

List Otwarty Komitetu Informatyki PAN w sprawie inwestycji w kształcenie zaawansowanych kadr i badania podstawowe w obszarze AI, cyberbezpieczeństwa i innych technologii ICT¹

Technologie informatyczne i teleinformatyczne (ICT), w szczególności sztuczna inteligencja (AI) i cyberbezpieczeństwo, mają ogromne znaczenie dla wszystkich dziedzin gospodarki, ochrony zdrowia, życia społecznego i bezpieczeństwa kraju. Polska nie inwestuje jednak odpowiednio dużo w kształcenie zaawansowanych kadr i badania podstawowe w ICT, co hamuje nasz rozwój gospodarczy, ogranicza jakość życia obywateli i zagraża naszemu bezpieczeństwu.

Diagnoza

Technologie ICT mają ogromne znaczenie dla światowej i polskiej gospodarki. Stanowią integralną część wielu produktów i usług, procesów ich wytwarzania, kontroli jakości, konserwacji, diagnostyki, naprawy zarówno produktów jak i linii produkcyjnych. Na wysokiej jakości urządzeniach elektronicznych bazuje diagnostyka medyczna i leczenie. **Utrzymanie ciągłości funkcjonowania państwa**, w tym jego infrastruktury drogowej, kolejowej, energetycznej, administracji czy służby zdrowia oraz obronności **zależy od ciągłości funkcjonowania licznych systemów informatycznych.**

Informatyka, jako nauka służebna stosowana jest w prognozowaniu, przechowywaniu i przetwarzaniu danych, sterowaniu, czy projektowaniu, w każdym obszarze gospodarki. Sztuczna inteligencja, data science, czy cyberbezpieczeństwo stają się ważne dla rozwiązywania problemów życia codziennego. Dzieje się tak w zasadzie w każdej skali, poczynając od poziomu gmin aż po skalę państwową, czy współpracę międzynarodową.

Rozwój informatyki to ogromna szansa dla naszej gospodarki, np. **dzięki rozwojowi sztucznej inteligencji**, jak wskazuje raport Implement Consulting Group, **Polska** może w ciągu dekady zyskać **dodatkowe 8%. PKB, tj. ok. 55 mld euro.**

Sugerowane działania długofalowe

- **Zwiększenie nakładów na kształcenie zaawansowanych specjalistów ICT na najlepszych polskich uczelniach publicznych**
- **Uruchomienie dedykowanego programu badań podstawowych w obszarze ICT oraz badań interdyscyplinarnych**
- **Włączenie przedstawicieli środowiska akademickiego do gremiów pracujących nad strategicznymi kierunkami rozwoju w obszarach ICT**
- **Inwestycja w szeroką kulturę informatyczną, w tym edukację, począwszy od poziomu szkół podstawowych**

¹ List wyraża poglądy Komitetu Naukowego Polskiej Akademii Nauk i nie powinna być utożsamiana ze stanowiskiem Polskiej Akademii Nauk.

Uzasadnienie

Wg. raportu "Poland Information Technology" firmy Fitch Solutions, w 2024 roku **sektor IT ma odpowiadać za 4,5% polskiego PKB**, co jest istotnym skokiem względem 2022 r., gdy ów sektor generował 3,5% naszego PKB². **Szczególnie szybko rośnie znaczenie sztucznej inteligencji (AI) i cyberbezpieczeństwa**, o czym świadczy chociażby niedawny cyberatak na PAP³. Zgodnie z raportem „Monitoring trendów w innowacyjności”, przygotowanym przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości, do 2025 roku wartość globalnego AI wzrośnie do ponad 190 mld dolarów⁴. Wg. firmy Gartner światowe wydatki na IT w roku 2024 wyniosą 5,06 biliona dolarów, co oznacza wzrost o 8% w porównaniu z rokiem 2023⁵.

