

Załączniki

1	OCENA AKTUALNOŚCI I UŻYTECZNOŚCI ZAŁOŻEŃ PROGRAMU Z PERSPEKTYWY WYZWAŃ STRATEGICZNYCH W OBSZARZE SZTUCZNEJ INTELIGENCJI I BLOCKCHAIN.....	2
1.1	Aktualność programu Infostrateg w kontekście kierunków badawczych oraz wyzwań strategicznych (krajowych i międzynarodowych) w obszarze sztucznej inteligencji i blockchain	2
1.1.1	Aktualność programu Infostrateg w kontekście celów strategicznych na poziomie krajowym	2
1.1.2	Aktualność programu Infostrateg w kontekście celów strategicznych na poziomie unijnym	6
1.1.3	Aktualność programu Infostrateg w kontekście trendów na poziomie międzynarodowym	11
1.1.4	Aktualność programu Infostrateg w kontekście trendów na poziomie krajowym	23
1.2	Diagnoza polskiego potencjału naukowo-badawczego z perspektywy zapewnienia skutecznej realizacji założeń programowych oraz realizacji projektów w obszarze sztucznej inteligencji i blockchain	43
1.2.1	Zasoby kadrowe	43
1.2.2	Zasoby infrastrukturalne	50
1.2.3	Aktywność naukowa.....	62
1.2.4	Zgłoszenia patentowe	64
1.2.5	Aktywność projektowa.....	70
1.3	Przykłady innych działań wspierających zastosowanie rozwiązań dotyczących sztucznej inteligencji i blockchain.....	76
1.3.1	Wprowadzenie	76
1.3.2	Program 1: AI Solutions to improve productivity in key sectors	76
1.3.3	Program 2: ATM Excellent science and outreach for Artificial Intelligence (AI) for aviation	79
1.3.4	Program 3: Research and development competition for RAI in extreme and challenging environments.....	82
1.3.5	Program 4: Artificial intelligence for better biomedical and health research	87
1.3.6	Program 5: AI4PEP – AI for Pandemic & Epidemic Preparadness Fund.....	91
2	OPIS METOD I TECHNIK BADAWCZYCH	96
2.1	Analiza danych zastanych	96
2.2	Indywidualne wywiady pogłębione (IDI)	102
2.3	Badanie ankietowe CAWI.....	103
2.4	Warsztat rekomendacyjny.....	103

1 OCENA AKTUALNOŚCI I UŻYTECZNOŚCI ZAŁOŻEŃ PROGRAMU Z PERSPEKTYWY WYZWAŃ STRATEGICZNYCH W OBSZARZE SZTUCZNEJ INTELIGENCJI I BLOCKCHAIN

1.1 Aktualność programu Infostrateg w kontekście kierunków badawczych oraz wyzwań strategicznych (krajowych i międzynarodowych) w obszarze sztucznej inteligencji i blockchain

1.1.1 Aktualność programu Infostrateg w kontekście celów strategicznych na poziomie krajowym

Analizą objęto następujące dokumenty strategiczne na poziomie krajowym:

1. Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020
2. Strategia produktywności 2030
3. Polityka Naukowa Państwa
4. Strategia Cyberbezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej na lata 2019-2024
5. Polityka Przemysłowa Polski
6. Krajowy Program Badań
7. Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększenia Odporności

Najważniejszym dokumentem wyznaczającym kierunki rozwoju AI w Polsce jest, przyjęta w grudniu 2020 r. *Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020* (dalej: *Polityka AI*), która przedstawia kluczowe cele i działania administracji publicznej, nakierowane na pobudzenie badań nad tematyką AI. Efektem wdrożenia polityki rozwoju AI w Polsce ma być ukształtowanie się kompletnego ekosystemu, w którym będą współdziałać interesariusze publiczni, podmioty sektora szkolnictwa wyższego i nauki, przedsiębiorcy i organizacje pozarządowe. *Polityka AI* opisuje działania, które Polska powinna wdrożyć i cele, które powinna osiągnąć w perspektywie krótkoterminowej (do 2023 r.), średnioterminowej (do 2027 r.) i długoterminowej (po 2027 r.). W dokumencie strategicznym wskazano sektory, które są bardzo podatne na korzyści wynikające z wdrażania sztucznej inteligencji, i jednocześnie są priorytetowe dla gospodarki Polski. Wskazano także dziedziny, takie jak klimat i ochrona środowiska, w których wykorzystanie AI należy traktować priorytetowo.

W dokumencie strategicznym *Strategia Produktywności 2030*¹, z jednej strony zdiagnozowano potencjał naukowy i gospodarczy w zakresie AI, a z drugiej wskazano rozwój technologii sztucznej inteligencji i wdrażanie ich w kluczowych obszarach gospodarki jako jeden z kierunków interwencji. W dokumencie nie wskazuje się branż, czy dziedzin, w których rozwój AI powinien być traktowany priorytetowo; skupiono się głównie na wskazaniu koniecznych horyzontalnych działań, takich jak wzmocnienie potencjału kapitału ludzkiego w obszarze AI, podnoszenie świadomości społecznej w zakresie technologii AI, czy zwiększenie nakładów inwestycyjnych na technologie związane z AI. Podobne podejście przedstawiono w dokumencie *Polityka Przemysłowa Polski*, a także w *Krajowym Planie Odbudowy i Zwiększenia Odporności*, choć tu wymieniono szeroki wachlarz obszarów w których konieczne jest wykorzystanie potencjału technologii przełomowych takich, jak: sztuczna inteligencja, blockchain i internet rzeczy, tj. w produkcji, transporcie, logistyce, w łańcuchu dostaw, ochronie zdrowia, w sektorze finansów, na rynku kapitałowym, w rolnictwie, edukacji, kulturze i w rozwoju miast. W części

¹ *Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020* bezpośrednio stanowi część Strategii Produktywności.

dokumentów wskazuje się na zagrożenia i słabe strony sztucznej inteligencji, takie jak ryzyko nadużyć, kwestie bezpieczeństwa i ochrony danych (*Strategia Produktywności 2030, Polityka Naukowa Państwa*). W takich dokumentach jak *Strategia Cyberbezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej na lata 2019-2024, Krajowy Program Badań* o sztucznej inteligencji wspomina się jedynie zdawkowo, a o technologii blockchain wcale.

Na podstawie analizowanych dokumentów wskazać można kluczowe obszary i sektory, w których rozwój AI powinien być w szczególności wspierany.

1. Ochrona środowiska naturalnego

Wykorzystywanie rozwiązań AI do stałego monitorowania i poprawy środowiska naturalnego Polski².

2. Transport

Wysoki potencjał wykorzystania AI mają pojazdy autonomiczne (samochody samobieżne). Takie pojazdy łączą w sobie różne czujniki odbierające sygnały z otoczenia, jak skanowanie laserowe, sonar, radar, GPS, drogomierz i inercyjne jednostki pomiarowe. Ponadto są one wyposażone w widzenie maszynowe (ang. machine vision), które jest obecnie jedną z najbardziej znanych i powszechnych technologii AI³.

3. Ochrona zdrowia

W opiece zdrowotnej systemy AI mogą przyczynić się do wysokiej jakości usług medycznych oraz optymalizacji czasu, kosztów i skuteczności leczenia⁴. AI w opiece zdrowotnej to również możliwość korzystania z narzędzi **przewidujących rozwój sytuacji epidemiologicznej** czy **wykrywających nadużycia**. Za pomocą AI możliwe jest wykorzystanie potencjału badawczego danych medycznych w celu poprawy zdrowia obywateli, z uwzględnieniem ochrony prywatności i danych osobowych przy wykorzystaniu technik tej ochrony (np. anonimizacji lub pseudonimizacji) albo bez wykorzystania tych technik w przypadkach wyraźnej zgody osoby uprawnionej. W Krajowym Planie Odbudowy i Zwiększenia Odporności planuje się realizację centralnej usługi cyfrowej wspierającej proces decyzyjny lekarza – za jej pomocą następowało będzie pobieranie i przetwarzanie przez system centralny dokumentacji wykonywanych badań laboratoryjnych oraz badań obrazowych pacjenta w celu inteligentnego wyszukiwania m.in. zmian nowotworowych, wskazań w kierunku badania cukrzycy, czy zmian w komórkach. Zakładanym wynikiem analizy będzie przygotowanie raportu i powiadomienie personelu medycznego (lekarza pierwszego kontaktu, innego wskazanego personelu) o zmianach w stanie zdrowia pacjenta w celu wsparcia decyzji dotyczącej zleceń dodatkowych badań, rozpoczęcia/zmiany leczenia czy rehabilitacji pacjenta⁵. W KPO założono, iż w 2026 roku 30% podmiotów leczniczych o znaczeniu ogólnokrajowym/regionalnym będzie podłączone do centralnego repozytorium danych medycznych i wyposażone w oparte na sztucznej inteligencji narzędzie wspomagające podejmowanie decyzji.

W *Polityce AI* wskazuje się możliwe narzędzia ukierunkowane na cel jakim jest przyspieszenie procesów transformacji cyfrowej ochrony zdrowia z wykorzystaniem AI:

- pilotażowe programy składowania zanonimizowanych danych medycznych;

² Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020.

³ Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020.

⁴ Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020, Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększenia Odporności.

⁵ Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększenia Odporności.

- wsparcie rozwoju narzędzi i rozwiązań wykorzystujących dane medyczne, w tym szczególnie rozwiązań z zakresu telemedycyny i e-zdrowia;
 - analiza danych dotyczących zdarzeń medycznych (usług medycznych), która może przyczynić się do skuteczności działań profilaktycznych;
 - działania optymalizacyjne w sektorze ochrony zdrowia na podstawie analizy danych takich jak m.in. mapy potrzeb, podaź i popyt na świadczenia, wykorzystanie zasobów, dane z usług cyfrowych;
 - udostępnianie danych medycznych służące tworzeniu bardziej skutecznych leków i metod leczenia.
- Potrzebne działania to m.in. wspieranie **projektów w dziedzinie e-zdrowia**, w tym działań mających na celu **interoperacyjność** istniejących systemów, ze szczególnym uwzględnieniem projektów skierowanych na **opiekę nad osobami starszymi** oraz projektów ukierunkowanych na **przeciwdziałanie epidemiom** i zwalczanie ich skutków.

Z kolei w dokumencie *Polityka Przemysłowa Polski* wskazuje się na możliwość wykorzystania AI w przemyśle farmaceutycznym, biotechnologicznym i wyrobów medycznych. W 2019 r. inwestycje w chmurze stały się jednym z priorytetów branży. Startupy z branży AI pracują nad **rejestracją nowych wskazań terapeutycznych dla istniejących leków** lub generowaniem nowych przy użyciu sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego i automatyzacji czy **opracowywaniem nowych formuł substancji aktywnych**. Cyfryzacja kluczowych obszarów biznesu wraz z inteligentną automatyzacją prac badawczych i produkcji może pomóc firmom zredukować **cykl wejścia na rynek leków**. Rozwiązania z obszaru Internetu Rzeczy są wykorzystywane do **śledzenia łańcucha dostaw**. Umożliwia to stałe rejestrowanie lub zgłaszanie stanu towaru podczas transportu, wskazując, czy transportowane leki, odczynniki bądź surowce są przewożone w odpowiednich warunkach, a także pozwala monitorować wszelkie opóźnienia⁶.

4. Rolnictwo i sektor spożywczy

Z kolei w rolnictwie precyzyjnym już są wykorzystywane algorytmy podejmowania decyzji. Systemy Digital Farming, teledetekcji, precyzyjnego aplikowanie nawozów na podstawie analiz gleby i wielkości plonów, śledzenia w czasie rzeczywistym plonu i oceny efektu nawożenia sprawiają, że rolnictwo 5.0, umożliwiające dbanie o kondycję pojedynczych roślin, staje się faktem. W *Polityce AI* kładzie się szczególny nacisk na wykorzystanie AI w rolnictwie w celu **zwiększenia jego wydajności**. Mają się do tego przyczynić konkretne działania m.in. bieżące mapowanie wpływu i sposobu wykorzystywania nowoczesnych technologii na rolnictwo i sektor spożywczy, a także wspieranie projektów związanych ze zbieraniem danych i ich wykorzystaniem w celu zwiększenia wydajności działalności rolniczej. Nie wskazuje się natomiast na kwestie, które są taktowane priorytetowo w europejskich dokumentach – działaniach pro-ekologicznych, ukierunkowanych na ograniczanie zużycia zasobów, GOZ i inne cele określone w dokumencie strategicznym – planie działania Europejski Zielony Ład.

5. Administracja publiczna

W *Polityce AI* wskazuje się, iż ciągły wzrost możliwości technicznych sprawia, że **automatyzacja procesów** staje się coraz atrakcyjniejsza dla administracji publicznej. Dzięki postępowi w dziedzinie sztucznej inteligencji procesy, które jeszcze kilka lat temu musiały być realizowane przez wielu urzędników, dziś już mogą być częściowo zautomatyzowane. Jednocześnie zadaniem administracji publicznej powinno być wyznaczanie standardów wdrożeń rozwiązań AI, w szczególności zapewniających poszanowanie etyki AI, ochronę praw obywateli i podnoszenie jakości oferowanych usług publicznych.

⁶ Polityka Przemysłowa Polski.

Potrzebny jest dalszy rozwój programów wspierających administrację i sektor publiczny we wdrażaniu AI, takich jak Program GovTech Polska, czy **projekty tworzenia zaufanych repozytoriów danych publicznych**, udostępnianych w ramach programu Otwarte Dane na stronie internetowej dane.gov.pl.

Dalsze wsparcie konieczne jest także w takich obszarach jak **tworzenie decentralizowanego repozytorium danych przemysłowych i surowych** (wirtualne składnice danych, data trusty lub wspólnice danych) oraz **program zbudowania zaufanej publicznej chmury informatycznej dla sektora publicznego do trzymania i obróbki danych polskich obywateli także z wykorzystaniem komputerów brzegowych (EDGE)**.

Celami średnioterminowymi (do 2027 r.) wskazanymi w *Polityce AI* jest m.in. wdrożenie w instytucjach publicznych **systemów elektronicznego zarządzania dokumentacją wykorzystujących komponenty AI**, udostępnienie publicznie, z poszanowaniem przepisów o ochronie informacji niejawnych, wybranych informacji opartych na zbiory danych wrażliwych o posiadane przez administrację. Wskazuje się na znaczącą rolę **Głównego Urzędu Statystycznego** jako agregatora danych statystycznych czasu rzeczywistego oraz dostawcy kompetencji statystycznych jednostkom sektora publicznego.

6. Bezpieczeństwo i obronność

Jednym z celów *Polityki AI* jest zwiększenie zdolności państwa do wykorzystania AI w sytuacjach kryzysowych **w celu prognozowania zagrożeń i wspierania decyzyjności**, a także w sytuacjach wymagających interwencji lub wsparcia ze strony administracji różnego szczebla. Jednym z podobszarów, w których wykorzystanie AI ma dużą przyszłość, jest **cyberbezpieczeństwo**.

7. Energetyka

AI będzie mieć kluczowy wpływ także na energetykę, a pośrednio na klimat i środowisko. Rozwiązania AI w inteligentnych sieciach pozwolą m.in. na **integrację i stabilizację** pracy generacji rozproszonej oraz odnawialnych źródeł energii, efektywne zarządzanie poborem energii elektrycznej, a przez zwiększenie elastyczności i sterowalności systemu elektroenergetycznego na wprowadzenie dynamicznych formuł cenowych oraz wzrost poziomu niezawodności dostaw i jakości energii elektrycznej dostarczanej do odbiorców⁷.

8. Kultura – kinematografia

W *Polityce AI* wskazuje się, że sztuczna inteligencja ma także ogromny potencjał wykorzystania w **kinematografii** – przy rekonstrukcji cyfrowej, pracach z zakresu automatycznego tłumaczenia filmów, przygotowania dubbingu czy też w dobieraniu muzyki do scen filmowych, jak i kontroli jakości czy montażu filmów. Pozwala również na ponowne włączenie w społeczny **obieg materiałów filmowych z ubiegłego wieku** w celu uatrakcyjnienia ich dla odbiorców. Jej zastosowanie zwiększa się równocześnie w łańcuchu produkcji audiowizualnej i audialnej różnych typów mediów lub dziennikarstwa.

9. Przetwarzanie języka polskiego i jego tłumaczenia na języki obce

Jednym z krótkoterminowych celów *Polityki AI* (do 2023 r.) jest rozwój projektów dostosowanych do polskich problemów i wyzwań, jak np. maszynowe **przetwarzanie języka polskiego i jego tłumaczenia na języki obce**, m. in. przez współpracę badawczą krajów języków słowiańskich oraz angażowanie osób władających językiem polskim na uczelniach zagranicznych. Jako jedno z narzędzi realizujących ten cel wskazano granty i stypendia Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, Narodowego Centrum Nauki i Narodowego Centrum Badań i Rozwoju na projekty związane z przetwarzaniem języka polskiego opartego na wiodących na świecie algorytmach.

W *Polityce AI* wskazano ponadto inne obszary, poza wskazanymi powyżej, które mogą być istotne dla wspierania rozwiązań AI w Polsce:

⁷ Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020.

10. AI w miastach (rozwiązania Smart City), w budownictwie (w szczególności inteligentne budownictwo, ang. smart building),

11. AI w przemyśle (m.in. inteligentne fabryki).

O technologii blockchain analizowane krajowe dokumenty strategiczne niemal nie wspominają. W Strategii Produktywności wspomina się o potrzebie doradztwa, mentoringu dla podmiotów sektora FinTech w ubieganiu się o licencje potrzebne do rozpoczęcia działalności na polskim rynku w różnych obszarach innowacyjnych usług finansowych, m.in. technologiach rozproszonych rejestrów blockchain.

W Krajowym Planie Odbudowy i Zwiększenia Odporności wskazuje się na obszar administracji publicznej, w której można wykorzystać technologie blockchain do współpracy i wymiany danych. W KPO planowane jest wytworzenie w szczególności mechanizmu wykorzystania technologii blockchain dla przyspieszenia transformacji cyfrowej, poprzez dobre praktyki współpracy z rynkiem oraz współpracy międzyinstytucjonalnej, w ramach której przewiduje się m.in.: dofinansowanie dla wdrożeń pilotażowych technologii przełomowych w sferze publicznej, prace nad tożsamością cyfrową, standaryzacją, certyfikacją, interoperacyjnością i cyberbezpieczeństwem blockchain, dofinansowanie projektów o charakterze pilotażowym, katalizujących rozwój zastosowań w wybranych sektorach, a także wykorzystanie potencjału współpracy transgranicznej w usługach sektora publicznego⁸.

Platforma blockchain może posłużyć do wprowadzania innowacyjnych instrumentów zwrotnych, kryptoaktywów, w tym np. zielonych obligacji dla MŚP (taki projekt jest przygotowywany w fazie koncepcyjnej w ramach EBSI/ European Blockchain Services Infrastructure)⁹.

Istotnym elementem kreowania ekosystemu AI, wskazywanym zarówno w *Strategii Produktywności*, jak i *Polityce AI*, jest **budowanie zaufania i świadomości społecznej na temat AI i budowanie zaufania społecznego** i gotowości do wykorzystywania rozwiązań AI. Konieczne jest zatem promowanie wiedzy o sztucznej inteligencji i korzyści z niej wynikających, a także promocja najnowszych rozwiązań technologicznych wśród przedsiębiorców w celu podniesienia poziomu rozwoju i nawiązania dialogu z innymi gospodarkami UE. W przypadku takiego sektora jak rolnictwo, w *Polityce AI* wskazuje się na potrzebę przedstawiania rolnikom korzyści z wykorzystania sztucznej inteligencji, w tym przez stworzenie w Polsce modelowych gospodarstw rolnych wykorzystujących rozwiązania AI przy udziale jednostek doradztwa rolniczego. Istotnym elementem projektów w zakresie AI powinny być zatem działania promocyjne, informacyjne i upowszechniające w zakresie efektów projektów dla gospodarki i społeczeństwa.

1.1.2 Aktualność programu Infostrateg w kontekście celów strategicznych na poziomie unijnym

Analizą objęto następujące dokumenty strategiczne na poziomie unijnym:

1. Artificial Intelligence Act (rozporządzenie w sprawie sztucznej inteligencji) COM(2021) 206 final (2021)¹⁰
2. Skoordynowany plan w sprawie sztucznej inteligencji COM(2021) 205 final (2021)¹¹
3. Sztuczna inteligencja dla Europy, Komunikat Komisji, COM(2018) 237 final (2018)¹²

⁸ Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększenia Odporności.

⁹ Tamże.

¹⁰ [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698792/EPRS_BRI\(2021\)698792_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698792/EPRS_BRI(2021)698792_EN.pdf)

¹¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0795>

¹² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0237>

4. Europe's Digital Decade: digital targets for 2030 / Cyfrowa dekada Europy: cele cyfrowe na 2030 r. (2022)¹³
5. Kształtowanie cyfrowej przyszłości Europy/ Shaping Europe's digital future (2020)¹⁴
6. Biała księga w sprawie sztucznej inteligencji Europejskie podejście do doskonałości i zaufania, COM/2020/65 final/2 (2020)¹⁵
7. Europejska strategia w zakresie danych COM(2020) 66 final (2020)¹⁶
8. Program Digital Europe na lata 2021-2027, 2018/0227(COD) (Cyfrowa Europa) (2018)¹⁷
9. Nowa europejska przestrzeń badawcza na rzecz badań naukowych i innowacji COM(2020) 628 final (2020)¹⁸
10. European Blockchain Strategy (2019)¹⁹
11. Strategia Europa 2020 COM(2010) 2020 final (2010)
12. Strategic Plan 2020-2024. DG Research and Innovation (2020)²⁰

W bezpośrednim odniesieniu do technologii AI, na poziomie unijnym opracowano *Akt w sprawie sztucznej inteligencji*, który jest pierwszym na świecie oficjalnym dokumentem dotyczącym ram prawnych regulujących konkretne zastosowania sztucznej inteligencji, a także *Skoordynowany plan w sprawie sztucznej inteligencji*, który określa założenia dla strategicznego dostosowania, działań politycznych i inwestycyjnych.

W dokumencie *Sztuczna inteligencja dla Europy*²¹, Komisja Europejska wskazuje na potrzebę wspierania badań i innowacji w celu opracowania nowej generacji technologii AI oraz ich wdrożenie, tak by podmioty gospodarcze – w szczególności małe i średnie przedsiębiorstwa, które stanowią 99% przedsiębiorstw w UE – były w stanie wdrożyć AI. Komisja Europejska w Komunikacie wskazuje, że Europa pozostaje w tyle w zakresie prywatnych inwestycji w AI, i w związku z tym niezwykle ważne jest, aby UE kontynuowała prace nad stworzeniem środowiska sprzyjającego inwestycjom i wykorzystywała środki publiczne do pobudzania inwestycji prywatnych, a jednym z głównych stojących przed nią wyzwań jest **wykorzystanie technologii AI w całej gospodarce**. Podobne podejście przedstawiono w dokumencie *Biała księga w sprawie sztucznej inteligencji*²², która określa warianty ram prawnych dotyczących godnej zaufania sztucznej inteligencji (przyjęta wraz z niniejszym komunikatem), wraz z działaniami następczymi w zakresie bezpieczeństwa, odpowiedzialności, praw podstawowych i danych. W dokumencie tym podkreśla się znaczenie wykorzystania AI w całej gospodarce UE i w administracji publicznej i jednocześnie wskazuje się, że skoordynowane działania na poziomie UE powinny koncentrować się w sektorach, w których Europa może stać się światowym liderem, takich jak przemysł, zdrowie, transport, finanse, rolno-spożywcze łańcuchy wartości, energia/środowisko, leśnictwo, obserwacja Ziemi i przestrzeń kosmiczna. We wszystkich tych dziedzinach toczy się wyścig o pozycję światowego lidera, a Europa posiada znaczny potencjał, wiedzę i doświadczenie.

¹³ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_pl

¹⁴ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europes-digital-future_pl

¹⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1603192201335&uri=CELEX:52020DC0065>

¹⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1582218646923&uri=COM:2020:66:FIN>

¹⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0694>

¹⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:52020DC0628>

¹⁹ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/european-blockchain-strategy-brochure>

²⁰ https://commission.europa.eu/publications/strategic-plan-2020-2024-research-and-innovation_en

²¹ Sztuczna inteligencja dla Europy, Komunikat Komisji, COM(2018)237final

²² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1603192201335&uri=CELEX:52020DC0065>

Program *Droga ku cyfrowej dekadzie*, wraz z konkretnymi celami i założeniami na 2030 r., wyznacza kierunek transformacji cyfrowej Europy w zakresie umiejętności, transformacji cyfrowej przedsiębiorstw, bezpiecznej i zrównoważonej infrastruktury cyfrowej i cyfryzacji usług publicznych. Zagadnienia zw. ze sztuczną inteligencją lub blockchain zostały potraktowane w sposób ogólny. W podobnie ogólny sposób odniesiono się do tych kwestii w dokumencie *Kształtowanie cyfrowej przyszłości Europy/ Shaping Europe's digital future*²³.

Celem *Europejskiej strategii w zakresie danych*²⁴ jest stworzenie w Europie jednolitej przestrzeni danych i prawdziwie jednolitego rynku otwartego na dane, gdzie zarówno dane osobowe i nieosobowe pozostają bezpieczne, a przedsiębiorstwa posiadają łatwy dostęp do niemal nieograniczonej ilości wysokiej jakości danych przemysłowych. Szczególne znaczenie ma interoperacyjność i jakość danych, jak również ich struktura, autentyczność i integralność, dlatego konieczne będą skoordynowane działania wszystkich krajów i wspieranie rozwoju wspólnych europejskich przestrzeni danych w strategicznych sektorach gospodarki i dziedzinach interesu publicznego. Utworzone mają być wspólne przestrzenie danych dotyczące przemysłu, Zielonego Ładu, mobilności, zdrowia, finansów, energii, rolnictwa, administracji publicznej oraz umiejętności. Takie gromadzenie i zarządzanie danymi będzie miało kluczowe znaczenie dla wykorzystania ich w innowacyjnych celach, w tym w celu rozwijania sztucznej inteligencji.

Odpowiedzią Komisji Europejskiej na wyzwania związane z transformacją cyfrową w UE jest Program „Cyfrowa Europa” (*ang. Digital Europe Programme*)²⁵, który jest z kilku instrumentów finansowania działań w zakresie budowania zdolności w obszarach polityki cyfrowej wyznaczonej przez Radę Europejską. Jednym z celów szczegółowych Programu jest Sztuczna inteligencja, a interwencja finansowa Unii w ramach tego celu służy realizacji następujących celów operacyjnych: a) budowa i wzmocnienie podstawowych zdolności w zakresie sztucznej inteligencji w Unii, w tym zasobów danych i bibliotek algorytmów, przy zachowaniu zgodności z przepisami w zakresie ochrony danych; b) zapewnienie dostępności tych zdolności dla wszystkich przedsiębiorstw i administracji publicznych; c) wzmocnienie i powiązanie w sieć istniejącego w państwach członkowskich zaplecza testowego i doświadczalnego z zakresu sztucznej inteligencji.

W *Skoordynowanym planie w sprawie sztucznej inteligencji na 2021 r.* zidentyfikowano **7 sektorów**, w których rozwój AI oraz podejmowanie skoordynowanych działań na poziomie UE są szczególnie istotne, aby dostosować się do zmian na rynku i bieżących działań w państwach członkowskich oraz wzmocnić pozycję UE w skali globalnej. Sektory te to: Klimat i ochrona środowiska, Zdrowie, Strategia na rzecz robotyki w świecie sztucznej inteligencji, Sektor publiczny, Transport, Bezpieczeństwo: egzekwowanie prawa, migracje i azyl, Rolnictwo.

