

## Wolny rynek jako system przetwarzania informacji Uwagi w nawiązaniu do sporu Hayek-Lange<sup>1</sup>

### Prolog: kilka pytań do zwolenników centralnego planowania gospodarczego.

- 1. Czy stosując w ekonomii modele matematyczne robicie użytek tylko z tych teorii matematycznych, o których wiecie, że są rozstrzygalne?
- 2. Czy macie oszacowaną złożoność obliczeniową problemów decyzyjnych centralnego planisty?
- 3. Jeśli tak, czy macie pewność, że złożoności algorytmów rozwiązujących te problemy nie pozbawia waszych algorytmów obliczalności praktycznej, tj. zależnej od dostępnych zasobów czasu i pamięci?
- 4. Czy symulacjom na potrzeby centralnego planowania towarzyszą metody obliczania nakładów czasu i energii społecznej w procesie przesyłania i przetwarzania informacji?
- 5. Jeśli tak, to czy są to nakłady nie większe niż w sytuacji spełniania tych funkcji przez rynek?

Trzeba zadawać takie pytania, nawet jeśli topnieje liczba zwolenników centralnego planowania. Płodne jest bowiem poznawczo badanie przypadków granicznych, a w spektrum rozwiązań ekonomicznych jest takim przypadkiem centralne planowanie socjalistyczne. Jeśliby na te pytania dało się odpowiedzieć zasadnie w sposób twierdzący, świadczyłoby to o możliwości stosowania socjalistycznego rachunku ekonomicznego, jaki proponował Oskar Lange. Odpowiedzi zaś przeczące uzasadniają opcję gospodarki rynkowej – w duchu Friedricha Hayeka, który istotę liberalizmu upatrywał w przypisywaniu rynkowi roli najlepszego z możliwych systemu przetwarzania i przekazywania informacji ekonomicznej.

## 1. Modele matematyczne w ekonomii a naiwny optymizm kalkulacyjny

**1.1.** Mniej oficjalny tytuł tego odczytu mógłby brzmieć: *o tym, jak złożoność obliczeniowa pokonała realny socjalizm*. Wśród kandydatów do tej zasługi jest Jan Paweł II, Ronald Reagan i parę innych osobistości, ale ów abstrakcyjny obiekt – złożoność obliczeniowa – ma największe szanse na zajęcie pierwszego miejsca w konkursie.

Dlaczego dla metodologii nauk społecznych tak ważny jest fakt upadku gospodarki socjalistycznej? Jest to, oczywiście, wielki temat dla historyków, ekonomistów czy politologów, ale czy aż tak doniosły dla metodologii nauk?

Żeby docenić ważność tego faktu, trzeba zestawić dwa nurty w metodologii nauk: modelowanie matematyczne w ekonomii oraz problemy rozwiązywalności algorytmicznej. Spotkanie tych nurtów jest naturalne z merytorycznego punktu widzenia, ale trzeba w tym celu przekroczyć bariery między izolowanymi kręgami specjalistów. Jeden z nich praktykuje modele matematyczne w ekonomii, drugi uprawia logiczno-matematyczne zagadnienia rozstrzygalności, z którymi sąsiaduje informatyczna dziedzina złożoności algorytmicznej. Pierwszy z nich, modelowanie matematyczne zjawisk ekonomicznych, nie mógł nie uwzględnić w spektrum modeli przypadku granicznego, jakim jest model centralnego planowania.

Tak więc, idea planowania gospodarczego zrodziła się nie tylko w głowach ideologów i polityków. Przywołuje się w niej jako zaplecze teoretyczne część potężnego nurtu ekonomii neoklasycznej, jaką była szkoła lozańska Walrasa i Pareto. Mówiąc jeszcze dokładniej, pewne odgałęzienie szkoły lozańskiej, w którym dominuje twórczość Oskara Langego, jest tym, co stanowi wspomniane zaplecze.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2003-2006 jako projekt pt. *Nierozstrzygalność i algorytmiczna niedostępność w naukach społecznych*, nr 2 H01A 030 25.

<sup>2</sup> Ekonomię neoklasyczną zapoczątkowały niezależnie od siebie prace C. Mengera (*Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*, 1871), inicjatora szkoły austriackiej, S. Jevonsa (*Theory of Political Economy*, 1871), który

Przejście od wysoce abstrakcyjnych modeli matematycznych do praktyki gospodarczej realnego socjalizmu łączyło się z pewną interesującą osobliwością metodologiczną. Żeby zdać z niej sprawę, trzeba mieć na uwadze, że są fikcje, które nas oddalają od rozumienia świata (symbolizują je urojenia Don Kichota) i są fikcje pomocne czy wręcz niezbędne poznawczo. Tymi drugimi po mistrzowsku operuje nauka, stosując w eksperymencie myślowym modele świadomie kontryfakcyjne. W gruncie rzeczy, modelem kontryfakcyjnym jest mapa terenu, bo wbrew faktycznej trójwymiarowości świata jest dwuwymiarowa; takich rysów nierealistycznych jest w mapie więcej, a mimo tego orientuje nas ona niezawodnie w rzeczywistym terenie. Trzeba tylko mieć klucz do interpretacji modelu.

O klucz taki jest trudniej dla abstrakcyjnych modeli matematycznych, i tu pojawia się owa osobliwość, którą można określić jako *naiwny optymizm kalkulacyjny*.

**1.2.** Osobliwość ta jest w gruncie rzeczy naiwnością, polegającą na niedoszacowaniu dystansu między modelem a rzeczywistością. Dystansu, który jeśli ma być pokonany, to przez wprowadzanie do modelu iluś zmiennych pominiętych w wersji wyjściowej. To zaś wymaga nowych, czasem gigantycznych, obliczeń, które mogą być niewykonalne przy dostępnych zasobach czasu, mocy procesorów, pojemności pamięci itd. Wtedy optymistyczne przekonanie o możliwości kalkulacji okazuje się rzeczą naiwną.

Typowym powodem tego złudzenia jest niedocenienie skali złożoności procesów ekonomicznych. Rozważmy dla porównania sytuację, w której konstruktor projektowałby pojazd nie uwzględniając czynnika tarcia. Tłumaczyłby to istnieniem teoretycznego modelu, który pozwala trafnie obliczyć parametry ruchu przy założeniu braku tarcia. W tej skali złożoności, jaką operuje mechanika, rzecz łatwo naprawić wprowadzając jeszcze jedną zmienną do równań ruchu. Obliczenia staną się bardziej złożone, ale pozostaną w tej samej strefie rachunkowej wykonalności, co przedtem.

Co jednak się stanie, jeśli teoretyk, aby w swym uproszczonym modelu zdążyć coś policzyć jeszcze za życia musi pominąć setki lub tysiące zmiennych? Albo przyjąć, że zależności są liniowe, podczas gdy w gruncie rzeczy są nieliniowe? Albo abstrahować od jednego tylko czynnika, ale tak istotnego, jak czas, i przyjąć, że przesyłanie i przetwarzanie informacji dokonuje się w czasie zerowym? Przykłady te wskazują, w którym punkcie załamuje się porównanie równań mechaniki i równań ekonomii, a wraz z tym optymizm kalkulacyjny ekonomisty. Złożoność układów, do których opisu on zmierza tak dalece przewyższa złożoność systemów mechanicznych, że nie wchodzi w grę przybliżenie modelu do rzeczywistości przez dołączenie pominiętych wcześniej zmiennych. Prowadziłoby to bowiem do nie dającej się opanować eksplozji obliczeniowej.

Nie znaczy to, iż ekonomista produkujący modele tak uproszczone, że wręcz kontryfakcyjne, oddaje się działalności bezużytecznej. Do natury tego rodzaju eksperymentów myślowych należy pomijanie pewnych realnych czynników; pozwala to skoncentrować się na innych, uznanych za istotniejsze, i dzięki temu uchwycić zachodzące między nimi zależności. Tak uzyskane prawa czy hipotezy są przeznaczone do roli przesłanek w rozumowaniach, gdzie inne z kolei przesłanki czerpane są z obserwacji zachodzących realnie stanów rzeczy. Nie traktuje się więc modelu jako obrazu rzeczywistości lecz jako pomoc w uchwyceniu niektórych jej rysów.

Niekiedy jednak model zawodzi i w takiej ograniczonej roli, a wśród istotnych tego powodów jest ingerencja fałszywych założeń filozoficznych. Spektakularnym na to przykładem jest załamanie się prognoz Klubu Rzymskiego, które wspierały się na bogatym materiale dostarczonym przez statystyki oraz tworzone komputerowo modele matematyczne. U podstaw tej prognozy znalazło się założenie, że odkrycia naukowe, rozwiązania techniczne i uczenie się na doświadczeniach niczego

---

zainicjował szkołę brytyjską, oraz i L. M. E. Walrasa (*Éléments d'économie politique pure*. 1873-77), pierwszego z ekonomistów szkoły lozańskiej. Wśród autorów wspomnianych w obecnym tekście znajduje się wybitny przedstawiciel szkoły lozańskiej V. Pareto i trzech luminarzy austriackiej: L. von Mises, F. Hayek i O. Morgenstern.

nie są w stanie zmienić w nieubłaganym trendzie degeneracyjnym; to znaczy, trendzie do szybkiego wyczerpywania się zasobów i niszczenia środowiska naturalnego. Metodologiczny błąd w ekstrapolacji splótł się tu z pewnym rodzajem filozoficznego materializmu, który koncentrując się na czynnikach fizycznych, pominął (jak kiedyś Karol Marks) rolę wynalazczości, a więc czynnika duchowego, w procesach ekonomicznych.

Żeby pełniej przedstawić ryzyko destrukcyjnych oddziaływań filozoficznych, powołałam się na tytuł jednej z dawniejszych konferencji z tego samego cyklu, do którego należy obecna. Brzmiał on: *Sensy i nonsensy w nauce i filozofii*. Zauważmy, że zarówno sensy jak i nonsensy nie muszą chadzać osobno w nauce i osobno w filozofii. Często powstają one, i nie przypadkiem, na obszarze przenikania się tych dziedzin. Nonsensy ekonomiczne, które dobitnie zostały udokumentowane przez katastrofę centralnego planowania, miały głębokie źródła w filozofii. Niektóre wywodzą się jeszcze z filozofii scholastycznej, jak marksowska teoria wartości czyli nauka o sprawiedliwej cenie (*justum pretium*; nie bez racji Tawney [1926] nazywa Marksa ostatnim scholastykiem). To, co nie musiało nawet być nonsensem w średniowiecznej etyce gospodarczej, jawnie nim się staje w czasach, gdy nie ilość robotniczego potu, ale myśl techniczna wpływa decydująco na wartość produktu.

Żeby nonsens uzyskał wpływ na ludzkie myślenie, musi mieć pożywkę w skłonności do jakiegoś błędu dającej się psychologicznie wytłumaczyć.

Jednym z takich błędów jest *bezzasadna ekstrapolacja*. Skłonni jesteśmy uważać, że gdy coś jest dobre, to im więcej tego będzie, tym lepiej. Dobrze jest mieć pieniądze, tym lepiej zatem, im więcej się ich posiada; mitologiczny tego archetyp mamy w opowieści o pożądaniu złota przez króla Midasa. Takie myślenie jednak w oczywisty sposób nieraz zawodzi: dobra jest kąpiel w ciepłej, ale nie wtedy, gdy temperatura wody zbliży się do 100°C. Otóż dobrem niewątpliwym jest przemyślane oddziaływanie państwa na gospodarkę. Nie może ona funkcjonować, jeśli nie było stworzonych przez państwo ram prawnych, podatków, nakładów na infrastrukturę, oświatę, bezpieczeństwo. Ale te dobroczynne skutki nie znaczą, że im więcej państwa w gospodarce, tym lepiej. Defekt takiego rozumowania widać np. u takiego supermarksowskiego ekonomisty, jak Otto Neurath, powołującego się na fakt, że totalna interwencja państwa zdawała egzamin w gospodarce stanu wojny; wnosił stąd, że ten typ gospodarki należy utrwalić po wsze czasy. Mamy tu ekstrapolację liniową, nie liczącą się z tym, że w czasie pokoju gospodarka musi zdawać zupełnie inne egzaminy niż w czasie wojny.