Sektor ICT poprzez swoje zastosowania wpływa na rozwój praktycznie wszystkich innych sektorów gospodarki. Wg. raportu przygotowanego przez Implement Consulting Group na zlecenie firmy Google, dzięki rozwojowi AI Polska może w ciągu dekady zyskać dodatkowe 8% PKB, tj. ok. 55 mld euro⁶. Jak wskazuje raport "Wired for AI" opracowany przez EY i Liberty Global, **wdrożenie AI w przedsiębiorstwach w Polsce można przyrównać do pracy 4,9 mln osób, co przełoży się na 90 mld dolarów** dodatkowej wartości produkcyjnej rocznie⁷.

Wg. raportu World Economic Forum (WEF), AI będzie miała ogromny wpływ na rynek pracy. Do 2025 AI spowoduje w skali światowej likwidację 85 milionów miejsc pracy, ale też pojawienie się 97 milionów nowych miejsc pracy⁸. Bilans tych zmian będzie jednak różny w różnych krajach. Nowe miejsca pracy będą się pojawiały w państwach inwestujących w nowe technologie. Wg. raportu "Future of Jobs Report 2023" przygotowanego przez WEF, najszybszy wzrost będzie dotyczył zapotrzebowania na specjalistów AI i uczenia maszynowego⁹.

Tymczasem, **w Polsce dramatycznie brakuje specjalistów ICT**. Wg. różnych badań **braki te wynoszą nawet do nawet 350 tys.** informatyków, w tym wg raportu „Monitoring trendów w innowacyjności” do 2025 roku polska gospodarka będzie potrzebować około 200 tys. specjalistów ds. sztucznej inteligencji. Wg. raportu przygotowanego przez Polski Instytut Ekonomiczny we współpracy z Software Development Association Poland (SoDA) i Poland Business Harbour, pod względem tempa przyrostu tych specjalistów w ciągu ostatniej dekady, czy też ich udziału wśród ogółu pracowników nasz kraj jest daleko od unijnej czołówki, którą tworzą Szwecja i Finlandia. Tempo wzrostu tej liczby w

² <https://store.fitchsolutions.com/information-technology/poland-information-technology-report>

³ <https://www.pap.pl/aktualnosci/cyberatak-na-pap-w-serwisie-polskiej-agencji-prasowej-nieprawdziwa-depesza-o>

⁴ <https://serwis-uslugirozwojowe.parp.gov.pl/component/content/article/83871-sztuczna-inteligencja-juz-tu-jest-co-czeka-rynek-pracy-w-nadchodzacej-przyszlosci?Itemid=7063>

⁵ <https://crn.pl/aktualnosci/prognoza-swiatowych-wydatkow-na-it-w-gore-wzrost-o-8-proc/>

⁶ <https://businessinsider.com.pl/gospodarka/sztuczna-inteligencja-moze-nam-dac-dodatkowe-8-proc-pkb/90h6sjz>

⁷ https://www.ey.com/pl_pl/news/2024/05/ey_wired_for_ai_pl

⁸ <https://www.weforum.org/agenda/2023/01/why-nurturing-talent-is-key-to-riding-out-the-recession-davos23/>

⁹ <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>

Polsce jest poniżej średniej w UE (3,5% vs 4,5%)¹⁰. W konsekwencji braków kadrowych konkurencyjność Polski względem krajów, z którymi rywalizujemy o udział w międzynarodowym i zglobalizowanym rynku nowych technologii, nie osiąga pełnego potencjału. Jak wynika z corocznego raportu ABSL „Sektor nowoczesnych usług biznesowych w Polsce 2023”, **40% firm z tego sektora postrzega dostępność talentów w Polsce jako podstawową barierę rozwoju** oraz napływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych¹¹. Ponad 50% uważa, że w ciągu najbliższych 5 lat niedobór talentów będzie znaczący, co spowoduje konieczność dostosowania strategii pozyskiwania pracowników. Wg. raportu BPSC, ponad połowa (55%) MŚP zмага się z rekrutacją specjalistów technicznych, a 30% odczuwa niedobór ekspertów IT, co wyraźnie przekracza europejską normę, odpowiednio 42% i 18%¹².