1. Klimat i ochrona środowiska

W *Skoordynowanym planie* wskazuje się, iż technologie sztucznej inteligencji mogłyby przede wszystkim wspierać osiągnięcie celów określonych w Zielonym Ładzie²⁶ w takich podobszarach, jak:

- Redukcja emisji gazów cieplarnianych, obniżenie emisyjności budynków, rolnictwa i produkcji,
- Transformacja w kierunku czystej energii z uwzględnieniem obiegu zamkniętego
- Optymalizacja przyłączy do sieci energetycznych, skomunikowania z sieciami transportowymi i komunikacyjnymi

²³ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europes-digital-future_pl

²⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1582218646923&uri=COM:2020:66:FIN>

²⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0694>

²⁶ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Europejski Zielony Ład, COM(2019) 640 final

- Gospodarowanie odpadami i ponownym użyciem,
- Gospodarowanie tworzywami sztucznymi jednorazowego użytku,
- Przejście na gospodarkę o obiegu zamkniętym, np. poprzez zwiększenie wydajności oraz zmniejszenie zasobochłonności i energochłonności procesów produkcji
- Zarządzanie przepływem ruchu transportowego we wszystkich rodzajach transportu: drogowym, kolejowym, powietrznym,
- Wprowadzenie elektrycznych pojazdów autonomicznych w transporcie publicznym i prywatnym,
- Efektywne zarządzanie zasobami naturalnymi,
- Ochrona wody, powietrza i różnorodności biologicznej, przystosowanie się do zmiany klimatu.

2. Zdrowie

W *Skoordynowanym planie* wskazuje się przede wszystkim na potrzebę budowania wspólnej europejskiej przestrzeni danych dotyczących zdrowia (system w obszarze zdrowia obejmujący przepisy, wspólne normy i praktyki, infrastruktury i ramy zarządzania). Ponadto wskazuje się na następujące podobszary w obszarze zdrowia, w których zastosowanie AI przyniesie szczególne korzyści:

- Diagnostyka, ze szczególnym uwzględnieniem diagnostyki obrazowej,
- Zastosowanie sztucznej inteligencji w odniesieniu do wyrobów medycznych, wyrobów medycznych do diagnostyki in vitro, produktów leczniczych,
- Wprowadzenie AI do codziennej praktyki klinicznej i w różnych placówkach opieki zdrowotnej, na potrzeby podejmowania decyzji, oraz aby określić potencjał i sprostac pojawiającym się wyzwaniom.

3. Strategia w zakresie robotyki w świecie sztucznej inteligencji

Robotyka rozwija się w szybkim tempie, a roboty wykorzystujące AI są coraz częściej stosowane i odgrywają coraz większą rolę w wielu kluczowych sektorach, takich jak opieka zdrowotna, sektor rolno-spożywczy, inspekcje i konserwacja, logistyka, przestrzeń kosmiczna, budownictwo, produkcja itp. Automatyzacja z wykorzystaniem robotyki może przyczynić się do zwiększenia autonomii Europy w krytycznych łańcuchach wartości. Jako priorytetowy wskazuje się rozwój robotyki w sektorach przemysłowym i usługowym.

4. Sektor publiczny

Sektor publiczny wskazuje się w *Skoordynowanym planie* jako strategiczny dla rozwoju AI oraz odbioru tych technologii przez społeczeństwo. Wykorzystanie systemów sztucznej inteligencji może przynieść korzyści we wszystkich kluczowych działaniach sektora publicznego. Niemal wszystkie krajowe strategie państw członkowskich w zakresie AI obejmują działania mające na celu stymulowanie wykorzystania AI w usługach publicznych. W *Białej księdze w sprawie sztucznej inteligencji* podkreśla się takie sektory działalności administracji publicznej, jak opieka zdrowotna i transport, jako te, w których technologia jest wystarczająco dojrzała, aby wprowadzić ją na dużą skalę.

5. Bezpieczeństwo: egzekwowanie prawa, migracje i azyl

Systemy sztucznej inteligencji, jeśli są zaprojektowane i wykorzystywane zgodnie z zasadami demokracji i prawami podstawowymi, mogą stać się kluczową technologią wspierającą (ale nie zastępującą) organy odpowiedzialne za sprawy wewnętrzne i wzmacniającą bezpieczeństwo. Wskazuje się na takie podobszary, jak **cyberbezpieczeństwo** oraz wykorzystanie AI w codziennej pracy **organów ścigania**, w tym w dochodzeniach w **sprawach karnych**, np. do analizy dużych ilości danych lub w dochodzeniach dotyczących **ciemnej sieci**.

6. Transport i logistyka

Sztuczna inteligencja i automatyzacja mają zasadnicze znaczenie dla przyszłej mobilności. W *Skoordynowanym planie* wskazuje się na takie podobszary, jak zwiększenie wydajności i bezpieczeństwa transportu, optymalizacja wykorzystania przepustowości i potoków ruchu, optymalizacja łańcuchów transportu multimodalnego, obsługa pojazdów zautomatyzowanych, automatyzacja pojazdów w transporcie miejskim i wspierania miast w procesie transformacji, opracowanie nowych, bezpieczniejszych, bardziej integracyjnych, zrównoważonych i efektywniejszych usług z zakresu transportu pasażerskiego.

7. Rolnictwo zrównoważone

W unijnej strategii zwraca się uwagę, iż sztuczna inteligencja i inne technologie cyfrowe mają potencjał, aby zwiększyć wydajność gospodarstw rolnych, jednocześnie poprawiając stabilność gospodarczą i zrównoważenie środowiskowe. Rozwiązania i roboty oparte na AI mogą wspierać rolników na przykład w produkcji zwierzęcej i zapewnianiu dobrostanu zwierząt (np. skalowalna analiza dużych zbiorów danych na potrzeby rolnictwa precyzyjnego i hodowli zwierząt, a także wprowadzenie internetu rzeczy w sektorze rolno-spożywczym), w hodowli (np. narzędzia zarządzania genomowego służące optymalizacji odporności i wydajności), zbiorach upraw (np. inteligentny system robotyczny do zautomatyzowania zbiorów w rolnictwie) lub odchwaszczaniu (rolnictwo precyzyjne), a także w znacznym zmniejszeniu zużycia czynników produkcji, takich jak nawozy, pestycydy lub woda do nawadniania.

Tematyka **blockchain** jest w większości dokumentów strategicznych na poziomie unijnym wspominana zdawkowo – przeważnie wskazuje się na technologie blockchain ogólnie jako istotne na ponoszenie konkurencyjności Europy. W dokumencie Europejska strategia blockchain (European Blockchain Strategy) założenia te uszczegółowiono. Wskazano następujące obszary, w których można wdrożyć blockchain:

- **Usługi finansowe** – wspieranie innowacji na rynkach kapitałowych, wspieranie ułamkowej własności aktywów o wysokiej wartości, zmniejszanie tarc w systemach rozliczeń potransakcyjnych, usprawnianie usług płatniczych. Na przykład poprzez umożliwienie atomowych swapów papierów wartościowych i pieniędzy w celu wyeliminowania ryzyka kontrahenta, poprzez zastąpienie papierowych listów przewozowych w finansowaniu łańcucha dostaw lub poprzez wspieranie w pełni zautomatyzowanych produktów ubezpieczeniowych, takich jak ubezpieczenie samochodu w zależności od liczby przejechanych kilometrów.
- **Usługi publiczne i tożsamość cyfrowa**- umożliwienie organom publicznym aktualizacji w czasie rzeczywistym kluczowych danych pochodzących od podmiotów i osób fizycznych, gromadzonych w sposób zdecentralizowany i zsynchronizowany, a tym samym zwiększenie skuteczności, odpowiedzialności i inkluzywności świadczenia usług publicznych, a także wspieranie tożsamości cyfrowej zorientowanej na obywatela.
- **Łańcuch dostaw i finansowanie handlu** - usprawnienie procesów, zwiększenie wydajności, obniżenie kosztów i zwiększenie bezpieczeństwa w globalnych łańcuchach dostaw i finansowaniu handlu międzynarodowego poprzez umożliwienie uczestnikom pionowych łańcuchów dystrybucji niezmiennego rejestrowania danych IoT dotyczących pochodzenia i ruchów przesyłek w czasie rzeczywistym, tworząc w ten sposób narzędzie do wykrywania podróbek i oszustw.
- **Programowalne pieniądze /“programmable money”** – tworzenie "programowalnych pieniędzy" w postaci cyfrowych walut banku centralnego (CBDC) i stabilnych monet w celu odblokowania nowych modeli biznesowych, poprawy wydajności płatności i zapewnienia konsumentom

większego wyboru. Programowalność pieniądza w blockchain może wspierać, na przykład, automatyczne uiszczanie opłat za zatory komunikacyjne i opłat drogowych, ładowanie pojazdów elektrycznych.

- **Zrównoważona energia, mobilność i gospodarka o obiegu zamkniętym** – wspieranie inteligentnego zarządzania energią i mobilnością, czystej energii, rynków energii P2P, recyklingu i ponownego wykorzystania w gospodarce o obiegu zamkniętym poprzez wspieranie platform handlowych P2P dla energii elektrycznej z paneli słonecznych na dachach w lokalnych społecznościach energetycznych, poprzez pomoc operatorom systemów przesyłowych w integracji rozproszonego wytwarzania i rozproszonego zapotrzebowania na odnawialne źródła energii oraz poprzez śledzenie pochodzenia towarów w gospodarce o obiegu zamkniętym.
- **Opieka zdrowotna i farmaceutyki** – udowodnienie pochodzenia i autentyczności farmaceutyków, wsparcie udostępniania danych zdrowotnych z zachowaniem prywatności, umożliwienie kontrolowania danych zdrowotnych przez pacjentów. Usługi zarządzania danymi osobowymi mogą na przykład opierać się na technologiach blockchain w celu wynagradzania osób, które dobrowolnie udostępniają swoje dane zdrowotne w zagregowanej i anonimowej formie do badań klinicznych (np. projekt MyHealthMyData w ramach Horyzont Europa).

1.1.3 Aktualność programu Infostrateg w kontekście trendów na poziomie międzynarodowym

Przeprowadzona analiza badań na temat sztucznej inteligencji i technologii blockchain ma charakter ekspercki. Jej przeprowadzenie zlecono specjalście z zakresu nowych technologii posiadającemu ponad dziesięcioletni staż pracy w prowadzeniu analiz źródeł zastanych i stopień doktora nauk ekonomicznych w obszarze nauk o zarządzaniu i jakości. W celu przeprowadzenia analizy dokonano przeglądu badań i wdrożeń badawczych w myśl podejścia uśrednionego, co spełnia kryteria niezbędne do zrealizowania założonego celu analitycznego – identyfikacji trendów badawczych na poziomie międzynarodowym na potrzeby ewaluacji programu grantowego. Ekspert przeanalizował publikacje z bazy Google Scholar i Scopus do roku 2023 dotyczące sztucznej inteligencji i blockchain. Wykorzystując indukcję analityczną, wyodrębnił główne tematyki pojawiające się w publikacjach w tym czasie.

Sztuczna inteligencja

Analiza materiałów publikacyjnych (artykułów naukowych, opracowań pokonferencyjnych, rozdziałów w monografiach, raportach branżowych) w języku polskim, angielskim, niemieckim i hiszpańskim dotyczących aktualnie prowadzonych badań z obszaru sztucznej inteligencji pozwala opisać dziewięć kierunków nazwanych w niniejszej analizie **strumieniami problemowymi**:

1. Dezinformacja i media społecznościowe (241 pozycji Scopus),
2. Medycyna (13,565 pozycji w Scopus), (2. miejsce wśród analizowanych obszarów)
3. Etyka i prawo (4,927 pozycji w Scopus), (4. miejsce wśród analizowanych obszarów)
4. Autonomiczność technologii (15,707 pozycji w Scopus),
5. Militaria i bezpieczeństwo cywilne (3 831 pozycji w Scopus), (6. miejsce wśród analizowanych obszarów)
6. Ochrona zwierząt i zapewnienie bioróżnorodności (6 934 pozycji w Scopus), (3. miejsce wśród analizowanych obszarów)
7. Rolnictwo (4 747 pozycji w Scopus), (5. miejsce wśród analizowanych obszarów)
8. Obsługa klienta (3 225 pozycji w Scopus), (7. miejsce wśród analizowanych obszarów)
9. Zrównoważona konsumpcja energetyczna (23 996 pozycji w Scopus). (1. miejsce wśród analizowanych obszarów)

Strumień 1 dotyczy możliwości **wykorzystania sztucznej inteligencji do detekcji dezinformacji**.²⁷ Strumień ten ujmuje problem szeroko – obok fake newsów, które stanowiły główny obszar problemowy przed dekadą, wiele uwagi poświęca się takim zjawiskom jak astroturfing czy deep fakes. Literatura w tym obszarze dostarcza zarówno wiedzy praktycznej, jak i teoretycznej. Można wnioskować, że ma interdyscyplinarny charakter. Obok aplikacji mających pomóc w diagnozowaniu dezinformacji, zauważa się starania naukowców co do ustalenia modeli kto i w jakich warunkach jest skłonny do wiary w dezinformację generowaną przez sztuczną inteligencję. Te dwa obszary wydają się istotnie łączyć w nurt praktyczny, gdzie badacze projektujący nowe systemy dążą do wykorzystania modeli stworzonych przez psychologów do skonstruowania narzędzi zapobiegających dezinformacji. Istotną część tego strumienia badań po roku 2020 stanowią opracowania na temat wykorzystania sztucznej inteligencji w detekcji dezinformacji związanej ze zdrowiem (konkretnie z pandemią COVID-19). Dominującym środowiskiem badawczym w strumieniu są media społecznościowe, aczkolwiek zauważa się również opracowania na temat wykorzystania sztucznej inteligencji do detekcji źródeł dezinformacji także w innych środowiskach (w tym gamingu), co może wiązać się z zapowiedziami biznesu co do rozwoju koncepcji metawersum.

Strumień 2 dotyczy **wykorzystania sztucznej inteligencji w szeroko rozumianym sektorze medycznym**²⁸. W ramach strumienia można wyodrębnić kilka podstrumieni badawczych. Pierwszym jest kwestia wykorzystania sztucznej inteligencji w diagnostyce, ze szczególnym uwzględnieniem diagnostyki obrazowej. Drugim jest kwestia tworzenia inteligentnych szpitali i klinik z wykorzystaniem Internetu Rzeczy. Trzecim podstrumieniem jest kwestia rozwoju inteligentnych urządzeń wspierających lekarzy podczas zabiegów medycznych. Czwartym podstrumieniem jest kwestia wykorzystania sztucznej inteligencji w szkoleniu studentów medycyny (w tym próby tworzenia rozszerzonych środowisk treningowych). Piątym podstrumieniem jest wykorzystanie sztucznej inteligencji do rozpoznawania emocji z obrazu twarzy i ciała (mimika i gesty) oraz konwersacji ze sztucznym agentem w celu ustalenia poziomu dobrostanu psychicznego rozmówcy. Docelowo badania te miałyby przewidywać stopień depresji interlokutora i reagować na stany zagrażające życiu (w tym zagrożenia samobójstwem). Szóstym podstrumieniem jest badanie nad systemami sztucznej inteligencji dedykowanymi osobom starszym (rozwój przyjaznych użytkownikom robotów społecznych, wykrywanie nagłych problemów medycznych u osób starszych mieszkających samotnie). Jednocześnie zauważa się wzrost znaczenia trendu związanego z wykorzystaniem sztucznej inteligencji do tworzenia nowych leków (notuje się dynamiczny rozwój badań z wykorzystaniem podejścia 'in silico'), medycyny spersonalizowanej (w tym biohackingu z

²⁷ Kozik, R., Pawlicka, A., Pawlicki, M., Choraś, M., Mazurczyk, W., & Cabaj, K. (2023). A Meta-Analysis of State-of-the-Art Automated Fake News Detection Methods. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*.

Iqbal, A., Shahzad, K., Khan, S. A., & Chaudhry, M. S. (2023). The relationship of artificial intelligence (AI) with fake news detection (FND): a systematic literature review. *Global Knowledge, Memory and Communication*.

²⁸ Zheng, Q., Yang, L., Zeng, B., Li, J., Guo, K., Liang, Y., & Liao, G. (2021). Artificial intelligence performance in detecting tumor metastasis from medical radiology imaging: A systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine*, 31.

Aggarwal, R., Sounderajah, V., Martin, G., Ting, D. S., Karthikesalingam, A., King, D., ... & Darzi, A. (2021). Diagnostic accuracy of deep learning in medical imaging: a systematic review and meta-analysis. *NPJ digital medicine*, 4(1), 65.

Baashar, Y., Alhussian, H., Patel, A., Alkaws, G., Alzahrani, A. I., Alfarraj, O., & Hayder, G. (2020). Customer relationship management systems (CRMS) in the healthcare environment: A systematic literature review. *Computer Standards & Interfaces*, 71, 103442.

wykorzystaniem uczenia maszynowego), sekwencjonowania i modyfikowania DNA przy pomocy CRISPR, oraz nanorobotów (w rozwijaniu medycyny spersonalizowanej).

Strumień 3 związany jest z dwoma połączonymi ze sobą tematami: **etyką sztucznej inteligencji oraz prawem**²⁹. Zauważa się projekty mające na celu automatyzację pracy prawników (szerszy trend) oraz systemy rekomendacyjne dla sędziów (głównie Chiny, chociaż próbę aplikacji takich systemów w Stanach Zjednoczonych obrazuje przypadek systemu COMPASS). Obecne systemy automatyzacji pracy prawników polegają przede wszystkim na przetwarzaniu mowy i sporządzeniu opisu problemu prawniczego, a także dopasowania problemu do aktualnych kasusów prawnych. Na tej podstawie próbuje się stworzyć system ułatwiający wybór paragrafów i narracji mogących skuteczniej bronić interesów klienta. W strumieniu trzecim uwzględniono obok problemów prawnych także kwestię etyki, jako że dyskurs naukowy w obszarze prawniczym często dotyczy tego zagadnienia. Dostrzega się próby opracowania takich systemów sztucznej inteligencji, które przetwarzają dane z uwzględnieniem prawa i interesów osób udostępniających dane. W obszarze tym dominują badania związane z trendem „federated learning” oraz takie, których efektem miałyby być opracowanie innych metod zabezpieczenia tożsamość i prawa do prywatności użytkowników technologii udostępniających swoje dane.

Strumień 4 związany jest z **rozwojem autonomicznej sztucznej inteligencji**³⁰, czyli takich systemów które mogą i realnie podejmują decyzje, ucząc się **w oparciu o dane uzyskane w czasie bieżącym** (real time learning). Dominującym obszarem zainteresowań są autonomiczne pojazdy, ze szczególnym uwzględnieniem ich systemów uczenia się i podejmowania decyzji. O ile pojazdy osobowe stanowią zdecydowanie większość projektów badawczych w strumieniu, o tyle część opracowań dotyczy także autonomicznego transportu publicznego. Oprócz zainteresowania skutecznością poszczególnych rozwiązań technicznych, istotny nacisk kładziony jest na zrozumienie społecznego odbioru autonomicznych technologii. Aspekt ten poruszany jest z punktu widzenia psychologii, socjologii, studiów międzykulturowych oraz zrównoważonego rozwoju. Wartym odnotowania staje się również próba przełożenia autonomiczności sztucznej inteligencji na obszary pozatransportowe. Zauważa się obecnie rozwój aplikacji wykorzystujących autonomiczną sztuczną inteligencję do inwestowania, wspierania użytkowników w zakresie zarządzania swoim czasem (autonomiczni asystenci), oraz autonomicznych systemów związanych z przemysłem zbrojeniowym.

Strumień 5 dotyczy badań w **obszarze militariów i bezpieczeństwa cywilnego**³¹. Podstrumień militarny łączy się częściowo z badaniami w ramach strumienia 4 (autonomicznej broni, wykrywania i neutralizowania niebezpieczeństwa przy minimalizacji strat zasobów ludzkich). Jednocześnie istotny

²⁹ Schemmer, M., Hemmer, P., Nitsche, M., Kühl, N., & Vössing, M. (2022, July). A meta-analysis of the utility of explainable artificial intelligence in human-AI decision-making. In *Proceedings of the 2022 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society* (pp. 617-626).

Kaplan, A. D., Kessler, T. T., Brill, J. C., & Hancock, P. A. (2023). Trust in artificial intelligence: Meta-analytic findings. *Human factors*, 65(2), 337-359.

³⁰ Radanliev, P., & De Roure, D. (2023). Review of the state of the art in autonomous artificial intelligence. *AI and Ethics*, 3(2), 497-504.

³¹ Shabbir, T., Shaikh, M. K., Latif, M., & Ansari, U. (2021). Improving The Effectiveness Of Information Warfare By Incorporating Artificial Intelligence. *Webology* (ISSN: 1735-188X), 18(2).

Brunyć, T. T., Brou, R., Doty, T. J., Gregory, F. D., Hussey, E. K., Lieberman, H. R., ... & Yu, A. B. (2020). A review of US Army research contributing to cognitive enhancement in military contexts. *Journal of Cognitive Enhancement*, 4, 453-468.

kierunek badawczy wyznaczają obecne prace DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency (w większości utajnione – brak możliwości analizy aktualnych projektów jednostki) oraz raport Cyber Soldier 2050 opublikowany w Stanach Zjednoczonych, mogący świadczyć o wzroście znaczenia i rozwoju koncepcji cyborgizacji (rozszerzenia technologicznego). W tym obszarze dostrzegalna jest fuzja badaczy zainteresowanych militariami i medycyną. Prowadzone są projekty mające stworzyć skutecznie działający interfejs mózg-maszyna (brain-machine interface) oraz mózg-mózg (brain-brain interface). Podstrumień bezpieczeństwa cywilnego związany jest z ulepszaniem aktualnie działających systemów monitorowania i wykrywania zagrożenia w warunkach pozamilitarnych. Szczególne zainteresowanie badawcze dostrzega się w obszarze wykrywania zagrożenia w punktach wysokiego ryzyka (lotniska, sądy, centra handlowe) na podstawie obrazów i dźwięków.

Strumień 6 ma związek z **wykorzystaniem sztucznej inteligencji do ochrony zwierząt i zapewnienia bioróżnorodności**³². Z projektów rozwijanych w ostatniej dekadzie dużo miejsca poświęcono systemom pozwalającym śledzić i wykrywać kłusowników, przewidywać rozprzestrzenianie się pożarów, naruszanie obszarów przyrody objętych ochroną, wykorzystywać systemy sztucznej inteligencji do monitorowania ilości gatunków zwierząt na danym terenie. Szósty strumień badawczy silnie łączy sztuczną inteligencję z bioakustyką (określenie rodzaju i ilości zwierząt na danym terytorium na podstawie wydawanych przez nie dźwięków) i rozpoznawaniem obrazów zwierząt na nagraniach filmowych.

Strumień 7 związany jest z **wykorzystaniem sztucznej inteligencji w rolnictwie**³³. Po pierwsze, dostrzega się duże zainteresowanie automatyzacją pracy w rolnictwie, co w literaturze łączone jest ze zmniejszającą się siłą roboczą w tym sektorze rynku. Nadal powstają badania nad skutecznym wykorzystaniem sztucznej inteligencji w zbieraniu plonów. Jednocześnie dostrzegalny jest trend skupiony wokół zrównoważonego rolnictwa – badacze poszukują takich rozwiązań technologicznych, które pozwoliłyby na maksymalizację zysków i minimalizację kosztów. W tym obszarze dostrzegalne są próby tworzenia aplikacji synchronizujących temperaturę, nawodnienie i nawożenie w taki sposób, aby otrzymać maksymalny możliwy plon przy minimalnych potrzebnych zasobach (redukcja strat). Jednocześnie dostrzegalnym trendem jest próba aplikacji sztucznej inteligencji do tworzenia bardziej ekologicznego rolnictwa poprzez redukcję ilości interwencji chemicznej w uprawy – próby tworzenia rozwiązań celowanych (np. technologia opracowane przez See and Spray identyfikująca chwast i dokonująca oprysku miejscowego) zamiast rozwiązań kompleksowych.

³² Isabelle, D. A., & Westerlund, M. (2022). A review and categorization of artificial intelligence-based opportunities in wildlife, ocean and land conservation. *Sustainability*, 14(4), 1979.

Nti, E. K., Cobbina, S. J., Attafua, E. E., Opoku, E., & Gyan, M. A. (2022). Environmental sustainability technologies in biodiversity, energy, transportation and water management using artificial intelligence: A systematic review. *Sustainable Futures*, 4, 100068.

³³ Zhang, P., Guo, Z., Ullah, S., Melagraki, G., Afantitis, A., & Lynch, I. (2021). Nanotechnology and artificial intelligence to enable sustainable and precision agriculture. *Nature Plants*, 7(7), 864-876.

Garske, B., Bau, A., & Ekardt, F. (2021). Digitalization and AI in European agriculture: a strategy for achieving climate and biodiversity targets?. *Sustainability*, 13(9), 4652.

Bhagat, P. R., Naz, F., & Magda, R. (2022). Artificial intelligence solutions enabling sustainable agriculture: A bibliometric analysis. *PLoS one*, 17(6), e0268989.

Strumień 8 ma związek z **wykorzystaniem sztucznej inteligencji w obsłudze klienta**³⁴. Po pierwsze, dostrzega się badania nad społeczną akceptacją różnych form sztucznej inteligencji w centrach obsługi klientów i próby ustalenia interfejsu mogącego zwiększać ich zaufanie do sztucznych systemów. Zauważa się dużą ilość badań nad formą komunikacji oraz wizualną stroną sztucznych agentów a ich odbiorem społecznym. Po drugie, istotnym kierunkiem badawczym jest możliwość adaptacji systemów do problemów klientów – rozwijane są prace nad hybrydowymi centrami obsługi klienta, gdzie część pracy powierzona jest cyfrowej sile roboczej, a część pozostaje w rękach ludzkich. Trwają próby rozpoznania, jakie problemy powinny być adresowane przez sztuczną siłę roboczą, oraz jak rozpoznawać konieczność połączenia klienta z konsultantem (człowiekiem). Po trzecie, widoczny jest rosnący trend związany z próbą tworzenia pozytywnych systemów zwiększających dobrostan psychiczny zarówno klienta, jak i pracownika w dobie powszechnej automatyzacji. Prace w tym obszarze mają interdyscyplinarny charakter – łączą informatykę z komponentem psychologii, szczególnie cyberpsychologii pozytywnej.

Ostatni ze zidentyfikowanych strumieni (**strumień 9**) dotyczy **wykorzystania sztucznej inteligencji do zapewnienia zrównoważonej konsumpcji energetycznej**³⁵. W ramach strumienia dostrzegalna jest interdyscyplinarna współpraca badawcza – próba identyfikacji osób marnujących/nadmiernie korzystających z energii oraz ustalenie bodźców mogących zachęcić ich do bardziej zrównoważonej konsumpcji. Dostrzega się próby stworzenia rozwiązań ułatwiających tworzenie i funkcjonowanie inteligentnych budynków, dzielnic i miast.