Inny częsty rodzaj błędu to *przeoczenie kontrfaktyczności*. Mam tu na uwadze, w szczególności, niedostrzeganie czynników tak istotnych jak czas przetwarzania i przesyłania informacji. Jeśli nie jest to przeoczenie lecz zamierzona idealizacja, trzeba mieć świadomość jej kontrfaktyczności miast brać ją naiwnie za obraz stanu faktycznego. Można to wyrazić jeszcze inaczej, odwołując się do klauzuli „w zasadzie”. Przypuśćmy, że rozwiązanie algorytmiczne pewnego problemu z zakresu centralnego planowania jest możliwe w zasadzie, to znaczy bez brania pod uwagę, jakie są dostępne zasoby czasu i pamięci. I oto pewien entuzjasta gospodarki socjalistycznej głosi na tej podstawie, że dzięki algorytmom komputerowym stało się możliwe centralne planowanie. Jeśli jednak postawiłby pytanie, jak będzie nie w zasadzie lecz w praktyce, dostałby wiadomość, że przy danej złożoności problemu algorytm pracowałby, powiedzmy, tysiąc lat. Kontrfaktyczność na tym tutaj polega, że odpowiedź w sprawie możliwości wymaga gramatyki okresu warunkowego nierzeczywistego: *Gdybyśmy* mieli do dyspozycji tysiąc lat, to byśmy dostali rozwiązanie problemu.

**1.3.** Tropienie tego rodzaju, jak opisane wyżej, niedorzeczności nie jest tylko zadaniem teoretycznym, akademickim. Przeciwnie, jest ono zanurzone w nadal dziejącej się historii. Pomimo upadku gospodarki socjalistycznej w jej skrajnej postaci, nazywanej realnym socjalizmem, trwa rywalizacja między systemami wolnorynkowym i etatystycznym. Ten drugi w granicznym przypadku przybiera formę centralnego planowania gospodarczego w jeszcze trwających jego enklawach. A w formie łagodniejszej występuje w programach i praktyce rządów socjalistycznych, w ideologiach populistycznych i antyglobalistycznych.

Wedle powszechnego mniemania, różnica między systemami socjalistyczno-etatystycznym i rynkowym tkwi w odmienności motywacji. W rynkowym motywuje ludzi chęć indywidualnego zysku, a w systemie etatystycznym gotowość do przestrzegania norm życia gospodarczego ustanowionych przez państwo czyli, mówiąc mniej abstrakcyjnie, przez polityków i urzędników. Krytycy systemu etatystycznego wykazują fikcyjność oczekiwań, że motywacja taka szerzej się przyjmie i zaowocuje efektywnie w gospodarce. Zarazem, jako zwolennicy gry wolnorynkowej, wskazują na korzystne dla ogólnego dobrobytu, choć przez indywidualnych graczy nie zamierzone, skutki motywacji interesownej (jest to argumentacja w duchu Bernarda de Mandeville'a "Bajki o pszczołach").

Uczeni autorzy i zwykli obywatele uzależniają swój akces do jednej lub drugiej opcji w zależności od tego, na ile ich przekonują jedne lub drugie argumenty odnoszące się do motywacji. Zachodzi jednak między systemami rynkowym i etatystycznym różnica głębsza, bardziej podstawowa, wobec której owe odmienności motywacyjne są drugorzędne. Paradoksalnie, ów czynnik istotniejszy słabiej jest dostrzegany przez teoretyków i praktyków, jak i przez szeroki ogół. Powód tego to niedostatek wiedzy o złożoności obliczeniowej czyli algorytmicznej, wiedzy będącej dopiero w stadium powstawania.

Prekursorzy informatycznego myślenia o gospodarce pojawili się w okresie międzywojennym w słynnej austriackiej szkole ekonomicznej, znanej ze swej orientacji liberalnej. Byli nimi, w szczególności, Ludwig von Mises [1935] i Friedrich Hayek [1940]. Pierwszy zainicjował dyskusję o tzw. rachunku socjalistycznym (*socialist calculation debate*), drugi kontynuował ją z wigorem, zwłaszcza w polemice z polskim prominentem ekonomii socjalistycznej Oskarem Lange [1938, 1967].

Pojęciem kluczowym w tej debacie jest złożoność obliczeniowa problemów gospodarczych. Według von Misesa i Hayeka jest ona tych rozmiarów i tej natury, że nie podoła jej centralne planowanie. Radzi sobie natomiast wolny rynek jako system przetwarzania informacji. U von Misesa pojęcie to jest w załączku. Wyraziście występuje u Hayeka [1944] pod postacią pojęć wiedzy (*knowledge*) i złożoności (*complexity*; widać to m.in. w indeksie rzeczowym w książce Butlera [1985]). Chodzi o złożoność wiedzy potrzebnej do rozwiązywania problemów ekonomicznych, a więc złożoność informacji czyli danych wprowadzanych do procesu rozwiązywania. Gdy jest to proces algorytmiczny, wchodząca w grę złożoność podpada pod pojęcie złożoności obliczeniowej. Interpretacja ta ma pokrycie w kontekście polemiki Hayeka z Langem, który traktował całą wiedzę ekonomiczną jako dającą się zakodować w formie danych wejściowych dla algorytmu (programu) komputerowego.

Idee Hayeka, borykające się z oporem, który im stawiała dominująca przez długi czas orientacja lewicowa w ekonomii, gdy triumfował jeśli nie Marx to Keynes, zyskały potężnego a niespodzianego sojusznika na początku lat sześćdziesiątych. Był on niespodziany, bo wywodził się z kręgów, które nie interesowały się ekonomią i one same nie były przedmiotem zainteresowań ekonomistów. Mianowicie z tego obszaru badawczego, gdzie logika matematyczna przechodzi w teoretyczne podstawy informatyki. W początkach lat sześćdziesiątych 20-go wieku pojawiły się studia o złożoności obliczeniowej algorytmów (np. Hartmanis and Stearns [1965]) Narodziła się wtedy nowa dyscyplina, teoria złożoności obliczeniowej, dostarczająca idealnego narzędzia do analizy efektywności centralnego planowania gospodarczego.

Do tego zejścia się matematycznej ekonomii z informatyką przyczynił się znacząco Oskar Lange przez swój optymizm kalkulacyjny. Choć pogląd ten okazał się naiwny, nie umniejsza to jego zasługi dla płodnego spotkania obu nurtów. Głosił bowiem Lange, że centralne planowanie dopiero wtedy może wykazać w praktyce swą wyższość nad wolnym rynkiem, gdy dysponuje odpowiednimi mocami obliczeniowymi. A te zdaniem Langego [1967] zaistniały dzięki wynalezieniu komputerów i były, jego zdaniem, dostatecznie wielkie w latach sześćdziesiątych 20-go wieku, żeby zadecydować o ostatecznym triumfie socjalizmu.

Dostarczyło to alibi dla dotychczasowych porażek centralnego planowania (brak komputerów), a zarazem dawało doktrynie socjalistycznej walor sprawdzalności. Po raz pierwszy w jej dziejach! Dzięki temu można dziś pod jej adresem stawiać pytania takie, jak pięć kwestii umieszczonych na początku tego eseju. Uzyskanie statusu teorii sprawdzalnej, czyli faktyfikowalnej, było istotnie sukcesem socjalizmu, ale tylko pod warunkiem, że przejdzie on pomyślnie testy faktyfikacyjne. Jak to zrobić technicznie? Tu właśnie przyszła w sukurs teoria złożoności algorytmicznej. Z tą jednak, w jej zaawansowanej technicznie postaci, Lange nie zdążył się zapoznać (jej powstanie przypada na ostatnie lata jego życia) i zapewne dzięki temu mógł żywić swój optymizm co do wykazania się socjalizmu wyższością od strony obliczeniowej.

Także Hayek, choć żył znacznie dłużej, nie zdążył wykorzystać nowego narzędzia.<sup>3</sup> To jednak, co obaj z Langem antycypowali w sposób intuicyjny w sprawie ekonomicznych instrumentów obliczeniowych wytycza szeroki trakt, którym dziś udajemy się wyposażeni w nowe narzędzia pojęciowe informatyki.

**1.4.** W poprzednich ustępach były rozważane pojęcia obliczalności i kontrfaktyczności. Żeby dokładniej ukazać ich związek, weźmy narazie pojęcie obliczalności w jego potocznym intuicyjnym rozumieniu; powiadamy, że coś da się obliczyć, gdy istnieje metoda liczenia i odpowiednie dane, np. da się obliczyć, ile trzeba cukru na tysiąc paczków, gdy wiadomo, ile cukru przeznaczają się na każdy paczek.

W kwestiach niepomiaralnie bardziej złożonych niż zaopatrzenie w paczki, opis sytuacji musi być uproszczony na tyle, żeby liczba zmiennych odpowiadała realistycznie zasobom czasu potrzebnemu do rachowania. Takie uproszczenie sprawia, że opis nie oddaje stanu faktycznego lecz jest w jakiś sposób kontrfaktyczny. Rzecz w tym, w jaki sposób. Mogą to być wielkości tak małe, że dające się bez szkody pominąć. Mogą to być czynniki nieistotne dla rozważanego problemu, choć może istotne w innym zagadnieniu ekonomicznym. Wtedy kontrfaktyczność nie jest defektem poznawczym lecz zaletą, która umożliwia wykonanie rachunków (jak zaletą mapy jest pominięcie wielu realnych rysów terenu, o czym była mowa w ustępie 1.1).

Gdy mamy na uwadze jakiś model rozwiązywania problemu, powiedzmy, problemu równowagi podaży i popytu, to czy jest on z rozsądnym przybliżeniem realistyczny zależy nie tylko od samego modelu. Także od układu stosunków gospodarczych, do których się go stosuje. O tej banalnej rzeczy trzeba pamiętać, żeby modeli powstałych przed stuleciem, np. tych ze szkoły lozańskiej (Walras, Pareto), nie przymierzać do naszej współczesności.

Wyobraźmy sobie, jak wyglądałaby realizacja programu badań ekonomicznych takiego klasyka jak Wilfrido Pareto [1906] w jego własnym czasie i w naszych czasach.<sup>4</sup>

Głównym przedmiotem naszego badania jest równowaga gospodarcza. Przyjrzymy się, jak ta równowaga powstaje z rozbieżności między ludzkimi preferencjami i przeszkodami w ich zaspokojeniu. Stąd, nasze studium zawiera trzy odrębne części: (1) badanie preferencji; (2) badanie przeszkód; (3) badanie, w jaki sposób te dwa elementy łączą się wzajemnie w dążeniu do osiągnięcia równowagi.

Pareto sądził, że skoro określenie równowagi sprowadza się do rozwiązania pewnego układu równań, to jest możliwe przynajmniej teoretycznie, że gospodarka socjalistyczna mogłaby „obliczyć” rozwiązanie, uzyskując dokładnie ten sam wynik, co system rządzący się prawami rynku.

