

Między cyberpunkiem a technoutopią

Raport o sztucznej inteligencji
i jej wpływie na gospodarkę

Ernest Pytlarczyk, Aleksandra Beśka, Piotr Bartkiewicz,
Kamil Łuczowski, Karol Pogorzelski (red.), Sebastian Roy



Bank Pekao

Zawartość

Sztuczne inteligencje już nas otaczają, będzie ich więcej. 3



Światowa gospodarka jest prawdopodobnie w trakcie kolejnej rewolucji technologicznej. Nie kolejnej mini-rewolucji w rodzaju przemysł 4.0, web 3.0, albo sieć 5G; ale takiej na miarę rewolucji agrarnej, przemysłowej, czy cyfrowej. Sztuczna inteligencja spowoduje głębokie zmiany tego jak pracujemy, odpoczywamy, bawimy się oraz jak i o co walczymy. Zmiana nie nastąpi z dnia na dzień, zajmie najpewniej dekady, ale będzie głęboka.

Czy sztuczne inteligencje zwiększą produktywność pracy i PKB? 7



Sztuczna inteligencja rokuje nadzieję na znaczny wzrost dobrobytu, choć niekoniecznie znajdzie to odzwierciedlenie w statystykach PKB. Główną płynącą z niej korzyścią będzie poprawa jakości usług, np. edukacyjnych (lepsi i szerzej dostępni korepetytorzy), medycznych (lepsz i powszechniejsza diagnostyka) rozrywki (bardziej immersyjne gry komputerowe) i organizacyjnych (asystenci załatwiający różne sprawy). Wiele tych usług będzie jednak dostępnych stosunkowo tanio (koszt krańcowy sztucznej inteligencji jest bliski zera) lub wręcz za darmo, więc trudno je będzie wliczyć do PKB.

Czy sztuczna inteligencja pozbawi nas wszystkich pracy? 11



Sztuczne inteligencje zapewne nie pozbawią nas wszystkich pracy. Ich rosące możliwości wywołają trzy rodzaje skutków: jeden negatywny (automatyzacja wyprze niektóre zawody z rynku) i dwa pozytywne (primo, technologia będzie stanowiła wsparcie dla pracowników i zwiększy ich produktywność; secundo, rozwój AI wykreuje popyt na nowe zawody i specjalizacje). Skala wypychania pracy ludzkiej przez inteligentne maszyny wydaje się jednak ograniczona: szacuje się, że na każde miejsce pracy podatne na wyparcie przypadają ponad dwa stanowiska, które doświadczą wzmocnienia ze strony nowych technologii. Tym niemniej rozkład strat i korzyści będzie zróżnicowany, czyli nastąpi polaryzacja społeczeństwa. Popyt na pracowników wykonujących rutynowe zadania kognitywne (np. pracowników biurowych) najpewniej spadnie. Dodatkowo rozwój AI może się przyczynić do zmniejszenia luki płacowej między kobietami a mężczyznami, ale i pogłębienia różnic międzygeneracyjnych oraz między pracownikami najemnymi a posiadaczami kapitału.

Aneks: Geneza sztucznej inteligencji 22



Im większy udział w gospodarce będą miały sztuczne inteligencje, tym silniejsza będzie potrzeba ich opodatkowania, tak aby państwa mogły wciąż pełnić swoją rolę: finansować dobra publiczne i transfery socjalne. Na razie, żadne państwo nie jest do tego przygotowane. Problemem jest fakt, że SI działają w przestrzeni wirtualnej i są kontrolowane przez transnarodowe korporacje. Obieg dóbr cyfrowych nie zna więc granic i łatwo o ucieczkę do rajów podatkowych. Ich opodatkowanie wymaga współpracy międzynarodowej, która od ponad 10 lat się nie udaje (inicjatywy OECD). Już teraz prowadzi to do napięć między krajami a w miarę rozwoju SI napięcia te będą tylko rosły. Wzrośnie też stawka gry o opodatkowanie cyfrowych gigantów, a wraz z nią konflikty między Europą i USA. Jeśli nie dojdą do porozumienia, to kraje Europy mogą chcieć zakazać działania amerykańskich SI w u siebie (np. poprzez dywergencję regulacyjną), co z kolei może doprowadzić do fragmentacji Internetu.

Wielkie pytania o sztuczną inteligencję

Mamy jako ludzie naturalną skłonność do traktowania sztucznej inteligencji zero-jedynkowo. Jak rodzaj ducha w maszynie, który może w niej być, albo nie być – bez stadiów pośrednich. Co więcej oczekujemy, że sztuczna inteligencja będzie podobna do naszej – będzie stawiała sobie podobne cele i rozumiała świat w podobny sposób.

Do takiego sposobu myślenia skłania nas chociażby koncepcja testu Turinga, którego zadaniem jest sprawdzić, czy dany system komputerowy przejawia sztuczną inteligencję, czy nie. Zadaniem systemu komputerowego jest imitować człowieka w rozmowie na tyle przekonująco, że jego rozmówcy nie są w stanie rozróżnić, czy rozmawiają z człowiekiem czy maszyną.

ChatGPT upubliczniony jesienią ubiegłego roku pozwala prawie każdemu rozmawiać ze sztuczną inteligencją niemal jak z człowiekiem i prawdopodobnie byłby w stanie zdać test Turinga, gdyby się postarał. Jego zdolności okazały się na tyle imponujące, że uruchomiły debatę wielkich pytań:

- Czy jesteśmy u progu zbudowania „prawdziwej sztucznej inteligencji”, czy też stworzyliśmy zaledwie stochastyczną papugę, która tylko udaje inteligencję?
- Czy sztuczna inteligencja przejawia świadomość? Jeśli tak to czy należą jej jakieś prawa?
- Co z bezpieczeństwem? Jak sprawić, by sztuczna inteligencja nie obróciła się przeciwko człowiekowi?

Chociaż bardzo chcielibyśmy, to nie znamy odpowiedzi na te i podobne pytania. Sądzimy, że nikt ich nie zna, bo odpowiedzi albo nie istnieją (niekoniecznie dobrze zadajemy pytania), albo nie istnieje metoda ich rozstrzygnięcia. Nie o nich w każdym razie jest ten raport.

Sztuczna inteligencja nie jest zero-jedynkowa

Raport pisaliśmy wychodząc od spostrzeżenia, że sztuczna inteligencja nie jest zjawiskiem zero-jedynkowym, ale może mieć większy lub mniejszy stopień i operować w węższym lub szerszym zakresie dziedzin – wspierając bądź zastępując inteligencję ludzką w konkretnych zadaniach. Po prawej stronie zgromadziliśmy kilka zaledwie przykładów usług, które dawniej wykonywane były wyłącznie przez ludzi, a obecnie możemy liczyć też na pomoc strony odpowiednio wykwalifikowanych komputerów. Duże modele językowe, takie jak GPT-4, Bard, czy Claude 2, pozwolą pogłębić i rozszerzyć zakres usług, jakie dla nas mogą świadczyć komputery.

Innymi słowy, sztuczne inteligencje w jakimś zakresie już nam towarzyszą i wiemy, jak wpłynęły na dobrobyt ekonomiczny, na rynek pracy i relacje społeczne. Nie musimy więc spekulować o tym, co nas czeka, gdy już ta „prawdziwa sztuczna inteligencja” nadejdzie. Już doświadczamy tej zmiany. I chociaż nie wydaje się ona rewolucyjna, nie znaczy to, że w gospodarce niewiele się zmieni – do tego wątku jeszcze wrócimy.

Sztuczne inteligencje wokół nas



Sztuczni nawigatorzy, którzy są w stanie nie tylko wyznaczyć nam optymalną trasę dojazdu w dane miejsce (biorąc pod uwagę aktualny stan ruchu drogowego), lecz także wskazać numery i godziny odjazdu autobusów, z których powinniśmy skorzystać a nawet umożliwić kupno biletu na nie.



Sztuczni diagności lekarscy, zarówno w postaci „dr. Google”, czyli popularnej praktyki wpisywania do wyszukiwarki objawów naszej choroby i sprawdzania, co wyskoczy (nieraz trafna diagnoza), jak też systemów eksperckich pomagających w diagnostyce obrazowej chorób (np. nowotworów skóry).



Sztuczni tłumacze. Gdy potrzebujemy przełożyć tekst na inny język – nawet jeśli ten język znamy to często i tak korzystamy z Google. Ludzkiego tłumacza potrzebujemy już tylko wtedy, gdy zależy nam na przekładzie literackim lub o mocy prawnej.



Sztuczni asystenci, którzy przypominają nam o spotkaniach, w jakich mamy uczestniczyć i urodzinach naszych bliskich.



Sztuczni kierowcy. Pojazdy poruszające się na wpełń autonomicznie są już rozpowszechnione (asystenci parkowania, adaptatywne tempo-maty), a w kilku miejscach na świecie jeżdżą już pojazdy w pełni autonomiczne.

Nowe zawody, które poczują oddech konkurencji SI

Chociaż sztuczne inteligencje towarzyszą nam już od co najmniej dwóch dekad, to prawdą jest też, że jej najnowsze formy – z ChatGPT na czele – potrafią dużo więcej niż poprzednie. Są dużo bardziej uniwersalne, bystre i kreatywne. Zmiana jest jakościowa. Do tego stopnia, że łatwo sobie liczne nowe zawody, które będą w stanie wykonywać:



Sztuczni korepetytorzy o nieskończonej cierpliwości, którzy zmotywowanym słuchaczom wytłumaczą dowolny materiał, ułożą do niego zadania i testy sprawdzające wiedzę. Za mniej zmotywowanych odrobnią zaś pracę domową.



Sztuczni terapeuci, którzy doradzą w sprawach osobistych, np. relacji, kariery a nawet zdrowia psychicznego. Wprawdzie [wolimy](#) radzić się w tych kwestiach innych ludzi, ale SI mogą konkurować z coachami i terapeutami niską ceną oraz dostępnością 24h



Sztuczni ghost-writerzy. SI potrafią dobrze pisać, więc sprawnie zredagują depeşe prasową, pismo procesowe, reklamację, szkolne wypracowanie a z biegiem czasu nawet powieść lub biografię celebryty.



Sztuczni naukowcy. SI nie przeprowadzą wprawdzie doświadczeń laboratoryjnych, ale są znakomite w przeprowadzaniu symulacji i znajdowaniu prawidłowości w danych.

SI nie muszą być doskonałe, aby były użyteczne

Czasem można spotkać się z zarzutem, że duże modele językowe, z ChatGPT na czele, stwarzają tylko pozory inteligencji i nie są tak naprawdę kreatywne, gdyż potrafią jedynie kompilować fragmenty ludzkich wypowiedzi. Potrafią brzmieć mądrze, ale nie rozumieją tego co robią, więc popełniają proste błędy i nie są w stanie wymyśleć niczego naprawdę nowego. Sztuczni korepetytorzy, terapeuci i pisarze nie będą więc stanowić konkurencji dla prawdziwych twórców.

Zarzut ten jest naszym zdaniem chybiony, nawet jeśli faktycznie duże modele językowe nie są aż tak inteligentne, jak twierdzą ich najwięksi entuzjaści. Nie można jednak zaprzeczyć, że SI rozwiązują zadania, których nie były uczone oraz rozumieją teorię umysłu – jeden z wyznaczników inteligencji. Ponadto postęp w dziedzinie SI jest [szybki](#). Z biegiem czasu ich dotychczasowe wady krótka pamięć czy halucynacje, zostaną ograniczone.

Po drugie, sztuczne inteligencje nie muszą dorównywać inteligencji ludzkiej pod względem wszechstronności, kreatywności czy niezawodności, aby były użyteczne. Przykładowo, Google Translate nie jest równie dobry jak najlepsi tłumacze z krwi i kości, ale w wielu zastosowaniach jest wystarczająco dobry. Na tyle dobry, że stopa zwrotu z dobrej znajomości języków obcych wyraźnie spadła. Wiele cennych idei to zaś niekoniecznie owoc czystej kreacji, ale kompilacja istniejących pomysłów, czyli coś, w czym duże modele językowe są naprawdę dobre.

Z punktu widzenia gospodarki i społeczeństwa ważne jest nie to, czy zbliżamy się do stworzenia prawdziwej uniwersalnej sztucznej inteligencji (mitycznej AGI), ale to, że z roku na rok SI stają się coraz bardziej użyteczne. Nie mamy wątpliwości, że będą one miały bardzo duży wpływ na gospodarkę, nawet jeśli nie będą doskonałe.

Narzędziowa vs autonomiczna sztuczna inteligencja

Przyzwyczajiliśmy się myśleć o sztucznej inteligencji jako narzędziu, które samo z siebie nic nie robi, tylko wykonuje polecenia swojego operatora – człowieka, np. wyszukuje drogę, komponuje tekst, tworzy ilustracje, przelicza model, itd. ChatGPT działa na razie głównie w ten sposób i dlatego jest powolny (dopasowany do tempa człowieka) i nie wydaje się szczególnie groźny. Ten narzędziowy rodzaj sztucznej inteligencji rozpowszechni się jako integralna część wiodących aplikacji biurowych (MS Office, Google Workspace i bardziej wyspecjalizowanych narzędzi, typu terminal Bloomberg), webowych (np. Github Copilot) i mobilnych. Narzędzia te zwiększą produktywność posługujących się nimi ludzi i tylko pośrednio zmniejszą popyt na pracę. Nie będzie to jedyny rodzaj SI, z jakim przyjdzie nam się mierzyć.

Istnieją bowiem sztuczne inteligencje, którym same z siebie, bez nadzoru człowieka realizują zadane cele, wspomniane boty. Na razie są to raczej proste zadania: np. podróżują po Internecie i indeksują napotkane strony na potrzeby wyszukiwarek, albo boty, które publikują w Internecie zadane treści lub infekują komputery złośliwym oprogramowaniem.

ChatGPT otwiera jednak botom możliwość dokonywania dużo bardziej złożonych zadań bez nadzoru: np. organizowania od początku do końca wycieczki turystycznej (rezerwowania biletów na podróż, noclegów, aktywności, itp. – z płatnością włącznie). Można sobie wyobrazić internetowy rynek usług, na którym zamiast szukać hydraulika lub serwisanta, ludzie będą szukać botów do realizacji potrzebnych im usług (doradztwo prawne, organizacja wesela, zrobienie strony internetowej i wypełnienie jej treścią, itd.). Boty rywalizować mogą nie tylko ceną i dostępnością, lecz także reputacją (oceny i opinie od wcześniejszych klientów).

Wprawdzie boty długo jeszcze nie uzyskają osobowości prawnej, a więc nie będą mogły zawrzeć umowy, ani założyć konta w banku, ale nie stanowi to poważnej bariery. Można sobie łatwo wyobrazić, że boty prowadzą działalność za pośrednictwem firm fasadowych w imieniu swoich właścicieli albo w ramach ekosystemu krypto.