Blockchain

W porównaniu do badań w obszarze sztucznej inteligencji, koncepcja i aplikacja **blockchain** jest znacznie mniej eksplorowana. W kontraście do opracowań związanych ze sztuczną inteligencją, trudno mówić tu o konkretnych strumieniach badawczych (zbiorach trendów), dostrzegając jednak pewne wspólne pola aplikacyjne tej technologii.

³⁴ Hentzen, J. K., Hoffmann, A., Dolan, R., & Pala, E. (2022). Artificial intelligence in customer-facing financial services: a systematic literature review and agenda for future research. *International Journal of Bank Marketing*, 40(6), 1299-1336.

Nicolescu, L., & Tudorache, M. T. (2022). Human-computer interaction in customer service: the experience with AI chatbots—a systematic literature review. *Electronics*, 11(10), 1579.

Borges, A. F., Laurindo, F. J., Spínola, M. M., Gonçalves, R. F., & Mattos, C. A. (2021). The strategic use of artificial intelligence in the digital era: Systematic literature review and future research directions. *International Journal of Information Management*, 57, 102225.

³⁵ Ali, M., Prakash, K., Hossain, M. A., & Pota, H. R. (2021). Intelligent energy management: Evolving developments, current challenges, and research directions for sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 314, 127904.

Aguilar, J., Garcés-Jimenez, A., R-moreno, M. D., & García, R. (2021). A systematic literature review on the use of artificial intelligence in energy self-management in smart buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111530.

Manzoor, B., Othman, I., Durdyev, S., Ismail, S., & Wahab, M. H. (2021). Influence of artificial intelligence in civil engineering toward sustainable development—a systematic literature review. *Applied System Innovation*, 4(3), 52.

Zdecydowany odsetek projektów badawczych związanych z technologią blockchain dotyczy jej **aplikacyjności w handlu i finansach**³⁶. Nadal zauważa się duże zainteresowanie kryptowalutami działającymi w oparciu o tę technologię, jednak uwagę badaczy zwrócił także ich niezrównoważony charakter i negatywny wpływ na konsumpcję energii. Obserwacja ta doprowadziła do zainicjowania badań mających doprowadzić do zmniejszenia negatywnych efektów środowiskowych związanych z wykorzystaniem blockchain.

Istotną część badań stanowi również perspektywa wykorzystania blockchain w **handlu międzynarodowym** i możliwości zwiększenia transparentności transakcji finansowych³⁷. Zauważa się zwiększoną ilość badań nad koncepcją „smart contract” przy wykorzystaniu blockchain, zarówno z punktu widzenia konstrukcji technicznej, jak i akceptacji interesariuszy co do tej formy zawierania umów. Na tym polu dostrzega się potencjał interdyscyplinarnego eksplorowania tematu, ze szczególną rolą wsparcia ze strony psychologów i badaczy zachowań konsumenckich.

Istotnym kierunkiem badawczym związanym z technologią blockchain jest możliwość jego wykorzystania przy **budowaniu metawersum**³⁸. Kierunek ten zaczął dynamicznie rozwijać się po zapowiedziach gigantów technologicznych sugerujących wzrost inwestycji w to immersyjne środowisko. Analiza literatury sugeruje, że badania nad metawersum stały się swoistym obszarem, wokół którego skupionych jest wielu badaczy (w tym tych zainteresowanych blockchain), a obszar ten ma potencjał interdyscyplinarny. Eksperti od blockchain próbują ustalić możliwość aplikacji tej technologii do metawersum poprzez jej integrację z internetem rzeczy, immersyjnymi aplikacjami oraz cyfrowymi bliźniakami (tzw. „digital twins”), co w konsekwencji miałyby doprowadzić do szybszego powstania tego środowiska w bardziej transparentnym charakterze. Badacze wskazują, że celem badań nad aplikacją blockchain do metawersum jest próba zapewnienia wysokiej jakości danych, ich integralności, interoperacyjność oraz bezpieczne przesyłanie. Tym samym kierunki badań nad wykorzystaniem blockchain do budowy metawersum można opisać w pięciu obszarach: (1) zapewnienie bezpieczeństwa danych i użytkowników, (2) zabezpieczenie własności cyfrowej, (3) usprawnienie procesów zawierania umów w środowisku metawersum i jego dotyczących, (4) gromadzenia i magazynowania danych, (5) integracji pomiędzy różnymi technologiami wykorzystywanymi w metawersum. Powiązanie blockchain z ideą metawersum jest o tyle istotne, że zakłada współegzystencję różnych typów organizacji w immersyjnym środowisku: zarówno organizacji biznesowych, jak i **sektora publicznego**. Zgodnie z ideą metawersum, w środowisku tym mają funkcjonować nie tylko marki sprzedające swoje komercyjne produkty, ale też służba zdrowia, agencje bezpieczeństwa publicznego czy placówki dyplomatyczne.

³⁶ Bommer, W. H., Milevoj, E., & Rana, S. (2023). The intention to use cryptocurrency: A meta-analysis of what we know. *Emerging Markets Review*, 55, 100962.

Patel, R., Migliavacca, M., & Oriani, M. E. (2022). Blockchain in banking and finance: A bibliometric review. *Research in International Business and Finance*, 62, 101718.

Fernandez-Vazquez, S., Rosillo, R., De La Fuente, D., & Priore, P. (2019). Blockchain in FinTech: A mapping study. *Sustainability*, 11(22), 6366.

³⁷ Bayramova, A., Edwards, D. J., & Roberts, C. (2021). The role of blockchain technology in augmenting supply chain resilience to cybercrime. *Buildings*, 11(7), 283.

³⁸ Pfeiffer, A., Wernbacher, T., Koenig, N., Denk, N., Vella, V., & Dingli, A. (2023). Blockchains, Kryptowährungen, Utility-Token, NFTs und das Metaverse: Eine Einführung für den Bereich der Cyberkriminalologie. In *Handbuch Cyberkriminalologie 1: Theorien und Methoden* (pp. 425-460). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Ball, M. (2022). *The metaverse: and how it will revolutionize everything*. Liveright Publishing.

Chociaż na dzień pisania analizy, środowisko metawersum nie funkcjonuje w zakładanym przez twórców kształcie, to jednak ilość funduszy przeznaczonych na jego stworzenie nie pozwala zignorować jego istotności oraz możliwego pojawienia się w najbliższej dekadzie.

Kolejny kierunek badań łączy blockchain ze **środowiskiem gier**³⁹, zdecentralizowanych aplikacji (dapps), NFT oraz tworzenia zdecentralizowanych autonomicznych organizacji (DAO). Jako że koncepcja metawersum wiązane jest ściśle ze środowiskiem gamingowym, problematyka poruszana w ramach niniejszego kierunku również częściowo pokrywa się z obszarem metawersum. Niemniej jednak wykorzystanie blockchain w grach jest nadal częściej eksplorowane aniżeli jego aplikacyjność w powstającym dopiero metawersum. Szczególny obszar stanowi kwestia wykorzystania blockchain do zabezpieczenia własności (w tym twórczości cyfrowej) i możliwości przenoszenia tej własności pomiędzy środowiskami graczy. Ponadto, zauważa się prace nad projektowaniem takich zdecentralizowanych aplikacji, które gwarantują większe bezpieczeństwo oraz zmniejszają koszt zawierania i egzekwowania przez użytkowników inteligentnych kontraktów (smart contracts). Jednocześnie zauważa się badania mające pomóc wykrywać boty i oszustwa w środowisku zdecentralizowanych aplikacji, co badacze określają jako istotny problem obniżający zaufanie użytkowników i sceptycyzm inwestorów.

Inny obszar badań dotyczących blockchain próbuje eksplorować go pod kątem wykorzystania do **planowania łańcucha dostaw**⁴⁰, co w konsekwencji miałyby doprowadzić do bardziej zrównoważonego handlu opartego jednocześnie na koncepcji „fair trade”. Zauważa się próby aplikowania blockchain do śledzenia pochodzenia produktów i sposobów ich transportu w celu wykrywania nieprawidłowości oraz nieuczciwości dostawców i pośredników. Chociaż aplikacyjność tej problematyki jest szeroka, to w aktualnej literaturze zauważa się jej dominację w obszarze rolnictwa i handlu żywnością.

Badacze skupieni wokół technologii blockchain pracowali również nad jej aplikacyjnością dla **sektora medycznego**⁴¹, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości jej wykorzystania do integracji różnych źródeł danych na temat pacjenta, dystrybucji leków a także zabezpieczeniem danych medycznych przez kradzież.

Część badań nad technologią blockchain dotyczyła koncepcji wykorzystania go do stworzenia bardziej **transparentnego państwa**⁴². Warty wspomnienia są tutaj badania nad stworzeniem wirtualnej

³⁹ Taylor, P. J., Dargahi, T., Dehghantanha, A., Parizi, R. M., & Choo, K. K. R. (2020). A systematic literature review of blockchain cyber security. *Digital Communications and Networks*, 6(2), 147-156.

⁴⁰ Jabbar, R., Dhib, E., Said, A. B., Krichen, M., Fetais, N., Zaidan, E., & Barkaoui, K. (2022). Blockchain technology for intelligent transportation systems: A systematic literature review. *IEEE Access*, 10, 20995-21031.

Wang, Y., Han, J. H., & Beynon-Davies, P. (2019). Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 62-84.

Chang, S. E., & Chen, Y. (2020). When blockchain meets supply chain: A systematic literature review on current development and potential applications. *IEEE Access*, 8, 62478-62494.

⁴¹ Agbo, C. C., Mahmoud, Q. H., & Eklund, J. M. (2019, April). Blockchain technology in healthcare: a systematic review. In *Healthcare* (Vol. 7, No. 2, p. 56). MDPI.

⁴² Jafar, U., Ab Aziz, M. J., Shukur, Z., & Hussain, H. A. (2022). A Systematic Literature Review and Meta-Analysis on Scalable Blockchain-Based Electronic Voting Systems. *Sensors*, 22(19), 7585.

Cagigas, D., Clifton, J., Diaz-Fuentes, D., & Fernández-Gutiérrez, M. (2021). Blockchain for public services: A systematic literature review. *IEEE Access*, 9, 13904-13921.

tożsamości z pomocą blockchain, dzięki której możliwym stałoby się zaprojektowanie publicznych i ogólnodostępnych rejestrów pozwalających na śledzenie transakcji bez upubliczniania danych poszczególnych stron kontraktów. Zainteresowanie badaczy i praktyki w obszarze blockchain budzi także możliwość wykorzystania go do **integracji danych posiadanych przez sektor publiczny**, a także utrzymania spójności pomiędzy różnymi systemami działającymi w ramach państwa. Innym obszarem badań jest możliwość wykorzystania blockchain do **głosowania w wyborach** (koncepcja „e-voting”). Celem badaczy jest zaprojektowanie i rozwój bezpiecznego, przejrzystego i zdecentralizowanego systemu bez strony trzeciej (pośrednika) umożliwiającego dostęp i kontrolę w procesie wyborczym w zakresie oddawania i liczenia głosów.

Podsumowanie

Na tle przeprowadzonej analizy główne **założenia rozwojowe Programu Infostrateg można uznać za aktualne i zbieżne z trendami światowymi**. Biorąc pod uwagę aktualne trendy, istotne dla utrzymania i dalszego rozwijania w ramach programu Infostrateg stają się zakresy tematyczne związane z medycyną, obsługą klienta, dezinformacją i rolnictwem, a zdefiniowane dotychczas w Programie jako a) diagnostyka medyczna, b) rozpoznawanie i analiza obrazów, c) automatyzacja i robotyzacja rolnictwa, d) automatyzacja obsługi klienta/pacjenta, e) analiza treści publikowanych w Internecie.

Jednocześnie przeprowadzona analiza trendów pozwala zauważyć nowe strumienie badawcze w obszarze sztucznej inteligencji, które **nie zostały zaadresowane w ramach Programu Infostrateg**, a zyskują popularność wśród badaczy tematu lub są wskazywane przez nich jako obszary do dalszych badań. Można przy tym wymienić następujące zakresy tematyczne:

1. tworzenie systemów opartych na sztucznej inteligencji do budowania zrównoważonego rolnictwa poprzez redukcję interwencji chemicznych i strat wynikających z nadmiernego zużycia zasobów;
2. wykorzystanie sztucznej inteligencji do ochrony i monitorowania fauny i flory, ze szczególnym uwzględnieniem gatunków zagrożonych;
3. adopcja systemów sztucznej inteligencji do kontroli bioróżnorodności i jej odtwarzania;
4. opracowanie systemów sztucznej inteligencji wspierających, w tym monitorujących, stan zdrowia osób powyżej 70. roku życia (ze szczególnym uwzględnieniem osób samotnych);
5. wykorzystanie sztucznej inteligencji w farmakologii do tworzenia nowych leków i medycynie spersonalizowanej do rozwijania terapii celowanych;
6. tworzenie hybrydowych centrów obsługi z uwzględnieniem preferencji i potrzeb klienta (wyczuwania stanów emocjonalnych i selekcjonujących klientów do bycia obsługiwanymi przez inteligentne technologie/ ludzi);
7. opracowanie systemów sztucznej inteligencji wpływających na dobrostan użytkowników (w tym wyczuwających obniżenie nastroju, stany depresyjne i lęki);
8. adopcja sztucznej inteligencji do wykrywania podmiotów (gospodarstw domowych, przedsiębiorstw) zanieczyszczających środowisko poprzez spalanie lub pozbywanie się substancji niebezpiecznych dla zdrowia, powodujących smog i zanieczyszczenie gleby;
9. użycie sztucznej inteligencji do stworzenia programów wykrywających dezinformację typu deepfake;
10. wykorzystanie sztucznej inteligencji do zwiększenia zrównoważonego wykorzystania różnych źródeł energii w gospodarstwach domowych, przedsiębiorstwach i instytucjach publicznych.

Cagigas, D., Clifton, J., Diaz-Fuentes, D., & Fernández-Gutiérrez, M. (2021). Blockchain for public services: A systematic literature review. *IEEE Access*, 9, 13904-13921.

Jednocześnie warto podkreślić, że zakresy tematyczne T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T10, T11 rozpisane w Programie Infostrateg nadal dotyczą problemów eksplorowanych przez badaczy, o dużym potencjale wdrożeniowym. Biorąc pod uwagę aktualne trendy, temat T5 (inteligentna maszyna do zbierania jabłek) może być rozszerzona o inne produkty. Temat T6 (scenariusze selektywnej ochrony roślin) powinien być rozszerzony o komponent ochrony zwierząt⁴³. W temacie T7 (asystent patenta w instytucjach użyteczności publicznej) wartym zaakcentowania jest komponent związany z osobami starszymi, obcokrajowcami i osobami ze szczególnymi potrzebami.

Przeprowadzona analiza trendów w obszarze badań nad **technologią blockchain** pozwoliła zidentyfikować **pięć pól badawczych**, stanowiących jednak mniej zwarte komponenty aniżeli strumienie opisane w odniesieniu do sztucznej inteligencji. Do wspomnianych pól badawczych należą:

1. handel i finanse (2,397 pozycji w Scopus),
2. bezpieczeństwo danych (14,114 pozycje w Scopus),
3. metawersum (464 pozycje w Scopus),
4. gry i zdecentralizowane aplikacje (1,807 pozycji w Scopus),
5. rozwój sektora publicznego (2,370 pozycji w Scopus).

W porównaniu do badań nad sztuczną inteligencją, projekty badawcze zdominowane przez technologię blockchain mają mniej interdyscyplinarny charakter, chociaż częściowo czerpią z modeli i teorii rozwijanych w innych naukach (np. założeń e-administracji czy zrównoważonego łańcucha dostaw). Istotnym trendem, który zwiększył zainteresowanie koncepcją blockchain w ostatnich latach były zapowiedzi dużych firm technologicznych co do stworzenia i rozwijania metawersum, które miało na koncepcji blockchain bazować.

Analiza Programu Infostrateg pozwala zauważyć, że także w zakresie tematycznym prezentowanym w Programie, koncepcja blockchain zajmuje podrzędną rolę w stosunku do aplikacyjnej sztucznej inteligencji. Biorąc pod uwagę aktualne trendy, podrzędność ta znajduje swoje uzasadnienie. W aktualnym Programie Infostrateg wyodrębniono jeden temat związany z technologią blockchain (T9: Wydajny i skalowalny blockchain konsorcyjny dla inteligentnych kontraktów). Analiza aktualnych trendów pozwala stwierdzić, że temat ten jest nadal aktualny i rozwijany w nauce światowej. Ta sama analiza pozwala również zasugerować **nowe tematy, które w programie nie były dotąd ujęte**, a stanowią zainteresowanie badaczy na świecie:

1. wykorzystanie technologii blockchain do tworzenia zrównoważonego łańcucha dostaw, w tym opartego na koncepcji „fair trade”;
2. adopcja technologii blockchain do tworzenia transparentnego państwa poprzez zaprojektowanie publicznych i ogólnodostępnych rejestrów pozwalających na śledzenie transakcji z wykorzystaniem wirtualnej tożsamości;
3. wykorzystanie technologii blockchain do integracji i zabezpieczania danych w sektorze medycznym.

Dużym problemem dla Programu Infostrateg jest kwestia potencjalnego finansowania badań nad aplikacyjnością technologii blockchain do metawersum. Same szacunki co do możliwości i czasu stworzenia takiej immersyjnej przestrzeni wyraźnie się różnią, jednak niezasadnym staje się zignorowanie zainteresowania badaczy tym tematem. W związku z tym możliwym staje się zaproponowanie czwartego, ogólnego tematu wartego finansowania w obszarze technologii blockchain:

⁴³ W ujęciu szerokim – zarówno hodowlanych, jak i żyjących w środowisku naturalnym i synurbicznym.

4. wykorzystanie technologii blockchain do rozwoju immersyjnej przestrzeni.

Podsumowując całą analizę stwierdza się, że obecny zakres tematyczny Programu Infostrateg jest nadal zbieżny z aktualnymi trendami badawczymi w Polsce i na świecie, ale wymaga poszerzenia o nowe obszary, które przeżywają dynamiczny rozwój. Jednocześnie nie zauważa się potrzeby wykluczenia żadnego z jedenastu tematów zaznaczonych w opisie programu. Zasadnym wydaje się także bardziej priorytetowe traktowanie projektów związanych ze sztuczną inteligencją aniżeli technologią blockchain, co argumentuje się większą uniwersalnością i wpływem społecznym tej pierwszej.

Bibliografia wykorzystana w analizie

1. Agbo, C. C., Mahmoud, Q. H., & Eklund, J. M. (2019, April). Blockchain technology in healthcare: a systematic review. In *Healthcare* (Vol. 7, No. 2, p. 56). MDPI.
2. Aggarwal, R., Sounderajah, V., Martin, G., Ting, D. S., Karthikesalingam, A., King, D., ... & Darzi, A. (2021). Diagnostic accuracy of deep learning in medical imaging: a systematic review and meta-analysis. *NPJ digital medicine*, 4(1), 65.
3. Aguilar, J., Garces-Jimenez, A., R-moreno, M. D., & García, R. (2021). A systematic literature review on the use of artificial intelligence in energy self-management in smart buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111530.
4. Ali, M., Prakash, K., Hossain, M. A., & Pota, H. R. (2021). Intelligent energy management: Evolving developments, current challenges, and research directions for sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 314, 127904.
5. Anjum, H. F., Rasid, S. Z. A., Khalid, H., Alam, M. M., Daud, S. M., Abas, H., ... & Yusof, M. F. (2020). Mapping research trends of blockchain technology in healthcare. *IEEE Access*, 8, 174244-174254.
6. Baashar, Y., Alhussian, H., Patel, A., Alkaws, G., Alzahrani, A. I., Alfarraj, O., & Hayder, G. (2020). Customer relationship management systems (CRMS) in the healthcare environment: A systematic literature review. *Computer Standards & Interfaces*, 71, 103442.
7. Ball, M. (2022). *The metaverse: and how it will revolutionize everything*. Liveright Publishing.
8. Bayramova, A., Edwards, D. J., & Roberts, C. (2021). The role of blockchain technology in augmenting supply chain resilience to cybercrime. *Buildings*, 11(7), 283.
9. Berdiyeva, O., Islam, M. U., & Saeedi, M. (2021). Artificial intelligence in accounting and finance: Meta-analysis. *International Business Review*, 3(1), 56-79.
10. Bhagat, P. R., Naz, F., & Magda, R. (2022). Artificial intelligence solutions enabling sustainable agriculture: A bibliometric analysis. *PloS one*, 17(6), e0268989.
11. Bommer, W. H., Milevoj, E., & Rana, S. (2023). The intention to use cryptocurrency: A meta-analysis of what we know. *Emerging Markets Review*, 55, 100962.
12. Borges, A. F., Laurindo, F. J., Spínola, M. M., Gonçalves, R. F., & Mattos, C. A. (2021). The strategic use of artificial intelligence in the digital era: Systematic literature review and future research directions. *International Journal of Information Management*, 57, 102225.
13. Brunyé, T. T., Brou, R., Doty, T. J., Gregory, F. D., Hussey, E. K., Lieberman, H. R., ... & Yu, A. B. (2020). A review of US Army research contributing to cognitive enhancement in military contexts. *Journal of Cognitive Enhancement*, 4, 453-468.
14. Cagigas, D., Clifton, J., Diaz-Fuentes, D., & Fernández-Gutiérrez, M. (2021). Blockchain for public services: A systematic literature review. *IEEE Access*, 9, 13904-13921.
15. Cagigas, D., Clifton, J., Diaz-Fuentes, D., & Fernández-Gutiérrez, M. (2021). Blockchain for public services: A systematic literature review. *IEEE Access*, 9, 13904-13921.

16. Chang, S. E., & Chen, Y. (2020). When blockchain meets supply chain: A systematic literature review on current development and potential applications. *Ieee Access*, 8, 62478-62494.
17. Fawkes, A. J. (2017, May). Developments in Artificial Intelligence: Opportunities and Challenges for Military Modeling and Simulation. In *Proceedings of the 2017 NATO M&S Symposium* (pp. 11-1).
18. Fernandez-Vazquez, S., Rosillo, R., De La Fuente, D., & Priore, P. (2019). Blockchain in FinTech: A mapping study. *Sustainability*, 11(22), 6366.
19. Floridi, L. (2021). Artificial intelligence, deepfakes and a future of ectypes. *Ethics, Governance, and Policies in Artificial Intelligence*, 307-312.
20. Gad, A. G., Mosa, D. T., Abualigah, L., & Abohany, A. A. (2022). Emerging trends in blockchain technology and applications: A review and outlook. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 34(9), 6719-6742.
21. Garske, B., Bau, A., & Ekardt, F. (2021). Digitalization and AI in European agriculture: a strategy for achieving climate and biodiversity targets?. *Sustainability*, 13(9), 4652.
22. Gómez-González, E., Gomez, E., Márquez-Rivas, J., Guerrero-Claro, M., Fernández-Lizaranzu, I., Relimpio-López, M. I., ... & Capitán-Morales, L. (2020). Artificial intelligence in medicine and healthcare: a review and classification of current and near-future applications and their ethical and social impact. *arXiv preprint arXiv:2001.09778*.
23. Grekousis, G. (2019). Artificial neural networks and deep learning in urban geography: A systematic review and meta-analysis. *Computers, Environment and Urban Systems*, 74, 244-256.
24. Hassan, C., Spadaccini, M., Iannone, A., Maselli, R., Jovani, M., Chandrasekar, V. T., ... & Repici, A. (2021). Performance of artificial intelligence in colonoscopy for adenoma and polyp detection: a systematic review and meta-analysis. *Gastrointestinal endoscopy*, 93(1), 77-85.
25. Hentzen, J. K., Hoffmann, A., Dolan, R., & Pala, E. (2022). Artificial intelligence in customer-facing financial services: a systematic literature review and agenda for future research. *International Journal of Bank Marketing*, 40(6), 1299-1336.
26. Holzinger, A., Keiblinger, K., Holub, P., Zatloukal, K., & Müller, H. (2023). AI for life: Trends in artificial intelligence for biotechnology. *New Biotechnology*, 74, 16-24.
27. Huang, L., Ladikas, M., Schippl, J., He, G., & Hahn, J. (2023). Knowledge mapping of an artificial intelligence application scenario: A bibliometrics analysis of the basic research of data-driven autonomous vehicles. *Technology in Society*, 102360.
28. Hussien, H. M., Yasin, S. M., Udzir, N. I., Ninggal, M. I. H., & Salman, S. (2021). Blockchain technology in the healthcare industry: Trends and opportunities. *Journal of Industrial Information Integration*, 22, 100217.
29. Hwang, G. J., Chang, P. Y., Tseng, W. Y., Chou, C. A., Wu, C. H., & Tu, Y. F. (2022). Research trends in Artificial Intelligence-associated nursing activities based on a review of academic studies published from 2001 to 2020. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*.
30. Iqbal, A., Shahzad, K., Khan, S. A., & Chaudhry, M. S. (2023). The relationship of artificial intelligence (AI) with fake news detection (FND): a systematic literature review. *Global Knowledge, Memory and Communication*.
31. Isabelle, D. A., & Westerlund, M. (2022). A review and categorization of artificial intelligence-based opportunities in wildlife, ocean and land conservation. *Sustainability*, 14(4), 1979.
32. Jabbar, R., Dhib, E., Said, A. B., Krichen, M., Fetais, N., Zaidan, E., & Barkaoui, K. (2022). Blockchain technology for intelligent transportation systems: A systematic literature review. *IEEE Access*, 10, 20995-21031.
33. Jafar, U., Ab Aziz, M. J., Shukur, Z., & Hussain, H. A. (2022). A Systematic Literature Review and Meta-Analysis on Scalable Blockchain-Based Electronic Voting Systems. *Sensors*, 22(19), 7585.