<sup>3</sup> Pod koniec życia Hayek zajął się jeszcze z ekonomicznego punktu widzenia inną wielką nowością w nauce – teorią chaosu i niestabilnych systemów dynamicznych. Teoria ta stanowi ważny wkład do debaty między ekonomią wolnorynkową i etatystyczną, zasługujący na osobne studium; obecne jednak pomija ów wątek złożoności dynamicznej, koncentrując się na złożoności obliczeniowej.

<sup>4</sup> „The principal subject of our study is economic equilibrium. We shall see shortly that this equilibrium results from the opposition between men's tastes and the obstacles to satisfying them. Our study includes, then, three distinct parts: 1<sup>0</sup> the study of tastes; 2<sup>0</sup> the study of obstacles; 3<sup>0</sup> the study of the way in which these two elements combine to reach equilibrium.” Vilfredo Pareto, *Manual of Political Economy*, 1906: p.106.

Wniosek ten dał impuls do szerszej debaty o zdolnościach obliczeniowych gospodarki socjalistycznej. Powtórzył go inny znany przedstawiciel Szkoły Lozańskiej Enrico Barone w odniesieniu do modelu zawartego w równaniach Walrasa; to, czy równania te rozwiązuje władza państwowa czy wolny rynek nie ma, jego zdaniem, znaczenia dla poprawności wyniku (artykuł z roku 1908 „Ministry of Production in a Collectivist State”).

Niektórzy rzecznicy zdolności obliczeniowych gospodarki sterowanej przez państwo zdawali sobie sprawę, że słabym punktem ich teorii jest przewidywanie potrzeb obywateli. Nie czuli się jednak wobec tej trudności bezradni. Na przykład, Maurice H. Dobb (1933) apelował, żeby nie przesadzać z przypisywaniem konsumentom praw do decydowania o własnych potrzebach; jeśli rząd kontrolując produkcję będzie zarazem kontrolował potrzeby obywateli, nie będzie problemu z niewydolnością produkcji.

Lista nazwisk ekonomistów o międzynarodowej renomie, którzy teoretycznie i matematycznie uzasadniali wyższość gospodarki socjalistycznej jest pokaźna. Znajduje się też na niej radykalny przedstawiciel Koła Wiedeńskiego Otto Neurath, który postulował nawet likwidację pieniądza.

**1.5.** W tym nurcie mieści się twórczość Oskara Langego. W artykule [1936/37] Lange przekonywał, że da się praktykować rachunek ekonomiczny w ustroju socjalistycznym. Można bowiem metodą prób i błędów osiągnąć w systemie centralnego planowania taką samą równowagę, jaką w systemie kapitalistycznym zapewnia mechanizm rynkowy. Sądził on, że gospodarka socjalistyczna powinna dążyć do takiej właśnie równowagi, jako najbliższej równowadze osiąganey w sytuacji doskonałej konkurencji.

W trzy dekady później, w polemice a Hayekiem Lange [1967] poszedł dalej. Zrazu, w duchu Szkoły Lozańskiej uważał rynek i planowanie socjalistyczne za równorzędne narzędzia kalkulacyjne (z tym, że w socjalizmie upatrywał wielkie przewagi natury moralnej). Potem, gdy pojawiły się komputery, sądził, że ich tempo rachowania, oddane na usługi planowania socjalistycznego, da temu drugiemu zdecydowaną przewagę nad rynkiem, uczyni z rynku narzędzie kalkulacji już przestarzałe.<sup>5</sup>

Gdybym miał napisać dziś mój esej [1936/37] na nowo, moje zadanie byłoby o wiele prostsze. Oto jaka byłaby moja odpowiedź Hayekowi: w czym trudność? Dajmy równania równoczesne na elektroniczny komputer i otrzymamy odpowiedź w ciągu mniej niż sekundy. W porównaniu z tym proces rynkowy okazuje się staroświecki. W gruncie rzeczy, rynek można traktować jako urządzenie liczące z epoki przed-elektronicznej.

Idee Langego miały nie tylko zaplecze w przeszłości, sięgające Szkoły Lozańskiej, ale i ciąg dalszy sięgający czasów, kiedy gospodarka centralnie sterowana w ZSRR była już w stanie ostatecznego rozpadu. W roku 1989 Leonid W. Kantorowicz, radziecki noblista w ekonomii, podobnie jak Lange wierzył głęboko w zastosowanie matematycznych technik optymalizacji w gospodarce socjalistycznej. Pisał, że patrzy z optymizmem na szanse upowszechnienia się metod matematycznych na wszystkich szczeblach sterowania życiem gospodarczym. To nam może zapewnić, dodawał, istotne usprawnienie działalności planistycznej, lepsze wykorzystanie zasobów, wzrost dochodu narodowego i poziomu życia. W tymże roku 1989 po drugiej stronie Atlantyku inny noblista z ekonomii Paul Samuelson bronił poglądu o skuteczności socjalistycznej gospodarki nakazowej i wyrażał przekonanie o jej szansach na przyszłość.

Ale rok 1989 to nie jest jeszcze rekord wytrwałości w podtrzymywaniu doktryny Langego o wyższości systemu socjalistycznego pod względem efektywności przetwarzania informacji czyli efektywności obliczeniowej. Po upadku systemu centralnego planowania w bloku sowieckim dość

<sup>5</sup> „Were I to rewrite my essay today my task would be much simpler. My answer to Hayek would be: so what's the trouble? Let us put the simultaneous equations on an electronic computer and we shall obtain the solution in less than a second. The market process appears old-fashioned. Indeed, it may be considered as a computing device of the pre-electronic age.” Lange [1967, s. 158].

liczni ekonomiści utrzymują, że ów upadek to nie jest przegrana, lecz szansa dla tego typu gopodarki, ponieważ ZSRR uniemożliwił jej realizację; dowodem na to ma być fakt, że idee Langego nie mogły być realizowane w Polsce z powodu jej zależności od Związku Radzieckiego (Yunker [1995]).

Gdy zagadnienie znajduje się w takim stanie, o jakim świadczą powyższe przykłady z literatury, powstaje pytanie o konkluzywność rozważań. Zwolennicy tezy o wyższości obliczeniowej systemu socjalistycznego wysuwają w obecnej fazie dyskusji hipotezy ad hoc chroniące przed rygorami falsyfikacji. Tak bowiem konstruuje swe teorie, żeby porażka realnego socjalizmu nie była faktem falsyfikującym lecz nawet przeciwnie, świadczyła o szansach socjalizmu na przyszłość; ale swych poglądów nie formułują tak, żeby uczynić je sprawdzalnymi.

W tej sytuacji potrzeba strategii, która wprowadziłaby rys sprawdzalności. Pomysł takiej strategii da się zaczerpnąć ze sporu Hayek-Lange o to, który system gospodarczy bliższy jest optymalizacji procesów obliczeniowych w gospodarce. Obaj odwoływali się do pojęcia obliczalności w kontekście możliwości komputerów. Ale było to w ich debacie pojęcie na tyle niedopracowane, że trudno było oczekiwać przekonującej konkluzji. Szansę taką stwarza (jak wspomniano kilkakrotnie wyżej) rozwijana obecnie z rozmachem teoria złożoności obliczeniowej. Także wiedza o różnych metodach przetwarzania informacji alternatywnych względem tego, co postulował Lange. A wszystko to w naturalny sposób da się rozpatrywać w ramach koncepcji życia gospodarczego jako gry.

## 2. Kwestia optymalizacji procesów obliczeniowych w grze gospodarczej

**2.1.** W gospodarce rynkowej graczami są podmioty fizyczne i organizacje funkcjonujące jako producenci i konsumenci. Kim są gracze w gospodarce centralnie planowanej? Do statusu gracza należy możliwość podejmowania decyzji co do działań, o których sądzi, że przyniosą mu oczekiwane dobra. W skrajnym przypadku istnieje jedyny gracz, którym jest władza państwowa. Ona nie tylko decyduje o każdym szczególe produkcji, lecz także przydziela każdemu obywatelowi to, co uważa, że jest mu niezbędne i należne, likwidując w ten sposób także status konsumenta jako podmiotu decyzji. Jest to ideał realizowany w komunizmie koszarowym według projektów Lwa Trockiego czy Pol Poty. W tak zwanym realnym socjalizmie rozciągającym się do niedawna na obszarze ZSRR i jego satelitów ideał ten nigdy nie był konsekwentnie realizowany.

Socjalizm rynkowy Langego przyjmował jako zasadę, a nie jako odchylenie od zasad systemu, prawo konsumentów do decydowania o zaspakajaniu swych potrzeb, przynajmniej w pewnym ustalonym przez państwo przedziale (miały to być potrzeby na miarę obywateli społeczeństwa socjalistycznego, a nie naśladowanie kaprysów konsumpcyjnych w kapitalizmie). I na tym kończył się jego charakter rynkowy. O produkcji bowiem miało bez reszty decydować państwo wcielone w sztab urzędników oraz służących ekspertyzami ekonomistów. Konsumenci wyrażając swe preferencje, w pewnym minimalnym stopniu stają się graczami na rynku socjalistycznym, ślą bowiem w ten sposób sygnał do państwa, jakich produktów od niego oczekują. Jeśli ono uzna, że jest w jego interesie odpowiedzieć pozytywnie na te sygnały, co zdarzyć się może ale nie musi, konsumenci coś wygrają (pod warunkiem, że państwo ma nie tylko wolę, ale i możliwość zaspokojenia owych potrzeb, co stanowi problem osobny).

Nie znaczy to, że państwo nie ma przeciw sobie partnera gry o conajmniej takiej samej jako ono mocy. Tym partnerem jest rzeczywistość gospodarcza. Wyrażając się w ten sposób, nie posługujemy się bynajmniej metaforą lecz nawiązujemy do pojęcia *gier przeciw naturze*, które należy do repertuaru teorii gier i decyzji. W grze przeciw naturze jest tylko jeden racjonalny gracz i zarazem decydent, podczas gdy drugą stroną gry (ale bez atrybutu racjonalności) jest jakiś stan rzeczy. Wśród gier sportowych grą przeciw naturze jest golf, podczas gdy grą z dwoma racjonalnymi uczestnikami jest np. tenis. Wyrazistym przykładem gry przeciw naturze jest praca rolnika, który najdosłowniej zmaga się z naturą i tkwiącą w niej niepewnością.

Gry inne niż przeciw naturze są określane mianem *gier strategicznych*. Każdy bowiem z partnerów stosuje jakieś strategie przeciw drugiemu, co nie jest prawdą w przypadku natury. Ona nie chce nas ogrywać, choć bywa tak skomplikowana, że nam przysparza niemało kłopotu (to może miał na myśli Einstein, mówiąc, że jest wyrafinowana lecz nie złośliwa).

Gry przeciw naturze mają miejsce także w gospodarce rynkowej. Na przykład, firma rozważa kilka wariantów reklamy pewnego produktu przy różnych kosztach każdego wariantu i różnych oczekiwanych korzyściach. Wygrana lub przegrana zależą tutaj nie od posunięć partnera gry, bo takiego nie ma, lecz od stanu rzeczywistości, na który składa się ileś nieznanymi graczowi czynników. Dla takich gier istnieje specjalny zbiór kryteriów racjonalnego wyboru (maksymin, maximax, kryterium Laplace'a etc.).