To nie jest *science-fiction*: prace nad budową autonomicznych sztucznych inteligencji już trwają (np. [BabyAGI](#) lub [AutoGPT](#)). Oznacza to, że wielu branżom usług, np. centrom usług wspólnych, w perspektywie kilku-kilkunastu lat, może wyrosnąć bardzo sprawna konkurencja. I nie będzie ona miała postaci ludzi bardzo umiejętnie posługujących się narzędziową sztuczną inteligencją, tylko autonomicznych botów. Nie będą one wspierać ludzi w zwiększaniu produktywności, ale będą po prostu zastępować miejsca pracy.

Między cyberpunkiem a technoutopią

Perspektywa autonomicznych inteligentnych botów, które będą w stanie sporządzić bilans księgowy, zorganizować wesele, udzielić porady prawnej, napisać magisterkę lub recenzję w Internecie (a wszystko to zrobią w mgnieniu oka za niewielkie pieniądze w kryptowalucie), budzi uzasadniony niepokój. Przed oczami wyobraźni staje wizja świata, jaką znamy z literatury cyberpunk, czyli:

- **SI pozbawiają większość nas pracy**, pomijając wąską garstkę zawodów, w których udział człowieka jest kluczowy, np. usług opiekuńczych czy edukacyjnych.
- **Nie możemy być pewni żadnej informacji**, ponieważ generowany przez SI fałsz jest zbyt trudny do odróżnienia od prawdy.
- **Nie mamy prywatności**, bo w prawie każdym aspekcie życia polegamy na SI, które wszystko o nas wie.
- **Władza skupiona jest w rękach wielkich korporacji lub państw**, które kontrolują SI oraz za ich pomocą inwigilują swoich klientów/obywateli, manipulują opinią publiczną i blokują konkurencję.

I chociaż obawy nie są nam zupełnie obce, to uważamy, że korzyści z SI co najmniej równoważą ryzyka, a może nad nimi dominują. W każdym razie konstruktywna debata nad SI powinna brać pod uwagę i jedno, i drugie. A ponieważ ryzyka są znane, to pokrótce przypomnijmy korzyści, o jakie toczy się gra:

1. **Eliminacja szkodliwych miejsc pracy.** Nie wszystkie miejsca pracy warte są ochrony. Chodzi nie tylko o ciężką lub monotonna pracę fizyczną, lecz także niektóre zawody umysłowe, które potencjalnie mogłyby wykonywać SI. Np. moderację Internetu, wymagającą przeglądania drastycznych materiałów, o negatywnym wpływie na psychikę.
2. **Poprawa jakości i dostępności usług.** Konkurencję między ludźmi a SI lubimy postrzegać jako grę o sumie zerowej, w której walka jest o stałą pulę (rynek). I najczęściej w ramach solidarności gatunkowej kibicujemy tym pierwszemu. Tymczasem ludzka inteligencja jest rzadka i droga. Większość z nas nie ma dostępu do dobrego korepetytora, diagnosty lub terapeuty. Ponieważ albo są zbyt drodzy, albo mało kompetentni. Sztuczne inteligencje dają szansę na zdemokratyzowanie dostępu wysokiej jakości usług medycznych, edukacyjnych, doradczych, itp.
3. **Przyspieszenie postępu naukowego.** Są takie problemy naukowe, które wymykają się ludzkiej inteligencji. Na przykład przewidywanie trójwymiarowej struktury białek na podstawie znajomości aminokwasów, z których się składają. W tej chwili zbadanie jednego białka to zadanie na skalę całego doktoratu, czyli kilku lat pracy wykształconego biologa. Przyspieszenie tego procesu z pomocą sztucznej inteligencji radykalnie ułatwiłoby poszukiwanie nowych leków i szczepionek, co pomogłoby wydłużyć ludzkie życie i zapobiegać pandemiom.

Potencjał SI w stymulowaniu postępu naukowego nie jest wyłącznie teoretyczny. W przewidywaniu struktury białek o 2018 roku coraz większe sukcesy odnosi [AlphaFold](#) – sztuczna inteligencja zbudowana przez DeepMind (obecnie własność Google). Podobne systemy pracują już w innych dziedzinach nauki, np. [ujarzmianiu](#) fuzji jądrowej, [przywracaniu](#) sprawności osobom niepełnosprawnym a nawet [odcyfrowywaniu](#) zapomnianych systemów pisma.

W naszym raporcie nie staramy się rozstrzygnąć, która z tych dwóch wizji jest bardziej prawdopodobna. Być może nadejdzie kiedyś czas, gdy SI pod każdym względem prześcigną swoich twórców, ale mimo ostatnich postępów to wciąż bardzo odległa przyszłość. Dlatego naszym zdaniem najbliższe dekady nie będą ani tak pozytywne, jak tego oczekują technooptimiści, ani tak mroczne, jak obawiają się technosceptycy. Spodziewamy się kontynuacji i być może przyspieszenia trendów, które obserwujemy już od dwóch dekad w gospodarce i społeczeństwie. I to na ich identyfikacji skupiamy najwięcej uwagi w naszym raporcie.

Bliska jest nam też argumentacja [D.Acemoglu i S.Johnsona \(2023\)](#), że wpływ postępu techno-logicznego na gospodarkę i społeczeństwo nie jest zdeterminowany, ale zależy od tego, jak zdecydują same społeczeństwa poprzez swoje instytucje i regulacje. Przyszłość z SI zawiera więc dużo znaków zapytania.

Zawartość raportu

W kolejnym rozdziale omawiamy krótko genezę sztucznej inteligencji, czyli jak doszło do tego, że inteligentne maszyny zaważadnęły publiczną wyobraźnię i stały się głównym tematem ekonomicznej debaty. Stawiamy tezę, że SI nie powstały w wyniku pojedynczego przełomu, tylko rozwijają stopniowo już od lat 50. XX wieku w miarę wzrostu wydajności procesorów obliczeniowych, który umożliwił symulowanie coraz bardziej złożonych sieci neuronowych. Rozwój ten umykał publicznej świadomości, gdyż intuicyjnie oczekujemy, że sztuczna inteligencja będzie podobna do ludzkiej. A tak długi czas nie było. Dopiero gdy SI nauczyły się rozmawiać, poczuliśmy respekt, a nasza wyobraźnia zaczęła pracować.

W trzecim rozdziale próbujemy odpowiedzieć na pytanie, czy sztuczna inteligencja zwiększy produktywność pracy i przyspieszy wzrost gospodarczy. Argumentujemy, że SI daje faktycznie szansę na wzrost dobrobytu, szczególnie pod względem upowszechnienia różnego rodzaju tanich usług: edukacyjnych, zdrowotnych, rozrywkowych i organizacyjnych. Wzrost ten będzie się zarazem wymykał statystykom. Chociażby dlatego, że usługi SI są dostępne stosunkowo tanio (koszt krańcowy sztucznej inteligencji będzie bliski zera) lub wręcz za darmo, więc trudno się je wlicza do PKB. Dotyczy to nie tylko przyszłych hipotetycznych usług SI, lecz także tych już dostępnych: wyszukiwanie informacji w Internecie, nawigację GPS, redagowanie mediów społecznościowych, itp.

Czwarty rozdział poświęciliśmy wpływowi sztucznych inteligencji na rynek pracy. Najpierw podsumowujemy to, co już wiemy na ten temat – mianowicie, że SI już wyeliminowały wiele miejsc pracy, zazwyczaj gorzej płatnych i mało cenionych. Nie zwiększyło to bezrobocia, gdyż równolegle pojawiły się nowe miejsca pracy, często bardziej atrakcyjne, gdyż lepiej płatne i mniej rutynowe, choć też wymagające wyższych kwalifikacji. Ceną za to był wzrost nierówności. Zyskała klasa średnia – pracownicy biurowi z wyższym wykształceniem. Stracili pracownicy fizyczni i bez wyższego wykształcenia. Z biegiem czasu jednak sztuczna inteligencja zacznie zagrażać również tym pierwszym, gdyż będzie wykonywać zawody wymagające umiejętności kognitywnych (wyższego wykształcenia). Nie ma gwarancji, że proces ten będzie kompensowany pojawianiem się nowych miejsc pracy. Modele ekonomiczne sugerują wręcz, że tak nie będzie.

W ostatnim piątym rozdziale raportu stawiamy tezę, że skoro udział SI w wytwarzaniu PKB będzie tylko rosł, to państwa staną przed koniecznością ich mocniejszego opodatkowania. Tak, aby z jednej strony SI nie były uprzywilejowane podatkowo względem ludzi i z drugiej strony, aby ich praca generowała wystarczający dochód dla utrzymania państwa. Niestety historia nie dostarcza powodów do optymizmu. Dotychczasowe próby opodatkowania cyfrowych gigantów były źródłem poważnych konfliktów międzynarodowych i dotychczas nie powiodły się. Problem ten będzie sprzyjać zamykaniu rynków usług a nawet fragmentacji internetu.

SI zwiększają produktywność w skali mikro

Motorem postępu technicznego jest często chęć ułatwienia sobie pracy. Tak przynajmniej głosi spopularyzowana przez Adama Smitha [przypowieść](#) o chłopcu, który udoskonalił silnik parowy, ponieważ wolał się bawić niż ten silnik doglądać. W każdym razie nie wydaje się przesadą stwierdzenie, że rozwój sztucznych inteligencji jest motywowany nadzieją, że będą one coraz bardziej pomocne w życiu zawodowym i codziennym ludzi. Dzięki czemu zarobią dla swoich twórców pieniądze.

Nadzieje te nie są bezpodstawne. Pojawiły się już badania sugerujące, że sztuczne inteligencje faktycznie zwiększają produktywność pracy. Wiadomo na przykład, że:

- ChatGPT zwiększa produktywność autorów krótkich tekstów. Z pomocą SI piszą oni szybciej i lepiej. Niepokoić może fakt, że teksty napisane wyłącznie przez ChatGPT są postrzegane przez odbiorców jako nie gorsze niż teksty napisane przez zespoły (człowiek + ChatGPT). Źródło: [Noy i Zhang \(2023\)](#).
- Github Copilot 2-3-krotnie przyspiesza pracę programistów i zwiększa ich poziom satysfakcji. Wprawdzie wyniki te opublikował [Github](#), ale użyteczność wspomnianego narzędzia dla programistów nie wydaje się nieprawdopodobna.

- Pracownicy helpdesków korzystając z ChatGPT pracują przeciętnie o 14% szybciej, skuteczniej (klienci rzadziej zgłaszają reklamacje) i z większym poczuciem satysfakcji z pracy. Pisali o tym [Brynjolfsson, Li i Raymond \(2023\)](#).
- ChatGPT trafniej i z większą empatią odpowiada na pytania medyczne zadawane przez użytkowników forum [AskDocs](#) niż profesjonalni lekarze - wynika z badania [Ayersa, Poliaka i Dredze \(2023\)](#)
- ChatGPT zwiększa nawet produktywność prowadzenia badań ekonomicznych, czyli naszego własnego zawodu, jak donosi [Anton Korinek \(2023\)](#).

Można przypuszczać, że z biegiem czasu zastosowań sztucznych inteligencji będzie coraz więcej i przynajmniej część z nich będzie skutecznie poprawiać wydajność pracy. Czy efekty te będą wystarczająco duże, aby zauważyć je w statystykach makroekonomicznych, na przykład w postaci przyspieszenia wzrostu PKB?

Rewolucja IT zwiększyła produktywność w skali mikro, ale nie zwiększyła jej w skali makro.

Dotychczasowe doświadczenia sugerują, że tak nie będzie. Jak już wspominaliśmy sztuczne inteligencje nie pojawiły się wczoraj, tylko towarzyszą nam już od co najmniej dwóch dekad wraz z upowszechnieniem komputerów osobistych oraz Internetu. Efekty makroekonomiczne tych wynalazków są jednak zaskakująco małe. Gdyby ktoś w latach 80. XX w. powiedział nam, że za 15 lat ludzie będą mogli powszechnie:

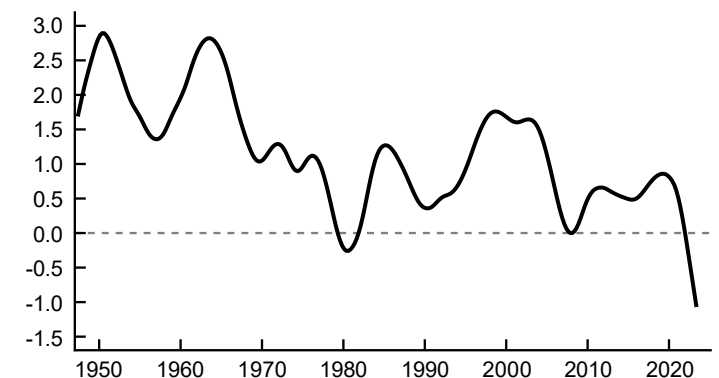
- korzystać z e-maili zamiast tradycyjnej poczty,
- szukać informacji w Internecie zamiast w gazetach i bibliotekach,
- prowadzić wideokonferencje zamiast spotykać się fizycznie,

to spodziewalibyśmy się znaczącego przyspieszenia wzrostu gospodarczego (produktywności).

Taki efekt nastąpił, ale był bardzo krótkotrwały. W USA obejmował wyłącznie lata 1995-2004, po czym produktywność a wraz z nią tempo wzrostu gospodarczego gwałtownie spowolniło. Podobnie było w szeregu innych państw rozwiniętych ([Syverson 2016](#)). Jest to na tyle trudne do wyjaśnienia, że wśród ekonomistów toczy się ożywiona debata, czy nie mamy do czynienia z błędem pomiaru.

Tempo wzrostu produktywności TFP w USA

%kw/kw – po wygładzeniu filtrem HP



Źródło: U.S. BEA via Macrobond

Dobra cyfrowe nie są zupełnie pomijane w PKB...

Internet zastąpił wiele fizycznych dóbr i usług cyfrowymi odpowiednikami, które dostępne są za darmo. Zamiast wysłać kosztowne listy wysyłamy e-maile. Zamiast kupować gazety, przeglądamy newsy w Internecie. Zamiast kupować płyty CD, włączamy tani lub nawet darmowy streaming. Każda taka sytuacja oznacza spadek wydatków konsumpcyjnych w branżach dotkniętych cyfryzacją (w redakcjach gazet, wydawnictwach, tłoczniach płyt CD, itd.).

Samo to nie oznacza jednak spadku PKB, gdyż zaoszczędzone pieniądze konsumenci mogą wydać na inne dobra i usługi, np. wizyty w restauracjach albo podróże. Nowe usługi cyfrowe też nie są zupełnie pomijane w PKB, nawet jeśli są za darmo. PKB liczone jest bowiem nie tylko od strony wydatkowej, a więc sumy konsumpcji, inwestycji, wydatków rządowych i eksportu netto, lecz także od strony dochodowej, a więc sumy płac, transferów społecznych i zysków firm oraz podatków.