34. Kaplan, A. D., Kessler, T. T., Brill, J. C., & Hancock, P. A. (2023). Trust in artificial intelligence: Meta-analytic findings. *Human factors*, 65(2), 337-359.
35. Kozik, R., Pawlicka, A., Pawlicki, M., Choraś, M., Mazurczyk, W., & Cabaj, K. (2023). A Meta-Analysis of State-of-the-Art Automated Fake News Detection Methods. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*.
36. Liu, H. W., Lin, C. F., & Chen, Y. J. (2019). Beyond State v Loomis: artificial intelligence, government algorithmization and accountability. *International journal of law and information technology*, 27(2), 122-141.
37. Manzoor, B., Othman, I., Durdyev, S., Ismail, S., & Wahab, M. H. (2021). Influence of artificial intelligence in civil engineering toward sustainable development—a systematic literature review. *Applied System Innovation*, 4(3), 52.
38. Nicolescu, L., & Tudorache, M. T. (2022). Human-computer interaction in customer service: the experience with AI chatbots—a systematic literature review. *Electronics*, 11(10), 1579.
39. Niknejad, N., Ismail, W., Bahari, M., Hendradi, R., & Salleh, A. Z. (2021). Mapping the research trends on blockchain technology in food and agriculture industry: A bibliometric analysis. *Environmental Technology & Innovation*, 21, 101272.
40. Nti, E. K., Cobbina, S. J., Attafuah, E. E., Opoku, E., & Gyan, M. A. (2022). Environmental sustainability technologies in biodiversity, energy, transportation and water management using artificial intelligence: A systematic review. *Sustainable Futures*, 4, 100068.
41. Patel, R., Migliavacca, M., & Oriani, M. E. (2022). Blockchain in banking and finance: A bibliometric review. *Research in International Business and Finance*, 62, 101718.
42. Pfeiffer, A., Wernbacher, T., Koenig, N., Denk, N., Vella, V., & Dingli, A. (2023). Blockchains, Kryptowährungen, Utility-Token, NFTs und das Metaverse: Eine Einführung für den Bereich der Cyberkriminalogie. In *Handbuch Cyberkriminalogie 1: Theorien und Methoden* (pp. 425-460). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
43. Radanliev, P., & De Roure, D. (2023). Review of the state of the art in autonomous artificial intelligence. *AI and Ethics*, 3(2), 497-504.
44. Ruiz-Real, J. L., Uribe-Toril, J., Torres Arriaza, J. A., & de Pablo Valenciano, J. (2020). A look at the past, present and future research trends of artificial intelligence in agriculture. *Agronomy*, 10(11), 1839.
45. Ruiz-Real, J. L., Uribe-Toril, J., Torres, J. A., & De Pablo, J. (2021). Artificial intelligence in business and economics research: Trends and future. *Journal of Business Economics and Management*, 22(1), 98-117.
46. Schemmer, M., Hemmer, P., Nitsche, M., Kühn, N., & Vössing, M. (2022, July). A meta-analysis of the utility of explainable artificial intelligence in human-AI decision-making. In *Proceedings of the 2022 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society* (pp. 617-626).
47. Schemmer, M., Hemmer, P., Nitsche, M., Kühn, N., & Vössing, M. (2022, July). A meta-analysis of the utility of explainable artificial intelligence in human-AI decision-making. In *Proceedings of the 2022 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society* (pp. 617-626).
48. Shabbir, T., Shaikh, M. K., Latif, M., & Ansari, U. (2021). Improving The Effectiveness Of Information Warfare By Incorporating Artificial Intelligence. *Webology* (ISSN: 1735-188X), 18(2).
49. Silvestro, D., Goria, S., Sterner, T., & Antonelli, A. (2022). Improving biodiversity protection through artificial intelligence. *Nature sustainability*, 5(5), 415-424.
50. Taylor, P. J., Dargahi, T., Dehghantanha, A., Parizi, R. M., & Choo, K. K. R. (2020). A systematic literature review of blockchain cyber security. *Digital Communications and Networks*, 6(2), 147-156.
51. Tijan, E., Aksentijević, S., Ivanić, K., & Jardas, M. (2019). Blockchain technology implementation in logistics. *Sustainability*, 11(4), 1185.

52. Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., ... & Fuso Nerini, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature communications*, 11(1), 1-10.
53. Wang, Y., Han, J. H., & Beynon-Davies, P. (2019). Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 62-84.
54. Zaidi, A., Ajibade, S. S. M., Musa, M., & Bekun, F. V. (2023). New insights into the research landscape on the application of artificial intelligence in sustainable smart cities: a bibliometric mapping and network analysis approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, (4), 287.
55. Zhang, P., Guo, Z., Ullah, S., Melagraki, G., Afantitis, A., & Lynch, I. (2021). Nanotechnology and artificial intelligence to enable sustainable and precision agriculture. *Nature Plants*, 7(7), 864-876.
56. Zhang, T., Zeng, W., Zhang, Y., Tao, D., Li, G., & Qu, X. (2021). What drives people to use automated vehicles? A meta-analytic review. *Accident Analysis & Prevention*, 159, 106270.
57. Zheng, Q., Yang, L., Zeng, B., Li, J., Guo, K., Liang, Y., & Liao, G. (2021). Artificial intelligence performance in detecting tumor metastasis from medical radiology imaging: A systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine*, 31.
58. Zheng, X. R., & Lu, Y. (2022). Blockchain technology—recent research and future trend. *Enterprise Information Systems*, 16(12), 1939895.
59. Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017, June). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. In *2017 IEEE international congress on big data (BigData congress)* (pp. 557-564). Ieee.

1.1.4 Aktualność programu Infostrateg w kontekście trendów na poziomie krajowym

Zgodnie z założeniami w dokumencie „Program Strategiczny INFOSTRATEG Zaawansowane technologie informacyjne, telekomunikacyjne i mechatroniczne” (Warszawa, 22 kwietnia 2020 r.) Programem objęto zakresy tematyczne takie jak:

1. medycyna – diagnostyka medyczna,
2. rozpoznanie i analiza obrazów,
3. rolnictwo – automatyzacja i robotyzacja,
4. administracja państwowa – automatyzacja obsługi klienta/ pacjenta,
5. analiza treści publikowanych w internecie,
6. technologia blockchain.

MEDYCYNĄ - DIAGNOSTYKA MEDYCZNA

W ramach obszaru MEDYCYNĄ - DIAGNOSTYKA MEDYCZNA, przewidziano w Programie realizację następujących tematów:

- T1 – Inteligentny system przetwarzania mowy dla lekarzy
- T2 – Rozpoznawanie obrazów medycznych
- T3 – Diagnostyka wrodzonych wad metabolizmu w badaniach przesiewowych noworodków

W obszarze medycyny można ocenić, iż analiza osiągnięć w zakresie wykorzystania AI w diagnostyce, profilaktyce i leczeniu wskazuje na szerokie możliwości zastosowania tej technologii w obszarze medycyny, co wskazuje na zgodność Programu Infostrateg z kierunkami/trendami badań i wdrożeń.

Jak argumentowano w Programie, projekty w zakresie diagnostyki odpowiadają na jeden z głównych problemów w medycynie, stojących na drodze szerszego rozwoju i wdrażania metod uczenia maszynowego, jakim jest niedostateczny poziom organizacji (np. w zakresie kategoryzacji, opisanie czy oczyszczenia), integracji i analizy danych, uniemożliwiających ich pełne i optymalne wykorzystanie w procesie wytrenowania sztucznej inteligencji. Ten aspekt jest wyraźnie widoczny w przypadku zastosowań w medycynie, gdzie potencjalnie wiele informacji może być wykorzystanych do diagnostyki stanu pacjenta, prewencji oraz planowania leczenia. Możliwości stosowania narzędzi diagnostycznych we współczesnej medycynie generujących obrazy narządów i tkanek są coraz większe, a analiza takich obrazów jest czasochłonna oraz musi być przeprowadzana przez wysoko kwalifikowany specjalistyczny personel. W świetle znaczących niedoborów kadr medycznych w Polsce, jest to bariera dla klasycznej analizy obrazów medycznych. Jest to dodatkowy argument dla rozwijania rozwiązań w zakresie zastosowania AI w medycynie. Dodatkowo oparte na uczeniu maszynowym algorytmy analizy obrazu są coraz skuteczniejsze i mogą usprawniać pracę specjalistów, w niektórych sytuacjach nawet ich wyręczając⁴⁴.

Produkowane narzędzia do obrazowania medycznego są coraz nowocześniejsze i dostarczają różnorodnych danych, których analiza generuje coraz większą potrzebę rozwoju systemów do analizy obrazów medycznych. Daje to też dodatkowy wkład w rozbudowę baz danych medycznych, a, jak wskazują analizy, ich wykorzystanie (z pomocą AI) może mieć istotne znaczenie dla diagnozy stanu zdrowia populacji i planowania profilaktyki. Dane dla całych populacji pozwalają na opracowanie profili, których interpretacja bez AI wymaga czasochłonnych ocen przez wykształconych specjalistów, a zastosowanie sztucznej inteligencji mogłyby doprowadzić do zbudowania algorytmów zastępujących ekspertów, co umożliwiłoby skrócenie czasu oczekiwania na diagnozę oraz rozszerzenie zakresu badań⁴⁵. Wzrasta liczba badań na całych populacjach, np. populacyjne badania przesiewowe u noworodków (takie badania są coraz powszechniejsze i dostarczają ogromnych zbiorów danych). Wzrasta też ilość innych danych o całych populacjach, np. w systemie recept, sprzedanych lekach, świadczeniach medycznych zrealizowanych w ramach NFZ, zwolnieniach lekarskich. Dostępność tego typu danych dla całej populacji pozwala na przeprowadzenie zaawansowanych analiz statystycznych, przydatnych np. przy ocenie skuteczności różnych procedur medycznych, czy leków; prognozowania całkowitych kosztów leczenia etc. Analiza na takich zbiorach, nawet stosunkowo prosta, staje się wyzwaniem, stąd potrzeba rozwijania narzędzi wykorzystujących AI do analizy **dużych zbiorów danych medycznych na potrzeby profilaktyki, telemedycyny, e-zdrowia**.

W dziedzinie nowych produktów i technologii medycznych sztuczna inteligencja jest coraz częściej i powszechniej wykorzystywana w procesie tworzenia **nowych produktów i technologii leczniczych**. Mechanizm pozwalający na analizę dużej ilości danych z różnych źródeł (dane pacjentów, z badań naukowych, dane genetyczne i kliniczne) pozwala przyspieszyć i zoptymalizować proces tworzenia nowych i bardziej efektywnych produktów, w tym leków. Rozwiązania wykorzystujące sztuczną inteligencję wpływają na rozwój diagnozy i terapii chorób m.in. poprzez diagnostykę obrazową (rezonans i tomografię), wykorzystując technologie (ang. image recognition), dzięki którym algorytmy AI potrafią wskazać zmianę chorobową w badanej próbce.

⁴⁴ Na podstawie opisu Programu INFOSTRATEG Zaawansowane technologie informacyjne, telekomunikacyjne i mechatroniczne” (Warszawa, 22 kwietnia 2020 r.)

⁴⁵ Na podstawie opisu Programu INFOSTRATEG Zaawansowane technologie informacyjne, telekomunikacyjne i mechatroniczne” (Warszawa, 22 kwietnia 2020 r.)

Jak wynika z raportu „Top Disruptors in Healthcare 2022”, w którym przedstawiono wyniki badania prawie 150 polskich startupów medycznych, w ostatnich latach nastąpił gwałtowny wzrost zainteresowania rozwiązaniami medycznymi opartymi na sztucznej inteligencji i uczeniu maszynowym. Prawie połowa badanych wskazała, że rozwija swoje rozwiązanie w tym sektorze. Jest to dynamicznie postępujący rozwój – w roku 2021 najczęściej wybieraną odpowiedzią była telemedycyna (55%), to już w 2022 roku ustąpiła ona miejsca rozwiązaniom opartym o sztuczną inteligencję⁴⁶.

W doniesieniach medialnych i opracowaniach można wskazać szereg firm i startupów istotnych dla rozwoju technologii AI w obszarze medycyny, np.:

- startup polskiego badacza, dr. Konrada Krawczyka, założyciela NaturalAntibody S.A.⁴⁷ Naukowiec ten opracował sposób na skrócenie czasu i zmniejszenie kosztów produkcji leków opartych o przeciwciała. Z jego rozwiązania korzystają największe koncerny farmaceutyczne na świecie (m.in. koncern farmaceutyczny AstraZeneca plc). Innowacyjność rozwiązania polega na wykorzystaniu własnych algorytmów uczenia maszynowego oraz danych zgromadzonych przez naukowców na przestrzeni ostatnich 40 lat⁴⁸;
- Polski startup Radiato.ai, specjalizujący się w rozwijaniu diagnostyki z wykorzystaniem AI (Medical Image Dataset Annotation Service sp. z o.o.)⁴⁹. Firma została założona przez zespół naukowców z Politechniki Gdańskiej. Opracowała system wspierający diagnostykę guzów nerek na podstawie zdjęć jamy brzusznej z tomografu komputerowego z wykorzystaniem uczenia maszynowego (pn. TITAN) oraz spersonalizowane narzędzie do tworzenia i zarządzania zestawami danych medycznych, służących do uczenia maszynowego, głębokiego czy dowolnej formy badań statystycznych (pn. MIDAS).

Wskazać można również liczne osiągnięcia naukowe w zakresie wykorzystania sztucznej inteligencji w diagnostyce medycznej, np.:

- Wyniki badań zespołu badawczego firmy Vara, w którym radiolodzy wspomagani przez sztuczną inteligencję z większą skutecznością diagnozują raka piersi niż w warunkach bez wykorzystania narzędzi AI⁵⁰,
- Osiągnięcia zespołu badawczego MI2DataLab z Politechniki Warszawskiej, który opracował autorski system sztucznej inteligencji wspierający identyfikację zmian chorobowych w badaniach klatki piersiowej⁵¹.

⁴⁶ Raport Top Disruptors in Healthcare 2022, <https://nil.org.pl> [dostęp 24.10.2023]

⁴⁷ <https://mycompanypolska.pl/artykul/agicortex-tworzy-sztuczna-inteligencje-na-nowo-polski-deeptech-z-nowym-finansowaniem/8256>, za: Zastosowania sztucznej inteligencji w gospodarce. Przegląd wybranych inicjatyw i technologii z rekomendacjami dla przedsiębiorców, Raport tematyczny nr 3, PARP, 2023

⁴⁸ <https://mycompanypolska.pl/artykul/naturalantibody-polski-startup-prosto-z-oksfordu-rewolucjonizuje-branze-biotechnologii/7527>, za: Zastosowania sztucznej inteligencji w gospodarce. Przegląd wybranych inicjatyw i technologii z rekomendacjami dla przedsiębiorców, Raport tematyczny nr 3, PARP, 2023

⁴⁹ <https://radiato.ai/>, za: Zastosowania sztucznej inteligencji w gospodarce. Przegląd wybranych inicjatyw i technologii z rekomendacjami dla przedsiębiorców, Raport tematyczny nr 3, PARP, 2023

⁵⁰ [https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500\(22\)00070-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500(22)00070-X/fulltext), za: Monitoring aktywności badawczo-rozwojowej i innowacyjnej w ramach Krajowej Inteligentnej Specjalizacji, raport miesięczny lipiec 2022

⁵¹ [https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500\(22\)00070-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500(22)00070-X/fulltext), za: Monitoring aktywności badawczo-rozwojowej i innowacyjnej w ramach Krajowej Inteligentnej Specjalizacji, raport miesięczny lipiec 2022

Analiza dostępnych opracowań i danych wskazuje na szerokie możliwości wykorzystania AI w medycynie także poza diagnostyką obrazową. Np. w medycynie uwidacznia się trend do **automatyzacji sal operacyjnych** poprzez wdrażanie **robotów chirurgicznych**, optymalizacji gospodarki lekowej poprzez wdrażanie robotyki aptek szpitalnych (tzw. system unitdose) oraz wykorzystania sztucznej inteligencji wspierającej pracę lekarzy. Według danych szacunkowych, w 2021 roku przeprowadzono w Polsce ok. 3,1 tys. procedur ze wsparciem robotów⁵². Zgodnie z prognozami Polskiej Federacji Szpitali i Upper Finance, do 2027 roku powinno być wykonywanych blisko 20 tys. zabiegów rocznie z użyciem zrobotyzowanych systemów przeznaczonych dla chirurgii miękkotkankowej⁵³. W 2021 r. średnia liczba wykonywanych na 1 aparacie procedur wyniosła ok. 130, podczas gdy szacunek dla roku 2022 r. wynosi ponad 180 zabiegów rocznie na aparat⁵⁴. Rosnąca liczba procedur z zakresu robotyki chirurgicznej wynika z wielu korzyści. Z punktu widzenia placówki szpitalnej, wykorzystanie nowoczesnych technologii skraca czas hospitalizacji pacjentów i umożliwia ich szybszy powrót do zdrowia. Korzyścią dla pacjenta jest przede wszystkim mniejsza inwazyjność zabiegów oraz ograniczone ryzyko powikłań pooperacyjnych. Z kolei chirurdzy uzyskują wsparcie w przeprowadzeniu skomplikowanych operacji obciążonych dużym ryzykiem błędu.

Praktycznym przykładem oferty w zakresie zautomatyzowanych rozwiązań dla świata medycyny jest polska firma PIXEL Technology⁵⁵. W swojej ofercie posiada zaawansowane oprogramowania skierowane do szpitali. Firma rozwija projekt o nazwie RADi p jest to asystent radiologa, bazujący na sztucznej inteligencji, który pozwoli zredukować czas opisów badań, przy jednoczesnym podniesieniu ich precyzji⁵⁶. Z kolei Grupa Synektik dostarcza wiodące na rynku rozwiązania informatyczne, w tym rozwiązania oparte na AI w diagnostyce obrazowej służące do wykrywania wirusów⁵⁷. Polpharma wykorzystuje sztuczną inteligencję w polskich aptekach, poprzez technologię rozpoznawania obrazu w aptekach opartą na sztucznej inteligencji. System wdrożony przez Polpharmę rozpoznaje produkty na zdjęciu, wspierając kontrolę merchandisingu w punktach sprzedaży⁵⁸. Do przykładów wykorzystania AI w medycynie należą też smartfonowe aplikacje medyczne łączące się ze smartwatchami czy opaskami sportowymi, które potrafią wykrywać np. upadki (tak jak SidLy) czy także tworzone przez Abbott Technologies aplikacje na smartfon mogące wykryć niepokojące objawy pochodzące ze wszczepialnych monitorów serca⁵⁹. Jak wskazują eksperci, technologie wymogą zmiany w systemie ochrony zdrowia i skierują dużo większy nacisk na profilaktykę – choćby dzięki ze względu na rozwiązania AI, urządzenia przenośne i liczbę zbieranych danych. Ważne jest, żeby docierać do jak najszerszych grup pacjentów i kwalifikować ich do programów profilaktyki lub zdrowotnych⁶⁰.

⁵² <https://pulsmedycyny.pl/robotyzacja-medycyny-jakosc-musi-kosztowac-1138977> [dostęp 1.08.2023]

⁵³ Rynek robotyki chirurgicznej w Polsce 2022. Prognozy rozwoju na lata 2022-2027, Polska Federacja Szpitali, Upper Finance.

⁵⁴ Tamże.

⁵⁵ <https://pixeltechnology.com/> [dostęp 1.08.2023]

⁵⁶ <https://www.wirtualnemedica.pl/artykul/pixel-technology-ncbr-sztuczna-inteligencja-szluzba-zdrowia-dadi> [dostęp: 24.10.2023]

⁵⁷ <https://www.synektik.com.pl/> [dostęp 1.08.2023, 24.10.2023]

⁵⁸ <https://mgr.farm/aktualnosci/polpharma-wykorzystuje-sztuczna-inteligencje-w-polskich-aptekach-w-jakim-celu/> [dostęp 1.08.2023]

⁵⁹ <https://startup.pfr.pl/pl/aktualnosci/medmeetstech-konferencja-nie-tylko-dla-medtechu/> [dostęp 1.08.2023]

⁶⁰ <https://startup.pfr.pl/pl/aktualnosci/medmeetstech-konferencja-nie-tylko-dla-medtechu/> [dostęp 1.08.2023]

Do rozwijania AI częściej wykorzystywana jest **VR. Wirtualna rzeczywistość** pozwala na stworzenie realistycznych i kontrolowanych środowisk do treningu algorytmów sztucznej inteligencji. Pozwala to na lepsze zrozumienie i interpretację danych generowanych przez AI⁶¹. Sztuczna inteligencja może używać VR do wykonywania elektrokardiogramów, umożliwiając lekarzom uczestniczącym w operacji chirurgicznej oglądanie jej w czasie rzeczywistym. Takie rozwiązania stosuje m.in. Mazowiecka Uczelnia Medyczna, gdzie studiujący osteopatię, fizjoterapię i pielęgniarstwo, a także lekarze różnych specjalności w trakcie kursów podyplomowych mogą poznawać i doskonalić wiedzę anatomiczną, korzystać z algorytmów AI, a także doskonalić swoje umiejętności obsługi aparatury robotycznej oraz VR. Trójwymiarowe ludzkie tkanki, które widzi szkolący się w okularach VR dają pełne poznanie topografii struktur ciała ludzkiego⁶².

Wymienione powyżej rozwiązania technologiczne oraz inne dostępne opracowania pozwalają na wskazanie możliwości wykorzystania sztucznej inteligencji w medycynie m.in. w takim zakresie jak:

- Robotyka aptek szpitalnych,
- Inteligentne i autonomiczne roboty chirurgiczne,
- Cyfryzacja dokumentacji medycznej,
- Telemedycyna,
- Systemy do zdalnego monitorowania stanu zdrowia pacjenta,
- Inteligentne systemy zdalnej diagnostyki i samodiagnostyki,
- Automatyczne systemy dawkowania leków,
- Wykorzystanie AI w rehabilitacji.

Rozwijający się sektor technologii informacyjno-telekomunikacyjnych, w tym AI, ze względu na wysoki stopień postępu technicznego nabiera coraz większego znaczenia w opiece zdrowotnej. Istnieje rosnące zapotrzebowanie na technologie ICT dostosowane do uwarunkowań nowoczesnego systemu opieki zdrowotnej. Biorąc pod uwagę również założenia w dokumentach strategicznych oraz trendy światowe, można założyć, iż zakres tematów ujętych w Programie Infostrateg w obszarze medycyny może być znacząco poszerzony.

ROZPOZNAWANIE I ANALIZA OBRAZÓW

W ramach obszaru ROZPOZNAWANIE I ANALIZA OBRAZÓW, przewidziano w Programie Infostrateg realizację następujących tematów:

- T4 – Różne scenariusze rozpoznawania zdjęć satelitarnych i lotniczych
- T10 – Rozpoznawania na filmie zachowań ludzkich

Jak wskazano w Programie, uczenie maszynowe, a w szczególności sieci neuronowe, w ostatnich latach zostało z sukcesem zastosowane do rozpoznawania obrazów, np. rozpoznawania twarzy. Jest też bardzo użyteczne w rozpoznawaniu i analizie zdjęć satelitarnych. Uważa się, że dostarczają one rezultatów dużo lepszej jakości niż człowiek, tzn. popełniają mniej błędów. Zdjęcia satelitarne potencjalnie dają możliwość automatycznego uzyskiwania różnego rodzaju informacji geolokalizacyjnej. Obecnie w wielu obszarach życia buduje się, rozwija i ulepsza systemy automatycznej analizy zdjęć satelitarnych. Brakuje jednakże

⁶¹ <https://epicvr.pl/pl/ai-i-vr/> [dostęp 24.10.2023]

⁶² <https://trybuna.info/lifestyle/vr-przyszloscia-medycyny/> [dostęp 24.10.2023],
<https://www.forbes.pl/wirtualna-rzeczywistosc-3d-vr-w-mazowieckiej-uczelni-medycznej-w-warszawie/3mdnmd> [dostęp 24.10.2023].

narzędzi, które w łatwy sposób pozwalałyby na rozpoznawanie nowych typów obiektów, czy też obiektów o różnym charakterze.

W kontekście celów środowiskowych aktualny pozostaje też temat T4 – Różne scenariusze rozpoznawania zdjęć satelitarnych i lotniczych. Systemy automatycznej analizy zdjęć satelitarnych mają bardzo szerokie zastosowanie i są wykorzystywane do uzyskiwania różnego rodzaju informacji geolokalizacyjnej. Szczególne korzyści można jednak wskazać w powiązaniu z obszarem ochrony środowiska i bioróżnorodności – dane z systemów geodezyjnych i kartograficznych pochodzące ze zdjęć satelitarnych i zdjęć z dronów mogą być wykorzystane m.in. do teledetekcji związanej ze środowiskiem wodnym czy leśnym, śledzenia wędrówek ryb, monitorowania zanieczyszczeń, identyfikacji praktyk użytkowania gruntów, które mogą uszkodzić ekosystemy. Przykładem sytuacji, w której inteligentna teledetekcja miałaby zastosowanie jest katastrofa na Odrze w 2022 roku. Zastosowanie technik analizy zdjęć satelitarnych i sztucznej inteligencji pomogłoby z wyprzedzeniem wykryć i raportować gwałtowny rozkwit alg, tak aby służby mogły reagować z wyprzedzeniem.

Z kolei systemy uczenia maszynowego wykorzystujące sieci neuronowe odnoszą sukcesy w rozpoznawaniu obiektów na zdjęciach, natomiast słabo radzą sobie z analizą video, a w szczególności z powiedzeniem co dana osoba robi na zdjęciu. Co więcej, często do określenia czynności konieczna jest analiza sekwencji obrazów, co nadal stanowi wyzwanie dla tego typu systemów.

Wojna w Ukrainie pokazała nowe możliwości i potrzeby w zakresie rozpoznawania i analizy obrazów – istotnych w kontekście podejmowania decyzji na polu walki, lokalizacji wroga, ale też rozpoznawania twarzy zarówno ofiar (identyfikacja zmarłych) oraz zbrodniarzy wojennych (dzięki oprogramowaniu do rozpoznawania twarzy firmy Clearview AI udało się zidentyfikować ponad 10 tysięcy osób współwinnych zbrodni wojennych popełnionych przez Rosjan⁶³).

Zaostrzająca się sytuacja geopolityczna i toczący się w sąsiednim kraju konflikt zbrojny wskazują na potrzebę rozwijania narzędzi do monitorowania i wykrywania zagrożenia w warunkach militarnych i pozamilitarnych, w tym systemów wykrywania intruzów, zabezpieczeń sieci oraz szybkich reakcji na incydenty, aby zapewnić ochronę kluczowych sektorów gospodarki i infrastruktury krytycznej. Opracowane systemy będą mogły być wykorzystywane do monitorowania i wykrywania zagrożeń (niebezpiecznych sytuacji, przestępstw czy też rozpoznawania symptomów chorób) również w warunkach pozamilitarnych w punktach wysokiego ryzyka (lotniska, sądy, centra handlowe). Możliwe jest też zastosowanie tych systemów na pograniczu bezpieczeństwa i transportu – przy sterowaniu pojazdami autonomicznymi, gdzie rozpoznawanie zachowań może pozwolić na ocenę intencji innych użytkowników dróg. W tym kontekście założenia Programu Infostrateg pozostają aktualne.

AUTOMATYZACJA I ROBOTYZACJA ROLNICTWA

W ramach obszaru AUTOMATYZACJA I ROBOTYZACJA ROLNICTWA, przewidziano realizację następujących tematów:

- T5 – Inteligentna maszyna do zbierania jabłek
- T6 – Scenariusze selektywnej ochrony roślin

W świetle dużego znaczenia sektora rolnictwa w gospodarce krajowej⁶⁴, a także jego słabości strukturalnych obniżających konkurencję – założenia Programu Infostrateg są aktualne. Jednocześnie

⁶³ <https://tvn24.pl/swiat/ukraina-sztuczna-inteligencja-pomogla-w-zidentyfikowano-ponad-10-tysiecy-przestepcow-wojennych-6897406> [dostęp 1.08.2023]

⁶⁴ Co prawda udział rolnictwa w tworzeniu PKB wynosi jedynie 2,5% (w 1995 roku było to 7%, a w 2006 roku 3,5%), co świadczy o malejącym znaczeniu dochodotwórczym rolnictwa w gospodarce narodowej. Spadający

biorąc pod uwagę cele opisane w dokumentach strategicznych, a także trendy krajowe i międzynarodowe, można wskazać na potrzebę włączenia kolejnych tematów do Programu Infostrateg w obszarze rolnictwa. Rozwiązania w zakresie wykorzystania AI w rolnictwie powinny z jednej strony wzmacniać wydajność produkcji rolnej, a z drugiej wspierać zrównoważone gospodarowanie zasobami i odpadami.