Podczas gdy w gospodarce rynkowej prowadzi się zarówno gry przeciw naturze jak i strategiczne, w systemie centralnego planowania rola gier strategicznych jest żadna (w przypadku skrajnym) lub dalece ograniczona. Musi natomiast centralny planista prowadzić niezwykle skomplikowaną grę przeciw naturze. Grę o takiej złożoności, z jaką nie ma do czynienia gracz działający na wolnym rynku.

Jednym ze źródeł monstrualnej złożoności jest to, że centralny planista gromadzi i przetwarza dane z całej gospodarki danego państwa. Musi on założyć conajmniej cztery bazy danych opatrzone etykietami: popyt krajowy, popyt zagraniczny (pod kątem eksportu), produkcja, dystrybucja i transport. Popyt zagraniczny wymaga osobnej bazy danych, ponieważ na rynku międzynarodowym szaleje konkurencja, co wymaga danych o konkurentach i ich strategiach. Natomiast na rynku krajowym nie ma konkurencji, państwo jest monopolistą w produkcji i w dystrybucji. Dane z poszczególnych baz trzeba skorelować przez niezliczone relacje, a gdy już ukształtuje się lista opcji będących do wyboru, gra przeciw naturze wymaga rachunku decyzyjnego wedle któregoś z kryteriów podejmowania decyzji. Nie wydaje się, żeby zwolennicy koncepcji Langego uświadamiali sobie konieczność ustalenia, jaka procedura ma prowadzić do wyboru kryterium: czy ma to być decyzja przywódcy, czy ustawa parlamentarna, czy może rzecz byłaby w gestii ekspertów z centralnego organu planowania?

Zobaczymy jak i dlaczego tego przytłaczającego ciężaru unika wolny rynek. Wymaga to przypomnienia paru kluczowych pojęć informatyki.

**2.2.** Istnieją conajmniej dwa fronty zmagania z zagadnieniami złożoności: teoria chaosu deterministycznego i teoria złożoności obliczeniowej. Chaos deterministyczny cechuje układy, których zachowanie dałoby się przewidzieć dzięki znajomości odpowiedniego algorytmu, gdyby nie okoliczność, że dane wejściowe muszą odznaczać się tak wielką dokładnością, a więc zawierać tyle cyfr po przecinku, że temu nie podołają ani metody pomiarowe ani pamięci komputerów. A jeśli tak ograniczymy liczbę miejsc po przecinku, żeby dało się nią operować, model staje się bezużyteczny, gdyż modelowany układ jest skrajnie wrażliwy na wielkość otrzymywanych impulsów, stąd pominięcie jakichś dalekich miejsc po przecinku nie oddaje rzeczywistych zachowań układu. Ten rodzaj złożoności, nazwany złożonością układów dynamicznych, choć bardzo istotny dla gospodarki, nie mieści się w temacie tych rozważań (wspomniany jest tylko dla ukazania ich ograniczeń).

Badania nad złożonością właściwą algorytmom, a więc obiektom abstrakcyjnym i w tym sensie statycznym (nie-dynamicznym), mają za punkt wyjścia pojęcie nierozstrzygalności. Spośród kilku jego wersji (wzajem między sobą równoważnych) najbardziej przydatna jest w informatyce wersja Alana Turinga powiązana z jego dowodem istnienia liczb rzeczywistych nieobliczalnych. To znaczy takich, dla których nie istnieje program komputerowy sterujący ich obliczaniem. Dzięki temu pojęciu o charakterze negatywnym mamy określony (jako dopełniający) zbiór zagadnień rozwiązywalnych w zasadzie w sposób algorytmiczny, a więc będących w gestii informatyki.

Klauzula „w zasadzie” jest tu istotna. Dostarcza ona kolejnej linii demarkacyjnej, tym razem w obrębie zagadnień rozstrzygalnych czyli takich, dla których istnieje algorytm obliczania. Linia ta oddziela zagadnienia, rozstrzygalne w zasadzie lecz praktycznie nie dające się rozwiązać (przy dostępnych zasobach) od zagadnień praktycznie rozwiązywalnych.



Mowa tu o zasobach czasu i przestrzeni. Czas to liczba kroków niezbędnych do rozwiązania, a przestrzeń to pojemność pamięci, która może nie wystarczyć przy jakiejś gigantycznej liczbie danych wejściowych (mogą też wchodzić w grę inne zasoby, np. liczba współdziałających procesorów, ale te dwa są najczęściej rozważane). Za linię graniczną, która oddziela strefę algorytmicznej niemożności od tego, co osiągalne, uważa się rozróżnienie dwóch kategorii czasu pracy algorytmu: wielomianowej i wykładniczej.

Czas wielomianowy określa np. funkcja  $n^3$ , a **czas wykładniczy** funkcja  $2^n$ , gdzie  $n$  jest liczbą danych wejściowych. Niech przy  $n$  danych wejściowych maksymalną liczbę kroków określa wielomian  $7n^3 + 5n^2 + 27$ . Dla oszacowania złożoności algorytmu wielomianowego wystarczy wziąć jego składnik o najwyższym wykładniku potęgowym, pomijając przy tym współczynnik (jak 7 w  $7n^3$ ) jako wielkość zaniedbywalną. Ten wyróżniony składnik określa rząd („order”) złożoności algorytmu; powiada się, że dany algorytm wymaga np. czasu  $O(n^3)$ ; notacja z „O” wskazuje na ograniczenie się do rzędu (Order) wielkości, z pominięciem wielkości zaniedbywalnych. Przykładem algorytmu pracującego w czasie wielomianowym jest algorytm sortowania, który ma rząd złożoności  $O = n \log n$ , a więc mniejszy niż  $O(n^2)$ .

Do klasy zagadnień wymagających czasu wykładniczego należy problem spełnialności formuły rachunku zdań, zwany skrótowo SAT (od "satisfiability"). Mając daną formułę rachunku zdań, np. w koniunkcyjnej postaci normalnej (tj. koniunkcji alternatyw) należy rozpoznać, czy istnieje taki układ przyporządkowań wartości logicznych symbolom zmiennym, który czyni tę formułę prawdziwą. Załóżmy, że formuła ma 300 zmiennych. W najgorszym przypadku, gdy np. tylko jedno przyporządkowanie czyni formułę prawdziwą, a napotka się je dopiero przy końcu, rozwiązanie będzie wymagać  $2^{300}$  kroków.

Inny przykład niewyobrażalnie wielkiego zapotrzebowania na czas, nawet większy niż wykładniczy, bo silniejszy, to problem komiwojażera: mając dane położenia  $n$  miast, objechać je wszystkie najkrótszą trasą bez odwiedzania któregośkolwiek więcej niż raz. Niech do odwiedzenia będzie 20 miast (nie licząc miejsca startu). 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 rozpoznanie najmniejszej z tych sum. Ponieważ mamy do czynienia z faktem, że

$$20! = 2432902008176640000$$

można sobie na tym przykładzie uprzytomnić, na czym polega *nieobliczalność praktyczna* (ang. *computational intractability*) która tu występuje, choć teoretycznie rzecz biorąc poszukiwana liczba jest obliczalna, czyli rozważany problem jest rozstrzygalny.<sup>6</sup>

Jeśli nasz komputer potrafi sprawdzić milion kombinacji w ciągu sekundy, to sprawdzenie wszystkich musiałoby zająć 77.000 lat, a dorzucimy jeszcze kilka miast, to na liczenie nie starczyłoby dotychczasowego wieku wszeźwiata. Mamy tu do czynienia z algorytmem posługującym się „ślepią siłą” ("brute force") czyli takim, który polega na mechanicznym zrealizowaniu wszystkich możliwości. Nie ma dla tego zagadnienia szybszego algorytmu, który dawałaby równie pewny i dokładny wynik, ale jeśli zgodzimy się na wyniki przybliżone, czas rozwiązywania problemu komiwojażera da się wydatnie skrócić.

Nie trzeba wielkiej wyobraźni, żeby sobie uprzytomnić, że rozmiar problemu komiwojażera w przypadku 20 miast jest tylko niezauważalnie drobnym ułamkiem tej wielkości zadań obliczeniowych przed którymi musi stanąć centralne planowanie gospodarcze. A jednak problemy te rozwiązuje wolny rynek, radząc sobie dobrze choćby z zapewnieniem równowagi podaży i popytu. Dlaczego tak się dzieje?

<sup>6</sup> Jest kilka propozycji oddania po polsku angielskiego zwrotu *computational intractability*. Idę tu za propozycją najbardziej przekonującą językowo i wywodzącą się z wysoce kompetentnego środowiska polskich informatyków. Znajduje się ona w artykule A. Skowrona „Automaty” w Marciszewski (red.) [1987], s. 203.

**2.3.** Nim spróbujemy na to odpowiedzieć, odwołując się do pojęcia modeli obliczeniowych (odcinek 3), odnotujmy pewne rysy centralnego planowania, które czynią zeń projekt pozbawiony realizmu, nawet gdy abstrahować od rozważanej tu niemocy algorytmicznej. Jest to czynnik czasu pozyskiwania i przesyłania informacji. Nawet gdy przyjmujemy, że superalgorytm implementowany na superkomputerze potrafi w sekundach przetworzyć jakieś kwintyliony bitów napływających z całej gospodarki, to czas pozyskania tych danych limitowany jest tempem naturalnych procesów psychologicznych i społecznych.

Przypuśćmy, że we wzorowym państwie socjalistycznym, na skutek infiltracji obcych wpływów wybucha moda na minispódniczki. Trzeba zacząć od rozstrzygnięcia przez Kierownictwo Partii, czy jest to potrzeba słuszna. U klasyków nie ma w tej sprawie jasnych wskazań, trzeba więc mieć czas wyjaśnienie kwestii. interpretacje klasyka. Tymczasem mamy już stan nierównowagi, kolosalny popyt przy zerowej podaży. Następnie, trzeba zmodyfikować plan pięcioletni, który przewidywał tylko produkcję spódnic średniej długości. Ale prawdziwe trudności dopiero przed nami. Jaką przyjąć metodę szacowania popytu? Czy uzależnić przewidywania od danych o wieku obywateli (nie przewidując mini dla emerytek)? Czy może wysłać w teren ankietników, którzy zbiorą odpowiednie dane? A może eksperymentalnie rzucić nieco zaimportowanych ad hoc spódnic do wytypowanych sklepów i obserwować w celu ustalenia popytu długość kolejek? W kwestii metody należałoby zwołać naradę w Instytucie Ekonometrii Akademii Nauk. To znowu zabierze czas. A może na prawach eksperymentu dopuścić do powstawania indywidualnych zakładów krawieckich, które by rozwiązywały ten problem lokalnie, nie zaburzając planu centralnego? Ale to wymagałoby czasu na nową legislację. Ponadto, prywatni krawcy musieliby się gdzieś zaopatrywać w sukno, nici i guziki, plan zaś pięcioletni nie przewidywał takich pozycji na okoliczność minispódniczek. A gdyby tak wyjąć i to spod gestii planu i zezwolić na prywatne fabryki nici i guzików oraz prywatną ich sprzedaż hurtową i detaliczną? Powiedzmy, że władza się zdecyduje na śmiały krok i zrobi taki mini-wyjątek. Skąd jednak producenci nici wezmą maszyny do ich produkcji? Wszak plan przewidywał wytwarzanie takich maszyn tylko na potrzeby przemysłu państwowego.

Inną barwną egzemplifikację można otrzymać wyobrażając sobie, jak reagowałby system centralnego planowania na gwałtownie wzmożony popyt na kremówki, które Jan Paweł II z sentymentem wspominał w swej gawędzie o młodości w Wadowicach. W warunkach wolnego rynku wadowiccy cukiernicy zrobili świetny interes, a wraz z nimi zarobili dostawcy mąki, rolnicy, transportowcy etc. Jakby to wyglądało w systemie socjalistycznym, gdy państwowe przydziały mąki, cukru etc. dla państwowych piekarń były ujęte w planie pięcioletnim, a ten nie przewidywał krotocwilnej wypowiedzi papieża?