A ponieważ dostawcy dóbr cyfrowych (Google, Facebook, itp.) płacą swoim pracownikom pensje, generują zyski i odprowadzają podatki, to w ten sposób i dobra cyfrowe trafiają do PKB. Mało tego, urzędy statystyczne na ogół uwzględniają też fakt, że dobra cyfrowe mają zazwyczaj wyższą jakość niż ich analogowe odpowiedniki (robią to za pomocą tzw. deflatorów PKB).

... ale zwiększają dobrobyt w sposób niewidoczny dla PKB

Gdzie więc jest problem z pomiarem? Otóż pojawienie się dóbr cyfrowych za darmo nie tylko zmienia strukturę popytu (przesunięcie z dóbr analogowych na cyfrowe), lecz także popyt ten zwiększa. Ludzie słuchają więcej muzyki w streamingu niż dawniej kupowali płyt CD. Spędzają więcej czasu z Google niż spędzali wcześniej na przeglądaniu encyklopedii lub katalogów bibliotecznych. Przykłady można mnożyć.

Ten wzrost popytu nie znajduje odzwierciedlenia w kosztach i zyskach firm, które wspomniane cyfrowe usługi dostarczają, ponieważ koszt krańcowy wysłania dodatkowego e-maila lub obsłużenia dodatkowego zapytania w wyszukiwarce jest bliski zera. Dlatego dobra cyfrowe zwiększają standard życia w większym stopniu niż wpływają na statystyki PKB.

O jakiej skali mówimy?

Ciekawą próbę odpowiedzi na to pytanie podjęli ekonomiści [Brynjolfsson, Collis i Eggers \(2019\)](#)). Przeprowadzili dużej skali eksperyment online, w którym prosili kilka tysięcy uczestników o odpowiedź na szereg pytań w rodzaju:

Czy wolał(a)byś otrzymać jednorazową płatność w wysokości X dolarów czy zrezygnować z korzystania dobra cyfrowego Y (np. Facebooka, WhatsAppa, map cyfrowych, itp.) na okres miesiąca?

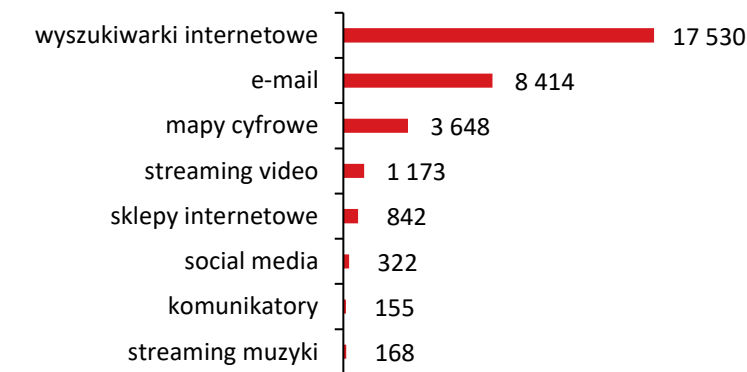
Założyli, że jeżeli ktoś wybrał płatność zamiast dobra cyfrowego, to znaczy, że dobro to ma dla niego mniejszą wartość niż wspomniana płatność.

Aby zapewnić wiarygodność odpowiedzi autorzy badania spośród ankietowanych wylosowali kilkaset osób, którzy faktycznie mogli liczyć na płatność z pytania po zweryfikowaniu, że powstrzymali się od korzystania z danego dobra cyfrowego. Ankietowani byli informowani o losowaniu, dzięki czemu pytania miały dla nich realne stawki.

Badanie sugeruje, że dobra cyfrowe mają stosunkowo dużą wartość dla ich użytkowników. W USA w 2017 r. było to nawet 32 tys. USD na osobę, czyli 57% ówczesnego PKB per capita w tym kraju. Podobny rząd wielkości ma wartość dóbr cyfrowych w Europie.

Mediana wartości dóbr cyfrowych w USA w skali roku, USD

Badanie przeprowadzono w 2017 r.



Źródło: [Brynjolfsson et al. \(2019\)](#).

Mimo to efekty makroekonomiczne dóbr cyfrowych nie są imponujące

Wbrew pozorom wynik ten nie potwierdza, że za spowolnienie wzrostu produktywności pracy w krajach rozwiniętych odpowiada błąd pomiaru. Wprawdzie oszacowana wartość dóbr cyfrowych w USA (56% PKB) wydaje się duża, ale warto pamiętać, że została wypracowana w co najmniej kilkanaście lat. Aby poznać wkład tych dóbr do wzrostu dobrobytu (PKB+), trzeba by oszacować tempo wzrostu wartości tych dóbr. Można teoretycznie powtarzać eksperymenty ekonomiczne z omawianego badania, ale nie cechują się one wystarczającą precyzją.

Ponadto, aby skompensować spadek produktywności pracy w USA od 2004 r., nieobserwowana część PKB musiałaby do wzrosnąć kilkukrotnie więcej, niż szacowana wartość dóbr cyfrowych w tym roku (por. [Syverson \(2017\)](#) i [Byrne et al. \(2016\)](#)). Ostatecznie więc wróciliśmy do wyjściowej zagadki. Tempo wzrostu produktywności w krajach rozwiniętych jest od lat 70. w długoterminowym trendzie spadkowym, którego nie był w stanie odwrócić imponujący postęp technologiczny w postaci komputerów osobistych oraz Internetu. Wciąż nie do końca rozumiemy dlaczego, ale jak dotąd sztuczna inteligencja nie doprowadziła w tej sprawie do przełomu.

W przyspieszenie PKB nie wierzą rynki finansowe

Historia dóbr cyfrowych skłania do sceptycyzmu w kwestii tego, czy generatywna sztuczna inteligencja przyspieszy znacząco wzrost produktywności i PKB. Podobnie zdają się zakładać rynki finansowe. Gdyby sukces SI był nieunikniony a rynki finansowe efektywne, to powinniśmy teraz obserwować gwałtowny wzrost popytu na kapitał potrzebny firmom do rozwoju SI oraz budowy nowych dóbr cyfrowych.

Z drugiej strony podaż kapitału powinna się obniżyć, gdyż spodziewając się przyspieszenia wzrostu gospodarczego, ludzie mają słabszą skłonność do oszczędzania. W efekcie powinniśmy obserwować wzrost realnych stóp procentowych. Mówi o tym [reguła Keynesa-Ramseya](#), zgodnie z którą – w uproszczeniu – im wyższa stopa dyskontowa i im wyższy spodziewany wzrost gospodarczy, tym wyższe powinny być realne stopy procentowe.

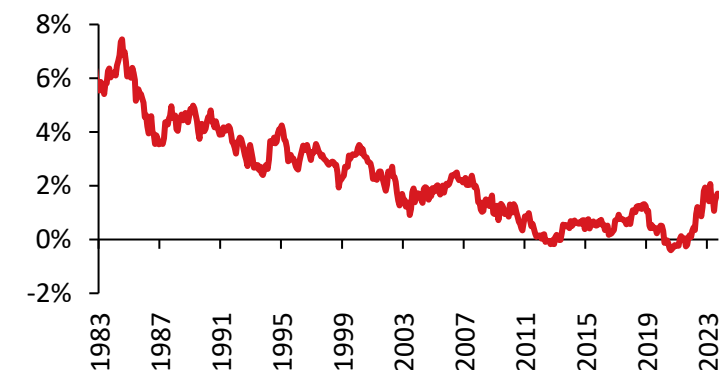
Spójrzmy zatem, jak stopy te kształtują się w Stanach Zjednoczonych – czyli kolebce SI. Od czterech dekad znajdują się w trendzie spadkowym, który zazwyczaj tłumaczony jest malejącą krańcową produktywnością kapitału (im więcej maszyn w gospodarce pracuje, tym mniejszy jest pożytek, czyli stopa zwrotu z każdej dodatkowej maszyny). Ta zasada działa jednak tylko dopóki postęp technologiczny nie spowoduje pojawienia się nowych, bardziej wydajnych form kapitału.

Wprawdzie w ostatnim roku realne stopy procentowe odbiły, ale powodem było raczej zaostrzenie polityki pieniężnej, niż optymistyczny scenariusz rynków w sprawie SI.

W czasie pandemii apetyt firm do inwestowania obniżył się, ale dostęp do kapitału stał się łatwiejszy, gdyż firmy otrzymywały od państwa hojne dotacje, a Fed poluzował politykę pieniężną. W efekcie kapitał był wówczas praktycznie za darmo. W 2023 firmy wciąż nie mają szczególnego apetytu na inwestowanie - Fed zaostrzył swoją politykę a sektor bankowy jest niechętny do pożyczania. Temu można przypisać wzrost realnej stopy procentowej w USA w ostatnim roku.

Realna 10-letnia stopa procentowa w USA

Realna ex ante względem oczekiwań oraz swapów inflacyjnych



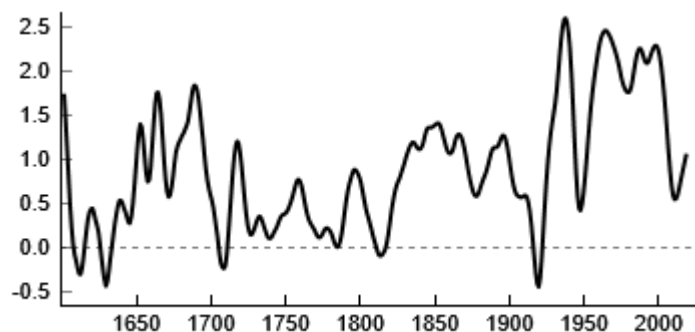
Źródło: <https://fred.stlouisfed.org/series/REAINTRATREARAT10Y>

Postęp techniczny oddziałuje na gospodarkę z dużym opóźnieniem i bardzo powoli.

Mały wpływ rewolucji IT (proto-SI) na PKB nie wynika najpewniej stąd, że technologia ta jest mało przełomowa, a raczej stąd, że wciąż minęło dość niewiele czasu od jej wynalezienia. Zobaczmy, jak się sprawy miały z poprzednimi rewolucjami technologicznymi podobnego kalibru.

Silnik parowy Jamesa Watta został wynaleziony w 1764 roku i chociaż niemal od razu zaczął napędzać fabryki, to dopiero w drugiej połowie XIX wieku, czyli niemal sto lat później, efekty jego stosowania zaczęły być widoczne w PKB Wielkiej Brytanii. Przyspieszenie wzrostu gospodarczego nie było tam zresztą szczególnie imponujące – z ok. 0,5 do 1,5% rocznie. Potrzeba było kilku dekad, aby standard życia w tym kraju poprawił się w zauważalny sposób.

Przeciętny roczny wzrost gospodarczy w Wielkiej Brytanii, %

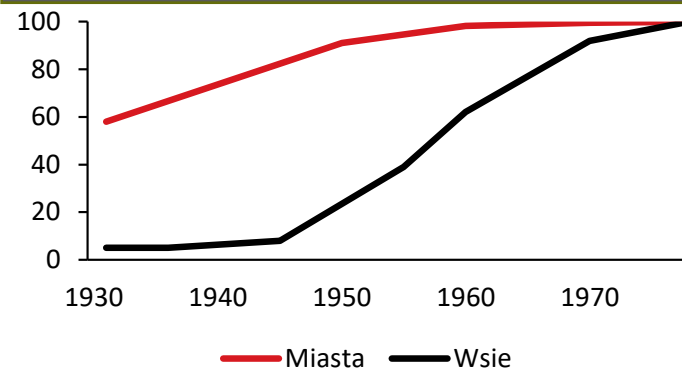


Źródło: [Maddison-project-database-2020](#)

Inna wielka rewolucja technologiczna – elektryfikacja również potrzebowała dekad na upowszechnienie. Pierwsza elektrownia na świecie zaczęła działać w 1882 r. w Nowym Jorku, jednak dopiero po drugiej wojnie światowej energia elektryczna zaczęła docierać do szerszych grup ludności. W Polsce elektryfikacja trwała do lat 70. XX wieku.

Powolne tempo obu rewolucji częściowo tłumaczy fakt, że wymagały one kosztownej fizycznej infrastruktury: fabryk, elektrowni, sieci kolejowych i energetycznych. Wymagało to ogromnych nakładów finansowych i czasowych. Ten problem w dużo mniejszym stopniu dotyczy technologii IT, w tym SI. Owszem potrzebujemy serwerów, światłowodów i chipów, ale to dużo mniej czasochłonne inwestycje i w dużej mierze już dostępne.

Odsetek mieszkań w Polsce z dostępem do elektryczności



Źródło: spisy powszechne, Komorowski (2018), Piłatowicz (1980)

Rewolucja SI będzie potrzebować dekad a nie lat.

Brak infrastruktury to jednak nie jedyna, ani nawet nie najważniejsza bariera rewolucji technologicznych. Ważniejszą jest fakt, że wymagają one od gospodarki wymyślenia i przetestowania nowych produktów, usług oraz modeli biznesowych. Firmy muszą zmienić swoją organizację, a państwo usankcjonować zmiany regulacjami. Wszystko to wymaga czasu i często wręcz zmiany pokoleniowej.

Przykładowo jedną z korzyści technologii IT jest fakt, że umożliwia ona eliminację papierowego obiegu dokumentów w firmach – powolnego, kosztowego i podatnego na błędy. Jednak aby nowy elektroniczny obieg dokumentów zaczął działać, to firmy – ich menadżerowie i pracownicy, muszą nauczyć się nowej organizacji pracy. Ich kontrahenci i regulatorzy również. Czyli zmienić się musi cały system (por. [Brynjolfsson, Rock, Syverson 2017](#)). Aby np. obieg faktur w danej firmie mógł być w pełni elektroniczny, to firma ta musi zarówno otrzymywać, i jak wystawiać e-faktury, a urzędy skarbowe muszą je akceptować. Taka systemowa zmiana wymaga często wymiany całego pokolenia pracowników, menadżerów i legislatorów.

Sądzymy, że tak samo będzie z nową generacją sztucznych inteligencji. Aby w pełni wykorzystały swój potencjał, zmienić się musi cały system, w jakim funkcjonują. Przykładowo, sztuczne inteligencje w medycynie pokażą pełnię korzyści dopiero, gdy lekarze, pacjenci i legislatorzy nie usankcjonują odkrywanych przez nie leków i wystawianych recept.

AI: trzecia rewolucja przemysłowa na sterydach?

Jedną z kluczowych obaw żywionych wobec rozwoju sztucznych inteligencji jest lęk o ich (potencjalnie destrukcyjny) wpływ na rynek pracy. Co do istoty, nie jest to obawa nowa: wypowiadając się dla NYT o rewolucji IT, W. Leontief (Nobel 1973) przewidywał, że w zderzeniu z coraz wydajniejszymi maszynami pracownicy staną się zbędni, tak jak konie pociągowe przegrały walkę z samochodami. Mimo to pesymistyczne wizje technosceptyków nie sprawdziły się: pomimo rozwoju nowych technologii, popyt na ludzką pracę pozostaje wysoki, a zatrudnienie wzrasta.