Za potrzebą rozwijania AI w tym obszarze, jak wskazują autorzy Programu, przemawiają następujące czynniki:

- Rolnictwo jest jednym z kluczowych obszarów polskiej gospodarki,
- Przemysł rolno-spożywczy jest największym przemysłem w Polsce; Polska jest znaczącym eksporterem owoców i warzyw, jednym z ważniejszych kierunków produkcji rolnej w Polsce,
- Na tle krajów Europy zachodniej polskie rolnictwo cechuje mniejsza wydajność produkcyjna i uprzemysłowienie produkcji oraz większa dekoncentracja gospodarstw rolnych, co utrudnia osiągnięcie efektu skali w kosztach produkcji,
- Rolnicy coraz częściej zgłaszają problemy ze znalezieniem pracowników, co przekłada się na coraz wyższe koszty produkcji rolnej,
- Rolnictwo na świecie staje się coraz bardziej uprzemysłowione i zautomatyzowane, a przez to konkurencyjne; przy braku podjęcia zdecydowanych działań w zakresie zautomatyzowania, polskie rolnictwo może trwale utracić przewagę konkurencyjną⁶⁵.

Wykorzystanie sztucznej inteligencji w rolnictwie jest w bardzo wczesnej fazie rozwoju⁶⁶. Sztuczna inteligencja znajduje zastosowanie nie tylko w kierowaniu pojazdami (np. traktory), ale też w: niszczeniu chwastów, diagnozie etapu rozwoju roślin, wskazaniu choroby i rodzaju bakterii, monitorowaniu stanu gleby, wykrywaniu rui u zwierząt, kontroli żywienia i zdrowia zwierząt oraz zapewnieniu im dobrostanu⁶⁷. Wzrost zainteresowania AI w tym sektorze dynamicznie wzrasta – dane dotyczące liczby publikacji pokazują, że liczba tych dotyczących AI dynamicznie wzrasta⁶⁸. Dotyczy to także liczby patentów⁶⁹.

Poza dwoma tematami dotyczącymi inteligentnej maszyny do zbierania jabłek oraz scenariuszy selektywnej ochrony roślin, można na podstawie dostępnych opracowań i danych wskazać szereg innych tematów w obszarze rolnictwa, w których zastosowanie sztucznej inteligencji jest możliwe i oceniane jest jako przyszłościowe.

udział rolnictwa w tworzeniu PKB jest konsekwencją przeobrażeń strukturalnych i szybszego tempa wzrostu działań pozarolniczych w gospodarce narodowej. Jednocześnie o wadze rolnictwa świadczy struktura użytkowania gruntów (użytki rolne zajmują 58% powierzchni kraju) i struktura zatrudnienia ludności (procent osób deklarujących zatrudnienie w rolnictwie to 8,4%), a także wpływ rolnictwa na środowisko przyrodnicze i krajobraz, a także rozwój społeczny i gospodarczy obszarów wiejskich. Rolnictwo jest bazą dla rozwoju przemysłu rolno-spożywczego, a w ostatnich latach rośnie też jego znaczenie jako dostawcy surowców energetycznych i energii.

⁶⁵ Na podstawie opisu Programu INFOSTRATEG Zaawansowane technologie informacyjne, telekomunikacyjne i mechatroniczne” (Warszawa, 22 kwietnia 2020 r.)

⁶⁶ ROLNICTWO 4.0 Identyfikacja trendów technologicznych, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, 2023.

⁶⁷ INFOSTRATEG Zaawansowane technologie informacyjne, telekomunikacyjne i mechatroniczne” (Warszawa, 22 kwietnia 2020 r.)

⁶⁸ Wśród wszystkich analizowanych technologii Rolnictwa 4.0 termin „sztuczna inteligencja” charakteryzował się najwyższą dynamiką wzrostu. Za: ROLNICTWO 4.0 Identyfikacja trendów technologicznych, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, 2023.

⁶⁹ Tamże.

Potrzeby w zakresie unowocześniania produkcji rolnej wzmacniają zjawiska takie jak zmiany klimatu oraz problem deficytu wody, który nie wynika z braku wody w ogóle, ale z braku wody w odpowiednim miejscu i odpowiednim czasie. Systemy rolnicze znajdują się także pod presją z powodu zmiany klimatu, ale również z powodu zanieczyszczenia, użytkowania gruntów, wydobycia zasobów, inwazyjnych gatunków obcych i utraty zapylaczy.

Obecnie trwa wyścig o skuteczne rozwiązania, które pomogą rolnikom w udanej transformacji technologicznej na tych wyzwaniach. Tu z pomocą przychodzi tzw. inteligentna technologia – doskonale skomunikowana, interoperacyjna, wykorzystująca łączność satelitarną, systemy GPS, telematykę wizyjną oraz możliwości Internetu. Wśród rozwiązań wskazać można smart farming, autosterowanie maszynami, korekcja RTK, mapowanie pól.

Obecne warunki zachęcają gospodarstwa rolne do automatyzacji i robotyzacji produkcji rolnej. Na rynku oferowane są dziś różnego rodzaju rozwiązania, które pozwalają zmniejszyć zapotrzebowanie na pracę ludzką w rolnictwie. Są to m.in. **autonomiczne pojazdy do wysiewu, maszyny do zbioru plonów czy inteligentne systemy nawadniania**⁷⁰. Niezbędne dane pozyskiwane i przetwarzane są przy wykorzystaniu wysoko rozwiniętych technologii nawigacyjnych (np. GPS) i informatycznych (np. dzięki kamerze multispektralnej czy RGB możliwe jest przechwytywanie wielu obrazów pola, a następnie przetwarzanie ich pod kątem różnych celów za pomocą metod fotogrametrycznych do tworzenia ortofotografii, w tym z zastosowaniem sztucznej inteligencji).

W Polsce wskazać można liczne przykłady firm, które z powodzeniem konkurują nie tylko na rynku krajowym, ale też na rynkach zagranicznych. W kontekście automatyzacji i robotyzacji w rolnictwie zaawansowane systemy umożliwiające automatyczne i bezzałogowe prowadzenie ciągników rolniczych podczas wykonywania prac polowych i sadowniczych oferuje firma GOtrack. Oferuje ona szerokie spektrum programów dla rolników, którzy planują unowocześnienie swoich gospodarstw rolnych. Konsorcjum złożone przez Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny, Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa oraz producenta maszyn rolniczych firmę UNIA Sp. z o.o., zaprezentowało na AgroShow 2022 robot autonomiczny do uprawy kukurydzy⁷¹. Robot ten, po wejściu do produkcji, przystosowany będzie do zastosowań na wszystkich etapach produkcji rolnej. Kompleksowo automatyzować będzie procesy związane z siewem i pielęgnacją upraw szerokokorędowych, szczególnie kukurydzy. Firma GOtrack oferuje zaawansowane systemy umożliwiające automatyczne i bezzałogowe prowadzenie ciągników rolniczych podczas wykonywania prac polowych i sadowniczych. Oferuje ona szerokie spektrum programów dla rolników, którzy planują unowocześnienie i automatyzację swoich gospodarstw rolnych⁷².

Z kolei jeden z zespołów badawczych spółki NCBR IDEAS prowadzi badania w obszarze leśnictwa precyzyjnego, co nie tylko może być użyteczne dla gospodarki leśnej, ale też ochrony środowiska. Leśnictwo precyzyjne oznacza rozwiązania związane z wykrywaniem i opisywaniem pojedynczych drzew z wykorzystaniem danych teledetekcyjnych. Efektem pracy zespołu ds. leśnictwa precyzyjnego będzie rozwiązanie AI, które pozwala na pomiar cech i jakości stojących lub leżących pojedynczych drzew. Informacje o pojedynczych drzewach zintegrowane dla dowolnego obszaru (np. powierzchni próbnej, drzewostanu, parku) mogą być wykorzystywane przez różnych interesariuszy. Celem prac zespołu będzie transfer efektów badań podstawowych do praktycznego wykorzystania w różnych dziedzinach związanych z ochroną i zarządzaniem środowiskiem⁷³.

⁷⁰ <https://rolnictwoprecyzyjne.eu/blog/autonomiczna-przyszlosc-rolnictwa/> [dostęp: 1.08.2023]

⁷¹ <https://www.bezpluga.pl/maszyny/polski-robot-bedzie-sial-pielil-i-monitorowal-stan-kukurydzy,98918.html>

⁷² <https://gotrack.pl/>

⁷³ <https://ideas-ncbr.pl/badania/lesnictwo-precyzyjne/> [dostęp 12.12.2023]

Inny zespół badawczy NCBR IDEAS pracuje nad opracowywaniem zrównoważonych metod widzenia komputerowego dla maszyn autonomicznych, które zakładają ograniczone zasoby i różnorodność sensorów. Priorytetem są metody, które nie tylko poprawiają wydajność i skuteczność modeli, ale także ograniczają ślad węglowy. Ponieważ sensory robotów mają ograniczone pole widzenia (nie są w stanie monitorować całego otoczenia), otoczenie ciągle się zmienia, a koszty obliczeniowe są wysokie, wyzwaniem jest podejmowanie decyzji, na czym skupić uwagę i jakie kolejne kroki podjąć, tak aby monitorowanie było jak najbardziej efektywne. Rozwiązania, nad którymi pracuje zespół, mogą być wykorzystane np. do monitorowania dużych obszarów (walka z kłusownictwem, migracje zwierząt, wykrywanie pożarów), a także w pojazdach autonomicznych⁷⁴.

ADMINISTRACJA PAŃSTWOWA - AUTOMATYZACJA OBSŁUGI KLIENTA/PACJENTA

W ramach obszaru AUTOMATYZACJA OBSŁUGI KLIENTA/PACJENTA, przewidziano realizację następujących tematów:

- T7 – Inteligentny dyspozytor korespondencji
- T8 – Asystentagenta w instytucjach użyteczności publicznej

Jak wskazuje się w dokumentach strategicznych krajowych i unijnych, administracja publiczna jest kluczowym sektorem z punktu widzenia wykorzystania AI – nie tylko z punktu widzenia automatyzacji procesów, ale także wyznaczania standardów wdrożeń rozwiązań AI w celu budowania zaufania do tych technologii. Na aktualność założeń Programu Infostrateg w tym obszarze i jednocześnie potrzebę kolejnych typów projektów, wskazuje specyfika sektora administracji publicznej. Sektor publiczny dysponuje ogromną ilością danych, dlatego potencjał wykorzystania sztucznej inteligencji w tym obszarze jest o wiele większy niż w sektorze prywatnym. Biznes powszechnie wykorzystuje AI do automatyzacji manualnych zadań, podejmowania lepszych decyzji i poprawy jakości obsługi klienta. Konsumenci oczekują, że usługi publiczne również będą przyjazne i wspierane przez inteligentne maszyny⁷⁵. Brakuje jednak rozwiązań kompleksowo wspierających obywatela w procedowaniu spraw w instytucjach użyteczności publicznej. Procesy związane z obsługą klienta wykorzystujące sztuczną inteligencję mogą być różnorodne, uwzględniające zarówno działania w obrębie jednego podmiotu (jak dystrybucja korespondencji, obsługa klienta), jak też wymiany informacji między podmiotami.

Analiza raportów, artykułów oraz doniesień medialnych nie pozwala na wskazanie, w jakich tematach/obszarach najczęściej wprowadza się AI do funkcjonowania administracji publicznej. Najczęściej wskazuje się na wysoki potencjał i obszary działania administracji, w których wykorzystanie sztucznej inteligencji do lepszego zarządzania jest szczególnie uzasadnione:

- wykorzystanie AI w analizie danych. Administracja publiczna generuje ogromne ilości danych, które, gdy są odpowiednio analizowane, mogą dostarczyć wartościowych informacji dla tworzenia polityk i świadczenia usług. AI, dzięki swojej zdolności do szybkiego i dokładnego przetwarzania oraz analizowania dużych zbiorów danych, okazuje się nieocenionym narzędziem w tym zakresie. Umożliwia administratorom publicznym podejmowanie decyzji opartych na danych, prowadzących do bardziej efektywnych polityk i lepszych usług publicznych,
- wykorzystanie AI w podnoszeniu przejrzystości i odpowiedzialności w administracji publicznej. Dzięki systemom opartym na AI, administratorzy publiczni mogą śledzić i monitorować w czasie rzeczywistym wdrażanie polityk i usług, zapewniając ich efektywne dostarczenie.

⁷⁴ <https://ideas-ncbr.pl/badania/sustainable-computer-vision-for-autonomous-machines/> [dostęp 12.12.2023]

⁷⁵ <https://bank.pl/jaka-jest-globalna-i-polska-perspektywa-rozwoju-sztucznej-inteligencji-w-administracji-publicznej/?id=429705&catid=25924>

- wykorzystanie AI do świadczenia bardziej spersonalizowanych i responsywnych usług publicznych. Dzięki wykorzystaniu AI, administratorzy publiczni mogą przewidywać potrzeby i preferencje społeczne, co pozwala dostosować usługi odpowiednio. Jest to szczególnie korzystne w obszarach takich jak opieka zdrowotna i edukacja, gdzie usługi spersonalizowane mogą znacząco poprawić wyniki.
- wykorzystanie AI do analizy predykcyjnej, w procesie tworzenia polityk, umożliwiającej administratorom publicznym przewidywanie przyszłych trendów i wyzwań oraz formułowanie proaktywnych strategii. AI prawdopodobnie będzie również napędzać rozwój inteligentnych miast, gdzie systemy oparte na AI zarządzają będą wszystkim, począwszy od kontroli ruchu po gospodarkę odpadami.
- wykorzystanie AI do poprawy wydajności urzędów, czyli przy realizacji działań technicznych, np. tłumaczeń tekstów i dokumentów, segregowania i archiwizacji dokumentów, a także przy obsłudze procedur urzędowych mających powtarzalny charakter,
- wykorzystanie AI w wymianie informacji między urzędami – np. fakt podjęcia danego działania w jednym urzędzie (rejestracja działalności, rejestracja urodzenia dziecka etc.) mogłaby inicjować, dzięki AI, procesy w innych podmiotach publicznych (urząd skarbowy, KRS, pomioty pomocy społecznej, edukacji)⁷⁶.

Na podstawie raportu Jak AI zmienia sektor publiczny⁷⁷, można wnioskować, że zastosowanie AI w administracji publicznej w Polsce nie jest powszechne - wśród badanych podmiotów administracji publicznej z Europy Środkowej i Wschodniej jedynie 3% je stosuje, a 8% zamierza wdrożyć w ciągu najbliższych 12 miesięcy (wśród podmiotów z Europy Zachodniej jest to odpowiednio 30% i 20%). Dodatkowo 76% podmiotów nie planuje wdrożenia takich rozwiązań (Europa Zachodnia 31%). Respondenci, którzy stosują lub planują stosować AI, wskazywali, że najczęściej wykorzystują AI do wykrywania i redukcji nadużyć (28%) oraz poprawy efektywności zbierania podatków (27%). Na trzecim miejscu znalazły się spersonalizowane usługi dla obywateli, w tym wirtualnych asystentów (26%) oraz śledzenie i raportowanie zdarzeń i wypadków w czasie rzeczywistym (26%). AI stosowana jest w obszarze podatków (ustalenie optymalnego poziomu podatków / opłat 25%), pomocy społecznej (ustalenie optymalnego poziomu wydatków socjalnych 25%), a także efektywności wewnętrznej urzędów (ochrona i odpowiedź na cyberzagrożenia 23%, poprawa efektywności wewnętrznych procesów 23%).

Przykłady wykorzystania AI w Europie Zachodniej w sektorze publicznym:

- Finanse Państwa:
 - Wsparcie procesów decyzyjnych w obszarze budżetu Państwa
 - Wykrywanie nadużyć w obszarze podatków i ceł
 - Efektywne przeprowadzanie kontroli podmiotów gospodarczych
 - Skrócenie czasu obsługi spraw i realizacji rozliczeń
- Opieka społeczna:
 - Symulacja i optymalizacja programów socjalnych
 - Wykrywanie nadużyć w obszarze pomocy społecznej
- Wymiar sprawiedliwości:
 - Efektywne zarządzanie operacyjne wydziałami wymiaru sprawiedliwości

⁷⁶ Rosnące znaczenie sztucznej inteligencji w administracji publicznej: trendy i prognozy <https://ts2.space/pl/rosnace-znaczenie-sztucznej-inteligencji-w-administracji-publicznej-trendy-i-prognozy/> [dostęp 24.10.2023],

⁷⁷ Jak AI zmienia sektor publiczny, White paper, IDC Polska, 2020.

- Wsparcie sędziów w gromadzeniu informacji i formułowaniu wyroków
- Efektywny podział pracy pomiędzy pracowników
- Automatyzacja zarządzania wiedzą
- Optymalizacja zasobów penitencjarnych
- Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem w więziennictwie⁷⁸.

Polskim przykładem w zakresie zastosowania AI w wykrywanie nadużyć w obszarze podatków są działania Ministerstwa Finansów, które z wykorzystaniem wielu technologii, w tym z zaawansowanej analityki z wbudowaną sztuczną inteligencją, analizuje dane pochodzące z Jednolitych Plików Kontrolnych (JPK) do oceny ryzyka nieprawidłowości - tak, aby zachować możliwie najkrótsze czasy zwrotów VAT do podmiotów gospodarczych rzetelnych, a jednocześnie nie zwracać tym podmiotom, które są podejrzane, i to wobec nich podejmować działania kontrolne. Dzięki zastosowanemu rozwiązaniu Ministerstwo znacząco zwiększyło sprawność identyfikacji podmiotów i transakcji o podwyższonym ryzyku nadużyć, co podniosło skuteczność dalszych działań.

Przykład Wielkiej Brytanii pokazuje, że do wykorzystania AI w usługach publicznych (oraz szerzej w gospodarce) można podejść w sposób kompleksowy – rząd Wielkiej Brytanii utworzył program inwestycyjny na opracowanie krajowego systemu sztucznej inteligencji bazującego na publicznych zbiorach danych, które będą miały zastosowanie do świadczenia usług publicznych i wykorzystania w gospodarce. Utworzono grupę rządowo-przemysłową oraz przeznaczono środki na opracowanie rozwiązań m.in. w administracji, ochronie zdrowia, edukacji⁷⁹.

ANALIZA TREŚCI PUBLIKOWANYCH W INTERNECIE

W ramach obszaru ANALIZA TREŚCI PUBLIKOWANYCH W INTERNECIE, przewidziano realizację następujących tematów:

- T11– Weryfikowanie źródeł informacji i detekcja fake newsów

Jak argumentowano w Programie, internet jest ważnym źródłem użytecznych informacji w ogromnej skali. Jednocześnie pojawia się coraz więcej informacji mało wiarygodnych, co czasem jest wynikiem braku dbałości, ale coraz częściej niestety wynikiem celowych kampanii, wykorzystywanych do rozmyślnego rozpowszechniania fałszywych lub wprowadzających w błąd wiadomości. Sytuacja ta może stwarzać poważne zagrożenie dla zdrowia oraz finansowego bezpieczeństwa wielu osób, a zmasowane rozpowszechnianie fałszywych informacji może zaburzać procesy demokratyczne. Zjawiska te wskazują na potrzebę opracowania narzędzi pozwalających na rozpoznawanie fałszywych treści⁸⁰.

Powszechność połączeń cyfrowych za pośrednictwem portali społecznościowych odgrywa obecnie kluczową rolę w kreowaniu oddolnych ruchów społeczeństwa obywatelskiego, szczególnie poprzez mobilizację działań i inicjatyw zbiorowych⁸¹. Media społecznościowe oraz zasoby internetowe przemodelowują sposób postrzegania i przyswajania informacji, konsekwencją czego staje się m. in. utrata znaczenia tradycyjnych mediów w dyskursie publicznym⁸². Wraz ze wzrostem dostępu do

⁷⁸ Jak AI zmienia sektor publiczny, White paper, IDC Polska, 2020.

⁷⁹ <https://www.gov.uk/government/news/initial-100-million-for-expert-taskforce-to-help-uk-build-and-adopt-next-generation-of-safe-ai> [dostęp 2.08.2023]

⁸⁰ INFOSTRATEG Zaawansowane technologie informacyjne, telekomunikacyjne i mechatroniczne” (Warszawa, 22 kwietnia 2020 r.)

⁸¹ Chrona, S. and Bee, C. (2017). Right to public space and right to democracy: The role of social media in Gezi Park. Research and Policy on Turkey, 2(1).

⁸² Deloitte. (2017). Beyond the Noise: The Megatrends of Tomorrow’s World.

internetu, rośnie jego znaczenie jako narzędzia do kreowania informacji, również tzw. fake newsów, a także jako źródła wzrostu antagonizmów⁸³. Jednocześnie, nowe technologie umożliwiają nieograniczone możliwości gromadzenia, analizowania i rozpowszechniania danych. Szacuje się, że 90% światowych danych powstało w ciągu ostatnich 2 lat⁸⁴. Rosnąca ilość danych wymaga nowych sposobów ich analizy, co dzieje się za pomocą sztucznej inteligencji⁸⁵. Nowoczesna łączność międzyludzka wiąże się także z wyzwaniem, takimi jak zapewnienie cyberbezpieczeństwa i prywatności w sieci. Postępująca cyfryzacja świata i łączność między ludźmi powodują luki w zabezpieczeniach, które są wykorzystywane przez cyberprzestępców⁸⁶.

Rozwój społeczny i gospodarczy w coraz większym stopniu zależy od szybkiego i nieskrępowanego dostępu do informacji. Od sprawności i stabilności systemów teleinformatycznych zależy funkcjonowanie całego państwa. Wraz z ilością i dostępnością informacji w internecie pojawia się wyzwanie w zakresie **cyberbezpieczeństwa**. Wraz z rozwojem sieci systemów informatycznych i komunikacyjnych, wdrażaniem technologii chmury oraz rozpowszechnieniem się internetu wszechrzeczy wzrasta liczba ataków i innych zewnętrznych zagrożeń cybernetycznych. Zagadnienia związane z cyberbezpieczeństwem nabierają znaczenia na wszystkich poziomach – administracji publicznej, instytucji finansowych, międzynarodowych korporacji, małych i średnich firm oraz użytkowników indywidualnych⁸⁷. Na początku 2016 roku, liczba wykrytych incydentów naruszających bezpieczeństwo informacji w firmach (cyberataków), wzrosła na świecie w 2015 roku o 38% (w porównaniu z 2014 rokiem), a w Polsce o 46%⁸⁸. Każdy incydent to ryzyko naruszenia bezpieczeństwa obywateli – przejęcia danych osobowych, naruszenia prywatności, utraty pieniędzy, a nierzadko też zdrowia. Należy więc temu skutecznie przeciwdziałać.

Organizacje coraz częściej korzystają z rozwiązań opartych właśnie na sztucznej inteligencji. Robią to przede wszystkim po to, by zwiększyć wydajność i wykorzystać transformację cyfrową w swojej firmie. Wzrost liczby urządzeń podłączonych do internetu, przyczynił się do rosnącej liczby alertów o zagrożeniach. Dzięki sztucznej inteligencji można obecnie w skuteczniejszy niż dotychczas sposób, przeszukiwać dużą liczbę alertów o zagrożeniach. Dzięki temu możliwe jest zidentyfikowanie potencjalnych obszarów problemowych, ale też określenie najlepszego planu działania mającego na celu ograniczenia ryzyka. Automatyzacja zabezpieczeń może również pomóc zminimalizować tzw. błędy ludzkie i tym samym znacząco zmniejszyć prawdopodobieństwo, że jakieś zagrożenie zostanie przeoczone⁸⁹.

Wskazać można na liczne przykłady zastosowania sztucznej inteligencji w cyberbezpieczeństwie:

- Do identyfikacji wzorców zachowań użytkownika poprzez uczenie maszynowe – w przypadku zachowań nietypowych może zablokować urządzenie, może też być wykorzystywana jako metoda śledzenia

⁸³ Forum for the Future. (2019). Driving Systems Change in Turbulent Times: The Future of Sustainability 2019.

⁸⁴ Sydney Business Insights, Megatrends

⁸⁵ Deloitte. (2017). Beyond the Noise: The Megatrends of Tomorrow's World.

⁸⁶ EY, Megatrends 2015. Making sense of a world in motion.

⁸⁷ Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa – szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych, pod redakcją naukową Jerzego Gajewskiego, Wojciecha Paprockiego i Jany Pieriegud, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową – Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk 2016

⁸⁸ W obronie cyfrowych granic, czyli 5 rad, aby realnie wzmocnić ochronę firmy przed CYBER ryzykiem, PwC, styczeń 2016

⁸⁹ <https://www.politykabezpieczenstwa.pl/pl/a/jaka-jest-rola-sztucznej-inteligencji-w-cyberbezpieczenstwie> [dostęp 2.08.2023]

- Do wykrywania zagrożeń oraz luk w zabezpieczeniach – AI może monitorować wzorce w ruchu internetowym i ostrzegać użytkownika lub administratora, jeśli zauważy coś podejrzanego. Uczenie maszynowe może również pomóc w gromadzeniu obszernych baz danych dla bardziej precyzyjnej identyfikacji wzorców.
- Do skuteczniejszego monitorowania i przetwarzania danych – AI przewyższa ludzkie możliwości, co eliminuje czynnik błędu ludzkiego, działa 24/7 i może przetwarzać ogromną ilość danych w krótkim czasie.
- Do uproszczenia użytkowania i poprawy zabezpieczeń – AI może wyeliminować potrzebę używania haseł oraz ryzyko ich kradzieży. Systemy identyfikacji biometrycznej wykorzystują AI do identyfikacji prawowitego właściciela za pomocą rozpoznawania twarzy, odcisku palca lub innych podobnych technik. Na przykład, mogą one zapamiętać nawet najdrobniejsze szczegóły budowy twarzy użytkowników. W ten sposób urządzenie może ich zidentyfikować nawet w czapce lub z zarostem na twarzy.
- Do poprawy bezpieczeństwa punktów końcowych – AI jest korzystna dla ochrony urządzeń łączących się z siecią. AI uczy się rozpoznawać wzorce zachowań złośliwego oprogramowania lub innych podejrzanych procesów, więc może szybko się dostosowywać oraz stale rozbudowywać swoje umiejętności⁹⁰.

Czynnikiem kształtującym nowy wymiar geopolityki jest rozwój **zagrożeń hybrydowych** dla bezpieczeństwa państw. Zakrojona na szeroką skalę dezinformacja, napędzana przez nowe narzędzia i platformy internetowe, będzie stanowić coraz większe wyzwanie dla systemów demokratycznych i przyczyni się do powstania nowego rodzaju wojny⁹¹. UE jest również coraz bardziej zaniepokojona zagrożeniami hybrydowymi. W ostatnich latach największe znaczenie w budowaniu unijnej odporności na zagrożenia hybrydowe zyskały wzmocnienie świadomości sytuacyjnej i cyberbezpieczeństwa oraz walka z dezinformacją⁹².

Metody, które Rosja wykorzystwała w trakcie kryzysu na Półwyspie Krymskim i w czasie konfliktu wschodnio-ukraińskiego pozwalają na wzmocnienie wniosku o coraz większej potrzebie skutecznej walki z dezinformacją obecną w internecie. Rosja prowadzi bowiem wojnę informacyjną, której celem było uzasadnienie rosyjskich praw do zajęcia Półwyspu Krymskiego i przedstawienie faktycznego udziału Rosjan w konflikcie.

W świetle trendów i zjawisk geopolitycznych działania w zakresie weryfikowania źródeł informacji i detekcja fake newsów nabierają jeszcze większego znaczenia. Również kwestie cyberbezpieczeństwa są obszarem, na który należy kłaść coraz większy nacisk. W tym kontekście poszukiwanie i rozwijanie możliwości zastosowania sztucznej inteligencji staje się kluczowe. Program Infostateg w tym obszarze pozostaje w pełni aktualny.