Mimo naturalnych chwilowych wahań zapotrzebowania, wg. „Raport 360 Rekrutacje w sektorze IT” liczba ogłoszeń o pracę w sektorze IT w styczniu i lutym 2024 była średnio wyższa o 7% niż w Q4 2023¹³. Jak informuje Raport Płacowy Hays 2024, **93% firm IT planuje rekrutować pracowników w 2024 roku, a 51% z nich spodziewa się trudności w znalezieniu odpowiednich kandydatów**¹⁴. Dodatkowo, w Polsce duży wpływ na wzrost inwestycji ICT może mieć odblokowanie Krajowego Planu Odbudowy.

Warto zaznaczyć, że wraz z rozwojem narzędzi generatywnej AI maleć będzie zapotrzebowanie na słabiej wykształconych programistów, jakich można wykształcić na specjalistycznych kursach, ale rosnąć będzie zapotrzebowanie na dobrze wykształconych specjalistów. Dla przykładu wg. „Raportu wynagrodzeń i trendów w IT” Grafton Recruitment, **w I kwartale 2024 r. popyt na role związane ze sztuczną inteligencją i uczeniem maszynowym wzrósł o 59% względem III kw, 2023 r.**, a na pracowników zajmujących się technologiami chmurowymi - o 12% względem I kw. zeszłego roku¹⁵.

Tymczasem, mimo tak dużego zapotrzebowania gospodarki, polskie uczelnie publiczne nie są w stanie zwiększyć kształcenia na kierunkach informatycznych. Jak wynika z poniższych wykresów przygotowanych na podstawie danych z systemu RADON¹⁶ w latach 2019-2022 liczba studentów kierunków informatycznych¹⁷ pozostaje na stałym poziomie. Istotny wzrost można zauważyć jedynie na uczelniach niepublicznych, które jednak, poza nielicznymi wyjątkami, nie zapewniają takiej samej jakości kształcenia jak uczelnie publiczne¹⁸.

¹⁰ https://pie.net.pl/wp-content/uploads/2022/11/PIE_Raport_llu-specjalistow-IT-brakuje-w-Polsce.pdf

¹¹ <https://absl.pl/pl/sektor-w-liczbach>

¹² <https://www.erp-view.pl/rynek-it/30699-polskie-firmy-cierpia-na-brak-wykwalfikowanych-technikow-i-specjalistow-it.html>

¹³ <https://grupaprogres.pl/raport-rekrutacje-w-sektorze-it/>

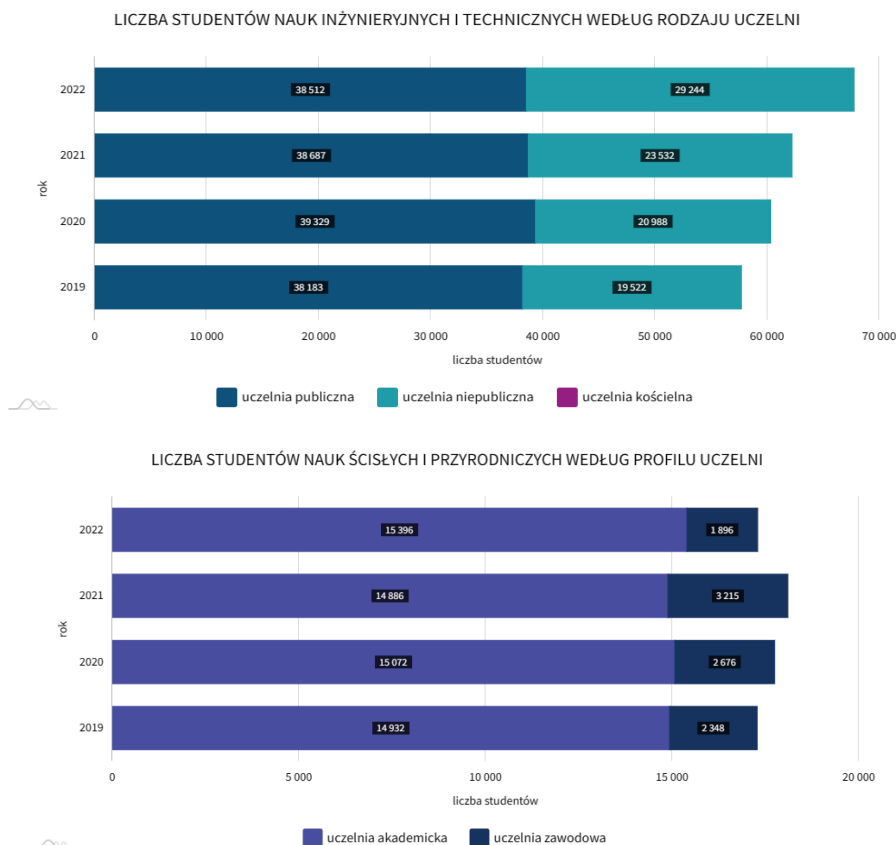
¹⁴ <https://www.hays.pl/raport-placowy/trendy>