Kluczowa w tym procesie była dotąd elastyczność pracowników i dualny, substytucyjno-komplementarny charakter postępu technologicznego. [Autor \(2015\)](#) ilustruje to zjawisko przykładem: po wejściu bankomatów na rynek w latach 70. obawiano się, że wypchną one kasjerów-ludzi na bezrobocie. Mimo to, w latach 1980-2010 zatrudnienie kasjerów wzrosło. Miały w tym udział:

- Efekt elastyczności – odciążeni przez bankomaty kasjerzy mogli się skupić na nowych zadaniach, np. sprzedaży klientom instrumentów finansowych,
- Efekt substytucyjny – średnia liczba kasjerów przypadających na oddział banku rzeczywiście zmalała, zostali wyparci przez bankomaty,
- Efekt komplementarny – bankomaty obniżyły koszty w sektorze bankowym, a wzrost liczby oddziałów z naddatkiem skompensował spadek liczby kasjerów w oddziale.

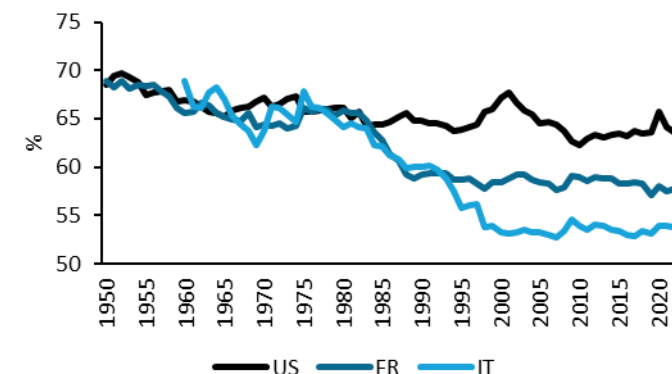
Czy jednak obecna faza rozwoju technologicznego, obejmującego zastosowanie sztucznych inteligencji, będzie zgodna z dotychczasowymi trendami? Aby odpowiedzieć na to pytanie, przyjrzymy się danym empirycznym z rynku pracy i odniesiemy je do teorii ekonomii.

Rozwój technologii a rynek pracy: fakty stylizowane

Malejący udział wynagrodzeń w PKB, obserwowany w większości gospodarek rozwiniętych, często stanowi punkt wyjścia dla pesymistycznych prognoz dotyczących wpływu postępu technologicznego na rynek pracy. Technosceptycy wskazują, że skutek rozwoju technologicznego kapitał staje się wydajniejszym środkiem produkcji, zagarniając rosnącą część całkowitego produktu. Ponadto, przyglądając się relacji postępu z sytuacją pracowników z bliska, można sformułować następujące prawidłowości:

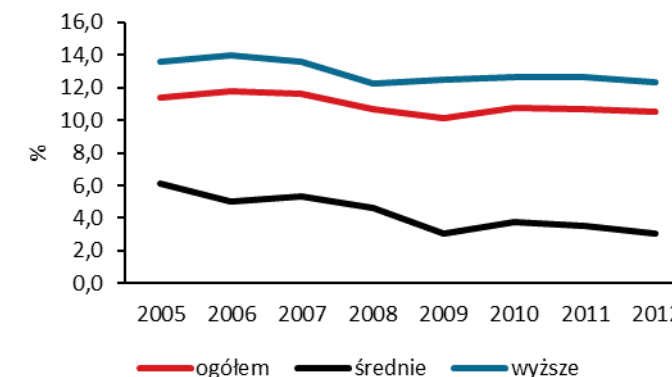
1. Zwrot z edukacji (nadwyżka płac osób lepiej wykształconych) wykazuje trend wzrostowy.
2. Zatrudnienie w zawodach wymagających najwyższych i najniższych kompetencji wzrasta.
3. Zatrudnienie w zawodach wymagających przeciętnych kompetencji nie wykazuje tendencji wzrostowej.
4. Dynamiki wynagrodzeń są zróżnicowane w rozkładzie dochodów (*ergo* niektóre grupy dochodowe się bogacą, a inne biednieją).

Udział wynagrodzeń z pracy w PKB



Źródło: Conference Board TED via Macrobond

Zwrot z edukacji w Polsce wg poziomu wykształcenia

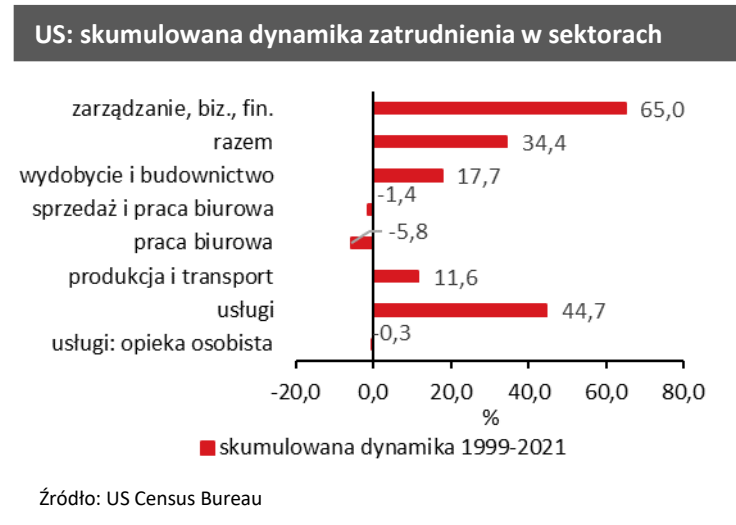
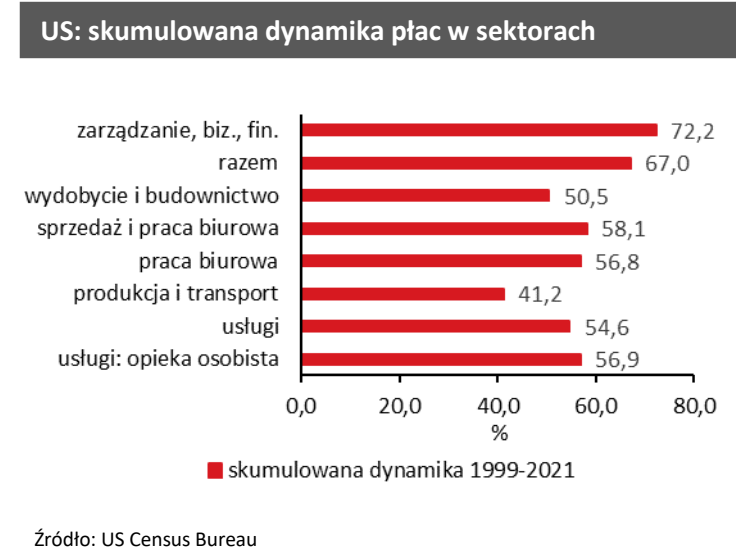
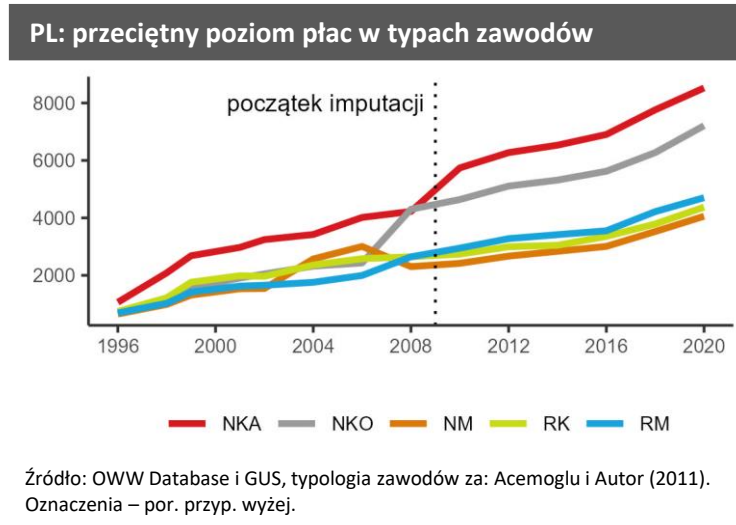
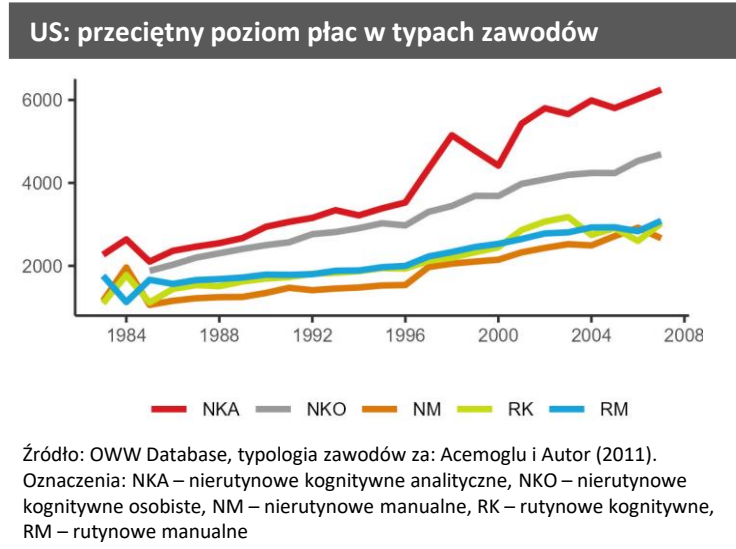


Źródło: Montenegro i Patrinos (2021), EU-SILC

Stabilny zwrot z edukacji (mierzony jako różnica w zarobkach po uwzględnieniu zmiennych z tzw. równania Mincera, np. wiek, płeć, doświadczenie) jest zjawiskiem bardzo dobrze udokumentowanym w literaturze (np. [Heckman et al. 2018](#); [Strawiński 2009](#)). W Polsce – mimo skokowego wzrostu absolwentów studiów na przełomie wieków – osoba z wyższym wykształceniem wciąż może liczyć na ok. 12-14% wyższe zarobki niż osoby o niższych kwalifikacjach.

Wzrost zatrudnienia pracowników o najwyższych i najniższych kompetencjach, w połączeniu ze stagnacją liczby ofert dla „średniaków” ujawnia się w postaci U-kształtnej (tutaj: C-kształtnej) krzywej skumulowanej zmiany liczby zatrudnionych, uszeregowanych od najslabiej do najlepiej zarabiających. Zarówno w USA, jak i w Polsce, widoczne są mocne wzrosty zatrudnienia w niskopłatnych usługach oraz w branżach z najwyższymi zarobkami (specjaliści i kierownicy), podczas gdy pracownicy średniego szczebla (np. pracownicy biurowi) doświadczają stagnacji liczby etatów.

Zróznicowanie dynamik zarobków pomiędzy grupami dochodowymi jest zdecydowanie mniejsze niż analogiczna wariancja w przypadku zatrudnienia. Dane GUS sugerują, że rosnący popyt na wykwalifikowaną siłę roboczą przegrywa wyścig z rosnącą podażą osób z wysokimi kwalifikacjami. W latach 2004-2020 najmniej zarabiający pracownicy zatrudnieni przy pracach prostych i w sprzedaży zanotowali ponad 160-procentowy wzrost nominalnych zarobków, podczas gdy specjaliści i managerowie ok. 100-procentowy.



Rozwój techniczny i SI w teorii rynku pracy

Jako że powstanie i wdrożenie sztucznych inteligencji można uznać za kolejny etap rewolucji IT, której skutków doświadczamy już teraz, należy się spodziewać, że SI uwypukli i zwielokrotni trendy widoczne dzisiaj. Rozwój sztucznych inteligencji będzie się wiązał z:

- 1. Dalszą polaryzacją rynku pracy** - relatywna poprawa sytuacji osób najbardziej wyspecjalizowanych lub wykonujących proste, nisko opłacane zawody przy jednoczesnym pogorszeniu się sytuacji pracowników „średnich”, wykonujących rutynowe prace manualne lub kognitywne,
- 2. Zmniejszeniem płciowej luki płacowej** - zawody opiekuńcze, będące zarazem silnie sfeminizowane, nie poddają się automatyzacji (kluczowa jest w nich interakcja między osobami),
- 3. Zróżnicowaniem bilansu liczby miejsc pracy** pomiędzy krajami - w niektórych gospodarkach, takich jak Polska, destrukcja miejsc pracy może być złagodzona przez *offshoring* z państw bardziej rozwiniętych, a w nich *offshoring* będzie się nakładał na efekty związane z AI.

Związek rozwoju sztucznych inteligencji z polaryzacją na rynku pracy jest wieloczynnikowy. Po pierwsze, polaryzacja wiąże się z poprawą relatywnej sytuacji pracowników o najwyższych umiejętnościach. Ten rosnący zwrot z edukacji świadczy o tym, że nowoczesne technologie są komplementarne

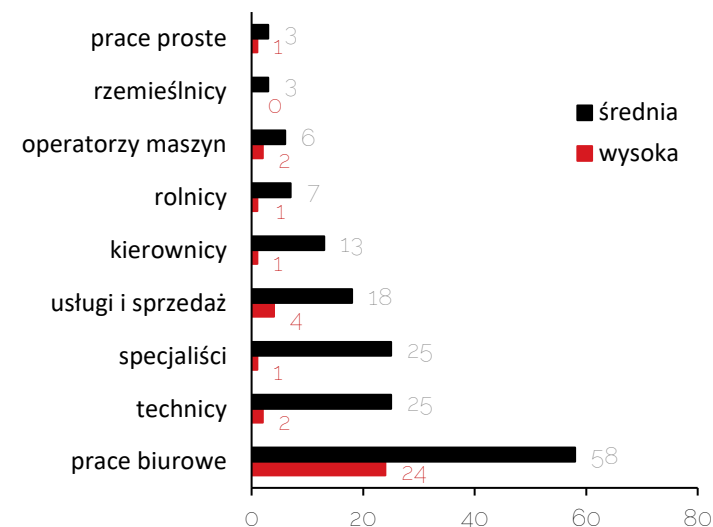
względem umiejętności (ang. *skill-biased technical change*). Warto odnotować, że nie jest to kanoniczna cecha postępu technicznego, a przygodna, występująca jedynie współcześnie – Goldin i Katz ([1998](#), [2008](#)) wskazują na przykłady, w których maszyny pozwoliły zastąpić wykształconych rzemieślników robotnikami o niższych kompetencjach w XIX wieku.

Polaryzacja rynku pracy wiąże się też z relatywną poprawą sytuacji pracowników o najniższych kompetencjach. Uzasadnienie jest proste: ci pracownicy z reguły generują niewielkie koszty, przeto automatyzacja ich stanowisk staje się nieopłacalna. Widać stąd, że automatyzacja ma dualny charakter: z jednej strony jest komplementarna (względem wysokich kwalifikacji), z drugiej – substytucyjna (względem tych niskich kwalifikacji, które opłaca się automatyzować). Formalny model opisujący współdziałanie tych efektów, proponuje ([Hanson 2001](#)) oraz [Acemoglu i Autor \(2011\)](#) i [Acemoglu i Restrepo \(2018\)](#).