Ale także i tam, gdzie popyt nie był trudny do przewidzenia, zrównoważenie go z podażą było czymś głęboko niemożliwym. Np. popyt na telefony był łatwo uchwytny, ponieważ potrzebujący zapisywali się do kolejki oczekujących i liczba ich oraz rozlokowanie były dokładnie znane. Pomimo posiadania przez władze tej pewnej i stabilnej wiedzy, czekało się na telefon około dwudziestu lat. Petenci dostawali urzędowe wyjaśnienia o obiektywnych trudnościach, jak brak kabla, brak central itp.

W pewnych punktach rzeczywistość ekonomiczna państw socjalistycznych nie była aż tak absurdalna, bo ideał nie był realizowany konsekwentnie. Wciąż zmierzano do komunizmu, ale nie wszędzie tak odrazu i radykalnie jak np. w Chinach. Istniały legalne resztki prywatnej przedsiębiorczości (Polska) czy hodowla na działkach przyzagrodowych (ZSRR), wprowadzano też sprzedaż w specjalnych sklepach za dewizy. Ponadto miał się nieźle czarny rynek, było zaopatrzenie w materiały kradzione z państwowych fabryk i placów budowy, a prawo było na tyle niejasne, że urzędnik mógł je interpretować na korzyść petenta (jeśli otrzymał odpowiednią gratyfikację). Słowem, o tyle mniej było absurdu, o ile więcej było możliwości gry, w której zyskują obie strony procesów gospodarczych, zarówno konsumenci jak producenci.

Stąd wniosek: trafnym modelem matematycznym, przystającym do realiów gospodarki jest ten, którego dostarcza matematyczna teoria gier. Oryginalną jej postać, która od ponad pół wieku funkcjonuje jako dobrze sprawdzony standard, stanowi teoria pochodząca od Johna von Neuanna i Oskara Morgensterna [1944].<sup>7</sup> Pierwszego z autorów przedstawiać nie trzeba, drugi to ekonomista z tej samej liberalnej szkoły austriackiej, której prominentami byli Ludwig von Mises i Friedrich

<sup>7</sup> Z nowszych publikacji w piśmiennictwie polskim można polecić jako przystępne wprowadzenie do teorii pozycję Tyszkii i Zaleskiewicza [2001].

Hayek. Chodzi, oczywiście, o teorię gier strategicznych, a nie tego postępowania, które nazywa się grą przeciw naturze.

A jednak Oskar Lange i jego zwolennicy nie godzili się na stosowanie do gospodarki modelu teorio-growego. Narzuca się pytanie, jakie mogą być po temu powody teoretyczne (jeśli abstrahować od politycznych, jak ten, że centralne planowanie gospodarcze dobrze służy dyktatorom). Lange uzasadniał centralizm ekonomiczny posługując się trafną myślą, która jednak łączyła się z fałszywym wnioskiem gdyż wniosek ten wymagał jeszcze innych przesłanek, te zaś były fałszywe. Tę samą myśl żywił niezależnie od Langego Hayek, ale różnił od Langego w pozostałych przesłankach, co przesądziło o tak wielkiej różnicy we wnioskach.

Był u obu załączek idei, że prócz modeli matematycznych, stanowiących układy równań, potrzebne są w nauce modele, które dziś nazywa się obliczeniowymi (*computational models*). Nie chodzi tu o znany każdemu fakt stosowania komputerów do obliczeń. Wchodzi w grę coś bardziej odkrywczego – spojrzenie na układy przyrodnicze i społeczne, w tym ekonomiczne, jak na systemy przetwarzania informacji, a do tych należą systemy obliczeniowe czyli, najkrócej, komputery. Lange i Hayek zgadzali się w tym, że wolny rynek jest systemem obliczeniowym, różnili się natomiast dalece w ocenie efektywności: socjalista przypisywał wyższość systemowi obliczeniowemu centralnego planowania, a liberał systemowi wolnego rynku. W czasach tamtej polemiki informatyka nie miała narzędzi, żeby wkroczyć do akcji. Dziś je ma. Przyjrzymy się w następnym odcinku, co one wnoszą do naszego problemu.

### 3. Modele obliczeniowe a efektywność układów mikroskalowych

**3.1.** Urządzenia służące do rachowania miewają różne konstrukcje i funkcjonują na różne sposoby, co rzutuje na ich zdolności obliczeniowe. Tradycyjne liczydła i ręczny kalkulator też się mieszczą w kategorii urządzeń do liczenia, ale klasę ważną dla naszego problemu stanowią dopiero urządzenia automatyczne. Różnica jest trochę taka, jak między obrabiarką automatyczną, która przetwarza surowiec i daje produkt bez udziału człowieka, a obrabiarką ręcznie sterowaną. W urządzeniu liczącym, zamiast kawałków materii przetwarza się ciągi symboli będące fizyczną reprezentacją liczb.

W klasie automatycznych urządzeń do liczenia zachodzi niemałe zróżnicowanie. Żeby je ogarnąć, trzeba zauważyć, co jest tej klasie wspólne. Wspólne jest to, że rozważane odmiany automatów mają moc obliczeniową taką jak uniwersalna maszyna Turinga. To znaczy potrafią obliczać wszystkie funkcje obliczalne (w sensie Turinga) i tylko takie. Wspólny jest więc im zasięg obliczalności zdefiniowanej teoretycznie. Zachodzą natomiast wielkie rozpiętości między możliwościami automatów, gdy idzie o obliczalność praktyczną (por. ustęp 2.2, w tym przypis 6).

Jak wspomniano, za punkt odniesienia bierze się uniwersalną maszynę Turinga (UMT), to jest taką, jaką zdefiniował Alan Turing [1936]. Zamiarem Turinga nie była bynajmniej wysoka praktyczność, lecz pokazanie, ile da się uzyskać środkami najprostszymi, a więc gdy pamięć jest jednowymiarowa, obserwowany jest w jednym kroku tylko jeden symbol i tylko jeden podlega ewentualnemu (jeśli tak każe instrukcja) przekształceniu, każdy ruch polega na przesunięciu taśmy pamięci tylko o jedno pole, a cały alfabet składa się tylko z symboli „0” i „1”. Łatwo zauważyć, że im dalej się posuniemy w kierunku takiej prostoty, tym dłużej będą trwać obliczenia. Mamy za to tę fundamentalną zdobycz teoretyczną, że znamy minimum środków niezbędnych do rozwiązania każdego problemu matematycznego mającego do czynienia z liczbami obliczalnymi.

Przy tak jasnym określeniu granic możliwości rysuje się pole, na którym można dążyć do przewyższenia UMT pod względem praktycznej wykonalności obliczeń. Powstaje. mianowicie, pytanie, czy te same problemy, które ona rozwiązywałaby w czasie nie do przyjęcia długim dałyby się rozwiązywać znacząco szybciej. Odpowiedź jest twierdząca. Powstały różne konkurencyjne względem UMT systemy obliczeniowe, dzięki którym coraz lepiej radzimy sobie ze złożonością problemów. Oto ich przykładowy przegląd.

— *Przetwarzanie równoległe* (parallel computing) polega na tym, że pewien zbiór procesorów wykonuje jedno zadanie, rozdzielone między poszczególne procesory.

— *Przetwarzanie rozproszone* (distributed computing) polega na tym, że proces obliczeń jest rozdzielony w pewnym zbiorze komputerów tworzących sieć i wymieniających między sobą dane. Choć różne są w każdym przypadku elementy zbiorów (w jednym są to procesory tego samego komputera, w drugim niezależne komputery), systemy te łączy pewna analogia, co znajduje m.in. wyraz w tytule elektronicznego czasopisma *Journal of Parallel and Distributed Computing*. Jeden i drugi system w oczywisty sposób przyspiesza procesy obliczeniowe.

— *Przetwarzanie interaktywne* (interactive computing) polega na interakcji systemu z otoczeniem i uczeniu się przez system w wyniku tej interakcji. Istotą uzyskanego usprawnienia jest to, że nie ma potrzeby wyposażania układu w wysoce złożone algorytmy przygotowujące go na wszelkie ewentualności. Zamiast tego jest on wyposażony w program sterujący uczeniem się na podstawie informacji uzyskiwanych od otoczenia, co jest strategią nieporównanie bardziej ekonomiczną. Przykładem takiego systemu jest pocisk samosterujący, który zachowuje się odpowiednio do uzyskanych obserwacji. Takie reakcje na otoczenie wymagają wyposażenia układu w odpowiednie organy (urządzenia wejścia i wyjścia).

— *Automaty komórkowe* (cellular automata), w skrócie AK nazywają się tak dlatego, że składają się z prostych obiektów zlokalizowanych w komórkach przypominających układ szachownicy. Każdy obiekt ma pewną liczbę możliwych stanów (np. żywy lub martwy; albo, biały, czarny, czy jeszcze w innym kolorze, itd). Obiekty te zmieniają stany, a więc przechodzą jakąś ewolucję, wedle nałożonych na nie reguł, które uzależniają przyjęcie takiego lub innego stanu od sytuacji w otoczeniu (np. ginie na skutek przygniecenia przez obecność dookoła innych obiektów). Jednym z procesów zachodzących w obiektach jest samoreprodukcja. Skonstruowanie automatów zdolnych do reprodukcji samych siebie z użyciem materiałów znajdujących w otoczeniu było pierwotnym zamysłem von Neumanna przyświecającym mu w projekcie konstrukcji AK. Pomimo prostoty reguł kierujących zachowaniem AK, staje się ono często nieprzewidywalne; pozwala to stosować AK jako modele do symulacji układów niestabilnych (chaotycznych), co w szczególności badał Stephen Wolfram [2002]. Potwierdza się też, że AK ma moc UMT (tj. ten sam zakres problemów rozwiązywalnych) przy nieporównywalnie większej sprawności.

— *Sieci neuronowe* to fizyczne („hardwarowe”) lub logiczne („softwarowe”) wielce uproszczone imitacje systemu nerwowego. Ich zasadnicza przewaga nad UMT polega na zdolności uczenia się. Różni je też od UMT w sposób istotny to, że ich działanie tylko w części jest cyfrowe, a w części analogowe (co imituje analogowe stany chemiczne w organizmie, np. funkcjonowanie neuroprzekazników). Gdy idzie o porównanie z mocą obliczeniową UMT, to pogląd ortodoksyjny głosi, że nie jest ona większa; znacznie większa jest natomiast sprawność i tempo rozwiązywania problemów czyli praktyczna obliczalność. Istnieje jednak grupa dysydentów, którzy głoszą zasadniczą wyższość sieci, czyli zdolność rozwiązywania problemów nierozwiązywalnych dla UMT.

**3.2.** Skonfrontujmy charakterystyki modeli obliczeniowych z przykładami problemów nierozwiązywalnych w systemie centralnego planowania, a rozwiązywalnych, i to z łatwością, w systemie wolnorynkowym (por. ustęp 2.3).

Zauważmy najpierw, jak niepokonalne problemy obliczeniowe redukują się do stosunkowo łatwych wraz ze zmianą skali problemu. Skalę wyznacza liczba danych wejściowych będących do obliczenia, a zmniejszenie skali uzyskuje się przez podzielenie wielkiego problemu na niewielkie części składowe. Prosty przykład: w celu sprawniejszego zarządzania krajem niektóre państwa przyjmują system federalny, a ponadto państwa demokratyczne przyznają liczne uprawnienia samorządom lokalnym.

