
INNOWACYJNA CYFRYZACJA

**Analiza na zlecenie Ministerstwa Cyfryzacji
Zgodnie z umową nr 1/KIGEiT/MC/BA/2016/2016
z dnia 11 lipca 2016 roku**

Opracowanie:

Krajowa Izba Gospodarcza Elektroniki i Telekomunikacji

ul. Stępińska 22/30, 00-739 Warszawa

<http://www.kigeit.org.pl>

Celem opracowania była odpowiedź na pytania:

- 1) Do czego zmierza cyfryzacja?
- 2) Jak cyfryzacja wpływa wzrost innowacyjności gospodarki?
- 3) Co powinniśmy zrobić, aby utrzymać się w głównym nurcie rozwoju gospodarczego?
- 4) Jakie najważniejsze zmiany powinny być wykonane, aby to w ogóle było możliwe?
- 5) Jak zapewnić w tym wszystkim Polsce miejsce wśród krajów wysokorozwiniętych?
- 6) Jak wspomóc Strategię na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju?

Opracowanie jest prognozą długoterminową głównego kierunku rozwoju technologicznego cyfryzacji. Jest wizją przyszłości, pozwalającą na opracowanie zasad wyboru projektów realizowanych w ramach Strategii na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju i programów operacyjnych. Stanowi pomoc w przygotowaniu polskiej gospodarki do przemian technologicznych, jakie nadchodzą. Proponuje wdrożenie idei specjalizacji przemysłowej w oparciu o prognozę rozwoju cyfryzacji.

Praca została wykonana na zamówienie Ministra Cyfryzacji przez zespół autorski ekspertów Krajowej Izby Gospodarczej Elektroniki i Telekomunikacji.

Opracowanie nie jest:

- **poglądem Ministerstwa Cyfryzacji na realizację polityk cyfryzacji i innowacyjności,**
- **opinią Ministerstwa Cyfryzacji na temat reformy narodowego systemu innowacji,**
- **opinią Ministerstwa Cyfryzacji nt. wyboru specjalizacji technicznej przemysłu cyfrowego**

Zespół Autorów

Zespół autorski:

- 1) **Jarosław Tworóg** – główny autor - Kierownik Zespołu,
 - 2) **Stefan Kamiński** – współautor, redakcja i recenzja,
 - 3) **Krzysztof Heller** – współautor i recenzja,
 - 4) **Andrzej Dulka** – recenzent,
 - 5) **Jacek Drabik** – recenzent,
 - 6) **Piotr Grabiec** – recenzent,
 - 7) **Paweł Pisarczyk** – recenzent,
 - 8) **Roman Szwed** – recenzent,
 - 9) **Jerzy Żurek** – recenzent.
-

Spis treści

1	Wstęp	3
2	Cel i organizacja polityki innowacji	7
2.1	Innowacyjne podejście do systemu innowacji	8
2.2	Czynnik czasu	8
2.3	Metodyka prowadzenia polityki innowacyjnej	10
2.4	Konieczność reformy narodowego systemu innowacji	12
2.5	Wybór i opis celu – specjalizacji w dziedzinie cyfryzacji	15
2.6	Pragmatyka politycznego zarządzania innowacyjnością	17
2.7	Obszar syntezy	18
2.8	Adresaci polityki innowacyjnej cyfryzacji	19
2.9	Wnioski	20
3	Trendy rozwojowe współczesnej techniki	21
3.1	Miejsce cyfryzacji w głównych nurtach rozwoju	27
3.2	Wnioski	31
4	Innowacyjne kierunki ROZWOJU TECHNIKI cyfrowej	32
4.1	Rozwój techniki cyfrowej, przedsiębiorczość, zatrudnienie	32
4.2	Inteligentne zaawansowane oprogramowanie	34
4.3	Sztuczna inteligencja	35
4.3.1	Definicja i obszary badawcze	35
4.3.2	Kognitywistyka czyli nauka o myśleniu po ludzku	37
4.3.3	Działać po ludzku czyli o inteligentnym robocie	37
4.3.4	O badaniach racjonalnego myślenia i działania	37
4.3.5	Osiągnięcia i współczesne zastosowania	38
4.3.6	wejście w epokę inteligentnych maszyn	39
4.3.7	DNN jako podstawa rozwoju inteligentnych maszyn	40
4.3.8	Technika nauczania maszyn czyli trenowanie DNN	42
4.3.9	rzeczywistość wirtualna	44
4.3.10	Ograniczenia i warunki rozwoju sztucznej inteligencji	45
4.3.11	Zastosowania inteligentnych sieci	48
4.3.12	Infrastruktura technologii AI	49
4.3.13	Możliwości rozwoju technologii AI w Polsce	50
4.3.14	Innowacyjność cyfrowa w Polsce	51

4.3.15	Ramy prawno-organizacyjne	52
5	Globalizacja, cyfryzacja i innowacyjność	54
5.1.1	Problemy prawne i podatkowe w dobie globalizacji	57
5.1.2	Przystosowanie gospodarki do globalizacji	58
5.2	Wnioski	59
6	Rola Państwa w procesie wzrostu innowacyjności	60
6.1	Bariera społeczna	61
6.2	Bariera polityczna	63
6.3	Bariery operacyjne	64
7	Spójność ze strategią na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju	66
7.1	Obszary spójności	66
7.2	Społeczno-gospodarczy wymiar innowacji cyfrowych	68
8	Podsumowanie	69
9	Słownik skrótów i pojęć	71
10	Literatura	75

1 WSTĘP

Podstawowym celem, jaki postawiono autorom tego opracowania, było przygotowanie długoterminowej prognozy rozwoju cyfryzacji oraz wskazanie najważniejszych wniosków praktycznych, które trzeba uwzględnić już dzisiaj przy kształtowaniu infrastruktury teleinformatycznej i polityki innowacji.

Nadaliśmy niniejszemu opracowaniu tytuł „Innowacyjna cyfryzacja”, ponieważ uważamy, że **w polskiej praktyce gospodarczej i politycznej – cyfryzacja z reguły nie jest innowacyjna**¹. Uzasadniamy, dlaczego w większości wypadków dotychczasowe działania proinnowacyjne mają charakter modernizacyjny, ale obawa przed popełnieniem błędu popycha do działań pseudo innowacyjnych, w istocie naśladowczych. Z tych samych powodów, także cyfryzacja nie przyczynia się do poprawy stanu innowacyjności². Widzimy możliwości wzmocnienia proinnowacyjnego oddziaływania cyfryzacji, co jest myślą przewodnią tego opracowania. Pokazujemy, jak można gruntownie zmienić dotychczasową politykę, by cyfryzacja stała się podstawą systemu innowacji i treścią polityki rozwoju społeczno-gospodarczego. Chodzi nam o to, by innowacje cyfrowe stanowiły istotę większości, wspomaganych przez Państwo, projektów informatycznych i inwestycyjnych, a polityki cyfryzacji i innowacji wzajemnie się wzmacniały.

Ponad 60% projektów innowacyjnych w gospodarce dotyczy cyfryzacji³. Stworzenie lepszych warunków dla cyfryzacji jest równoważne zbudowaniu warunków dla innowacyjności⁴. Trafność wyboru priorytetów w cyfryzacji przesądzi o skuteczności polityki wzrostu innowacyjności. Zdolność do koncentracji na innowacyjnych aspektach cyfryzacji pozwoli na zwiększenie efektywności wykorzystania dostępnych środków. Niniejsze opracowanie jest propozycją specjalizacji przemysłowej i kompetencyjnej, jaką rekomendujemy budować w ramach innowacyjnej cyfryzacji. Postulujemy koncentrację na rozwoju zaawansowanego inteligentnego oprogramowania, jako priorytecie wynikającym z Krajowych Inteligentnych Specjalizacji⁵. Jest to wniosek z prognozy dotyczącego głównego nurtu rozwoju techniki. **Proponowana wizja cyfryzacji jest z natury rzeczą prognozą długoterminową, obejmującą horyzont czasowy do roku 2030 i dalej. Taka wizja ma praktyczne znaczenie we wszystkich tych działaniach, które wiążą się z inwestycjami w infrastrukturę sieciową i przemysłową i które z samej swej istoty realizowane są z perspektywą długotrwałego**

Trafność wyboru priorytetów w cyfryzacji przesądzi o skuteczności polityki wzrostu innowacyjności

¹ Definicja cyfryzacji (opracowana przez KIGEIT), którą posługujemy się w niniejszym opracowaniu została opisana w dokumencie pt.: „Program Rozwoju Cyfrowego Infrastruktury i Przemysłu”, 2015, (strony od 6-8). Została przyjęta przez Radę ds. Cyfryzacji i została wykorzystana przez Ministra Cyfryzacji w dokumencie „Kierunki Działań Strategicznych Ministra Cyfryzacji w obszarze informatyzacji usług publicznych”

<https://mc.gov.pl/aktualnosci/kierunki-dzialan-strategicznzych-ministra-cyfryzacji-w-obszarze-informatyzacji-uslug-0>
http://www.kigeit.org.pl/FTP/PRCIP/2015-04-15_PRCIP_ftp.pdf (dostęp: 23.08.2016)

² Innowacyjność jako cecha gospodarki i przedsiębiorczości opisano w podręczniku Oslo.
http://www.pi.gov.pl/parp/chapter_96055.asp?soid=1DAEA9DB77CF4FDBB1EC84012AAD640F (dostęp: 23.08.2016)
Szczegółowa definicja i stosowany obecnie sposób pomiaru innowacyjności znajduje się w dorocznych raportach World Economic Forum tytułowanych „The Global Innovation Index (rok raportu)”

³ Esko Aho, „Creating an Innovative Europe”, 2006, (dostęp: 23.08.2016)
http://www.kigeit.org.pl/ftp/IUSER/Literatura/068%20Creating%20an%20innovative%20Europe_Aho_report.pdf
Udział projektów cyfrowych w całości projektów innowacyjnych ma charakter wzrostowy. Fakt ten wykorzystano m.in. w strategii Ministerstwa Gospodarki (patrz poniżej)

⁴ Ministerstwo Gospodarki, „Strategia Innowacyjności i Efektywności Gospodarki - Dynamiczna Polska 2020”, 2013,
http://www.kigeit.org.pl/FTP/PRCIP/Literatura/006_1_Strategia_Innowacyjnosci_i_Efektywnosci_Gospodarki_2020.pdf. (dostęp: 04.08.2016).

⁵ Ministerstwo Gospodarki, „Krajowe Inteligentne Specjalizacje” (ver.3. 12.07.2016 r.),
<http://www.mr.gov.pl/media/22489/opisy.pdf> (dostęp: 04.08.2016).

funkcjonowania. Charakter i głębokość prognozowanych zmian wymagają podjęcia działań teraz, dopóki na rynku światowym i krajowym istnieją sprzyjające okoliczności.

Polska jest w bardzo korzystnym momencie historycznym, pozwalającym na dołączenie do grupy krajów wysokorozwiniętych. Warunkiem koniecznym dla wykorzystania tej szansy jest poprawa innowacyjności gospodarki. Dlatego w opracowaniu rekomendujemy, jak prowadzić politykę innowacyjnej cyfryzacji. Efektem powinno być zwiększanie wartości dodanej z działalności gospodarczej, zatrzymanie tej wartości w kraju, zmniejszenie różnic w przychodach obywateli oraz zwiększenie komfortu życia. Cele oraz potrzeby zdefiniowane przez Ministra Cyfryzacji przesądziły o metodyce syntezy materiałów źródłowych oraz formie prezentacji celów polityki innowacyjnej cyfryzacji, będącej wnioskiem z opracowanej prognozy rozwoju cyfryzacji.

Adresatem raportu jest Ministerstwo Cyfryzacji oraz te instytucje Państwa, z którymi Ministerstwo Cyfryzacji współpracuje w zakresie programowania i wspomagania rozwoju społeczno-gospodarczego. Ze względu na nadrzędną rolę cyfryzacji w całej polityce innowacyjnej, **wskazujemy na potrzebę likwidacji silosów resortowych i sposoby ich przełamania.** Opis barier, jakie powinniśmy pokonać w systemie zarządzania, jest połączeniem wizji z analizą rzeczywistości regulacyjnej. Ich charakter uzasadnia postulat generalny - **budowa bardziej spójnego systemu zarządzania innowacyjnością.** Proponujemy kompleksową, długoterminową wizję głównego nurtu rozwoju cywilizacji opartej na procesach cyfryzacji.

Powstało już bardzo wiele raportów z rekomendacjami dotyczącymi cyfryzacji i innowacyjności^{6,7}. Na tej podstawie przygotowywano i częściowo realizowano kolejne polityki, ale **fasadowe podejście i brak woli faktycznych zmian spowodował, że Polska nie zmniejsza dystansu technologicznego dzielącego nas od krajów wysokorozwiniętych.** Nie udaje się to też większości innych krajów starających się podnieść innowacyjność swych gospodarek. Nie jest to jednak niemożliwe. Lista 20-tu najbardziej rozwiniętych krajów świata jednak zmienia się, zatem można przebić barierą niemożności i dołączyć do czołówki. Już wiemy, że obecny sposób wyznaczania celów i kształtowania programów nie jest skuteczny, gdyż nie przynosi efektów widocznych w rankingach. Podejście polegające na **naśladowaniu krajów wysokorozwiniętych jest przeciwieństwem innowacyjności i nieuchronnie prowadzi do powiększania dzielącego nas dystansu.** Innowacyjność, co wynika z samej definicji, nie może być ostrożną modernizacją, co szczegółowo wykazujemy w niniejszym opracowaniu. Proponujemy zatem zmienić strategię formułowania polityki innowacyjności i wynikających z niej programów działania. Sugerujemy wyznaczać oryginalne długofalowe cele, które mamy szansę osiągnąć wraz z liderami technologicznego rozwoju. **Autorzy opracowania świadomie zrezygnowali z prezentacji detalicznej analizy teraźniejszości i skoncentrowali się na opisie prognozy przyszłości⁸,** który służy wyostreniu wizji, uproszczeniu misji i spisaniu zasad programowania oraz realizacji polityki gospodarczej. Zwracamy uwagę na rosnącą rolę zaawansowanego oprogramowania, operującego na wielkich zbiorach danych, najczęściej heterogenicznych, samouczącego się, zwiększającego produktywność poprzez rozszerzanie inteligencji i owocującego elementami sztucznej inteligencji. Zatem biorąc od uwagę perspektywę długookresową, **chodzi o rozwój oprogramowania, które będzie ewoluować w kierunku oprogramowania inteligentnego.**

⁶ Bendyk Edwin i in., „Cyfrowa gospodarka - kluczowe trendy rewolucji cyfrowej”, 2016, (dostęp: 23.08.2016) http://www.kigeit.org.pl/FTP/IC/cyfrowa_gospodarka_kluczowe_trendy_rewolucji_cyfrowej.pdf

⁷ Arak Piotr, Bobiński Andrzej, „Czas na przyspieszenie - Cyfryzacja gospodarki Polski” (styczeń 2016), <http://zasoby.politykainsight.pl/politykainsight.pl/public/Czas-na-przyspieszenie--Cyfryzacja-gospodarki-Polski.pdf> (dostęp: 23.08.2016).

⁸ Jest to wizja głównego nurtu rozwoju technicznego cyfryzacji, opracowana przez autorów, będąca syntezą wniosków z dokumentów źródłowych wymienionych w rozdziale [10]

Uzasadnieniem dla wyboru, zawierającym bardziej szczegółowe rozważania, są m.in.: raporty i analizy przygotowane dla Ministerstwa Cyfryzacji, Krajowe Inteligentne Specjalizacje oraz wyniki badań rynku cyfrowego KIGEiT. Korzystamy z najnowszej wiedzy, która wskazuje, że polityka systemowego wsparcia Państwa może być skuteczna tylko przy koncentracji na celu i przy odpowiedniej intensywności. Jego istotą jest redystrybucja PKB na rozwój *start-upów* oraz wspólnych projektów przedsiębiorstw i jednostek naukowych. W dotychczasowym procesie rozwoju polskiej gospodarki, nie udało się jeszcze wykształcić tego systemu. Przyczyny niepowodzenia zostały krótko wymienione i opisane. Bez ich zrozumienia, a następnie usunięcia – nie będzie możliwe przestawienie gospodarki na innowacyjne tory rozwoju.

Polityka systemowego wsparcia Państwa może być skuteczna tylko przy koncentracji na celu i przy odpowiedniej intensywności

Ze względu na rozległość wpływu cyfryzacji na kształt stosunków społecznych oraz komunikacji, postulujemy i uzasadniamy intensyfikację badań, które wskażą metody zmniejszania przewidywanych napięć społecznych, wynikających z szybkich zmian na rynku pracy. **Zmiany te będą z korzyścią dla zwiększenia produktywności, komfortu pracy i życia.** Nie ma (według autorów) uzasadnienia dla pesymistycznych wizji skutków cyfryzacji, jeśli utrzymamy się w głównym nurcie rozwoju technicznego świata. Szkicujemy istotę reformy obowiązującego prawa, która skonsumuje efekty postępu cywilizacyjnego, będącego efektem cyfryzacji, przyczyniając się do tworzenia nowych, bardziej komfortowych miejsc pracy o wyższej produktywności.

Zakres poruszanej tematyki jest z konieczności niezwykle szeroki. Ta szerokość wynika z horyzontalnego oddziaływania cyfryzacji. Ze względu na ograniczony czas i rozmiar pracy, szereg tez i wniosków „oczywistych” dla ekspertów przemysłu cyfrowego postawiono bez pogłębionego uzasadnienia. Zatem lektura dokumentu wymaga dość rozległej wiedzy na temat innowacyjności, teorii wzrostu gospodarczego, kierunków rozwoju przemysłu i usług, oprogramowania, głównych źródeł wartości dodanej we współczesnym przedsiębiorstwie i wynikających stąd modeli biznesowych gospodarki globalnej. Przy opracowaniu szeroko korzystano z dorobku badawczego ekonomistów pracujących nad problemami współczesnej przedsiębiorczości (<http://www.gemconsortium.org/>) i konkurencyjności (<https://www.weforum.org/>) i innowacyjności (<https://www.globalinnovationindex.org/>).

Wykorzystaliśmy w pełnym zakresie zmiany w rozumieniu i definiowaniu sposobów pomiaru takich parametrów gospodarki jak przedsiębiorczość, konkurencyjność i innowacyjność.

Wy puklając horyzontalny charakter cyfryzacji wskazujemy, że rozwój inteligentnego oprogramowania jeszcze pogłębia i poszerza to oddziaływanie na wszystkie dziedziny życia. Uzasadniamy w ten sposób, że bez zwiększenia innowacyjności cyfryzacji i zmiany całego systemu innowacji, nie zdołamy skorzystać ze wzbierającej fali przemian cywilizacyjnych wynikających z prognozowanego przez autorów kierunku rozwoju.

2 CEL I ORGANIZACJA POLITYKI INNOWACJI



Rysunek 1 Mapa zagadnień problemowych powiązanych z polityką innowacji

Podejmując próbę odpowiedzi na pytanie o przyszłość cyfryzacji oraz o wnioski płynące z tej prognozy dla polityk innowacji, zdefiniowaliśmy mapę 12-tu zagadnień problemowych. Przyporządkowane im procesy sterowane są politykami wyznaczonymi przez strategię rozwoju kraju, a realizowanymi w ramach możliwości i ograniczeń. W praktyce polityki te pełnią funkcje koordynacyjne i są odpowiedzią na procesy, które sterowane są postępem technicznym i mają charakter globalny. Rozwój cywilizacyjny w ogólności, a cyfryzacja w szczególności, przyczyniają się do tego, że te dwanaście zagadnień są silnie powiązane ze sobą wzajemnie i matrycowo tzn. każde z każdym. Dotyczy to również polityk, które na siebie oddziałują. Co więcej, siła i wielość tych powiązań powoduje, że nie sposób omówić całej złożoności polityki innowacji bez odniesienia się do wszystkich 12-tu problemów. Ze względu matrycowy charakter powiązań nie jest możliwe przedstawienie problematyki w sposób sekwencyjny. Pełne zrozumienie przesłania tego opracowania wymaga dwukrotnej lektury, gdyż tylko w ten sposób można odczytać najważniejsze powiązania pomiędzy problemami i przypisanymi do nich procesami. Zaczynamy od polityki innowacji ze świadomością, że równie dobrze można byłoby zacząć od omówienia istoty postępu technicznego (rozwoju nauki, techniki i technologii) lub globalizacji.

Polityka innowacji może być skuteczna tylko wtedy, gdy oparta jest na stabilnym planowaniu długookresowym⁹. Cele polityki innowacji powinny mieć horyzont oddziaływania zbliżony do czasu, na jaki jest budowana infrastruktura Państwa.

Polityka ta powinna być spójna horyzontalnie (pomiędzy resortami/branżami/sektorami) i warstwowo (w ramach branż i sektorów). Zgodnie z definicją innowacyjności, wymaga synchronicznego rozwoju w ponad 20 obszarach dziedzinowych, zaczynając od systemu edukacji i kształcenia, przez strategię rozwoju infrastruktury technicznej, po prawo determinujące poziom konkurencyjności i przedsiębiorczości.

⁹ WIPO, „The Global Innovation Index 2016 - Winning with Global Innovation”, 2016, <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report> (dostęp: 23.08.2016).

Autorom niniejszego opracowania nie są znane z historii ekonomii przykłady, w których istotny i trwały wzrost innowacyjności nastąpiłby inaczej niż przez **ustanowienie długookresowej polityki innowacyjności (o horyzoncie czasowym powyżej 20-tu lat)**. Możliwy jest stały, coroczny postęp (mierzony przesuwaniem się w górę w rankingach¹⁰), gdy prowadzona jest stabilna polityka wspierania innowacyjności. To bezpośredni wniosek z dorobku naukowego w zakresie innowacyjności i analizy narodowych systemów innowacji w krajach stale okupujących górne pozycje w rankingach najbardziej innowacyjnych krajów świata. Nie ma możliwości trwałego podniesienia innowacyjności kraju metodą radykalnych działań operacyjnych o kilkuletnim horyzoncie planowania, pozbawionych perspektywy średnio i długookresowej. Dlatego niniejsze opracowanie odnosi się do bieżących programów operacyjnych pośrednio i tylko poprzez ocenę ich spójności z prognozą długoterminową.

2.1 INNOWACYJNE PODEJŚCIE DO SYSTEMU INNOWACJI

Cyfryzacja stanowi główny obszar innowacyjności¹¹. Polityka innowacji powinna służyć w większości produktom, technikom, usługom i infrastrukturze właściwej dla przemysłu cyfrowego. Jej kształt i założenia w sposób decydujący oddziałują na przebieg cyfryzacji, a więc na innowacyjność całej gospodarki. Polityka ta jest obecnie realizowana w ramach tzw. Narodowych Systemów Innowacji (NSI), opartych na sztywnych procedurach w planowaniu i realizacji. Bez ich zmiany opóźnione będzie realizowanie wizji i założeń do innowacyjnej polityki w zakresie cyfryzacji¹². Wymaga to intensywnego dialogu w ramach UE, gdyż istotą tych systemów powinna być oryginalność i dopasowanie do cech gospodarek krajów członkowskich. Powinniśmy wyciągnąć wnioski z faktu, że unifikacja metod i praktyk w tym zakresie doprowadziła do biurokratyzacji i spowolnienia procesów innowacyjnych w całej UE.

Tak samo, jak autorzy Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, uważamy, że istnieje potrzeba ustanowienia specjalizacji przemysłowych, w szczególności w obszarze cyfryzacji. To opracowanie jest uzasadnieniem dla wyboru specjalizacji technologicznej w cyfryzacji, z odniesieniem do koniecznych zmian NSI w Polsce, które przesądzą o poziomie innowacyjności.

2.2 CZYNNIK CZASU

Poziom innowacyjności decyzji zależy od jej przedmiotu, momentu wprowadzenia i tempa realizacji. Bardziej innowacyjne¹³ są te - podejmowane na podstawie prognoz, niż te - podejmowane pod presją już istniejącej technologii. Decyzje będące narzędziami polityki innowacyjnej można podzielić na dwie kategorie:

1. Wsparcie **bezpośrednie** poprzez zamówienia (**preferowane**) lub dofinansowanie (mniej efektywne):
 - projektów badawczo-rozwojowych z perspektywą zastosowań praktycznych,

¹⁰ Czaplicka Katarzyna, „Zróżnicowanie rozwoju społeczno-gospodarczego”, sierpień 2010, (str.13) <https://www.ore.edu.pl/materiay-do-pobrania-55886/category/96-materiay-dot-edukacji-globalnej?download=167:zrnicowanie-rozwoju-spoeczno-gospodarczego> (dostęp: 04.08.2016).

¹¹ KIGEIT, „Program Rozwoju Cyfrowego Infrastruktury i Przemysłu”, 2015, http://www.kigeit.org.pl/FTP/PRCIP/2015-04-15_PRCIP_ftp.pdf (dostęp: 23.08.2016).

¹² Okoń-Horodyńska Ewa, „Polityka innowacji w UE: przerost formy nad treścią?”, 2013, <http://www.pte.pl/kongres/referaty/Oko%C5%84-Horody%C5%84ska%20Ewa/Oko%C5%84-Horody%C5%84ska%20Ewa%20-%20POLITYKA%20INNOWACJI%20W%20UE%20-%20PRZEROST%20FORMY%20NAD%20TRE%C5%9ACI%C4%84.pdf> (dostęp: 04.08.2016).

¹³ Metodologia pomiaru: np. według Innovation Union Scoreboard, http://www.pi.gov.pl/PARP/chapter_86197.asp?soid=DD2C6594D0F44FC8B433677EDA584F00 (dostęp: 04.08.2016)

- projektów badawczo-wdrożeniowych,
- projektów standaryzacyjnych lub normalizacyjnych.

2. Wsparcie **pośrednie** poprzez:

- regulacje normalizacyjne,
- regulacje rynkowe,
- programy zakupów w ramach zamówień publicznych,
- tworzenie otoczenia sprzyjającego innowacyjnym projektom, w tym inwestycjom infrastrukturalnym.

W krajach wysokorozwiniętych, **decyzje o finansowaniu projektów badawczych i wdrożeniowych są intensywnie wspierane pośrednimi narzędziami komercjalizacyjnymi** (proinnowacyjne regulacje prawne i zamówienia wspierające intensyfikację działalności innowacyjnej przedsiębiorstw). Przykładami skuteczności tych narzędzi mogą być: rozwój magazynowania energii w Kalifornii, programy zmniejszania emisji z silników spalinowych, rozwój OZE i cyfrowych usług dla energetyki, cyfrowe usługi bankowe itp.

W Polsce, tak jak w większości krajów, narzędzia pośrednie są stosowane w znikomym wymiarze, a zmiany prawne dokonywane są głównie pod presją czynników zewnętrznych (głównie KE) i rozwoju techniki. Przyczyny to m.in. niewłaściwa ocena ryzyka, branżowa metodyka kalkulacji kosztów i opór grup interesów obawiających się nowych modeli biznesowych. W efekcie **powstał sprawny system opóźniania decyzji**. Dość często opóźnienia są tak duże, że decyzje początkowo innowacyjne, przekształcają się w reformy odrabiające zapóźnienie. Nie trzeba tłumaczyć, że mamy wówczas do czynienia z działaniami nadążnymi, które są antytezą innowacyjności.

W diagnozach przyczyn niskiej innowacyjności Polski wskazuje się w pierwszym rzędzie niedostateczne finansowanie, małą skalę projektów badawczych i wdrożeniowych¹⁴, a nieczęsto krytykuje się niski poziom innowacyjności tych projektów. Rzadko zauważamy niską efektywność wykorzystania projektów wdrożeniowych zakończonych powodzeniem. Praktycznie nie zwracamy uwagi na czynnik czasu, więc odwlekane w nieskończoność decyzje komercjalizacyjnych najczęściej niszczy innowacyjność nielicznych udanych projektów. Nie umiemy na czas uruchomić narzędzi normalizacyjnych i prawnych, natomiast **systemem zamówień publicznych, jako instrumentem proinnowacyjnym, nie posługujemy się z założenia**.

**Opóźnianie decyzji
komercjalizacyjnych najczęściej
niszczy innowacyjność nielicznych
udanych projektów**

Omówiony czynnik czasu dotyczy całej polityki innowacyjności. W branżach tradycyjnych miał nieco mniejsze znaczenie, ale w dobie przyspieszenia cyfrowego wydaje się problemem, który wymaga rozwiązania w pierwszej kolejności. Demontaż obecnego systemu opóźniania możliwy będzie np. poprzez nadanie wyższego priorytetu planowaniu strategicznemu. Poniżej przedstawiamy wybrane horyzonty czasowe oddziaływania polityki w trzech głównych obszarach:

- horyzont edukacji i systemu kształcenia – pokolenie (25 lat +),
- horyzont czasowy inwestycji infrastrukturalnych (30 - 50+ lat),
- horyzont polityki wspierania innowacyjności produktowej 10 lat+.

Ocena horyzontów czasowych jest orientacyjna.

¹⁴ Frankowski Paweł, Skubiak Beata, „Bariery Innowacyjności w Polsce”, sierpień 2012, http://www.wneiz.pl/nauka_wneiz/sip/sip28-2012/SiP-28-118.pdf (dostęp: 04.08.2016).

2.3 METODYKA PROWADZENIA POLITYKI INNOWACYJNEJ

Polski NSI to proceduralny system innowacji, opierany się na trzech filarach:

- analizie ryzyka,
- kalkulacji kosztów,
- szacowaniu wartości dodanej w oparciu o aktualną strukturę cen.

Przyjęte w administracji i w sektorze nauki metody, prowadzą systemowo do obniżania poziomu innowacyjności. Kalkulacja kosztów innowacji odbywa się z zasady w oparciu o obecne koszty i w sposób korzystny dla branży potencjalnie zagrożonej zmianą. Oceny skutków regulacji (OSR) z

Kalkulacja kosztów innowacji odbywa się z zasady w oparciu o obecne koszty i w sposób korzystny dla branży potencjalnie zagrożonej zmianą

założenia nie prezentują nawet oczywistych prognoz regresu kosztów wynikających z ekonomii skali i krzywych uczenia się¹⁵. Kalkulacja potencjalnego wzrostu wartości dodanej odbywa się poprzez analizę rynku obecnego, a nie z prognozy przyszłego kształtu

rynku, jaki powstanie na skutek wdrożenia i upowszechnienia analizowanej innowacji, co samo w sobie jest absurdalne, gdyż zakłada, że rynek się nie rozwija¹⁶. Pomijany jest całkowicie efekt wzrostu wartości dodanej wynikający z efektu multiplikacji zastosowań i redukcji kosztów zewnętrznych (efekt rozlewania się). W sumie proces decyzyjny jest tak skomplikowany, że w istotnie stanowi fundament polityki powstrzymywania innowacyjności. Jest to wniosek, jaki można wyciągnąć z analiz ex-post decyzji administracyjnych dotyczących regulacji i wsparcia dla systemów łączności komórkowej, produktów i sieci IP, cyfryzacji administracji itd.. Logicznym skutkiem jest działanie sprzężenia zwrotnego ujemnego. Niska efektywność polityki innowacji obniża dostępność środków niezbędnych na jej finansowanie i wolę polityczną finansowania nauki i edukacji, co dalej osłabia fundamenty polityki innowacji. **W praktyce „analizowania” konkretnych istotnych innowacji utrwaliła się argumentacja, że są nieopłacalne, więc nas na nie „nie stać”.** Wady tej „logiki” omówiono w PRCIP. Połączenie tej „logiki” argumentacji z regułą, że „bogaci stają się coraz bogatsi” prowadzi do nielogicznego wniosku, że „bogaci” stają się coraz „bogatsi”, bo inwestują w nieopłacalne przedsięwzięcia. Analizom umyka moment, w którym innowacje „nieopłacalne” stają się opłacalne i przyczyny kolejnych „spóźnień”. Tak właśnie dzieje się z motoryzacją elektryczną. W analizach sprzed 5-iu lat była „nieopłacalna”, a dzisiaj widzimy niemożność dogonienia czołówki.

Podstawowa różnica pomiędzy krajami bardziej i mniej innowacyjnymi polega na tym, że w krajach bardziej innowacyjnych, systemy innowacji lepiej uruchamiają mechanizm sprzężenia zwrotnego dodatniego i wnioski z negatywnych doświadczeń. Omawiamy to dokładniej, bo jest istotą skutecznej realizacji polityki innowacyjności. W opisie skutecznego sposobu zastosowania proponowanej i rekomendowanej metodyki, **posłużymy się przykładem z Kalifornii**, gdzie a początku XXI w. zdarzył się wielki kryzys energetyczny. Jednym z wniosków był wprowadzony w 2009 roku przepis obligujący OSD do systematycznego wzrostu mocy i pojemności magazynów energii elektrycznej przyłączonych do sieci. Zmusił i zachęcił firmy komercyjne do rozwoju technologii magazynowania energii elektrycznej¹⁷. Poziom komercjalizacji i zaawansowania tej

¹⁵ Bardzo rzadko OSR uwzględniają te czynniki.

¹⁶ Ekstrapolacja jest użyteczna w wypadku procesów i produktów znanych. W wypadku nieznanych jest bezużyteczna. Jest to powszechnie znana prawda, a jej kanonicznym przykładem są całkowicie chybione analizy nawet rozwoju telefonii komórkowej, chociaż nie był to produkt całkowicie nowy. Pomyłka była kilkukrotna. Ten błąd popełniła FCC (Federal Communications Commission w USA) blokując dostęp do pasm radiowych dla telefonii komórkowej.

¹⁷ California Law, „Assembly Bill No. 2514 - Energy storage systems”, 2009/2010, http://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=200920100AB2514 (dostęp: 04.08.2016).

techniki był w owym czasie bardzo niski. Syntezą podstaw merytorycznych tej decyzji mogła być 10-letnia prognoza redukcji kosztów całkowitych przesuwania energii w czasie¹⁸. W rezultacie, Kalifornia staje się światowym liderem w dziedzinie technologii magazynowania energii elektrycznej, motoryzacji elektrycznej i inteligentnego oprogramowania służącego bilansowaniu rozproszonemu. **Jest to modelowy przykład interwencji prawnej na rynku technologii, skierowanej na rozwiązania węzłowego problemu współczesnych sieci dystrybucji energii elektrycznej.** W wyniku tego działania wzmocniono innowacyjność poprzez:

- rozwój inteligentnego oprogramowania, które znalazło zastosowanie również poza technologią magazynowania i bilansowania systemów elektroenergetycznych,
- rozwój motoryzacji elektrycznej,
- istotne inwestycje zagraniczne w rozwój nowych technologii energetycznych w Kalifornii,
- inwestycje w OZE i wzrost ich opłacalności.

Firmy zaangażowane w ten proces, które zdołały zająć pozycje liderów globalnych, wygenerują wartość dodaną nieporównywalnie większą, niż naśladowcy na całym świecie. W praktyce makroekonomicznej Kalifornii wykorzystuje się wiedzę, że wysokie ryzyko decyzji innowacyjnych jest z nawiązką kompensowane wzrostem wartości dodanej generowanej w gospodarce. Staje się ona źródłem finansowania następnego cyklu innowacyjnego. Opisany przykład to modelowa skuteczność systemu innowacji skoncentrowanego na celu.

Polski NSI - oparty na procedurach - nie daje możliwości sprawnej realizacji programów skoncentrowanych na celu. Istotą zmiany zaproponowanej w rozdziale [2.4] jest Interaktywny System Innowacji, który powinien sprzyjać wspieraniu innowacyjności poprzez:

- odporność na zmienność polityczną,
- rozumną koncentrację na celu,
- metodykę praktycznego wykorzystania rekomendacji.