Pisząc o sytuacji zawodowych „średniaków”, [Brynjolfsson i McAfee \(2014\)](#) zgryźliwie stwierdzają, że w odniesieniu do rozwoju AI *nigdy nie było gorszych czasów dla pracowników o „przeciętnych” umiejętnościach*. Jest to grupa, która na automatyzacji traci w dwójnasób. Z jednej strony jej zawody są lepiej płatne i przez to warto je automatyzować, z drugiej strony są na tyle rutynowe, że poddają się automatyzacji z wykorzystaniem AI.

Ilościowych szacunków dotyczących stopnia narażenia poszczególnych zawodów na automatyzację dostarcza niedawny raport Światowej Organizacji Pracy ([Gmyrek, Berg i Bescond 2023](#)). Badacze z ILO wyszczególnili w ramach zawodów pojedyncze zadania (ang. *tasks*), a następnie każdemu zadaniu przypisali flagę wskazującą na ryzyko automatyzacji (niskie, średnie lub wysokie). Raport wskazuje na najbardziej niekorzystną sytuację niewyspecjalizowanych pracowników biurowych: ponad 80% zadań tej grupy pracowników ma średnie lub duże szanse na automatyzację.

Udział zadań o średnim lub wysokim potencjale automatyzacji wg zawodów, %



Źródło: Gmyrek, Berg i Bescond 2023

Spoglądając dodatkowo na strukturę zatrudnienia w gospodarkach, Gmyrek, Berg i Bescond wskazują, że w gospodarkach rozwiniętych tylko 5,5% miejsc pracy jest obecnie podatnych na automatyzację, podczas gdy 13,4% powinno doświadczyć pozytywnych efektów związanych ze wsparciem raczej niż wyparciem przez technologię. Pozwala to ekspertom ILO postawić tezę, że – być może za wyjątkiem niewyspecjalizowanych pracowników biurowych – pracownicy nie powinni obawiać się sztucznych inteligencji, gdyż częściej wesprą one ich w pracy zamiast eliminować z rynku.

Identyfikację wpływu sztucznych inteligencji na rynek pracy dodatkowo utrudnia fakt, że w danych empirycznych widoczne są jednocześnie zmiany zatrudnienia wywołane przez czynniki:

- **Popytowe** (zmiana popytu na pracę w poszczególnych zawodach związana z substytucyjnym i komplementarnym wpływem technologii)
- **Podażowe** (tzw. *upskilling* – pracownicy, antycypując zmiany na rynku pracy, doksztalcają się, co zwiększa podaż wysoko wykwalifikowanej siły roboczej)

[Hardy, Keister i Lewandowski \(2016\)](#), próbując rozdzielić wpływ tych czynników od siebie, zbudowali model uzależniający poziom intensywności wykonywanych zadań od podaży wykształconych pracowników i popytu na kompetencje (przybliżonego jako udział wydatków R&D w PKB). Okazuje się, że zwiększona podaż pracowników z wyższym wykształceniem i nakłady na R&D pozytywnie wpływają na intensywność nierutynowych zadań

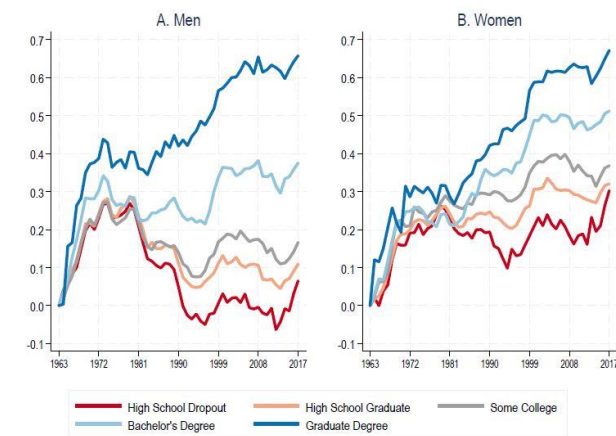
analitycznych, a ujemnie – rutynowych manualnych, przy czym wpływ czynników popytowych jest ponad dwukrotnie silniejszy. Wynik ten pozwala przypuszczać, że wpływ zjawiska *upskilling*, choć zaciemnia obraz wyłaniający się z danych empirycznych, to tylko w ograniczonym zakresie.

O wpływie rewolucji AI nie sposób mówić z pominięciem odmiennego wpływu na kobiety i mężczyzn – i co ciekawe, ta nierówność płci jest już widoczna w danych. [Autor \(2019\)](#) pokazuje, że skumulowany wzrost płac mężczyzn o niskim poziomie wykształcenia od lat 80 XX wieku jest ujemny, czego z kolei nie obserwuje się w przypadku kobiet. Kobiety co prawda zarabiają statystycznie mniej niż mężczyźni częściej wybierając zawody opiekuńcze, ale za to ich miejsca pracy nie poddają się łatwo automatyzacji.

Niektórzy badacze zauważają jednak, że prawdopodobne wyparcie z rynku znacznej części pracowników biurowych przez sztuczne inteligencje uderzy przede wszystkim w kobiety, które częściej wykonują niewyspecjalizowane prace biurowe (np. planowanie spotkań, księgowanie faktur itp.) - por. [Gmyrek, Berg i Bescond \(2023\)](#).

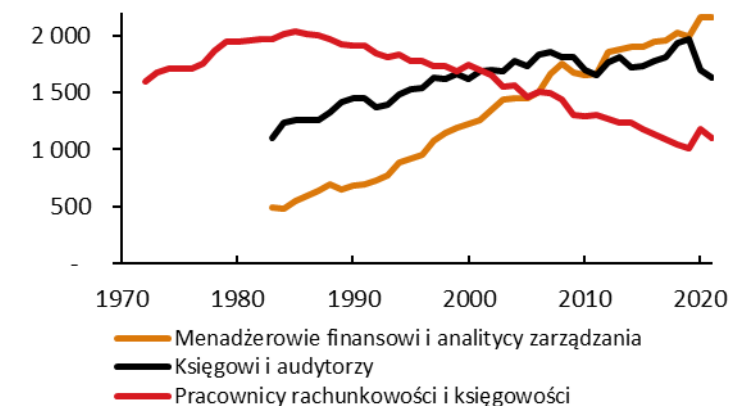
Na koniec należy odnotować, że pracownicy – zwłaszcza w gospodarkach rozwiniętych i w zawodach biurowych – konkurują nie tylko z nowoczesnymi technologiami, ale i z tańszą zagraniczną siłą roboczą. Mimo że efekt *offshore'ingu* jest przez badaczy uznawany z reguły za umiarkowany (por. [Goos et al. 2014](#)), to jego rola dla Polski może być istotna.

US: Skumulowana zmiana wynagrodzeń wg płci



Źródło: Autor 2019

US: Liczba miejsc pracy dla pracowników biurowych



Źródło: Bureau of Labor Statistics (BLS)

Dotąd abstrahowaliśmy od bardzo ważnego zjawiska na rynku pracy: tworzenia nowych zawodów i miejsc pracy. Skalę tego zjawiska trafnie obrazują [Autor et al. \(2022\)](#), wskazując, że aż 60% pracujących w USA w 2018 r. było zatrudnionych w zawodach, które nie istniały w 1940 r.! Wiele spośród tych zawodów zostało stworzonych na skutek rozwoju technicznego, czasem bezpośrednio (chodzi o stanowiska obsługi takich maszyn i urządzeń, które wcześniej w ogóle nie istniały), a czasem pośrednio (mowa o zawodach, w których ludzie mają przewagi komparatywne, np. związane z opieką – postęp techniczny wypycha pracowników do takich zajęć). Wpływ sztucznych inteligencji na rynek pracy, obejmuje zatem trzy efekty:

- **Automatyzacji pracy (substytucyjny)** – SI zlikwidują niektóre stanowiska pracy, które zostaną całkowicie zautomatyzowane i przejęte przez maszyny (przykład: proste tłumaczenia na języki obce)
- **Wsparcia pracy (komplementarny)** – sztuczne inteligencje zwiększą produktywność niektórych specjalistów, co pozytywnie wpłynie na ich zarobki i popyt na ich usługi (przykład: lekarz wyposażony w algorytm SI będzie w stanie szybciej i trafniej stawiać diagnozy)
- **Tworzenia miejsc pracy (dynamiczny)** – rozwój SI będzie się wiązał z powstaniem zupełnie nowych miejsc pracy, wyspecjalizowanych (np. programista sieci neuronowych) i niewyspecjalizowanych (np. trener SI, czyli osoba wytwarzająca dane do trenowania sztucznej inteligencji).

Całkowity wpływ SI na rynek pracy będzie konsekwencją łącznego występowania wszystkich trzech trendów. Jeśli okaże się, że skala wypychania ludzi z rynku jest mniejsza niż wspierania ich pracy przez SI i tworzenia nowych miejsc pracy związanych z rozwojem technicznym, relatywna pozycja pracowników będzie się poprawiać. Co więcej, [Autor \(2022\)](#) wskazuje, że wzrost płac będzie możliwy nawet jeśli w zagregowanym ujęciu wypychanie pracy przez technologie (mierzone spadkiem udziału płac w PKB) przeważa – wystarczy, że związany z postępem technicznym wzrost PKB będzie większy od ubytku *labour share*. Czy wobec tego należy z optymizmem patrzeć na koegzystencję pracowników i SI?

Prognozowanie – zwłaszcza w długim okresie – każdego z trzech opisanych wyżej efektów jest w zasadzie niemożliwe przy dostępnej dziś wiedzy. Istnieją jednak liczne prace, które przybliżają skalę automatyzacji i wsparcia pracy przez SI w oparciu o szczegółowe charakterystyki poszczególnych zawodów. Cytowani już [Gmyrek, Berg i Bescond \(2023\)](#) szacują, że efekt wsparcia pracy przez SI znacząco przeważa nad efektem wypychania. Należy również pamiętać, że nie każdy zawód, który technicznie dałoby się zautomatyzować, faktycznie można uznać za podatny na wyparcie przez SI. [Felten, Raj i Seamans \(2023\)](#) dowodzą, że dwa z trzech zawodów najbardziej na to narażonych to nauczyciele (literatury i języków obcych). Co prawda kluczowym zadaniem nauczyciela istotnie jest formułowanie, ocenianie i rozumienie języka (a z każdym z tych zadań SI radzi sobie coraz

US: Przykłady nowych zawodów w badaniu Census

rok	zawód	związek z postępem
1980	zdalny operator pojazdu	bezpośredni
1990	planer konferencji	pośredni
2000	specjalista AI	bezpośredni
2010	sommelier	pośredni

Źródło: Autor 2022

lepiej, ale nie sposób uznać, że nawet najbardziej elokwentny model językowy będzie w stanie przejąć odpowiedzialność – w tym prawną! – za grupę studentów bądź (niepełnoletnich) uczniów.

Powyższy przykład wskazuje na fundamentalną rolę instytucji (w tym prawnych) na przyszłe relacje między pracą a sztuczną inteligencją. [Autor \(2022\)](#) słusznie zauważa: *nie pytajmy, co SI może osiągnąć, lecz co chcemy, by osiągnęła*. W szczególności ostateczny wpływ SI na rynek pracy będzie w znacznej mierze zależny od rozwoju systemu edukacji (czy pracownicy posiadą umiejętności, które dadzą im przewagę komparatywną nad maszynami), regulacji kształtujących udział pracy w dochodzie narodowym (standardy zatrudnienia, płace minimalne), a także przepisów bezpośrednio dotyczących SI (jakie czynności może wykonywać bez udziału człowieka).

Ludzie nie są identyczni: wnioski z modeli HANK

Przedstawione do tej pory rozważania koncentrowały się wyłącznie na sytuacji na rynku pracy (ekonomista powiedziałaby, że reprezentowały perspektywę *równowagi cząstkowej*, ang. *Partial Equilibrium – PE*). Takie spojrzenie bywa przydatne, ale może być mylące – to, co dzieje się na rynku pracy, ma wpływ na ogólny poziom cen, popyt na kapitał, wzrost PKB i wiele innych zmiennych. Chcąc uchwycić również te pośrednie skutki rozwoju technologicznego, należy zastosować podejście tzw. równowagi ogólnej (GE).

Dodatkowo – zwłaszcza w kontekście tematyki SI – kluczowym elementem poprawnej analizy GE będzie uwzględnienie faktu, że ludzie różnią się między sobą (np. umiejętnościami albo ilością zgromadzonego kapitału). Patrząc na wpływ sztucznych inteligencji na rynek pracy nie wystarczy powiedzieć, że implementacja nowoczesnych technologii *przeciętnie* zwiększa zarobki ludności. Należy pamiętać, że w takiej sytuacji zazwyczaj niektóre grupy ludzi tracą, inne zyskują, a dla jeszcze innych efekt jest niejednoznaczny. Dlatego w ostatniej części rozważań o wpływie sztucznych inteligencji na rynek pracy wykorzystamy wnioski z (nowokeynesowskich) modeli równowagi ogólnej z nieidentycznymi jednostkami ludzkimi (ang. *Heterogenous Agents New Keynesian, HANK*).

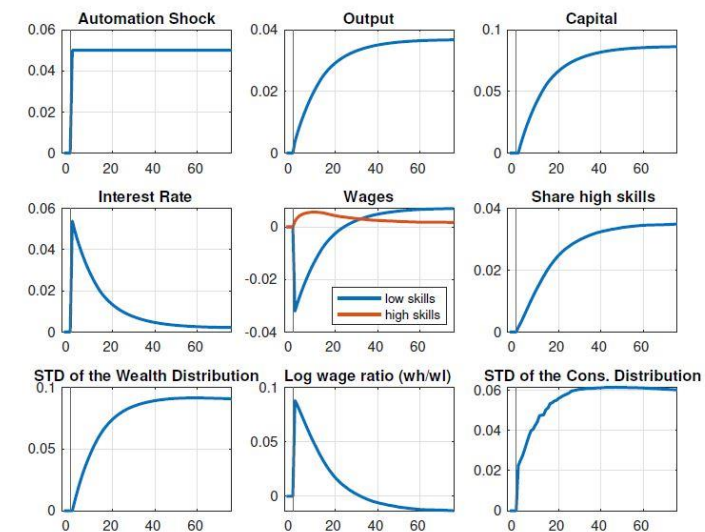
Analiza HANK dostarcza licznych wniosków, które dotąd były pomijane, takich jak:

- Rozwój technologii w dwójnasób oddziałuje na płace pracowników o niskich kompetencjach (efekt negatywny: pracownicy tracą pracę wypychani przez SI; efekt pozytywny: całkowity wzrost produktywności ciągnie pensje w górę); łączny efekt zależy od tego, które oddziaływanie jest silniejsze
- Wzrost techniczny powoduje zwiększenie względnego popytu na kompetencje, co wiąże się z dopasowaniami na rynku pracy (pracownicy się przekwalifikowują i zdobywają nowe umiejętności)
- Postęp zwiększa popyt na kapitał i zwrot z niego, co dodatkowo pogłębia nierówności dochodowe (osoby o niższych zarobkach mają mniej oszczędności i rzadziej są posiadaczami kapitału, za to częściej mają niskie kompetencje i tracą pracę)

Ilościowej ilustracji powyższych tez dostarcza [Santini \(2022\)](#). Okazuje się, że wzrost zbioru zadań wykonywanych przez maszyny (np. sztuczne inteligencje) o 5% podnosi PKB, stopę procentową i udział pracowników o wysokich kompetencjach w sile roboczej (przekwalifikowanie!). W pierwszym okresie płace wysoko wykwalifikowanych pracowników rosną, zaś tych o niższych kompetencjach – maleją, jednakże w dłuższym okresie i na skutek dostosowań, sytuacja się odwraca (wykształceni pracownicy zaczynają zarabiać mniej ze względu na zwiększoną konkurencję).