¹⁵ <https://pl.grafton.com/pl/raport-wynagrodzen-i-trendow-w-it-2024>

¹⁶ <https://radon.nauka.gov.pl/raporty>

¹⁷ Kierunki zawierające w nazwie „informatyka” lub „sztuczna inteligencja”

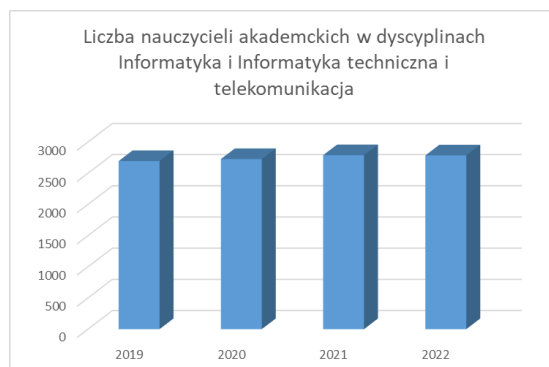
¹⁸ <https://2024 ranking.perspektywy.pl/ranking/ranking-studiow-inzynierskich/informatyka-inz>



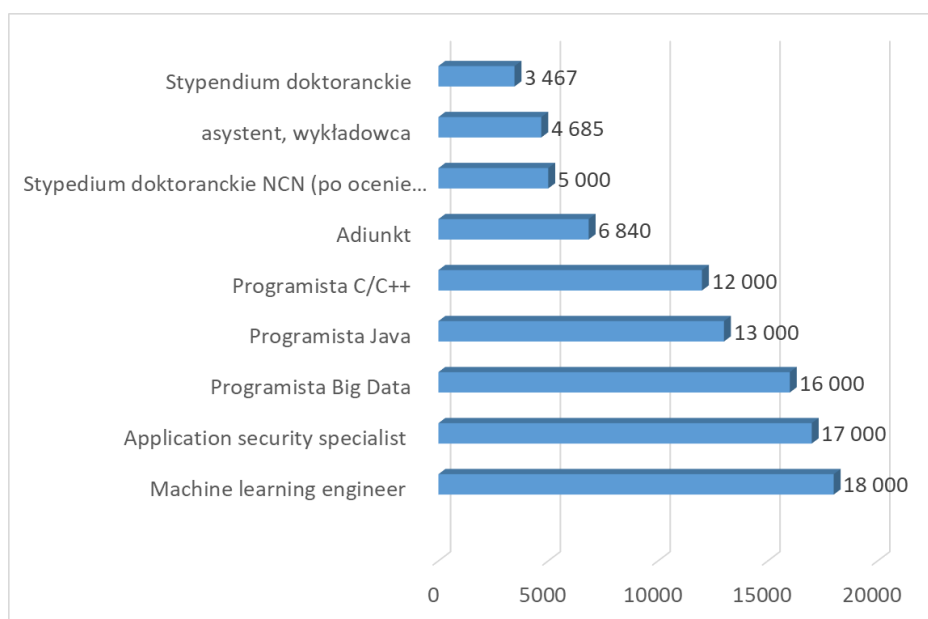
Brak specjalistów ICT nie wynika w żadnym wypadku z braku zainteresowania młodzieży studiami w tym obszarze, które jest bardzo wysokie. Wg. danych nt. wyników rekrutacji na studia na rok akademicki 2023/2024 w uczelniach nadzorowanych przez Ministra Edukacji i Nauki, **informatyka jest najczęściej wybieranym przez kandydatów kierunkiem studiów**¹⁹. Dla przykładu **na kierunek Artificial Intelligence na Politechnice Poznańskiej zgłosiło się w 2023 18,1 kandydatów na jedno miejsce**, a minimalny próg przyjęcia został ustanowiony na poziomie 926,5/1000 punktów, podczas gdy w Akademii Górniczo Hutniczej (AGH) próg przyjęcia wynosił 911/1000. Liczba kandydatów na jedno miejsce na studiach I stopnia na AGH od wielu lat nie spada poniżej 4 (przy 250 osobach przyjmowanych na pierwszy rok studiów inżynierskich), a na Politechnice Wrocławskiej liczba kandydatów na kierunki informatyczne utrzymuje się na poziomie powyżej 8-miu kandydatów na jedno miejsce.