Warto odpowiedzieć na pytanie, czy wszystkie decyzje stawiające na istotne i przełomowe innowacje okazują się trafne. Otóż ponad 80%¹⁹ jest nietrafna, jednak zgodnie z regułą Pareta, kraje podejmujące takie decyzje, zyskują przewagę nad krajami, które ich unikają. Rachunek stojący za tą regułą jest prosty. Nieudane projekty innowacyjne nie są stratą, tylko najtańszym sposobem finansowania pozyskiwania wiedzy i prowadzą do udanych, a udane są na tyle zyskowne, że makroekonomiczny wynik powoduje szybszy wzrost wartości dodanej, niż to ma miejsce w krajach mniej innowacyjnych. **Ciągłe wyciąganie wniosków z projektów zakończonych niepowodzeniem i przedstawianie ich w sposób transparentny szerokiemu gronu odbiorców, zmienia w sposób zdecydowany podejście do podejmowania kolejnych decyzji projektowych poprzez podwyższenie poziomu akceptacji ryzyka.**

Nieudane projekty innowacyjne nie są stratą, tylko najtańszym sposobem finansowania pozyskiwania wiedzy

Powyższy opis tłumaczy działanie jednego z mechanizmów, których efektem jest globalna reguła – „bogaci, stają się jeszcze bogatsi, biedni coraz biedniejsi”. W historii kapitalizmu, okresy przyspieszonego wzrostu gospodarczego, wzrost zamożności przy jednoczesnym spadku nierówności społecznych były również skutkiem ryzykownych innowacji m.in. w koncepcji organizacji gospodarki (np. New Deal, rewolucja skandynawska).

¹⁸ Pacific Northwest National Laboratory, „Vanadium Redox Flow Batteries”, październik 2012, <http://energy.gov/sites/prod/files/VRB.pdf> (dostęp: 04.08.2016).

¹⁹ <https://www.linkedin.com/pulse/innovation-profit-pareto-principle-eric-van-der-sluis>

Istotą każdego NSI w krajach wolnorynkowych jest zestaw narzędzi finansowania innowacji i redystrybucji PKB. Są to:

- 1) system zamówień publicznych dla wszystkich sektorów finansowanych z budżetu,
- 2) system gwarancji bankowych dla zleceniobiorców innowacyjnych zamówień,
- 3) normalizacja i stała modernizacja regulacji rynkowych (typowe dla USA, UK),
- 4) polityka podatkowa,
- 5) profilowanie programów edukacji i kształcenia.

Powyższe narzędzia, to rynkowe metody, które zapewniają optymalne wykorzystanie środków inwestycyjnych, na realizację celów rozwojowych. Na takich zasadach działają nowoczesne NSI. **Najmniej efektywne są dotowane projekty rozwojowe, gdy nie są łączone z powyższym systemem NSI.**

2.4 KONIECZNOŚĆ REFORMY NARODOWEGO SYSTEMU INNOWACJI

W skali globalnej obserwujemy ostrą konkurencję narodowych systemów innowacji. Ich skuteczność starają się uchwycić rankingi innowacyjności. Wszystkie kraje rozwinięte (w tym Polska) przyjęły polityki innowacji, czyli „programy działania” na rzecz podnoszenia innowacyjności. W założeniu miały prowadzić do poprawy. Kierując się tym wskaźnikami innowacyjności stwierdzamy, że polski system innowacji (tak jak w wielu innych krajach) jest nieefektywny²⁰. **Wyścig podzielił kraje, branże i przedsiębiorstwa na liderów, partnerów i klientów innowacji.** Polska jest z reguły klientem, rzadko partnerem, nigdy liderem. Mimo nakładów, nie przesunęliśmy się istotnie w rankingach innowacyjności.

Zebrane doświadczenia pozwalają syntetycznie określić, co stanowi trudność. Przyjmując, że przez termin „polityka” będziemy rozumieć zasady podejmowania decyzji realizujących cel polityczny, to podstawowym źródłem niepowodzenia jest niepodejmowanie tych decyzji we właściwym czasie. Konkurencja w innowacyjności, to głównie wyścig z czasem. Opóźnienie to powszechny, występujący w większości krajów problem, mający swe źródło w podobnych, proceduralnych systemach podejmowania decyzji.

**Źródłem niepowodzenia jest
niepodejmowanie decyzji
we właściwym czasie**

Proceduralny system innowacji powoduje²¹, że spełnienie wymogów proceduralnych staje się nadrzędne wobec celu samego działania. Brak rzeczywistych specjalizacji w Krajowych Inteligentnych Specjalizacjach stanowi modelową ilustrację tezy, że cel nadrzędny, jakim w tym przypadku było wypracowanie specjalizacji, został - zgodnie z procedurą - porzucony. **Procedury to wypróbowany sposób na porzucenie celu ważnego, ale niewygodnego dla wybranych interesów grupowych.** Jest on właściwy dla sposobu działania administracji, ukierunkowanej na redukcję ryzyka (co blokuje innowacyjność).

Istotne cechy decyzji rzeczywiście wspierających innowacyjność²²:

- 1) zawierają element ryzyka niemożliwego do oszacowania,

²⁰ Stryjek Joanna, „Polityka innowacyjna i Narodowy System Innowacji w Polsce”, 2015, <http://kolegia.sgh.waw.pl/pl/KES/kwartalnik/Documents/JS21.pdf> (dostęp: 04.08.2016).

²¹ Okoń-Horodyńska Ewa, „Polityka innowacji w UE: przerost formy nad treścią?”, 2013, <http://www.pte.pl/kongres/referaty/Oko%C5%84-Horody%C5%84ska%20Ewa/Oko%C5%84-Horody%C5%84ska%20Ewa%20-%20POLITYKA%20INNOWACJI%20W%20UE%20-%20PRZEROST%20FORMY%20NAD%20TRE%C5%99ACI%C4%84.pdf> (dostęp: 04.08.2016).

²² Opracowanie własne.

- 2) radykalnie ingerują w prawo gospodarcze a często je komplikują - dążąc do redukcji ryzyka,
- 3) istotnie naruszają interesy, bo zmieniają status quo w zakresie modeli biznesowych,
- 4) pierwsze efekty decyzji pojawiają się najwcześniej po 5-7 latach,
- 5) typowy horyzont oddziaływania to 20 – 30 lat (roczniki Global Innovation Index),
- 6) zawsze mają więcej przeciwników niż zwolenników,
- 7) są niezrozumiałe dla większości uczestników procesu decyzyjnego,
- 8) mają niskie poparcie społeczne.

Obecnie, w przygotowaniu decyzji dominuje dążenie do redukcji ryzyka i skutkuje mnogością analitycznych raportów, których głównym celem jest uzasadnienie słuszności przyjętego sposobu postępowania i uniknięcie szukania przyczyn, w przypadku niepowodzenia. Społeczeństwo w większości zostało poprzez swoje uwarunkowania historyczne, kulturowe i edukacyjne obarczone **obawą przed podejmowaniem decyzji zawierających zwiększone ryzyko**. Dzieje się tak, bo podejmowanie ryzyka wiąże się nieodłącznie z możliwością porażki, która w naszej kulturze jest oceniana tylko z negatywnego punktu widzenia. Nie jest brane pod uwagę, że w samą ideę innowacyjności wpisana jest możliwość porażki i że również (a być może w zdecydowanej większości) właśnie z efektu porażki wyciągane są najważniejsze wnioski na przyszłość. Decydenci dążą za wszelką cenę do podparcia swojej ewentualnej decyzji maksymalną ilością danych wierząc, że zmniejszy to szanse popełnienia błędu. Do opisu innowacyjności jak i do uzasadnienia decyzji wprowadza się dużą liczbę wskaźników opisujących rzeczywistość liczbowo i jakościowo oraz wyznacza relacje pomiędzy nimi. Synteza pozyskanej wiedzy skutkuje szczegółowymi rekomendacjami i planami działań. Jednocześnie raport wspierający istotną innowację jest z zasady łatwy do kwestionowania, ponieważ innowacji nie można uzasadnić wieloma przykładami funkcjonowania, gdyż jest innowacyjna, czyli nie była wcześniej realizowana. To rodzi konieczność przygotowania następnego itd.. Każda synteza jest ograniczona wiedzą i zasobami zespołu autorów, więc zawsze korzysta tylko z podzbioru danych wejściowych. Zatem programy działania opracowane przez różne zespoły są najczęściej niespójne, a nawet sprzeczne. Powstają kolejne edycje badań i nowe programy, często sprzeczne z poprzednimi. **Powstaje szum informacyjny uzasadniający niepodejmowanie decyzji**.

Dlatego głównym efektem działania obecnych procedur przygotowania decyzji w odniesieniu do innowacyjności jest ich opóźnianie.

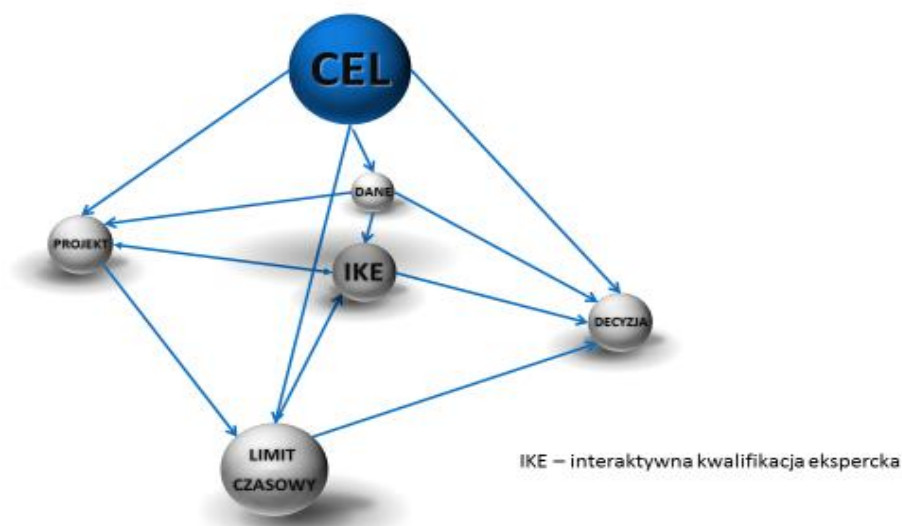
Co ciekawe, z doświadczenia autorów niniejszego raportu na temat problemu opisanego powyżej, dominuje badanie ryzyka. Pozostałe, równie istotne cechy decyzji proinnowacyjnych są słabo zbadane i jeszcze słabiej opisane.

Głównym efektem działania obecnych procedur przygotowania decyzji w odniesieniu do innowacyjności jest ich opóźnianie; rozwiązaniem jest zamiana systemu innowacji z proceduralnego na Interaktywny System Innowacji

Niektóre publikacje analizują kontekst, wskazując np. na dylematy polityki innowacji w UE i w Polsce. Ich lektura wskazuje pośrednio na przytoczone wcześniej osiem [str. 12-13] podstawowych problemów procesu decyzyjnego. Rozwiązaniem jest zamiana systemu innowacji z proceduralnego na Interaktywny System Innowacji.

W systemie tym, projekty innowacyjne będą kwalifikowane w oparciu o dane, cel i czas. W wypadku sporu - **wnioskodawca projektu powinien mieć możliwość interaktywnego kontaktu z ekspertami** (spotkanie, rozmowy, panel itp.), aby wyjaśnić np. istotę różnic w ocenie wartości merytorycznej. W ten sposób wyłączymy wiele mechanizmów blokujących transparentność procesu oceny i odpowiedzialność ekspertów. Celem zmiany jest likwidacja ochrony błędnych ocen powstałych w trakcie ewaluacji projektu, w obecności decydenta ostatecznego, przy równowadze głosów arbitrow powołanych przez stronę ekspercką i wnioskodawcy. Kolejnym efektem wprowadzenia zmiany będzie również bardzo pozytywny wpływ interakcyjnego sposobu oceny na przyszłą motywację aktualnych oraz kolejnych wnioskodawców. W przedstawianej ocenie

będziemy wiele razy odwoływać się do krytycznego aspektu, jakim jest odbiór społeczny. Nie można przecenić bezpośredniego i pozytywnego wpływu porzucenia proceduralnego procesu kwalifikacji projektów na aspekty akceptacji społecznej. Tutaj mamy do rozwiązania problem anonimowości recenzenta/eksperta oraz zróżnicowania ocen. Proponujemy przyjęcie praktyki dialogu. **Jak jest zbyt duża różnica pomiędzy ocenami ekspertów, to organizowane jest spotkanie wyjaśniające różnice, na którym poszukuje się konsensusu. W wypadku niepowodzenia pozostaje arbiter.** Wnioskodawca ma prawo się bronić przy ocenie.



Rysunek 2 Schemat logiczny interaktywnego systemu innowacji dla realizacji polityki wsparcia

Proponowane zmiany organizacji systemu wspierania innowacyjności to najtrudniejsze decyzje, ponieważ związane są z naruszaniem interesów beneficjentów obecnego systemu. Ponieważ obecny system się nie sprawdza, naruszenie *status quo* jest uzasadnione. Tylko w ten sposób będziemy mogli zrealizować jasno definiowane kierunki redystrybucji PKB w zgodzie z wyznaczonym celem, jakim jest wzrost gospodarczy i skokowa jakościowa zmiana funkcjonowania polskiej gospodarki. Mamy już pierwsze dobre doświadczenia we wdrażaniu interaktywnego systemu oceniania projektu (np. w NCBR), ale są to raczej wyjątki od powszechnej praktyki.

W uzasadnieniu potrzeby konsekwentnej realizacji strategii innowacyjności zawiera się również uzasadnienie dla radykalnego podniesienia wielkości środków podlegających przekierowaniu na B+R+I. Od 25 lat mamy z tym problem. **Proponowana zmiana wymaga wysokiego poziomu akceptacji społecznej, więc jej pozyskanie będzie istotnym elementem wykonywania podjętych decyzji.** Należy opracować powszechnie zrozumiałe komunikaty przekazujące istotne informacje. Do upowszechnienia komunikatów, bez praktycznie żadnych ograniczeń, należy wykorzystać wszystkie możliwe kanały komunikacji tak, aby dotarła ona do najszerszego kręgu odbiorców. Zmiana polityki gospodarczej i społecznej, by przychody były większe i równiej dzielone²³, nie może obyć się bez napięć i konfliktów, gdyż grupy zadowolone z dotychczasowej sytuacji będą protestować. W proponowanej koncepcji wykorzystujemy przynależność Polski do UE. Szybsze podejmowanie decyzji proinnowacyjnych w Polsce, w konfrontacji ze spadającą konkurencyjnością rynków UE może spowodować, że szybciej uzyskamy oczekiwane wyniki.

²³ Stiglitz, Joseph E., „The Great Divide Unequal Societies and What We Can Do About Them”, W.W. Norton and Com.inc., New York, 2015.

2.5 WYBÓR I OPIS CELU – SPECJALIZACJI W DZIEDZINIE CYFRYZACJI

Innowacje, to zmiany we wszystkich dziedzinach działalności gospodarczej i życiu społecznym. Klasyfikowane są w bardzo różny sposób. W ramach niniejszego opracowania przyjmujemy podział innowacji ze względu na:

- znaczenie (epokowe, przełomowe, istotne, ewolucyjne),
- zasięg (globalny, krajowy, regionalny),
- typ (technologiczne, produktowe, marketingowe, procesowe).

Celem opracowania jest wskazanie, jak prowadzić politykę innowacyjnej cyfryzacji. Jej efektem powinno być zwiększanie wartości dodanej z działalności gospodarczej, zatrzymanie tej wartości

Efektom powinno być zwiększanie wartości dodanej z działalności gospodarczej, zatrzymanie tej wartości w kraju, zmniejszenie różnic w przychodach obywateli oraz zwiększenie komfortu życia

w kraju, zmniejszenie różnic w przychodach obywateli oraz zwiększenie komfortu życia. Oczekiwany efekt implikuje założenie, że cele polityki innowacyjnej cyfryzacji powinny być tak wybrane, aby ich sprawna realizacja dawała szansę na przesunięcie się do grupy dwudziestu najbardziej rozwiniętych technologicznie krajów świata²⁴. To wymaga

ustanowienia realistycznego, dobrze zdefiniowanego strategicznego celu technologicznego. Dążenie do tego celu powinno skutkować zrównoważonym rozwojem całej gospodarki²⁵.

Powinna to być polityka wspierania innowacji cyfrowych przede wszystkim istotnych i przełomowych, o globalnym poziomie oddziaływania.

Z obserwacji głównych trendów w rozwoju technologicznym, historii rozwoju oraz stanu polskiej nauki i edukacji, wielkości naszej gospodarki oraz skali dostępnych rynków zbytu wynika, że taką strategiczną

Długoterminowym celem innowacyjnej cyfryzacji powinna być SZTUCZNA INTELIGENCJA

specjalizacją technologiczną może stać się **inteligentne zaawansowane oprogramowanie**, które **w długim horyzoncie czasowym przyjmie postać wszechobecnych aplikacji o stale rosnącym poziomie inteligencji i „usieciowienia”**. Tempo wzrostu, skala i zmiana struktury obrotów handlowych, dominująca rola wiedzy i technika obrotu wiedzą (oprogramowanie, dane cyfrowe) stanowią mocne uzasadnienie, że **inteligentne oprogramowanie staje się dominantą innowacyjności cyfrowej**. Rozwój oprogramowania to główna przyczyna spadku wielkości obrotów

²⁴ Powinniśmy brać pod uwagę ten ranking, który najlepiej będzie oddawał wybraną przez Polskę specjalizację przemysłową. Proponujemy, by był to ranking ICT, gdyż to wynika z naszej prognozy. Można skorzystać z rankingów OECD lub wielu innych określających poziomy informatyzacji, connectivity, robotyzacji, elektronizacji lub ogólniej - cyfryzacji.

²⁵ Stiglitz, Joseph E., „The Great Divide Unequal Societies and What We Can Do About Them”, W.W. Norton and Com.inc., New York, 2015.

w towarach i wzrostu obrotów cyfrowych. Rola oprogramowania w produkcji generuje strategię przybliżania produkcji fizycznej do centrów zbytu (np. Industry 4.0)^{26, 27, 28}.

Wzrost inteligencji oprogramowania, przejawia się w rozwoju oprogramowania nazywanego często „samouczącym się”, „adaptacyjnym”, „samo-modyfikującym się” itp.²⁹. W rozdziale [4] tego opracowania opisano istotę i cechy coraz bardziej skomplikowanego oprogramowania stanowiącego rozszerzenie inteligencji (IA - *Intelligence Augmentation*) oraz sztuczną inteligencją (AI – *Artificial Intelligence*). Specjaliści od oprogramowania widzą fundamentalne różnice w sposobie podejścia do rozwoju wymienionych typów oprogramowania. Dla nas będzie to miało drugorzędne znaczenie, gdyż prognozowanym celem jest rozwój najbardziej zaawansowanych form oprogramowania, niezależnie od tego, jakie rozwiązania techniczne i algorytmiczne to ostatecznie przyniesie. Aby uniknąć dywagacji, kiedy kończy się „rozszerzona inteligencja”, a zaczyna „sztuczna inteligencja”, **będziemy preferować termin obejmujący oba typy „inteligentne oprogramowanie – IO”**. Istotne części dokumentu poświęcono wpływowi oprogramowania na innowacyjność produktową, technologiczną, procesową i marketingową – na całość rozwoju przemysłu i gospodarki. Wynikiem rozwoju IO będzie przejście od gospodarki cyfrowej do gospodarki wiedzy³⁰.

Dzisiaj głównym celem technologicznym polityki innowacyjnej cyfryzacji, opartej na budowie specjalizacji gospodarczej – zdefiniowanej jako sztuczna inteligencja - związana jest konieczność budowy warstw: infrastrukturalnej, sprzętowej i oprogramowania. Polityka ta powinna wspierać inicjatywy legislacyjne dopuszczające produkty zawierające sztuczną inteligencję do funkcjonowania w obrocie gospodarczym, sieciach infrastruktury technicznej, edukacji, szkolnictwie, ochronie zdrowia, instytucjach, agencjach i innych organizacjach funkcjonujących w przestrzeni publicznej i życiu społeczno-gospodarczym.

Istotną przeszkodą w rozwoju innowacyjnych nurtów cyfryzacji są m.in. obecne regulacje w zakresie szeroko rozumianej ochrony własności intelektualnej³¹. **Dla rozwoju IO, zmiana obecnych regulacji ma duże znaczenie.** Wymaga to włączenia się w międzynarodową dyskusję dotyczącą tego problemu, a więc powinien być

Przeszkodą w rozwoju innowacyjnych nurtów cyfryzacji są obecne regulacje w zakresie szeroko rozumianej ochrony własności intelektualnej

²⁶ McKinsey Global Institute, „*Digital globalization: The new era of global flows*”, luty 2016, <http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Digital%20Globalization%20The%20new%20era%20of%20global%20flows/MGI-Digital-globalization-Full-report.ashx> (dostęp: 04.08.2016).

²⁷ McKinsey Global Institute, „*Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*”, maj 2013, http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Business%20Technology/Our%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI_Disruptive_technologies_Full_report_May2013.ashx (dostęp: 04.08.2016).

²⁸ Nicholson Jessica R., „*Measuring the Economic Value of Cross-Border Data Flows*”, kwiecień 2016, http://unctad.org/meetings/en/Presentation/dtl_eweek2016_JNicholson_en.pdf (dostęp: 04.08.2016).

²⁹ Russell Stuart, Norvig Peter, „*Artificial Intelligence: A Modern Approach*”, Pearson Education Limited, 2014.

³⁰ W gospodarce cyfrowej już żyjemy, a gospodarka wiedzy to gospodarka do której podążamy. Jej kluczową cechą jest kapitalizacja wiedzy. Wraz z rozwojem inteligentnego oprogramowania rośnie udział wartości materialnych i prawnych w całym kapitale firmy. Przyjmuje się, że jeśli IPR jest już dominujący, to jest to przedsiębiorstwo oparte na wiedzy. Gospodarka wiedzy to gospodarka, w której przedsiębiorstwa te mają dominujący wpływ na rozwój gospodarczy. Jest to nieuchronny skutek robotyzacji.

³¹ Analiza stanu prawa w zakresie IPR, to spór wokół prawa patentowego (nie jest celem tego opracowania). Jest to też oś sporów w TTIP.

przedmiotem aktywności politycznej w zakresie innowacyjnej cyfryzacji³².

2.6 PRAGMATYKA POLITYCZNEGO ZARZĄDZANIA INNOWACYJNOŚCIĄ

W punkcie [2.3] opisano istotę dysfunkcyjności proceduralnego systemu innowacji. Obecna pragmatyka realizacji polityk gospodarczych zapewnia ciągłość działań w horyzoncie czasowym oddziaływania do 3-ich lat. Określenie zmian systemowych w zakresie funkcjonowania Państwa przekracza zakres dokumentu, więc ograniczymy się do stwierdzenia, że pełny sukces proponowanej polityki innowacyjnej cyfryzacji wymaga ciągłości działań w horyzoncie czasowym od 7 do 30 lat³³. Jest to warunek konieczny uzyskania efektu zdefiniowanego w opisie celu [2.5].

Najdłuższy horyzont oddziaływania mają oczywiście innowacje w obszarze edukacji, szkolnictwa wyższego i infrastruktury, a najkrótszy w warstwie produktowej.

Sukces proponowanej polityki innowacyjnej cyfryzacji wymaga ciągłości działań w horyzoncie czasowym od 7-iu do 30 lat

Troską ekspertów KIGEiT, będących autorami raportu, był taki wybór celu technologicznego, by stanowił on kontynuację i intensyfikację wykorzystania dotychczasowych nakładów na innowacyjność i infrastrukturę. **Długa tradycja zarządzania sektorowego będzie przełamywana bardzo powoli.** Dlatego wybór celu uwzględnia założenie, że musi być tak wybrany, aby mógł być realizowany efektywnie w warunkach głębokich podziałów sektorowych. Informujemy jednocześnie, że **bez uwzględnienia rosnącego czynnika sieciowego w gospodarce, tracimy istotne korzyści wynikające z synergii.** W procesie rozwoju każda maszyna/urządzenie zawierające oprogramowanie staje się szybko sieciowym, by zwiększyć jego funkcjonalność. Zatem cała infrastruktura powinna być wyposażona w komunikację elektroniczną, co jest przedmiotem troski i źródłem koncepcji Wspólnej Infrastruktury Państwa wskazanej w projekcie SOR i wymaga pilnych działań praktycznych.

Analiza wrażliwości wskazanego celu innowacyjnej cyfryzacji na negatywne oddziaływanie w postaci doraźnych impulsów politycznych nie jest większa, niż w wypadku dowolnego innego celu polityki innowacji. Opis Interaktywnego Systemu Innowacji przekracza zakres merytoryczny niniejszej pracy, więc ograniczyliśmy się do [2.4] przedstawienia schematu krótkiej charakterystyki założeń generalnych i opisu istoty funkcjonowania.

„Inteligencja” Interaktywnego Systemu Innowacji może być wzmocniona poprzez zwiększenie interaktywności (spotkania, rozmowy, panele, warsztaty, seminaria itp.). **Interaktywność pozwala na podejmowanie decyzji w oparciu o bardzo złożoną i niepełną wiedzę** (procedury na ogół takiej możliwości nie dają). Interaktywność wyzwoli umiejętność intuicyjnej oceny ryzyka i przesuwania się w nieznanie. Proceduralny system planowania innowacji przyczynił się do zahamowania innowacyjnych kierunków rozwoju w całej UE, gdyż systemowe zastępowanie inteligencji procedurą, petryfikuje stan zastany i skłania na podejmowania decyzji mało innowacyjnych³⁴.

³² Ministerstwo Cyfryzacji, „Kierunki Działań Europejskich Ministra Cyfryzacji”, lipiec 2016, <https://mc.gov.pl/konsultacje/kierunki-dzialan-europejskich-ministra-cyfryzacji> (dostęp: 04.08.2016)

³³ Podany horyzont czasowy jest wnioskiem, wynikającym z dynamiki procesów i nie odnosi się do pojedynczych projektów. Długi horyzont oddziaływania to podstawa NSI m.in. w Szwecji, Finlandii, Szwajcarii i Korei. Warto też spojrzeć na czas rozwoju nowego produktu od proof of concept do fazy wzrostu, w którym następuje jego kapitalizacja.

³⁴ W komisjach odwoławczych od decyzji i ocen ekspertów oceniających wnioski projektowe jest olbrzymia liczba projektów źle ocenionych lub bezzasadnie odrzuconych. KIGEiT dysponuje przykładami takich spraw.

2.7 OBSZAR SYNTEZY

Powodzenie polityki cyfryzacji Państwa wymaga, by cele krótkoterminowe, organizacyjne, produktowe, innowacyjne, infrastrukturalne i społeczne były wzajemnie spójne, dawały efekt synergii i by realizowały strategię długoterminową. Warunek ten jest syntetycznym wnioskiem z wiedzy, jak wiele środków zainwestowanych w cyfryzację zostało wykorzystanych nieefektywnie. Dlatego przyjęto, że cel główny polityki innowacyjnej cyfryzacji powinien być wynikiem odpowiedzi, jakiej udzieliliśmy na fundamentalne pytanie:

Do czego prowadzi globalny proces cyfryzacji w perspektywie średnio i długookresowej?

Dokonany wybór celu, to jednocześnie prognoza, że cyfryzacja nieuchronnie zaowocuje dominacją technologiczną IO. Obserwowany już, szybki wzrost produktywności większości stanowisk pracy zmienia nie tylko techniczne i technologiczne fundamenty gospodarki, ale podstawy cywilizacyjne, na których zbudowany jest obecny porządek społeczno-polityczny. Wybór specjalizacji jest jednocześnie wynikiem syntezy:

- prac analitycznych mających na celu ocenę stanu potencjału przemysłu krajowego³⁵,
- wyników konsultacji środowiskowych, na podstawie których powstał PRCIP³⁶,
- dorobku merytorycznego grona ekspertów zawartego w krajowych i europejskich dokumentach strategicznych,
- prac analitycznych i prognoz kierunków rozwoju techniki i gospodarki.

Niniejszy dokument jest bardzo skondensowaną syntezą wiedzy na temat:

- prognoz głównych kierunków innowacyjności w świecie,
- dominujących kierunków rozwoju techniki (w perspektywie do 2030 r. i dalej),
- związków pomiędzy globalizacją, cyfryzacją i innowacyjnością.

Proponowana specjalizacja jest spójna z koncepcją SOR. Rozdział poświęcony temu tematowi oparty jest na obecnym stanie zaawansowania prac ZTP³⁷. Części dokumentu poświęcone:

- roli Państwa w procesie wzrostu innowacyjności,
- koncepcji zintegrowanego zarządzania innowacyjnością,

będą promowane we wszystkich wspólnych pracach prowadzonych przez Ministerstwo Rozwoju i przedstawicieli przemysłu cyfrowego w ramach ZTP.

Przyjmujemy, że rozpowszechnienie inteligentnego oprogramowania będzie ograniczone w początkowej fazie do niektórych państw - tych, które pierwsze opanują technologię wytwarzania i wypracują koncepcje implementacji tej innowacji. Osiągną one tak dużą przewagę technologiczną nad resztą świata, że zmieni się globalny układ sił. Dlatego uznano za absolutnie konieczne zaproponowanie wstępnych koncepcji:

- przygotowywania Polski do prognozowanych zmian,
- nowej organizacji społeczeństwa opartego na wiedzy.

³⁵ KIGEiT, „Studium wykonalności programu sektorowego IUSER”, 2015.

³⁶ KIGEiT, „Program Rozwoju Cyfrowego Infrastruktury i Przemysłu”, 2015, http://www.kigeit.org.pl/FTP/PRCIP/2015-04-15_PRCIP_ftp.pdf (dostęp: 23.08.2016).

³⁷ Zespół ds. Transformacji Przemysłowej powstał na podstawie Zarządzenia nr 25 Ministra Rozwoju z dnia 30 czerwca 2016 r.

Na podstawie dostępnej wiedzy przyjęto za wysoce prawdopodobne, że sztuczna inteligencja stanie się dominującą technologią drugiej połowy XXI wieku [Rysunek 3]. Przyjęto, że moment, od którego stanie się dominująca to ten, w którym potencjał informatyczny największych superkomputerów będzie porównywalny z potencjałem informatycznym ludzkiego mózgu. Prawdopodobieństwo, że moc obliczeniowa maszyn osiągnie niezbędny poziom przed rokiem 2040, oceniono jako dość wysokie ³⁸. Badania wskazują, że ponad połowa specjalistów uważa, że moc obliczeniowa jest głównym ograniczeniem na drodze do osiągnięcia wysokiego poziomu inteligencji maszyn.

Sztuczna inteligencja stanie się dominującą technologią drugiej połowy XXI wieku

	10%	50%	90%
Światowy zbiór specjalistów AI	2023	2048	2080
Specjaliści od AGI	2022	2040	2065
Specjaliści z kraju rozwiniętego (Grecja)	2020	2050	2093
100 najczęściej cytowanych	2024	2050	2070
ŚREDNIA	2022	2040	2075

Rysunek 3 Podsumowanie odpowiedzi na pytanie o moment pojawienia się inteligencji maszynowej o poziomie zbliżonym do ludzkiego.³⁹

2.8 ADRESACI POLITYKI INNOWACYJNEJ CYFRYZACJI

Adresatami niniejszego raportu są wszyscy interesariusze NSI, od szczebla administracji centralnej po samorządy lokalne. Informacje na temat istoty polityki innowacyjnej mają mniejszą wartość dla przedsiębiorców niż dla administracji. **Przedsiębiorstwa MŚP są beneficjentami i źródłem wartości dodanej**, o którą w sumie chodzi, ale jedynie globalne koncerny mogą wykorzystać w praktyce regułę Pareta. Dla przedsiębiorstw z grupy MŚP, będących pomysłodawcami większości innowacji, każdy projekt innowacyjny jest poważnym wyzwaniem i bardzo dużym ryzykiem. **Bez szczególnego wsparcia Państwa (zamówienia), przedsiębiorcy nie podejmują i właściwie nie powinni podejmować ryzyka istotnych innowacji.**

Skuteczna polityka innowacji związana jest z intensywną i skoncentrowaną na celu redystrybucją części dochodu narodowego. Stabilność polityki innowacji musi mieć swe oparcie w świadomości społecznej. Tylko społeczności/organizacje „rozumiejące” znaczenie innowacji dla ich przyszłych dochodów i komfortu życia są w stanie chronić cele tej polityki przed naturalnym i rosnącym falowaniem nastrojów politycznych. Krótko mówiąc innowacyjność powinna być wyłączona z bieżącej walki politycznej (TEKES, SINTEF, FRAUNHOFFER). Szkodliwość wiązania gry politycznej z innowacyjnością odczuwamy np. w postaci rosnącego zapóźnienia technicznego w energetyce.

Nie mamy odpowiedzi, jak podnieść poziom innowacyjności decyzji politycznych. Przejście do efektywnego wsparcia polityki innowacji, mogącej przesunąć nas w światowym rankingu innowacyjności, to najtrudniejsze zadanie polityki gospodarczej współczesnego państwa. Być może

³⁸ Bostrom Nick, „Superintelligence, Paths, Dangers, Strategies”, Oxford University Press, 2014.

³⁹ Bostrom Nick, „Superintelligence, Paths, Dangers, Strategies”, Oxford University Press, 2014.

klucz tkwi w odwołaniu się do społeczeństwa i zwiększenia wagi rzeczowej komunikacji społecznej, o której wspominaliśmy wcześniej.

W związku z przyspieszającym procesem cyfryzacji, w którym rośnie znaczenie rozwoju sztucznej inteligencji, ma to szczególne znaczenie. Jest prawdopodobne, że postęp cyfryzacji doprowadzi do końca kapitalizmu jaki znamy, tzn. opartego na rynku pracy i zdominowanego przez konsumpcjonizm towarowy oraz związanych z tym prawach równowagi pomiędzy popytem i popytą. Dynamika rozwoju techniki staje się dramatycznie wyższa niż dynamika przemian społecznych wynikających z długości życia, więc koniecznym jest niezwłoczne rozpoczęcie prac nad organizacją życia społeczno-gospodarczego, która będzie dopasowana do przyspieszonego zaniku większości zawodów produkcyjnych i usługowych w trakcie jednego pokolenia. Będzie to zanik zawodów rozumianych w tradycyjnym, starym stylu i powstaniu szeregu zawodów usługowych opartych o gospodarkę wiedzy, w której większość stanowisk pracy będzie wsparta IO. Na skutek wzrostu produktywności i roli IPR, zasadniczej zmianie ulegnie również obecna rola kapitału.

Koniecznym jest niezwłoczne rozpoczęcie prac, nad organizacją życia społeczno-gospodarczego, które będzie dopasowana do zaniku zajęć rozumianych obecnie jako praca

2.9 WNIOSKI

Świadomość nieuchronności nadchodzących zmian jest powszechna wśród specjalistów zajmujących się techniką inteligentnego oprogramowania, ekspertów od cyfryzacji, biznesu i polityków. Problemem jest niemożność określenia, jak szybki będzie postęp jak wszechobecne będą skutki tej innowacji. Innowacje cyfrowe to zupełnie nowe zjawisko przede wszystkim dlatego, że są nieporównywalnie szybsze od wszystkiego, czego doświadczył kapitalizm w całej historii rozwoju.

Z przeglądu rankingu krajów innowacyjnych widoczna jest korelacja⁴⁰, stabilność polityki innowacji vs innowacyjność polityki cyfryzacji. Dlatego droga do poprawy innowacyjności prowadzi przez wdrożenie bardziej innowacyjnej cyfryzacji.