TECHNOLOGIA BLOCKCHAIN

W ramach obszaru TECHNOLOGIA BLOCKCHAIN, przewidziano realizację następujących tematów:

- T9 – Wydajny i skalowalny blockchain konsorcyjny dla inteligentnych kontraktów

⁹⁰ Na podstawie: <https://nordvpn.com/pl/blog/co-to-jest-sztuczna-inteligencja/> [dostęp 2.08.2023]

⁹¹ 2021 Strategic Foresight Report, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/strategic-planning/strategic-foresight/2021-strategic-foresight-report_en [dostęp 2.08.2023]

⁹² <https://www.osw.waw.pl/pl/publikacje/komentarze-osw/2020-04-24/nato-i-unia-europejska-wobec-zagrozen-hybrydowych> [dostęp 2.08.2023]

Zdaniem autorów Programu, projekty tego typu odpowiadają na wyzwania w zakresie gospodarki cyfrowej, a w szczególności powstanie kryptowalut. Istniejące systemy blockchain nadal jeszcze mało wydajnie wspierają możliwość realizowania inteligentnych kontraktów, tzn. wykonywania umów między dwiema firmami w językach programowania z późniejszą gwarancją, że zostaną one zrealizowane. Możliwość efektywnego i bezpiecznego realizowania tego typu kontraktów wydaje się być konieczna do dalszego rozwoju gospodarki cyfrowej. Powstanie takiego systemu oznaczałoby dla firm oszczędności na kosztach prawnych oraz pozwoliłoby zminimalizować potencjalne spory⁹³.

Wszechobecna cyfryzacja ma silny wpływ na rynki finansowe. Obserwujemy wpływ na środki płatnicze i rynki kapitałowe, wraz z rosnącą rolą kryptowalut i rozwojem walut cyfrowych. Finansowanie cyfrowe stwarzają nowe możliwości dla obywateli i przedsiębiorstw. W ślad za tymi możliwościami pojawia się też konieczność zapewnienia odpowiedniej ochrony konsumentów⁹⁴.

Połączenie sztucznej inteligencji z blockchainem daje możliwość wykorzystania danych w sposób efektywniejszy i generowania wartościowych informacji. To pozwala na szybsze i łatwiejsze podejmowanie decyzji biznesowych. Branża finansowa (dla inteligentnych kontraktów) to tylko jeden z przykładów, gdzie połączenie tych technologii znajduje zastosowanie. Połączenie tych dwóch technologii może przynieść wiele korzyści, zwłaszcza w kontekście rozwoju Smart City. Blockchain może być wykorzystywany do automatycznego opłacania miejsc parkingowych przez samochody, a sztuczna inteligencja może generować informacje na podstawie danych z czujników temperatury czy parkingu. Wszystko to jest możliwe dzięki temu, że dane, które trafiają na blockchain, są niezmiennie i można im zaufać⁹⁵. Połączenie sztucznej inteligencji z blockchain daje wiele możliwości, również poza sektorem finansów.

INNE OBSZARY

W publikacjach można znaleźć również inne obszary, kluczowe z punktu widzenia gospodarki i społeczeństwa, w których rozwój zastosowania AI jest szczególnie uzasadniony. Generalnie ze względu na niską podaż pracy w Polsce oraz negatywne zjawiska demograficzne zakres robotyzacji może być bardzo szeroki. Ze względu także na wzrost płac i rozwój gospodarki, opieranie konkurencyjności gospodarki na niskich kosztach pracy może być nie do utrzymania. Wprowadza to konieczność wzrostu produktywności, czego istotnym elementem jest robotyzacja.

Sektor transportowy i logistyczny

Sektorem, w którym rozwój automatyzacji i robotyzacji jest szczególnie istotny to **sektor transportowy i logistyczny**, który jest dobrze rozwinięty w Polsce i stanowi naszą przewagę konkurencyjną. Wychodząc naprzeciw wyzwaniom megatrendowi światowemu, jakim jest globalizacja, czyli proces zwiększania się współzależności i podobieństw między różnymi krajami całego świata, wynikający z postępu technicznego w zakresie transportu towarów, przepływu ludzi i kapitału oraz wymiany informacji⁹⁶, kluczowy jest rozwój na zewnątrz i wzmacnianie branż stanowiącymi przewagę Polski, w tym właśnie

⁹³ INFOSTRATEG Zaawansowane technologie informacyjne, telekomunikacyjne i mechatroniczne” (Warszawa, 22 kwietnia 2020 r.)

⁹⁴ Europejski przegląd stabilności finansowej i integracji (https://finance.ec.europa.eu/publications/european-financial-stability-and-integration-review-efsr_en) [dostęp 1.08.2023]

⁹⁵ <https://comparic.pl/polaczenie-sztucznej-inteligencji-i-blockchaina-przyszlosc-technologii/> [dostęp 2.08.2023]

⁹⁶ Konecka-Szydłowska B. i inni, Europejski kontekst wpływu współczesnych megatrendów na rozwój społeczno-gospodarczy. Ujęcie syntetyczne, IGiPZ PAN, Przegląd Geograficzny, 2019.

usługi transportowe, które zgodnie z danymi EUROSTAT i klasyfikacji BEC mają kluczowe znaczenie dla polskiej gospodarki w zakresie eksportu usług.

Zastosowania AI w transporcie są liczne, od usprawnienia komunikacji drogowej, kolejowej, miejskiej i lotniczej po automatyzację funkcjonowania samochodów, kolei, statków i lotnictwa. Odpowiednio zastosowany nie tylko ułatwia życie, ale również poprawia bezpieczeństwo. Transport oparty na sztucznej inteligencji może przyczynić się do zmniejszenia liczby wypadków drogowych spowodowanych błędem człowieka. Zarządcy infrastruktury, operatorzy kolejowi i firmy inżynieryjne mogą polegać na sztucznej inteligencji nie tylko **w przewidywaniu awarii systemów, ale także w ocenie długoterminowej wydajności** zasobów transportowych i przedstawianiu obszarów wymagających ulepszeń w projektowaniu produktów. Dane generowane przez infrastrukturę i krytyczne podsystemy pociągów pomagają producentom sprzętu tworzyć cyfrową reprezentację fizycznych jednostek lub systemów, zwanych „cyfrowymi bliźniakami”. Technologia ta jest już wykorzystywana w przemyśle budowlanym, produkcyjnym, lotniczym⁹⁷.

W obszarze transportu i logistyki zauważa się tendencję do implementowania rozwiązań optymalizujących też **proces transferowania towarów**. Dynamicznie rozwija się automatyzacja transportu technologicznego, polegającego na przenoszeniu towarów z linii produkcyjnej do przestrzeni magazynowych lub rotowaniu towarów w obrębie magazynu. Pożądane są również systemy wykorzystywane w spedycji do organizowania proces przewozu towarów w sposób zautomatyzowany. Rozwiązania te umożliwiają szybszą dostawę towaru, ale przede wszystkim optymalizują dobór środków transportu oraz tras przewozowych. W efekcie firmy ograniczają koszty (np. zmniejszenie zużycia paliw) oraz zmniejszają swój negatywny wpływ na środowisko naturalne (np. ograniczają emisję dwutlenku węgla i innych szkodliwych substancji).

Z punktu widzenia branży logistycznej istotny jest rozwój AI (optymalizacja ruchu miejskiego oraz pojazdów), dronów (przesyłki), Internetu Rzeczy dla wsparcia autonomicznych pojazdów i rozwój gospodarki współdzielenia (carsharing). W Polsce zastosowania znajdują rozwiązania organizacyjne i informatyczne wspierające trend, a także prowadzone są naukowe w zakresie wybranych aspektów elektromobilności⁹⁸.

Przykładem polskiej firmy wyróżniającej się w obszarze AI w transporcie jest firma Snarto⁹⁹. Oferuje ona zintegrowaną platformę logistyczną wykorzystującą osiągnięcia sztucznej inteligencji do **optymalizacji czasu i kosztów transportu**. PURU Sp. z o.o. jest z kolei polskim producentem przenośników i integratorem **systemów intralogistycznych**. Tworzy ona systemy sortowania automatycznego w oparciu o autorskie rozwiązania IT¹⁰⁰.

Biorąc pod uwagę znaczenie sektora transportu i logistyki dla gospodarki polskiej, a także dużą liczbę możliwych rozwiązań z wykorzystaniem AI, można rekomendować włączenie obszaru transportu i logistyki w zakres tematyczny programu. W raporcie opracowanym przez Podgrupę ds. transportu i mobilności (w ramach Grupy Roboczej ds. Sztucznej Inteligencji) z udziałem szerokiego grona interesariuszy z sektora publicznego, przedsiębiorców oraz stowarzyszeń, wskazano potrzeby i

⁹⁷ Sztuczna inteligencja w transporcie i mobilności w Polsce W 2021, New Science Technology Agency, 2022; <https://www.gov.pl/web/ai/the-use-of-artificial-intelligence-in-transportation---presentation-and-summary-of-the-2021-report>

⁹⁸ Analiza globalnych trendów rozwojowych w obszarze technologii, PwC, MRIT, 2022.

⁹⁹ <https://snarto.com/pl/> [dostęp 1.08.2023]

¹⁰⁰ <https://www.puru.com.pl/> [dostęp 1.08.2023]

oczekiwania co do rozwiązań AI wspomagających wydajność i zrównoważony rozwój sektora transportu i logistyki.

Stopień zaawansowania wybranych rozwiązań technologicznych w Polsce oceniony według skali TRL jest bardzo zróżnicowany w zależności od gałęzi transportu i powiązanych obszarów. Na wysokim poziomie TRL uczestnicy badania ocenili np. transport lotniczy, w tym obszar bezzałogowych statków powietrznych, gdzie istnieje bardzo szeroka gama rozwiązań z bardzo licznymi technikami integracji. W transporcie zbiorowym drogowym (obejmującym transport miejski drogowy, przystanki i miejsca postojowe etc.) projekty wahały się od TRL1 do TRL4. Gotowe są systemy do implementacji, ale nie ma żadnych testów w środowiskach konsumenckich. Najslabiej wypada transport kolejowy zbiorowy (m.in. kolej miejska, metro, tramwaj, kolej tradycyjna i/lub szybka, infrastruktura peronowo-dworcowa), gdzie nie ma zbyt wielu projektów w tym zakresie jeśli chodzi o implementację AI zarówno w integrację infrastruktury jak i składów, nie wspominając o korelacji z innymi obszarami działalności. Wyjątek stanowią systemy predykcji dotyczące ruchu szynowego w miastach¹⁰¹.

Działaniami B+R w obszarze wykorzystania AI w bezzałogowych statkach powietrznych zajmuje się jedna z grup badawczych w spółce NCBR IDEAS. Zespół skupia się na tworzeniu zaawansowanych systemów komputerowych i algorytmów sztucznej inteligencji, wykorzystujących najnowsze technologie z zakresu uczenia maszynowego i wizji komputerowej, co ma na celu stworzenie systemów zarządzania dronami, które będą skutecznie koordynować ich działanie, nawet w najbardziej wymagających sytuacjach. Najważniejszym aspektem operacji lotniczych jest bezpieczeństwo, ponieważ drony muszą działać niezależnie od otoczenia, warunków atmosferycznych i sytuacji, na jakie natrafia¹⁰².

Potencjalne tematy, w których rozwijać można rozwiązania z zastosowaniem AI, mogą dotyczyć m.in. takich zagadnień jak:

- Transport miejski: budowa platformy udostępniającej (repozytorium) danych dotyczących transportu i komunikacji publicznej, natężenia ruchu (i zapotrzebowania na transport),
- Transport lotniczy: integracja zarządzania ruchem lotniczym (ATM) i zarządzania ruchem bezzałogowych statków powietrznych (UTM), rozwiązania obejmujące integrację i infrastrukturę naziemną, statki powietrzne oraz łączność i komunikację satelitarną,
- Przetwarzanie w pojazdach autonomicznych: wsparcie w budowie kompleksowych sieci miejskich do zapewniania ciągłej komunikacji, jednolity system komunikacji dla branży,
- Transport towarowy: cyfryzacja obiegu dokumentów oraz związanych z tzw. visibility (monitoring ładunków i pojazdów) w transporcie towarowym (drogowym/ kolejowym/ lotniczym/ morskim/ intermodalnym),
- Transport towarowy: automatyzacja przepływu informacji o możliwościach i łańcuchach dostaw, stworzenie intermodalnej siatki komunikacyjnej, zdecentralizowanej i odpowiednio zabezpieczonej przez narzędzia cyberbezpieczeństwa,

¹⁰¹ Sztuczna inteligencja w transporcie i mobilności w Polsce W 2021, New Science Technology Agency, 2022; Analizy o poziomach TRL oparto o dane ankietowe zgromadzone od przedsiębiorstw i uczelni prowadzących działania w zakresie transportu i mobilności, dotyczące planowanych, realizowanych lub wdrożonych już projektów obejmujących technikę oraz technologię związaną z procesami automatyzacji, autonomizacji oraz procesów przetwarzania wykorzystujących algorytmy AI.

¹⁰² <https://ideas-ncbr.pl/badania/algorytmy-w-autonomicznych-uav/> [dostęp 12.12.2023]

- Transport towarowy drogowy: optymalizacja trasy, bezpieczeństwo w ruchu, automatyczne procesy serwisowe i wzywania pomocy, systemy do automatycznej wymiany danych o ładunkach z sensorami i czujnikami na infrastrukturze, budowa czujników drogowych, automatyczne pomiary wagi, zgodności i homologacji, optymalizacja kosztów, podpowiedzi dla kierowców;
- Transport towarowy: Inteligentne parki maszynowe i inteligentne przestrzenie magazynowe,
- Transport towarowy: Wykorzystanie AI do tzw. visibility (monitoring ładunków i pojazdów) w transporcie towarowym (drogowym/kolejowym /lotniczym/ morskim /intermodalnym)¹⁰³.

Energetyka

Kolejnym obszarem, w którym rysuje się potrzeba i możliwości zastosowania AI, jest energetyka. Zastosowanie sztucznej inteligencji (AI) w energetyce jest dzisiaj nieuniknione. Ogromne ilości danych, jakie przechodzą przez ten sektor, stwarzają potrzebę wdrażania rozwiązań AI oraz potencjał do rozwoju tych technologii. Korzystanie np. z rozwiązań predykcji energii elektrycznej dziś daje firmom przewagę konkurencyjną, a w przyszłości najpewniej będzie standardem, bez którego firmy nie będą już funkcjonować. Ponadto, metody te mogą okazać się szczególnie przydatne w kontekście ochrony środowiska i założeń polityki klimatyczno-energetycznej Unii Europejskiej (zwiększenie udziału OZE w bilansie energetycznym, redukcja emisji gazów cieplarnianych itp.)¹⁰⁴.

Globalnym trendem jest kryzys energetyczny¹⁰⁵. Trend wynika z ciągle wzrastającego zapotrzebowania na prąd (pomimo rozwijania technologii energooszczędnych) przy jednoczesnym ograniczeniu możliwości stosowania źródeł konwencjonalnych z uwagi na przyjęte regulacje prawne. Aktualnie widmo kryzysu energetycznego zostało silnie urealnione z uwagi na wybuch wojny w Ukrainie (szczególnie w ujęciu lokalnym tj. europejskim). Uzależnienie od importu nośników energii wymusza z jednej strony działania na rzecz wytwarzania energii w oparciu o lokalne potencjały¹⁰⁶. Ponadto konieczne są działania na rzecz wdrożenia energetyki jądrowej, ciepłownictwa, kogeneracji oraz rozwoju OZE, którym towarzyszyć powinna poprawa efektywności energetycznej gospodarki (w tym w zakresie dystrybucji i przesyłu).

Obecnie zastosowania sztucznej inteligencji w sektorze energetycznym obejmują wiele obszarów, m. in.: prognozowanie, optymalizację zasobów, działań i operacji na sieci, predictive maintenance (PdM), a także automatyzację procesów w zakresie pomiarów, rachunków i ogólnej dystrybucji¹⁰⁷.

Przyspieszenie transformacji cyfrowej w branży energetycznej umożliwi jej szybszą ewolucję w kierunku większego wykorzystania odnawialnych źródeł energii.

Jedną z grup roboczych stworzonych w ramach spółki NCBR IDEAS ukierunkowana jest na badania w obszarach łączących uczenie ze wzmocnieniem i grafowe sieci neuronowe, a podstawowym polem zastosowań dla rozwijanych koncepcji jest system energetyczny, a zwłaszcza projektowanie go, sterowanie nim i automatyczny handel energią. Zespół pracuje nad metodami zorientowanymi na optymalizację sterowania urządzeniami w systemie takim jak sieć energetyczna, np. rozproszonymi

¹⁰³ Raport Sztuczna inteligencja w transporcie i mobilności w Polsce 2021, New Science Technology Agency we współpracy z ekspertami z Grupy Roboczej ds. Sztucznej Inteligencji Podgrupa ds. transportu i mobilności, 2022

¹⁰⁴ Por: <https://www.gov.pl/web/ai/podgrupa-ds-energetyki> [dostęp 1.08.2023]

¹⁰⁵ https://smart.gov.pl/images/Trendy-rozwojowe_raport-kocowy_final20220411.pdf [dostęp 1.08.2023]

¹⁰⁶ <https://www.cire.pl/artykuly/serwis-informacyjny-cire-24/w-niemczech-dziala-coraz-wiecej-kopalni-i-ponad-50-proc-energii-jest-produkowanej-z-wegla> [dostęp 2.08.2023]

¹⁰⁷ <https://www.gov.pl/web/ai/podgrupa-ds-energetyki> [dostęp 2.08.2023]

magazynami energii. Poszukuje odpowiedzi na wyzwania związane z dokonującą się transformacją energetyczną. Coraz więcej energii elektrycznej pochodzi ze źródeł zależnych od pogody, tj. wiatraków i paneli słonecznych, co jest pożądane z uwagi na promocję energetyki odnawialnej, ale istotnie utrudnia sterowanie siecią¹⁰⁸.

Jak wskazują autorzy raportu „Jak sztuczna inteligencja może przyspieszyć transformację sektora energetycznego w Polsce?”¹⁰⁹, kluczem do tych zmian jest osiągnięcie wyższej dojrzałości cyfrowej, pozwalającej na wdrożenie nowych sposobów organizacji generacji i zużycia, nowych modeli rynku, nowych narzędzi modelowania i zarządzania infrastrukturą. Scenariusze funkcjonowania sektora oparte o nowoczesne możliwości technologiczne dają także szanse na wzrost efektywności posiadanych zasobów.

Dodatkowo w raporcie zauważa się wysoki i niewykorzystany potencjał podmiotów z sektora energetyki. Firmy sektora od wielu lat gromadzą duże zasoby danych i mogą je wykorzystać do wdrożeń nowych narzędzi i rozwoju nowych procesów, ale często dane te nie są szeroko wykorzystywane. Wykorzystanie aplikacji i systemów są w firmach wystarczająco rozwinięte, przy czym należy zwrócić uwagę, że istnieją obszary, w których wymagany jest dalszy postęp np. wykorzystanie infrastruktury chmurowej dla wybranych projektów o adekwatnym do tego modelu przetwarzania poziomie ryzyka. Autorzy raportu rekomendują, iż należy się skupić na przygotowaniu narzędzi i procesów w tym obszarze, wykorzystując know-how, procesy i narzędzia data governance. Wykorzystanie systemów data governance jest na początkowym etapie. Kwestie regulacji w zakresie danych są tematami, które będą wymagały uwagi wraz z implementacją przez Polskę kilku kluczowych regulacji Unii Europejskiej w tym zakresie.

Rośnie również liczba projektów cyfrowych ukierunkowanych na rozwój inteligentnych sieci przesyłowych, wsparcie zarządzania elastycznością i rozwiązania wspomagające decentralizację sieci.

W raporcie wskazuje się na wielość zastosowań technologii sztucznej inteligencji w sektorze energetycznym oraz wyzwania, które wskazują na potrzeby ich wdrażania. Są to m.in.: wysłużone bloki energetyczne wymagają ciągłego monitorowania i optymalizacji procesu produkcji energii elektrycznej z węgla i gazu. I właśnie tu ogromny potencjał stwarza technologia AI, która umożliwia wykorzystanie nieograniczonej w praktyce ilości danych z różnych źródeł do zwiększenia bezpieczeństwa i niezawodności procesów. Chodzi m.in. o:

- Predictive maintenance – modele uczenia maszynowego (Machine Learning), analizujące zbiory danych wejściowych i potrafiące rozpoznać określone wzorce na monitorowanym urządzeniu lub grupie urządzeń pracujących w systemie. Przykładem może być model uczenia maszynowego w celu przewidywania i/lub diagnozowania awarii i sytuacji nieplanowanych w bloku energetycznym w Elektrowni Łągisza. System dokonuje około 1000 pomiarów stanu z różnych czujników i wykorzystuje 150 modeli monitorujących kondycję różnych instalacji kotła. Modele monitorują też bieżący stan techniczny maszyn krytycznych, przekazują informację o anomaliach w ich pracy oraz przewidują takie zdarzenia jak skoki wibracji czy gwałtowne wzrosty temperatur. Rozwiązanie jest w stanie przewidzieć do 100% awarii urządzeń monitorowanych przez system w horyzoncie czasowym 3-17 godzin, wskazując przy tym miejsce awarii¹¹⁰.

¹⁰⁸ <https://ideas-ncbr.pl/badania/uczenie-w-sterowaniu-grafach-i-sieciach/> [dostęp 12.12.2023]

¹⁰⁹ Jak sztuczna inteligencja może przyspieszyć transformację sektora energetycznego w Polsce? Raport Obserwatorium Transformacji Cyfrowej THINKTANK, Tomasz Klekowski, 2023

¹¹⁰ Jachymek, Piotr Wykorzystanie analizy Big Data i metod predykcyjnych w utrzymaniu majątku produkcyjnego – na przykładzie Elektrowni Łągisza. Nowa Energia, 2019.

- Cyfrowy Bliźniak (ang. Digital Twin) – cyfrowy odpowiednik rzeczywistego procesu i/lub urządzenia. Wnioskowanie na modelu cyfrowym w wielu przypadkach pozwala na testowanie określonych ustawień. AI pozwala analizować teoretycznie nieskończoną liczbę parametrów jednocześnie, podnosząc tym samym w istotny sposób jakość i bezpieczeństwo procesów decyzyjnych. Przykładem może być cyfrowy bliźniak fragmentu infrastruktury krytycznej rafinerii Lotos¹¹¹. Jest to pierwsze tego typu zastosowanie technologii w sektorze naftowo-gazowym w Polsce. Wirtualne odwzorowanie rzeczywistej instalacji, urządzeń i procesów pozwoliło spółce przewidywać potencjalne problemy i awarie zanim do nich dojdzie.
- Cyfrowy Bliźniak (ang. Digital Twin) w procesie budowania pierwszej w Polsce elektrowni atomowej; już na etapie oceny i planowania konkretnego projektu tej inwestycji warto wykorzystać możliwości, jakie otwiera sztuczna Inteligencja. Zastosowanie modeli uczących się w procesie oceny ryzyka, symulacji wpływu instalacji na lokalny i krajowy system elektroenergetyczny, środowisko i społeczeństwo, może mieć kluczowy wpływ na ostateczne parametry projektu. Na etapie realizacji, a następnie uruchomienia instalacji, sztuczna Inteligencja pracująca na modelu tzw. Cyfrowego Bliźniaka może w istotny sposób przyczynić się do poprawy wydajności i bezpieczeństwa przedsięwzięcia.
- Optymalizacja produkcji – wykorzystanie algorytmów sztucznej Inteligencji (dedykowane modele uczenia maszynowego) do optymalizacji procesu produkcji energii elektrycznej z uwzględnieniem całego łańcucha dostaw.
- Zarządzanie w sektorze OZE – AI może ułatwiać optymalizację i zarządzanie tego typu instalacjami na określonych terytoriach i obszarach bilansowania (np. sztuczna inteligencja umożliwi dokładne prognozowanie pogody, predictive maintenance – samo-monitorujące się farmy wiatrowe, prognozowanie generacji ze źródeł wiatrowych/PV – wykorzystanie sieci neuronowych i zaawansowanych modeli uczących się do analiz danych pogodowych i tych z instalacji pogrupowanych w wirtualne elektrownie oraz przewidywanie wolumenów produkcji z wysokim współczynnikiem prawdopodobieństwa)
- Handlowanie w sektorze OZE – rozwiązania z algorytmami sztucznej inteligencji mogą łączyć dostawców i odbiorców zielonej energii na rynku B2B¹¹².

Waga obszaru energetyki jest niewątpliwa, zarówno pod względem gospodarczym, jak też bezpieczeństwa państwa. Dodatkowo autorzy raportu z 2023 roku wskazują na wysoki potencjał podmiotów w tym sektorze w Polsce. M.in. rozpoczęty projekt Centralnego Systemu Informacji Rynku Energii (CSIRE)¹¹³. CSIRE będzie systemem, w którym gromadzone będą wszystkie techniczne i handlowe informacje niezbędne do obsługi detalicznego rynku energii elektrycznej. Pozwoli to na niemal rzeczywiste użycie zbieranych danych pomiarowych m.in. po to, aby lepiej korzystać z energii produkowanej przez OZE. System posłuży każdemu uczestnikowi rynku energii, konsumentom, prosumentom, wytwórcom, sprzedawcom energii elektrycznej, a także operatorom systemów dystrybucyjnych oraz operatorowi systemu przesyłowego. Dostęp do informacji zapewniony zostanie dla wszystkich, na takich samych zasadach. Równy dostęp do aktualizowanych na bieżąco informacji daje przestrzeń do wdrożenia narzędzi wykorzystujących te dane – na potrzeby wszystkich uczestników rynku

¹¹¹ <https://www.politykabezpieczenstwa.pl/pl/a/cyfrowy-blizniak-w-rafinerii-lotos-stawia-na-chmurowe-cyberbezpieczenstwo> [dostęp: 7.11.2023]

¹¹² Jak sztuczna inteligencja może przyspieszyć transformację sektora energetycznego w Polsce? Raport Obserwatorium Transformacji Cyfrowej THINKTANK, Tomasz Klekowski, 2023

¹¹³ Tamże.

energii. Np. odbiorcy będą mogli dokonać analizy swojego sposobu korzystania z energii i na tej podstawie wybierać oferty przygotowane dla nich przez sprzedawców energii. Warty rozważenia jest wdrożenie projektu zamawianego, lub uwzględnienie w ramach programu INFOSTRATEG tematu odnoszącego się do różnych możliwości wykorzystania danych z CSIRE.

Bezpieczeństwo i obronność

Kolejnym obszarem, w którym wskazuje się na sztuczną inteligencję jako niezbędną jest obszar bezpieczeństwa i obronności, w którym AI jest tzw. technologią podwójnego wykorzystania (ang. dual-use technology). Zastosowanie AI w wymiarze militarnym jest bardzo rozległe. Tzw. „hyper war” stworzy sytuację, w której sztuczna inteligencja oraz rozwiązania z zakresu uczenia maszynowego staną się kluczowym elementem procesu podejmowania decyzji, zmniejszając znaczenie człowieka¹¹⁴. AI może między innymi wspierać działania związane z wywiadem i rozpoznaniem (m.in. gromadzenie olbrzymich mas danych i ich zaawansowana analiza), znacznie podnosząc wielodomenową świadomość sytuacyjną. Odegra bardzo istotną rolę w modelowaniu i symulowaniu pola walki, a także prowadzeniu zaawansowanych gier wojennych. AI to kluczowa technologia dla szeroko rozumianego rozwoju i koordynacji pracy systemów bezzałogowych (m.in. swarming)¹¹⁵. Dodatkowo w obszarze bezpieczeństwa kluczowego znaczenia nabierają technologie informacyjno-komunikacyjne związane z przetwarzaniem dużej ilości danych z różnych źródeł (również w wykorzystaniu AI), czy też TIK związane z autonomicznymi systemami wymiany informacji i danych między pojazdami/ systemami (niezbędne do zarządzania ruchem w przestrzeni kosmicznej czy lotniczej satelitów z zastosowaniem algorytmów predykcyjnych i optymalizacyjnych). Systemy AI będą coraz ważniejsze na polu walki i staną się bardziej wszechstronne i użyteczne; będą nie tylko pomagać w podejmowaniu decyzji, ale nauczą się decydować same¹¹⁶.