Jaka jest więc przyczyna tego braku reakcji uczelni publicznych na potrzeby gospodarki w zakresie kształcenia specjalistów ICT i wysokie zainteresowanie kandydatów na studia? Kształcenie specjalistów ICT wymaga odpowiedniej kadry nauczycieli akademickich. Tymczasem uczelnie nie tylko mają trudności ze zwiększeniem zatrudnienia nauczycieli akademickich w obszarze ICT, ale borykają się z problemem odnowy i utrzymania obecnej kadry. Potwierdzają to dane z systemu RADON wg. których liczba nauczycieli akademickich w dyscyplinach informatycznych w latach 2019-22 praktycznie się nie zmieniła.

¹⁹ <https://www.gov.pl/web/nauka/wyniki-rekrutacji-na-studia-na-rok-akademicki-20232024-w-uczelniach-nadzorowanych-przez-ministra-edukacji-i-nauki>



Brak rozwoju kadry akademickiej ICT wynika z kolei z ogromnej dysproporcji wynagrodzeń na uczelniach i w przemyśle. Poniższy wykres pokazuje porównanie **minimalnych** stypendiów doktoranckich i wynagrodzeń młodych pracowników akademickich do **minimalnych** wynagrodzeń specjalistów ICT w przemyśle wg. raportu Hays²⁰.



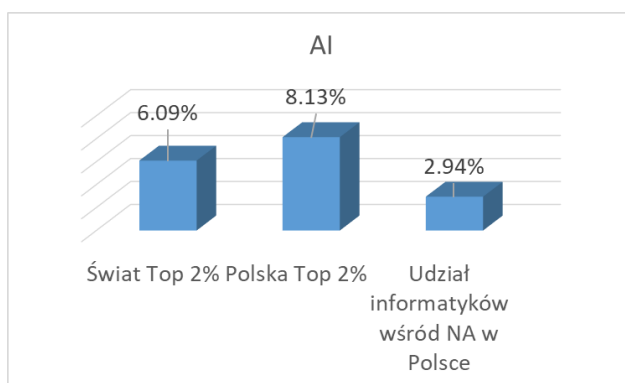
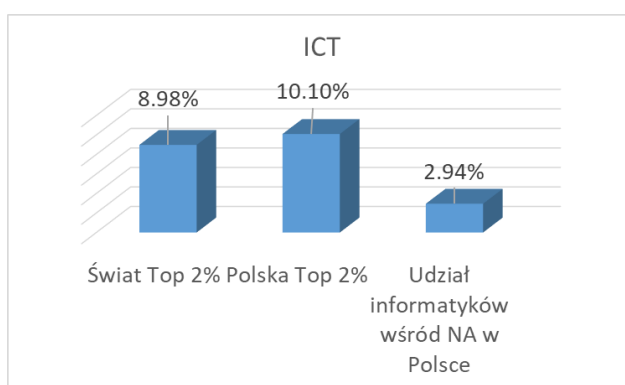
Jak jasno wynika z tego wykresu, **stypendia doktoranckie i wynagrodzenia młodych pracowników nauki są nawet kilkukrotnie niższe niż wynagrodzenia w branży ICT**. Przy tak ogromnej dysproporcji wynagrodzeń i stypendiów trudno jest przekonać absolwentów kierunków ICT do wyboru kariery akademickiej.