Przy podejmowaniu decyzji trzeba brać pod uwagę, że innowacje z zasady nie są doceniane w ich początkowym okresie rozwoju. Zwykle nie są brane pod uwagę w planach rozwoju i jako metoda rozwiązywania problemu. Posłużymy się tu przykładem. W roku 1899 w Nowym Jorku urbaniści zamartwiali się narastającym problemem odchodów. W mieście było w owym czasie ok. 150 tys. koni i liczba ich stale rosła. Mimo, że pojazdy z silnikami spalinowymi, elektrycznymi i parowymi jeździły po ulicach już od kilku lat, nikt nie brał poważnie prognoz rozwoju transportu bez koni. Zaledwie 25 lat później transport konny praktycznie zniknął.

Z tego samego powodu nie jesteśmy dziś w stanie przekonać większości, jak poważne będą konsekwencje rozwoju i powszechnej implementacji inteligencji do większości stanowisk pracy, mimo że proces ten już się zaczął. Rozszerzona, a w dalszej przyszłości sztuczna inteligencja, to wynalazki, które mają większy potencjał oddziaływania na rzeczywistość, niż wszystkie przełomowe wynalazki XX wieku razem wzięte. Z tego względu pilne działania to:

- **szybkie inwestycje w infrastrukturę IO – w gęstą sieć światłowodów i dostęp 5G,**
- **zwiększenie wydatków na projekty rozwoju IO poprzez zamówienia publiczne i programu sektorowe,**
- **modernizacja programów edukacji i kształcenia z uwzględnieniem konsekwencji wejścia do powszechnego użytku inteligentnego oprogramowania.**

⁴⁰ WIPO, „The Global Innovation Index 2016 - Winning with Global Innovation”, 2016, <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report> (dostęp: 23.08.2016).

3 TRENDY ROZWOJOWE WSPÓŁCZESNEJ TECHNIKI

Od momentu powstania kapitalizmu rośnie wpływ rozwoju techniki i technologii na funkcjonowanie społeczeństw. Epoka przemysłowa to wybuch konsumpcji, w której zaspokojenie potrzeb biologicznych stało się drugorzędnym wobec motywacji wynikających ze zmiany systemu wartości porządkujących relacje społeczne. Wiek XX rozstał się z nadzieją, że konsumpcja osiągnie nasycenie, gdy zostaną zaspokojone potrzeby biologiczne i ekonomiczne. Okazało się, że potrzeby motywowane zachowaniami społecznymi są większe niż zasoby Ziemi, które byłyby potrzebne do ich zaspokojenia (Raport Rzymski 1973). Powstała koncepcja zrównoważonego rozwoju, a rozwój techniki otworzył perspektywę budowy gospodarki cyrkularnej⁴¹. Fundamentem nowego ładu cywilizacji technicznej stała się cyfryzacja, która dostarczyła narzędzi do budowy systemów sprawniejszego zarządzania zasobami i popytem. Sformowanie i uzasadnienie celów polityki innowacyjnej cyfryzacji wymaga określenia miejsca cyfryzacji w ogólnym obrazie współczesnych trendów rozwoju techniki we wszystkich obszarach.

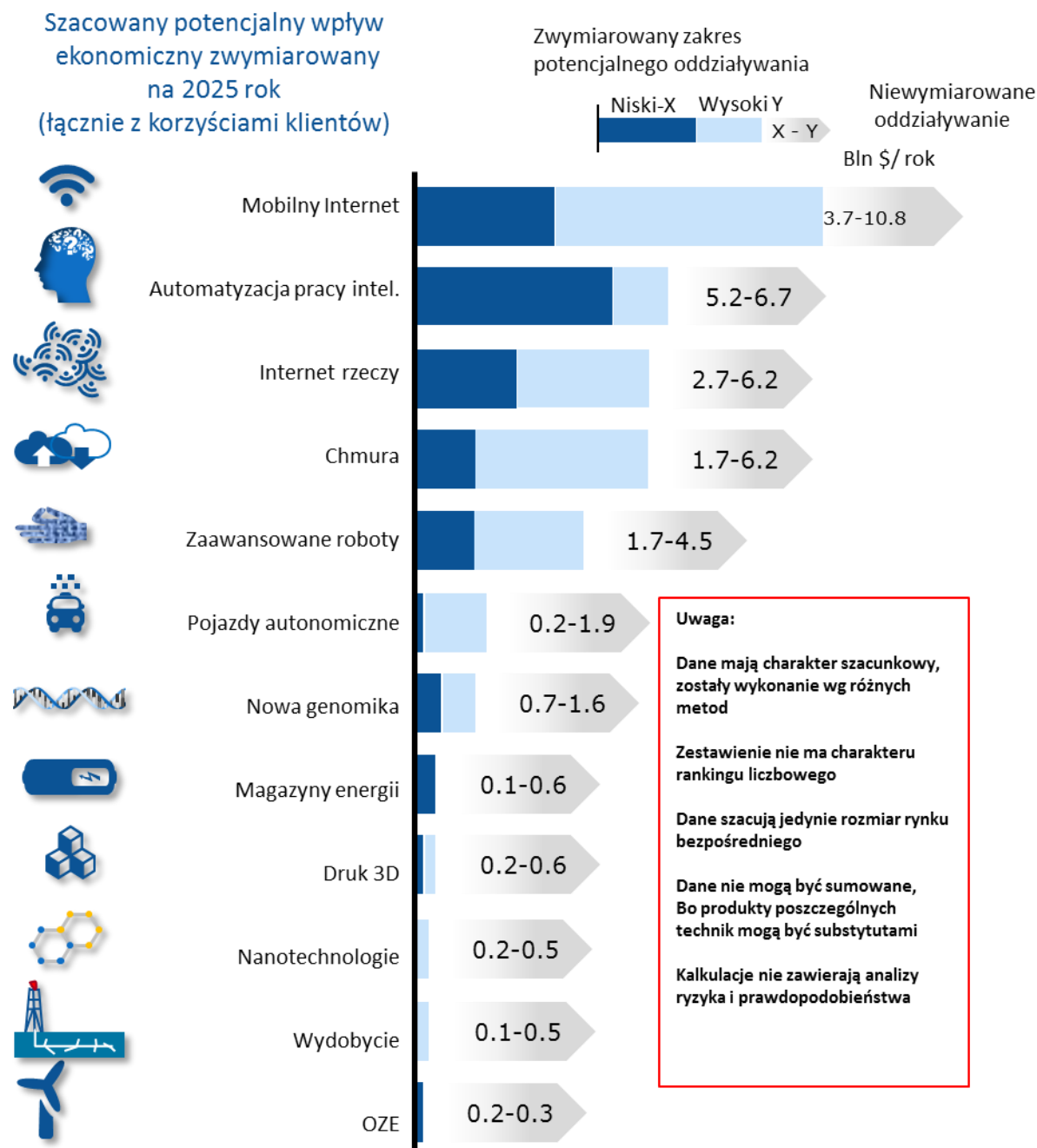
Do końca XX wieku dominował pogląd, że rozwój techniki i technologii będzie odbywać się tak jak do tej pory – falowo, w rytmie pokoleń i cykli inwestycyjnych. Obecnie mamy zwiększoną częstotliwość tych „fal”, otwierających w gospodarce kolejne cykle inwestycyjne i podtrzymujące wysokie tempo wzrostu, ale utrudniające amortyzacje. Dlatego rośnie znaczenie ekonomiczne i popyt na trafne prognozowanie. Już w latach 90-ych XX wieku, elektronika, telekomunikacja i techniki informacyjne determinowały rozwój gospodarczy. Cyfryzacja była postrzegana jako akcelerator i główny czynnik stymulujący globalizację ekonomii. Przyspieszające zmiany spowodowały, że wrosło ryzyko inwestycyjne. Biznes, starając się obniżyć ryzyko, zamawia liczne raporty z prognozami kierunku wzrostu, co przyczyniło się do udoskonalenia metod analiz technologicznych i szacowania, jaką skalę osiągną określone trendy wzrostu. Analizowano również wzajemne oddziaływanie alternatywnych kierunków rozwoju (np. proporcje pomiędzy różnymi sposobami zapewnienia szerokopasmowego dostępu do Internetu - bezprzewodowy, kablowy, światłowodowy). Ostatnio dużym uznaniem cieszy się opublikowany w 2013 roku **raport McKinsey'a**⁴² o dominujących trendach rozwoju biznesu. Jest swoistym ukoronowaniem przemysłowego myślenia o kierunkach rozwoju techniki. Przedstawione w nim scenariusze są zbiorem prognoz, wskazujących na najdynamiczniej rozwijające się technologie o silnym oddziaływaniu na całość gospodarki do roku 2025. Raport ten posłużył nam, jako punkt wyjścia do rozważań o kierunku, w którym zmierza technika, bo stanowi podsumowanie wielu wcześniejszych raportów. Zawiera opinie stanowiące agregację odpowiedzi bardzo wielu zespołów eksperckich całego świata na pytanie: „**Dokąd zmierza obecny rozwój techniki?**” Poglądy wyrażone w tym raporcie spotkały się ze szczególnie powszechną akceptacją środowiska ekspertów zajmującym się obserwacją, planowaniem i projektowaniem przedsięwzięć innowacyjnych, w tym również przedsiębiorców i ekspertów KIGEIT. Wymieniono w nim 12 głównych trendów rozwoju współczesnej techniki i technologii, które wykazują się najszybszym tempem wzrostu obrotów i uszeregowano je w kontekście potencjału oddziaływania na relacje gospodarcze i społeczne oraz oszacowano wielkość biznesu w roku 2025. Produkcja i usługi wytwarzanie w ramach tych 12-u głównych trendów mogą już przez rok 2025 kształtować wzrost globalnego PKB.

Metodyka opracowywania omawianego raportu oparta jest na bardzo dokładnej analizie tego, co zaczęło się rozwijać dzisiaj i na tej podstawie prognozuje się jutro. Dlatego dokładność takiej prognozy jest największa dla najbliższej przyszłości i spada w miarę upływu czasu. Mimo, że w roku

⁴¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Circular_economy (dostęp: 04.08.2016).

⁴² McKinsey Global Institute, „Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy”, maj 2013, http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Business%20Technology/Our%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI_Disruptive_technologies_Full_report_May2013.ashx (dostęp: 04.08.2016).

2013 jeszcze nie mówiło się o przełomie w sztucznej inteligencji, to prognozowane kierunki zmian pośrednio to zapowiadają, bo stanowią rosnący rynek zbytu na tego typu oprogramowania i głębię dla intensywnego wzrostu jakościowego. Poniżej staraliśmy się wychwycić najbardziej widoczne miejsca zastosowania oraz funkcjonalności, które ta technologia będzie w stanie rozwinąć, aczkolwiek większość z nich jest jeszcze niewidoczna.



Rysunek 4 Główne nurty rozwoju techniki i technologii według raportu McKinsey'a⁴³

⁴³ McKinsey Global Institute, „Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy”

Przedstawione powyżej trendy omawiamy poniżej, w kolejności od najbardziej istotnych dla gospodarki Polski.

1) Mobilny dostęp do Internetu (miejsce 1 w skali światowej [Rysunek 4])

Podstawą produktową jest intensywny rozwój komputera przenośnego (notebook, tablet, smartfon itp.) w zakresie mocy obliczeniowej, pasma przepustowego i spadku energochłonności. Wszechstronność zastosowań stymuluje nową falę inwestycji w sieć bezprzewodową (o przepływności 1 Gb/s+) oraz gęstą sieć światłowodową, niezbędną do prawidłowego funkcjonowania sieci bezprzewodowej. Internet bezprzewodowy stał się najbardziej powszechnym sposobem połączenia z infrastrukturą cyfrową. Przyspieszyło podłączanie ludzi do Internetu (ok. 3,4 mld w 2016). Technologia ta tworzy ponad 2% światowego PKB oraz wpływa na funkcjonowanie 1/3 całej gospodarki. Plany inwestycyjne pozwalają określić, że do roku 2025 liczba użytkowników wzrośnie do ok. 4,3 mld. Istotnie oddziałuje na sposób pracy 70% pracowników. **Smartfony stanowią już interfejs do inteligentnego oprogramowania.** Szerokość pasma i moc obliczeniowa czyni z nich potencjalny nośnik oprogramowania AI jak i też najpopularniejszy interfejs do aplikacji AI wymagających większych urządzeń. Polska zajmuje wysokie miejsce (5) na liście krajów UE z dobrze rozwiniętym bezprzewodowym dostępem⁴⁴ i mamy potencjał do umacniania tej pozycji. **Istotnego wzmocnienia (zagęszczenia) wymaga jednak infrastruktura światłowodowa.**

2) Automatyzacja stanowisk pracy umysłowej (miejsce 2 w skali światowej [Rysunek 4])

Szybki rozwój IO wprowadza automatyzację do stanowisk pracy, uważanych w przeszłości za stanowiska „pracy umysłowej”, właściwej tylko człowiekowi. W tym sensie **inteligentne oprogramowanie zaczyna zastępować człowieka i trwale likwiduje wiele zawodów.** Szacuje się, że w ciągu dekady 9% miejsc pracy umysłowej zostanie zlikwidowanych. Biorąc pod uwagę, że tego typu praca stanowi obecnie 27% wszystkich kosztów pracy, rozwój IO bardzo istotnie zmieni strukturę zatrudnienia. Obecnie z oprogramowania AI korzysta już ponad 400 mln ludzi, a do roku 2025 przekroczy 1 mld użytkowników. Prawdopodobnie, jednym z podstawowych produktów stanie z czasem inteligentny asystent. W głównych miastach Polski mamy dość wysoki poziom rozwoju biznesu typu KIBS (Knowledge Intensive Based Services), co powinno tworzyć dźwignię rozwojową, pozwalającą nam wychodzić na rynki UE. **W Polsce jako centrum produkcyjnym UE nastąpi ponadprzeciętne przyspieszenie wzrostu produktywności.**

3) Internet Rzeczy (miejsce 3 w skali światowej – [Rysunek 4])

Wzrost liczby urządzeń i sensorów przyłączonych do sieci rośnie w postępie geometrycznym. Co więcej, tempo spadku kosztów MEMS⁴⁵ odbywa się z szybkością większą niż to wynika z prawa Moor’a⁴⁶. Zatem szacunek, że w roku 2025 w skali świata będzie ok. 1 bln urządzeń przyłączonych do sieci jest szacunkiem dość ostrożnym. Biorąc pod uwagę, że ich **funkcjonalność rośnie wraz ze wzrostem ich liczby i integracją z modułami sztucznej inteligencji** oraz wzrostem przepustowości sieci szerokopasmowych - rzeczywistość eksplozję tej techniki mamy jeszcze przed sobą. Na razie zmieniła sposób funkcjonowania wybranych warstw infrastruktury sieciowej i zakładów przemysłowych, ale docelowo będzie miała kluczowe znaczenie dla systemów ochrony zdrowia i synchronizacji działania wszystkich warstw infrastruktury krytycznej. **Polska jako „fabryka Europy” ma szansę na przyspieszenie rozwoju produkcji urządzeń sieciowych, jeśli przyspieszymy prace nad budową specjalizacji przemysłowej w dziedzinie IO (np. Program sektorowy - IUSER⁴⁷).**

⁴⁴ UKE, „Raport o stanie rynku telekomunikacyjnego w Polsce w 2015 roku”, czerwiec 2016, http://uke.gov.pl/files/?id_plik=23480 (dostęp: 23.08.2016).

⁴⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Mikrouk%C5%82ad_elektromechaniczny (dostęp: 04.08.2016).

⁴⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo_Moore%E2%80%99a (dostęp: 04.08.2016)

⁴⁷ W ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020

4) Obliczenia w chmurze (miejsce 4 w skali światowej [Rysunek 4])

To prosta konsekwencja efektu skali w zakresie komputeryzacji i nasycenia infrastrukturą szerokopasmową. Moc obliczeniowa w chmurze jest trzykrotnie tańsza niż na własnym serwerze. Poziom oddziaływania na zwiększenie wartości dodanej jest zbliżona do skali bezprzewodowego Internetu. Nowe środowiska obliczeniowe rozwijają się głównie na rynkach o odpowiednim nasyceniu siecią. W Ameryce Pn. już 80% organizacji „wprowadza się” ze swymi aplikacjami do chmury. Średnio, co półtora roku dwukrotnie spada koszt obliczeń. Ponad 2 mld użytkowników indywidualnych korzysta z usług chmurowych. To zmienia strukturę i skalę wydatków na IT. Mechanizm wzrostu udziału wydatków na IT w kosztach pośrednich przedsiębiorstw ma stale rosnący potencjał⁴⁸. Obecnie szacuje się, że będzie to ok. 3 bln \$. Stan tej technologii udostępnia moce obliczeniowe i zasoby pamięci, które pozwalają na realizację projektów niewykonalnych nawet na największych superkomputerach. Radykalnie spadły też koszty makroprojektów informatycznych. **Chmura to jest naturalne i preferowane technologicznie miejsce funkcjonowania i rozwoju IO.**

Stan sieci światłowodowej, kompetencje IT i w zakresie sieci najwyższych szybkości transmisji (PIONEER) wraz z programem intensyfikacji inwestycji w światłowody, to narzędzia, które mogą zapewnić rozwój tej technologii w Polsce. Istotnym, rozwijanym już obecnie (np. CERT NASK), ale wymagającym dalszych prac, jest aspekt bezpieczeństwa danych przy korzystaniu z chmury.

5) Magazynowanie energii elektrycznej (miejsce 8 w skali światowej [Rysunek 4])

Bardzo dynamiczny rozwój technologii magazynowania energii elektrycznej odbywa się równolegle na wielu płaszczyznach. W zależności od skali (akumulator urządzenia kieszonekowego, samochodu elektrycznego, domowy, systemowy tzn. przeznaczony do eksploatacji w sieci elektroenergetycznej) i potrzebnych funkcjonalności, to zasadniczo różne urządzenia. Wyróżnia się też dwie warstwy sprzętowe (pojemniki na energię i część cyfrową). O trwałości i funkcjonalności w przeważającym stopniu decyduje część cyfrowa – energoelektronika i oprogramowanie sterujące procesem ładowania i konsumpcji energii. Obecnie w centrum zainteresowania są akumulatory wielkoskalowe, przeznaczone do pracy ciągłej w horyzoncie czasowym powyżej 20 lat. Magazynowanie ma dwa motory napędowe. Pierwszym napędem wyścigu technologicznego są bardzo niskie i spadające ceny generacji energii elektrycznej z OZE (obecnie poniżej 50\$/MWh i nadal będą spadać). W przypadku fotowoltaiki zgodnie z prawem Swansona, a w przypadku wiatru zgodnie z krzywą uczenia się. Drugim napędem są prognozy dot. ekonomii skali, w połączeniu z krzywą uczenia się, przyłożone do obecnych kosztów przesunięcia energii elektrycznej w czasie. To daje inwestorom w rozwój magazynów energii pewność, że przejście na OZE zapewni spadek kosztów energii elektrycznej poniżej obecnego poziomu i jej lokalną dostępność. Transport samochodowy i sieć elektroenergetyczna oparte na OZE i technologiach magazynowania, to wizja pełnej zintegrowanej cyfryzacji energetyki, która weszła w fazę realizacji. **Warunkiem utrzymania stabilności cyfrowego systemu elektroenergetycznego opartego na rozsianej generacji i magazynowaniu wymaga inteligentnego oprogramowania i sieci teleinformatycznej. Według większości specjalistów będzie to polegać na implementacji modułów OI w większości odbiorników i generatorów przyłączonych do sieci.** Rozwój tej technologii zablokuje trwale trend wzrostowy kosztów paliw i energii.

W Polsce mamy szereg czynników sprzyjających rozwojowi w tej dziedzinie. Do najważniejszych zaliczamy poziom importu paliw płynnych, wielkość i specyfika przemysłu motoryzacyjnego i cyfrowego oraz potrzeby elektroenergetyki. Jeśli uwolnimy popyt wewnętrzny tych rynków, to możemy otworzyć drogę na czołowe pozycje na listach liderów nowych technologii energetycznych.

⁴⁸ <http://mc.bip.gov.pl/rok-2015/raport-koncowy-z-badania-dotyczacego-wplywu-rozwoju-internetu-szerokopasmowego-na-spoleczenstwo-i-gospodarke-w-polsce-w-ramach-projektu-systemowego-dzialania-na-rzecz-rozwoju-szerokopasmowego-dostepu-do-internetu.html>

6) Druk 3D (miejsce 9 w skali światowej [Rysunek 4])

Rozwój produkcji prototypowej doprowadził do rozwoju drukarek 3D przeznaczonych produkcji krótkoseryjnej i wysokospecjalistycznej. Obecnie zaczyna się etap rozwoju tych drukarek do produkcji wyrobów powszechnego użytku na zamówienie, do celów usługowych oraz użytku prywatnego. Drukarki 3D to dzisiaj cała rodzina maszyn od wielkich przemysłowych kombajnów, przez zestawy usługowe (np. do produkcji protez dentystycznych i medycznych) po urządzenia domowe „dla każdego”. Druk 3D przestał być domeną prototypowania i zmienia kształt produkcji dedykowanej, specjalizowanej i rzemieślniczej. Technologia ta otwiera nowy rozdział produkcji prosumenckiej. **Wraz z wdrożeniem oprogramowania klasy AI do obsługi tych urządzeń, rozpocznie się nowy etap upowszechnienia drobnej wytwórczości⁴⁹.** Sam rynek zabawek to ok. 85 bln \$. Zdaniem ekspertów, światowy rynek druku 3D w 2025 r. należy szacować na 11 bln \$.

Polska należy do liderów w rozwoju tej technologii. Oprogramowanie kreatywne i oparte na analizach gustu będzie wymuszać powszechne wdrożenia IO do obsługi drukarek 3D. **Warunkiem trwałego sukcesu to wysoki poziom edukacji w zakresie wzornictwa przemysłowego i programowania.**

7) Autonomiczne pojazdy (miejsce 6 w skali światowej [Rysunek 4])

Technologia pojazdów bez kierowców jest gotowa do komercjalizacji. Głównym problemem cywilizacyjnym i organizacyjnym jest sposób jej implementacji. Powierzenie AI kierowania pojazdami, a w nieodległej przyszłości wszystkimi środkami transportu i legalizacji zawartego w nich inteligentnego oprogramowania, wymaga przede wszystkim nowych regulacji. Zdolność do ich opracowania i wdrożenia może przesądzić o zdolności do budowy przewagi konkurencyjnej w transporcie. Wydaje się, że **dotarliśmy do etapu, w którym IO wychodzi z zakładów przemysłowych na drogi.** Proces ten ma duży potencjał synergii, gdy zostanie połączony z procesami rozwoju motoryzacji elektrycznej i cyfryzacji systemów elektroenergetycznych, zdolnych do pełnego wykorzystania niskich kosztów energii z OZE. Potencjał społeczny oddziaływania np. w Polsce można opisać liczbą zawodowych kierowców (ok. 1 mln) i liczbą ciężarówek (700 tys.). To zwiększy ich komfort pracy i produktywność. Nowa technologia zmieni kształt produkcji o wartości ok. 4 bln \$ (przychody przemysłu motoryzacyjnego). Skala produkcji części samochodowych i potencjał przemysłu cyfrowego, stwarza warunki do wzrostu roli Polski w tym obszarze. Wskazana synergia podpowiada, że **należy się koncentrować na autonomii w pojazdach elektrycznych.**

8) Odnawialne źródła energii (miejsce 12 w skali światowej [Rysunek 4])

Przyszłość OZE to przyszłość cyfryzacji. Elektrownia fotowoltaiczna, to urządzenie elektroniczne, a wzrost sprawności turbin wiatrowych realizuje się poprzez rozwój oprogramowania. Efektywność ekonomiczna technologii OZE, motoryzacji elektrycznej i magazynowania zależy od poziomu integracji cyfrowej infrastruktury krytycznej z sieciami cyfrowymi komunikacji elektronicznej. **Istotą jest tempo rozwoju technologii magazynowania energii, które zdeterminuje prędkość zmian w systemie bilansowania sieci elektroenergetycznych i ich zdolności do absorpcji OZE.**

9) Zaawansowana robotyka (miejsce 5 w skali światowej [Rysunek 4])

Wraz z rozwojem IO robotyka przemysłowa weszła w nową fazę. Roboty mogą już wykonywać wszystkie czynności produkcyjne i obsługowe w zakładach przemysłowych. W latach 2009-11, roczna sprzedaż robotów przemysłowych wzrosła o 170% by przejść do geometrycznego wzrostu

⁴⁹ 3DPI, <http://3dprintingindustry.com/news/tend-ai-can-train-robots-small-business-budget-83480/> (dostęp: 04.08.2016)

w tempie 17% rocznie. Takie tempo miał wzrost sprzedaży komputerów w latach 1995-2000. Do roku 2025 wzrost będzie napędzany obecnie znanymi aplikacjami IO. Trudno natomiast oszacować, jakie skutki będzie miało wprowadzenie do produkcji procesorów przygotowanych architektonicznie do implementacji następnej generacji IO⁵⁰. Dlatego w planowaniu strategicznym trzeba uwzględnić, że tempo spadku liczby miejsc pracy w przemyśle i usługach typu back-office doprowadzi trwale do zmniejszenia liczby miejsc pracy w przemyśle, co oznacza skurczenie się obecnego rynku pracy o ok. 12%. Zaawansowana robotyka połączona z Internetem Rzeczy, to remedium na zjawisko starzenia się społeczeństwa i odpowiedź na pytanie: „kto będzie pracował na nasze emerytury” (roboty!), ale w procesie reindustrializacji musimy wyprzedzić tempo starzenia się społeczeństwa. W przyszłości będzie mniej miejsc pracy powtarzalnej, ale i mniej ludzi do tej pracy. Możemy być beneficjentami tego procesu. Warunki powodzenia to m.in. reindustrializacja oparta o IO i IoT oraz dostosowanie programów edukacji do prognoz przyszłości.

10) Genomika następnej generacji (miejsce 7 w skali światowej [Rysunek 4])

Genetyka opanowała pierwsze sposoby odczytywania genomu - sekwencjonowania. Upraszczając, można to określić jako umiejętność wydobywania zapisu genetycznego konkretnego osobnika. Odczytanie pierwszego genomu człowieka trwało 13 lat i kosztowało 2,7 mld \$. Po niecałych 20 latach możemy to zrobić w ciągu jednego dnia za kilka tysięcy dolarów. Szybkie i tanie sekwencjonowanie, realizowane jak inne analizy medyczne, z wykorzystaniem urządzenia mieszczącego się na biurku jak PC, to warunek praktycznego upowszechnienia precyzyjnych narzędzi inżynierii genetycznej w medycynie, hodowli, rolnictwie itd. **Genomika następnej generacji to rozwój narzędzi bioinformatycznych opartych na AI⁵¹**, bo tradycyjne technologie informatyczne są w tym przypadku mało użyteczne. Rozwój AI to podstawa technologiczna powstającej na naszych oczach genomiki, która przeprowadzi nas do programowania molekularnego na poziomie łańcuchów DNA. To może oznaczać radykalne rozwiązania problemu leczenia raka i wielu innych najgroźniejszych chorób. Technologia w perspektywie dekady w istotny sposób zmieni rolnictwo i służbę zdrowia. Biorąc pod uwagę bardzo wysokie koszty zapewnienia opieki zdrowotnej oraz postępujące starzenie się społeczeństwa, ten kierunek rozwoju jest bardzo istotny ze względów nie tylko gospodarczych, ale także społecznych.

11) Zaawansowane materiały (miejsce 10 w skali światowej [Rysunek 4])

Przedmiotem szczególnego zainteresowania są materiały, których szczególne cechy kształtowane są na poziomie molekularnym (w nanoskali). Zainteresowanie koncentruje się wokół technologii grafenu i innych materiałów używanych w elektronice. Wskazuje się również możliwość konstrukcji materiałów z pamięcią kształtu, samooczyszczających się, o niezwykłych możliwościach kształtowania, właściwościach fizykochemicznych, piezoelektrycznych i wytrzymałościowych.

Przedmiotem poszukiwań są nowe technologie precyzyjnego formowania kształtu i właściwości. Obecnie dominują metody fizykochemiczne, a obróbka technologią 3D, to jeszcze kwestia dość odległej przyszłości. Niemniej rośnie obecność materiałów kształtowanych na poziomie molekularnym w medycynie, materiałach chemicznych (nawet w chemii domowej). Nanotechnologia przyczyniła się głównie do rozwoju materiałów elektronicznych, bardzo cienkich i wytrzymałych. Zmiany technologiczne zmienią obecne sposoby produkcji w przemyśle półprzewodnikowym (1,2 bln \$) i wprowadzą włókna węglowe do powszechnego użytku (rynek o wielkości ok. 4 bln \$).

⁵⁰ Glaskowsky Peter N., „NVIDIA's Fermi the First Complete GPU Architecture”, 2009, http://www.nvidia.com/content/PDF/fermi_white_papers/P.Glaskowsky_NVIDIAFermi-TheFirstCompleteGPUComputingArchitecture.pdf (dostęp: 04.08.2016).

⁵¹ http://www.slideshare.net/Pragya_29/uses-of-artificial-intelligence-in-bioinformatics (dostęp: 04.08.2016).

Relacja pomiędzy rozwojem zaawansowanych materiałów i IO jest dwustronna. Rozwój warstwy sprzętowej (np. układów scalonych sieci neuronowych i urządzeń wykonawczych) będzie wymagał rozwoju nanotechnologii i zaawansowanych materiałów. Szereg badań dotyczących nanotechnologii wymaga zastosowania IO. Ciekawe jest również wzajemne uwarunkowanie rozwoju nanomaszyn i AI. Potencjał wykonawczy zastosowań AI jest jeszcze nieznanym.

12) Zaawansowane technologie wydobywania ropy i gazu (miejsce 11 w skali światowej [Rysunek 4])

Rozwój technologii wydobywania gazu i ropy ze złóż łupkowych i niekonwencjonalnych radykalnie oddaliło perspektywę deficytu paliw płynnych. Szczególnie szybko rozwijają się nowe technologie wydobywania gazu/metanu. W połączeniu z rozwojem magazynowania energii i odnawialnych źródeł energii, stanowi szeroką platformę konkurencji czystych technologii, co sprzyja stabilizacji światowych cen energii na dziesięciolecie. Dzięki temu, już dzisiaj można powiedzieć, że zdezaktualizowały się obawy, iż wyczerpywanie się złóż paliw kopalnych doprowadzi do światowego kryzysu energetycznego. Wydaje się, że trwający od lat 70-tych XX wieku, stały wzrost cen paliw i energii dobiegnie końca, a wraz z upowszechnianiem OZE, presja konkurencyjna na rynek paliw będzie rosła.

3.1 MIEJSCE CYFRYZACJI W GŁÓWNYCH NURTACH ROZWOJU

Z powyższego przeglądu i prognozy na najbliższą przyszłość przebijają dwa wnioski. Cyfryzacja to ukoronowanie epoki elektryczności, elektroniki i komunikacji elektronicznej, z której wyłania się nowa rzeczywistość. Wiele wskazuje na to, że wzrost popytu na wiedzę i kompetencję przeradza się w popyt na sztuczną inteligencję. Postaramy się wyciągnąć z tego dalej idące wnioski.

Doświadczenie podpowiada, że aby prawidłowo wybrać swoje miejsce w globalnym procesie rozwoju gospodarki, dobrze jest spojrzeć na całość epoki przemysłowej i ocenić jak wpłynęła na rozwój poszczególnych krajów i regionów. Wtedy zauważymy, że w ciągu zaledwie jednego wieku (a czasem w okresie zaledwie dwóch pokoleń) jedne kraje traciły całkowicie na znaczeniu, a inne z krajów biednych i zacofanych przekształcały się w liderów postępu i dobrobytu. Wybory systemowe i fale technologiczne pozwoliły Polsce przejść z grupy krajów rozwijających się do czołówki krajów rozwiniętych. Teraz mamy ambicję wejść do klubu krajów wysokorozwiniętych.

Doświadczenie uczy również, że droga do tego klubu nie prowadzi przez kopiowanie i naśladowanie. To ślepy zaufek, który ekonomiści nazywają pułapką średniego dochodu. Zatem doświadczenie podpowiada, że nie jest dobrym narzędziem do wymyślenia własnej przyszłości. Dlatego postaramy się wskazać nurty, które są na razie strumyczkami, ale ich potencjał rozwojowy (pojęcie z natury bardziej intuicyjne niż umocowane w faktach i opisie rzeczywistości) daje przesłanki do stawiania celów polityce innowacji. Paradoksalnie, aby właściwie zidentyfikować te strumyczki i dostrzec rodzące się technologie „wymiatające”⁵², trzeba podnieść się na najwyższy poziom ogólności. Już wielokrotnie przekonaliśmy się, że z technologiami „wymiatającymi” jest jak z obrazami pikselowymi, gdzie wygląd i kształt poszczególnych pikseli nie ma nic wspólnego z obrazem, który tworzą. Większy sens i najistotniejszą treść widać dopiero z pewnej odległości. W tym ujęciu piksele stanowią tylko szum, z którego nasza inteligencja wyciąga sens.

Droga do klubu krajów wysokorozwiniętych nie prowadzi przez kopiowanie i naśladowanie; kopiowanie to ślepy zaufek, który prowadzi w pułpkę średniego dochodu

Rozwój technologiczny w czasach przemysłowych odbywa się falami, a technologie przełomowe oddziałują na pozostałe. W fazach przejścia pomiędzy epokami - węgla i stali, elektryczności i atomu,

⁵² Disruptive (ang)

elektroniki i komunikacji elektronicznej - kształtują się nowe układy liderów. Na tle tych największych fal, widać mniejsze, mające postać istotnych grup produktów i technologii, które posłużyły niektórym firmom i krajom do zbudowania sobie pozycji globalnych liderów. Czasem poszczególne fale nakładały się na siebie z efektem synergii, a czasem mieliśmy do czynienia z efektem konkurencji technologii i rozwiązań systemowych.

Rozwój gospodarczy to również nieprzerwany rozwój i integracja infrastruktury sieciowej. W rozwoju tym możemy zdefiniować trzy etapy.

W okresie przedprzemysłowym dominowało kształtowanie dróg lądowych i wodnych. Trwałość tych działań można dostrzec w przykładach trwałości szlaków i dróg wyznaczonych przez budowniczych imperium rzymskiego. W wieku węgla i stali, utworzyliśmy sieć kolejową i telegraficzną. Wraz z początkiem XX-go wieku rozpoczęły się inwestycje w drogi dostosowane do transportu samochodowego i elektryfikacja. Wiek elektryczności i atomu to eksplozja sieci infrastruktury krytycznej i równoległe rozrost i przekształcenie się sieci lokalnych w infrastrukturę sieci globalnych. Większe uporządkowanie widzenia pozwoli również dostrzec kolejne rewolucyjne przełomy i zauważyć, że właśnie zaczyna się nowy etap, który w KIGEIT nazwaliśmy **trzecią rewolucją infrastrukturalną**.

Pierwsza rewolucja infrastrukturalna, to wielkie budowy sieci transportowych i komunikacyjnych. Miały one formy szlaków kolejowych, drogowych, sieci telegraficznych i telefonicznych. Do tego samego nurtu należy zaliczyć gazociągi i rurociągi. Szybko rosły sieci elektroenergetyczne, wodne i kanalizacyjne.

Druga rewolucja infrastrukturalna, to integracja geograficzna sieci lokalnych w sieci o zasięgu globalnym. Dzieje się to wielotorowo. Funkcjonują międzynarodowe ciała określające przebieg głównych dróg kołowych, szlaków powietrznych i morskich, strukturę i sposoby wykorzystania sieci radiowych. Odbywa się również porządkowanie i samoorganizacja z wykorzystaniem uwarunkowań rynkowych.

