy sobie, na wzór centralnego planowania, że nie wolno mu wykonać żadnego ruchu, póki nie dokona słownego opisu stanu wiatru i nie prześle go do Centralnego Zarządu Żeglarstwa, gdzie urzędnicy przeanalizują raport i na tej podstawie zakomenderują, jakie ruchy należy wykonać. Morał tej groteski leży w tym, że żaden język nie dysponuje środkami słownymi do oddania niuansów nieskończenie wielu możliwych podmuchów wiatru, jak i w tym, że sporządzenie opisu słownego, gdyby nawet było możliwe, zajęłoby jakąś absurdalną wielokrotność tego czasu, w jakim powinna nastąpić reakcja.

Na to rzekłby może obrońca centralizacji, iż wprowadzić słowny opis, gdy ma być należycie dokładny i szybki, jest tu istotnie niewykonalny, ale można by zrobić rzecz następującą. Zamontować na łodzi czujniki wiatru, które będą reagować analogowo, bo na tym polega odwzorowanie jednej wielkości fizycznej w inną (np. natężenia wiatru w natężenie prądu w czujniku), one zaś przetworzą sygnał analogowy na cyfrowy, prześlą go do centrali, a ta wyśle polecenia zakodowane jako impulsy cyfrowe, które zadziałają bezpośrednio na żagle i koło sterowe. Taka obrona centralizmu ujawniłaby tylko, jak bardzo jest on surrealistyczny. Nawet gdyby opisana procedura była wykonalna, to po co przetwarzać sygnały analogowe w cyfrowe, a potem cyfrowe w analogowe, ponosząc koszty aparatury i pracy urzędników w centrali, jeśli nie gorzej sprawi się bezpośrednia reakcja analogowa ruchów żeglarza na odczucia wiatru? Konieczna też okazałaby się w tym systemie sterowania eliminacja żeglarza, bo jego odbiornik (mózg) nie jest takim urządzeniem do dekodowania sygnałów cyfrowych, jak automat zamontowany przy sterze. Gdy idzie o czynności umysłu, a te stanowią o procesach społecznych, jesteśmy bardzo dalecy od możliwości pomiaru ujmowanych analogowo wielkości, jak siła popytu na pewien produkt w danym miejscu i czasie, czy stopień gotowości do ustępstw u partnera negocjacji; a przecież pomiar taki byłby niezbędny do przekształcania sygnałów analogowych w cyfrowe.

Nie wspominałem w tym kontekście nazwiska Hayeka, ale wisi ono, by tak rzec, w powietrzu. Przytoczyłem bowiem własnymi słowami pewien nerw argumentacji przeciw socjalistycznej doktrynie centralnego planowania. Jest to sposób argumentacji cechujący nie tylko Hayeka, lecz cały ten nurt myśli społecznej, który określa się mianem Austriackiej Szkoły Ekonomicznej, przeciwny interwencji państwa w gospodarkę nie tylko w skrajnej formie centralnego planowania (bronionej żarliwie przez Oskara Langego w jego trwającej trzy dekady polemice z Hayekiem), lecz przeciwny także projektom dyrygowania gospodarką przez państwo wedle projektu tzw. trzeciej drogi czy zbliżonego doń Keynesizmu.¹³

¹³ Ujawnia się przy tej okazji zamęt myślowy biorący się z określeń „prawica, lewica, centrum”, z czym łączy się mówienie o stanowiskach prawicowym i lewicowym jako skrajnych lub radykalnych; w tym zaś domyślna jest pochwała umiarkowania mającego cechować centrum. Taka politologiczna geometria

3.6. Dystrybucyjność a sprawność przetwarzanie informacji. Hayek upatrywał podstawy ekonomii w teorii wiedzy. Da się to obrazowo przedstawić na przykładzie mrowiska. Jest wiedza pojedynczej mrówki i wiedza całego mrowiska. Ludzki obserwator, patrząc na jego funkcjonowanie ma nieprzeparte wrażenie, że twór ten działa według przemyślanego planu, precyzyjnego jak program komputerowy, który począłby się w jednym ogarniającym całość umyśle programisty. Wiemy jednak, że nie ma takiego programisty.