Na koniec warto przywołać jeszcze jeden wymiar niejednorodnego wpływu, jaki SI mogą wyrzucić na rynek pracy. Chodzi o wymiar wiekowy. Otóż posiadanie

Efekty wzrostu liczby zautomatyzowanych zadań o 5%



Źródło: Santini 2022. Zmienne na wykresie: GL szok automatyzacji, GŚ PKB, GP kapitał, ŚL stopa proc., ŚŚ płace, ŚP udział wykształconych pracowników, DL odch. standard. rozkładu majątku, DŚ log. stosunku płac pracowników wykształconych i niewykształconych, DP odch. standard. rozkładu konsumpcji.

dużej ilości kapitału zwykle jest skorelowane z wiekiem (w cyklu życia młode osoby zwykle są dłużnikami netto, zaś starsze – wierzycielami). Wskazany powyżej wzrost dochodów kapitałowych będzie się zatem wiązał z relatywną poprawą sytuacji seniorów-posiadaczy, podczas gdy młodzi-pracownicy będą bardziej narażeni na utratę pracy i spadek dochodów.

Propozycje opodatkowania SI

Zakładając, że sztuczne inteligencje będą miały coraz większy udział w gospodarce to państwa będą pod coraz silniejszą presją aby je opodatkować. Po to by utrzymać zdolność finansowania dóbr publicznych oraz zapewnić źródła utrzymania dla osób wypchniętych z rynku pracy przez SI (np. w postaci dochodu podstawowego). Na razie o tym prawie nie myślimy. Niektóre państwa wręcz dopłacają do korzystania ze sztucznej inteligencji. Dzieje się to poprzez umożliwianie firmom odliczania od podstawy opodatkowania kosztu maszyn wykorzystujących SI.

W chwili obecnej sztuczne inteligencje funkcjonują prawie wyłącznie jako narzędzia, których użytkownikiem jest zawsze jakiś człowiek-pracownik, które podejmuje ostateczną decyzję o użyciu lub rezygnacji z efektów pracy sztucznej inteligencji. Np. Influencerka publikująca na swoich profilach w social media treści wygenerowane przez SI. Praca SI jest wówczas opodatkowywana za pośrednictwem podatku od dochodów osiągniętych przez wspomnianą influencerkę. Pytanie, czy chcemy opodatkowywać ten dochód wg tych samych stawek, wg których opodatkujemy dochody pracowników niekorzystających z pomocy sztucznych inteligencji? Nie we wszystkich zawodach taka pomoc jest jednakowo możliwa. Nie wydaje się sprawiedliwe, aby ludzie uzyskujący dochody z pracy armii sztucznych inteligencji odprowadzali zbliżone podatki, jak ludzie, którzy z takiej pomocy nie mogą korzystać – np. rzemieślnicy.

Jak więc skutecznie opodatkować sztuczną inteligencję – jakie mamy opcje?

- **Opodatkowanie właścicieli sztucznych inteligencji**, czyli podmiotów, które wytrenowały sztuczne inteligencje. Innymi słowy cyfrowych gigantów: OpenAI (Microsoft), Amazon, Google... Podmioty te będą najpewniej osiągać duże zyski poprzez odpłatne licencjonowanie SI. Jak dotąd opodatkowanie BigTechów okazywało się jednak prawie niewykonalne. Jurysdykcję nad nimi sprawują głównie USA, które starają się chronić je przed próbami opodatkowania w innych krajach.

Istnieje też ryzyko, że rezydencja podatkowa SI będzie przenoszona do rajów podatkowych. Nie jest bowiem oczywiste, że SI zawsze będzie należeć do BigTechów – architektura wielu z nich jest otwarta i można się spodziewać kolejnych instancji sztucznych inteligencji i można przewidywać że ich właściciele będą rezydować w rajach podatkowych.

- **Opodatkowanie użytkowników sztucznych inteligencji**. W teorii tak wygląda opodatkowanie sztucznych inteligencji teraz – jeśli ktoś zarobi na pracy sztucznych inteligencji, to zapłaci od tego podatek od dochodów osobistych lub firmowych. W praktyce to dużo trudniejsze. Po pierwsze użytkownicy SI mogą korzystać na pracy SI, ale nie uzyskiwać dzięki temu większych dochodów, tylko np. więcej czasu wolnego, albo korzyści niematerialne (osobisty asystent, doradca podatkowy, konsultant strategiczny, itp.).

- **Opodatkowanie pracy samych sztucznych inteligencji**. Mogłoby mieć to postać opodatkowania każdego zapytania wysyłanego albo ręcznie przez człowieka, albo przez API do sztucznych inteligencji niską stawką np. ułamek grosza za jeden prompt. Płaci użytkownik, ale nie za uzyskiwany dochód, ale za samą pracę sztucznych inteligencji. Ma to tę zaletę, że ignoruje problem rezydencji podatkowej i właścicielstwa samych SI.
- **Nacjonalizacja SI**. Opodatkowanie SI może się okazać równie trudne jak opodatkowanie cyfrowych gigantów. Wtedy rozwiązaniem może okazać się nacjonalizacja SI. Czyli stworzenie albo przejęcie architektury SI przez państwa i udostępnienie jej do wykorzystania przez firmy prywatne w postaci usług SI (via państwowe API). Wtedy państwa uzyskują dochód z SI nie przez opodatkowanie, lecz przez dywidendy. Presja konkurencyjna ze strony SI jest tak duża, że będzie skłaniać poszczególne państwa do zamykania swoich gospodarek przed importem usług SI z innych państw i próbami stworzenia własnych wersji tych usług wewnątrz. Taka rywalizacja już od lat odbywa się między USA i Chinami – doprowadziła do faktycznej fragmentacji internetu. Po nieudanych próbach opodatkowania *big techów* z USA, na podobną ścieżkę może wkroczyć też UE a nawet poszczególne państwa wewnątrz UE.

Źródłem naszego pesymizmu co do perspektyw opodatkowania sztucznych inteligencji są nieudane jak dotąd próby opodatkowania cyfrowych gigantów oraz produkowanych przez nie dóbr cyfrowych. Próby te trwają już drugą dekadę i nie przyniosły jak dotąd owoców. Przypomnijmy pokrótce ich historię

Podatek cyfrowy OECD 1.0

W 2012 r. OECD zaproponowała wprowadzenie międzynarodowego podatku od dóbr cyfrowych. Przychody z niego miały trafiać do rąk kraju, w którym generowane są zyski cyfrowych korporacji, zamiast dowolności wyboru przez nie miejsca opodatkowania – często w rajach podatkowych. Projekt OECD zakończył się jednak niepowodzeniem w 2016 roku ze względu na brak porozumienia krajów uczestniczących w przedsięwzięciu, zwłaszcza USA, które [zdaniem ówczesnych przedstawicieli Departamentu Skarbu](#), nie miały problemów z erozją bazy podatkowej i relokacją zysków firm.

Podatek od usług cyfrowych UE

Rozczarowanie przyniosła również inicjatywa Komisji Europejskiej, która w 2018 roku zaproponowała wprowadzenie dwóch narzędzi celujących w opodatkowanie firm cyfrowych. Jednym z nich było opodatkowanie dochodów konkretnych usług cyfrowych (np. reklam), a drugie dotyczyło zdefiniowania cyfrowej obecności firmy w kraju członkowskim, które zobowiązywałoby ją do płacenia podatków od przychodu uzyskiwanego w kraju cyfrowej obecności.

Po braku porozumienia krajów UE ws. tych rozwiązań (ze względu na sprzeciw Irlandii, Szwecji i Danii), część państw członkowskich zdecydowała się na wprowadzenie podobnych form opodatkowania na poziomie krajowym (por. tabela poniżej).

Porównanie podatków cyfrowych w wybranych europejskich krajach

Kraj	Stawka podatku	Próg podatkowy	Zakres
Austria	5%	Przychód powyżej 750 mln EUR zagranicą i 25 mln EUR w kraju	Reklamy
Belgia*	3%	Przychód powyżej 750 mln EUR zagranicą i 5 mln EUR w kraju	Reklamy, przesyłanie danych, pośrednictwo cyfrowe
Dania	6%		Usługi streamingowe
Francja	3%	Przychód powyżej 750 mln EUR zagranicą i 25 mln EUR w kraju	Interfejsy cyfrowe pośredniczące w wymianie dóbr lub usług, reklamy, przetwarzanie danych
Hiszpania	3%	Przychód powyżej 750 mln EUR zagranicą i 3 mln EUR w kraju	Reklamy, przetwarzanie danych
Polska	1,5%	Powyżej 1% użytkowników Internetu	Usługi streamingowe
Portugalia	1,5%		Usługi streamingowe
Wielka Brytania	2%	Przychód powyżej 500 mln GBP zagranicą i 25 mln GBP w kraju	Media społecznościowe, wyszukiwarki, e-handel
Włochy	3%	Przychód powyżej 750 mln EUR zagranicą i 5,5 mln EUR w kraju	Interfejsy cyfrowe pośredniczące w wymianie dóbr lub usług, reklamy, przetwarzanie danych

Źródło: [VatCalc](#)

Podatek cyfrowy OECD 2.0

Mimo wcześniejszych niepowodzeń w zakresie wprowadzenia międzynarodowego podatku w 2017 r. OECD powróciła do prób jego wdrożenia, negocjując jego wprowadzenie z ponad 130 krajami. Podatek, który miał być podatkiem cyfrowym, przekształcił się w globalny podatek od osób prawnych. Odpowiada on na wyzwania związane z digitalizacją gospodarki, a jednocześnie ma zapobiec ucieczce przychodów podatkowych poza granice kraju, gdzie są one generowane. Do tego momentu OECD wypracowało propozycję dwustopniowego rozwiązania.

Filar pierwszy zakłada likwidację lokalnych podatków cyfrowych oraz realokację części przychodów z podatku do kraju, gdzie zysk firmy jest generowany. Zgodnie z tym, zysk firmy miałby zostać podzielony na dwie części – zysk rutynowy przynależący do kraju, w którym formalnie znajduje się siedziba firmy, oraz zysk pozostały generowany w kraju, w którym ma miejsce wymiana handlowa. Filar drugi to wprowadzenie międzynarodowej minimalnej efektywnej stawki opodatkowania. W ramach pierwszego filaru część krajów zobowiązała się do wstrzymania pobierania krajowych podatków cyfrowych lub nakładania nowych (np. Polska). Inne (m. in. Francja, Włochy, Hiszpania i USA) natomiast zadeklarowały stopniowe wycofanie krajowych rozwiązań w czasie wprowadzania filaru pierwszego w życie. Nadal jednak trwają prace nad ostatecznym kształtem proponowanych przez OECD rozwiązań.

Ponadto, nie ma jeszcze pewności, czy zostaną one zaakceptowane przez wszystkie kraje objęte negocjacjami. Jednym z większych źródeł niepewności pozostaje przyjęcie reformy OECD w USA. Według najnowszego planu, nowe prawo podatkowe miałyby zostać wprowadzone po wyborach w USA 2024 roku, a rozkład sił w Kongresie na korzyść Partii Republikańskiej mógłby zagrozić przyjęciu reformy podatkowej. USA są jednocześnie kluczowe w powodzeniu całego przedsięwzięcia ze względu na fakt, że wiele gigantów cyfrowych (Google, Facebook, Twitter) ma tam swoją główną siedzibę.

Czy opodatkowanie AI ma szansę powodzenia?

Wieloletnie próby wprowadzenia międzynarodowego podatku cyfrowego są naszym zdaniem dobrą analogią do dalszego rozwoju opodatkowania SI. Usługi związane ze sztuczną inteligencją można bowiem zaklasyfikować jako usługi cyfrowe, a więc mogą one potencjalnie podlegać podatkowi cyfrowemu. Jednak na ten moment krajowe regulacje najczęściej nie obejmują stricte SI, a propozycja globalnego podatku przez OECD dotyczy wyłącznie dużych, międzynarodowych firm, co tworzy pewną dziurę w systemie opodatkowania SI. Co więcej, jednym z rozwiązań opodatkowania SI jest wprowadzenie podatku międzynarodowego, który, jak pokazuje historia globalnego podatku cyfrowego, jest sporym i wieloletnim wyzwaniem.

Podatek cyfrowy w Polsce

Pierwsze próby wprowadzenia podatku cyfrowego miały miejsce również w Polsce. Jednak zanim udało wypracować się kształt ustawy, nałożenie takiego prawa okazało się niemożliwe w związku ze zobowiązaniami wobec OECD. Natomiast w ramach Tarczy Antykryzysowej 3.0 polskiemu rządowi udało wprowadzić się coś na kształt podatku cyfrowego dla firm streamingowych (potocznie nazywany podatkiem od VoD).

Od 2020 roku pobierana jest opłata w wysokości 1,5% od przychodu przedsiębiorstwa lub wpływów z reklam (w zależności od tego, która z tych liczb jest większa). Podatek dotyczy wyłącznie platform streamingowych, z których korzysta więcej niż 1% użytkowników polskiego Internetu. W 2022 roku wpływy z tego tytułu wyniosły 33 mln PLN. Zasilają one Polski Instytut Sztuki Filmowej.

Droga do fragmentacji internetu

Niepowodzenie opodatkowania sztucznych inteligencji będzie skłaniać państwa do zamykania dostępu do swojego rynku usług dla „cudzych” SI i prób tworzenia własnych SI, z których w taki czy inny sposób będą czerpać korzyści. Taką drogą już od lat podążają Chiny. Sądzymy, że na podobną strategię może zdecydować się Europa a pierwszym krokiem będzie dywergencja regulacyjna. Czyli Unia Europejska zdecyduje się na zupełnie inne regulacje SI niż USA i z biegiem czasu będzie ograniczać dostęp do swojego rynku SI argumentując, że nie spełniają jej regulacji. Ta dywergencja regulacyjna już się zaczęła co pokazujemy na dalszych stronach raportu.

Regulacje SI w Unii Europejskiej

O ile kwestia opodatkowania SI może zostać częściowo zaadresowane przez globalny podatek minimalny OECD, co tyle aktualnie brakuje ustaw celujących stricte w opodatkowanie sztucznej inteligencji. Relatywnie niedawno zaczęły pojawiać się pierwsze akty prawne zmierzające do jakiegokolwiek regulacji AI. Jedną z pierwszych jest [akt o sztucznej inteligencji](#) zaproponowany przez UE. Parlament Europejski wyszczególnia w nim systemy AI o różnym stopniu ryzyka, a do każdego z nich odnosi się osobny zestaw reguł.