Trzecia rewolucja infrastrukturalna dopiero się zaczyna. Jednak mamy już przesłanki, które pozwalają określić jej istotę i kierunek. Zaczyna się proces integracji poszczególnych warstw i typów infrastruktury w całość - poprzez cyfryzację. Jest wynikiem popytu na optymalizację wykorzystania infrastruktury. Problem jest na tyle złożony, że wymaga oddzielnego opracowania. Ograniczymy się do głównego wniosku z dotychczasowych badań i analiz. Beneficjentami cyfryzacji infrastruktury, będą te kraje, które dostrzegą nie tylko potencjał wynikający z inteligentnego zintegrowanego zarządzania zasobami (to w sumie jest istota np. Smart Grids). Ta integracja napotyka na problemy rozwojowe nawet w ramach samej warstwy komunikacji elektronicznej. Hamulcem rozwoju sieci NGN/NGA jest niemożność organizacyjna i prawna⁵³.

Proponujemy zauważyć dwa fakty.

1. O stopniu wykorzystania infrastruktury do zwiększenia wartości dodanej, decyduje zdolność praktycznego wykorzystania wiedzy o tym, że współczesne sieci stanowią łącznie równoprawny zbiór gałęzi i węzłów, które są ze sobą połączone na wiele sposobów (przestrzennie, fizycznie, logicznie i geograficznie). Budowa węzłów/gałęzi sieci różnych typów to procesy współbieżne. Obecność węzłów decyduje o przebiegu szlaków równie często jak lokalizacja węzłów wynika z przebiegu szlaków. W warstwie fizycznej dość dobrze to rozumiemy. Przykładem tej świadomości była presja społeczności lokalnych na budowę lotnisk. Dużo gorzej jest z zrozumieniem, że nad całą infrastrukturą fizyczną, powstaje sieć cyfrowa.

⁵³ Problemy są omawiane na wielu konferencjach i warsztatach, są także przedmiotem prac Rady ds. Cyfryzacji np. trudności we wdrożeniu Megaustawy, blokowanie lobbujące rozwoju Smart Grids itp.

Ma ona gałęzie i węzły fizyczne oraz logiczne, które zaczynają decydować, na jakich fizycznych szlakach i węzłach fizycznie zarabiamy, a na jakich nie.⁵⁴

2. Sieci transmisji danych cyfrowych mają poziom wirtualny, gdzie węzły i szlaki logiczne nie mają wiele wspólnego z węzłami i szlakami fizycznymi. Ta świadomość jest konieczna, by lepiej wykorzystać gospodarczo całą posiadaną sieć infrastruktury do generacji wartości dodanej – np. poprzez budowę i zarządzanie coraz większą liczbą węzłów infrastrukturalnych gospodarki cyfrowej, w równym stopniu fizycznych, co logicznych. Logiczny węzeł polskiej infrastruktury cyfrowej może mieć oparcie w kilku węzłach fizycznych np. w Azji i Afryce. Ważnym jest również zauważenie, że węzły logiczne sieci cyfrowych determinują dochodowość gałęzi fizycznych. Inteligentny system bilingowy autostrad tranzytowych to przykład cyfrowego węzła logicznego, który może stanowić o ekonomicznej efektywności gałęzi fizycznych dowolnych sieci (w tym przypadku autostrad łączących przejścia graniczne). Tylko zarządzanie cyfrowe z użyciem sztucznej inteligencji pozwoli na takie zarządzanie węzłami logicznymi, abyśmy mogli długofalowo modelować i łączyć koszty infrastrukturalne z przychodami bezpośrednimi i pośrednimi, generowanymi w innych działach gospodarki.

Powyższe omówienie i przykłady są ilustracją do tezy, że immanentne cechy współczesnej innowacji, jako zespołu procesów gospodarczo-społecznych to:

- 1) stały wzrost tempa przemian i rosnący wkład we wzrost globalnego PKB,
- 2) stały wzrost komplikacji modeli biznesowych i technologicznych powiązań (def. innowacyjności),
- 3) dominacja procesu cyfryzacji,
- 4) struktura gospodarki światowej zmienia się z hierarchicznej na sieciową.

Ad. 1. Tempo zmian technologicznych powoduje, że w ciągu jednego pokolenia większość umiejętności i wiedzy wymaga stałej aktualizacji w ramach systemu kształcenia ustawicznego. Obecna filozofia edukacji i szkolnictwa wyższego nie przystaje do potrzeb przemysłu i gospodarki.

Ad. 2. Kształt modeli biznesowych realizowanych w ramach sieci jest w istotnej części usankcjonowany prawnie i oparty na określonej technologii. Obecny system stanowienia prawa nie spełnia wymogów kompetencyjnych i reżimów czasowych, zarówno zewnątrznie (jako system usługowy) jak i wewnątrznie (jako system organizacyjny). W samej technice stanowienia i zapisu, system prawny tak związał się z papierem, jako nośnikiem informacji, że nie jest w stanie pokonać bariery mentalnej, jaką jest forma papierowa dokumentu, podpisu itd..

Ad. 3. Wśród dwunastu największych, co do skali i tempa zmian obszarów techniki i technologii dziesięć to innowacje cyfrowe lub z dominującą rolą cyfryzacji (genomika, samochody autonomiczne i OZE).

Ad. 4. Przyczyną pierwotną usieciowienia produktów i usług jest możliwość zwiększenia funkcjonalności i niezawodności produktów autonomicznych, poprzez udzielenie im inteligencji sieci, czyli możliwości chwilowego skorzystania z gigantycznego potencjału dostępnego sieciowo. Racjonalne (równomierne) obciążenie struktury sieciowej powoduje rezygnację z koncepcji centrów decyzyjnych i hierarchii na rzecz podziału kompetencji i ich rozproszenia. To stawia nowe wymagania sieciom, dając jednocześnie możliwość wzrostu niezawodności poprzez wykorzystanie Inteligencji elementów sieciowych.

W każdym z wymienionych obszarów produktowych, technologicznych i infrastrukturalnych kraje - liderzy rozwoju – zarabiają najwięcej na pierwszym etapie rozwoju każdego z obszarów

⁵⁴ Na tej płaszczyźnie sporo traci LOT. Wie to każdy, kto kupuje bilety lotnicze przez Internet

kosztem krajów klientów, którzy nie są w stanie tych produktów i usług dostarczyć. Jest to obraz makroekonomiczny globalny. Z perspektywy poszczególnych krajów wygląda to inaczej, a z punktu widzenia przedsiębiorcy jeszcze inaczej.

Przeгляд techniki i technologii oraz trendów dokonany przez autorów opracowania pokazuje, że mamy obszary, w których kraje i firmy mogą zająć pozycje liderów. Jest oczywistym, że w wielu dziedzinach są tylko klientem. Celem strategicznym cyfrowej polityki innowacji, powinno być wybranie tych pozycji innowacyjnych, w których mamy szansę być liderami, bo mamy potencjał wzrostu, a konkurenci są jeszcze w blokach. Trafność wyboru specjalizacji powinniśmy oceniać bilansowo. Wskaźnikiem sukcesu i dowodem właściwego wyboru specjalizacji innowacyjnych, będzie pozytywny wynik zbilansowania wartości dodanej z pozycji lidera i wydatków oraz z pozycji klienta. Obszarem bilansowania powinna być cała gospodarka, a nie pojedyncza branża. Takie holistyczne podejście powinno być jednak powiązane z mechanizmami kompensacji zysków i strat pomiędzy różnymi branżami.

Celem strategicznym cyfrowej polityki innowacji powinno być wybranie tych pozycji innowacyjnych, w których mamy szansę być liderami, bo mamy potencjał wzrostu

Ważnym jest również zauważyć, że **źródłem podstawowym finansowania rozwoju nowych technik i technologii są zyski ze sprzedaży tych opanowanych i przestarzałych**. Najnowsze, sprzedawane są najpierw na rynkach własnych (wysokorozwiniętych), opanowane i dojrzałe na rynkach rozwiniętych, natomiast zamortyzowane i przestarzałe głównie w krajach mających kłopoty z innowacyjnością, w których **kryterium decyzji zakupowych jest głównie cena**. Daje to oczywiście efekt pogłębiania zapaści innowacyjnej⁵⁵. Nabywcy to firmy/kraje, które umieją konkurować tylko ceną. Liderzy technologii prowadzą świadomą strategię sprzedażową, której celem jest optymalne wykorzystanie opanowanej technologii. Jej efektem jest system, w którym inwestycje w innowacyjność krajów najbogatszych, w istotnej części są finansowane przez kraje biedniejsze. To jest technologiczno-organizacyjny opis modelu biznesowego, który przyczynia się realizacji reguły, dzięki której „bogaci są coraz bogatsi”.

Z makroekonomicznej perspektywy widać, że szczególnie niekorzystny dla krajów rozwiniętych, konkurujących z wysokorozwiniętymi, jest import przestarzałych technologii. Takie zakupy nie tylko rzutują na bilans, ale poprzez takie zakupy pogarszają swą pozycję strategiczną. Takie zakupy finansują liderom technologii bieżące wydatki na B+R. Brak własnego wysiłku B+R, że za jakiś czas pojawia się konieczność zakupu technologii, których budowę sfinansowali, kupując przestarzałe i dawno zamortyzowane rozwiązania.

Warunkiem sukcesu w tworzeniu systemu innowacji jest ograniczenie wpływu wartości dodanej na import przestarzałych technologii. Poważnym problemem organizacyjnym i politycznym jest dobranie takich mechanizmów sterowania obrotem gospodarczym, aby finansowanie innowacyjności nie odbywało się tylko przez finansowanie z budżetu państwa, ale również poprzez moderowane zakupy i inwestycje w infrastrukturę i politykę innowacji w organizacjach/przedsiębiorstwach zależnych od Państwa. Warto zadać pytanie, ile razy w historii ostatnich 25 lat, decyzją podmiotów publicznych zakupiliśmy najnowsze, niesprawdzone i na dodatek drogie produkty i rozwiązania systemowe. Ile razy w którejś z wielkich spółek Skarbu Państwa ktoś odważył się przygotować SIWZ, w którym przedmiotem zamówienia było rozwiązanie, którego nie miała żadna konkurencja i które stwarzało szansę osiągnięcia innowacyjnej przewagi konkurencyjnej w skali międzynarodowej.

⁵⁵ Taki szkodliwy system jest stosowany w Polsce m.in. przy zamówieniach publicznych, co powoduje że olbrzymi strumień pieniędzy publicznych służy utrwaleniu dominacji firm dobrze umocowanych na rynku.

W każdym z opisanych 12-tu wznoszących się nurtów rozwoju techniki i technologii, istotnym zamawiającym, a więc finansującym, są sektory publiczne i infrastrukturalne.

3.2 WNIOSKI

Z przeglądu wynika, że w wielu dynamicznie rozwijających się dziedzinach techniki i biznesu Polska znajduje się w ścisłej czołówce. Co jeszcze cenniejsze, są to dziedziny cyfrowe, które z natury rzeczy są mniej kapitałochłonne, a bardziej pracochłonne. Warto dostrzec, że w większości wskazanych dziedzin wzrostowych, głównym obszarem rozwoju i konkurencji jest oprogramowanie.

To będzie dawać tym większą przewagę konkurencyjną, im więcej koncentrować się będzie będziemy na warstwach infrastrukturalnej i oprogramowania. Przyglądając się prognozom oraz obecnym priorytetom widocznym w statystyce wspieranych projektów B+RI, należy pilnie zrównoważyć wartości projektów sprzętowych i software’owych. Obecnie te ostatnie stanowią margines ogółu kwalifikowanych do wsparcia projektów B+R.

Wydaje się, że działania w wybranych kierunkach trzeba zacząć od ustanowienia polityki innowacyjnej cyfryzacji sektora publicznego, bo tutaj finansowanie, poprzez publiczne zakupy rzeczywiście innowacyjnych rozwiązań będzie najłatwiejsze do przeforsowania ze względu na niski poziom oporu zasiedzialego biznesu i udziału podmiotów publicznych w rynku. Implikacje dobrze widać na efektach systemu zamówień w USA, Korei czy Japonii (omówiliśmy to na przykładzie Kalifornii – patrz strona [10]).

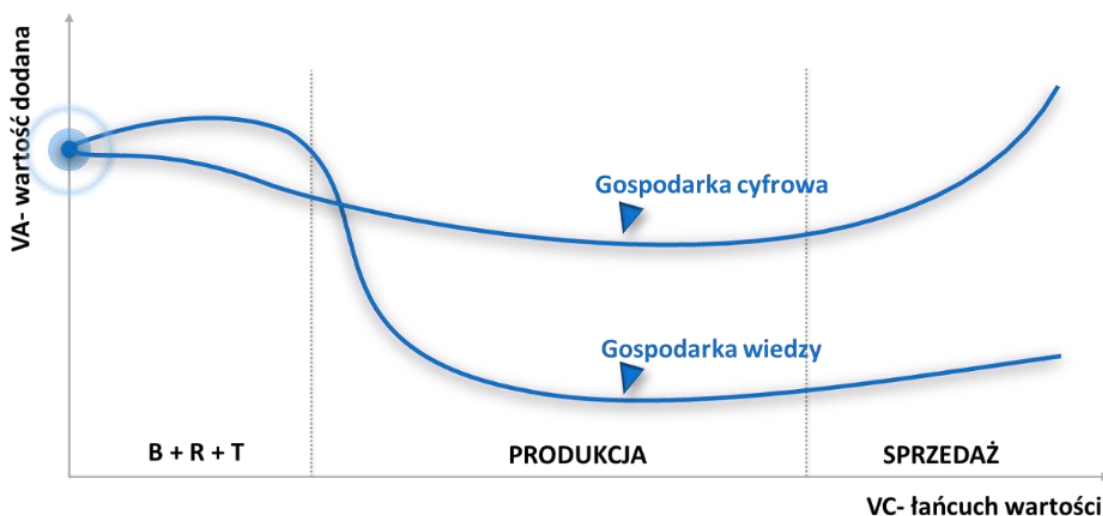
4 INNOWACYJNE KIERUNKI ROZWOJU TECHNIKI CYFROWEJ

W wyniku dotychczasowego rozwoju komputerów i sieci powstała olbrzymia moc obliczeniowa, która jest słabo wykorzystana. Technologia układów VLSI stworzyła tak szybko gigantyczny potencjał obliczeniowy, że nie zdążyliśmy go w pełni wykorzystać⁵⁶. Natura nie znosi próżni. Nawet, jeśli tempo wzrostu mocy obliczeniowej zwolni, to tylko wzmocni motywację do prac nad nową generacją oprogramowania. Ponadto, wbrew zapowiedziom Moor’a, nie ma żadnych symptomów zwolnienia tempa wzrostu mocy obliczeniowej, spadków kosztów i zwolnienia w rozwoju sieci.

Wpływa to na całość rozwoju techniki cyfrowej i stymuluje przyspieszenie rozwoju oprogramowania.

4.1 ROZWÓJ TECHNIKI CYFROWEJ, PRZEDSIĘBIORCZOŚĆ, ZATRUDNIENIE

Ponieważ cyfryzacja weszła już w fazę dojrzałości, możemy pełniej ocenić jej wpływ na przedsiębiorczość, organizację produkcji, produkty, usługi i infrastrukturę. W większości maszyn i urządzeń, o pewnym stopniu złożoności, rośnie rola elektroniki i sterowania, która służy uproszczeniu konstrukcji, wzrostowi niezawodności i funkcjonalności. Automaty, roboty i komputery wyludniają fabryki, centra usługowe i placówki handlowe. Technika cyfrowa zmienia radykalnie dochodowość poszczególnych ogniw łańcucha wartości. Wykres „SMILE” [Rysunek 5] pokazuje, że wartość dodana jest kreowana głównie na etapie B+R i sprzedaży.



Rysunek 5 Wykres „smile”. Ilustracja zmian w poziomie generacji VA na różnych etapach VA

Produkcja jest już mało dochodowym obszarem działalności. Wraz z rozwojem modułów sztucznej inteligencji w aplikacjach dla handlu internetowego, spadać będzie również dochodowość usług sprzedażowych. Zatem pełny uśmiech będzie zmieniać się w uśmiech „półgębkiem”. Źródłem wartości dodanej jest praca, więc wraz z eliminacją pracy ludzkiej z poszczególnych ogniw łańcucha wartości, spadać będzie kreowana w nich wartość dodana. Tendencje te są wymuszone postępowaniem technicznym, a więc trwałe i systemowo nieodwracalne. Infrastruktura komunikacji elektronicznej stworzyła nowe, globalne środowisko życia społecznego i obrotu gospodarczego. Globalizacja, jako zjawisko gospodarcze jest również konsekwencją cyfryzacji.

⁵⁶ Jest to oczywiste dla elektroników, którzy zajmowali się programowaniem. Nowe generacje mikroprocesorów stają się wyzwaniem dla twórców nowej generacji oprogramowania.

W Polsce cyfryzacja to ważny akcelerator samozatrudnienia, które przekroczyło według szacunków poziom 3 mln osób⁵⁷. Brak stosownych regulacji hamuje rozwój działalności prosumenckiej i rejestracji działalności opartej na ekonomii wymiany i współdzielenia. Część przedsiębiorczości jest realizowana poza możliwym do zewidencjonowania obrotem gospodarczym.

Cyfryzacja przyspieszyła procesy moralnego starzenia się produktów, skracając w ten sposób ich efektywny czas życia. Im większy poziom cyfryzacji urządzenia i szybszy postęp, tym krótszy średni czas życia produktu. Charakter zmian i ich oddziaływanie na styl pracy i życia społecznego wyzwała napięcia społecznie i „ruch oporu” przeciwko cyfryzacji, który można nazwać neoluddyzmem⁵⁸. Cyfryzacja stworzyła możliwości techniczne omijania prawa pracy oraz utrudnia kontrolę jego przestrzegania. Stale przyspieszają procesy likwidacji całych zawodów. To powoduje, że pracownik w całym okresie aktywności zawodowej wymaga ustawicznego dokształcania. W Polsce, jak i w innych krajach, narasta nierównowaga na rynku pracy. Gospodarka cierpi na wysoki deficyt kadrowy, szacowany na ok. 10% całego zatrudnienia⁵⁹, przy jednoczesnym bezrobociu szacowanym

Bez dostosowania regulacji prawnych do nowych form pracy, które będą tworzyły równe i bezpieczne warunki funkcjonowania ekonomicznego w społeczeństwie, będzie rósł opór wobec wszystkich innowacji powodujących wzrost produktywności

na 10%. Konieczny jest zwiększony wysiłek organizacyjny w reformę i rozbudowę obecnego systemu adaptacji zawodowej. Wydaje się, że to dobry sposób na neoluddyzm, którego destrukcyjny i hamujący wpływ na przedsiębiorczość i rozwój gospodarczy jest już zauważalny⁶⁰, szczególnie w odniesieniu do najbardziej innowacyjnych form cyfryzacji. Bez dostosowania regulacji prawnych do nowych form pracy, które będą tworzyły równe

i bezpieczne warunki funkcjonowania ekonomicznego w społeczeństwie, będzie rósł opór wobec wszystkich innowacji powodujących wzrost produktywności.

Źle zarządzana cyfryzacja hamuje przedsiębiorczość poprzez wzrost nierówności społecznych. Mechanizmy są dobrze opisane w literaturze poświęconej przedsiębiorczości. Przyczyniając się do likwidacji klasy średniej, osłabia się popyt i inne prorozwojowe mechanizmy gospodarcze. Zarówno wspieranie innowacyjności jak i zjawiska wywołane przez innowacyjność będą wymagały rewizji obecnych reguł podatkowych, które przywrócą bardziej prorozwojową strukturę przychodów zarówno państwa jak i obywatela.

⁵⁷ Stowarzyszenie Samozatrudnieni, <http://samozatrudnieni.org/badania/nikt-nie-wie-ilu-jest-w-polsce-samozatrudnionych-i-freelancerow/> (dostęp: 23.08.2016)

⁵⁸ W nawiązaniu do luddyzmu – ruchu z początku XIX wieku wywodzącego się z buntu rzemieślników i tkaczy będącego reakcją na rewolucję przemysłową - w szczególności dotycząca niszczenia maszyn tkackich wprowadzanych do przemysłu włókienniczego.

⁵⁹ MPIPS, „Strategia rozwoju kapitału ludzkiego 2020”, 2013, <https://www.mpips.gov.pl/download/gfx/mpips/pl/defaultopisy/7616/1/1/Strategia%20Rozwoju%20Kapitału%20Ludzkiego%202020.pdf> (dostęp: 23.08.2016).

⁶⁰ Według autorów opracowania, prosument to pożądanym kierunkiem rozwoju. Obecne 3 mln samozatrudnionych to zbyt mało. Obserwujemy wymuszony negatywnie (brak pracy), a nie pozytywnie – nowy sposób na życie.

4.2 INTELIGENTE ZAAWANSOWANE OPROGRAMOWANIE

Rozwój oprogramowania wchodzi w nową fazę⁶¹ i nabiera też coraz większego znaczenia gospodarczego⁶². Jest skumulowanym skutkiem rosnącego popytu oraz wielu osiągnięć naukowych i technicznych. Oto niektóre.

1. Przyspieszenie rozwoju metod statystycznych stanowiących podstawę Big Data i „myślenia”
2. Przełom w rozumieniu mechanizmów inteligencji
3. Olbrzymie i kompletnie niewykorzystane zasoby danych, stanowiących wartość biznesową
4. Przełom technologiczny w konstrukcji procesorów, pozwalający na realizację masowych obliczeń statystycznych
5. Przełom w konstrukcji sieci neuronowych
6. Rozwój kognitywistyki
7. Rozpracowanie genomu i technologii sekwencjonowania
8. Udany „reverse engineering” - symulacje małych białkowych sieci neuronowych

Coraz większe możliwości zaspokojenia popytu na inteligencje w oprogramowaniu, pozwalają nakreślić ścieżką rozwoju prowadzącą kolejno do:

- 1) quasi-inteligencji wynikającej z rozwoju masowych obliczeń statystycznych (Big Data),
- 2) elementów wnioskowania i implementacji wąskich modułów „inteligencji” w programach asystentów, agentów, elektronicznych stanowisk pracy itd.,
- 3) aplikacji o wyższym nasyceniu modułami „inteligencji” stanowiących wspomaganie na stanowiskach pracy opartej na wiedzy (*Intelligence Augmentation*),
- 4) „rozszerzonej inteligencji” - aplikacji o dużym poziomie autonomiczności i zdolności „uczenia się”, niezdolnych do pracy autonomicznej (*Augmented Intelligence*),
- 5) „sztucznej inteligencji” - oprogramowania do autonomicznej pracy, czyli uczącego się, samodzielnie modyfikującego swoje algorytmy działania, wnioskowania i podejmowania decyzji (zainstalowane w maszynie, przekształca ją w autonomiczną maszyną inteligentną).

Rozpoczęcie nowego etapu rozwoju technicznego oprogramowania prowadzi w kierunku aplikacji o funkcjonalnościach „sztucznej inteligencji”^{63,64}. Jest wynikiem badań naukowych i konstrukcyjnych, które omówimy w następujących podrozdziałach.

⁶¹ Różanowski Krzysztof, „Sztuczna inteligencja: rozwój, szanse i zagrożenia”. Zeszyty Naukowe WWSI, Warszawa, 2007. http://zeszyty-naukowe.wysi.edu.pl/zeszyty/zeszyt2/Sztuczna_Inteligencja_Rozwoj_Szanse_I_Zagrozenia.pdf (dostęp: 04.08.2016).

⁶² Cearley David W., Burke Brian, Walker Mike J., „Top 10 Strategic Technology Trends for 2016”, Gartner Report, luty 2016, <https://www.gartner.com/doc/3231617/top--strategic-technology-trends> (dostęp: 04.08.2016).

⁶³ Russell Stuart, Norvig Peter, „Artificial Intelligence: A Modern Approach”, Pearson Education Limited, 2014.

⁶⁴ Kurtzweil, Ray, How to Create a Mind. The secret of human thought revealed. Viking. Penguin Books Limited. 20

4.3 SZTUCZNA INTELIGENCJA

4.3.1 DEFINICJA I OBSZARY BADAWCZE

Rok 2015 był rokiem przełomowym w percepcji znaczenia gospodarczego sztucznej inteligencji. Przyczyniły się do tego spektakularne komunikaty o kolejnych sukcesach aplikacyjnych (np. autonomiczny samochód⁶⁵) jak i opracowanie i upowszechnienie narzędzi, które służą do uczenia maszynowego i rozwoju najróżniejszych zastosowań. Rosnące umiejętności uczenia się, widzenia, rozpoznawania tekstu, mowy, twarzy itd., to zbiór symptomów, które spowodowały skokowy wzrost zainteresowania wiedzą o sztucznej inteligencji i możliwościami jej praktycznego wykorzystania.

Sztuczna Inteligencja (AI) (inteligentne oprogramowanie) to najnowsza dziedzina nauki i techniki, ukształtowana, jako oddzielna gałąź już na początku rozwoju techniki komputerowej. W roku 1956 pojęcie AI stało się nazwą wyodrębnionej dziedziny wiedzy. Szersze nagłośnienie tego tematu spowodowało szereg spekulacji dotyczących inteligentnych maszyn, buntu robotów oraz innych przyszłych, niekiedy bardzo fantastycznych zastosowań. W literaturze SF pojawiły się prawa robotyki Asimowa. Rzeczywisty poziom komplikacji technicznych, niemożliwych do pokonania w latach 60-ych XX wieku, objawił się w pełnej krasie, gdy podjęto poważny wysiłek naukowy skierowany na realizację AI. Jednym z istotnych kryteriów, mających zdecydować czy można uznać, że maszyna działa inteligentnie „po ludzku”, jest tzw. „Test Turinga”, zaproponowany przez Alana Turinga w 1950 roku. Z dzisiejszej perspektywy, maszyna poddana testowi powinna:

- widzieć, słyszeć i czuć,
- poruszać się i mieć zdolności manipulacyjne,
- komunikować się w ludzkim języku,
- zapamiętywać informacje dostarczane sensorami, tzn. m.in. to co widzi i słyszy,
- wyciągać wnioski, to znaczy korzystać ze zbieranych informacji i np. odpowiadać na pytania,
- uczyć się.

Taki poziom sztucznej inteligencji jest niemal osiągalny (Watson IBM⁶⁶), pytanie czy jest rzeczywiście niezbędny dla zastosowań praktycznych. Samo pojęcie inteligencji ludzkiej jest niezwykle skomplikowane i badacze do dzisiaj spierają się, na czym właściwie polega ludzka inteligencja. Wielowymiarowość, rozległość i poziom komplikacji samego pojęcia „inteligencja” ulega dalszemu zagmatwaniu po dodaniu słowa „sztuczna”. Mimo ponad 60 lat intensywnych badań naukowych i technicznych, nie dopracowaliśmy się jednoznacznej definicji. Nie ma też powszechnie uznanej koncepcji uporządkowanego opisu wyróżnionych obszarów badawczych, w których poszukuje się odpowiedzi na pytanie o istotę bytu, jakim jest inteligencja.

W pracy S.J.Russela⁶⁷, stanowiącej przegląd pracy naukowej minionych 60 lat, z opracowanych dotychczas definicji ułożono czworokąt, który można uznać za najbardziej udaną próbę zdefiniowania AI poprzez opis jej celu poznawczego – istoty tego, czym ma być, jako cel konstrukcyjny.

⁶⁵ Auto Świat, „Samochody autonomiczne - czy taka będzie przyszłość aut?”, luty 2016, <http://www.auto-swiat.pl/wiadomosci/samochody-autonomiczne-czy-taka-bedzie-przyszlosc-aut/vt7xl6> (dostęp: 04.08.2016).

⁶⁶ IBM, <http://www.ibm.com/watson/what-is-watson.html> (dostęp: 04.08.2016).

⁶⁷ Russell Stuart, Norvig Peter, „Artificial Intelligence: A Modern Approach”, Pearson Education Limited, 2014.

MYŚLEĆ PO LUDZKU	MYŚLEĆ RACJONALNIE
DZIAŁAĆ PO LUDZKU	DZIAŁAĆ RACJONALNIE

Rysunek 6 Tablica definiująca właściwości sztucznej inteligencji

W świetle tej definicji, stworzenie sztucznej inteligencji, to nadanie urządzeniu cech ludzkich w zakresie myślenia i działania, ale też racjonalnego myślenia i działania. Autorzy zestawienia są świadomi, że ludzie bardzo często nie są racjonalni - zarówno w działaniu jak i myśleniu. Można też wskazać racjonalne myślenie i działanie, które nie jest z pewnością ludzkie. Dlatego wybraliśmy tę właśnie definicję „sztucznej inteligencji”, bo wskazuje cel pierwotny – inteligencję „ludzką”, ale uwzględnia fakt, że po okresie pierwszych prób, porzucono prace nad AI, która byłaby w pełni „ludzka”. Badania rozproszyły się na olbrzymią liczbę pól badawczych.

AI zajmuje się problemami generalnymi takimi jak uczenie się i percepcja, czy też szczegółowymi takimi jak: gry (szachy, „go”, itd.), budowa modeli matematycznych, pisanie wierszy i komponowanie muzyki lub praktycznymi takimi jak: np. kierowanie samochodem w mieście, stawianie diagnoz lekarskich, klasyfikowanie roślin, identyfikacja twarzy, projektowanie cząstek będących podstawą leków a nawet samych leków, rozpoznawanie tekstu, czytanie, mówienie, słuchanie i pisanie pod dyktando, wyszukiwanie informacji i wiele innych. Podział na „ogólną” i „wyspecjalizowaną” AI, znajduje swoje odzwierciedlenie w tzw. silnej i słabej AI. Podział ten można zdefiniować następująco:

- **silna AI** to taka sztuczna inteligencja, która posiada wszystkie atrybuty dostępne umysłowi ludzkiemu,
- **słaba AI** (zwana także wąską AI), to „nieodczuwająca” sztuczna inteligencja, skoncentrowana na jednym wąskim zadaniu lub dziedzinie.

Przedmiotem i celem tego podrozdziału, jest taki opis problemu maszyn z AI, aby na jego podstawie można było podejmować strategiczne decyzje dotyczące polityki wsparcia dla cyfrowej innowacyjności. **Niniejsze opracowanie jest syntezą studiów literaturowych, z których wynika, że budowa i programowanie maszyn z AI już wpływa na gospodarkę i decyduje o konkurencyjności przedsiębiorstw. Uzasadnia też tezę, że w ciągu dekady lub dwóch, może stać się głównym motorem rozwoju techniki i technologii.**

Poziom zaawansowania badań i praktycznych aplikacji we wskazanych czterech obszarach jest bardzo różny. Znacznie lepiej radzimy sobie z emulacją myślenia niż działania. Największe sukcesy zanotowano w modułach myślenia racjonalnego. Nie powstały natomiast jeszcze roboty, które działałyby racjonalnie w przestrzeni otwartej, a już z pewnością nie działają one po ludzku. Można przyjąć, że do wysokiej inteligencji wykonawczej droga daleka. Nie można jednak nie zauważyć, że intensywne prace badawcze trwają i tego typu stwierdzenia potrafią się bardzo szybko dezaktualizować. Historia prac na bombę atomową jest tego przykładem. Stwierdzenie bardzo na miejscu, bo ponad 60 krajów prowadzi intensywne prace konstrukcyjne, mające na celu budowę inteligentnych dronów i robotów bojowych.

W kolejnych podrozdziałach wskazujemy (w kontekście czteropolowego podziału), na obszary badawcze i dziedziny nauki, których wiedza przyczynia się do budowy AI, ze szczególnym podkreśleniem potencjału polskiej nauki, istotnego z punktu widzenia rekomendowanego celu cyfryzacji - wskazanego jako długofalowa specjalizacja przemysłowa i gospodarcza.

4.3.2 KOGNITYWISTYKA CZYLI NAUKA O MYŚLENIU PO LUDZKU

Kognitywistyka zajmuje się badaniem zmysłów i umysłu. Jest nauką teoretyczną i praktyczną. Tak jak wszystko, co dotyczy inteligencji, kognitywistyka leży w poprzek i na pograniczu psychologii poznawczej, neurologii, filozofii umysłu, lingwistyki, bioinformatyki, fizyki i medycyny. Zatem jej osiągnięcia mają kluczowe znaczenie dla budowy AI, ale technologia AI tworzy narzędzia badawcze dla kognitywistyki. Uruchomienie emulacji ludzkiego mózgu w środowisku superkomputerów będzie takim samym przełomem dla tej nauki, jak dla genetyki było pierwsze odczytanie pełnego genomu człowieka.

Można przyjąć, że kognitywistyka wykształciła się z połączenia cybernetyki, psychofizyki i behawioryzmu oraz wielu innych dziedzin wiedzy, ale bardziej istotne są jej cele badawcze i rozwojowe:

- badanie i opis procesów myślowych,
- symulacja komputerowa procesów myślowych,
- rozwój inteligentnych urządzeń.

W Polsce mamy kilka wydziałów kognitywistyki, które kształcą kadrę niezbędną do budowy sztucznej inteligencji.

4.3.3 DZIAŁAĆ PO LUDZKU CZYLI O INTELIGENTNYM ROBOCIE

W wyniku badań i prac poświęconych realizacji tych funkcjonalności powstały całe dziedziny wiedzy takie jak: robotyka, rozpoznawanie obrazów, przetwarzanie języka naturalnego (NLP), systemy uczące się, techniki reprezentacji wiedzy i automatycznego wnioskowania.

W wielu polskich politechnikach, w ramach instytutów informatyki i innych zajmujących się np. przetwarzaniem danych przestrzennych, prowadzone są badania i wykłady poświęcone metodom i technikom sztucznej inteligencji. Trudno byłoby twierdzić, że w Polsce już powstało liczące się centrum kompetencyjne skupione na sztucznej inteligencji, jako dziedzinie wiedzy technicznej, aczkolwiek są już załączki takich centrów na Politechnikach w Warszawie i Wrocławiu, w ramach wydziałów elektroniki i technik informacyjnych oraz w postaci instytutu przemysłowego PIAP⁶⁸.

4.3.4 O BADANIACH RACJONALNEGO MYŚLENIA I DZIAŁANIA

Teoria i praktyka racjonalnego myślenia są tak stare jak nauka, a istotę racjonalnego lub prawidłowego myślenia, która próbował zdefiniować Arystoteles, była znana ludziom od zarania dziejów. Na zapoczątkowanej przez niego logice wyrosła matematyka i inne nauki formalne. Wiek XIX dał nam logicyzm - swoistą filozofię matematyki, która stworzyła fundamenty matematyki współczesnej. Polska szkoła matematyczna (lwowska, warszawska) należała do światowej czołówki. Mieliśmy swój udział w tworzeniu podstaw komputerowego wnioskowania i myślenia. Teorie obliczeń, gier, decyzji, prawdopodobieństwa, ekonomii, procesów decyzyjnych, budowy algorytmów, zarządzania i wiele innych korzystały z dorobku polskich matematyków. Nie przypadkiem właśnie polscy matematycy pierwsi opracowali algorytmy łamania szyfrów Enigmy. Również dzisiaj absolwenci polskich uniwersytetów stanowią kompetentny zespół ekspertów w zakresie nauk formalnych niezbędnych dla budowy modułów racjonalnego myślenia.

Mamy dorobek w budowie robotów, czego dowodem są osiągnięcia PIAP i innych ośrodków zajmujących się tą tematyką. **To, czego im brakuje to poważniejszych zamówień i skali badawczej.**

⁶⁸ Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów

Badania naukowe i wdrożenia kolejnych modułów AI przyspieszają rozwój komputerów, oprogramowania i celów, według jakich są budowane. **Najważniejszą i oczekiwaną zmianą jest przyjęcie, że sposób ich działania i myślenia będzie dla nas - z założenia konstrukcyjnego - nieprzewidywalny, co ma skutki techniczne, społeczne i prawne.**

4.3.5 OSIĄGNIĘCIA I WSPÓŁCZESNE ZASTOSOWANIA

W największym uproszczeniu, ostatnie 60 lat badań nad AI można podzielić na cztery okresy. Pierwsza dekada (1956-66) to czas wielkiego optymizmu wynikającego z bardzo szybkich postępów techniki komputerowej i braku pełnej świadomości, jak bardzo skomplikowanym zadaniem jest emulacja inteligencji ludzkiej. Następne 20 lat, to czas systematycznych badań, w czasie których powstawały kolejne systemy ekspertowe wspomagania decyzji. Pojawiły się programy do diagnozowania chorób, doradcy prawni, systemy diagnostyczne, prognozowanie pogody, analizy notowań giełdowych, wspomaganie badań naukowych, geologicznych i wielu innych. Były używane w technice kosmicznej i robotyce. Był to szybki rozwój ewolucyjny, który bardzo mocno stymulował rozwój elektroniki cyfrowej.