Zagadnieniem tym zajęli się informatycy i zaczęli tworzyć imitujące funkcjonowanie mrowiska programy zwane systemami mrówkowymi. Definiują oni system mrówkowy jako taki, który realizuje algorytmy równoległe, jest rozproszony (dystrybucyjny), wieloagentowy, probabilistyczny, z dodatnim sprzężeniem zwrotnym. Cechy te występują także w funkcjonowaniu ludzkich struktur społecznych, w szczególności wolnego rynku. Zwróćmy najpierw uwagę na cechę dystrybucyjności, która przyciągała w szczególności uwagę Hayeka.¹⁴ Dał temu wyraz w następującym pytaniu.

»Jak to jest możliwe, że łączenie fragmentów wiedzy istniejących w umysłach różnych osób składa się na tego rodzaju całość, że gdyby miało do niej dochodzić w sposób zamierzony, rzecz wymagałaby od kierującego tym procesem umysłu takiej wiedzy, jakiej nie posiada żadna poszczególna osoba?«¹⁵

Odpowiedź Hayeka bierze się z następujących obserwacji na temat funkcjonowania rynku. (1) Każdy uczestnik rynku potrzebuje dla rozwiązywania swych problemów tylko niewielkiego fragmentu wiedzy o gospodarce, w odróżnieniu od centralnego planisty, który musi ogarniać całość gospodarki, a wtedy ma do czynienia z najwyższą złożonością, nie dająca się opanować żadnym algorytmem. (2) Działania poszczególnych uczestników są koordynowane w większą całość za pomocą systemu sygnałów, tworzącego zwartą sieć komunikacyjną (w mrowisku działania mrówek są koordynowane przez sieć sygnałów chemicznych – feromonów).

Tego rodzaju sygnałami są ceny produktów. Każda cena jest funkcją niezliczonych i nieprzewidywalnych czynników (np. cena ropy może nagle podskoczyć w wyniku strajków u eksporterów). Ale nabywca produktu nie musi o tych złożonych splotach zależności wiedzieć, wystarczy że zna wynik końcowy w postaci ceny – jako sygnał, który wysyła mu sprzedawca. Odbiorca zaś ropy, kalkulując cenę wytwarzanych przezeń produktów z tego surowca, wysyła w postaci ceny sygnały do swoich nabywców. Sygnały takie stanowią czynnik koordynujący niezliczone poczynania uczestników rynku w jeden sprawnie działający system.¹⁶

podpowiada mylnie, że w centrum znajduje się coś takiego, jak trzecia droga, co dawałoby jej patent na kojarzoną z centrowością rozwagę. Trudno jednak projekt tak utopijny – chcący przedsiębiorców zastąpić biurokratami – zaliczać do rozsądnych. Rozważny jest natomiast, choćby z racji wsparcia się na wiedzy informatycznej, pogląd skrajny, postulujący daleko posuniętą wolność rynku, maksymalną autonomię samorządów itd.

¹⁴ Cecha wieloagentowości jest omówiona dalej, przy końcu tego fragmentu. Probabilistyczność i dodatnie sprzężenie zwrotne także odnoszą się do funkcjonowania rynku, ale ich omówienie nie mieści się w ramach tego eseju.

¹⁵ »How can the combination of fragments of knowledge existing in different minds bring about results which, if they were to be brought about deliberately, would require a knowledge on the part of the directing mind which no single person can possess?« F.A.Hayek "Economics and Knowledge" in: F.A.Hayek (Ed.) *Individualism and Economic Order*, Chicago University Press, Chicago 1948, strona 54.

¹⁶ Oto jak Hayek pisze o tym procesie. »In abbreviated form, by a kind of symbol, only the most essential information is passed on only to those concerned. It is more than a metaphor to describe the price system as a kind of machinery for registering change, or a system of telecommunications which enables individual producers to watch merely the movement of a few pointers, as an engineer might watch the hands of a few

Mamy więc niewątpliwie do czynienia z tym, co informatycy zaliczają do kategorii przetwarzania danych rozproszonego lub równoległego (terminy te bywają używane zamiennie). *Przetwarzanie rozproszone* polega na jednoczesnej pracy wielu komputerów nad jednym problemem. W uproszczeniu wygląda to tak, że komputery pobierają pewną porcję danych z serwera, wykonują zaprogramowane obliczenia, po czym przesyłają rezultaty swojej pracy z powrotem do serwera.