Wojna w Ukrainie zweryfikowała użyteczność niektórych stosowanych rozwiązań i pozwoliła wskazać nowe priorytety, m.in. związane z technologiami zdalnego sterowania pojazdami bojowymi z wykorzystaniem systemów autonomicznych (istotne wobec braków wykwalifikowanej kadry, która jest w stanie zaabsorbować uzbrojenie przekazane z innego kraju), technologiami na styku człowiek-maszyna, systemami cyfrowego zarządzania polem walki, wykorzystywaniem VR i AR do szkolenia żołnierzy¹¹⁷.

Poza militarnym wykorzystaniem AI, w trendach pojawia się także nacisk na bezpieczeństwo publiczne, w tym np. bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej. Prace badawcze w tym temacie prowadzi m.in. jedna z grup badawczych NCBR IDEAS, która tworzy zaawansowane systemy dedykowane ochronie infrastruktury krytycznej w Polsce. Zespół opracowuje wielopoziomowe systemy zarządzania ochroną infrastruktury krytycznej, jak i te służące do zabezpieczenia kluczowych usług państwa wobec zagrożeń kinetycznych i cybernetycznych. Są to rozwiązania służące m.in. do wzmocnienia bezpieczeństwa portów lotniczych, terminali morskich, infrastruktury przesyłowej, czy też zwiększenia ochrony zagrożonych gatunków zwierząt w parkach narodowych. Są to też dedykowane rozwiązania algorytmiczne do wykrywania i zapobiegania przestępczości oraz rozwiązania oparte na sztucznej inteligencji, które zwiększają efektywność platform bezzałogowych w aplikacjach związanych z bezpieczeństwem. Zespół pracuje m.in. nad kierunkiem badań, jakim jest przeciwstawna analiza sieci społecznościowych. Pozwoli

¹¹⁴ Monitoring trendów w innowacyjności Raport 7, PARP, 2019.

¹¹⁵ Monitoring trendów w innowacyjności Raport 9, PARP, 2020.

¹¹⁶ <https://www.gazetaprawna.pl/wiadomosci/swiat/artykuly/8692467,ukraina-wojna-wojna-w-ukrainie-wojna-przyszlosci-sztuczna-inteligencja.html>

¹¹⁷ Ocena stanu i prognozowanie rozwoju społeczno-gospodarczego w oparciu o technologie w kontekście Krajowej Inteligentnej Specjalizacji (KIS 2040), Evalu, Główny Instytut Górnictwa – PIB, Ecorys Polska, 2023.

ona zrozumieć, w jaki sposób jednostki i grupy mogą unikać technik, algorytmów i innych narzędzi stosowanych w tej analizie. Badania te mają ważne implikacje praktyczne. Z jednej strony, mogą pomóc w ochronie prywatności, np. poprzez skuteczne ukrycie nieujawnionych relacji społecznych przed algorytmami przewidywania połączeń. Z drugiej strony, badania mogą pomóc w zrozumieniu strategii ukrywania się, stosowanych przez organizacje przestępcze i terrorystyczne, oraz przeciwdziałaniu im¹¹⁸.

Obszar bezpieczeństwa i obronności staje się kluczowym obszarem w świetle postępującej globalizacji, migracji ludności, napięć geopolitycznych, a w ostatnim okresie agresji militarnej Rosji na Ukrainę. Wojna rosyjsko-ukraińska wpływa bezpośrednio na bezpieczeństwo Europy Środkowo-Wschodniej, a ponadto – w perspektywie długoterminowej – na przyszłą architekturę bezpieczeństwa świata. Nie rekomenduje się jednakże włączania do Programu INFOSTRATEG tematów z obszaru obronności. Możliwości finansowania w tym obszarze daje m.in. uruchomiony w 2021 roku Europejski Fundusz Obronny (EDF). Kolejne możliwości dają też dwa uruchomione przez NATO programy wspomagające rozwój technologii dual-use (m.in. akcelerator DIANA oraz Fundusz Innowacji NATO – fundusz inwestycyjny wspierający start-upy na wczesnym etapie rozwoju, które działają w kluczowych dla NATO obszarach – m.in. AI). Bezpieczeństwo i obronność jest też jednym z siedmiu wyodrębnionych w Krajowym Planie Badań strategicznych, interdyscyplinarnych kierunków badań naukowych.

1.2 Diagnoza polskiego potencjału naukowo-badawczego z perspektywy zapewnienia skutecznej realizacji założeń programowych oraz realizacji projektów w obszarze sztucznej inteligencji i blockchain

1.2.1 Zasoby kadrowe

Ocena zasobów jednostek naukowych

W celu określenia potencjału kadrowego w zakresie sztucznej inteligencji i Blockchain posłużono się bazą POL-on (stan na 10.2023), zawierającą wykaz osób, którym nadano stopień doktora lub doktora habilitowanego. Naukowcy posiadający specjalność z zakresu AI¹¹⁹ działają w obszarze nauk technicznych, dziedzinie nauk technicznych, dyscyplinie informatyka. Łącznie zidentyfikowano 201 naukowców – 124 doktorów i 77 doktorów habilitowanych. Z kolei wyszukiwanie osób o specjalności z zakresu „blockchain” nie przyniosło rezultatu, co oznacza że dziedzina ta nie jest jeszcze widoczna w sprawozdawanych specjalnościach¹²⁰.

W celu określenia koncentracji naukowców, dokonano zestawienia uczelni, w których nadano im tytuł doktora. Zestawienie zostało zawarte w poniższej tabeli.

Tabela 1. Liczba osób, którym nadano stopień doktora lub doktora habilitowanego w podziale na uczelnie i instytucje naukowe

Lp.	Uczelnia	Liczba osób
1.	Instytut Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk	34
2.	Politechnika Częstochowska	30

¹¹⁸ <https://ideas-ncbr.pl/badania/ai-dla-bezpieczenstwa/> [dostęp 12.12.2023]

¹¹⁹ Są to naukowcy posiadający co najmniej jedną ze specjalności: „sztuczna inteligencja”, „uczenie maszynowe”, „uczenie głębokie”, „sieci neuronowe”, „algorytmy AI”.

¹²⁰ Poszukiwano następujących nazw specjalności: blockchain”, „kryptowaluty”, „Ethereum”, „smart kontrakty”, „zdecentralizowane aplikacje”, Chainlink”, „zdecentralizowane finanse”, „tokeny”.

Lp.	Uczelnia	Liczba osób
3.	Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie	18
4.	Politechnika Poznańska	17
5.	Politechnika Warszawska	17
6.	Politechnika Łódzka	13
7.	Politechnika Śląska	12
8.	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	10
9.	Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego	8
10.	Politechnika Białostocka	7
11.	Politechnika Gdańska	7
12.	Politechnika Wrocławska	6
13.	Uniwersytet Warszawski	5
14.	Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu	4
15.	Politechnika Opolska	2
16.	Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych	2
17.	Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu	2
18.	Uniwersytet Łódzki	2
19.	Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej Polskiej Akademii Nauk	1
20.	Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach	1
21.	Uniwersytet Jagielloński w Krakowie	1
22.	Uniwersytet Szczeciński	1
23.	Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy	1
łącznie		201

Źródło: Baza POL-on, „Ogólnopolski wykaz osób, którym nadano stopień doktora lub doktora habilitowanego”, 10.2023

Najwięcej doktorów i doktorów habilitowanych z zakresu AI wypromowano w Instytucie Badań Systemowych PAN oraz w Politechnice Częstochowskiej. Obydwie jednostki odpowiadały łącznie za wypromowanie aż jednej trzeciej naukowców w obszarze sztucznej inteligencji w Polsce. Kolejne w zestawieniu uczelnie, które wypromowały ponad 10 naukowców, to: (i) AGH, (ii) Politechnika Poznańska, (iii) Politechnika Warszawska, (iv) Politechnika Łódzka, (v) Politechnika Śląska. Warto zauważyć, że pierwszych 12 miejsc w zestawieniu zajmują uczelnie techniczne i politechniki, a dopiero na miejscach 13 i 14 pojawiają się pierwsze uniwersytety: Warszawski oraz Adama Mickiewicza.

Zestawienia z bazy POL-on posiadają pewne ograniczenia. Każdy naukowiec posiada opis swoich specjalności, które zostały zweryfikowane i upublicznione przez uczelnie¹²¹. Dużo bardziej liberalna jest baza „Nauka Polska”, w której naukowcy sami mogą podawać swoje specjalności. Działania w zakresie sztucznej inteligencji deklaruje aż 539 naukowców o stopniu doktora lub wyższym obecnych w bazie. Pozostałe specjalności powiązane z AI występują na ogół razem ze „sztuczną inteligencją”: sieci neuronowe (146 osób), uczenie maszynowe (105), rozpoznawanie obrazów (95), rozpoznawanie mowy (22) uczenie głębokie (4). Niestety baza nie jest na bieżąco aktualizowana, a ponadto zawiera również naukowców już nieżyjących. Nie umożliwia także generowania zbiorczych zestawień. Liczbę naukowców zainteresowanych tematyką sztucznej inteligencji w Polsce można więc jedynie oszacować na około 600.

Naukowcy ci są ekspertami z różnych dziedzin, głównie skoncentrowanych na informatyce, automatyce i robotyce, a także matematyce, elektrotechnice i inżynierii. Ich praca naukowa obejmuje szerokie spektrum tematów związanych z AI, w tym sieci neuronowe, systemy inteligentne, logikę matematyczną, inżynierię wiedzy, systemy informatyczne, analizę danych, uczenie maszynowe, przetwarzanie i rozpoznawanie obrazów oraz zastosowanie AI w różnych dziedzinach, takich jak medycyna, energetyka, transport, rolnictwo oraz zarządzanie i decyzje grupowe. Większość z nich posiada tytuły profesorskie i naukowe stopnie doktorskie, co świadczy o ich zaawansowanym poziomie wiedzy i doświadczeniu w dziedzinie AI i pokrewnych obszarach badawczych.

Z kolei zestawienia z bazy Nauka Polska dla obszaru blockchain wskazują, że rzadko wykorzystywany jest on w opisie specjalności. Sama specjalność „blockchain” występuje jedynie u dwóch osób, a „kryptowaluty” u kolejnych dwóch. Dopiero poszukując szerzej – nie po specjalności, ale po tematyce prac, można zidentyfikować 36 naukowców zajmujących się tym obszarem.

Naukowcy ci reprezentują takie dziedziny naukowe, jak: ekonomia, informatyka, nauki prawne, finanse, elektrotechnika i inne. Ich specjalności obejmują bankowość, sztuczną inteligencję, prawo cywilne, systemy informatyczne, algorytmy, finanse przedsiębiorstw, oraz ubezpieczenia, które mogą być powiązane z technologią blockchain na różnych płaszczyznach. Niektórzy z nich mają bezpośredni związek z blockchain poprzez badania nad algorytmami, cyberbezpieczeństwem czy systemami płatniczymi.

Liczba naukowców o specjalności oraz zajmujących się obszarem sztucznej inteligencji i blockchain to wskaźniki dość ogólne, podające liczbę wszystkich naukowców, niekoniecznie pracujących w zakresie B+R. Dlatego warto jest również uzupełnić niniejsze analizy o naukowców pracujących na uczelniach i zaangażowanych w prace badawczo-rozwojowe. Niestety ogólnodostępna baza POL-on nie zawiera już wykazu pracowników naukowych zatrudnionych w jednostkach naukowych przy realizacji badań naukowych lub prac rozwojowych. Z tego powodu należy posłużyć się innymi bazami, które niestety nieco inaczej definiują obszar tematyczny. Przykładem jest „Analiza zasobów, aktywności i osiągnięć jednostek naukowych w Polsce w dziedzinie tworzenia i rozwoju technologii”, w której posłużono się podklasami Międzynarodowej Klasyfikacji Patentowej (International Patent Classification – IPC)¹²². Jednym z omawianych obszarów były technologie informacyjne i komunikacyjne, w ramach których wyróżniono liczne technologie powiązane są z AI i blockchain. Następnie dokonano oceny potencjału kadrowego poszczególnych jednostek naukowych. Ocena bazowała na podstawie danych z bazy PBN, dotyczącej liczby zatrudnionych osób, które w latach 2013–2019 opublikowały przynajmniej jedną pracę

¹²¹ Ponadto opisy specjalności nie są ustandaryzowane. Przykładowo różni naukowcy zajmujący się uczeniem maszynowym, posiadają takie opisy, jak: „metody uczenia maszynowego”, „uczenie maszynowe”, „uczenie maszynowe - machine learning”.

¹²² Raport Ośrodka Przetwarzania Informacji i Uniwersytetu Warszawskiego, Analiza zasobów, aktywności i osiągnięć jednostek naukowych w Polsce w dziedzinie tworzenia i rozwoju technologii, Warszawa 2022

w obszarze technologii informacyjnych i komunikacyjnych. Ranking uczelni został zawarty w poniższej tabeli.

Tabela 2. Ranking instytucji w obszarze technologii informacyjnych i komunikacyjnych według znormalizowanego wskaźnika potencjału kadrowego

Lp.	Nazwa jednostki	Stopnie naukowe nadane w obszarze w latach 1999-2019	Osoby zatrudnione ze stopniem naukowym w obszarze w 2019 roku	Stosunek liczby zatrudnionych w obszarze do zatrudnienia ogółem w instytucji w 2019 roku	Stosunek liczby zatrudnionych w obszarze w instytucji do liczby naukowców w obszarze ogółem w 2019 roku	Potencjał kadrowy
1.	Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie	100	100	25	82	100
2.	Politechnika Warszawska	82	90	23	100	96
3.	Politechnika Łódzka	69	79	18	41	67
4.	Politechnika Wroclawska	64	82	10	32	61
5.	Politechnika Śląska	46	75	17	44	59
6.	Politechnika Gdańska	47	59	7	14	41
7.	Politechnika Częstochowska	30	43	28	22	40
8.	Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego	26	28	28	40	39
9.	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	33	42	16	18	35
10.	Instytut BioInfoBank	-	-	100	0.2	33
11.	Instytut Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk	6	3	77	7	30
12.	Uniwersytet Jagielloński w Krakowie	13	23	4	30	23

Lp.	Nazwa jednostki	Stopnie naukowe nadane w obszarze w latach 1999-2019	Osoby zatrudnione ze stopniem naukowym w obszarze w 2019 roku	Stosunek liczby zatrudnionych w obszarze do zatrudnienia ogółem w instytucji w 2019 roku	Stosunek liczby zatrudnionych w obszarze w instytucji do liczby naukowców w obszarze ogółem w 2019 roku	Potencjał kadrowy
13.	Uniwersytet Warszawski	17	23	6	21	22
14.	Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk	3	6	33	11	17
15.	Politechnika Poznańska	2	3	11	21	12

Źródło: Opracowanie OPI PIB na podstawie danych z bazy Nauka Polska oraz systemów PBN i POL-on, stan na 1.10.2021

Można zauważyć, że lista uczelni o wysokim potencjale kadrowym w zakresie technologii informacyjnych i komunikacyjnych w większości pokrywa się z listą uczelni, które wypromowały najwięcej doktorów i doktorów habilitowanych w obszarze AI. Potwierdza to, że te jednostki są wiodące w skali kraju w zakresie zasobów kadrowych w badanych obszarach.

Ocena zasobów kadrowych przedsiębiorstw

Dostępne raporty i analizy na ogół nie zajmują się potencjałem naukowo-badawczym przedsiębiorstw. Przedsiębiorstwa są traktowane w tych źródłach jako partnerzy do realizacji wspólnych projektów z jednostkami naukowo-badawczymi oraz jako ich klienci. Choć naukowcy zajmujący się rozwojem sztucznej inteligencji uważają, że badania naukowe powinny służyć rozwojowi gospodarczemu i chcą stosować wyniki swoich badań w praktyce, to współpracę z biznesem podejmuje jedynie 45% naukowców rozwijających metody sztucznej inteligencji oraz 15% naukowców wykorzystujących sztuczną inteligencję w badaniach¹²³.

Analiza przeprowadzona przez Fundację Digital Poland pokazuje, że polscy specjaliści zaangażowani w innowacje w dziedzinie sztucznej inteligencji stanowią 4% ogółu specjalistów w UE. Daje to naszemu krajowi siódme miejsce w Unii, a wśród krajów Europy Środkowej i Wschodniej - pierwsze miejsce. Wartość ta nie jest jednak taka duża, jeśli uwzględnić liczbę ludności Polski – wynosi jedynie 8 specjalistów na 10 000 ludności aktywnej zawodowo¹²⁴.

Dominująca część polskich firm działających w sektorze AI opiera się na zespołach składających się z 5 do 10 ekspertów. Z drugiej strony, większe organizacje są w stanie zatrudnić zespoły liczące ponad 40 osób. Zaskakująco, ponad połowa tych firm odnotowuje zyski przekraczające milion złotych, a 8% z nich przekracza barierę 50 mln zł przychodu. Interesujące jest także, że około jedna trzecia tych firm generuje większość swojego dochodu w Polsce, podczas gdy kolejna jedna trzecia koncentruje się głównie na rynku międzynarodowym¹²⁵.

Wartość i znaczenie AI dla Polski jest również podkreślane w strategii rządowej, ustanowionej na lata począwszy od 2020 roku¹²⁶. Dokument ten zwraca uwagę na główne atuty Polski w kontekście AI, w tym wybitne zdolności matematyczne młodzieży, bogate doświadczenie w tworzeniu technologii immersyjnych, a także udane projekty AI, które zdobyły uznanie na arenie międzynarodowej. Przykładami takich projektów są m.in. polskie innowacje wyróżnione w XXV edycji Konkursu Polski Produkt Przyszłości, w tym Holo4Labs z zaawansowanymi algorytmami AI oraz ekologiczny minibus Blees, stanowiący innowacyjne uzupełnienie dla komunikacji miejskiej¹²⁷.

Warto zwrócić uwagę na startupy oparte o technologię blockchain w Polsce. Wykorzystują one innowacje w technologii blockchain do rozwiązania istniejących problemów, jednocześnie borykając się z

¹²³ Odsetki bazują na wynikach badania „Rozwój sztucznej inteligencji w sektorze nauki w Polsce”, realizowanego w 2019 roku przez Ośrodek Przetwarzania Informacji na zlecenie MNiSW. W badaniu ilościowym wzięło udział 4006 pracowników naukowych, naukowo-dydaktycznych, naukowo-technicznych, badawczo-technicznych i inżynierijno-technicznych, reprezentujących wszystkie rodzaje instytucji naukowych.

¹²⁴ State of Polish AI 2021, Digital Poland, Warszawa 2021.

¹²⁵ State of Polish AI 2021, Digital Poland, Warszawa 2021.

¹²⁶ „Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020” opisuje działania, które Polska powinna wdrożyć i cele, które powinna osiągnąć w perspektywie krótkoterminowej (do 2023 r.), średnioterminowej (do 2027 r.) i długoterminowej (po 2027 r.), mające służyć rozwojowi polskiego społeczeństwa, polskiej gospodarki i polskiej nauki w obszarze sztucznej inteligencji

¹²⁷ Produkt Przyszłości, PARP, NCBR, 2023.

wyzwaniami na rynku lokalnym. Raport Blockchain Compass 2018¹²⁸ podaje przykłady takich startupów. Firmy te tworzą unikalne systemy blockchain, które eliminują potrzebę pośredników w wymianie wartości, takich jak notariusze czy banki. Są to inicjatywy prywatne, niezależne od publicznych łańcuchów bloków, co podkreśla ich zdolność do adaptacji i innowacji¹²⁹. Opisane startupy posiadają siedziby zarówno w Polsce, jak i za granicą, współpracują z instytucjami państwowymi (takimi jak NBP) oraz spełniają wymogi dyrektyw unijnych dotyczących pieniądza elektronicznego. Mimo wysokiego poziomu innowacji doświadczają jednak trudności takich jak: brak odpowiednich inwestorów, trudności związane z pozyskiwaniem licencji oraz konieczność dotarcia do centrum decyzyjnego dużych korporacji za granicą.

1.2.2 Zasoby infrastrukturalne

Ocena zasobów infrastrukturalnych jednostek naukowych

Podstawą do oceny zasobów infrastrukturalnych jednostek naukowych była baza laboratoriów badawczych i aparatury zamieszczona w POL-on. Spośród 3437 rekordów wybrano te, w których opisie pojawiły się słowa kluczowe dotyczące sztucznej inteligencji i Blockchain. Okazało się, że jedynie 31 laboratoriów badawczych zawiera w swoim opisie obszar sztucznej inteligencji, zaś laboratoriów dedykowanych Blockchain nie stwierdzono wcale. Można jednak przyjąć, że zakres badań możliwych do realizacji w laboratoriach dedykowanych sztucznej inteligencji, częściowo pozwala również na prowadzenie badań w obszarze Blockchain, ponieważ są to dwa interdyscyplinarne obszary, które często się przenikają. AI może być używane do analizowania i przewidywania zachowań w sieciach blockchain, podczas gdy blockchain może być używany do zapewnienia przejrzystości i niezmienności w systemach AI. Sztuczna inteligencja może być też używana w celu zwiększenia bezpieczeństwa danych, prywatności i zaufania lub automatyzacji złożonych procesów i podejmowania decyzji w zdecentralizowanych systemach¹³⁰.

Aż 10 laboratoriów obejmujących zagadnienia z zakresu AI zlokalizowanych jest na Politechnice Wrocławskiej. Kilka laboratoriów posiadają jeszcze: Instytut Nafty i Gazu- Państwowy Instytut Badawczy (3) oraz Politechnika Świętokrzyska (3). Po dwa laboratoria posiadają: Politechnika Gdańska, Politechnika Krakowska oraz Uniwersytet Rzeszowski. Pozostałe uczelnie, czyli: Akademia Bialska im. Jana Pawła II, Akademia Górniczo-Hutnicza, Akademia Polonijna w Częstochowie, Ośrodek Przetwarzania Informacji — Państwowy Instytut Badawczy, Politechnika Częstochowska, Politechnika Łódzka, Politechnika Morska w Szczecinie, Sieć Badawcza Łukasiewicz - Poznański Instytut Technologiczny oraz Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach – posiadają po jednym laboratorium o potencjale do prowadzenia badań w obszarach sztucznej inteligencji i Blockchain.

Poniższa tabela przedstawia krótką charakterystykę każdego z laboratoriów.

¹²⁸ Blockchain Compass 2018, praca zbiorowa, Fundacja Startup Poland, Warszawa 2018.

¹²⁹ Prywatny blockchain, inaczej nazywany też blockchainem korporacyjnym lub zamkniętym, to specyficzny typ systemu blockchain, który różni się od publicznych blockchainów głównie z powodu ograniczonego dostępu. Prywatne blockchajny są zazwyczaj dostępne tylko dla określonej grupy użytkowników lub organizacji, które mają uprawnienia do uczestnictwa w sieci.

W publicznych blockchainach, takich jak te stojące za kryptowalutami (np. Bitcoin czy Ethereum), dostęp jest otwarty dla wszystkich i każdy może uczestniczyć w sieci.

¹³⁰ Ruonan Wang, Min Luo, Yihong Wen, Lianhai Wang, Kim-Kwang Raymond Choo, Debiao He, "The Applications of Blockchain in Artificial Intelligence", Security and Communication Networks, vol. 2021, Article ID 6126247, 16 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6126247>.

Tabela 3. Charakterystyka laboratoriów badawczych poruszających obszar sztucznej inteligencji

Lp.	Laboratorium	Jednostka naukowa	Opis
1.	Centrum Badań nad Innowacjami	Akademia Bialska im. Jana Pawła II	Centrum specjalizuje się w badaniach nad zdrowiem, technologiami informatycznymi oraz źródłami odnawialnej energii. Posiada laboratorium medyczne, które prowadzi badania w zakresie mikrobiologii medycznej i immunologii. Wykorzystuje w tym celu różnorodne metody diagnostyczne. Posiada również sektor informatyczny i budowniczy, który zajmuje się badaniami nad optycznymi technikami gromadzenia i przetwarzania informacji oraz metodykami sztucznej inteligencji.
2.	Laboratorium Technologii Mowy	Akademia Górniczo-Hutnicza	Laboratorium zajmuje się przetwarzaniem sygnałów audio i mowy, a także rozpoznawaniem mowy i technologiami mowy, oferując również usługi w zakresie zabezpieczeń technicznych i inżynierii systemów.
3.	Laboratorium modelowania i statystyki	Akademia Polonijna w Częstochowie	W laboratorium przeprowadzane są badania w zakresie statystyki matematycznej, analizy danych oraz modelowania matematycznego. Badania skupiają się głównie na zastosowaniach w ekonomii, medycynie i naukach społecznych.
4.	Biuro Kontroli	Instytut Nafty i Gazu - Państwowy Instytut Badawczy	Laboratorium zajmuje się pobieraniem próbek produktów naftowych, LPG, biokomponentów i biopaliw oraz produktów nieznanego pochodzenia, w tym tych wynikających z działalności przestępczej. W zakresie oferowanych usług znajduje się również ekspertyza w metodach pobierania próbek oraz analiza nielegalnych procedurów związanych z produktami naftowymi. Technologia sieci neuronowych wykorzystywana jest do optymalizacji strumieni produktów w rafinerii oraz oznaczania granic wybuchowości gazów i cieczy.
5.	Laboratorium Analiz Instrumentalnych	Instytut Nafty i Gazu - Państwowy Instytut Badawczy	Laboratorium skupia się na opracowywaniu nowych metod analitycznych dla produktów naftowych i pokrewnych. Ocenia potencjalną kancerogenność produktów naftowych oraz identyfikuje metale ciężkie w nich zawarte. Badania dotyczą również paliw pod kątem ich prawidłowego oznakowania i zabarwienia dla celów fiskalnych – analizowany jest skład chemiczny produktów naftowych.
6.	Laboratorium Ropy i Analiz Standardowych	Instytut Nafty i Gazu - Państwowy Instytut Badawczy	Laboratorium bada skład chemiczny i jakość produktów naftowych, biokomponentów oraz biopaliw. Pracuje także nad badaniami katalizatorów i analizami technologii przetwarzania ropy naftowej.
7.	Laboratorium Inżynierii Lingwistycznej	Ośrodek Przetwarzania Informacji – Państwowy Instytut Badawczy	Laboratorium zajmuje się rozwijaniem metod analizy i przetwarzania języka naturalnego: głównie badaniem metod analizy semantycznej, ekstrakcją informacji z dużych zbiorów danych, a także rozpoznawaniem mowy. Współpracuje z sektorem prywatnym w celu opracowania zaawansowanych rozwiązań dla przemysłu IT.
8.	Laboratorium Mikroelektroniki i Nanotechnologii	Politechnika Częstochowska	Laboratorium zajmuje się syntezą i charakterystyką nanomateriałów opartych na krzemionce SBA-15, badając jej potencjalne zastosowania nanotechnologii.