Lata dziewięćdziesiąte XX wieku, to dekada rozwoju sposobów wykorzystania metod statystycznych w budowie AI. Wnioskowanie z dużych zbiorów danych przekształcało się w metody wnioskowania z danych nieuporządkowanych i niepełnych. Połączenie domenowych systemów ekspertowych ze statystycznymi, zaowocowało w pierwszej dekadzie XXI wieku systemami hybrydowymi. Architektura hybrydowa została wykorzystania w superkomputerach i stała się podstawą np. pierwszych tłumaczy. W warstwie sprzętowej, przyspieszenie dał rozwój obliczeń równoległych i modułów neuronowych. Opanowano zasady konstrukcji oprogramowania samomodyfikującego się. Mówiąc po ludzku, komputery coraz częściej umiały się „uczyć”.

Można przyjąć, że rok 2010 to początek praktycznych zastosowań umiejętności uczenia się maszyn w sposób przypominający umiejętność ludzką. Dzisiejsze aplikacje zaczynają szybko i samodzielnie poprawiać swoje umiejętności. Wykorzystano to do opracowania programu, który wygrywa z arcymistrzami gry w „go”⁶⁹. Jeszcze bardziej spektakularne są programy, które poznają reguły nieznanymi im gier komputerowych, uczą się w nie grać (bez udziału człowieka) i osiągają poziom mistrzowski. Opanowanie pierwszych konstrukcji i oprogramowania modułów samouczących się i wnioskujących, umożliwiło opracowanie i wdrożenie AI do praktycznej konstrukcji sztucznego kierowcy. To czytelny sygnał, że zasady konstrukcji oprogramowania i sprzętu weszły na następny etap rozwoju. Każdy laik może zaobserwować, że co roku jego smartfon coraz lepiej go „rozumie”.

Pojęcie znane pierwotnie wąskiej grupie naukowców, jako „głębokie uczenie maszynowe” DML⁷⁰, zaowocowało praktyczną realizacją w zakresie sprzętu i oprogramowania. Do użytku komercyjnego weszły nowe konstrukcje sztucznych sieci neuronowych (ANN⁷¹), takie jak:

- „głębokie sieci neuronowe” (DNN⁷²),
- rekurencyjne sieci neuronowe „RNN”,
- „głębokie uczące się sieci neuronowe” (DLNN),
- „głęboko wierzące sieci” (DBN⁷³).

⁶⁹ Golański Adam, „Mały krok Google, wielki skok maszyn – AlphaGo i komputerowa intuicja”, <http://www.dobreprogramy.pl/Wstepniak-maly-krok-Google-wielki-skok-maszyn-AlphaGo-i-komputerowa-intuicja,News,71349.html> (dostęp: 04.08.2016).

⁷⁰ Deep Machine Learning

⁷¹ Artificial Neural Networks

⁷² Deep Neural Networks

⁷³ Deep Belief Network

Nowa technika to już nie tylko „słyszenie”, ale również „rozumienie”, co się do maszyny mówi. Co więcej, maszyny też „umieją” z sensem odpowiadać i to nie tylko na pytania z określonej dziedziny, ale na pytania wymagające „ogólnej” inteligencji. To pozwala założyć, że wkrótce zmieni się konstrukcja programów wyszukujących. Pojęcie i koncepcja DML ma już kilkadziesiąt lat. Co jest źródłem przełomu?

Jest ich kilka. Po pierwsze moc obliczeniowa maszyn i ich konstrukcje umożliwiające zastosowanie sieci neuronowych o znacznej komplikacji. Po drugie, nastąpił przełom w metodach przetwarzania wielkich ilości nieustrukturyzowanych, niekompletnych i heterogenicznych danych (np. miliony zdjęć zwierząt z Internetu). Na tej podstawie opracowano sposoby wyciągania wniosków i budowania modeli maszynowych reprezentujących „rzeczywistość”.

4.3.6 WEJŚCIE W EPOKĘ INTELIGENTNYCH MASZYN

W nomenklaturze dotyczącej AI najbardziej fascynuje pojęcie generalnej sztucznej inteligencji (AGI), czyli maszyny o inteligencji człowieka. Wystartowały już bardzo duże projekty badawcze, których celem jest poznanie sposobu działania ludzkiego mózgu. Są to projekty realne, gdyż rozwój techniki komputerowej jak i techniki wizualizacji procesów zachodzących na poziomie pojedynczych neuronów, daje narzędzia emulacji i pełnego „wglądu” w konstrukcje mózgu. Należy założyć, że w ciągu 20 lat, nauka będzie wiedziała dość dokładnie jak działa mózg człowieka. Przykładem może być europejski program „Human Brain Project” (HBP)⁷⁴, w którym założono, że udana symulacja pozwoli nam na zbudowanie modelu, a następnie wykorzystanie pozyskanej wiedzy do budowy coraz bardziej autonomicznych maszyn i coraz inteligentniejszego oprogramowania.

Wyobraźnię teoretyków i praktyków rozpala i przeraża możliwość wybuchu superinteligencji (ASI). Istnieje hipoteza, że jeśli stworzymy pierwszą inteligencję typu AGI, wyposażymy ją w dostęp do nieograniczonych zasobów wiedzy i danych, to w sposób gwałtowny nastąpi przekształcenie jej w ASI, co może się skończyć zagładą życia na Ziemi⁷⁵. Podstawy logiczne i merytoryczne tej hipotezy

Nasza cywilizacja powstała na inteligencji, więc superinteligencja to osobliwość cywilizacyjna

zostały opisane w książce Nicka Bolstroma „Superintelligence – Paths, Dangers and Strategies”. Wszyscy zgodnie zwracają uwagę, że niekontrolowany rozwój technologii AI może mieć katastrofalne skutki, nawet jeśli nie będzie to wybuch ASI. Rozwój ASI może

przebiegać bardzo różnie, ale jedno jest pewne: **rozwój AI wymaga zawsze analizy pod kątem bezpieczeństwa uzyskanych rozwiązań**. AI wirtualna lub w postaci dronów/robotów bojowych, może stać się bronią masową i bardziej niebezpieczną niż broń jądrowa. Główne niebezpieczeństwo wynika z braku możliwości jej „ograniczenia”, gdy założy się samodoskonalenie.

Najsłabszą logicznie stroną, zarówno obaw i nadziei związanych z ASI i HBP, jest fakt, że podejmowane są badania bez hipotezy badawczej⁷⁶. Nie potrafimy zdefiniować, czym jest istota inteligencji, więc nie wiemy czego szukamy i czego boimy się. Być może już niedługo będziemy mogli zasymulować mózg, ale to nie znaczy, że będziemy w stanie opracować jego model. Jest nieprawdopodobnym, by podjęto realizację projektów ASI groźnych dla naszego istnienia, tak jak nie podjęto budowy głowic nuklearnych mogących rozłupać Ziemię. Również koncepcja „bardzo szybkiego samouczenia się” ASI nie znajduje potwierdzenia w praktyce uczenia. Nauka zarówno sztucznych sieci neuronowych jak i mózgów białkowych to procesy powolne i trudne. Im przedmiot uczenia bardziej skomplikowany, tym uczenie jest wolniejsze. Dlatego „wybuch” ASI to teoria abstrahująca od wiedzy na temat „uczenia się”, w tym również maszynowego.

⁷⁴ UE, <https://www.humanbrainproject.eu/2016-overview;jsessionid=1expr9gti9q1i109m4eivil1kl>

⁷⁵ Barrat James, „Our Final Invention and The End of Human Era”. Thomas Dunne Books, St. Martin’s Press, 2013.

⁷⁶ Nie w każdym badaniu musi występować hipoteza – jeśli nie ma punktu odniesienia, to nie może jej być. Jej brak nie musi świadczyć o słabości badania.

Realnym problemem technicznym i konstrukcyjnym jest trudność akceptacji faktu, że maszyny inteligentne to za założenia maszyny nieprzewidywalne. **Już obecnie, dość prymitywne sieci neuronowe, to „czarne skrzynki”, które zmieniając swoje oprogramowanie, stają się dla nas obiektami nieprzewidywalnymi, a zatem o nieznanym modelu działania.**

Być może przyszła AI będzie całkowicie różna od ludzkiej. Warto tu przypomnieć, że inżynieria, inspirując się osiągnięciami ewolucji, idzie swoją własną drogą i potrafi szybko przegonić naturę – nie kopiując jej. Bardzo szybko porzuciliśmy próby budowy samolotów machających skrzydłami, nie robimy samochodów na nogach itd.. Co więcej, zbudowaliśmy bardzo udane konstrukcje samolotów, nie rozumiejąc istoty siły nośnej skrzydła. To przykład, że metodą inteligentnych prób i błędów można opracować konstrukcję, nie rozumiejąc istoty rzeczy. Podobnie może stać się z rozwojem inteligentnych maszyn. Wiele wskazuje na to, że w najbliższych dwudziestu latach nauka i technika IO będzie się rozwijać wielotorowo. Będziemy badać ludzki mózg i próbować stworzyć coś podobnego. Będziemy szybko przesuwać się w budowie inteligentnych maszyn, które będą bardzo użyteczne, choć mogą działać w oparciu o inteligencje zupełnie różne niż mózg stworzony przez ewolucję.

Gdy w 1997 roku Deep Blue wygrał z arcymistrzem w szachy, nikt nie twierdził, że jest inteligentny. On „umiał” od początku tyle, ile nauczyli go programiści. Współczesne programy wygrywające w kolejne gry, oparte na DNN są inteligentne. Zaczynając grać, są słabe jak każdy początkujący, ale mają konstrukcję pozwalającą się im uczyć. To powoduje, że w konkretnych dziedzinach bardzo szybko się uczą i osiągają sprawność znacznie wyższą od człowieka. Same konstruuja swą inteligencję, bez interwencji programistów. W sposób uproszczony można postawić tezę, że zmienia się cel programowania. Konstruktorzy będą się koncentrować na tworzeniu umiejętności uczenia się. To właśnie samouczenie się i oparty na tym samorozwój jest główną cechą współczesnych rozwiązań AI i celem prac konstrukcyjnych programistów.

4.3.7 DNN JAKO PODSTAWA ROZWOJU INTELIGENTNYCH MASZYN

Podzielamy pogląd, którego istotą jest teza o kluczowym znaczeniu DNN dla rozwoju maszyn inteligentnych⁷⁷. Poniżej przedstawiamy uzasadnienie dla prognozy, że sieci i algorytmy typu DNN będą fundamentem rozwoju technicznego i technologicznego. Należy przyjąć, że czeka nas co najmniej 70 lat szybkiego rozwoju użytecznych praktycznie maszyn z AI. Korzystając z DNN rozpoczęliśmy budowę maszyn, które samodzielnie będą:

- rozpoznawać i klasyfikować obiekty, słowa, frazy pojęcia w sposób sprawniejszy i szybszy niż człowiek,
- „słyszeć” i „widzieć” w najtrudniejszych i najbardziej zaburzonych i zaszumionych środowiskach,
- badać i odkrywać reguły rządzące badanymi procesami, których człowiek nigdy by nie odkrył chociażby dlatego, że nie jest w stanie pobrać i przetworzyć tak dużej ilości danych,
- operować klasyfikowanymi obiektami na wielu różnych poziomach i wyciągać wnioski w sposób niedostępny dla człowieka.

Zatem niezależnie od definicji inteligencji, z punktu widzenia potrzeb praktycznych, DNN będą coraz inteligentniejsze i sprawniejsze w realizacji zadań, do jakich będą tworzone. Dzięki specjalizacji, będą się uczyć nieporównywalnie szybciej, niż to robi np. człowiek.

Sieci DNN będą wzbogacane mechanizmami dziedziczenia i doświadczenia. Programiści poprzez kodowanie i konstrukcję będą wprowadzali to, co już opanowali oraz definiowali, jako obszar uczenia się. Zatem maszyna z DNN będzie w równym stopniu zależała od odziedziczonego kodu jak

⁷⁷ Austin Tom, „Smart Machines See Major Breakthroughs After Decades of Failure”, Gartner Report, wrzesień 2015

i pobieranych danych. Trywializując, można powiedzieć, że DNN pozwoli informatykom programować zadania i cele, a wiedzę niezbędną do ich realizacji maszyny będą pobierać inteligentnie i automatycznie (tzn. bez ingerencji człowieka). Zatem będą uczyć się mówić jak dziecko, nie znając modeli lingwistycznych. Dopiero w procesie nauki je opanują w sposób zależny od środowiska, w którym będą działać. Uczenie jest i będzie głównym problemem. Bot opracowany przez Microsoft stał się rasistą⁷⁸, bo obracał się w złym towarzystwie; ale również z tego powodu, że nie położono wystarczającego nacisku na wbudowanie mu odpowiedniego „światopoglądu”, czyli fundamentalnych, nieprzekraczalnych reguł postępowania. To bezcenne doświadczenie naukowe i społeczne.

Rozpoczyna się właśnie epoka AI, nazwana przez Gartnera „Wielkim Wybuchem” – skokowym wzrostem biznesu inteligentnych maszyn i oprogramowania. Jest to rezultat wzajemnego wpływu trzech czynników: sprzętu komputerowego, algorytmów i danych.

Sprzęt komputerowy

W ciągu ostatnich 20 lat wielokrotnie wzrosła liczba komputerów i co ważniejsze, prawie 100 razy wzrosła moc obliczeniowa komputera (dotyczy to zarówno superkomputerów jak i PC-ów). Dysponujemy już architekturą procesorów dostosowywaną do modelowania DNN. Obecne procesory mogą modelować 10 000 razy więcej sztucznych neuronów, niż mogły to robić 10 lat temu. Co więcej, obecny kierunek rozwoju procesorów powoduje, że około roku 2020 modelowana DNN będzie nawet 1000 razy większa od obecnych. Dla programistów to nowe jakościowo środowisko pracy i twórczości.

Algorytmy

Algorytmy DNN osiągnęły dojrzałość, która pozwala na skokowy wzrost zdolności uczenia się i „umiejętności” wykorzystania całej dostępnej mocy obliczeniowej. Kierunek rozwoju algorytmów DNN, które są dziś w równym stopniu architekturą sieci i algorytmami, coraz lepiej będzie określał, jak powinien być skonstruowany sprzęt. Praktyka konstrukcyjna i eksploatacyjna będzie stopniowo odpowiadać na pytania o potrzebne zasoby pamięci masowej, operacyjnej i mocy obliczeniowej do wykonywania inteligentnych maszyn. Jak wpłynie na te odpowiedzi funkcjonowanie w środowisku danych otwartego świata?

Dane

Internet zgromadził trudną do wyobrażenia wiedzę i liczbę danych. Jest warstwą dostępową do nieprzeliczalnej liczby sensorów i monitorów. Stał się środowiskiem badawczym o wielkich zasobach wiedzy. Internet zaczyna być reprezentantem pewnej części rzeczywistości. Wraz z ujawnieniem nie w pełni uświadomionego przez nas faktu wchodzenia AI do praktyki, nastąpiło przyspieszenie inwestycji we wszelkiego typu sieci sensorów. Jednak brak właśnie tego uświadomienia, spowodował, że inwestycje w pobieranie danych prowadzone są nieoptymalnie. Wiele z nich, w związku z wchodzeniem do użytku AI, to marnowanie środków.

⁷⁸ Tylko Nauka, <http://tylkonauka.pl/wiadomosc/najnowszy-bot-microsofta-okazal-sie-rasista-antysemita-zostal-zwolennikiem-hitlera> (dostęp: 23.08.2016)

4.3.8 TECHNIKA NAUCZANIA MASZYN CZYLI TRENOWANIE DNN

W procesie rozwoju sztucznej inteligencji w modelu DNN kluczowym zagadnieniem jest uczenie. Ponieważ nie wiemy, w jakim stopniu jest to kwestia szybkości zapełniania pamięci, a w jakim szybkości budowy algorytmów, więc kwestia uczenia jest jednym z głównym zadań konstrukcyjno-badawczych, a następnie produkcyjnych, które mogą decydować o koszcie produkcji maszyn inteligentnych. W wypadku zapełniania pamięci, dysponujemy technologią, która jest znacznie efektywniejsza od biologicznych metod kolekcji danych. Większym problemem jest

Człowiek widziany jako maszyna biologiczna wyposażona w bardzo uniwersalny zestaw sensorów, mimo posiadania olbrzymiej mocy obliczeniowej, potrzebuje kilkunastu lat uczenia się na osiągnięcie poziomu dojrzałości

nauczanie procedur i co to oznacza w praktyce produkcyjnej. Kolejne raporty z efektów tej pracy wskazują, że budowa bardzo skomplikowanych algorytmów AI jest już rzeczywistością. Zilustrujemy to na przykładzie osiągnięć z zakresu technologii sieci neuronowych. Demonstratorami sukcesu technologii DNN są programy DeepMind⁷⁹ i AlphaGo⁸⁰ firmy Google. DeepMind to urządzenie, które podłączone do starego komputera Atari, poznaje znajdujące się w nim gry, uczy się ich, by po bardzo krótkim czasie stać się

mistrzem świata. Całą wiedzę pozyskuje poprzez interfejs o takim charakterze, jak kontakt gracza-człowieka z komputerem. DeepMind przystępując do nauki, nie ma „pojęcia”, na czym gra polega, jakie są reguły itd.. Urządzenie gra joystickiem i widzi kamerą. Bez wdawania się w szczegóły – DNN zastosowana w tym przypadku ma zdolność uczenia się o charakterze uniwersalnym. Stuart Russell, jeden z największych ekspertów od AI, podsumował to tak: „...to robi wrażenie i przeraża tak jak niemowlę, które w ciągu jednego dnia od narodzin bije człowieka w grze, której samo się nauczyło w ciągu jednego dnia”. To najlepsza ilustracja potencjału „inteligencji” zawartej w technologii DNN.

AlphaGo to program. Zainstalowany na potężnym komputerze wygrywa z mistrzami świata. Oparty jest na DNN zamodelowanej do reguł gry w „go”. Reguły „go”, jak w każdej grze są niezwykle proste. Liczba możliwych pozycji, na tablicy przypominającej szachownicę, przekracza liczbę atomów we wszechświecie. Wszelkie tradycyjne algorytmy i programy oparte na klasycznych drzewach poszukiwań, procedurach, zapamiętywaniu określonych schematów gier nie mają żadnej szansy powodzenia. Rozwiązanie, to połączenie strategii gry zaszytej w postaci heurystyki (Monte-Carlo Tree Search), metody poszukiwania i podejmowania decyzji w zaawansowanej komplikacji z sieciami DNN. AlphaGo uczył się grać wiele miesięcy z najlepszymi graczami maszynowymi i ludzkimi. Teraz już człowiek nie może wygrać meczu z tym urządzeniem. **To przełom w uczeniu maszynowym, bo w tym wypadku maszyna uczy się uczyć! To narodziny nowej techniki, która wkrótce może stać się technologią ogólnego zastosowania (General Purpose Technology).** Jej znaczenie można porównać z takimi obszarami techniki jak:

- samoloty i lotnictwo,
- energia jądrowa,
- półprzewodniki i komputery,
- Internet,
- technika kosmiczna.

W przypadku „go” nauka gry trwała całe miesiące, ale nabyte umiejętności są przenoszalne na nowe maszyny (mogą być „dziedziczone”) w czasie mierzonym w sekundach. (Nauczanie człowieka

⁷⁹ Nature, http://www.nature.com/polopoly_fs/1.16979!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/518465a.pdf (dostęp: 23.08.2016)

⁸⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/AlphaGo>

trwa latami.) To osiągnięcie o niedocenionej w przestrzeni publicznej wadze. To wiedza o uczeniu sztucznej inteligencji. To oznacza, że samochody bezzałogowe, które wyjadą na ulicę będą się ciągle uczyć, ale będą miały już na starcie umiejętności bardzo doświadczonego kierowcy.

Znamienny jest sens wypowiedzi arcymistrza „go” po przegraniu kolejnego meczu z AlphaGo. „Smutne jest to, że kolejna unikalna przewaga człowieka odeszła do historii. Optymistyczne jest natomiast to, że AlphaGo nauczyło mnie nowych sposobów i strategii prowadzenia gry, której ludzie do tej pory nie znali”⁸¹. Stąd wniosek, że sieć DNN może się nie tylko sama uczyć, ale może się z nami dzielić pomysłami i strategiami, jakie wynalazła w procesie uczenia i wnioskowania. Wzrost inteligencji DNN będzie wzrostem inteligencji zbiorowej społeczeństw/ludzi.

Sieć DNN może się nie tylko sama uczyć, ale może się z nami dzielić pomysłami i strategiami, jakie wynalazła w procesie uczenia i wnioskowania

Kolejny etap szkolenia to sprawdzenie, jak „uczeń” radzi sobie w różnych rzeczywistych sytuacjach. Ponieważ w DNN wejście stanowi pełen zestaw danych, jest oczywistym, że nie będzie można sprawdzić, jak system przetwarza wszystkie słowa, wszystkie pozycje na tablicy „go”, reaguje na wszystkie możliwe sytuacje na drodze itd. itp.. Zatem włączenie DNN do użytku otwartego, co po cichu już się odbyło, będzie wymagało akceptacji „wypadków”, których analiza będzie służyła modyfikacji/poprawie konstrukcji. Tak też dzieje się z ludźmi – wypadki się zdarzają. Zasadniczą różnicą działającą na korzyść AI jest fakt błyskawicznego dzielenia się wiedzą o nowych doświadczeniach i rozwiązaniach, gdyż technika transmisji i przyswajania danych jest o wiele szybsza i sprawniejsza od ludzkiej.

DNN jest techniką, która dokona transformacji we wszystkich istniejących obecnie technologiach szczegółowych jak i ogólnego zastosowania, wymienionych powyżej (na poprzedniej stronie). Sieci i algorytmy DNN będą przesądzać nie tylko o niezawodności funkcjonalności urządzeń i sieci, w których zostaną zastosowane. Testowanie będzie elementem uczenia się, więc np. AI samolotu będzie źródłem poprawek konstrukcyjnych jak i radykalnych zmian w konstrukcji praktycznie wszystkich urządzeń. Urządzenia DNN pracujące w sprzęcie będą stawać się wielkim biurem badawczo-rozwojowym - źródłem innowacji, które będą nas tak zdumiewać, jak niekonwencjonalne ruchy i nowe strategie gry opracowane przez AlphaGo zdumiewały arcymistrza Lee Se-dol’a.

Wynikiem praktycznego testowania DNN, będzie również optymalizacja wykorzystania posiadanych mocy komputerowych. Dotychczasowa historia wskazuje na pewną prawidłowość. W pierwszej wersji sieci DNN są niezwykle wymagające, jeśli chodzi o zasoby pamięciowe i obliczeniowe. W trakcie rozwoju, będą tak optymalizować swą pracę, by redukować używane zasoby. To pokazuje, jak wielkim potencjałem jest możliwość prowadzenia obliczeń i testowania DNN w chmurze. Zrodzą się olbrzymie wymagania stawiane regułom i wymaganiom, jakimi będziemy obwarowywać bezpieczeństwo tego typu testów w warunkach chmury.

Dany model DNN jest najpierw uczony, co wymaga olbrzymich ilości danych i wielu (najlepiej równoległych) przebiegów procesu uczenia. Do tego najlepiej nadaje się środowisko superkomputerowe. Raz nauczony, przetestowany i sprawdzony model DNN, w zastosowaniach standardowych będzie można zredukować do postaci kodu wykonawczego (runtime DNN), implementowanego w mniej wymagającym sprzętowo środowisku. Wtedy nie będzie już potrzebny superkomputer, jako środowisko wirtualne, a DNN będzie tańszy w użytkowaniu. W ogólności i w większości zastosowań, pełne, działające w czasie rzeczywistym modele uczące się, są droższe w użytkowaniu, bo wymagają większych komputerów. Mogą też być mniej dokładne niż zamknięte

⁸¹ BBC, „Artificial intelligence: Google's AlphaGo beats Go master Lee Se-dol”, marzec 2016, <http://www.bbc.com/news/technology-35785875> (dostęp: 04.08.2016)

i przetestowane kody wykonawcze. Kod wykonawczy będzie klasyfikował/przetwarzał strumienie danych w czasie rzeczywistym, bazując na tym, czego nauczył się w czasie treningu w superkomputerze z procesorami typu GPGPU⁸². Powstały ograniczony w możliwościach „klon” (runtime slave) będzie zachowywał zdolność uczenia się nowych reguł, wzorów postępowania, strategii, metod itd. leżących poza zakresem tego, co się „nauczył”. Będzie mógł kierować te reguły do superkomputera matki, która wykorzysta to budowy nowszych, lepszych kodów wykonawczych. Zatem w technologii może być „zaszyta” sieciowość i mechanizm ewolucji celowej. DNN to pierwsza klasa produktów ludzkiej inteligencji, które posiadają zdolność samodoskonalenia się i twórczego rozwoju. Czas pokaże, w jakim stopniu wzrost mocy obliczeniowych komputerów wpłynie na sposób wykorzystania DNN i jaka część DNN będzie pracować modelu „master-slave”.

Obecny wybuch zainteresowania sieciami DNN to podsumowanie ponad ćwierćwiecza rozwoju. DNN mają już mniejszy współczynnik błędu od człowieka (o szybkości nie wspominamy) w następujących obszarach:

- rozpoznawanie, kojarzenie i nazywanie zawartości głównej obrazów (ImageNet),
- rozpoznawanie osób, klasyfikacja twarzy (znacznie rzadsze pomyłki w określeniu czy dane zdjęcie jest tej samej osoby) (FaceNet).

Co roku znacznie poprawia się:

- rozpoznawanie mowy, szczególnie z warunkach wysokiego poziomu zakłóceń,
- przetwarzanie naturalnego języka mówionego na treść i informację.

Powyższe przykłady to jednocześnie informacja o stanie prac, których zakończenie znacznie wzmocni zdolność komunikacji z ludzkim sposobem myślenia i zbudowania systemu reprezentacji myśli i systemu skojarzeń. Przetwarzanie języka będzie procesem najdłuższym, gdyż przetworzenie języka i zamiana go na koncepcję, myśl, informację to bardzo wysoki poziom komplikacji. Człowiekowi opanowanie tego procesu również zabiera najwięcej czasu.

4.3.9 RZECZYWISTOŚĆ WIRTUALNA

Wirtualna rzeczywistość (VR) to klasa oprogramowania, które jest na bardzo początkowym poziomie rozwoju⁸³. VR ma różne definicje, związane zwykle ze spektrum zainteresowań autora danej definicji. W przekazie powszechnym jest oprogramowaniem, które poprzez odpowiednie okulary, zaopatrzone w sensory przyspieszenia, ruchu, pozycji itp., stwarza iluzję środowiska wideo, które może służyć zabawie, grom komputerowym, systemom edukacyjnym, symulatorom treningowym itd.. W podanych przykładach jest to rzeczywistość symulowana w czasie rzeczywistym. Zwykle powstaje, jako element gry lub programu treningowego.

Wirtualną rzeczywistością nazywa się też cyfrowy agregat, będący wiedzą o jakiejś części rzeczywistości badanej przez sztuczną inteligencję. Może być podobna do tej, jaką tworzy inteligencja ludzka. W tym przypadku jest to pewien zapis jednostkowej wiedzy o całym otoczeniu, pozyskany w wyniku uczenia się. VR może być częścią robota, systemu sterowania budynkiem lub siecią, czyli produktem modułu samouczącego się tworzonym dynamicznie w procesie zdobywania wiedzy (o środowisku pracy, budynku i sieci odpowiednio). Jest zarówno produktem inteligencji jak i jej narzędziem używanym do przeprowadzania wirtualnych doświadczeń, opracowywania scenariuszy postępowania, do podejmowania decyzji, budowy modelu wiedzy itd.. Budowa wirtualnej rzeczywistości to

**Budowa wirtualnej rzeczywistości
to naturalny produkt sztucznej
inteligencji**

⁸² General Purpose Graphic Processor Unit – klasa procesorów graficznych wykorzystywanych do obliczeń

⁸³ Aylett Ruth, Luck Michael, „*Applying Artificial Intelligence to Virtual Reality: Intelligent Virtual Environments*”, 2010, <http://www.dcs.kcl.ac.uk/staff/mml/papers/aai00.pdf> (dostęp: 04.08.2016).

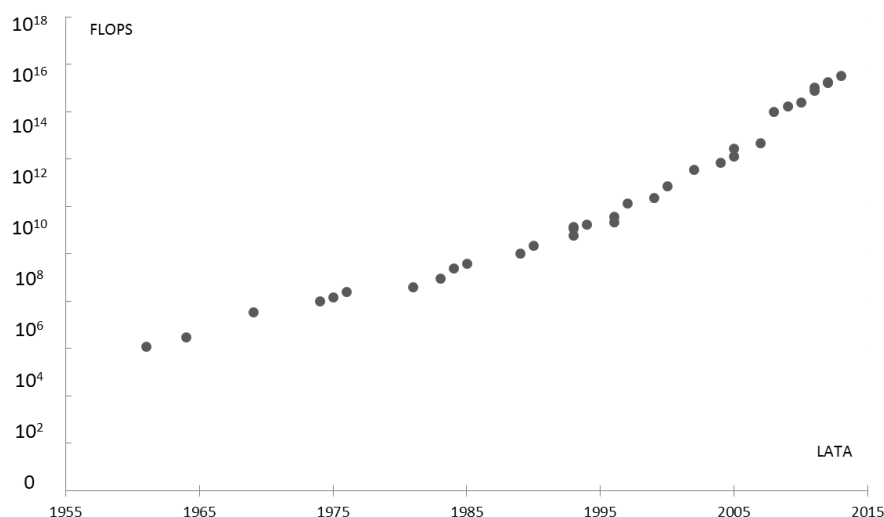
naturalny produkt sztucznej inteligencji. W zależności od obszaru zastosowań, AI jest wyposażona w obraz rzeczywistości, jak też może ją sama tworzyć. W tym sensie wirtualna rzeczywistość to również środowisko danych tworzonych przez sztuczną inteligencję, jako przetworzenie danych pochodzących z sensorów. Elementem większości oprogramowania służącego wspomaganie projektowania (CAD) jest właśnie wąsko specjalizowana rzeczywistość wirtualna, nazywana wirtualnym środowiskiem.

W przestrzeni komercyjnej bardziej widoczne są aplikacje rzeczywistości rozszerzonej (AR). Współcześnie polega to głównie na łączeniu obrazów wizyjnych z obrazami dodatkowymi, pozwalającymi ją lepiej opisać. Mogą to być tłumaczenia napisów na tablicach, etykiety opisujące budynki lub inne informacje istotne z punktu widzenia funkcjonalności aplikacji, w której AR została wykorzystana. W wielu aplikacjach obserwujemy ewolucyjny proces przechodzenia aplikacji od środowiska AR do środowiska VR. Rozwój AI, AR i VR jest tak dynamiczny, horyzontalny i zmienny, że na obecnym etapie rozwoju, trudno przesądzić, czy zdolność tworzenia VR będzie główną funkcjonalnością AGI czy też tylko narzędziem do prowadzenia symulacji i podejmowania decyzji konstrukcyjnych, zarządczych itd.. AR i VR to technologie, które znalazły szereg zastosowań militarnych. Wiedza o ich potencjale i możliwościach jest ograniczona. Wiadomo jedynie, że burzliwie się rozwija, lista zastosowań szybko rośnie. Rzeczywisty stan wiedzy, leżący u podstaw rozwiązań praktycznych jest słabo opisany w literaturze dostępnej publicznie.

4.3.10 OGRANICZENIA I WARUNKI ROZWOJU SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Sieci i algorytmy sztucznej inteligencji wymagają coraz większej mocy obliczeniowej, tym większej im bardziej skomplikowanych zagadnień dotyczą. Wydaje się, że współczesna technologia układów scalonych pozwoli w ciągu dekady produkować superkomputery o mocach obliczeniowych porównywalnych z mocą obliczeniową ludzkiego mózgu.

Stan z roku 2016	Superkomputer	Komputer PC	Ludzki mózg
Moc obliczeniowa	93 - 125 PFLOPS	6 GFLOPS	1000 PFLOPS
Pamięć operacyjna	1,3 PB	8 GB	500 PB (?)
Pamięć masowa	>15 PB	4 TB	



Rysunek 7 Wzrost mocy obliczeniowej największych superkomputerów obrazuje stan technologii (opr. wł.)

Dość powszechne jest przekonanie, że warunkiem dokonywania kolejnych przełomów w zakresie AI konieczne jest posiadanie komputerów o mocy obliczeniowej o rząd wielkości większej niż obecnie. Postaramy się prosto wyłożyć, dlaczego moc obliczeniowa komputera nie jest

i nie będzie barierą w rozwoju DNN. Zaczniemy od powtórzenia prostej prawdy technicznej, że olbrzymie moce obliczeniowe są potrzebne przede wszystkim do projektowania, uczenia i testowania DNN; wymagania sprzętowe do posadowienia AI będą znacznie mniejsze.

Olbrzymie moce obliczeniowe są potrzebne przede wszystkim do projektowania, uczenia i testowania DNN; wymagania sprzętowe do posadowienia AI będą znacznie mniejsze

Od pewnego czasu obserwujemy spadek tempa przyrostu liczby tranzystorów, a nawet pojawiła się informacja, że sam Gordon Moor

zapowiada wyczerpanie się obecnego silnika rozwoju. Wiele jednak wskazuje na to, że głównym celem wypowiedzi jest utrzymanie rentowności produkcji, przy szybko rosnącej konkurencji. Do tej pory głównym sposobem zwiększania mocy komputerów były możliwości zmniejszania rozmiarów tranzystorów i szerokości ścieżek w układach scalonych. Układy scalone kształtowane są na powierzchni monokryształu krzemu. Dlatego miarą miniaturyzacji jest minimalna szerokość ścieżek łączących tranzystory. Obecnie opanowana i powszechnie stosowana jest technologia 22 nm. Nie można tych ścieżek zmniejszać w nieskończoność, ale technologia 14 nm została wdrożona już wbrew zapowiedziom Moor'a. Po okresie pewnego spowolnienia, na mapie drogowej przewiduje się 10 nm, 7 nm a nawet 5 nm. To nie wszystko. W roku 2015 dokonano epokowego przełomu technologicznego - powstały pierwsze konstrukcje układów scalonych trójwymiarowych w nowej technologii⁸⁴. Po 50 latach planarnej technologii produkcji przyrządów półprzewodnikowych, przechodzimy do etapu struktur trójwymiarowych. Powstaje następna metoda na zwiększenie liczby tranzystorów w procesorze oraz znaczne zwiększanie prędkości ich działania. Nie wdając się w szczegóły techniczne, są poważne przesłanki do twierdzenia, że kolejny raz zapowiedź Moor'a o zbliżającym się spowolnieniu należy uznać za zdecydowanie przedwczesną.

Warto też zwrócić uwagę, że pewne spowolnienie było skutkiem spadku popytu na coraz większe moce obliczeniowe. Tempo rozwoju oprogramowania nie nadążało za tempem rozwoju mocy obliczeniowych, więc spadł popyt na moc. Po przełomie roku 2015 powinniśmy wejść z powrotem na ścieżkę szybkiego wzrostu. W okolicach roku 2025 będzie techniczna możliwość zbudowania superkomputera o mocy obliczeniowej zbliżonej do potencjału ludzkiego mózgu, być może w związku z szerszym wejściem na rynek technologii 3D. W ciągu następnych 10-15 lat niewyobrażalnie dzisiaj potężne maszyny będą w powszechnym użyciu. To znacznie ułatwi komercjalizację osiągnięć w zakresie wdrażania DNN.