W tym modelu przetwarzania, gdy go zastosować do rynku, poszczególne komputery odpowiadają przedsiębiorcom, odpowiednikiem zaś serwera jest jakiś segment rynku. Można go przykładowo skonkretyzować w postaci giełdy, gdzie ceny akcji są wynikową funkcją ogromnej liczby zmiennych wejściowych dostarczanych do serwera przez poszczególnych graczy w postaci decyzji zakupu lub sprzedaży papierów.

Te same zalety, które przypisuje się przetwarzaniu rozproszonemu dadzą się odnieść do atrybutów wolnego rynku pojętego jako kolektywny procesor danych ekonomicznych. Oto niektóre z tych zalet:

- (a) szybszy dostęp do informacji - użytkownik końcowy pracując jedynie z podzbiorem informacji, ma szybszy do nich dostęp niż do zasobów w modelu centralnym;
- (b) szybsze przetwarzanie – system rozproszonych baz danych umożliwia przetwarzanie danych w różnych miejscach;
- (c) możliwość rozbudowy – dodawanie nowych węzłów odbywa się bez zaburzeń dla istniejącej struktury przetwarzania;
- (d) ułatwiona komunikacja – ośrodki lokalne, będąc jednostkami mniejszymi i znajdującymi się w terenie, którego dotyczy przetwarzanie danych mają lepszy dostęp do informacji;
- (e) odporność na awarie – o ile w modelu centralnym uszkodzenie głównego systemu powoduje załamanie się całego systemu informatycznego, o tyle w przetwarzaniu rozproszonym awaria jednego węzła nie wpływa na pracę pozostałych.¹⁷ Każdy z powyższych punktów coś wnosi do charakterystyki przetwarzania informacji w procesach rynkowych.

3.7. Globalna pomyślność a światopogląd informatyczny. Pomyślność należy rozumieć szeroko, odpowiednio do treści angielskiego *well-being*. Składa się na nią dobrobyt materialny, praworządność, bezpieczeństwo, wolność, wykształcenie, uczestnictwo w kulturze, możliwości rozwoju duchowego. Pomyślność globalna zależy od współpracy międzynarodowej pod egidą takich instytucji, jak Światowa Organizacja Handlu czy Bank Światowy, ale bardziej jeszcze od tego, jak inteligentne są państwa będące aktorami globalizacji.

Inteligentne państwo może zaistnieć tylko wtedy, gdy rzesza obywateli i elita władzy odznaczają się wysoką kulturą informatyczną. Na tę kulturę składa się nie tylko wiedza teoretyczna i praktyczne umiejętności, lecz także filozofia, dla której stosowne będzie określenie: *światopogląd informatyczny*. Jego metafizyczny fundament można odnaleźć w zdaniu Leibniza wziętym za motto tego eseju: *gdy Bóg rachuje, staje się świat*. Kto nie chce wzywać imienia Boga nadaremno, może zastąpić podmiot tego zdania jakąś inną nazwą; Stanisław Lem mawia o mocy obliczeniowej przyrody, czym zasila krąg rzeczników światopoglądu informatycznego. Jego istotą jest przekonanie, iż rzeczywistość stanowi system obliczeniowy, przy czym w jednej

dials, in order to adjust their activities to changes of which they may never know more than is reflected in the price movement.« *Individualism and Economic Order*, University of Chicago Press, Chicago 1948, strona 86n. Termin „distributed knowledge” został wprowadzony przez innych autorów, ale z intencją oddania myśli Hayeka.

¹⁷ Zob. Piotr Kowalski, *Przetwarzanie centralne czy rozproszone?* [w:] *Informatyka*, nr 3/1998.

wersji tej filozofii (Ed Fredkin, Frank Tipler, Stanisław Lem) system ten wykonuje tylko obliczenia algorytmiczne, wedle innych – także superalgorytmiczne. Prekursorka względem tej wizji świata jest *Monadologia* Leibniza, wedle której rzeczywistość składa się z nieskończonej liczby monad, to jest, doskonale skoordynowanych między sobą wzajem automatów do przetwarzania informacji.

Na czym polega udział światopoglądu informatycznego w rozwiązywaniu głównego problemu globalizacji, którym jest najbardziej efektywna w skali globalnej alokacja zasobów ekonomicznych?