Na ile jest konieczna dla praktycznej obliczalności żeby decentralizować życie gospodarcze? To, między innymi, zależy od tego, ile dane jest obywatelom wolności w zaspakajaniu potrzeb. W

warunkach koszarowych, gdy potrzeby są określane odgórnie dla całej zbiorowości, popyt jest stały i dobrze wiadomy; nie jest więc planowanie podaży tak trudne jak w warunkach nieskrępowanego i zmiennego popytu. Wiemy, jak istotnym jego czynnikiem są zjawiska mody, co ilustrowały wyżej historie mini oraz kremówek.

Ale dla losów cywilizacji ważniejsze jest coś innego, czego ilustracją jest historia niespełnialnych marzeń o telefonie w krajach realnego socjalizmu. Nikt na naszych ziemiach nie marzył o telefonie w czasach Piasta Kołodzieja i długo potem z tego oczywistego powodu, że czegoś takiego sobie nawet nie wyobrażano. Ale gdy w USA Alexander Graham Bell wynalazł w roku 1876 telefon, pojawiła się jedna z tych potrzeb, bez których zaspokojenia nie ma postępu cywilizacji. To samo dotyczy komputera i niezliczonych innych wynalazków.

Gdzieś w połowie lat 80-tych minionego wieku mogłem przysłuchiwać się w Urzędzie Rady Ministrów PRL naradzie, w której prócz polityków uczestniczyli delegaci instytucji zainteresowanych komputeryzacją oraz eksperci z Polskiego Towarzystwa Informatycznego. Nie da się zapomnieć, jak Edward Kowalczyk, ówczesny wicepremier i minister telekomunikacji dramatycznie wzywał do powstrzymania niekontrolowanego zalewu komputerów przywożonych przez turystów z zagranicy, nad czym rząd stracił panowanie. Takiego chaosu, wołał, nie wolno dłużej tolerować.

W tymże czasie, dociekając, dlaczego władze nie chcą mi zaakceptować projektu badawczego z informatyki, dotarłem do kancelarii innego wicepremiera, Zbigniewa Szałajdy, ministra odpowiedzialnego za sprawy nauki i techniki. Przed obliczem ministra nie udało mi się stanąć, ale przyjął mnie jego doradca, który przy okazji się pochwalił, że w biurze panuje należyta dyscyplina: nie ma w nim ani jednego komputera i dzięki temu urzędnicy nie tracą czasu na gry komputerowe. Gdy mu powiedziałem, że komputery służą nie tylko do gier, przeżył to jako wiadomość wręcz rewelacyjną, komplementując mnie przy tym jako posiadacza tak głębokiej wiedzy informatycznej.

W 1877, w rok po wynalezieniu telefonu, powstała firma Bell Telephone Company. Jakie byłyby losy tego wynalazku w państwie z gospodarką centralnie sterowaną i wyżej opisanym poziomem kompetencji urzędników? Niska kompetencja nie jest przypadkiem. Musi być tak w systemie, gdzie nie ma przedsiębiorców ani wynalazców, a o technice i gospodarce decydują absolwenci kursów ideologicznych. A gdyby nawet Bell jakimś cudem, znalazłszy światłego protektora, uzyskał w państwie socjalistycznym prawo do produkcji i sprzedaży telefonów, nie mógłby zakupić kabla do produkcji sprzętu ani cegieł do budowy fabryki ani wynająć lokalu na sklep od jakiegoś właściciela nieruchomości. Niczego bowiem nie można uzyskać bez państwowego przydziału, a przydziały są limitowane planem centralnym, który przecież nie mógł przewidzieć, co Bellowi przyjdzie do głowy.

**3.3.** Mając na uwadze podane wyżej przykłady poczynań gospodarczych (jakby miniaturowe „case studies”) oraz przykładowe, pod kątem naszego zagadnienia, zestawienie modeli obliczeniowych, można pokusić się o podjęcie problemu: *modele obliczeniowe a efektywność układów mikroskalowych* (tytuł obecnego odcinka). Chodzić będzie o modele dające się stosować do niewielkich społeczności, gdzie decyzje o sprawach lokalnych podejmowane są na miejscu, bez komunikowania się z centralą, której raportowałoby się najpierw problem, a potem czekało na instrukcje oraz przydział środków do ich realizacji.

Jak była wyżej mowa (ustęp 2.2), praktyczna obliczalność zależy w sposób zasadniczy od rodzaju algorytmów potrzebnych do rozwiązania problemu. Wynik jest obliczalny praktycznie, gdy algorytm pracuje w czasie wielomianowym, a nie jest obliczalny praktycznie, gdy w grę wchodzi czas wykładniczy lub jeszcze większy. W sposób nie tak zasadniczy (tj. uwarunkowany rodzajem algorytmu), ale znaczący praktycznie, osiągalność wyniku zależy też od liczby danych wejściowych. Przykładem może być liczba zmiennych w formule dwuwartościowego rachunku zdań. Algorytm służący do rozstrzygnięcia, czy formuła jest tautologią, należy do wykładniczych, ale przy niewielkiej liczbie zmiennych, powiedzmy dziesięciu, sytuacja jest do opanowania. Liczbę  $2^{10}$  łatwo policzyć nawet w pamięci, podczas gdy  $2^{200}$  to jest już gigantyczne zadanie obliczeniowe.

To proste ćwiczenie w rachunkach prowadzi do wniosku o żywotnym znaczeniu, gdy idzie o sprawę ustroju gospodarczego. Żeby go zwięźle wyrazić, liczbę danych wejściowych w procesie

obliczania nazwijmy krótko *masą obliczeniową*. Powiemy o obliczeniach, że są one właściwe dla *układów mikroskalowych*, gdy dzięki odpowiedniemu ograniczeniu masy obliczeniowej są wykonalne, bez uproszczeń i przybliżeń, przy dostępnych zasobach czasu i pamięci, nawet dla algorytmu wykładniczego.

Co więc należy uczynić, żeby nieprzebrany ogrom danych gospodarczych dał się liczyć w procesach podejmowania decyzji? Trzeba, na ile tylko możliwe, przenieść obliczenia do mikroskali. A jest to możliwe, gdy zaprząć do tego takie modele obliczeniowe, jak przetwarzanie danych rozproszone, interaktywne, analogowe (to ostatnie m.in. w sieciach neuronowych – por. 3.1).

W przetwarzaniu rozproszonym masę obliczeniową da się maksymalnie ograniczyć, gdy wyniki uzyskane przez dany węzeł sieci, czy to samodzielnie czy od od innego węzła, można od razu wykorzystać do podjęcia decyzji, bez potrzeby koordynacji z innymi węzłami.

Dobłą tego ilustrację stanowi porównanie systemów dowodzenia frontami w armii sowieckiej i w armii niemieckiej podczas drugiej wojny światowej. System dowodzenia sowiecki, choć funkcjonował w państwie skrajnie dyktatorskim, był rozsądnie zdecentralizowany. Dowódca frontu miał pod swymi rozkazami wszystkie rodzaje broni i dysponował nimi w miarę wymogów sytuacji bez obowiązku pytania kogokolwiek o zdanie. Natomiast jego niemiecki kolega po drugiej stronie frontu, gdy będąc sam dowódcą piechoty potrzebował użyć lotnictwa, musiał prosić w depeszy naczelnego dowódcę lotnictwa, żeby ten wydał z Berlina wysłał odpowiednie rozkazy podległej sobie formacji, operującej o tysiące kilometrów dalej. Pociągało to nie tylko straty w czasie, będącym na wagę życia i śmierci, lecz także w poziomie kompetencji i dokładności rozkazów.

Ten uproszczony rodzaj przetwarzania rozproszonego nazwijmy *przetwarzaniem lokalnym*. Jest to rodzaj, z którym mamy do czynienia w warunkach wolnego rynku, a nie centralnego planowania. To drugie, jeśli sięgnąć do danego przed chwilą porównania militarne, przypomina sytuację, w której dowódca frontu (czytaj, dyrektor socjalistycznej fabryki) nie ma nawet możliwości projektowania treści decyzji, którą przedstawiłby do akceptacji. On tylko nadaje komunikat o aktualnej sytuacji, a decyzje przychodzą od centralnego planisty, który sam jeden znał stan całości gospodarki i ten stan bierze pod uwagę ustalając dyrektywy dla poszczególnych fabryk.

W inny sposób ogranicza masę obliczeniową przetwarzanie interaktywne. Polega ono na interakcji z otoczeniem, która lokalnemu decydentowi daje w wyniku wiedzę, jakie dane i jakie instrukcje są niezbędne w danej sytuacji decyzyjnej. Nie trzeba wtedy wyposażać systemu w wiadomości i instrukcje na wszelkie możliwe ewentualności. Takie kompendia wiedzy i zestawy instrukcji musiałyby w gospodarce socjalistycznej opracować dla wszystkich dogląających gospodarki urzędników, na wszelkie mogące się zdarzyć sytuacje, centralny organ planistyczny. Alternatywą jest pozwolić ludziom czy instytucjom uczyć się na doświadczeniach. Ale doświadczenia, dobre czy złe, ma tylko ten, kto sam podejmuje decyzje z nieodłącznym od nich ryzykiem, i uczy się, gdy sam dla siebie wyciąga wnioski, jak uniknąć niepowodzeń na przyszłość. To jednak jest niemożliwe w gospodarce centralnie planowanej, bo nie dopuszcza ona do decydowania nikogo poza centralnym planistą. Musi więc i w tym aspekcie przegrywać z gospodarką rynkową pod względem praktycznej obliczalności.

Trudniejsza do uchwycenia jest rola przetwarzania analogowego. Raczej milczą o nim podręczniki ekonomii, bo jest to pole porażki myślenia symbolicznego, zwerbalizowanego, w porównaniu z myśleniem awerbalnym, polegającym na trudnych do artykułowania odczuciach; nie ma tu więc pola do formułowania twierdzeń i układania równań. Także filozofowie zajmują się tym tematem niechętnie, nie chcąc być podejrzewani o jakieś hołdowanie niejasności (chlubne wyjątki stanowią Pascal i Leibniz). A przecież ten rodzaj przetwarzania danych prowadzi każdego z nas przez całe życie i każdego dnia od rana do wieczora. Prowadzi także producentów i konsumentów i okazuje się zadziwiająco w tym skuteczny; a skoro w centralnym planowaniu udział przetwarzania danych analogowego wyraża się liczbą zero, jest ono pozbawione mocy kryjącej się w tej metodzie.

Czy ten rodzaj przetwarzania danych zasługuje na miano obliczeń? Przemawia za tym fakt, że nie odmawia się miana komputera komputerom analogowym, jak i fakt, że do urządzeń liczących zalicza się sieci neuronowe, działające częściowo na zasadzie analogowej. Bardziej dyskusyjna może

być interpretacja ludzkich doznań jako obliczeń analogowych. Z punktu widzenia teorii ekonomicznej szczególnie interesujące są doznania nazywane preferencjami (pojęcie to wprowadził do ekonomii Pareto). W aksjomatach teorii gier i decyzji zakłada się, że tak zwana *funkcja użyteczności*, matematyczny odpowiednik preferencji, przybiera wartości ze zbioru liczb rzeczywistych. Ale jest to idealizacja trudno przekładalna na konkretne doznania. Jeśli wolę grochówkę niż żur, to matematycznie znaczy tyle, że funkcja użyteczności wyższą liczbę przypisuje grochówce. Ale nawet gdy takie przyporządkowanie jest faktem, nigdy się nie dowiemy, co to jest za liczba; do podjęcia decyzji wystarczy, że jedna z nich jest ona większa od drugiej.