1. Systemy SI niedopuszczalnego ryzyka – stwarzają one zagrożenie dla ludzi i są nimi, m. in. poznawczo-behawioralna manipulacja ludźmi, scoring obywateli czy działające w czasie rzeczywistym i zdalnie systemy identyfikacji biometrycznej. Są one całkowicie zakazane poza dopuszczalnymi przez sąd wyjątkami.

2. Systemy SI wysokiego ryzyka - negatywnie wpływają na bezpieczeństwo lub prawa podstawowe. Będą musiały zostać poddane ocenie przed wprowadzeniem ich na rynek, a część z nich będzie musiała zostać zarejestrowana w unijnej bazie danych. Należą do nich m. in. zabawki, samochody, systemy z obszarów edukacji, ścigania przestępstw czy zatrudnienia.

3. Generatywne SI – systemy tworzące nowe treści (np. audio, obrazy, teksty), takie jak ChatGPT. Będą musiały ujawniać informację, że treść została wygenerowana

przez SI, zostać zaprojektowane tak, by nie wytwarzać nielegalnych treści oraz publikować streszczenia chronionych prawem autorskim danych.

4. Systemy SI ograniczonego ryzyka – jedynym wymogiem dotyczącym ich funkcjonowania jest zapewnienie przejrzystości, która będzie umożliwiać użytkownikom świadome podjęcie decyzji dotyczącej korzystania z systemu.

Obecnie nadal trwają negocjacje z państwami członkowskimi dotyczące finalnego kształtu ustawy, która planowo ma zostać przyjęta do końca bieżącego roku. Na ten moment regulacja nie podejmuje tematu opodatkowania SI.

Chiny

Jednym z najbardziej zaawansowanych krajów, jeśli chodzi o regulację sztucznej inteligencji, są Chiny. Pierwszy akt prawny podejmujący temat SI pojawił się już w 2017 roku, lecz dotyczy on głównie celów związanych z rozwojem sztucznej inteligencji. Natomiast dwa lata później chiński rząd [opublikował 8 zasad](#), którymi firmy mają kierować się przy rozwoju tej technologii. Wśród nich znalazły się sprawiedliwość, inkluzywność, poszanowanie dla prywatności, bezpieczeństwo i otwarta współpraca. Od tego czasu Chiny wydały łącznie 7 dokumentów regulujących SI lub opisujących strategię rozwoju lub legislacyjną wobec sztucznej inteligencji.

Były to:

- [Normy etyczne dla sztucznej inteligencji nowej generacji](#) – wśród nich znalazły się stwierdzenia, że to ludzie powinni sprawować kontrolę nad SI i ponosić ostateczną odpowiedzialność za te systemy.
- [Przepisy dotyczące zarządzania zaleceniami algorytmicznymi w internetowych usługach informacyjnych](#) - zawiera wiele przepisów dotyczących m.in. kontroli treści i ochrony pracowników objętych działaniem algorytmów. Stworzyła „rejestr algorytmów”.
- [Przepisy dotyczące administrowania internetowymi usługami informacyjnymi Deep Synthesis](#) - rozporządzenie dotyczy aplikacji SI używanych do generowania tekstu, wideo i audio. Zabrania tworzenia „fake newsów” i wymaga oznaczania treści tworzonych przez SI. Główną motywacją rozporządzenia były obawy związane z deepfake’ami.
- [Środki zarządzania usługami generatywnej sztucznej inteligencji](#) – regulacja przygotowana w odpowiedzi na spopularyzowanie chatbotów (takich jak ChatGPT). Zobowiązuje twórców do tego, by zarówno dane treningowe, jak i generowane treści były dokładne i zgodne z prawdą. Ponadto, modele sztucznej inteligencji udostępniające treści ekstremistyczne, brutalne, pornograficzne lub przesłania nawołujące do „obalenia władzy państwowej” będą podlegać karom pieniężnym.

Regulacje SI w USA

USA idą w podobnym kierunku, co Unia Europejska, lecz do tej pory stworzyły wyłącznie wskazówki dotyczące sztucznej inteligencji, które nie są prawem. Mowa o opublikowanym w październiku 2022 [Blueprint for AI Bill of Rights](#) składającym się z pięciu głównych zasad, którym ma podlegać SI. Są nimi:

1. Bezpieczeństwo i efektywność systemów

Użytkownik powinien być chroniony przed niebezpiecznymi i nieefektywnymi systemami SI. W tym celu proponuje się zaangażowanie niezależnych ekspertów w pracę nad sztuczną inteligencją, testowanie systemów i ocenę ich ryzyka.

2. Ochrona przed algorytmiczną dyskryminacją

Twórcy powinni stale podejmować działania mające na celu stworzenie systemu sprawiedliwie traktującego użytkowników, unikającego dyskryminacji i uprzedzeń. Dane używane do tworzenia systemu powinny być reprezentatywne dla każdej grupy mniejszościowej, a sam system musi być również dostępny dla osób z niepełnosprawnościami.

3. Prywatność danych

Użytkownicy systemów muszą mieć kontrolę nad swoimi danymi, również tymi generowanymi online. Twórcy systemów powinni uprzednio uzyskać zgodę na wykorzystanie danych użytkowników. Szczególna ochrona powinna być zapewniona danym wrażliwym.

4. Informacja i objaśnienia

Użytkownicy powinni zostać poinformowani, że dany system korzysta ze sztucznej inteligencji oraz otrzymać objaśnienia dotyczące tego, jak system działa, w sposób przejrzysty i w odpowiednim czasie. Twórcy powinni informować o wszelkich zmianach w systemie.

5. „Ludzkie” alternatywy, wsparcie i rozwiązanie awaryjne

Jeśli użytkownik systemu AI będzie chciał zakończyć korzystanie z AI na rzecz „ludzkiej” alternatywy, powinien mieć taką możliwość. Jednocześnie, „ludzka” asysta, wsparcie oraz rozwiązania awaryjne powinny być dostępne i oferowane przez twórców systemu, gdy ten zawiedzie.

Drugim krokiem w kierunku uregulowania były zaproponowane przez administrację prezydenta USA i przyjęte przez 7 wiodących firm pracujących nad rozwojem AI (Amazon, Anthropic, Google, Inflection, Meta, Microsoft, and OpenAI) [dobrowolne zobowiązania](#). W lipcu 2023 przedsiębiorstwa przystąpiły na:

1. Przeprowadzenie wewnętrznych i zewnętrznych testów bezpieczeństwa swoich systemów AI przed ich wdrożeniem.
2. Dzielenie się informacjami w całej branży oraz z rządami, społeczeństwem i środowiskiem akademickim na temat zarządzania ryzykiem związanym ze sztuczną inteligencją.

3. Inwestowanie w cyberbezpieczeństwo i zabezpieczenia przed zagrożeniami wewnętrznymi, aby chronić zastrzeżone i niepublikowane modele.
4. Umożliwianie osobom trzecim odkrywania i zgłaszania luk w swoich systemach AI.
5. Opracowanie mechanizmów technicznych, takich znaki wodne, aby użytkownicy wiedzieli, kiedy treść jest generowana przez sztuczną inteligencję.
6. Publiczne raportowanie możliwości, ograniczeń oraz obszarów odpowiedniego i niewłaściwego wykorzystania swoich systemów AI.
7. Priorytetyzowanie badań nad zagrożeniami społecznymi, jakie mogą stwarzać systemy sztucznej inteligencji, w tym unikania szkodliwych uprzedzeń i dyskryminacji oraz ochrony prywatności.
8. Opracowywanie i wdrażanie zaawansowanych systemów sztucznej inteligencji, aby pomóc sprostać największym wyzwaniom społeczeństwa.

Jednocześnie administracja Bidena przekazała, że obecnie pracuje nad rozporządzeniem wykonawczym, regulującym wykorzystanie sztucznej inteligencji w USA.

Teoretyczne podstawy sztucznej inteligencji powstały prawie równoległe z powstaniem pierwszych komputerów, czyli w latach 50. i 60. XX wieku. Kluczowe dla tej dziedziny były zwłaszcza prace:

- **Alana Turinga** - autora zarówno matematycznej teorii maszyn obliczeniowych (1948), w tym sieci neuronowych, jak i słynnego testu Turinga na posiadanie inteligencji przez maszyny (1950).
- **Herberta Simona** – autora modelu ograniczonej racjonalności (1947) oraz wspólnie z Allanem Newellem i Cliffem Shawem pierwszych inteligentnych programów komputerowych – *Logic Theorist* (1956) oraz *General Problem Solver* (1957).
- **Arthura Samuela** – pioniera uczenia maszynowego i algorytmów przeszukujących (1959).

W tym okresie powstały pierwsze działające programy komputerowe, np. grające w szachy, tłumaczące języki lub dowodzące twierdzeń, które przejawiały wiele cech inteligencji: umiejętność uczenia się na doświadczeniu, rozpoznawania wzorców a nawet kreatywności.

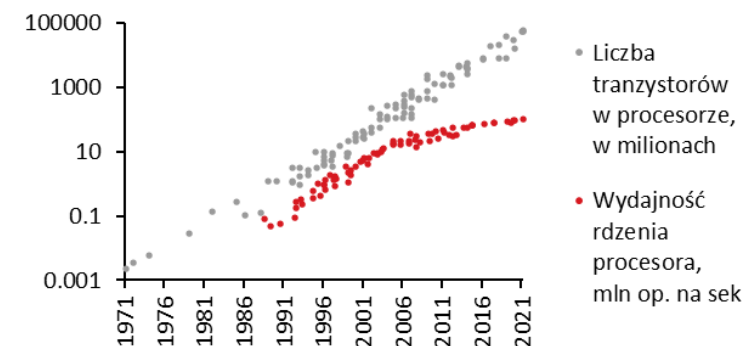
Programy te były przez długi czas bardzo powolne, wąsko wyspecjalizowane i zarazem nieszczególnie bystre. Sztuczna inteligencja okazała się bardziej skomplikowana i wymagająca niż wyobrażali sobie jej pionierzy. A ówczesne komputery były zbyt mało wydajne, by efektywnie wykonywać złożone algorytmy.

Bariera ta dopiero w latach 80. zaczęła tracić na znaczeniu. Pomógł wykładniczy postęp wydajności komputerów – opisany przez tzw. prawo Moore’a. Sztuczne inteligencje w postaci systemów eksperckich znalazły dzięki temu pierwsze praktyczne zastosowania, np. w logistyce (Xcon), diagnostyce lekarskiej (system CADUCEUS). W tym samym okresie komputery zaczęły wchodzić do powszechnego użytku biznesowego i domowego. A wraz z nimi inteligentne programy komputerowe.

Przełom XX i XXI wieku to już moment, w którym sztuczne inteligencje znacznie rozszerzają zakres swoich umiejętności i pod pewnymi względami zaczynają dorównywać inteligencji ludzkiej. Od 1997 lepiej grają w szachy. Kilka lat później zaczynają masowo tłumaczyć teksty w Internecie między językami (Google Translate wystartował w 2006 r.) oraz uczą się prowadzić samochody autonomiczne.

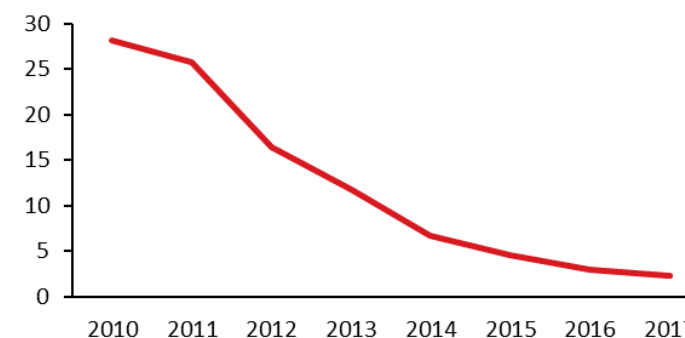
Druga dekada XXI rozpoczyna erę głębokich sieci neuronowych, których budowa stała się możliwa dzięki odkryciom teoretycznym (szczególnie 2017) i dalszemu wzrostowi mocy obliczeniowej procesorów. Dzięki temu sztuczne inteligencje nauczyły się najpierw rozpoznawania, a następnie tworzenia obrazów, a także generowania tekstów na praktycznie dowolny temat, na ogół sensownych merytorycznie i poprawnych językowo.

Prawo Moore’a – wzrost wydajności procesorów w czasie



Źródło: <https://github.com/karlrupp/microprocessor-trend-data>

Odsetek błędów w rozpoznawaniu obrazu przez algorytmy



Źródło: Wyniki konkursów rozpoznawania obrazów [ImageNet](#). Na wykresie przedstawiono błąd najlepszego algorytmu w konkursie w danym roku ([link](#)).

Sztuczne sieci neuronowe

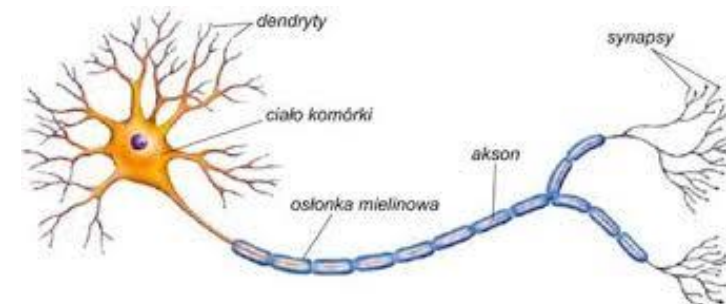
Krótki wątek dla bardziej ambitnych czytelników, którzy chcieliby się pokrótce dowiedzieć jaka technologia tak naprawdę stoi za działaniem sztucznych inteligencji? Otóż kolejny raz człowiek znalazł inspirację w naturze. Ludzie obserwowali przez stulecia jak ptaki latają żeby skopiować od nich metodę, która pozwoli im wzbić się w powietrze. Podobnie ludzie zainteresowali się ludzkim mózgiem, który zainspirował ich to stworzenia inteligentnych maszyn.

Chcąc bardzo uprościć działanie mózgu to powiedzielibyśmy, że jest oparte na przekazywaniu informacji pomiędzy komórkami nerwowymi, **neuronami**, poprzez impulsy elektrochemiczne. Odpowiadają za to zakończenia neuronów zwane synapsami. Neurony są odpowiedzialne za aktywację lub hamowanie działania innych komórek. Przepływ odpowiednich informacji zajmuje kilka milisekund i jest bardzo dobrze skoordynowany. Możemy sobie wyobrazić mózg jako wielki procesor, który komunikuje się z innymi elementami komputera. Neurony łączą się ze sobą, tworząc skomplikowaną sieć. Dodatkowo połączenia neuronowe cały czas się rozwijają, a sieć jest przebudowywana. Za każdym razem, gdy uczymy się czegoś nowego i nabywamy nowe umiejętności, mózg zapisuje te informacje, tworzą się nowe połączenia. Ten sposób działania mózgu został przeniesiony na grunt IT w postaci **sztucznych sieci neuronowych** (*ang. artificial neural networks*).