Jest on u podstaw propozycji ustroju gospodarczego, które w uproszczeniu da się sprowadzić do dwóch. Jedną z nich jest *liberalizm*, postulujący maksymalizację wolności jako warunek wzrostu obliczalności i mocy obliczeniowej, drugą jest *etatyzm*, mający odmianę socjalistyczną i odmianę nacjonalistyczną.¹⁸

W formułowaniu i rozwiązywaniu zagadnień składających się na ów spór trzeba uwzględnić kilka zdumiewających osiągnięć nauki dwudziestego wieku powiązanych, jak zobaczymy, ze światopoglądem informatycznym. Trzy z nich biorą początek z idei i wyników jednego i tego samego Johna von Neumanna (1903-1957), matematyka, logika i fizyka urodzonego w Budapeszcie, jednym z najżywszych wtedy umysłowo miast Europy, w żydowskiej rodzinie bankierskiej (bank ojca finansował inwestycje w automatyzację przemysłu), ukształtowanego naukowo w Niemczech (logiczna Szkoła Hilberta), którego karierę uwieńczyły niezwykle osiągnięcia, zaliczane do nauki amerykańskiej. Są to następujące konstrukcje i teorie.

— (1) Maszyna cyfrowa, dziś zwana komputerem, skonstruowana nie bez inspiracji drugiego „ojca komputerów” Alana Turinga.

— (2) Matematyczne ujęcie gier, w tym hazardowych, zastosowane jako model interakcji społecznych, w szczególności ekonomicznych, dokonane wspólnie z Oskarem Morgensternem, przedstawicielem (jak Hayek) Austriackiej Szkoły Ekonomicznej.¹⁹

— (3) Stworzona wspólnie z polskim matematykiem Stanisławem Ulamem teoria automatów komórkowych, które tak jak maszyna Turinga potrafią rozwiązywać wszelkie problemy matematyczne (w zakresie tzw. funkcji obliczalnych), a znacznie efektywniej niż ona wywiązują się z modelowania procesów ewolucyjnych w przyrodzie i społeczeństwie.

Teoria gier, zainicjowana w 17 wieku w związku z zagadnieniami prawdopodobieństwa, jest od ponad pół wieku głównym i standardowym narzędziem modelowania matematycznego procesów gospodarczych i społecznych. Choć data jej pojawienia się bliska jest dacie narodzin komputera, zrazu te dwa nurty rozwijały się niezależnie, gdyż pierwsze komputery z ich nikłą mocą obliczeniową nie były w stanie odtwarzać zawrotnej złożoności zjawisk społecznych.

Z czasem wzrosła możliwość stosowania komputerów do symulacji zjawisk społecznych z pomocą modeli matematycznych, w tym modelu teorio-growego, ale eksplozja badań i wyników nastąpiła dopiero od momentu, gdy automaty komórkowe okazały się być znakomitym narzędziem modelowania ewolucji. Stało się to za sprawą *Gry w Życie*, którą wymyślił brytyjski matematyk John Conway (publikacja w październiku 1970 w *Scientific American*). Po-

¹⁸ Rozróżnienie tych odmian, choć skądinąd znaczące, w obecnych rozważaniach nie będzie dalej potrzebne. Obie formacje etatystyczne głoszą podobne projekty interwencji państwa w gospodarkę, z tym że tzw. prawica (nacjonalistyczna) postuluje także interwencję państwa w sferę wyznawanych przez obywateli wartości, gdy tzw. nowa lewica (odżegnująca się od komunizmu) optuje na rzecz pluralizmu i tolerancji.

¹⁹ John von Neumann and Oskar Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, 1944.

lega ona na stosowaniu określonych reguł dla każdego kwadratu reprezentującego komórkę na płaszczyźnie, którą można sobie wyobrazić na wzór szachownicy. Są to następujące reguły.²⁰

Każdy czarny kwadracik (komórka) jest żywy. Każda biała komórka jest martwa. — Każda komórka ma ośmiu sąsiadów. — Każda komórka może jako żywa przejść do następnej generacji, jeżeli jej dwóch lub trzech sąsiadów to żywe komórki. — Jeśli więcej niż trzy (zatłoczenie) lub mniej niż dwie (izolacja) sąsiednie komórki są żywe, to komórka umiera. — Każda martwa komórka może zostać ożywiona, jeżeli jej trzech sąsiadów to żywe komórki.