Odnotowuję te wątpliwości, bo spotykałem się z zarzutem, że nadmiernie rozszerzam sens słowa „liczyć”, stosując je do procesów nie dających się ująć w symbolach cyfrowych, jak choćby proces deliberacji nad kartą dań, czy bardziej elementarny – oszacowania prędkości i odległości zbliżającego się pojazdu. Gdy jednak zostawimy te zastrzeżenia na boku, to niezliczone procesy rynkowe o kluczowym znaczeniu i niezaprzeczalnej efektywności trzeba będzie zaliczyć do procesów obliczeniowych typu analogowego. Najlepiej chyba oddaje te procesy słowo „wzucie się” (stąd Pascal mówił w podobnych kontekstach o „sercu”). Oto kolejne z uprawianych w tym eseju mini-studiów przykładu.

Oto obserwowany przeze mnie latami przypadek pewnego przedsiębiorcy, którego oznaczę inicjałami „FM”. Obserwując go z bliska, trudno było nie dostrzec pokrewieństwa dwóch istotnych dlań cech, związanych z analogowym wyczuwaniem potrzeb. Jako człowiek odznaczał się nieprzeciętną uczynnością wobec bliźnich, jakąś empatią w stosunku do ich potrzeb. Jako przedsiębiorca odznaczał się niezwykle trafnym wycuciem popytu. Łącząc to wycucie z talentami technicznymi, produkował maszyny, na które był w danym czasie szczególny popyt, zmieniając profil produkcji, zależnie od czasu i okoliczności. Na przykład, przed drugą wojną światową, gdy zaczęła się budowa Centralnego Okręgu Przemysłowego, miał pokaźny pakiet zamówień na sprzęt poligraficzny do projektów technicznych.

W czasie wojny jego znajomość wsi z czasów dzieciństwa i pamięć doświadczeń z poprzedniej wojny podpowiedziały mu produkcję młynków do mąki i pras do tłoczenie oleju takiej wielkości, żeby dało się to robić w ukryciu w wiejskich stodołach. FM wyczuwał z jednej strony zdolność wsi do takich rozwiązań technicznych, z drugiej gotowość ryzykowania represji za działalność zakazaną przez okupanta. Te stany ducha polskiej wsi obiektywnie miały sobie przyporządkowane jakieś liczby rzeczywiste, ale nie istniała żadna metoda ich pomiaru ani możliwość zapisu w cyfrach na papierze. Zdolność awerbalnego „odczuwania” i przetwarzania takich liczb stanowi istotę obliczeń analogowych, do których jest zdolny umysł ludzki.

Po wojnie FM przeczuł nieprzeczny trend rodaków do motoryzacji oraz organiczną niezdolność gospodarki socjalistycznej do zapewniania części zamiennych. Z wielkim więc sukcesem produkował, a także naprawiał, koła do samochodów, dopóki rozwój socjalizmu nie zaszedł tak daleko, że blacha stalowa stała się produktem nieosiągalnym.

Nie tylko wycucie popytu jest owocem kalkulacji analogowej. Jeszcze wyrazistszy jego rodzaj występuje w osobistych kontaktach, jak targi, negocjacje, udzielanie kredytów czy poręczeń. W targowaniu się każda strona musi wyczuć u drugiej próg skłonności do ustępstwa; podobnie w innych negocjacjach. Udzielenie kredytu wymaga zdolności do oceny zarówno uczciwości kredytobiorcy jak i jego zdolności do wypracowania zysku pozwalającego liczyć na spłatę.

Morał z tych historii jest taki, że intuicyjne określenie popytu na podstawie odczuć jest możliwe tylko w ekonomicznej makroskali. Wymaga to bowiem osobistych doświadczeń producenta dotyczących danej klasy konsumentów i danej klasy produktów (FM musiał np. wiedzieć, że do poruszania jego maszyn wystarczy siła jednego konia zaprzęzonego do kieratu, co wymagało oszacowania końskiej siły na podstawie doświadczeń z wiejskiego dzieciństwa). Tej możliwości analogowego rachowania nie ma żaden urzędnik, nawet ekonomicznie tak wykształcony, że miałby na zawołanie wszelkie układy równań Walrasa, Pareto i Langego; każdy taki układ wymaga zapisu w cyfrach, a to jest właśnie to, co jest z reguły nieosiągalne w szacowaniu popytu, w negocjowaniu ceny itp.

Podsumujmy. Ulokowanie decyzji ekonomicznych w mikroskali ma dla obliczeń ekonomicznych ten zbawienny skutek, że pozwala stosować najefektywniejsze modele obliczeniowe, mianowicie przetwarzania danych lokalne, interaktywne i analogowe. Jeszcze jedna istotna korzyść jest ta,

że pełna kontrola nad masą obliczeniową uwalnia od konieczności założeń upraszczających i aproksymacji – niosących ryzyko, że uprości się nie w tym punkcie, co trzeba, albo przybliży się nie dość blisko.

**3.4.** W całym dotychczasowym rozważaniu, za Hayekiem i Langem przyjmowaliśmy, że rynek jest systemem przetwarzania informacji. To założenie dobrze się nam sprawdzało na licznych przykładach; nie znaczy to jednak, że mamy na nich poprzestać. Wypada je uzupełnić analizą bardziej systematyczną.

Żeby zrozumieć w jaki sposób rynek funkcjonuje jako system obliczeniowy, trzeba ustalić, na czym to polega, że uczestnicy rynku działają jako urządzenia obliczeniowe lub elementy takich urządzeń.

Na zbiór uczestników rynku składa się klasa *wolnych konsumentów* i klasa *wolnych producentów*. Wolnych, to znaczy takich, którzy samodzielnie i na własną odpowiedzialność podejmują decyzje o konsumpcji lub produkcji. Więźniowie jedzący dostarczony im obiad są konsumentami, ale nie są wolni, podobnie jak nie są wolnymi konsumentami żołnierze w koszarach czy małe dzieci, których jedzenie, ubranie, mieszkanie, zależy od wyboru rodziców.

Pojęcie producenta trzeba w obecnym kontekście rozumieć szeroko, podciągając pod nie również osoby pracujące w usługach i osoby dostarczające kapitału do produkcji, jak inwestorzy giełdowi. Świadczenie usług jest produkowaniem w tym szerokim znaczeniu, że przetwarza rzeczywistość, choć w inny sposób niż przetwarza ją ten, kto ze stali buduje maszyny czy z mąki piecze chleb. Usługi polegają na przekształcaniu stanów ludzkich w inne stany. Lekarz przekształca chorego w zdrowego, nauczyciel przekształca osobę niewykształconą w wykształconą, fryzjer przekształca oblicze zarośnięte w ogolone.

Nie wszyscy jednak sprawcy przekształceń są producentami wolnymi i tym samym uczestnikami rynku. Nie są nimi ludzie pracy najemnej, ani mianowani lub wybierani urzędnicy. Oni za swą produkcję otrzymują stałe uposażenie, nie podejmują natomiast decyzji produkcyjnych, od których zależy ich zysk lub strata, a więc decyzji niosących osobiste ryzyko finansowe.

Z elementów, jakimi są wolni konsumenci i wolni producenci buduje się gigantyczna sieć wolnego rynku jako instrumentu przetwarzania informacji. Mianowicie, decyzja indywidualnego uczestnika poprzedzona jest rozumowaniem kalkulującym wielkość zysku, w przypadku gdy zajdzie stan pożądany (np. wysoki popyt) i wielkość straty, gdy zajdzie stan niepożądany. Określa się zarazem stopień prawdopodobieństwa każdego ze stanów (to ostatnie dokonuje się z reguły na zasadzie analogowej, bo określenie cyfrowe rzadko jest możliwe).

Zważmy, co bardzo istotne, że dane przetwarzane w kalkulacji przeddecyzyjnej czerpie decydent z wiedzy o wynikach tego rodzaju procesów u innych decydentów (w tym punkcie zaczyna być widoczny sieciowy charakter układu). I tak, obliczanie kosztów bierze pod uwagę ceny surowców, narzędzi itd., a te są zbiorczym wynikiem rozlicznych decyzji podejmowanych przez producentów dóbr produkcyjnych odległych nieraz przestrzennie o morza i kontynenty. A gdy nasz producent na tej podstawie podejmie swą decyzję, wynik ten dostarczy informacji innym producentom, którzy ją będą przetwarzać w swych kalkulacjach. Dostarczy także informacji dla konsumentów, o ile wchodzi w grę produkt finalny, gotowy do konsumpcji. Jeszcze inne przesłanki do decyzji czerpie producent z wiedzy o konsumentach, która jest podstawą do oczekiwania określonego popytu.

Ten wynik, wieńczący proces decyzyjny jednego producenta i stanowiący dane wejściowe, które przetworzą w swych kalkulacjach następnymi producentami, by znowu zakończyć rzecz decyzją, jest to *cena produktu*. System cen stanowi uniwersalny środek komunikacji w zbiorze wszystkich uczestników rynku i uniwersalny zbiór danych do przetwarzania w kalkulacjach decyzyjnych. Podsumujmy opis tego procesu powstawania ceny słowami Hayeka.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> „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,



W skrótovej postaci, jako rodzaj symbolicznego zapisu, przekazywana jest informacja tylko najistotniejsza i tylko do tych, którzy jej potrzebują. Jest to coś więcej niż przenośnia, gdy opisuje się system cen jako rodzaj maszyny do rejestrowania zmian, albo system telekomunikacyjny. Dzięki niemu, podobnie jak inżynierowi wystarczy śledzić wskazówki na niewielu tarczach, tak poszczególnym producentom wystarczy obserwować ruchy niewielu wskaźników. Żeby dostosować swe działania do zmian, o których mogą nie wiedzieć nic więcej niż to się odzwierciedla w ruchu cen.

W procesie kształtowania się cen widoczna jest głęboka różnica między układem przetwarzania informacji, jakim jest rynek, a takim, jaki reprezentuje komputer lub sieć komputerowa. Rynek czerpie i produkuje informacje w toku procesów decyzyjnych, podczas gdy komputery czy ich sieci nie są jednostkami zdolnymi do decyzji we własnym interesie i na własne ryzyko. Wyrażmy to jeszcze inaczej. Cena powstaje w ten sposób, że produkt jest tyle wart, ile ktoś gotów jest za niego zapłacić. To ile gotów jest on zapłacić bierze się z jego preferencji. A te wyrażają się w jego decyzjach: kupuję za tyle a tyle.

A zatem, aby zaistniały ceny, muszą być w świecie istoty obdarzone własnymi dążeniami. Nie byłoby miarodajnych informacyjnie cen i w konsekwencji nie byłoby rynku, gdyby zastąpić ludzi przez roboty. Albo, pozostawić ludzi, lecz uczynić z nich istoty tak bezwolne, jak to próbował czynić socjalizm w swej skrajnej koszarowej postaci.

Tę prawidłowość ilustruje dowcip z czasów, gdy kraje socjalistyczne pod egidą ZSRR były skupione w dwóch organizacjach: militarnej, Pakcie Warszawskim, i gospodarczej – RWPG (Rada Wzajemnej Pomocy Gospodarczej). Na wspólnej naradzie obu organizacji omawia się plan militarnego podboju Europy zachodniej. Gdy generał z Paktu zaczyna referować atak na Lichtenstein, wstaje przedstawiciel RWPG z Węgier (najbardziej wówczas pragmatyczna nacja w RWPG) i proponuje, żeby pozostawić Lichtenstein w spokoju. Poczem zdziwionym towarzyszem wyjaśnia, że jest w interesie naszego obozu, żeby jedno niegroźne państewko pozostało kapitalistyczne, bo w przeciwnym razie nie będziemy wiedzieć, co ile kosztuje.