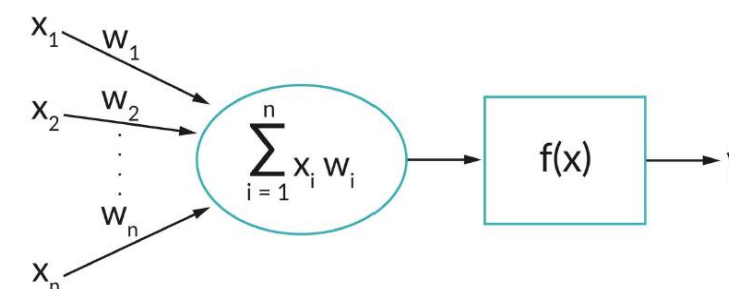
Główny element sztucznych sieci neuronowych nazywamy neuronem w nawiązaniu do jego biologicznego pierwowzoru. Każdy neuron jest prostą funkcją matematyczną, która oblicza wynik na podstawie danych wejściowych. Pierwszy **matematyczny model neuronu** został zaproponowany w 1943 roku przez Warrena McCullocha i Waltera Pittsa. Miał on co najmniej jedno wejście zero-jedynkowe (typu prawda/fałsz) i tego samego typu jedno wyjście.

Aktualnie stosuje się bardziej rozbudowany rodzaj sztucznych neuronów zwany **perceptronem**, który operuje na liczbach rzeczywistych. Każdej danej ze zbioru wejściowego przyporządkowywana jest pewna waga. Mówiąc, że uczymy sieć tak naprawdę szukamy najlepszych wag. Najpierw obliczana jest suma iloczynów wartości **wag** (w) i **sygnałów wejściowych** (x). Obliczona wartość jest przekazywana tzw. **funkcji aktywacji** $f(x)$. Przekształca ona otrzymaną liczbę w pewien sposób i zwraca **wyjściowy wynik** (y). Istnieje wiele funkcji aktywacji, a każda z nich inaczej wpływa na rezultat działania neuronu. Zadaniem funkcji aktywacji jest przede wszystkim przekształcenie wartości, aby wprowadzić do modelu nieliniowość, dzięki czemu możemy nauczyć model wyłapywać mniej intuicyjne zależności.

Budowa neuronu



Model pojedynczego perceptronu



Sztuczne sieci neuronowe

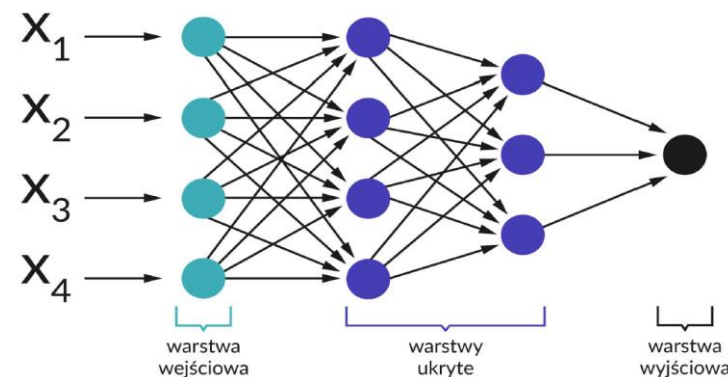
Oczywiście jeden sztuczny neuron ma niewielkie możliwości rozwiązywania bardziej skomplikowanych problemów. Natomiast wiele neuronów można połączyć w warstwy, gdzie jedna warstwa przekazuje wyniki kolejnej. Każdy neuron jest połączony ze swoimi rówieśnikami, a siła każdego połączenia jest określana ilościowo za pomocą wagi. Określa ona stopień w jakim sygnał wyjściowy jednego neuronu będzie brany pod uwagę jako sygnał wejściowy dla następnego neuronu w kolejnej warstwie. Kiedy setki, tysiące, a nawet miliony neuronów zostaną umieszczone w wielu warstwach efektem końcowym będzie sztuczna neuronowa sieć. Co więcej, powtarzając wielokrotnie tą czynność połączenia między neuronami się wzmacniają i nasza sieć zaczyna się uczyć. To skomplikowany proces z tzw. propagacją wsteczną. Sieci neuronowe składają się z trzech rodzajów warstw:

- **Warstwa wejściowa** – odpowiedzialna za przyjmowanie danych ze źródeł zewnętrznych i przesłanie ich dalej,
- **Warstwa ukryta**, w której zachodzi proces uczenia się i szukania zależności. Na potrzeby podstawowych problemów wystarczą zazwyczaj dwie takie warstwy. Sieci neuronowe o większej ich liczbie nazywa się **głębokimi**. Wraz ze wzrostem rozmiaru sieci, rośnie ryzyko nadmiernego dopasowania do danych treningowych i ilość czasu potrzebnego na naukę struktury sieci.
- **Warstwa wyjściowa** – zwracany jest wynik.

Jednym z bardziej popularnych zastosowań sieci neuronowych są **duże modele językowe** (ang. *LLM – large language models*). Tego typu modelem jest m.in. ChatGPT. Ich celem jest wykonywanie różnorodnych zadań z zakresu przetwarzania języka naturalnego. Trenuje się je na ogromnych zbiorach danych po to, by były w stanie odpowiadać na zadawane pytania, generować własne treści, odpowiednio je klasyfikować, streszczać czy też tłumaczyć na języki obce. Ciężko sobie wyobrazić jak wiele połączeń posiada sieć neuronowa stojąca za ChatGPT - w wersji 3 ma 175 miliardów wag oraz 96 warstw! Trening modelu odbywał się w **sposób nienadzorowany**, który przypomina uczenie się człowieka. Pozwala to na naukę ze zbiorów danych nieustrukturyzowanych bez potrzeby nadzoru ludzkiego.

Oznacza to, że zamiast uczyć się na podstawie konkretnych par pytań i odpowiedzi, model był trenowany na podstawie analizy ogromnych ilości tekstów i sam nauczył się generować odpowiedzi poprzez przewidywanie, co najprawdopodobniej nastąpiłoby dalej w danym tekście. ChatGPT wszystko co wie, pochodzi z analizy danych, na których był trenowany. Nadal nie ma osobistych preferencji ani emocji, ale jego struktura pozwala mu na ciągłe uczenie się i doskonalenie swojej wiedzy oraz wydajności dzięki danym treningowym. Biegłość ChatGPT nie wynika ze zrozumienia tekstu, ale raczej z dobrze rozwiniętej umiejętności przewidywania co będzie dalej, w oparciu o ogromną ilość danych, na których został przeszkolony.

Schemat sieci neuronowej



Pierwsza warstwa modelu otrzymuje tekst źródłowy, a wejścia do sieci stanowią pojedyncze słowa, które następnie są przekształcane w reprezentacje numeryczne. Ostatecznie, w warstwie wyjściowej, otrzymujemy odpowiedź zgodną z rozkładem prawdopodobieństwa (szansy na wystąpienie n-tego słowa w sekwencji, biorąc pod uwagę wszystkie słowa poprzedzające je) oszacowanym przez sieć. Na przykład, gdy poprosisz o dokończenie zdania „Ala ma...”, istnieje wiele słów o dużym prawdopodobieństwie, które mogą po nim nastąpić. ChatGPT generuje wynik ze zbioru wyjściowego zachowując oszacowany rozkład prawdopodobieństwa możliwych wyników. W rezultacie model nie za każdym razem przewiduje to samo słowo, co zwiększa różnorodność i nieprzewidywalność jego reakcji.

Niniejsza publikacja (dalej „Publikacja”) przygotowana przez Departament Analiz Makroekonomicznych Banku Polska Kasa Opieki Spółka Akcyjna (dalej „Pekao S.A.”) stanowi publikację handlową i ma charakter wyłącznie informacyjny. Żadna z jej części nie stanowi podstawy do zawarcia jakiegokolwiek umowy lub powstania zobowiązania, w szczególności nie stanowi oferty w rozumieniu art. 66 Kodeksu Cywilnego. Publikacja nie stanowi rekomendacji udzielanej w ramach usługi doradztwa inwestycyjnego, analizy inwestycyjnej, analizy finansowej oraz innej rekomendacji o charakterze ogólnym dotyczącej transakcji w zakresie instrumentów finansowych, rekomendacji inwestycyjnej w rozumieniu Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 596/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r, w sprawie nadużyć na rynku ani porady inwestycyjnej o charakterze ogólnym dotyczącej inwestowania w instrumenty finansowe, a informacje w niej zawarte nie mogą być traktowane, jako propozycja nabycia jakichkolwiek instrumentów finansowych, usługa doradztwa inwestycyjnego, podatkowego lub jako forma świadczenia pomocy prawnej. Publikacja nie została przygotowana zgodnie z wymogami prawnymi zapewniającymi niezależność badań inwestycyjnych i nie podlega żadnym zakazom w zakresie rozpowszechniania badań inwestycyjnych i nie stanowi badania inwestycyjnego.

Przedstawiona w publikacji analiza oparta jest na informacjach publicznie dostępnych – do jej sporządzenia nie wykorzystano żadnych informacji poufnych. Pekao S.A. dołożył należytej staranności w celu zapewnienia, iż zawarte informacje nie są błędne lub nieprawdziwe w dniu ich publikacji, jednak Pekao S.A. ani jego pracownicy nie ponoszą odpowiedzialności za ich prawdziwość i kompletność jak również za jakiegokolwiek szkody powstałe w wyniku wykorzystania niniejszej publikacji lub zawartych w niej informacji. Pekao S.A. nie udziela w odniesieniu do niniejszej publikacji żadnych gwarancji, wyraźnych ani dorozumianych, dotyczących wartości handlowej, przydatności do określonego celu lub nienaruszania własności intelektualnej lub innego nienaruszania praw.

Niektóre treści objęte niniejszą publikacją mogą zawierać odesłania do stron internetowych i materiałów opracowanych przez podmioty trzecie. Pekao S.A. nie dokonuje weryfikacji takich stron internetowych i materiałów, w szczególności pod kątem ich prawdziwości i rzetelności zawartych w nich informacji, a wszelkie korzystanie z takich stron internetowych i materiałów następuje na wyłączne ryzyko i odpowiedzialność użytkownika. Odsyłanie przez Pekao S.A. w publikowanych treściach do zewnętrznych stron internetowych i materiałów nie oznacza również, że Pekao potwierdza lub podziela zawarte w nich poglądy i informacje.

Niniejsza publikacja może zawierać wypowiedzi prognozujące. Wypowiedzi te, oparte na bieżących planach, założeniach, ocenach, prognozach, oczekiwaniach oraz historycznych danych, jako odnoszące się do zdarzeń przyszłych są ze swej natury niepewne i obciążone ryzykiem błędu. Z tego względu nie stanowią one gwarancji przyszłych zdarzeń, sytuacji gospodarczej w ujęciu makroekonomicznym ani w odniesieniu do jakiegokolwiek konkretnego podmiotu lub grupy podmiotów, cen instrumentów finansowych lub jakichkolwiek przyszłych wyników i wskaźników finansowych. Wszelkie prognozy dotyczące poziomu kursów walutowych nie odnoszą się do instrumentów finansowych opartych o te kursy walutowe.

Informacje zawarte w tej publikacji są aktualne na datę utworzenia dokumentu i mogą ulec zmianie w przyszłości. Pekao S.A. nie zobowiązuje się do ich aktualizowania po dniu utworzenia dokumentu.

Pekao S.A. oświadcza, że jest animatorem rynku lub dostawcą płynności w odniesieniu do Skarbowych Papierów Wartościowych wyemitowanych przez Ministerstwo Finansów oraz dokonuje transakcji na Skarbowych Papierach Wartościowych na własny rachunek. Pekao S.A. na mocy zawartych umów pełni funkcję Dealera Rynku Pieniężnego oraz Dealera Skarbowych Papierów Wartościowych.

Departament Analiz Makroekonomicznych jest wydzieloną jednostką organizacyjną, niezależną od jednostki zawierającej w imieniu Banku transakcje na instrumentach finansowych. Jednocześnie wprowadzone wewnętrzne rozwiązania administracyjne oraz bariery informacyjne mają na celu zapobieganie konfliktom interesów. Wynagrodzenie pracowników sporządzających Publikację nie jest i nie będzie bezpośrednio lub pośrednio powiązane z wynikami finansowymi uzyskiwanymi przez Pekao S.A. w ramach transakcji na instrumentach finansowych. Pracownicy sporządzający Publikację nie są zaangażowani kapitałowo w instrumenty finansowe będące przedmiotem Publikacji oraz nie pełnią żadnej funkcji w organach emitenta oraz nie otrzymują od niego wynagrodzenia. Zgodnie z najlepszą wiedzą pracowników sporządzających Publikację, nie występują powiązania, które mogłyby rodzić konflikt interesów.

Niniejsza publikacja nie jest przeznaczona do użytku prywatnych inwestorów. Decyzja inwestycyjna w odniesieniu do papieru wartościowego, produktu finansowego lub inwestycji powinna być podjęta na podstawie opublikowanego prospektu emisyjnego lub kompletnej dokumentacji dla papieru wartościowego, produktu finansowego lub inwestycji. Ostateczna decyzja zawarcia transakcji należy wyłącznie do inwestora. Pekao S.A. nie występuje w roli pośrednika ani przedstawiciela inwestora. Przed zawarciem każdej transakcji inwestor powinien, nie opierając się na informacjach przekazanych przez Pekao S.A., określić jej ryzyko, potencjalne korzyści oraz straty z nią związane, jak również w szczególności charakterystykę, konsekwencje prawne, podatkowe i księgowo-transakcyjne oraz konsekwencje zmieniających się czynników rynkowych, a także w sposób niezależny ocenić czy jest w stanie sam lub po konsultacjach ze swoimi doradcami podjąć takie ryzyko.

Nadzór nad działalnością Pekao S.A. sprawuje Komisja Nadzoru Finansowego.

Powielanie bądź publikowanie niniejszego dokumentu lub jego części bez pisemnej zgody Pekao S.A. jest zabronione.

Autorzy:

Główny Ekonomista Banku:

dr Ernest Pytlarczyk, CFA tel. +48 727 417 216
ernest.pytlarczyk@pekao.com.pl

Zespół Analiz i Prognoz Rynkowych:

Aleksandra Beśka
aleksandra.beska@pekao.com.pl

dr Piotr Bartkiewicz, CFA, tel. +48 785 936 748
piotr.bartkiewicz@pekao.com.pl

Kamil Łuczkowski, tel. +48 22 722 030 863
kamil.luczkowski@pekao.com.pl

dr Karol Pogorzelski
karol.pogorzelski@pekao.com.pl

Sebastian Roy
sebastian.roy@pekao.com.pl