Takie proste reguły określają proces będący modelem losów kolejnych pokoleń komórek, a więc proces ewolucyjny. Gra Conwaya nie pretenduje do tego, żeby symulować prawa rządzące realnym życiem. Ma ona podpowiedzieć metodę takich symulacji, które będzie się tworzyć, odpowiednio formułując reguły na miarę posiadanej wiedzy biologicznej; ma także uświadomić (co czyni imponująco), jak wielką złożoność i jak nieoczekiwane wyniki da się uzyskać stosując tych kilka reguł. Automat komórkowy jest równoważny maszynie Turinga, ale dalece góruje nad nią sprawnością w modelowaniu procesów ewolucyjnych.

Gra w życie dała początek rozległemu działowi informatyki pod nazwą *Sztuczne Życie*, a ten utworował drogę kolejnemu działowi – *Sztuczne Społeczeństwo*. W tym drugim modeluje się procesy społeczne, których aktorzy, indywidualni lub grupowi, są reprezentowani przez komórki, a dotyczące ich reguły są zasadami interakcji społecznych. I tu spotyka się von Neumanna teorią automatów z von Neumanna teorią gier jako modelem społecznych interakcji, w tym walki i konkurencji (choć sam von Neumann spotkania tego nie przewidział).

I jeszcze nurt trzeci. Jak rzeka potężniejsza dzięki nowym dopływom. informatyka rozrasta się jeszcze w ten sposób, że z technologią Sztucznego Życia łączy technologię *programów wielo-agentowych*. Ich związek powstaje stąd, że reguły interakcji tak się dobiera, żeby agentom (aktorom), kreowanym przez odpowiednie oprogramowanie, zapewniały kooperatywność czyli zdolność do współdziałania z innymi agentami oraz autonomiczność czyli zdolność do samodzielnego rozwiązywania problemów; a to są szczególnie pożądane cechy aktorów globalizacji.²¹

Programy wielo-agentowe znalazły zastosowanie szczególnie w ekonomii, gdzie reguły interakcji są bardziej uchwytnie niż w innych naukach społecznych; stąd powstała na przecięciu z informatyką nowa gałąź ekonomii zwana ACE – *Agent-based Computational Economics*. W tym punkcie następuje spotkanie z myślą Friedricha Hayeka. Autorzy praktykujący ACE powołują się na inspirację Hayeka, powiadając, że jest to gałąź ekonomii, w której znajdują zastosowanie jego intuicje metodologiczne (*an application of Hayek's methodological insights*).²²

Na gruncie tych osiągnięć wyrastają kolejne pytania. Czy to, co było dotąd przedmiotem intuicji (jak u Hayeka) da się sprawdzić eksperymentalnie metodą komputerowej symulacji operującej modelem automatów Komórkowych, w którym komórki reprezentujące Agentów zachowywałyby się wedle reguł matematycznej teorii Gier i decyzji? Oznaczmy taką procedurę obliczeniowo-eksperymentalną skrótem KAG (od wyrazów wskazanych inicjałami). Czy przy

²⁰ Zobacz www.alife.pl/portal/articles/p/piowarczyk1.html, jak również stronę www.math.com/students/wonders/life/life.htm. W sprawie zastosowań w naukach społecznych zob. www.calculumus.org/neumann/. Summę wiedzy o automatach komórkowych i ich zastosowaniach stanowi monumentalna książka Stephena Wolfram *A New Kind of Science*, Wolfram Research, 2002.

²¹ Por. M.Wooldridge and N.Jennings, *Intelligent agents: Theory and practice* [w:] *The Knowledge Engineering Review*, 10(2), 1995.

²² Nicolaas J. Vriend, *Was Hayek an Ace?* [w:] *Southern Economic Journal* 2002, 68(4), 811-840, strona 1.