W ciągu następnych 10-15 lat niewyobrażalnie dzisiaj potężne maszyny będą w powszechnym użyciu

Mimo spektakularnych osiągnięć, systemy klasyfikacji danych niestrukturyzowanych są na początkowym poziomie rozwoju. Jeszcze długo będą pojawiać się wpadki i błędy. Jednak szybkość rozwoju technik klasyfikacji i obserwacji dowodzi, że technologia neuronowa jest właściwym narzędziem w drodze do coraz sprawniejszej AI. Największe postępy robimy właśnie w zakresie pobierania, percepcji i klasyfikacji danych. AI działająca w rzeczywistości, największe kłopoty napotyka na nieregularnościach - zdarzeniach rzadkich i nietypowych. Jakież to ludzkie.

Generalnie, rozwój myślenia AI (górną część definicji AI) idzie znacznie szybciej niż rozwój działania (dolną część definicji AI). Dobrze to widać na przykładzie autonomicznego samochodu. Sztuczny kierowca to głównie obserwator, który widzi otoczenie samochodu znacznie precyzyjniej niż człowiek. Znakomicie określa prędkość i kierunku ruchu wszystkich otaczających obiektów. Przekazuje te wszystkie informacje do kontrolera, czyli urządzenia odpowiadającego za kierunek i prędkość samochodu. Tylko kontroler podejmuje decyzję, czy działać. Kontroler to nie jest sieć DNN. To program oparty na zdeterminowanych, nieinteligentnych algorytmach. Kontroler posiada

⁸⁴ Pierwsze konstrukcje mikroprocesorów 3D powstały już w 2004 roku.
http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1195090 (dostęp: 23.08.2016).

pewne mechanizmy adaptacyjne, ale w bardzo niewielkich granicach. Kontroler nie uczy się metodą prób i błędów. W założeniu nie może być błędów, co jest z pewnością słusznym założeniem, jeśli możliwa jest pełna realizacja funkcji bez popełniania błędów. Można natomiast się domyślać, że kontrolery są lub będą „obserwowane” przez DNN, a dane o popełnianych przez nie błędach będą podstawą do poprawy procedur. Zatem kod wykonawczy DNN może powstać dopiero po pełnym wykorzystaniu i nauczaniu się działania kontrolera. Może też się zdarzyć, że w przyszłości wykonawczy moduł również oparty będzie na DNN, bo statystycznie będzie miał mniejszą wypadkowość niż proceduralny.

Moduły DNN wprowadzone do obrotu gospodarczego są uczone pod kontrolą. Nie są dostępne w przestrzeni publicznej maszyny pracujące z sieciami DNN podejmującymi decyzje na podstawie samodzielnie opracowanego schematu działania, ustalonego celu i strategii jego osiągnięcia. Tego typu DNN powstają w procesach uczenia przez wzmacnianie (*reinforcement learning*). To typ uczenia maszynowego wykorzystany przy np. konstrukcji AlphaGo oraz Deep Mind.

To są pierwsze spektakularne osiągnięcia, które mają wartość demonstratorów. Ich potencjał zastosowań jest olbrzymi. Już wkrótce będą sprawniej zarządzać maszynami i systemami, które pracują na dobrze zdefiniowanych zbiorach danych. Takimi maszynami mogą być np. samoloty, a systemami są np. sieci elektroenergetyczne. Ale lata obserwacji miną, zanim sieciami DNN zostanie powierzone sterowanie maszynami lub systemami działającymi nawet w ściśle zdefiniowanym środowisku danych wejściowych, jeśli skutkiem popełnionego błędu mogła by być śmierć ludzi i poważne straty materialne. Nawet, jeśli długotrwałe testy wykażą, że maszyna

Ale lata obserwacji miną, zanim sieciami DNN zostanie powierzone sterowanie maszynami lub systemami działającymi nawet w ściśle zdefiniowanym środowisku danych wejściowych, jeśli skutkiem popełnionego błędu będzie śmierć ludzi i poważne straty materialne

inteligentna w roli pilota będzie zapewniała większe bezpieczeństwo lotu, to obecny system prawny i problem odpowiedzialności, bardzo długo mogą nie dać możliwości dopuszczenia autonomicznych samolotów z pilotem DNN do eksploatacji. To samo dotyczy systemów. Dla przykładu: DNN powstała w drodze uczenia maszynowego, jako dyspozytor w Krajowej Dyspozycji Mocy (KDM) będzie o rząd wielkości prostsza, niż ta przygotowana dla DeepMind, a

zatem i bardziej niezawodna, niż dyspozytor - człowiek. Jednak obawa o skutki awarii będzie znacznie silniejsza niż korzyści finansowe wynikające ze sprawniejszego zarządzania siecią. Takich projektów można wymyśleć dziesiątki. Problem jest gdzie indziej. Komercjalizacja technologii AI może przyspieszyć dopiero po dopuszczeniu jej do użytku.

Technika i technologia inteligentnych maszyn wykonawczych, przeznaczonych do pracy w środowisku otwartym, nie może być finansowana i tworzona bez zmiany prawa, a więc decyzji politycznych. W wypadku samolotów musiałoby dojść do uzgodnień międzynarodowych o dopuszczeniu takich statków do ruchu. Trudno to sobie nawet wyobrazić. Z tego samego powodu długo nie powstaną warunki wdrożenia rzeczywistych inteligentnych sieci elektroenergetycznych „Smart Grids”, samochodów autonomicznych itd.. Niezależnie od obaw o bezpieczeństwo, niska innowacyjność to cecha całej branży infrastrukturalnej, bo działa w istotnej części w środowisku monopolu naturalnych. Właśnie z tego powodu wdrożenie innowacyjnej cyfryzacji w warstwie

Niska innowacyjność branży infrastrukturalnej to wynik funkcjonowania w ramach monopolu naturalnych

infrastruktury krytycznej jest obciążone ryzykiem politycznym. Niska konkurencyjność segmentu infrastrukturalnego gospodarki powoduje, że tylko najsprawniej i najkompetentniej zarządzane państwa radzą sobie z innowacyjnością w tym obszarze.

Jednocześnie jest wiele przesłanek wskazujących, że światowi liderzy techniki i technologii już od co najmniej 5-10 lat prowadzą cichy

„wyścig” w dziedzinie inteligentnego oprogramowania. Zintegrowana infrastruktura cyfrowa to główne środowisko pracy tego oprogramowania, więc powszechny szerokopasmowy dostęp jest warunkiem koniecznym dla zwiększenia tempa rozwoju i uzyskania korzyści ekonomicznych.

4.3.11 ZASTOSOWANIA INTELIGENTNYCH SIECI

Zwiększenie efektywności eksploatacji i inwestycji w sieciach infrastruktury krytycznej to źródła olbrzymich oszczędności

Wizje powszechnego wykorzystania aplikacji sieciowych do zwiększenia efektywności koncentrują się na sieciach infrastruktury krytycznej. W centrum zainteresowania znajdują się sieci dystrybucji energii elektrycznej (*Smart Grids*), coraz bardziej zintegrowana infrastruktura miejska (*Smart City*) oraz środki i infrastruktura transportu kołowego, lotniczego i morskiego.

Zwiększenie efektywności eksploatacji i inwestycji w sieciach infrastruktury krytycznej to źródła olbrzymich oszczędności. Naturalnie słabe są mechanizmy rynkowe wymagają wsparcia w postaci systemowych decyzji modernizacyjnych. Przykłady takich decyzji omówiono powyżej.

Potencjał ekonomiczny inteligentnych aplikacji wynika z możliwości radykalniej poprawy wykorzystania istniejącej infrastruktury oraz racjonalizacji nowych inwestycji. Powierzenie inteligentnym maszynom zadań zarządzania ruchem i inwestycjami wymaga zbudowania warstw sensorowej i pomiarowej, które będą zbierały informację o stanie sieci on-line. **Jest to możliwe tylko przez integrację tych sieci z sieciami szerokopasmowej komunikacji elektronicznej.** Przykłady inteligentnych aplikacji sieciowych, to systemy inteligentnych liczników energii

elektrycznej (AMI), rozproszone systemy zarządzające zużyciem (DSR) energii elektrycznej w połączeniu z ich produkcją (VPP). IO to zbiór rozwiązań pozwalających na wykorzystanie wielkiego strumienia danych pochodzących z: AMI, OZE, systemów inwentaryzacji architektury sieci on-line, ładowarek samochodów elektrycznych,

Uruchomienie rzeczywistej innowacyjności w segmencie infrastruktury krytycznej wymaga działań normalizacyjnych i regulacyjnych, otwierających te systemy na cyfrowe techniki i technologie oraz nowe modele biznesowe

systemów energetycznych przedsiębiorstw, oprogramowania zarządzającego urządzeniami w nieruchomościach, monitoringu i prognozowania natężenia ruchu w sieciach transportu, planów remontów, systemów scenariuszy szybkiego reagowania i wielu innych. Uruchomienie rzeczywistej innowacyjności w segmencie infrastruktury krytycznej wymaga działań normalizacyjnych i regulacyjnych, otwierających te systemy na cyfrowe techniki i technologie oraz nowe modele biznesowe. W tym obszarze najjaskrawiej widać rozszerzające się nożyce kompetencji pomiędzy krajami wysokorozwiniętymi i rozwiniętymi. Jednocześnie stan innowacyjności wywiera dominujący wpływ na użyteczność inteligentnych urządzeń i oprogramowania, przeznaczonych do pracy w tych sieciach. Ponieważ coraz więcej maszyn i urządzeń to urządzenia inteligentne podłączone do infrastruktury krytycznej, więc blokowanie tego segmentu gospodarki na innowacyjność, to spowolnienie innowacyjności całej gospodarki.

W państwach wysokorozwiniętych istnieje świadomość, że energetyka i infrastruktura techniczna to obecnie obszar najostrzejszej konkurencji inteligentnych technik i technologii. Proces stanowienia prawa ulega przyspieszeniu i racjonalizacji. Wyścig prawny w zakresie regulacji dla *Smart Grids* ruszył już 2010 roku. Od trzech lat trwa spór o kształt rynku cyfrowego, uzupełniony ostatnio o nowe prawo dla motoryzacji autonomicznej.

Wyścig innowacyjny w obszarze sztucznej inteligencji sieciowej rozgrywany jest głównie na płaszczyźnie prawnej, a nie technologicznej

Zdumiewiające jest to, że wyścig innowacyjny w obszarze inteligencji sieciowej rozgrywany jest głównie na płaszczyźnie prawnej, a nie technologicznej.

4.3.12 INFRASTRUKTURA TECHNOLOGII AI

Podstawową warstwą fizyczną infrastruktury społeczeństwa cyfrowego jest gęsta sieć światłowodów pozwalająca na zapewnienie powszechnego dostępu szerokopasmowego poprzez bezprzewodowy dostęp 5 G. Najbardziej efektywną organizację budowy powszechnej sieci 1 Gbps+ cechuje integracja rozwoju sieci światłowodowej z modernizacją i integracją cyfrową systemów zarządzania całą infrastrukturą krytyczną. Czynnikiem determinującym prędkość rozwoju nie jest dostępność kapitału, lecz poziom zaawansowania systemów zarządzania i podejmowania decyzji infrastrukturalnych. W krajach wysokorozwiniętych już wiele lat temu zarzucono tezę o przeinwestowaniu światłowodowym. Od 2010 roku ruszyły programy budowy sieci pełnego pokrycia szerokopasmowego 1Gbps+, prowadzone na dużą skalę m.in. w USA, Japonii i Korei Płd.. Spektakularnym przykładem możliwości horyzontalnej strategii pobudzania rozwoju gospodarczego jest wynik programu budowy pełnego pokrycia dostępem 1Gbps+ w Północnej Dakocie⁸⁵.

Podstawową warstwą fizyczną infrastruktury społeczeństwa cyfrowego jest gęsta sieć światłowodów pozwalająca na zapewnienie powszechnego dostępu szerokopasmowego poprzez bezprzewodowy dostęp 5 G

Kapitał ludzki i wiedza to dwa najważniejsze zasoby ekonomiczne epoki sztucznej inteligencji. Dlatego tak ważną sprawą jest horyzontalne podejście do budowy infrastruktury przemysłu wiedzy,

Kapitał ludzki i wiedza to dwa najważniejsze zasoby ekonomiczne epoki sztucznej inteligencji; budowa infrastruktury przemysłu wiedzy to najtrudniejsze zadanie polityki innowacji

którego ciąg produkcyjny zaczyna się w przedszkolu, a kończyć się będzie dopiero w okresie późnej starości. Przemysł wiedzy składa się z wielu ogniw i powinien być powszechnie dostępny dla wszystkich grup wiekowych. Epoka sztucznej

inteligencji wymaga gruntownego przebudowania programów edukacji i kształcenia ustawicznego, by zwiększyć element identyfikacji i rozwoju predyspozycji naturalnych każdego człowieka. Aspekt pogłębiania zainteresowania wiedzą powinien stać się priorytetem. Profilowanie umiejętności powinno być efektem rozpoznania predyspozycji osobniczych. To jedyna znana obecnie metoda rozbudowy i wzmacniania kapitału ludzkiego.

Budowa infrastruktury przemysłu wiedzy to najtrudniejsze zadanie polityki innowacji.

Kraje, które nie uruchomiły efektywnej edukacji dzieci poniżej 7-go roku życia, ponoszą szczególnie duże straty w kapitale ludzkim, gdyż właśnie w tym wieku w dziecku rodzi się ciekawość świata i ma szczyt chłonności na wiedzę. Trwają poszukiwania metod podnoszenia jakości edukacji w okresie od 3-ich do 8-ich lat, czego przykładem może być popularność edukacji przedszkolnej wg szkoły Marii Montessori. Edukacja rodziców i włączenie ich w aktywny proces edukacyjny od najwcześniejszych lat dziecka może radykalnie ograniczyć wielkość populacji wykluczonych z powodów edukacyjnych. Wiele wskazuje na to, że wieku w dziecięcym najłatwiej jest pobudzić ciekawość, co można przenieść na trwałe zainteresowanie wiedzą, określonymi umiejętnościami, poznaniem oraz pozwoli pełniej zidentyfikować i wykorzystać predyspozycje każdego dziecka.

⁸⁵ National Broadband Map (USA), <http://www.broadbandmap.gov/speed> (dostęp: 04.08.2016)

Rozbudzone we wczesnym etapie edukacji ciekawość powinna być stale pobudzana przez cały okres szkolny, studia i okres aktywności zawodowej. To wymaga zupełnie nowego podejścia do sprawy edukacji i kształcenia. Kształtowanie tego systemu powinno być wspólną troską profesjonalistom, a ich rekomendacje powinny być podstawą decyzji systemowych.

Sukcesy techniki sztucznej inteligencji przyczyniły się do intensyfikacji badania prowadzonych w ramach inżynierii odwrotnej ludzkiego mózgu. Ich wyniki są i będą podstawą kształtowania infrastruktury przemysłu wiedzy jak i sztucznej inteligencji we wszystkich jej przejawach. **Rozwój krajowego programu badań w tym zakresie oraz włączenie się do wielkich programów międzynarodowych, przesądzi o zasobach wiedzy eksperckiej i społecznej, niezbędnych dla właściwego ukształtowanie tej infrastruktury i systemu kształcenia.** Jest wielce prawdopodobnym, że wiele też będących podstawą dzisiejszych systemów edukacyjnych ulegnie przewartościowaniu. Będziemy mieli nowe metody, lepiej przygotowujące dzieci do szybko zmieniających się warunków pracy i życia.

4.3.13 MOŻLIWOŚCI ROZWOJU TECHNOLOGII AI W POLSCE

Potencjał polskiej nauki i przemysłu, jaki można zaangażować do badań, rozwoju, wdrożeń w infrastrukturę inteligentnych maszyn i systemów jest bardzo duży. Jego uruchomienie wymagałoby horyzontalnego systemu koordynacji działań inwestycyjnych, innowacyjnych, wdrożeniowych i badawczo-rozwojowych. Ciągłość kompetencyjna, od nauki przez innowacje do przemysłu i infrastruktury, zapewni efektywność i spójność polityki innowacji i budowy specjalizacji cyfrowej w Polsce.

Ciągłość kompetencyjna od nauki przez innowacje do przemysłu i infrastruktury, zapewni efektywność i spójność polityki innowacji i budowy specjalizacji cyfrowej w Polsce

Budowa infrastruktury światłowodowej nie musi być najkosztowniejszym elementem polityki innowacyjnej cyfryzacji. Mamy możliwości, potrzebę i potencjał gospodarczy do pokrycia Polski siecią światłowodową „przy okazji”. Najbardziej racjonalnym byłoby wprowadzenie w życie programu obowiązkowego wyposażenia w światłowody wszystkich dróg, wodociągów, kanalizacji i linii energetycznych do poziomu transformatora niskiego napięcia. W odniesieniu do linii elektrycznych program ten mógłby zakładać budowę np. 25 tys. km światłowodów rocznie. Powinno się to dzieć w trakcie budowy, modernizacji i remontów dróg (mamy około 415 tys. km), linii energetycznych (mamy 296 tys. km napowietrznych i około. 235 tys. km kablowych)⁸⁶. Część infrastruktury technicznej już jest wyposażona w światłowody. Zrobiona już inwentaryzacja, może być punktem wyjścia do oszacowanie kosztów budowy infrastruktury cyfrowej i wdrożenia dziesięcioletniego programu budowy światłowodów, wspartego systemem ich dzierżawy i utrzymania. Taki program powinien być spójny z innymi o podobnym profilu, aby uniknąć ponoszenia podwójnych kosztów. Infrastruktura ta powinna być udostępniana szybko operatorom sieci mobilnych.

Równolegle można skonsolidować zasoby potrzebne na stworzenie centrum kompetencji technicznych i technologicznych. W jego skład można włączyć instytuty przemysłowe i parki technologiczne zainteresowane wejściem w program rozwoju inteligentnych maszyn. Na wzór amerykańskich programów strategicznych, można opracować wieloletni program cyfrowych zamówień publicznych. Pozwolą one firmom i instytutom przygotować się do przetargów na wykonanie zadań. Jesteśmy w stanie takie programy wdrożyć i sfinansować.

⁸⁶ Raport PTPiREE (2015)

4.3.14 INNOWACYJNOŚĆ CYFROWA W POLSCE

Przemysł cyfrowy to najnowocześniejsza gałąź gospodarki Polski. Wytwarza ok. 8% PKB⁸⁷. KIGEiT scharakteryzowała jego stan i potencjał w studium wykonalności programu sektorowego budowy polskiej specjalizacji przemysłowej IUSER.

Poziom innowacyjności polskiego przemysłu cyfrowego jest na podobnym poziomie, jak w innych krajach UE. Dostęp do rynków zbytu UE sprzyja podążaniu za głównym nurtem rozwoju technicznego i technologicznego krajów wysokorozwiniętych. Zdaniem autorów opracowania, rozwój innowacyjności gospodarki hamowany jest głównie brakiem popytu wewnętrznego na najbardziej innowacyjne rozwiązania. To powoduje, że w obszarze istotnych innowacji jesteśmy najczęściej klientem, a nie partnerem. Opinie takie dominują w procesie konsultacji prowadzonych w ramach zespołu ds. Transformacji Przemysłowej przy MR.

Rozwój innowacyjności hamowany jest głównie brakiem popytu wewnętrznego na najbardziej innowacyjne rozwiązania; to powoduje, że w obszarze istotnych innowacji jesteśmy najczęściej klientem a nie partnerem

Najważniejszym **warunkiem wzrostu innowacyjności cyfrowej jest podniesienie poziomu edukacji powszechnej i kształcenia ustawicznego**. Przemysł cyfrowy zaczyna odczuwać skutki zaniedbań w systemie kształcenia i w inwestycjach światłowodowych. Brakuje kadry w zawodach wiedzy, przy prawie 10%ym poziomie bezrobocia.

Widać na horyzoncie dwa poważne zagrożenia. Obserwujemy⁸⁸ pogarszający się poziom edukacji i kształcenia oraz rosnące zapóźnienie w zakresie infrastruktury światłowodowej. W Polsce zaczyna działać mechanizm ujemnego sprzężenia zwrotnego. Spadek kompetencji powoduje niezdolność do podejmowania decyzji, które mogłyby te kompetencje podnieść. Dobrą ilustracją tego zjawiska jest widoczne strategicznej wagi projektu doprowadzenia światłowodu do każdej szkoły. **Wykonujemy kalkulacje kosztów, ale mamy trudność z kalkulacją korzyści⁸⁹**, bo już brakuje wiedzy o prognozach rozwoju technik cyfrowych. To skutek braków w systemie kształcenia ustawicznego w zakresie prognozowania.

Szybkie wdrożenie programu 1Gbps+ dla każdej szkoły, to fundament edukacyjny rozwoju techniki i technologii, infrastruktury i oprogramowania. Efekty tego programu będziemy odczuwać już w roku 10 lat od wdrożenia.

Prognozy raportu Gartnera⁹⁰ przewidują 75 lat intensywnego rozwoju inteligentnych maszyn. **Ze względu na znaczenie zintegrowanej cyfrowo infrastruktury technicznej, jako środowiska rozwoju inteligentnego oprogramowania, nieunikniony jest wzrost roli Państwa w kształtowaniu rozwoju gospodarczego.**

W obecnych systemach zarządzania państwem, o polityce redystrybucji wartości dodanej decyduje system podatkowy, przemysł wiedzy i narodowy system innowacji. Trudność wskazania nawet przybliżonego harmonogramu rozwoju wynika z dominacji polityki nad techniką. O rozwoju w epoce cyfrowej w większym niż dotychczas stopniu decydowała polityka innowacji, co bardzo dobrze widać, porównując rozwój rynku cyfrowego w USA i UE. W epoce sztucznej inteligencji rola Państwa nadal będzie rosła. Z tego samego powodu, po okresie zmniejszania dystansu technicznego

⁸⁷ PAIIZ, „Electronics sector in Poland”, 2015, http://www.paiz.gov.pl/files/?id_plik=26197 (dostępny: 04.08.2016)

⁸⁸ Jest to zjawisko, które dostrzegają zarówno autorzy jak i recenzenci niniejszego opracowania.

⁸⁹ W opracowaniach, które autorzy analizowali nie natrafili na analizy korzyści. Bardzo dokładnie były zaś opisane koszty.

⁹⁰ Cearley David W., Burke Brian, Walker Mike J., „Top 10 Strategic Technology Trends for 2016”, Gartner Report, luty 2016, <https://www.gartner.com/doc/3231617/top--strategic-technology-trends> (dostęp: 04.08.2016).

i technologicznego pomiędzy krajami wysokorozwiniętymi i rozwiniętymi dystans ten ponownie zaczął wzrastać.

Skupimy się zatem na założeniu, że **Polska nie będzie już rezygnować z kolejnych szans rozwojowych, pod presją bieżących potrzeb**. Podstawą do takiego założenia jest nadzieja, że cele Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju będą realizowane. **Jest ona odrzuceniem tyleż absurdalnej, co obowiązującej tezy, przekładającej się na całą pragmatykę polityki gospodarczej, że „nie stać nas na innowacyjność”**.

Niniejsze opracowanie przyjmuje, że na fali rozwoju inteligentnego oprogramowania, możemy zrealizować plan wzrostu PKB do 2030 roku, tworząc mocne fundamenty pod usadwienie się w gronie państw - liderów technicznych i technologicznych w zakresie IO i sztucznej inteligencji, która po 2050 roku zdominuje całkowicie cały rozwój technologiczny i naukowy.

Warunkiem koniecznym jest spójność i synchronizacja działań w zakresie:

- budowy szybkiego, kompetentnego, elastycznego i proinnowacyjnego prawa, zarówno na etapach stanowienia jak i egzekwowania;
- budowy zintegrowanej infrastruktury technicznej rozwijanej i zarządzanej przez AI,
- budowy przemysłu wiedzy.

4.3.15 RAMY PRAWNO-ORGANIZACYJNE

Przyjmując, że w nieodległej przyszłości będziemy dysponować platformą sprzętową do powszechnej implementacji inteligentnego oprogramowania, powstaje pytanie: gdzie może być zastosowana? Odpowiedź jest trywialna – wszędzie. Praktycznie w każdym urzędzeniu, które używamy lub obsługujemy, każda usługa, którą świadczymy lub jest nam świadczona, wcześniej czy później może być zrealizowana przez inteligentne oprogramowanie. Dlatego warto już dziś pracować nad sposobami otwierania przestrzeni gospodarczej dla tego typu maszyn. Powinniśmy zacząć prognozować najbardziej korzystne sposoby implementacji w gospodarce.

Podstawowym problemem systemowym jest rosnące niedopasowanie technologiczne i organizacyjne pomiędzy obecną organizacją państwa, a wymaganiami wynikającymi z „cyfryzacji”. Zaczynając od edukacji przez szkolnictwo po prawo, modele biznesowe itd. – nic nie pasuje do możliwości epoki cyfrowej i sztucznej inteligencji. Dlatego nie jest żadną przesadą teza, że rozwój cyfrowych technik i technologii potrzebuje cyfrowego państwa. Przy każdym kontakcie techniki cyfrowej z instytucjami/organizacjami państwa, widzimy ich niedopasowanie do rzeczywistości. Ustawa o podpisie elektronicznym skończyła już piętnaście lat, a sam podpis jest nadal rzadkością. To jeden z setek przykładów, gdzie brak kompetencji „papierowego” państwa jest źródłem antyinnovacyjnej stagnacji. Niemoc państwa prawa opartego na papierze, hierarchicznej strukturze organizacji i zarządzania nie przystaje do sieciowej, zintegrowanej wielopoziomowo, rzeczywistości cyfrowej. Zaczniemy zatem od prawa.

Brak kompetencji „papierowego” państwa jest źródłem antyinnovacyjnej stagnacji

Jeśli pogodzimy się ze stwierdzeniem, że system stanowienia prawa z założenia nie może nadążyć za szybko zmieniającą się rzeczywistością, to może się to skończyć całkowitym oderwaniem się prawa od rzeczywistości gospodarczej. Można i trzeba przyjąć odwrotne założenie. Wtedy można rozpocząć dyskusję nad taką zmianą systemu stanowienia prawa, by nie hamowało rozwoju. Przyjmując, że państwo działa w oparciu o prawo, należy zacząć od cyfryzacji prawa.

Technologia DNN i technika cyfrowa są na takim poziomie rozwoju, że można otworzyć projekt LexNet (asystenta RCL), którego **celem może być uruchomienie cyfrowego systemu projektowania prawa**.

Wizja takiego systemu koncepcyjnie jest prosta. Każdy organ uprawniony do stanowienia prawa nie pisze projektu regulacji, tylko kieruje do systemu opis potrzeby regulacji, to znaczy zgłasza opis problemu do rozwiązania. RCL wspomagany przez LexNet przetwarza to na akt prawny realizujący założenia regulacyjne i daje do zatwierdzenia stosownemu organowi. Projekt regulacji zaproponowany przez RCL powstaje „natychmiast” i jest z założenia spójny z całym obowiązującym systemem prawnym. Od razu generuje pełen zestaw poprawek we wszystkich innych aktach prawnych. LexNet staje się narzędziem pracy RCL, uwalnia zasoby administracji i kieruje ich potencjał na badanie potrzeb obywateli i zbieranie propozycji poprawy prawa. Każdy obywatel ma możliwość zwrócenia się do RCL (LexNetu) z pytaniem o zgodność danej czynności z obowiązującym prawem. To samo dotyczy sądów. Zatem LexNet staje się agentem usprawniającym pracę sędziów, prokuratorów, adwokatów, postów, urzędników i świadczy usługi dla obywateli.

Praca wstępna to budowa modelu procesowego prawa, który pozwoliłby na maszynową identyfikację niespójności. Rozpoczęcie prac nad założeniami systemu LexNet należałoby też poprzedzić zmianą prawa w taki sposób, by prawo do wnoszenia poprawek było realizowane jako prawo do zgłoszenia zmiany określonego założenia ustawowego. Na tej podstawie każda poprawka byłaby zleceniem dla RCL, które opracowywałoby poprawiony projekt ustawy. W ten sposób Sejm przyjmowałby lub odrzucał całe ustawy ze świadomością, że opracowana ustawa byłaby spójna i wykonalna w świetle obowiązującego prawa. **Nie jest to nic specjalnie rewolucyjnego**. Podobny system obowiązuje w UE przy stanowieniu dyrektyw. Komisja Europejska je przygotowuje, a Parlament albo przyjmuje albo odrzuca w całości ze wskazaniem przyczyny odrzucenia.

Opracowanie i wdrożenie LexNetu, klasycznej aplikacji typu Big Data, służącej do klasyfikacji i uporządkowania - w tym przypadku przepisów prawa - jest wykonalne i bardzo opłacalne. W sprzyjających warunkach jego opracowanie i wdrożenie - przy obecnym potencjale gospodarczym Polski - zajęłoby około 10 lat. **Jednak z przyczyn pozamerytorycznych - trudno wykonalne**.

Przyspieszenie i usprawnienie procesu stanowienia prawa to punkt wyjścia. Drugim zadaniem innowacyjnej techniki cyfrowej mogłoby być np. ustanowienie systemu GUS-online. To kolejny system zbierania i przetwarzania danych typu Big Data, który stworzyłby model - wirtualną rzeczywistość gospodarki, w której można by uczyć oprogramowanie DNN, wykorzystywane później do projektowania i podejmowania decyzji politycznych służących wzrostowi innowacyjności. To zadanie na pokolenie, które należy rozpocząć już dzisiaj od integracji danych.

Przyspieszenie i usprawnienie procesu stanowienia prawa to punkt wyjścia

W epoce inteligentnych maszyn budowa państwa cyfrowego to budowa i integracja maszyn inteligentnych do świadczenia usług i wspomagania wszystkich procesów zarządzania w administracji centralnej i samorządowej. To uważne śledzenie cyfrowych modeli biznesowych⁹¹ i wprowadzenie regulacji stymulujących rozwój innowacji cyfrowych podnoszących produktywność i komfort życia.

Budowa państwa cyfrowego to budowa i integracja maszyn inteligentnych do świadczenia usług i wspomagania wszystkich procesów zarządzania w administracji centralnej i samorządowej

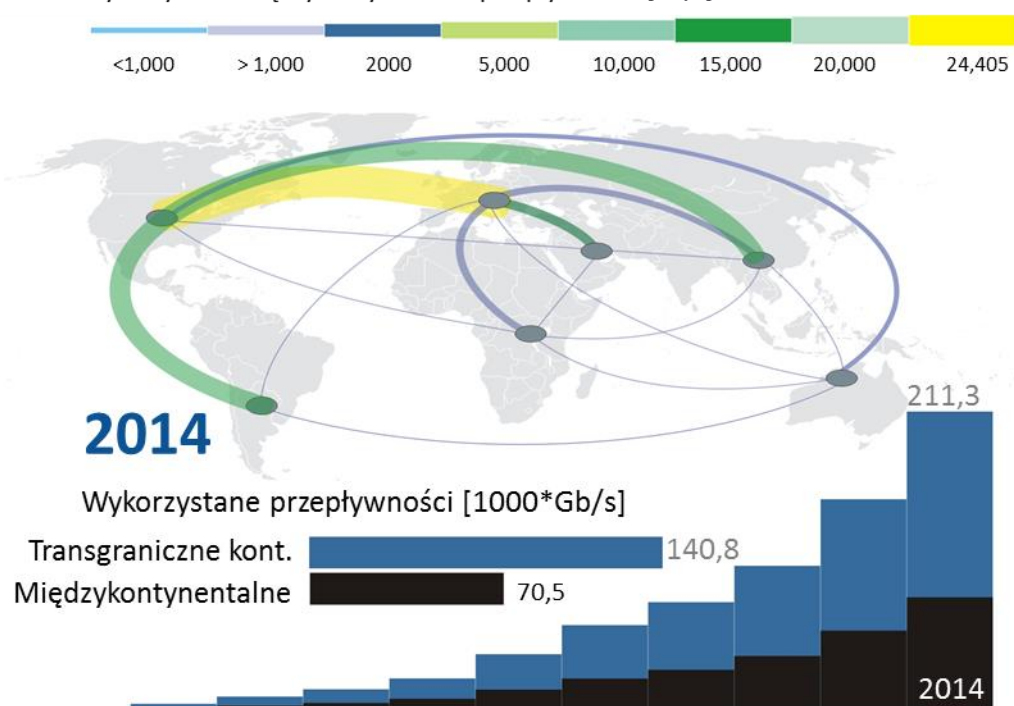
⁹¹ MAiC, „Modele biznesowe w Internecie. Rozwój przedsiębiorczości internetowej w Polsce a polityka regulacyjna”, czerwiec 2012. <https://mc.gov.pl/files/wp-content/uploads/2012/07/modele-biznesowe.pdf> (dostęp: 04.08.2016).

5 GLOBALIZACJA, CYFRYZACJA I INNOWACYJNOŚĆ

Globalizacja, jako proces intensyfikacji wymiany, towarów usług i idei, to długotrwały proces stymulowany rozwojem środków komunikacji. Zajmiemy się ostatnim okresem, w którym pojawienie się cyfrowej komunikacji elektronicznej doprowadziło do tak silnej integracji państw i społeczeństw, w warstwach gospodarczej i kulturalnej, że zaczęły zanikać niektóre właściwości i funkcje państwa. Wzrost współzależności zwiększył znaczenie związków i organizacji międzynarodowych oraz wielkich korporacji.

Globalne światowe średnie przepustowości

Wykorzystane międzykontynentalne przepływności [Gb/s]



Rysunek 8 Dynamika wzrostu pasma transgranicznych przepływów danych w dekadzie 2005-2014⁹²

Cyfryzacja stworzyła zintegrowaną infrastrukturę teleinformatyczną, finansową i komunikacyjną, dzięki której każde, nawet bardzo małe przedsiębiorstwo, ma potencjalną możliwość prowadzenia działalności gospodarczej w całym świecie. Globalizacja komunikacji cyfrowej w połączeniu z ograniczeniem barier na granicach państw, uruchomiły możliwości optymalizacji kosztów produkcji i dostaw towarów. Łącząc gospodarki krajowe - zwiększyła konkurencję, co wpłynęło na wzrost znaczenia innowacyjności. W sensie operacyjnym Internet stworzył możliwość ustanowienia relacji handlowych służących wymianie towarowej pomiędzy dowolnymi dwoma podmiotami gospodarczymi świata po minimalnych kosztach, sprowadzających się do kosztów przewozu tych towarów. Spowodowało to lawinowy wzrost wymiany o dynamice szybszej niż wzrost PKB, aż do światowego kryzysu 2008 roku. Po kryzysie nie nastąpiło jednak ponowne przyspieszenie. Obecne przepływy międzynarodowe wykazują podobną dynamikę, jak wzrost PKB. To zjawisko nasycenia

⁹² McKinsey Global Institute, „Digital globalization: The new era of global flows”, luty 2016, <http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Digital%20Globalization%20The%20new%20era%20of%20global%20flows/MGI-Digital-globalization-Full-report.ashx> (dostęp: 04.08.2016).