Nie ma dobrego kształcenia akademickiego bez zaangażowania kadry akademickiej w prace badawcze na wysokim poziomie. Nie ma też badań stosowanych, a następnie prac rozwojowych i innowacji bez bazy jaką stanowią badania podstawowe. Samo finansowanie prac badawczo-rozwojowych skazuje nas na rolę drugoplanowych konsumentów wyników badań podstawowych opracowanych w innych krajach, i to jeszcze z opóźnieniem, czasem kilkuletnim, wynikającym z złożoności procesów publikacyjnych i transferu wiedzy. Zdrowy podział środków na badania jest wg doświadczeń historycznych następujący: połowę środków inwestować w badania, które mają dużą szansę dać szybki i opłacalny efekt; jedną czwartą w badania, które mogą przynieść efekty w dłuższym horyzoncie czasowym, przy czym istnieje ryzyko niepowodzenia. Natomiast pozostałą jedną

²⁰ <https://www.hays.pl/raport-placowy>

czwartą należy przeznaczyć na badania nad hipotezami o nikłych szansach powodzenia, które jednak, gdyby przyniosły efekty, zwrócą koszty wszystkich badań zakończonych niepowodzeniem^{21 22 23}

Pomimo niskich nakładów na naukę, polska kadra akademicka ma wciąż duży potencjał do kształcenia i prowadzenia badań na najwyższym światowym poziomie w obszarze ICT. W opracowanym przez Stanford University zestawieniu (we współpracy z wydawnictwem Elsevier), wśród 2% najlepszych światowych naukowców, znajduje się aż 10,1% (113/1119) przedstawicieli polskiej nauki prowadzących badania w obszarze ICT²⁴, podczas gdy w skali światowej jest to 8,98%²⁵. W przypadku Artificial Intelligence & Image Processing jest to 8,13% w Polsce i 6,09% w skali światowej. Tymczasem udział nauczycieli akademickich prowadzących badania w dyscyplinach informatyka oraz informatyka techniczna i telekomunikacja wnosi w Polsce zaledwie 2,94%. **Obszar ICT, w tym AI, można więc uznać za polską specjalizację naukową.**



²¹ W przybliżeniu takie proporcje stosuje się np. w Austrii: 19 % nakładów przeznaczają się na badania podstawowe, 33 % na badania stosowane, 48 % na badania z eksperymentalnym wdrożeniem, patrz https://www.statistik.at/fileadmin/user_upload/FuE2021.pdf,

²² Na świecie na badania podstawowe przeznaczają się do ¼ środków na badania, por. https://www.unesco.de/sites/default/files/2018-01/unesco_wissenschaftsbericht_2015_dt_zsfg-1.pdf,

²³ Wagę badań podstawowych dla rozwoju nauki podkreślano już dziesiątki lat temu, por. <https://www.ias.edu/sites/default/files/library/UsefulnessHarpers.pdf>

²⁴ Artificial Intelligence & Image Processing, Information & Communication Technologies, Computation Theory & Mathematics, Computer Hardware & Architecture, Numerical & Computational Mathematics, Bioinformatics