**3.5.** Argument, że wolny rynek różni się w istotnym względzie od sieci komputerowej ponieważ jego uczestników cechują dążenia i decyzje, nie do wszystkich zapewne przemówi. Raczej nie przekona tych, którzy sądzą, że każda aktywność intelektualna, także odkrywczе i twórcze pomysły, także wybory przeżywane przez nas jako wolne, są wynikiem działania determinujących nas bez reszty algorytmów mózgowych. Takie jest stanowisko radykalnych rzeczników sztucznej inteligencji (SI). Swe nadzieje pokładają oni w tym, że kiedyś nauczymy się w pełni symulować mózg, a wtedy będziemy potrafili produkować nieodróżnialne od ludzi roboty.

Pogląd ten powstaje na styku nauki i pewnej wiary filozoficznej. Wynik naukowy należy do logiki matematycznej i powiada tyle, że istnieją zdania prawdziwe o liczbach, które nie dadzą się udowodnić żadnym algorytmem w stosowanym przez nas systemie arytmetyki, a których prawdziwość jest rozpoznawalna dla człowieka; powiadamy o takich zdaniach, że są *nierozstrzygalne algorytmicznie* czyli nierozstrzygalne dla komputera cyfowego; krócej mówimy o nich: *nierozstrzygalne*. Nie jest to wynik krzepiący dla zwolenników SI, ale odparowują oni cios argumentem, że można system arytmetyki obecnie stosowany, nazwijmy go A1, wzmocnić o nowe środki dowodowe (aksjomaty, reguły), przechodząc tym samym do mocniejszego systemu A2; w tym nowym będzie rozstrzygalne to, co nierozstrzygalne w A1. Wprawdzie ten sam, cytowany przed chwilą, wynik logiczny powiada, że w A2 powstaną nowe, jemu właściwe zdania nierozstrzygalne dla komputera (choć ich prawdziwość jest widoczna dla ludzkiego umysłu), ale wtedy można sięgnąć po odpowiednie algorytmy do systemu A3. I tak dalej, w nieskończoność. Otóż człowiek istotnie jest w stanie konstruować kolejne algorytmy w systemach matematycznych coraz wyższego rzędu, z czego

---

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 dials, in order to adjust their activities to changes of which they may never know more than is reflected in the price movement.” Hayek [1948, s. 86], cytowane za Butler [1985, s. 47].

zwolennicy SI wysnuwają wniosek. że skoro porafi to człowiek, to niechybnie potrafi i maszyna. Skąd można to wiedzieć? Jest tylko jedna przesłanka zdolna to uzasadnić i ta jest z całą powagą przywoływana: *bo mózg jest maszyną*. Ta właśnie przesłanka należy do wiary filozoficznej.

Nie miejsce tutaj, by zasadność owej wiary poddawać ocenie; to osobny i raczej zawily temat. Chodzi tylko o rozpoznanie statusu poszczególnych elementów składających się na następujące przekonanie.

*Da się przynajmniej teoretycznie (to jest, abstrahując od praktycznej obliczalności) dokonać symulacji komputerowej wolnego rynku, ponieważ jego uczestnicy nie są niczym innym, jak wysoce skomplikowanymi robotami; jeśli rozpoznać, jakie programy sterują zachowaniem owych uczestników-robotów, także cała sieć ich wzajemnych interakcji da się odtworzyć jako proces algorytmiczny.*

To, że takie rozpoznanie i idąca za nim komputerowa symulacja są w zasadzie możliwe, jest przedmiotem owej wiary filozoficznej, że mózg jest maszyną o tych samych w zasadzie możliwościach obliczeniowych, co uniwersalna maszyna Turinga. Materializm tego stanowiska harmonizuje z faktem, że socjalizm postulujący likwidację rynku na rzecz algorytmów planowania jest w swej warstwie filozoficznej radykalnie materialistyczny. Kto nie czuje się zobowiązany do wyznawania materializmu, nie musi się kłopotać, czy uda się wreszcie udowodnić, że człowiek to nic innego jak maszyna.

Ten wypadek w rejonach filozofii jest tu potrzebny, żeby uchwycić pewien nurt motywacji w teorii antyrynkowej. Uzyskujemy w ten sposób pożądaną rozległość obrazu. Nie należy on jednak do głównego nurtu argumentacji. Przypuśćmy, że wygra radykalny obóz SI i okaże się teoretycznie możliwe przeprowadzić symulację zachowań każdego z aktualnych uczestników rynku w liczbie kilkudziesięciu miliardów (gdy wziąć pod uwagę, że każdy z sześciu miliardów mieszkańców globu może pełnić kilka ról rynkowych). Liczyć się wtedy trzeba i z tym, że niezbędna do obliczeń dokładność, pomiaru elektro-chemicznego stanów mózgowych, np. tego, o ile bardziej woli ktoś żur od grochówki, może wymagać tysięcy lub milionów miejsc po przecinku. Załóżmy, że to wszystko jest teoretycznie możliwe.

Ile wtedy trzeba by czasu na praktyczne obliczenie, powiedzmy, tego, czy wyjść na rynek z takim czy innym krojem płaszczy wiosennych? Decyzję trzeba podjąć najpóźniej w zimie tego samego roku, a na jej obliczenie metodami algorytmicznymi trzeba by zapewne miliardów lat. Może to przesada? Może. Ale ciężar dowodu, że zmieści się to w tygodniach, należy do zwolenników pełnej algorytmizacji procesów gospodarczych. Ten właśnie typ problemu został rozpisany na pięć bardziej szczegółowych pytań w otwierającym obecny tekst Prologu. Przeciwników wolnego rynku, którzy chcą go zastąpić centralnym planowaniem, możemy zwolnić od zmagania się z filozoficznym problemem, czy człowiek jest maszyną do obliczeń. Bo jeśli nawet jest, ale jako maszyna musiałby liczyć algorytmicznie przez miliony lat to, co jako człowiek rozpoznaje intuicyjnie w sekundach, to raczej nie warto tak bardzo się starać o zastąpienie go w tym punkcie maszyną.

Przewaga człowieka nad komputerem w szybkości liczenia, zachodząca w pewnych sytuacjach, może się wydać czymś paradoksalnym, skoro na każdym kroku spotykamy się z zawrotnym tempem wykonywania operacji przez komputer. Jest jednak ta przewaga faktem. Mamy z nią do czynienia np. w automatycznym dowodzeniu twierdzeń, w grze w szachy itp. Komputer będzie bowiem próbował wszystkich możliwych kombinatorycznie ścieżek rozumowania, co może rodzić zapotrzebowanie na czas liczony w milionach lat, podczas gdy większość z tych ścieżek do niczego nie prowadzi. Te ślepe uliczki rozpoznaje człowiek natychmiast i doradza komputerowi, żeby w nie się nie zapuszczał. Jeśli więc komputer wygrywa czasem w szachy z Kasparowem, to nie jako „czysty” komputer lecz rodzaj hybrydy, która wbudowane w nią przez programistę ludzkie chody myślowe łączy z tempem operacji bliskim szybkości światła. Połączenie tych dwóch atutów rodzi to, co czasem się odbiera jako sukcesy sztucznej inteligencji. Są to jednak w gruncie rzeczy sukcesy inteligencji ludzkiej, która tworzy wyrafinowane algorytmy (programy) i zaprzęga do ich wykonywania maszynę przewyższającą o kilka rzędów wielkości szybkość działania mózgu.

Trzeba więc dynamikę cywilizacji widzieć w perspektywie symbiozy tych dwóch systemów przetwarzania informacji, nie zaś eliminacji jednego z nich na rzecz drugiego.

## Literatura cytowana

Eamon Butler, *Hayek. His Contribution to the Political and Economic Thought of Our Time*. Universe Books, New York 1985.

J. Hartmanis and R. Stearns, „On the computational complexity of algorithms”, *Transactions of the AMS* 117, 285-306, 1965.

Friedrich A. Hayek, „The Socialist Calculation: the competitive solution”, *Econometrica* 1940.

Friedrich A. Hayek, *The Road to Serfdom*. 1944, [wznowienie:] Chicago University Press, Chicago 1975.

Friedrich A. Hayek, *Prices and Production*, 1931, [wznowienie:] Kelley 1967.

Friedrich A. Hayek, *Individualism and Economic Order*. The University of Chicago Press, Chicago 1948.

L. V. Kantorovich, „Mathematics in Economics: Achievements, Difficulties, Perspectives”, *American Economic Review* 79, No. 6 (December) 1989.

Oskar Lange, „On the Economic Theory of Socialism” *Review of Economic Studies* 1936/37 Vol. IV, No 1, 2.

Oskar Lange, „The Computer and the Market” [w:] C. H. Feinstein, ed., *Socialism, Capitalism, and Economic Growth*. Cambridge University Press, New York 1967.

Oskar Lange and F. M. Taylor, *On the Economic Theory of Socialism*, University of Minnesota Press, Minneapolis 1938.

Bernard Mandeville, *Bajka o pszczołach*, przeł. Agnieszka Glinczanka, PWN, W-wa 1957 (oryginalne wydanie ang. *Fable of the Bees*, 1705).

Witold Marciszewski (red.). *Logika formalna. Zarys encyklopedyczny z zastosowaniami do informatyki i lingwistyki*. PWN, Warszawa 1987.

Vilfredo Pareto, *Manuale di Economia Politica, con una Introduzione alla Scienza Sociale*. Milan 1906.

E. C. Pasour, Jr. „Consumer Information and the Calculation Debate” Published in *The Freeman: Ideas on Liberty* - December 1996. Zob. [www.fee.org/vnews.php?nid=3641](http://www.fee.org/vnews.php?nid=3641)

Paul A. Samuelson and W. D. Nordhaus, *Economics* 13th ed., McGraw Hill, New York 1989.

Andrzej Skowron, „Automaty” [w:] Marciszewski (red.) [1987].

R. H. Tawney, *Religion and the Rise of Capitalism*. Harmondsworth, 1938 (1sze wyd. 1926). Polski przekład Olgerda Wojtasiewicza *Religia a powstanie kapitalizmu*, Książka i Wiedza, Warszawa 1963.

Tadeusz Tyszka i Tomasz Zaleskiewicz, *Racjonalność decyzji. Pewność i ryzyko*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001.

Ludwig von Mises, „Economic Calculation in the Socialist Commonwealth”, Part III in F. A. Hayek (ed.), *Collectivist Economic Planning*. Routledge, London 1935), pp. 87-130. Reprinted by Augustus M. Kelley Publishers, 1975.

Ludwig von Mises. *Human Action. A Treatise on Economics*. Yale University Press, 1949, [wznawienie:] The Scholar's Edition, The Mises Institute, Auburn, Ala. 1998.

Alan Turing, „On computable numbers, with an application to the *Entscheidungsproblem*”, *Proc. of the London Math. Society*, Series 2, 42, pp. 230-265, 1936.

John von Neumann and Oskar Morgenstern. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press 1944.

James A. Yunker, „Post-Lange Market Socialism: an Evaluation of Profit-Oriented Proposals”, *Journal of Economic Issues*, September 1995.

© Witold Marciszewski, Warszawa, Polska (Poland)