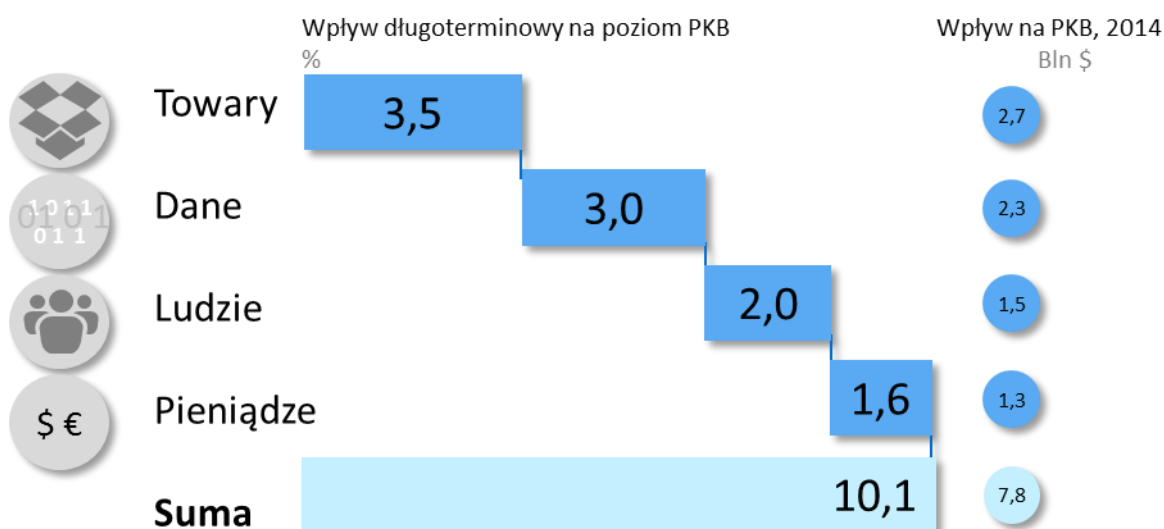
nie dotyczy handlu internetowego, zwłaszcza towarami wirtualnymi. Po roku 2008 obserwujemy szybki wzrost obrotów.

Wiek XXI to początek szybkiego wzrostu globalnego handlu internetowego towarami i usługami gospodarki cyfrowej. Rynek usług cyfrowych spowodował przyspieszony rozwój i wzrost efektywności wykorzystania infrastruktury usług: turystycznych, hotelarskich, komunikacyjnych, transportowych i kulturalnych itp. Jednak nieporównywalnie szybciej rozwijał się rynek cyfrowy w segmencie produktów dostarczanych drogą cyfrową. Skalę wpływu cyfryzacji na gospodarkę światową, najlepiej charakteryzuje skala i dynamika wymiany danych cyfrowych pomiędzy USA i UE.

Podstawą infrastrukturalną globalnego rynku cyfrowego są sieci szerokopasmowe. W ciągu dekady (2005-2014) pasmo połączeń transgranicznych wzrosło 45 razy (od 4,7Tbps do 211,3Tbps). Już rozpoczęte inwestycje pozwolą w ciągu pięciu lat zwiększyć pasmo przepustowe ok. 9 razy.

Światowy wzrost PKB w roku 2015, w wyniku wzrostu przepływu danych cyfrowych, wyniósł 2,8 bln \$. Według modelu ekonometrycznego McKinsey’a, udział międzynarodowej wymiany towarów i usług w tworzeniu PKB wynosi 10,1% [Rysunek 9]. Wolno rosną już obroty towarowe, ale szybko rośnie wymiana cyfrowa. W roku 2016 przekroczy już poziom 2,8 bln \$, co oznacza, że będzie najważniejszym źródłem wzrostu PKB pochodzącym z przepływów transgranicznych.

Globalne przepływy są źródłem ok. 10% globalnego PKB



Rysunek 9 Struktura przepływów transgranicznych⁹³

Wbrew prognozom i ocenom konserwatywnych ekonomistów, globalizacja nie zwalnia, tylko przyspiesza⁹⁴. Zauważenie tego zjawiska wymaga poszerzenia spektrum analizowanych przepływów. Kierunek zmiany jest oczywisty – będzie rósł gwałtownie wolumen obrotów danymi. Wejście sztucznej inteligencji przyspiesza wzrost produktywności technologii tak szybko, że różnice w kosztach pracy pomiędzy różnymi regionami mogą stracić swą wagę. Większe znaczenie będą

⁹³ McKinsey Global Institute, „Digital globalization: The new era of global flows”, luty 2016, <http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Digital%20globalization%20The%20new%20era%20of%20global%20flows/MGI-Digital-globalization-Full-report.ashx> (dostęp: 04.08.2016).

⁹⁴ Grosse Tomasz, „Globalizacja gospodarcza i jej implikacje dla Polski”, <http://ekonomia.wne.uw.edu.pl/ekonomia/getFile/493> (dostęp: 04.08.2016).

miały koszty transportu i czas dostawy. To czynniki przyczyniające się do powrotu produkcji zrobotyzowanej na obszary krajów wysokorozwiniętych. Nie spowoduje to wzrostu zatrudnienia w produkcji, natomiast zwiększy udział przemysłu wiedzy w tworzeniu innowacji.

Skala oddziaływania globalnej gospodarki cyfrowej na gospodarkę USA i UE została omówiona przez J.R. Nicholson (Economist Office of the Chief Economist U.S. Department of Commerce) podczas „UNCTAD/WTO/UPU Measuring E-Commerce Day” w dniu 22 kwietnia 2016 roku⁹⁵. Wnioski z analiz i zestawień opracowanych przez J.R. Nicholson:

- w roku 2014 wartość **eksportu cyfrowego** USA, mającego postać transmisji danych wyniosła 399,7 mld \$, natomiast **importu cyfrowego** wyniosła 240,8 mld \$,
- w roku 2011 usługi dostarczone cyfrowo przez firmy amerykańskie zlokalizowane w UE miały wartość 312 mld \$, natomiast firmy UE zlokalizowane w USA dostarczyły cyfrowo usługi o wartości 215 mld \$⁹⁶.

Natomiast według danych Cenzus w roku 2015⁹⁷ wymiana towarowa pomiędzy USA kształtowała się następująco:

- **eksport towarów** z USA do UE wyniósł 271,98 mld \$,
- **import towarów** z UE do USA wyniósł 427, 56 mld \$.

Stąd płyną dwa wnioski:

- skala **obrotów cyfrowych** zbliża się już powoli do skali **obrotów towarowych**.
- wzrost obrotów cyfrowych wpływa dodatnio na bilans handlowy USA w handlu z UE w wymianie towarowej.

Powyższe fakty pozwalają na postawienie następujących tez:

- cyfryzacja wyczerpała proste rezerwy możliwości przyspieszenia wzrostu światowego PKB, tkwiące w optymalizacji kosztów w ramach globalizacji,
- globalizacja produkcji towarów i usług osiągnęła stan optymalny i będzie podążać za cyfryzacją.

Zatem pojęcie „globalizacja przez cyfryzację” nabrało nowego znaczenia, zarówno ze względu na dynamikę zmian jak i skalę obrotów. Jest to naturalny skutek zaniku możliwości kreacji wartości dodanej na poziomie produkcji. Internetowe boty sprzedażowe powodują również zanik wartości dodanej na etapie sprzedaży.

Połączenie w całość informacji o trendach rozwojowych gospodarki, techniki i technologii, prowadzi do wniosku, że globalna konkurencja przenosi się w obszar innowacji.

Źródłem wzrostu zatrudnienia będzie ustanowienie bardziej bezpośrednich związków pomiędzy ośrodkami badawczo-rozwojowymi, biurami konstrukcyjnymi a zakładami produkcyjnymi, co jest niezbędnym dla rozwoju inteligencji robotów produkcyjnych.

⁹⁵ Nicholson Jessica R., „Measuring the Economic Value of Cross-Border Data Flows”, kwiecień 2016, http://unctad.org/meetings/en/Presentation/dtl_eweek2016_JNicholson_en.pdf (dostęp: 04.08.2016).

⁹⁶ Meltzer J., Brookings Institute. „The Importance of the Internet and Transatlantic Data Flows for U.S. and EU Trade and Investment”. <http://www.brookings.edu/research/papers/2014/10/internet-transatlantic-data-flows-meltzer> (dostęp: 23.08.2016).

⁹⁷ <https://www.census.gov/foreign-trade/balance/c0003.html>

5.1.1 PROBLEMY PRAWNE I PODATKOWE W DOBIE GLOBALIZACJI

Systemy prawno-podatkowe są nieprzystosowane do zarządzania gospodarką, w której wartość dodana w przedsiębiorstwie powstaje głównie na etapie B+R, co powoduje, że ekonomia cyfrowa

Obecne prawo nie przewiduje, że wynalazki i utwory będą powstawać w wyniku działalności inteligentnych maszyn

staje się ekonomią obrotu innowacjami. W szczególności, obecne prawo nie przewiduje, że wynalazki i utwory będą powstawać w wyniku działalności inteligentnych maszyn.

Obroty cyfrowe to również sprzedaż różnego rodzaju licencji. Fundamentem prawnym obrotu są prawa patentowe, autorskie i własności przemysłowej. Z przyczyn omówionych w rozdziale [5], powstaje coraz poważniejszy problem związany z niekorzystnym i nieopodatkowanym przepływem wartości dodanej powstającej w przemyśle wiedzy. Należy przyjąć, że coraz więcej krajów będzie kwestionowało legalność opłat z tytułu wynalazków powstałych na drodze maszynowej⁹⁸. Istotą sporu jest definicja i rozumienie pojęć wynalazku i utworu, i ich znaczenie w systemie prawnym chroniącym prawa majątkowe z tytułu własności patentu, praw autorskich lub praw własności przemysłowej (marka, know-how, wzór użytkowy).

Cały obecny system ochrony wartości niematerialnych i prawnych oparty jest na następujących zasadach merytorycznych:

- 1) są zabezpieczeniem odpowiedniej stopy zwrotu z inwestycji w B+R,
- 2) ich źródłem jest kreatywność ludzkiej inteligencji.

W praktyce pierwsze założenie jest co najmniej wątpliwe, natomiast drugie może być coraz częściej kwestionowane u podstaw, w kontekście wzrostu liczby wynalazków wykonanych na drodze maszynowej. Problem już ma wymiar praktyczny. Oto przykład.

Firmy farmaceutyczna A przy pomocy inteligentnego robota opracowuje nowy lek i patentuje go. W firmie farmaceutycznej B analogiczny lek powstał w wyniku prac człowieka i został również opatentowany. Czy firma A ma prawa patentowe, jeśli zgłosiła patent bez faktycznego twórcy? Czy jest właściwym, by miano twórcy patentu miał laborant, którego rola przy opracowaniu leku będzie się sprowadzać do włączenia maszyny i załadowania jej odpowiednimi odczynnikami, do badań, które będzie realizować moduł sztucznej inteligencji - sztucznego naukowca chemika?

Opisany dylemat będzie stanowił coraz większy problem we wszystkich obszarach kreatywności, zarezerwowanych obecnie dla ludzi - również w prawie polskim.

W pracach nad reformą prawa autorskiego i porozumień o obrocie międzynarodowym wartościami niematerialnymi i prawnymi, należy rozstrzygnąć powyższe dylematy. To również wymaga innowacyjności od prawników. Jak rozwiązać problem tantiem dla kompozytora, którego aktywność sprowadza się do codziennego odsłuchu kompozycji stworzonych przez robota? Jak powinien być traktowany patent, który powstał w wyniku pracy maszyny?

Obecne systemy prawne ochrony IPR to wytwór epoki przemysłowej niepasujące do epoki sztucznej inteligencji. Co więcej, systemy te są fundamentalnie różne w różnych krajach. W kulturze anglosaskiej jest przede wszystkim prawo majątkowe, więc źródło własności niematerialnej i prawnej ma drugorzędne znaczenie. Wynalazcą lub twórcą właściwie może być maszyna. Ma to kluczowe znaczenie w prowadzonych przez UE negocjacjach na temat zasad funkcjonowania ochrony IPR.

⁹⁸ Stiglitz, Joseph E. The Great Divide Unequal Societies and What We Can Do About Them., W.W. Norton and Com.inc., New York, 2015

W prawie niemieckim - prawa, zarówno majątkowe jak i osobiste, są ściśle związane z twórcą. Zatem niemieckie prawo nie przewiduje zabezpieczania wynalazków bez wskazania twórcy – osoby fizycznej. W Polsce każdy utwór musi być wynikiem pracy człowieka – twórcy. Trudno nam zatem o roszczenia w sytuacji, w której przedmiotem ochrony w EOG są prawa ochrony twórczości maszyn.

Z powyższych rozważań wynika, że nadchodzi także okazja do wprowadzenia bardziej sprawiedliwych zasad rozliczeń międzynarodowych z tytułu praw autorskich, patentów oraz transferu wartości dodanej związanej ze zjawiskiem drenażu mózgow i przejmowaniem wyników prac B+R, finansowanych ze środków publicznych i komercjalizowanych z pominięciem wkładu sektora publicznego w opracowaną innowację. Problemy, z którymi musimy się zmierzyć, to:

- 1) nowy sposób zdefiniowania utworu o charakterze treści kulturalnych,
- 2) reforma prawa patentowego i własności przemysłowej,
- 3) zdefiniowanie praw z tytułu twórczości inteligentnych maszyn,
- 4) Rozpatrzenie praw z tytułu twórczości ze wspomaganiami publicznymi⁹⁹ (problem analogiczny do dopingiu).

Wskazane mechanizmy techniczne i prawne ułatwiające nieopodatkowany lub niekorzystny transfer wartości dodanej, dotyczą zarówno transferów wewnątrz kraju, (np. pozwalającą na niekontrolowaną kapitalizację wartości niematerialnych przedsiębiorstw powstających za pieniądze publiczne) oraz w obrocie transgranicznym. W obrocie wewnętrznym zjawiska te mogą być źródłem wzrostu nierówności społecznych, a w obrocie między narodowym wpływać na PKB.

W wypadku obrotów międzynarodowych zachętą do tego typu transferów jest **nierówność systemów podatkowych i długofalowe gry kursami walut**. Manipulacja kursami walut to jeden z mechanizmów przejmowania zwiększonej części wartości dodanej. Unifikacja podatków przyczynia się do ograniczania możliwości optymalizacji podatkowych. Ujednoliceniem regulacji obrotu gospodarczego zainteresowane są wszystkie kraje budujące długofalowe mechanizmy wzrostu gospodarczego, bo równowaga daje pewność obrotu i uruchamia wyższe zainteresowanie współpracą w zakresie innowacyjności. Efektywny udział w międzynarodowym podziale pracy wymaga przededefiniowania strategicznych interesów politycznych i gospodarczych w kraju i w relacjach międzynarodowych (swobodny przepływ towarów usług, kapitału i ludzi IPR, energetyka, transport, normalizacja sieci itd.). To zmieni zarówno priorytety rozwoju jak i kierunki inwestycji publicznych.

5.1.2 PRZYSTOSOWANIE GOSPODARKI DO GLOBALIZACJI

Globalizacja jest trwałym elementem rozwoju przemysłowego i technologicznego gospodarki. Ulega cyfryzacji, tak jak gospodarki krajowe, nasila się i będzie jeszcze bardziej istotna przy przejściu do epoki gospodarki wiedzy.

Jest szereg opinii i ocen na temat wad i zalet globalizacji. Poziom afirmacji i krytyki jest zależny od interesów lub poglądów. Przedstawiciele korporacji i instytucji finansowych widzą więcej zalet niż wad, wskazując na mechanizmy przyspieszające rozwój gospodarczy i innowacyjność. Przeciwnicy globalizacji wskazują, że przyczynia się do wzrostu nierówności społecznych, rosnącej władzy wielkich korporacji, które mogą decydować o losach całych państw i regionów. Zauważa się też zjawisko eksportu zagrożeń ekologicznych do krajów biedniejszych.

Pragniemy zwrócić uwagę na inny aspekt. Globalizacja zmieni oblicze przy przechodzeniu do gospodarki wiedzy. W ciągu kilku lat pojawią się nowe wyzwania, szanse i zagrożenia, a te, które koncentrują naszą uwagę dzisiaj, mogą tracić znaczenie. Analiza zjawisk globalnych pozwoli w takich

⁹⁹ Głównie prac B+R finansowanych ze środków publicznych

krajach jak Polska reagować z pewnym wyprzedzeniem. Szczególną uwagę trzeba zwrócić na fakt, że globalizacja gospodarki wiedzy wymusi zmianę struktury zarządzania na jeszcze bardziej rozproszoną i sieciową. Największe korzyści z nadchodzących zmian odniosą te kraje, które szybciej dostosują się do nadchodzących zmian. Postulujemy wdrożenie strategii dostosowawczej, to znaczy afirmację zmian globalnych i taką zmianę regulacji wewnętrznych, aby z tych zmian odnieść korzyści.

Wraz z ustanowieniem ponadnarodowych rynków cyfrowych, coraz większe znaczenie ma budowa narzędzi cyfrowego zarządzania wymianą dóbr i usług. Przykładem innowacyjnego myślenia w skali globalnej mogłaby być praca nad korzystnym włączeniu prawnym złotego w walutę cyfrową lub wręcz integracji złotego w taką walutę. Jest oczywiste, że waluty cyfrowe są zagrożeniem dla walut międzynarodowych będących podstawą rozliczeń międzynarodowych. Ustanowienie waluty cyfrowej, generowanej globalnie pod kontrolą cyfrowego systemu statystycznego opartego o zasady matematyczne, niezależne od bieżącej polityki, może dać krajom średniej wielkości możliwość uodpornienia się na skutki manipulacji walutowych dokonywanych za pośrednictwem banków centralnych.

Jeśli rozwój sztucznej inteligencji będzie tak dynamiczny, jak w ciągu ostatnich kilku lat, to nastąpi przyspieszenie obrotu cyfrowego i spadek przepływów fizycznych towarów. W związku z dalszym przyspieszaniem zjawisk gospodarczych, być może będzie rosła również i zmienność. To rodzi potrzebę stałej analizy spójności inwestycji w warstwy transportowe, towarowe i wirtualne, a więc wpływu transmisji danych na usługi przebiegające z natury rzeczy wolniej - np. na usługi transportu morskiego. Negatywny wpływ robotyzacji na skalę przewozów wyrobów końcowych jest wielce prawdopodobny. W związku powyższym, prawdziwa może być prognoza, że stabilność gospodarek lokalnych w coraz większym stopniu będzie zależeć od wahań rynku globalnego. W uzasadnieniu tej prognozy podkreślamy, że z przyczyn technologicznych wzrost obrotów cyfrowych może i będzie miał znacznie większą podatność na wahania, niż gospodarka obrotów towarowych.

Globalizacja to również globalna współpraca naukowa. **W tym kontekście postulujemy maksymalne wsparcie dla polskich ośrodków naukowych i B+R+I zainteresowanych zaangażowaniem się w rozwój technologii inteligentnego oprogramowania i odpowiednich platform elektronicznych (sensory, układy scalone elektroniczne), jako głównego kierunku rozwoju techniki¹⁰⁰.**

5.2 WNIOSKI

Dopasowywanie prawa krajowego do kształtu relacji globalnych istotnie przyczynia się do wzrostu PKB.

Największe korzyści z globalizacji odniosły kraje najbardziej innowacyjne.

Cyfryzacja przedefiniuje znaczenie ekonomii skali. Prawdopodobnie w dłuższym okresie czasu produkcja stanie się ponownie bardziej lokalna, natomiast obrót wartościami materialnymi będzie bardziej globalny.

Kompetencje w zakresie wytwarzania wartości niematerialnych będą w coraz większym stopniu wpływały na zdolność do generowania wartości dodanej w przedsiębiorstwach, a eksport IPR będzie podstawowym źródłem wartości dodanej w obrocie międzynarodowym.

¹⁰⁰ Piotr Grabiec. Międzynarodowy Program Badawczy, Fundacja Staszica dla gospodarki opartej o ICT “STRICT”

6 ROLA PAŃSTWA W PROCESIE WZROSTU INNOWACYJNOŚCI

Wraz z rozwojem cyfryzacji, stale rosła rola państwa w rozwoju innowacyjności. Polegała ona głównie na:

- 1) zwiększaniu finansowania nauki,
- 2) zwiększaniu finansowania B+R+I.

Potrzebne jest również przyjęcie odpowiedzialności za spójną interdyscyplinarną, międzyresortową politykę. Przeprowadzenie dyskusji społecznej, zbudowanie wizji, wytyczenie priorytetów, określenia kamieni milowych, przeznaczenie środków, zdobycie poparcia społecznego i środowiskowego to zadania Państwa.

Wskazane wcześniej wady obecnego narodowego systemu innowacji to:

- 1) inercja decyzji,
- 2) unikanie projektów o dużym ładunku innowacyjności,
- 3) proceduralny system podejmowania decyzji,
- 4) niezdolność do koncentracji na priorytetach.

Badania nad innowacyjnością, jej naturą, obszarem wpływów pośrednich i bezpośrednich na wszystkie dziedziny życia gospodarczego i społecznego doprowadziły do radykalnej rozbudowy modelu Schumpetera¹⁰¹.

W XXI wieku znacznej rozbudowie uległa definicja innowacyjności¹⁰². Połączono ją z definicjami przedsiębiorczości i konkurencyjności, tworząc swoisty trójczłonowy paradygmat nowoczesności. Rośnie w nim znaczenie działań Państwa jako inwestora strategicznego w infrastrukturę. Państwo zarządza innowacyjnością poprzez mechanizmy redystrybucji wartości dodanej, (poprzez mechanizmy budżetowe i podatkowe).



Rysunek 10 Polityka innowacyjna – zespół oddziaływań bezpośrednich i pośrednich (opr. własne)

¹⁰¹ OECD, „Oslo Manual”, <http://www.oecd.org/sti/inno/2367580.pdf> (dostęp: 04.08.2016).

¹⁰² Portal Innowacji, http://www.pi.gov.pl/parp/chapter_96055.asp?soid=677964766D394262AB915FB61187C008 (dostęp: 23.08.2016)

Zespół innowacji prawnych, decyzji wykonawczych (budżet, polityka zagraniczna, organizacja procesów, zamówienia publiczne) oraz zarządzania kontrolowanymi podmiotami gospodarczymi to instrumentarium pozwalające uzyskiwać efekt synergii, ale wymagające najwyższych umiejętności i długofalowej strategii rozwoju. Jest to ciągle wspieranie mechanizmów konkurencyjności, ale przeciwdziałanie naturalnemu dążeniu do osiągnięcia przewagi konkurencyjnej poprzez monopolizację.

Z wiedzy zgromadzonej na temat innowacyjności wynika szereg istotnych wniosków, ale najważniejszy jest społeczny aspekt procesu. Dlatego w krótkim przeglądzie barier innowacyjności zaczynamy od bariery społecznej.

6.1 BARIERA SPOŁECZNA

Istotę bariery społecznej utrudniającej przestawianie gospodarki na innowacyjne tory rozwoju można zamknąć w następującym, dosyć powszechnym przekonaniu - „nas nie stać na innowacyjność”. Aby przełamać tę barierę, trzeba podnieść poziom edukacji społecznej. Istotę

Być może pokonanie bariery społecznej to główne zadanie polityki innowacji

problemu opisano w PRCIP. Być może pokonanie bariery społecznej to główne zadanie polityki innowacji.

Punktem wyjścia musi być coraz większe zaangażowanie interesariuszy w rozpowszechnianie informacji, że innowacyjność to jedyna strategia inwestycyjna, która może nas wyprowadzić z pułapki średniego dochodu. W trakcie

Innowacyjność to jedyna strategia inwestycyjna, która może nas wyprowadzić z pułapki średniego dochodu; Polska nie ma innego wyjścia niż rozwijać innowacyjność; albo będziemy nowoczesni, albo nie będzie nas wcale

Europejskiego Kongresu Gospodarczego 2016 w Katowicach, Jadwiga Emilewicz, podsekretarz stanu w Ministerstwie Rozwoju na sesji, „Inwestycje w innowacyjność w praktyce” wyraziła to w sposób następujący: „Polska nie ma innego wyjścia niż rozwijać innowacyjność.

Albo będziemy nowoczesni, albo nie będzie nas wcale”. Jest to wniosek z holistycznej wiedzy o innowacyjności.

Świadomość kadry kierowniczej to punkt wyjścia do definiowania zadań polityki innowacji

W programowaniu polityki innowacji należy uwzględnić fakt, że w narracji publicznej nadal dominuje argumentacja antyinnovacyjna. Fundamentem antyinnovacyjności jest dominacja społeczna przeciwników innowacji, występujących od lat, jako propagatorzy tzw. innowacyjności umiarkowanej¹⁰³. Aby osłabić destrukcyjny wpływ tej narracji, należy podważyć logikę i metodykę tej argumentacji. Jej podstawa to:

- 1) nieaktualny stan wiedzy na temat istoty innowacyjności,
- 2) nieaktualny stan wiedzy o strukturze gospodarki proinnowacyjnej,
- 3) brak akceptacji dla wzrostu roli Państwa w redystrybucji PKB,
- 4) zastępowanie potrzeby prostego i elastycznego prawa iluzją stabilnego/niezmiennego prawa jako czynnika pobudzającego przedsiębiorczość,
- 5) brak zrozumienia istoty funkcjonowania najlepszych narodowych systemów innowacji,

¹⁰³ Cipiur, Jan, „Innowacje, czyli gdy lepsze jest wrogiem dobrego”, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/tematyka/makroekonomia/innovacje-czyli-gdy-lepsze-jest-wrogiem-dobrego/> (dostęp: 04.08.2016).

- 6) wyciąganie wniosków generalnych z fragmentarycznych i dziedzinowych danych statystycznych,
- 7) błędne łączenie reguł ekonomii skali z procesem inwestowania w innowacyjność w przedsiębiorstwie,
- 8) brak zrozumienia statystycznej istoty wspierania inwestycji innowacyjnych,
- 9) analiza ryzyka inwestycji innowacyjnej z perspektywy pojedynczego przedsiębiorstwa,
- 10) wyciąganie wniosków na podstawie jednostkowych, tendencyjnie wybranych przykładów,
- 11) brak logiki w matematycznym opisie rzeczywistości.

Jednak najbardziej zadziwiające jest to, że propagatorzy innowacyjności umiarkowanej nie przyjmują do wiadomości, że to właśnie ta polityka jest nadal realizowana i że obserwowane spowolnienie rozwoju, niski poziom płac, bezrobocie strukturalne i narastające nierówności społeczne, to efekt polityki „umiarkowanej” innowacyjności. Obserwując zmiany w definicjach przedsiębiorczości, konkurencyjności i innowacyjności oraz ich powiązania ze strategią rozwoju (np. w zakresie cyfryzacji)¹⁰⁴, można wnioskować, że to skutek polityki opartej na przestarzałym rozumieniu mechanizmów rozwoju, w ramach którego nie sposób wytłumaczyć, dlaczego **Szwajcaria jest stale najbardziej innowacyjnym i konkurencyjnym krajem świata**¹⁰⁵. Umiarkowana innowacyjność to pułapka petryfikująca i sankcjonująca systemy utrzymywania i zwiększania różnic w poziomach rozwoju i zamożności.

Do polityki przełamywania bariery społecznej można wykorzystać dorobek nauki w zakresie oddziaływania na emocje społeczne. W świetle obecnego rozumienia tego procesu innowacyjność to przede wszystkim stan świadomości społecznej.

Innowacyjność:

- 1) powszechna wiara, że jest to najkrótsza droga:
 - a) do lepszej i wyżej płatnej pracy,
 - b) do lepszego i zdrowszego życia,
- 2) to poziom świadomości społecznej w tym:
 - a) wysoki poziom akceptacji przedsiębiorczości,
 - b) wysoki poziom rozumienia konkurencyjności,
- 3) to inwestycje całego społeczeństwa w swoją przyszłość, która:
 - a) wymaga akceptacji,
 - b) wymaga uczestnictwa,
- 4) to sprawny system redystrybucji wartości dodanej, który:
 - a) wymaga interaktywnego systemu innowacji,
 - b) wymaga zmiany zasad formowania budżetu,
- 5) to wysoki poziom solidarności społecznej,
- 6) to droga do społecznej zgody na budowę społeczeństwa opartego na przemyśle wiedzy.

Cechy innowacyjności to jednocześnie wyjaśnienie, dlaczego najlepiej wykorzystywana jest, jako dźwignia uzyskiwania przewagi konkurencyjnej w społeczeństwach o najwyższym poziomie wiedzy i świadomości wartości dobra wspólnego. To zestawienie stanowi uzasadnienie potrzeby

¹⁰⁴ MC, <http://mc.bip.gov.pl/rok-2015/raport-koncowy-z-badania-dotyczacego-wplywu-rozwoju-internetu-szerokopasmowego-na-spolescenstwo-i-gospodarke-w-polsce-w-ramach-projektu-systemowego-dzialania-na-rzecz-rozwoju-szerokopasmowego-dostepu-do-internetu.html> (dostęp: 23.08.2016)

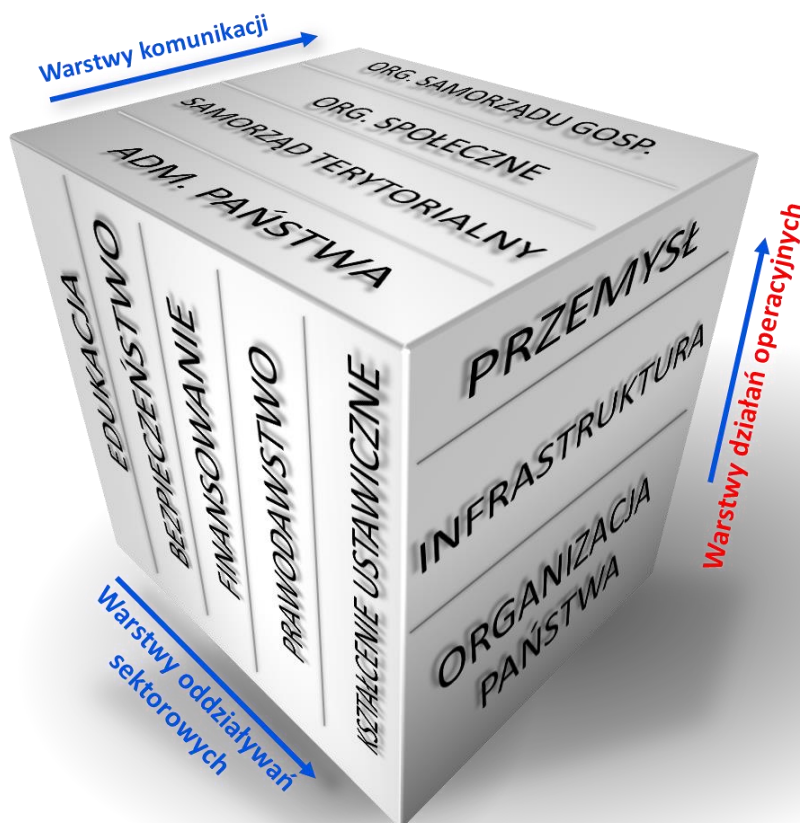
¹⁰⁵ Global Innovation Index, <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report> (dostęp: 23.06.2016)

uruchomienia prac badawczych, które dadzą odpowiedź, jak przyspieszyć pobudzenie powszechnej świadomości społecznej o celu i istocie innowacyjności.

Z tego punktu widzenia, polityka innowacyjności powinna zawierać większy niż dotychczas komponent powszechnej edukacji i kształcenia ustawicznego. Potrzebna jest odpowiedź na pytanie, jakie zmiany systemowe są potrzebne, aby ograniczyć destrukcyjną i dezinformacyjną działalność mediów. Co zrobić, aby te media dostarczały obraz rzeczywistości oparty na wiedzy naukowej i faktach? To pytania, na które powinniśmy poszukiwać odpowiedzi na drodze systematycznych badań społecznych. Koniecznym jest stałe wspieranie nauki w walce z ignorancją, tak jak wspieranie kultury społecznej w walce ze złem.

Spójność polityki innowacyjnej cyfryzacji z polityką innowacyjności wymaga wykorzystania potencjału informacyjno-edukacyjnego mediów elektronicznych. W procesie budowy cyfrowego państwa potrzebny jest interfejs wspomagający/stymulujący powszechny system kształcenia ustawicznego podnoszący świadomość i wiedzę o innowacyjności.

6.2 BARIERA POLITYCZNA



Rysunek 11 Polityka innowacyjna – oddziaływanie poprzez budowę złożonych mechanizmów samoregulacji procesów w przestrzeni krzyżujących się interesów (opr. własne)

Organizacja państwa ma wbudowaną naturalnie inercję. Jest ona niezbędna do budowy poczucia bezpieczeństwa i stabilności. Efektem ubocznym jest naturalny opór przeciwko zmianom.

Struktury organizacyjne większość negatywnych cech nabywają w wyniku ewolucyjnego rozwoju. Oprócz dysfunkcji systemowych i społecznych odziedziczonych po PRL, w ciągu 25 lat gospodarki rynkowej zdążyliśmy utwalić wadliwy paradygmat rozwoju (tania energia i niskie płace).

Ma on swe źródło w przestarzałym rozumieniu konkurencyjności i przeobraził się w koncepcję innowacyjności ewolucyjnej.

Demokracja działa pod presją szybko zmieniających się nastrojów społecznych. Brak zrozumiałej i akceptowanej społecznie wizji rozwoju, racjonalne działania polityki ograniczane są przez niską świadomość społeczną wyborców, którzy w swych decyzjach kierują się emocjami. Można im przeciwstawić jedynie czytelne, pobudzające emocje i dumę narodową, ambitne cele długookresowe. Do takich niewątpliwie należy idea budowy wysokorozwiniętego państwa cyfrowego opartego na poszanowaniu prawa i perspektywa większej sprawiedliwości społecznej. Zwiększenie wysiłku inwestycyjnego musi prowadzić do przejściowego ograniczenia tempa wzrostu konsumpcji. Akceptacja tego ograniczenia może być efektem solidarności społecznej, jaką można budować poprzez politykę redukcji nierówności społecznych.

Budowa cyfrowego państwa to wielka okazja do bezpośredniego zaangażowania obywateli w proces reformy prawa i struktur organizacyjnych sprzyjających innowacyjności. Akceptacja reform to również dobry moderator konfliktów interesów grupowych i politycznych, krótkoterminowych i średnioterminowych.

Pokonanie tej bariery to w jakiejś części pokonywanie bariery społecznej. Konserwatywne nastroje społeczne, to wyraz zmęczenia ciągłymi reformami oraz przekonania, że kolejne zmiany służą interesom mniejszości kosztem większości. Warunkiem powodzenia nowej polityki jest przekonanie społeczeństwa, że innowacyjność służy właśnie zmniejszeniu różnic poprzez dowartościowanie pracy.

Budowa gospodarki wiedzy to również deprecjacja wartości materialnych i awans wartości niematerialnych, wiedzy i kultury. Polityka innowacyjności to praca na rzecz lepszego życia dzieci i wnuków. Są to wartości tożsame z wartościami religijnymi, głęboko wpisanymi w naszą kulturę społeczną, spójne z wysoką pozycją rodziny. Czy to można przełożyć na gotowość do wysiłku w ramach więzi międzypokoleniowej? Czy tak, jak Koreańczycy, posiadamy własne mechanizmy kulturowe i społeczne, które mogą stać się silnikiem napędowym następnego skoku cywilizacyjnego? Czy Polska, może osiągnąć tempo wzrostu Korei Płd.¹⁰⁶? Dzisiaj nie możemy odpowiedzieć "tak" na te pytania.

Z drugiej strony praca na rzecz uzyskania pozytywnych odpowiedzi na te pytania to droga do podniesienia niskiego kapitału zaufania społecznego. Zaufanie społeczne to fundament polityki innowacji opartej na komunikacji wykorzystującej cyfrowe narzędzia.

6.3 BARIERY OPERACYJNE

Wdrażanie polityki innowacyjności będzie napotykać na szereg barier operacyjnych i organizacyjnych. Funkcjonują one we wszystkich krajach. W Polsce najtrudniejsze będzie pokonanie trzech:

- bariera ryzyka inwestycyjnego,
- bariera interesów grupowych w reformowanych organizacjach,
- bariera lobbingowa podmiotów o dominującej pozycji na rynku.