²⁵ <https://elsevier.digitalcommonsdata.com/datasets/btchxktyw/6>

Niestety, nakłady na badania podstawowe w obszarze ICT nie odzwierciedlają ani znaczenia gospodarczego tego obszaru ani potencjału polskiej nauki w tym obszarze. W szczególności **w Polsce nie ma dedykowanych programów wsparcia badań podstawowych w obszarze ICT, jakie funkcjonują w wielu krajach**. Dla przykładu, w USA rządowy budżet na badania w AI wyniósł 1,7 miliarda dolarów (2022). Ponadto, badania w obszarze AI są ujęte w National Artificial Intelligence R&D Strategic Plan, a do ich prowadzenia powołano wiele tzw. National AI Research Institutes. W Niemczech powstało German Research Centre for Artificial Intelligence (DFKI – Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz), funkcjonują też liczne inicjatywy rządów lokalnych. W Chinach działa 1000 Talents Program. W Korei powstał Brain Research Institute. Strona International Artificial Intelligence Industry Alliance wymienia 20 narodowych strategii AI obejmujących inwestycje w badania²⁶. Niestety **nie ma na tej liście Polski**.

Inwestycje w ICT należy traktować jako działania długofalowe. Wzrastająca rola informatyki jako motoru gospodarki nie jest zjawiskiem sezonowym. Nowe technologie informatyczne nie pojawiają się z dnia na dzień. Przykładowo, internet pojawił się w latach 90tych, ale przedmiotem badań i wykładów sieci komputerowe były już w latach 70tych ubiegłego wieku. Podobnie jak programowanie równoległe. Dziś robiące karierę wielkie modele językowe mają jeszcze dłuższą historię. Stąd inwestycje w informatykę, zwłaszcza badania podstawowe, muszą mieć charakter dalekowzroczny, z horyzontem planowania co najmniej 30-letnim i stałą determinacją, niezależną od chwilowych opcji politycznych. Dotyczy to zarówno inwestycji w badania jak i w rozwój i zapewnienie zastępowalności pokoleniowej kadry²⁷.

Warto też zwrócić uwagę, że **polskie społeczeństwo wciąż jest bardzo nisko oceniane pod kątem kompetencji cyfrowych**^{28 29} o czym świadczy m.in. bardzo niska pozycja Polski w indeksie gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego (DESI)³⁰ (por. poniższy wykres). Dlatego, należy dedykować znaczne środki nie tylko na kształcenie kompetentnych, wysoko wyspecjalizowanych kadr ICT, ale także radykalnie zwiększyć nakłady na edukację cyfrową, także wśród osób upatrujących swój rozwój zawodowy w obszarach niezwiązanych z ICT, jednakże wykorzystujący, bądź mogących wykorzystywać, rozwiązania teleinformatyczne, w tym oparte o AI³¹.