całej swej zmyślności KAG wystarczy, żeby definitywnie rozstrzygnąć spór między liberalną myślą Hayeka i innych a podejściem etatystycznym Oskara Langego (wersja komunistyczna) czy Maynarda Keynesa (wersja socjaldemokratyczna), czy wreszcie aktualnych nurtów nacjonalistycznych?²³ To, że arbitraż historii przesądza zdaniem wielu na rzecz Hayeka, nie wystarczy do rozstrzygnięcia sporu ani na płaszczyźnie akademickiej ani politycznej. Rzecznicy innych rozwiązań zawsze wynajdą jakieś niedoskonałości modelu liberalnego, poczem posłużą się argumentem „gdybającym”, że gdyby po zdobytych doświadczeniach i w nowych warunkach realizować ich idee, odniosłyby one sukces (tak czynią np. Cottrell i Cockshott, cytowani w przypisie 23). Otóż – i tu jest nowa szansa nauk społecznych – pozwólmy opcji etatystycznej realizować się w rzeczywistości wirtualnej za pomocą procedury KAG. Oczywiście, analogiczna symulacja dotyczyłaby opcji liberalnej; wtedy mielibyśmy wiarygodne porównanie wyników bez abstrahującego od realnych zaszczości gdybania. Jeśli dałoby się opisać eksperyment przeprowadzić, a zarazem istniałby elektorat na tyle wykształcony, żeby wyniki te rozumieć, to przy urnach wybierałby opcję wygrywającą w owym modelowym pojedynku. Czy jednak można spodziewać się wiarygodnych modeli, bez deformujących uproszczeń, skoro gigantyczna złożoność realnego życia nigdy dotąd nie pozwoliła na uzyskanie modeli w pełni realistycznych? Spróbujmy rozważyć tę rzecz raz jeszcze, tym razem w świetle prawa Moore’a.

3.8. Szansa na pokonanie złożoności przez nieograniczony wzrost mocy obliczeniowych. Prawo Moore’a a światopogląd informatyczny. Z punktu widzenia ekonomii warte namysłu jest spostrzeżenie św. Augustyna, że zaspakajanie potrzeb materialnych osiąga próg nasycenia kładący tym potrzebom kres, podczas gdy dla potrzeb duchowych żaden taki kres nie istnieje. Rzeczy tak się mają nie tylko w sferze wzrostu potrzeb lecz także wzrostu możliwości.

Co się tyczy ograniczenia wzrostu możliwości w sferze materialnej, klasycznym przykładem jest wzrost liczbowy populacji zwierzęcej limitowany zasobami możliwej do zdobycia żywności, partnerów, przestrzeni itp. Nie ma natomiast takiego limitu na wzrost tego, co było tu wcześniej (fragment 1.1) nazwane potencjałem informatycznym, a więc wiedzy, umiejętności, mocy obliczeniowej. Tej drugiej sfery dotyczy prawo Moore’a.

Zostało ono pierwotnie sformułowane tylko w odniesieniu do lawinowego wzrostu mocy obliczeniowej, ale w miarę postępującej nad nim refleksji dokonuje się uogólnienie dotyczące całości tego, co zostało wyżej określone jako potencjał informatyczny. Gordon Moore to wynalazca obwodów scalonych i szef Intela, słynnego producenta procesorów. Już w roku 1958, choć komputery były jeszcze w powijakach, Moore ogłosił wynik swych obliczeń, że wielkość tranzystorów zmniejsza się w sposób wykładniczy: co roku dwa razy więcej tranzystorów mieści się na takiej samej płytce procesora, co podwaja moc obliczeniową. W aktualnej postaci prawo

²³ Twórczość Oskara Langego, wybitnego polskiego ekonomisty orientacji socjalistycznej, jest dla obecnych rozważań szczególnie znacząca, ponieważ to u niego, zwłaszcza w tekstach polemizujących z Hayekiem, centralną rolę pełni pojęcie mocy obliczeniowej. Lange bronił tezy, że centralne planowanie socjalistyczne jest praktycznie wykonalne pod warunkiem dysponowania przez planistę odpowiednio wielką mocą obliczeniową, którą spodziewał się uzyskać dzięki komputerom – takim, jakie znał w latach 60-tych. Ten ważny wątek jedynie sygnalizuję, szersze omówienie przekraczałoby ramy niniejszego tekstu. Założenia teorii Langego zawiera jego praca *On the Economic Theory of Socialism* [w:] *Review of Economic Studies* 4(1): 53-71, October 1936, oraz 4(2): 123-142, February 1937; w formie książkowej wydane przez University of Minnesota Press, 1938, przedruk McGraw-Hill, 1964. Obszerne omówienie dyskusji wokół Langego, dokonane z pozycji jego zwolenników, zawiera artykuł: Alin Cottrell W.Paul Cockshott: *Calculation, Complexity and Planning: The Socialist Calculation Debate Once Again* [w:] *Review of Political Economy*, vol.5, no.1, July 1993, 73-112.