Bariery te są dobrze opisane w wielu publikacjach poświęconych problemowi innowacyjności. Są też uwzględnione w projekcie Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju.

Ich likwidacja wymaga przełożenia istniejących barier na konkretne rozwiązania organizacyjne, które zmienią motywatory działań głównych interesariuszy B+R+I.

¹⁰⁶ Katarzyna Czaplicka, Zróżnicowanie rozwoju społeczno-gospodarczego. Ośrodek rozwoju Edukacji. Str.13

W 2013 roku KIGEiT zaproponował zmianę organizacyjną polegającą na utworzeniu w gospodarce narodowej działu INNOWACJE. Był to wniosek z analiz budowy analogicznych działów w Niemczech (zespół instytutów Fraunhofera), w Norwegii (SINTEF) itd.. W Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju pomysł ten przybrał nazwę „centrów kompetencji”. W krajach wysokorozwiniętych dział innowacji powstał w wyniku zespołu decyzji organizacyjnych i wieloletnich programów rozwoju ściśle określonych technologii. Nie powinniśmy kopiować ani struktury ani ścieżki rozwoju. Tamte systemy są ściśle dopasowane do struktury tamtejszych gospodarek. W Polsce jest potrzebna struktura organizacyjna i finansowa dopasowana do potrzeb i struktury polskiej gospodarki. Potrzebne są decyzje, które istniejącą strukturę instytutów przemysłowych, resortowych itd. oraz sieć wszelkiego typu parków technologicznych i centrów kompetencyjnych o podobnym charakterze, przekształcą z niechcianego dziecka budżetów, nauki i przemysłu, w kluczowego partnera przedsiębiorstw zainteresowanych projektami B+R+I.

Jest to przykładowa zmiana organizacyjna, która pozwoli na zmianę motywatorów działania. W ten sposób będzie można skonsolidować potencjał istniejącej sieci placówek cyfrowych wokół większych programów skierowanych na rozwój technologii sztucznej inteligencji.

7 SPÓJNOŚĆ ZE STRATEGIĄ NA RZECZ ODPOWIEDZIALNEGO ROZWOJU

Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju (SOR) jest dokumentem wyciągającym wnioski z diagnozy Polska 2030. SOR jest programem wyprowadzenia Polski z dryftu, którego mechanizmy zostały w niej opisane. Jest odważną strategią skoku. Wskazuje, że podstawową wadą wszystkich dotychczasowych strategii jest to, że nie są realizowane. To powoduje, że ulegają dezaktualizacji, bo szybko zmieniająca rzeczywistość w połączeniu z dryftem skutkuje zwiększeniem dystansu do konkurentów globalnych.

Podstawową wadą wszystkich dotychczasowych strategii jest to, że nie są realizowane

Innowacyjność cyfrowa to silnik SOR. Wyraża hierarchiczny zestaw dziesięciu strategicznych branż, które mogą zdecydować o powodzeniu koncepcji skoku, są to:

- środki transportu zbiorowego (np. e-busy, pojazdy szynowe, statki specjalistyczne),
- elektronika profesjonalna,
- oprogramowanie specjalistyczne (np. fintech, automatyka maszyn i budynków, cyberbezpieczeństwo, gry komputerowe),
- rozwiązania lotniczo-kosmiczne (np. drony),
- urządzenia medyczne / terapie / e-medycyna / biofarmaceutyki),
- systemy wydobywcze (np. inteligentna kopalnia),
- odzysk materiałowy surowców,
- ekobudownictwo (np. budynki pasywne, pikoenergetyka),
- żywność wysokiej jakości,
- systemy militarne.

Długoterminowo, o powodzeniu w ośmiu z dziesięciu wybranych branż strategicznych, zdecyduje zdolność do implementacji technologii sztucznej inteligencji. Warunkiem uzyskania pozycji partnerskiej i odpowiedniego zwrotu z inwestycji jest utrzymanie IPR na **oprogramowanie wbudowane i aplikacje samouczące się** decydujące o funkcjonalnością produktów i systemów opracowanych w wymienionych grupach towarowych. Bez budowy kompetencji w tym obszarze, nie zdołamy pozyskać kapitału dla osiągnięcia odpowiedniej skali, że względu na niski poziom odporności na konkurencję globalnych graczy.

SOR jest w pełni spójna z proponowanym kierunkiem polityki innowacyjnej cyfryzacji, a jej powodzenie zależy od szybkości i konsekwencji w realizacji tej polityki.

7.1 OBSZARY SPÓJNOŚCI

Autorzy SOR są świadomi bariery kapitałowej. Proponują fundamenty operacyjne i organizacyjne, które mogą zapewnić odpowiedni poziom finansowania. Są to propozycje wyrażone hasłami:

- 1) Państwo umiejące wybrać,
- 2) Polska silna współpracą,
- 3) koncentracja wysiłku,
- 4) Polska aktywnym graczem w UE,
- 5) Polska jako bezpieczny port inwestycji zagranicznych.

Ad. 1) Zdolność do dokonywania wyborów wynikających z przyjętych celów. Z niniejszego opracowania i SOR wynikają identyczne rekomendacje - co należy wybierać i według jakiej listy priorytetów. W ramach SOR dokonano najważniejszego wyboru, budującego rynek wewnętrzny dla sztucznej inteligencji i skojarzonych technologii cyfrowych. SOR wskazuje kierunek technologiczny rozwoju energetyki. Jasne uszeregowanie priorytetów pozwala przyjąć, że energetyka nie będzie ciężarem i miejscem strat, lecz dźwignią rozwoju. Równie wartościowe są zbiór celów jak i ich hierarchia:

- a) efektywność energetyczna,
- b) magazynowanie energii,
- c) energetyka rozsznana i inteligentna oparta na OZE,
- d) rozbudowa i modernizacja sieci przesyłowej dystrybucyjnej,
- e) modernizacja dużych elektrowni węglowych.

Efektywność ekonomiczna strategii energetycznej (w pierwszych czterech punktach) zależy od intensywności wykorzystania inteligentnego oprogramowania i integracji systemów energetycznych z szerokopasmową infrastrukturą komunikacji elektronicznej. Najwyższy priorytet dla efektywności energetycznej to inteligentne, samouczące się oprogramowanie (IUSER), które pozwoli również na ustanowienie spójności i właściwych proporcji pomiędzy strategią dyslokacji stacjonarnych magazynów energii i inwestycji w rozbudowę/modernizację linii przesyłowych oraz dystrybucyjnych. Oczywista jest również synergia motoryzacji elektrycznej ze strategią magazynowania, OZE i automatyką budynków.

Ad. 2) **Ciągle budujemy tysiące kilometrów tras sieciowych** (dróg, linii energetycznych, wodociągów) **bez światłowodów**. Wyprowadzenie Polski z tego marnotrawstwa wysiłku inwestycyjnego w obszarze infrastruktury, to najważniejsze zadanie programu wzmacniania współpracy wewnętrznej. Należy to przełożyć na konkretne zadania w zakresie reformy prawa, które dziś istotnie zniechęca to wspólnych prac kablowych i teletechnicznych. Bez tego nie jest możliwe wielousługowe wykorzystanie sieci cyfrowych i powstanie zintegrowanej, współdzielonej i otwartej na współpracę operatorów infrastruktury technicznej. Poszukiwanie synergii, w ramach dużych inwestycji w innowacje, to sposób na przejście z pozycji klienta do pozycji partnera w rozwoju technologii głównego nurtu.

Ad. 3) Kończy się dekada, w której korzyści wynikające z możliwości współfinansowania rozwoju z funduszy spójności będą tak duże. Ostatnia perspektywa finansowa powinna służyć nam do zbudowania fundamentu własnej specjalizacji przemysłowej, stanowiącej istotny i atrakcyjny fragment gospodarki UE. Cyfrowe państwo rozwijające się w kierunku gospodarki wiedzy wymaga odważnej strategii skoku, jaką niewątpliwie jest SOR.

Ad. 4) Aktywniejsze uczestnictwo Polski w kształtowaniu UE będzie najefektywniejsze wtedy, gdy będziemy umieli definiować dla siebie pozycje partnerskie w wielkich przeobrażeniach innowacyjnych oparte na synergii gospodarek, a unikali postaw opozycyjnych i roszczeniowych. To zwiększy nasz kapitał zaufania międzynarodowego i zwiększy liczbę atutów w elementach przetargowych negocjacji partnerskich. To wymaga większego zaangażowania w prace programowe UE, z których wynikają późniejsze strategie i programy gospodarcze.

Ad. 5) Pozycjonowanie inwestycji zagranicznych, jako wsparcia inwestycji strategicznych to kolejny punkt SOR, spójny z rekomendacjami „Innowacyjnej cyfryzacji”. To jest podejście, które daje inwestycji zagranicznej bezpieczne oparcie i utrwała jej długofalową wartość. Polska w każdej z wymienionych branż strategicznych ma takie możliwości. To ograniczy problemy z ucieczką wartości dodanej. Przy sprawnie realizowanych strategiach możemy w wielu dziedzinach przejść z pozycji tracącego na transferach wartości dodanej na pozycję beneficjenta tych przepływów.

7.2 SPOŁECZNO-GOSPODARCZY WYMIAR INNOWACJI CYFROWYCH

Sukces rozwojowy większości z dziesięciu branż strategicznych wymaga wzmocnienia kapitału zaufania społecznego. Jego wartość można analizować w wielu wymiarach:

- 1) skłonność do inwestycji, które opierają się na zaufaniu do Państwa i trwałości jego polityki,
- 2) zainteresowanie społeczne rozwojem prosumenckiej warstwy produkcji i usług.

To otworzy możliwość tworzenia nowych modeli biznesowych i łańcuchów wartości opartych na synergii i cech właściwych gospodarce wiedzy. Dla każdego z głównych projektów i branż można zbudować sieć zależności, kotwiczącą projekt kluczowy w sieci oraz potrzebach i możliwościach współfinansowania ze środków obywateli. Poniższy przykład opracowano dla e-autobusów.

Powodzenie projektu e-autobus to stworzenie warunków do rozwoju produkcji czystych autobusów na rynek wewnętrzny i na eksport. To budowa rynku dla rozwoju technologii magazynowania energii elektrycznej. Od strony społecznej wygląda to inaczej. Komunikacja zbiorowa jest preferowana na bardzo zatłoczonych trasach dojazdowych, natomiast przegrywa w z samochodem, na peryferiach i na liniach małego ruchu. Zatem większe wykorzystanie transportu zbiorowego na liniach zatłoczonych wymaga uruchomienia platform synergii komunikacji samochodowej i autobusowej. Rozwój elektrycznych autobusów może być skorelowany z rozwojem rynku samochodów elektrycznych. E- samochody mają sens ekonomiczny przede wszystkim jako środek codziennego dojazdu do pracy, gdy odległość ta przekracza 20 km. Wzrost efektywności ekonomicznej e-busów i e- samochodów, wymaga rozbudowy wewnętrznego rynku magazynów energii oraz synergii pomiędzy rynkami magazynów mobilnych i stacjonarnych. Efektywność ekonomiczna samochodów elektrycznych ujawnia się najszybciej przy intensywnej eksploatacji, jakiej służą platformy współdzielenia. Ich funkcjonowanie wymaga kierowców-prosumentów. Wzrost liczby prosumentów-kierowców przyczyni się do maksymalnego wykorzystania komunikacji zbiorowej na liniach masowych, dzięki sprawności platform cyfrowych organizujących dojazd do linii głównych wspólnie z kierowcami – prosumentami. Warto też zauważyć, że ładowanie pojazdów elektrycznych to uzasadnienie, dla obywatelskich inwestycji w prosumencką energetykę fotowoltaiczną na terenach podmiejskich. Wyposażenie warstwy pomiarowej sieci elektroenergetycznej w AMI z komunikacją cyfrową on-line pozwoli na wzrost opłacalności inwestycji w nowe techniki cyfrowe, przede wszystkim ze względu na możliwość znacznego wzrostu np. usług dystrybucji energii ze źródeł do samochodów i magazynów stacjonarnych. Opisany model powiązań nie jest ani kompletny ani doskonały. Celem przykładu jest tylko wskazanie, że otwarcie na nowe modele biznesowe wynikające z nowych technik i technologii jest równie efektywnym stymulatorem rozwoju, co bezpośrednie wsparcie inwestycyjne. Celem tego przykładu było również zilustrowanie tezy, że atmosferę współpracy społecznej oraz **siłę kapitału społecznego zaufania można i należy budować poprzez wciąganie obywateli do wielu różnych aktywności gospodarczych i prosumenckich**. Można to robić poprzez platformy cyfrowe, komunikację elektroniczną i system kształcenia ustawicznego.

Zagrożeniem dla realizacji projektu SOR i polityki innowacji jest brak systemowych mechanizmów spójności, będących efektem silosów resortowych. **SOR jest oparta na głębokiej absorpcji nowych technologii energetycznych, natomiast polityka energetyczna to nadal zespół działań blokujących dostęp nowych technologii energetycznych do rynku**. Równie trudny jest problem redystrybucji środków z sektorów zasiedziały do sektora nowych technologii.

SOR jest spójna merytorycznie i poprawna logicznie z punktu widzenia proponowanej specjalizacji technologicznej. Koncepcja skoku jest realizowalna przy obecnym potencjale gospodarczym kraju. Jej wykonalność jest uwarunkowana zmianami, które nazwalibyśmy budową systemowych mechanizmów spójności. Mechanizmy te istnieją formalnie, ale są praktycznie niesprawne. Dlatego żadna z dotychczasowych strategii gospodarczo-społecznych nie była realizowana w praktyce.

8 PODSUMOWANIE

Przygotowane opracowanie to w pierwszym rzędzie prognoza rozwoju cyfryzacji. Na jej podstawie zdefiniowano i uzasadniono priorytetowe kierunki działań w obszarze cyfryzacji. Opisaliśmy założenia polityki innowacyjnej cyfryzacji, które dają szansę zwiększyć wartość dodaną z działalności gospodarczej kraju, zatrzymać tę wartość w kraju, jak również niwelować różnice w dochodach obywateli.

Opisane działania i ich efekty wymagają perspektywicznego spojrzenia. Efekty z inwestycji w naukę i edukację mają przesunięcie czasowe ok. 7-10 lat. Rekomendowane działania inwestycyjne przyniosą efekty od razu (to znaczy po 3-5-iu latach) i dadzą przewagę strategiczną w horyzoncie 10-15, a nawet 30 lat. Dlatego działania trzeba rozpocząć już, ponieważ przeskok techniczny i technologiczny w zakresie inteligentnego oprogramowania właśnie się rozpoczął. Jest to najlepszy moment na podjęcie strategicznych decyzji i wyznaczenie celów krótkookresowych, aby maksymalnie wykorzystać proponowaną specjalizację technologiczną w zakresie sztucznej inteligencji, która jest częścią wspólną wszystkich nurtów cyfryzacji.

Priorytetowe kierunki działań w obszarze cyfryzacji to:

- 1) zmiany organizacyjne - zintegrowany interaktywny Narodowy System Innowacji i uruchomienie mechanizmów spójności pomiędzy politykami resortowymi,
- 2) polityka systemowego wsparcia odpowiedniej intensywnej redystrybucji PKB, skoncentrowanej na celach,
- 3) oparcie polityki innowacji na systemie zamówień publicznych, z dotacjami stanowiącymi jedynie uzupełnienie dla przypadków, w których zastosowanie zamówienia byłoby nieefektywne,
- 4) ustanowienie polityki innowacyjnej cyfryzacji, bo tutaj finansowanie poprzez publiczne zakupy rzeczywiście innowacyjnych rozwiązań będzie najłatwiejsze do przeformowania ze względu na niski poziom oporu zasiedziałego biznesu i niski udział podmiotów publicznych w rynku,
- 5) szybkie podejmowanie decyzji komercjalizacyjnych wraz z weryfikacją i zmianą metod kalkulacji kosztów innowacyjnych projektów,
- 6) budowa państwa cyfrowego i integracja maszyn inteligentnych do świadczenia usług i wspomagania wszystkich procesów zarządzania w administracji centralnej i samorządowej. Likwidacja „papierowego” państwa, które jest źródłem antyinnovacyjnej stagnacji,
- 7) inwestycje w warstwę fizyczną infrastruktury społeczeństwa cyfrowego jaką jest gęsta sieć światłowodów, pozwalająca na zapewnienie powszechnego dostępu szerokopasmowego kablowego i poprzez bezprzewodowy dostęp 5 G,
- 8) uruchomienie programu współpracy dla rzeczywistej innowacyjności w segmencie infrastruktury krytycznej; wymaga to działań normalizacyjnych i regulacyjnych, otwierających te systemy na cyfrowe techniki i technologie oraz nowe modele biznesowe,
- 9) przygotowanie - głównie w obszarze prawa - narzędzi cyfrowego zarządzania wymianą dóbr i usług,
- 10) reorganizacja rynku pracy i otworzenie przestrzeni dla prosumentów; dostosowanie regulacji prawnych do nowych form pracy, które będą tworzyły równie i bezpieczne warunki funkcjonowania ekonomicznego w społeczeństwie,
- 11) prowadzenie polityki informacyjnej, wskazującej na to, że droga to klubu krajów wysokorozwiniętych nie prowadzi przez kopiowanie i naśladowanie; że to furтка do pułapki średniego dochodu, która spowolni tempo rozwoju,

- 12) wprowadzenie Polski do inwestycji międzynarodowych UE, angażujących polski przemysł w realizację innowacyjnych zamówień dla tysięcy firm w strukturze podobnej do tej, jaka została zastosowana do wielkich programów lotniczych.

9 SŁOWNIK SKRÓTÓW I POJĘĆ

Skrót	Opis
AI	Artificial Intelligence (ang.) – sztuczna inteligencja lub Augmented Intelligence (ang) – rozszerzona inteligencja. W literaturze pojęcia te występują w zależności od kontekstu np. w rozdziale 2.5 i 2.8. W niniejszym opracowaniu oznaczamy je jako AI (Artificial Intelligence) lub IA (Augmented Intelligence).
AGI	Artificial General Intelligence (ang.) - generalna sztuczna inteligencja
AMI	Advanced Metering Infrastructure (ang.) - systemy inteligentnych liczników energii elektrycznej
ANN	Artificial Neural Networks (ang.) - sztuczne sieci neuronowe
ASI	Artificial Super Intelligence (ang.) - sztuczna superinteligencja
AR	Augmented Reality (ang.)- rzeczywistości rozszerzona
R&D, B+R, B&R	Research and Development (ang.) - prace badawczo-rozwojowe
Back-office	Zaplecze administracyjne lub procesy pomocnicze w organizacji lub przedsiębiorstwie (komplementarne w stosunku do front-office).
Big Data	Termin odnoszący się do dużych, zmiennych i różnorodnych zbiorów danych, których przetwarzanie i analiza jest trudna ale jednocześnie wartościowa, ponieważ może prowadzić do zdobycia nowej wiedzy.
Cyfryzacja	Wdrażanie do powszechnego użytku osiągnięć z dziedziny elektroniki i technik informacyjnych
Disruptive innovation	Innowacja destrukcyjna. Jest to typ innowacyjności, którego wpływ na rynek jest tak duży, że niejednokrotnie niszczy całe sektory biznesu, jednocześnie tworząc nowe. Wstrząs ekosystemu biznesowego przyczynia się do powstania nowych okazji na biznes, grupujących się wokół nowopowstałego, na czym zyskuje nie tylko inicjator owej innowacji.
DBN	Deep Belief Network (ang.)- głęboko wierzące sieci
DLNN	Deep Learning Neural Networks (ang.) - głębokouczące się sieci neuronowe
DML	Data Manipulation Language (ang.) - głębokie uczenie maszynowe
DNN	Deep Neural Networks (ang.) - głębokie sieci neuronowe
DSR	Demad Side Response (ang.) - rozproszone systemy zarządzające zużyciem
EOG	Europejski Obszar Gospodarczy
FRAUNHOFFER	Największa w Europie organizacja zajmująca się badaniami stosowanymi i ich wdrożeniami w przemyśle, założona 26 marca 1949, skupia 66 niemieckich instytutów naukowo-badawczych (Fraunhofer-Institute) i samodzielnych jednostek badawczych
GPT	General Purpose Technology (ang.) - technologia ogólnego przeznaczenia
HBP	Human Brain Project – program europejski, którego głównym celem jest wspólna praca europejskich naukowców na rzecz jednego z największych wyzwań współczesnej nauki: zrozumienia ludzkiego mózgu, a jego głównym założeniem - wykorzystanie nowoczesnych technologii informatycznych: superkomputerów, specjalizowanych robotów oraz informatycznych technologii analizy dużych zbiorów danych do tworzenia modeli scalających rozproszoną wiedzę o działaniu i strukturze ludzkiego mózgu.
IA	Augmented Intelligence (ang) – rozszerzona inteligencja. Patrz także: AI
ICT	Information and Communication Technologies. Inne używane w Polsce określenia: <ul style="list-style-type: none"> • Technologie Informacyjne i Komunikacyjne (TIK) – czyli dosłowne przetłumaczenie wersji angielskiej, bez wnikania w sens otrzymanego terminu. • Techniki Informacyjne i Komunikacyjne (TIK) – czyli zmodyfikowana wersja uwzględniająca to, że nie zawsze angielskie „Technology” jest „technologią”, bo często, tak jak i w tym wypadku, jest to też „technika”. • Teleinformatyka – czyli zastąpienie prostszym i bardziej zrozumiałym terminem poszerzającym terminu „informatyka” (nieistniejącego w świecie angielskojęzycznym).

„Innowacyjna Cyfryzacja”

Skrót	Opis
IO	Inteligentne zaawansowane oprogramowanie
IPR	Intellectual Property Rights (ang.) - prawa własności intelektualnej
IT	Information Technology (ang.) – techniki informacyjne
IUSER	Program sektorowy - Inteligentne Urządzenia i Systemy Energetyki Rozsianej . Program przygotowany przez Krajową Izbę Gospodarczą Elektroniki i Telekomunikacji i złożony do NCBiR (obecnie w trakcie uruchamiania) do generacji energii oraz zarządzania systemami i elementami energetyki rozproszonej lub rozsianej. Pod pojęciem generacji rozproszonej lub rozsianej rozumiemy generację w jednostkach o mocy poniżej 1MWe. Energetyka rozproszona to całość techniki niezbędnej do produkcji urządzeń i realizacji systemów instalacji prosumenckich (o mocy do 40 kWe) i w małych przedsiębiorstwach (o mocy do 1 MWe) wraz z infrastrukturą sieci domowej (ISD) oraz urządzeniami do niej podłączonymi. Przez sieć domową należy rozumieć również sieć budynkową. Urządzenia i systemy energetyki rozproszonej stanowią grupy produktów służących generacji, magazynowaniu i zarządzaniu energią na poziomie budynku.
KDM	Krajowa Dyspozycja Mocy
KIBS	Knowledge Intensive Business Services (ang.) - wiedzochłonne usługi biznesowe (typ rozwoju biznesu) - usługi świadczone przez przedsiębiorstwa, głównie na rzecz innych przedsiębiorstw o wysokiej intelektualnej wartości dodanej. Cechą tych usług jest łączenie wiedzy specjalistycznej z różnych dziedzin.
KIS	Krajowe Inteligentne Specjalizacje - KIS to funkcjonujący w okresie 2014 – 2020 zestaw branż i dziedzin, które mogą ubiegać się o fundusze europejskie w ramach nowych programów operacyjnych.
Kognitywistyka	Nauka zajmująca się badaniem zmysłów i umysłu
MEMS	Micro-Electro-Mechanical Systems (ang.) - Mikroukład elektromechaniczny, mikrosystem elektromechaniczny, mikrouządzenie elektromechaniczne,. Zintegrowana struktura elektromechaniczna, której co najmniej jeden wymiar szczególnie znajduje się w skali mikro (0,1–100 μm).
NAI	Narrow Artificial Intelligence (ang.) - wąsko specjalizowane aplikacje inteligentne
NLP	Natural Language Understanding (ang.) - przetwarzanie języka naturalnego. Jest to dziedzina informatyki łącząca zagadnienia sztucznej inteligencji i lingwistyki zajmującą się automatyzacją analizy, rozumienia, tłumaczenia i generowania języka naturalnego
NSI	Narodowy System Innowacji
OSD	Operator Systemu Dystrybucyjnego (energii elektrycznej)
OZE	Odnawialne Źródła Energii
PKB	Produkt Krajowy Brutto
PIONIER	Ogólnopolska sieć światłowodowa, następcą sieci POL-34, służąca głównie ośrodkom akademickim do celów naukowych oraz do wytworzenia i testowania pilotowych usług społeczeństwa informacyjnego. Do jej stworzenia powołano konsorcjum Pionier.
PRCIP	Program Rozwoju Cyfrowego Infrastruktury i Przemysłu – program propagowania wartości powszechnej akceptacji dla innowacyjnej cyfryzacji opracowany przez Krajową Izbę Gospodarczą Elektroniki i Telekomunikacji w 2015 roku.
Prosument	Kalka językowa i kontaminacja słów – profesjonalista/producent i konsument – konsument zaangażowany w jednoczesną produkcję oraz konsumpcję dóbr i usług.
RNN	Recurrent Neural Networks (ang.) - rekurencyjne sieci neuronowe
NGN/NGA	Next Generation Network/Next Generation Access (ang.) - sieci następnej/nowej generacji, sieci dostępowe
SINTEF	Fundacja dla Naukowych i Przemysłowych Badań przy Norweskim Instytucie Technologii.
Smart Grids	Inteligentne sieci elektroenergetyczne, gdzie istnieje komunikacja między wszystkimi uczestnikami rynku energii mająca na celu dostarczanie usług energetycznych zapewniając obniżenie kosztów i zwiększenie efektywności oraz zintegrowanie rozproszonych źródeł energii, w tym także energii odnawialnej.
SOR	Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju

„Innowacyjna Cyfryzacja”

Skrót	Opis
TEKES	TEKES – Finnish Funding Agency for Technology and Innovation. TEKES jest ważnym instytucjonalnym ogniwem fińskiego systemu innowacji. TEKES – to agencja finansująca badania nad technologią i innowacyjnością, która powstała w latach 80-tych XX w. Zadaniem TEKES jest wdrażanie projektów i programów o obszarze B+R.
TTIP	Transatlantic Trade and Investment Partnership (ang.) - Unia Europejska prowadzi aktualnie negocjacje ze Stanami Zjednoczonymi dotyczące porozumienia o handlu i inwestycjach – transatlantyckiego partnerstwa w dziedzinie handlu i inwestycji
VR	Virtual Reality (ang.) - wirtualna rzeczywistość
VPP	Virtual Power Plant (ang.) – wirtualna elektrownia
WAI	Weak Artificial Intelligence (ang.) – słabo specjalizowane aplikacje inteligentne

10 LITERATURA

- 1) KIGEIT, „Program Rozwoju Cyfrowego Infrastruktury i Przemysłu”, 2015, http://www.kigeit.org.pl/FTP/PRCIP/2015-04-15_PRCIP_ftp.pdf (dostęp: 23.08.2016).
- 2) Esko Aho, „Creating an Innovative Europe”, 2006, http://www.kigeit.org.pl/ftp/IUSER/Literatura/068%20Creating%20an%20innovative%20Europe_Aho_report.pdf (dostęp: 23.08.2016).
- 3) Ministerstwo Gospodarki, „Strategia Innowacyjności i Efektywności Gospodarki - Dynamiczna Polska 2020”, 2013, http://www.kigeit.org.pl/FTP/PRCIP/Literatura/006_1_Strategia_Innowacyjnosci_i_Efektyw_nosci_Gospodarki_2020.pdf (dostęp: 04.08.2016).
- 4) Ministerstwo Gospodarki, „Krajowe Inteligentne Specjalizacje” (ver.3. 12.07.2016 r.), <http://www.mr.gov.pl/media/22489/opisy.pdf> (dostęp: 04.08.2016).
- 5) Bendyk Edwin i in., „Cyfrowa gospodarka - kluczowe trendy rewolucji cyfrowej”, 2016, http://www.kigeit.org.pl/FTP/IC/cyfrowa_gospodarka_kluczowe_trendy_rewolucji_cyfrowe_j.pdf (dostęp: 23.08.2016).
- 6) Arak Piotr, Bobiński Andrzej, „Czas na przyspieszenie - Cyfryzacja gospodarki Polski” (styczeń 2016), <http://zasoby.politykainsight.pl/politykainsight.pl/public/Czas-na-przyspieszenie--Cyfryzacja-gospodarki-Polski.pdf> (dostęp: 23.08.2016).
- 7) WIPO, „The Global Innovation Index 2016 - Winning with Global Innovation”, 2016, <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report> (dostęp: 23.08.2016).
- 8) Czaplicka Katarzyna, „Zróżnicowanie rozwoju społeczno-gospodarczego”, sierpień 2010 (str.13) <https://www.ore.edu.pl/materiay-do-pobrania-55886/category/96-materiay-dot-edukacji-globalnej?download=167:zrnicowanie-rozwoju-spoeczno-gospodarczego> (dostęp: 04.08.2016).
- 9) Okoń-Horodyńska Ewa, „Polityka innowacji w UE: przerost formy nad treścią?”, 2013, <http://www.pte.pl/kongres/referaty/Oko%C5%84-Horody%C5%84ska%20Ewa/Oko%C5%84-Horody%C5%84ska%20Ewa%20-%20POLITYKA%20INNOWACJI%20W%20UE%20-%20PRZEROST%20FORMY%20NAD%20TRE%C5%99ACI%C4%84.pdf> (dostęp: 04.08.2016).
- 10) Stryjek Joanna, „Polityka innowacyjna i Narodowy System Innowacji w Polsce”, 2015, <http://kolegia.sgh.waw.pl/pl/KES/kwartalnik/Documents/JS21.pdf> (dostęp: 04.08.2016).
- 11) Stiglitz, Joseph E., „The Great Divide Unequal Societies and What We Can Do About Them”, W.W. Norton and Com.inc., New York, 2015.
- 12) McKinsey Global Institute, „Digital globalization: The new era of global flows”, 2016, <http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Digital%20globalization%20The%20new%20era%20of%20global%20flows/MGI-Digital-globalization-Full-report.ashx> (dostęp: 04.08.2016).
- 13) McKinsey Global Institute, „Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy”, 2013, http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Business%20Technology/Our%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI_Disruptive_technologies_Full_report_May2013.ashx (dostęp: 04.08.2016).
- 14) Russell Stuart, Norvig Peter, „Artificial Intelligence: A Modern Approach”, Pearson Education Limited, 2014.
- 15) Ministerstwo Cyfryzacji, „Kierunki Działań Europejskich Ministra Cyfryzacji”, lipiec 2016, <https://mc.gov.pl/konsultacje/kierunki-dzialan-europejskich-ministra-cyfryzacji> (dostęp: 04.08.2016).

- 16) KIGEiT, „*Studium wykonalności programu sektorowego IUSER*”, grudzień 2014.
- 17) Bostrom Nick, „*Superintelligence, Paths, Dangers, Strategies*”, Oxford University Press, 2014.
- 18) Frankowski Paweł i Skubiak Beata, „*Bariery Innowacyjności w Polsce*”, sierpień 2012, http://www.wneiz.pl/nauka_wneiz/sip/sip28-2012/SiP-28-118.pdf (dostęp: 04.08.2016).
- 19) California Law, „*Assembly Bill No. 2514 - Energy storage systems*”, 2009/2010, http://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=200920100AB2514 (dostęp: 04.08.2016).
- 20) Pacific Northwest National Laboratory, „*Vanadium Redox Flow Batteries*”, październik 2012, <http://energy.gov/sites/prod/files/VRB.pdf> (dostęp: 04.08.2016).
- 21) Glaskowsky Peter N., „*NVIDIA’s Fermi the First Complete GPU Architecture*”, 2009, http://www.nvidia.com/content/PDF/fermi_white_papers/P.Glaskowsky_NVIDIAFermi-TheFirstCompleteGPUComputingArchitecture.pdf (dostęp: 04.08.2016).
- 22) UKE, „*Raport o stanie rynku telekomunikacyjnego w Polsce w 2015 roku*”, czerwiec 2016, http://uke.gov.pl/files/?id_plik=23480 (dostęp: 23.08.2016).
- 23) Różanowski Krzysztof, „*Sztuczna inteligencja: rozwój, szanse i zagrożenia*”. Zeszyty Naukowe WWSI, Warszawa, 2007. http://zeszyty-naukowe.wysi.edu.pl/zeszyty/zeszyt2/Sztuczna_Inteligencja_Rozwoj_Szanse_I_Zagrozenia.pdf (dostęp: 04.08.2016).
- 24) MPiPS, „*Strategia rozwoju kapitału ludzkiego 2020*”, 2013, <https://www.mpips.gov.pl/download/gfx/mpips/pl/defaultopisy/7616/1/1/Strategia%20Rozwoju%20Kapitalu%20Ludzkiego%202020.pdf> (dostęp: 23.08.2016).
- 25) Cearley David W., Burke Brian, Walker Mike J., „*Top 10 Strategic Technology Trends for 2016*”, Gartner Report, luty 2016, <https://www.gartner.com/doc/3231617/top--strategic-technology-trends> (dostęp: 04.08.2016).
- 26) Auto Świat, „*Samochody autonomiczne - czy taka będzie przyszłość aut?*”, luty 2016, <http://www.auto-swiat.pl/wiadomosci/samochody-autonomiczne-czy-taka-bedzie-przyszlosc-aut/vt7xl6> (dostęp: 04.08.2016).
- 27) Barrat James, „*Our Final Invention and The End of Human Era*”. Thomas Dunne Books, St. Martin’s Press, 2013.
- 28) Golański Adam, „*Mały krok Google, wielki skok maszyn – AlphaGo i komputerowa intuicja*”, <http://www.dobreprogramy.pl/Wstepniak-maly-krok-Google-wielki-skok-maszyn-AlphaGo-i-komputerowa-intuicja,News,71349.html> (dostęp: 04.08.2016).
- 29) Austin Tom, „*Smart Machines See Major Breakthroughs After Decades of Failure*”, Gartner Report, wrzesień 2015.
- 30) Aylett Ruth, Luck Michael, „*Applying Artificial Intelligence to Virtual Reality: Intelligent Virtual Environments*”, 2010, <http://www.dcs.kcl.ac.uk/staff/mml/papers/aai00.pdf> (dostęp: 04.08.2016).
- 31) MAiC, „*Modele biznesowe w Internecie. Rozwój przedsiębiorczości internetowej w Polsce a polityka regulacyjna*”, czerwiec 2012. <https://mc.gov.pl/files/wp-content/uploads/2012/07/modele-biznesowe.pdf> (dostęp: 04.08.2016).
- 32) Grosse Tomasz, „*Globalizacja gospodarcza i jej implikacje dla Polski*”, <http://ekonomia.wne.uw.edu.pl/ekonomia/getFile/493> (dostęp: 04.08.2016).
- 33) Jessica R. Nicholson, „*Measuring the Economic Value of Cross-Border Data Flows*”, kwiecień 2016, http://unctad.org/meetings/en/Presentation/dtl_eweek2016_JNicholson_en.pdf (dostęp: 23.08.2016)

- 35) Meltzer J., Brookings Institute. „*The Importance of the Internet and Transatlantic Data Flows for U.S. and EU Trade and Investment*”, <http://www.brookings.edu/research/papers/2014/10/internet-transatlantic-data-flows-meltzer> (dostęp: 23.08.2016).
- 36) OECD, „*Oslo Manual*”, <http://www.oecd.org/sti/inno/2367580.pdf> (dostęp: 04.08.2016).
- 37) Cipiur, Jan, „*Innowacje, czyli gdy lepsze jest wrogiem dobrego*”, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/tematyka/makroekonomia/innowacje-czyli-gdy-lepsze-jest-wrogiem-dobrego/> (dostęp: 04.08.2016).