²⁶ <https://www.aiia-ai.org/col.jsp?id=200>

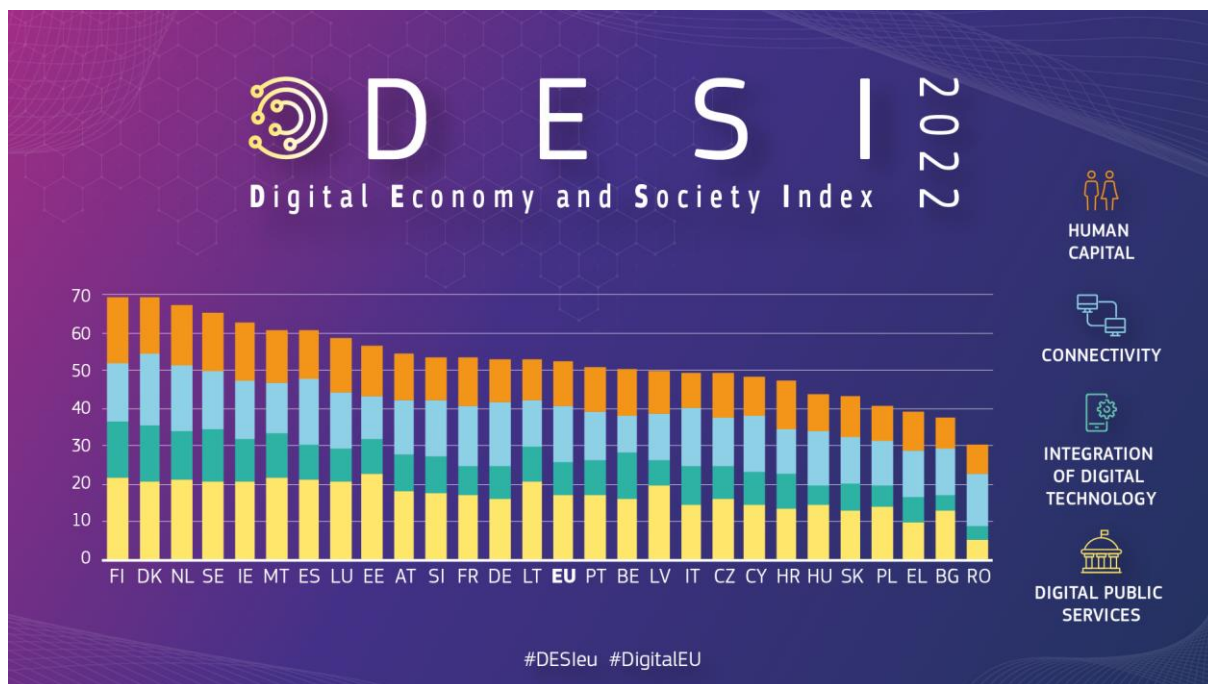
²⁷ Już dziś dyskutuje się nad rozwojem ICT na najbliższe 20 lat <https://time.com/6097625/kai-fu-lee-book-ai-2041/>

²⁸ <https://dsgi.wiley.com/global-rankings/>

²⁹ <https://www.cedefop.europa.eu/en/tools/skills-intelligence/digital-skills-level?year=2021#2>

³⁰ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/pl/policies/desi>

³¹ <https://digitalpoland.org/assets/publications/czas-na-cyfrowa-gospodarke-4-edycja-2023-09-26.pdf>



Propozycja KI PAN

Państwo ma nie tylko prawo, ale i obowiązek inwestować w kształcenie kadr i badania podstawowe zgodnie z zapotrzebowaniem gospodarki, które jest szczególnie wysokie w obszarze ICT.

Postulujemy więc **opracowanie długofalowej strategii rozwoju ICT w Polsce**, która powinna obejmować:

- **Zwiększenie nakładów na kształcenie zaawansowanych specjalistów ICT na najlepszych polskich uczelniach publicznych³²** pozwalające na 3-krotne zwiększenie liczby studentów (inżynierskich, magisterskich i doktoranckich) na tych uczelniach
- **Uruchomienie dedykowanego programu badań podstawowych w obszarze ICT oraz badań interdyscyplinarnych**, w szczególności w zakresie AI i cyberbezpieczeństwa³³
- **Włączenie przedstawicieli środowiska akademickiego do gremiów pracujących nad strategicznymi kierunkami rozwoju w obszarach ICT** takich jak Rada ds. sztucznej inteligencji przy Ministerstwie Cyfryzacji
- **Upowszechnienie kształcenia w zakresie kompetencji cyfrowych na wszystkich poziomach edukacji.**

³² Tj. na kierunkach posiadających pozytywną ocenę PKA i przypisanych do dyscyplin informatyka techniczna i telekomunikacja, informatyka lub automatyka, elektronika i elektrotechnika ocenionych na kategorię minimum B+ w ewaluacji jakości działalności naukowej.

³³ Podobną opinię wyraża Sekcja Bezpieczeństwa Komitetu Informatyki PAN w Stanowisku z 23.10.2024 https://ki.pan.pl/app/uploads/2024/11/edukacja_bezp.pdf