Moore'a powiada, że *moc obliczeniowa maszyn liczących podwaja się co dwa lata, zarazem podwaja się szybkość ich działania* (przy tej samej cenie).

Uogólnienie prawa Moore'a, obejmujące nie tylko elektroniczne maszyny cyfrowe (jak u samego Moore'a) lecz wszelkie urządzenia do przetwarzania informacji w okresie 1900-2000, dał Ray Kurzweiler. Zauważył on, że zachodzi nawet przyspieszenie przyspieszenia, bo na początku wieku podwajanie następowało co trzy lata, w okresie 1950-1970 co dwa lata, a obecnie co półtora roku.²⁴

Zestawmy to z badaniami tej szkoły historyków nauki, której inicjatorem był Derek J. de Sollo Price. Pochodzi od niego prawo w tym podobne do prawa Moore'a, że też dotyczy dziedziny informacji, mianowicie wiedzy naukowej, i też stwierdza w tej dziedzinie wzrost wykładniczy. To znaczy (mówiąc swobodnie) taki, że im liczba rosnąca jest większa, tym szybciej rośnie (por. wyżej uwagi o algorytmach pracujących w czasie wykładniczym, fragm. 3.1). Sprawdza się to na każdym wskaźniku z historii nauki, jak przyrost liczby uczonych, publikacji, tytułów czasopism itd. Np. poczynając od roku 1750 liczba periodyków naukowych w świecie wzrastała dziesięciokrotnie w ciągu każdego półwiecza. W USA wszelkie wskaźniki liczbowe charakteryzujące stan nauki podwajają się co dziesięć lat.²⁵

Gdy wzrost wykładniczy jest cechą procesu fizycznego, wnet napotyka bariery ze strony czynników środowiskowych, np. brak żywności dla rozmnażającego się stada, toteż zachodzi on tylko w pewnych przedziałach czasu, niekiedy periodycznie. Wzrost cechujący procesy informatyczne jest znacznie mniej hamowany przez czynniki fizyczne. Z tej jednak racji, że wymaga zasobów czasu, przestrzeni etc., a te są ograniczone, także on podlegałby konieczności zwolnienia lub wyhamowania. Ta oczywistość jednak ma przeciw sobie zadziwiające fakty. Na przykład, gdy idzie o wzrost nauki, za istotny czynnik limitujący uznawano pół wieku temu rosnącą trudność znajdowania danych naukowych przy lawinowym napływie produkowanych informacji. W najbardziej wybujałych marzeniach nie przychodziło ludziom do głowy, że programy internetowe będą dostarczać natychmiast wiadomości na każdy wybrany temat, przeglądając w sekundach miliony dokumentów w zasobach informacyjnych całego globu.

Pytanie, czy podobne przełomy, które zapobiegłyby załamaniu się wzrostu wykładniczego, mogą się zdarzyć w przyroście mocy obliczeniowej, stanowi żywoty problem metodologii nauk. Wiadomo, że miniaturyzacja procesorów zderzy się z ograniczeniami fizycznego świata, jak ziarnistość materii. Ale oto pojawiają się w polu widzenia nowe technologie, które będą napędzać wzrost mocy obliczeniowej inaczej niż drogą miniaturyzacji. Są w perspektywie komputery optyczne, krystaliczne, pracujące na DNA, wreszcie kwantowe (których moc obliczeniowa przekracza najśmielszą wyobraźnię).

Czy w którymś punkcie tego wzrostu moc stanie się tak wielka, że podoła wyzwaniu, jakim jest gigantyczna złożoność procesów społecznych? Jeśli tak, to przyjdzie czas, gdy spór liberalizmu i etatyzmu da się traktować eksperymentalnie procedurą KAG (zob. wyżej, fragment 3.7) czy jeszcze inną, która powstanie do tego czasu. Jakkolwiek bowiem wielka byłaby złożoność zjawisk społecznych, rodząca na danym etapie nieobliczalność praktyczną, wyraża się ona liczbą skończoną. A wtedy w którymś punkcie niekończącego się wzrostu mocy obli-

²⁴ Do tego miejsca dane o prawie Moore'a są zaczerpnięte z Ryszkiewicza *Życie wieczne wirtualne* [w:] *Wiedza i Życie*, luty 2005, nr 2.

²⁵ Zob. Derek J. de Sollo Price, *Węzłowe problemy historii nauki*, PWN, Warszawa 1965, seria Omega, tłum. Halina Kraheńska, rozdział 5. Oryginał: *Science since Babylon*, Yale University Press, 1961. Prawidłowości te dały się zauważyć także w Polsce, zarówno w okresie 1918-1939, jak 1944-1974; omawiam je w artykule *Przemiany koncepcji uniwersytetu w okresie trzydziestolecia PRL* [w:] *Roczniki Uniwersytetu Warszawskiego*, 1975.

zeniowej, moc ta okaże się dostatecznie wielka, żeby owej złożoności należycie sprostać, choć uchodziła ona dotąd za źródło praktycznej nieobliczalności.

Skąd jednak brać przekonanie, że gdy moc obliczeniowa ma się zmierzyć ze złożonością, której przy danych czynnikach, limitujących wykładniczy wzrost mocy pokonać się już nie da, to jakieś nowe odkrycie czy wynalazek pozwoli znowu próg ów pokonać? Przekonanie to jest częścią takiego światopoglądu informatycznego, w którym funkcjonuje pojęcie mentalnych programów superalgorytmicznych. To one uzdalniają umysł ludzki, w momentach, gdy możliwości algorytmiczne i materialno-techniczne zdają się wyczerpywać, do znajdowania nowych niespodziewanych rozwiązań i w abstrakcyjnej sferze algorytmów i w materialnej sferze techniki.

Popatrzmy, jakie byłyby tego praktyczne konsekwencje dla aktorów globalizacji, w szczególności dla państw, ich elit decydenckich oraz elektoratów. Spór między liberalizmem i etatyzmem, rozpisany na szczegółowe kwestie (podatki, ubezpieczenia itd.) dotyczy – zgódźmy się – materii tak złożonej, że w obecnym stanie mocy obliczeniowych nie da się ująć adekwatnie w żadnym modelu obliczeniowym. Ale przy wykładniczym wzroście mocy obliczeniowej, który nam zapewnia prawo Moore'a wsparte przekonaniem filozoficznym, iż limitujące go co pewien czas progi będą pokonywalne, możemy być spokojni, że spór zostanie rozstrzygnięty ekperymentalnie w świecie wiernie oddających rzeczywistość modeli obliczeniowych, przestając być kwestią ideologiczną. Zamiast eksperymentów na żywym ciele społeczeństwa, z okrucieństwem rewolucji i klęskami poronionych projektów, rzecz rozsądzi, i to konkluzywnie, eksperyment odwzorowujący w modelach cyfrowych konkurencyjne rozwiązania ustrojowe.

Państwo realizujące wzorzec ustrojowy, który zwycięży w takim eksperymencie okaże się państwem inteligentniejszym niż to, które postawi na wzorzec przeciwny. A że państwa grają główne role w koncercie gospodarki globalnej, im więcej takich aktorów wniesie doń wysoką inteligencję, czyli wysoką obliczalność i moc obliczeniową, z tym większą dla wszystkich stron korzyścią będzie on się rozgrywać. Przybliżyć świat do tego stanu – oto wyzwanie dla nauk społecznych, gdy zostaną wyposażone w potężną technologię obliczeniową. Do takiej technologii jest jeszcze może daleko, a i świadomość jej potrzeby jest wśród badaczy nikła (zwłaszcza w kraju Sarmatów). Co do pierwszej obiekcji, mamy podstawy wierzyć, że góra lodowa praktycznej nieobliczalności będzie coraz bardziej topnieć dzięki nieograniczonemu rośnięciu w sposób wykładniczy mocy obliczeniowej.

Co się zaś tyczy drugiej, to nadzieja w sztafecie pokoleń. Przyszłe generacje badaczy zjawisk społecznych będą w zagadnieniach przetwarzania informacji czuć się jak u siebie w domu. Wspomnijmy więc na koniec, jak to w erze przedinformatycznej, gdy umysł i potencjał informacyjny nazywano duszą, apelował poeta do ówczesnej nowej generacji:

*Szukajcie nowych nieodkrytych dróg!
Za każdym krokiem w tajniki stworzenia
Coraz się dusza ludzka rozprzestrzenia ...*

Dziś wiemy, że rozprzestrzenia się według wzoru na nieograniczony wzrost wykładniczy.