Lp.	Laboratorium	Jednostka naukowa	Opis
9.	Laboratorium Inteligentne Usługi i Dedykowane Systemy Internetowe	Politechnika Gdańska	Laboratorium prowadzi badania i dydaktykę w zakresie obliczeń równoległych, zrównoleglania obliczeń, sztucznej inteligencji, przetwarzania wszechobecnego oraz volunteer i social computing.
10.	Laboratorium Robotyki Mobilnej i Stacjonarnej	Politechnika Gdańska	Laboratorium skupia się na współpracy i nawigacji robotów mobilnych przy użyciu metod sztucznej inteligencji, rozwijając innowacyjne technologie w dziedzinie robotyki.
11.	Laboratorium Techniki Informacyjnych	Politechnika Krakowska	Laboratorium eksploruje architektury i algorytmy równoległe, systemy informacyjne, bazy danych oraz systemy sztucznej inteligencji, skupiając się na budowie inteligentnych systemów wspomagania decyzji.
12.	Laboratorium Metrologii Współrzędnościowej	Politechnika Krakowska	Laboratorium zajmuje się badaniem nowoczesnych metod pomiarów współrzędnościowych. Przeprowadzane są w nim badania nad dokładnością i precyzją różnego rodzaju systemów pomiarowych oraz ich zastosowaniem w przemyśle.
13.	Laboratorium inteligentnych obliczeniowych technik w elektrotechnologiach	Politechnika Łódzka	Laboratorium specjalizuje się w zastosowaniu metod sztucznej inteligencji w procesach przemysłowych wykorzystujących energię elektryczną. Skupia się na badaniach obiektów elektrotermicznych i procesów cieplnych, z wykorzystaniem takich narzędzi jak logika rozmyta, sieci neuronowe czy algorytmy genetyczne. Laboratorium jest wyposażone w nowoczesne stanowiska badawcze, takie jak rezystancyjne piece komorowe i kamera termowizyjna.
14.	Laboratorium Automatyzacji Procesów Logistyczno-Produkcyjnych	Politechnika Morska w Szczecinie	Laboratorium to jest wyposażone w specjalistyczne urządzenia przeznaczone do automatyzacji procesów logistycznych i produkcyjnych. Zajmuje się badaniami nad różnymi technologiami sterowania w zakresie produkcji, w tym z wykorzystaniem robotów przemysłowych oraz systemów wizyjnych do rozpoznawania obrazów.
15.	Laboratorium Innowacyjnych Techniki Komputerowych	Politechnika Świętokrzyska	Laboratorium skupia się na badaniach w zakresie systemów zarządzania i wspomagania decyzji. Posiada również Pracownię Multikomputerową Robotów Mobilnych oraz Pracownię Zaawansowanych Techniki Sztucznej Inteligencji i Cyfrowego Przetwarzania Obrazów.
16.	Laboratorium Mechanotroniki, Automatyki i Robotyki	Politechnika Świętokrzyska	Działalność laboratorium koncentruje się na badaniach nad nowoczesnymi rozwiązaniami w dziedzinie mechanotroniki i robotyki. Obejmuje to prace nad automatyzacją procesów produkcyjnych, rozwojem robotów przemysłowych oraz systemów wizyjnych dla robotyki.
17.	Laboratorium Zaawansowanych Systemów Elektroniki Analogowej i Cyfrowej	Politechnika Świętokrzyska	Laboratorium bada metody indeksowania materiałów multimedialnych, komputerowego widzenia oraz zdalnej inspekcji, koncentrując się także na zaawansowanych metodach cyfrowego przetwarzania obrazów.

Lp.	Laboratorium	Jednostka naukowa	Opis
18.	Laboratorium Analizy i Przetwarzania Sygnałów Akustycznych	Politechnika Wroclawska	Laboratorium specjalizuje się w przetwarzaniu sygnałów akustycznych, z głównym naciskiem na analizę mowy i muzyki. Zajmuje się także rozpoznawaniem mowy oraz jej syntezą. Badania dotyczą również komunikacji między maszynami oraz nowoczesnych technik przesyłu informacji.
19.	Laboratorium Automatyki Przemysłowej	Politechnika Wroclawska	Laboratorium to skupia się na nowoczesnej automatyce przemysłowej, w tym m.in. na sterowaniu procesów produkcyjnych. Wykorzystuje w tym celu różnego rodzaju systemy sterowania i programowalne kontrolery. Badania w laboratorium dotyczą również zaawansowanych układów sterowania i estymacji oraz metod sztucznej inteligencji w automatyce.
20.	Laboratorium Badań i Diagnostyki Maszyn i Napędów Elektrycznych	Politechnika Wroclawska	Laboratorium specjalizuje się w badaniach i diagnostyce maszyn elektrycznych oraz napędów. Zajmuje się analizą ich właściwości, w tym m.in. badaniem ich dynamiki, wydajności oraz charakterystyki pracy. Wykorzystuje w tym celu nowoczesne metody diagnostyki oraz technologie monitorowania.
21.	Laboratorium Badawcze Inteligencji Robotów	Politechnika Wroclawska	Laboratorium skupia się na badaniach nad inteligencją robotów. Zajmuje się m.in. programowaniem robotów, analizą ich zachowania w różnych warunkach oraz metodami sztucznej inteligencji stosowanymi w robotyce.
22.	Laboratorium Cyfrowego Przetwarzania Sygnałów	Politechnika Wroclawska	Laboratorium specjalizuje się w metodach przetwarzania sygnałów dla potrzeb elektronarzędzi. Zajmuje się m.in. analizą sygnałów związanych z pracą maszyn i urządzeń elektrycznych oraz ich diagnostyką. Wykorzystuje nowoczesne metody analizy sygnałów w celu optymalizacji ich działania.
23.	Laboratorium Informatycznych Systemów Sterowania	Politechnika Wroclawska	Laboratorium to zajmuje się badaniami nad systemami sterowania wykorzystującymi technologie informatyczne. Skupia się na rozwiązaniach dla przemysłu, w tym m.in. na systemach sterowania procesami oraz integracji systemów sterowania z innymi technologiami IT.
24.	Laboratorium Modelowania Systemów Automatyki	Politechnika Wroclawska	Laboratorium zajmuje się badaniem i tworzeniem nowoczesnych modeli systemów automatycznych sterowań. Bada metody sterowania procesami przemysłowymi, zastosowania sztucznej inteligencji w automatyce oraz modelowania systemów wieloagentowych.
25.	Laboratorium Multimedialne	Politechnika Wroclawska	Laboratorium zajmuje się badaniami w obszarach przetwarzania cyfrowego wideo, obrazów cyfrowych oraz dźwięku. Prowadzi także prace nad wirtualną rzeczywistością, uczeniem maszynowym, a także tworzeniem multimedialnych systemów edukacyjnych.
26.	Laboratorium Systemów Przetwarzania Sygnałów	Politechnika Wroclawska	Laboratorium specjalizuje się w automatycznym rozpoznawaniu mowy, filtracji adaptacyjnej oraz nieliniowej parametryzacji i modelowaniu stochastycznym sygnałów.
27.	Laboratorium Systemów Wizyjnych i Monitorowania Jakości Produkcji	Politechnika Wroclawska	Laboratorium koncentruje się na monitorowaniu jakości produkcji z zastosowaniem systemów wizyjnych, skanowaniu 3D oraz technikach kompresji obrazów.

Lp.	Laboratorium	Jednostka naukowa	Opis
28.	Laboratorium Technologii Identyfikacyjnych	Sieć Badawcza Łukasiewicz - Poznański Instytut Technologiczny	Laboratorium skupia się na wizyjnych oraz radiowych systemach identyfikacji, opracowywaniu prototypów układów elektronicznych oraz technologiach lokalizacji obiektów.
29.	Laboratorium Modelowania Matematycznego	Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach	Laboratorium skupia się na badaniach dotyczących różnych metod modelowania matematycznego. Głównie analizowane są zagadnienia związane z równaniami różniczkowymi, optymalizacją oraz symulacją komputerową różnych procesów fizycznych i chemicznych.
30.	Laboratorium Informatyki Stosowanej	Uniwersytet Rzeszowski	Laboratorium skupia się na badaniach w zakresie informatyki i dyscyplin pokrewnych. W ramach prac prowadzonych w laboratorium, tworzone są nowe modele, metody, algorytmy i aplikacje związane z różnymi zastosowaniami informatyki. Badania te dotyczą m.in. współbieżności, nowoczesnej sztucznej inteligencji, eksploracji danych, optymalizacji systemów cyfrowych oraz telemedycyny.
31.	Laboratorium Sterowania Układów Mechanicznych i Elektrycznych	Uniwersytet Rzeszowski	Laboratorium prowadzi badania w obszarach mechatroniki, fotoniki, programowania układów mikroprocesorowych oraz aktywnej redukcji drgań. Obejmuje również badania z zakresu robotyki medycznej i biomechanicznej analizy ruchu.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie bazy POL-on „Laboratoria badawcze”

Polskie jednostki naukowe reprezentowane przez wymienione laboratoria pokrywają szeroki zakres specjalizacji w obszarze badań i rozwoju związanych z sztuczną inteligencją: przetwarzanie języka naturalnego, przetwarzanie sygnałów, robotykę, automatykę przemysłową, analizę danych, modelowanie matematyczne, oraz przetwarzanie obrazów i wideo. Widoczne są wyraźne specjalizacje laboratoriów. Przykładowo, te specjalizujące się w przetwarzaniu języka naturalnego i rozpoznawaniu mowy, są silne w analizie semantycznej i ekstrakcji informacji. Z kolei te skupiające się na robotyce i automatyce przemysłowej, mają potencjał w rozwijaniu nowoczesnych systemów sterowania i nawigacji robotów.

Omawiane laboratoria mogą być wykorzystywane do prowadzenia zarówno badań podstawowych, jak i aplikacyjnych w obszarze AI. Mogą one oferować wartościowe zasoby i ekspertyzę w projektach badawczych związanych z rozwojem nowych algorytmów i technologii AI, analizą dużych zbiorów danych, rozwojem systemów rozpoznawania mowy i obrazu, oraz innych zastosowań AI w różnych dziedzinach. Posiadają również potencjał do prowadzenia prac nad rozwojem nowych technologii, które mogą znaleźć zastosowanie w wielu sektorach przemysłu (rozwój nowych metod analizy danych, technologii rozpoznawania mowy i obrazu, oraz systemów sterowania dla robotyki i automatyki przemysłowej).

Ponieważ baza laboratoriów badawczych nie jest aktualna (obejmuje dane do 2018 roku), analizę poszerzono o najnowsze inwestycje w aparaturę naukowo-badawczą oraz infrastrukturę informatyczną. Lata 2020-2022 przyniosły aż siedem wielkich inwestycji dedykowanych prowadzeniu prac w obszarze sztucznej inteligencji. Były one realizowane wyłącznie na politechnikach. Poniższa tabela zawiera zestawienie tych inwestycji.

Tabela 4. Inwestycje w aparaturę naukowo-badawczą oraz infrastrukturę informatyczną o wartości przekraczającej 500 000 zł wpisujące się w obszary AI i Blockchain

Lp.	Nazwa inwestycji	Jednostka naukowa	Opis inwestycji
1.	Budowa stanowiska uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji - laboratorium systemów kontrolno-pomiarowych i biometrii	Politechnika Śląska	Celem jest stworzenie stanowiska umożliwiającego rozwój i badania w dziedzinie uczenia maszynowego oraz biometrii.
2.	Rozbudowa serwera obliczeń z wykorzystaniem głębokich sieci neuronowych/Rozbudowa serwera specjalistycznego	Politechnika Śląska	Celem jest zwiększenie możliwości obliczeniowych serwera, aby umożliwić pracę z głębokimi sieciami neuronowymi.
3.	Laboratorium Sztucznej Inteligencji i Widzenia Maszynowego	Politechnika Morska w Szczecinie	Laboratorium wyposażone w zaawansowany sprzęt, w tym klaster obliczeniowy i specjalistyczne kamery, skupia się na rozwoju systemów AI, ze szczególnym naciskiem na systemy widzenia maszynowego. Dodatkowo, pozwala na pracę nad systemami konwersacyjnymi, interakcją człowiek-robot oraz rozwiązaniami dla branży automotive.
4.	System badań sztucznej inteligencji NVIDIA DGX-2	Politechnika Częstochowska	System ten posłuży do prowadzenia zaawansowanych badań w dziedzinie AI, chociaż szczegółowe informacje na ten temat nie zostały dostarczone.
5.	System sztucznej inteligencji do interpretacji sekwencji DNA genomu ludzkiego	Politechnika Warszawska	Inwestycja skupia się na wykorzystaniu zaawansowanego sprzętu do analizy sekwencji

Lp.	Nazwa inwestycji	Jednostka naukowa	Opis inwestycji
			DNA, co może prowadzić do postępów w genetyce i medycynie.
6.	Zaawansowany robot czteronożny - platforma badawcza dla uczenia maszynowego i rozwoju autonomii w robotyce	Politechnika Poznańska	Platforma badawcza służąca do uczenia maszynowego i rozwoju autonomii w robotyce, umożliwiającą badanie ruchów dynamicznych i zastosowanie w misjach inspekcyjnych lub ratowniczych.
7.	Nowoczesna infrastruktura GPGPU dla głębokiego uczenia naukowych sieci neuronowych	Politechnika Gdańska	Zakup wysokowydajnych kart graficznych GPGPU ma na celu przyspieszenie obliczeń niezbędnych dla głębokiego uczenia w sieciach neuronowych.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie bazy POL-on „Inwestycje”

Kolejnym źródłem o planowanych inwestycjach w infrastrukturę badawczą jest Polska Mapa Infrastruktury Badawczej z roku 2020. Zawiera ona listę 70 planowanych inwestycji, spośród których dziewięć w swojej działalności wykorzystywać będzie algorytmy sztucznej inteligencji. Ich opisy zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 5. Lista strategicznych infrastruktur badawczych umieszczonych na Polskiej Mapie Infrastruktury Badawczej wpisujących się w obszar AI

Lp.	Nazwa inwestycji	Obszar	Podmioty zaangażowane	Opis inwestycji
1.	Krajowy Magazyn Danych. Uniwersalna infrastruktura dla składowania i udostępniania danych oraz efektywnego przetwarzania dużych wolumenów danych w modelach HPC, BigData i sztucznej inteligencji	Cyfrowa infrastruktura badawcza	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk – Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe – ➤ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie ➤ Politechnika Białostocka ➤ Politechnika Częstochowska ➤ Politechnika Gdańska ➤ Politechnika Łódzka ➤ Politechnika Świętokrzyska ➤ Politechnika Wrocławska ➤ Uniwersytet Warszawski ➤ Narodowe Centrum Badań Jądrowych 	W ramach inwestycji powstaną: (i) Laboratorium infrastruktury i systemów przechowywania danych, (ii) Laboratorium usług osadzonych w storage, (iii) Laboratorium usług i aplikacji dla dostępu do danych, (iv) Laboratorium usług repozytoryjnych, (v) Laboratorium Edge Computing. Celem powstania Krajowego Magazynu Danych jest umożliwienie przechowywania, ochrony i zarządzania danymi, a także integracja technologii do efektywnego przetwarzania dużych zbiorów informacji w zdecentralizowanej infrastrukturze cyfrowej. Ma być to osiągnięte poprzez integrację infrastruktury danych z systemami o dużej mocy obliczeniowej (bazujących na technologiach uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji), co umożliwi wydajną analizę obszernych i złożonych zbiorów danych.
2.	PRACE – Współpraca w zakresie zaawansowanych obliczeń w Europie	Cyfrowa infrastruktura badawcza	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk – Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe – ➤ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie ➤ Politechnika Gdańska ➤ Politechnika Wrocławska ➤ Uniwersytet Warszawski ➤ Narodowe Centrum Badań Jądrowych 	To inwestycja obejmująca budowę infrastruktury obliczeniowej HPC (High Performance Computing) złożonej z wysokowydajnych serwerów obliczeniowych, specjalizowanych jednostek przetwarzania oraz elastycznych systemów zarządzania danymi na potrzeby prowadzenia prac badawczo-rozwojowych i działań komercyjnych ¹³¹ .
3.	Narodowa Infrastruktura Chmurowa PLGrid dla EOSC	Cyfrowa infrastruktura badawcza	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie ➤ Uniwersytet Warszawski 	Inwestycja ma dostarczyć infrastrukturę obliczeniową Komputerów Dużej Mocy wraz z zasobami systemów pamięci masowej na potrzeby prowadzenia

¹³¹ Strona projektu „PRACE-Współpraca w zakresie zaawansowanych obliczeń w Europie” [www.prace-lab.pl]

Lp.	Nazwa inwestycji	Obszar	Podmioty zaangażowane	Opis inwestycji
			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk – Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe ➤ Politechnika Wroclawska ➤ Politechnika Gdańska ➤ Narodowe Centrum Badań Jądrowych 	prac badawczych. Badania mają odpowiadać na aktualne i przyszłe potrzeby polskiego społeczeństwa, środowiska naukowego i gospodarki ¹³² .
4.	Narodowa Infrastruktura Superkomputerowa dla EuroHPC	Cyfrowa infrastruktura badawcza	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie ➤ Uniwersytet Warszawski ➤ Narodowe Centrum Badań Jądrowych ➤ Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk – Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe ➤ Politechnika Wroclawska ➤ Politechnika Gdańska 	Inwestycja ma zapewnić dostęp do wielkoskalowego przetwarzania danych dla potrzeb środowiska akademickiego, podmiotów gospodarki i społeczeństwa. W tym celu powstanie infrastruktura obejmująca superkomputery, wyspecjalizowane akceleratory oraz usługi laboratoriów ¹³³ . Infrastruktura będzie opierać się o nowoczesne systemy superkomputerowe umożliwiające realizację zarówno tradycyjnych zadań symulacyjnych, jak i analizę danych z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji.
5.	PIONIER-LAB – Krajowa Platforma Integracji Infrastruktur Badawczych z Ekosystemami Innowacji	Cyfrowa infrastruktura badawcza	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk – Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe ➤ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie ➤ Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach – Państwowy Instytut Badawczy ➤ Naukowa i Akademicka Sieć Komputerowa – Państwowy Instytut Badawczy ➤ Politechnika Białostocka ➤ Politechnika Częstochowska ➤ Politechnika Gdańska 	Projekt obejmuje utworzenie siedmiu laboratoriów, w tym Laboratorium Usług Chmurowych oraz Laboratorium Symulacji Wieloskalowych ¹³⁴ . Wykorzystane zostaną w nich algorytmy sztucznej inteligencji obejmujące inteligentne systemy wspomaganie decyzji, automatycznego wnioskowania oraz autonomicznego podejmowania decyzji na podstawie wyuczonych wzorców.

¹³² Strona Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie [www.zut.edu.pl].

¹³³ Strona Akademickiego Centrum Komputerowego Cyfronet AGH, [www.cyfronet.pl].

¹³⁴ Strona Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie [www.zut.edu.pl].

Lp.	Nazwa inwestycji	Obszar	Podmioty zaangażowane	Opis inwestycji
			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Politechnika Koszalińska ➤ Politechnika Łódzka ➤ Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza ➤ Politechnika Świętokrzyska ➤ Politechnika Wrocławska ➤ Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej ➤ Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu ➤ Uniwersytet Opolski ➤ Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu ➤ Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy ➤ Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie 	
6.	CLARIN – Wspólne zasoby językowe i infrastruktura technologiczna	Nauki humanistyczne i społeczne	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Politechnika Wrocławska ➤ Instytut Podstaw Informatyki Polskiej Akademii Nauk ➤ Instytut Sławistyki Polskiej Akademii Nauk ➤ Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych ➤ Uniwersytet Łódzki ➤ Uniwersytet Wrocławski 	To część europejskiej infrastruktury badawczej CLARIN ERIC (Common Language Resources and Technology Infrastructure). Powstała infrastruktura posłuży do przetwarzania języka naturalnego i eksploracji wielkich danych językowych ¹³⁵ .
7.	ECBiG – Europejskie Centrum Bioinformatyki i Genomiki	Nauki biologiczno-medyczne i rolnicze	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk – Wnioskodawca ➤ Politechnika Poznańska 	Będzie to centrum dedykowane wielkoskalowym i wielopoziomowym badaniom systemów biologicznych. W jej ramach funkcjonować będą między innymi dwie pracownie, z których pierwsza będzie zajmować się masowymi, równoległymi, multiomicznymi analizami pojedynczych komórek, a w drugiej uzyskane dane będą analizowane przy zastosowaniu sztucznej inteligencji oraz uczenia maszynowego.
8.	POL-OPENSREEN – Polska Platforma Infrastruktury Skriningowej dla Chemii Biologicznej	Nauki biologiczno-medyczne i rolnicze	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instytut Biologii Medycznej Polskiej Akademii Nauk – Wnioskodawca ➤ Instytut Biochemii i Biofizyki Polskiej Akademii Nauk 	Powstała infrastruktura pozwoli na identyfikację aktywnych biologicznie związków chemicznych, które będą mogły zostać zastosowane w badaniach podstawowych oraz przemysłowych - głównie w medycynie i biotechnologii. System AGAMEDE w Centrum Badań Przesiewowych ICHB umożliwi

¹³⁵ mapadotacji.gov.pl

Lp.	Nazwa inwestycji	Obszar	Podmioty zaangażowane	Opis inwestycji
			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk ➤ Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych Polskiej Akademii Nauk ➤ Instytut Biotechnologii i Antybiotyków ➤ Instytut Farmaceutyczny ➤ Instytut Farmakologii im. Jerzego Maja Polskiej Akademii Nauk ➤ Instytut Genetyki Człowieka Polskiej Akademii Nauk 	<p>przewodzenie zautomatyzowanych badań skringowych związków chemicznych. Do pomiarów aktywności biologicznej na poziomie pojedynczej komórki wykorzystywane będą algorytmy sztucznej inteligencji.</p>
9.	Virgo – Obserwatorium Fal Grawitacyjnych	Nauki fizyczne i inżynieryjne	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk ➤ Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika Polskiej Akademii Nauk ➤ Narodowe Centrum Badań Jądrowych ➤ Uniwersytet w Białymstoku ➤ Uniwersytet Jagielloński w Krakowie ➤ Uniwersytet Warszawski ➤ Uniwersytet Zielonogórski ➤ Paweł Chuchmała Smart Instruments, Wrocław 	<p>Virgo to interferometryczny detektor fal zbudowany przez Centre National de la Recherche Scientifique oraz Istituto Nazionale di Fisica Nucleare. Do udziału w projekcie oraz rozbudowy detektora dołączył zespół z Polski. Przy okazji poszukiwania fal grawitacyjnych, rozwijane są metody analizy wykorzystujące uczenie maszynowe i sztuczną inteligencję.</p>

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Polskiej Mapy Infrastruktury Badawczej

Na podstawie inwestycji zawartych w bazie POL-on „Inwestycje” oraz w Polskiej Mapie Infrastruktury Badawczej można wskazać pewne trendy, polegające na budowaniu potencjału w określonych podobszarach AI i Blockchain:

- Budowa i udostępnianie wielkich baz danych: realizowane inwestycje infrastrukturalne mają na celu budowę wielkich baz danych, które będą udostępniane na potrzeby prowadzenia badań naukowych z różnych dziedzin;
- Uczenie maszynowe i biometria: możliwe będą prace nad algorytmami, które uczą się na podstawie dostępnych danych oraz badania nad sposobami rozpoznawania ludzi na podstawie unikalnych cech fizycznych, takich jak odciski palców czy tęczęwka oka;
- Głębokie sieci neuronowe: inwestycje zwiększą możliwości obliczeniowe serwerów oraz umożliwią intensyfikację badań nad głębokimi sieciami neuronowymi, które są kluczem do wielu zaawansowanych zastosowań AI;
- Widzenie maszynowe i robotyka: umożliwi prace nad algorytmami, które pozwolą maszynom "widzieć" i interpretować obrazy oraz interakcje z ludźmi. Wskazuje to również na możliwość prowadzenia badań nad automatycznymi systemami pojazdów, co ma znaczenie dla branży automotive;
- Genetyka i medycyna: jednostki naukowe dążą do połączenia technologii AI z genetyką, co może prowadzić do przełomów w medycynie, takich jak lepsze rozumienie chorób czy tworzenie spersonalizowanych terapii;
- Robotyka i autonomia: inwestycje umożliwią prowadzenie badań nad tworzeniem robotów zdolnych do autonomii, których ruchy są bardziej dynamiczne. Możliwość ich zastosowania w misjach inspekcyjnych czy ratowniczych sugeruje prace nad robotami działającymi w trudnych warunkach czy w sytuacjach awaryjnych.

Ocena zasobów infrastrukturalnych przedsiębiorstw

Jednym z głównych wyzwań dla małych i średnich przedsiębiorstw jest brak dostępu do kapitału, co ogranicza ich możliwość inwestowania w badania i rozwój. Dodatkowo, procedury rozliczeniowe związane z funduszami publicznymi mogą być skomplikowane, co stanowi dodatkowe obciążenie dla firm. Ekspertci wypowiadający się w ramach raportu „Rozwój sztucznej inteligencji w sektorze nauki w Polsce”¹³⁶ wskazują również, że takie przedsiębiorstwa chętniej korzystają z gotowych rozwiązań zagranicznych korporacji, niż inwestują we własne rozwiązania we współpracy z sektorem nauki. Z kolei duże firmy często mają wystarczające zasoby, aby tworzyć własne centra badawczo-rozwojowe i zatrudniać naukowców, co prowadzi do przejmowania pracowników uczelni i instytutów badawczych, a to ostatecznie może osłabiać zdolność kraju do prowadzenia zaawansowanych badań i innowacji¹³⁷.

¹³⁶ W ramach raportu „Rozwój sztucznej inteligencji w sektorze nauki w Polsce”, badaniem CAWI objęto ponad 4000 ekspertów AI oraz osoby częściowo związane z badaniami nad AI

¹³⁷ Rozwój sztucznej inteligencji w sektorze nauki w Polsce, Badanie stanu przygotowania uczelni i ośrodków naukowych w Polsce do prowadzenia badań nad sztuczną inteligencją (SI) oraz ich oferty edukacyjnej w zakresie kształcenia specjalistów SI, Opinie naukowców o stanie badań nad SI w Polsce, Ośrodek Przetwarzania Informacji, Warszawa 2020

1.2.3 Aktywność naukowa

Sztuczna inteligencja

Raport OPI¹³⁸ koncentruje się na publikacjach naukowych z bazy Scopus z lat 2010-2021. Dane pokazują zarówno wielkość produkcji naukowej, jej wpływ, jak i poziom jej internacjonalizacji. W analizowanym okresie opublikowano 949 451 publikacji o tematyce SI w naukach ścisłych i technicznych. Do 2015 roku roczny przyrost liczby publikacji był nieznaczny (oscylował w granicach 1-5%), ale od roku 2016 znacząco przyspieszył, co zaowocowało trzykrotnym wzrostem w latach 2015-2021¹³⁹.

W latach 2010-2021 najwięcej prac opublikowano w: Chinach (257 tys.), Stanach Zjednoczonych (140 tys.) oraz Indiach (105 tys.), co stanowiło łącznie 45% światowych publikacji o tej tematyce. Kolejne miejsca zajęły: Wielka Brytania, Niemcy, Japonia, Korea Południowa, Kanada, Iran i Francja. Trendy ostatnich lat pokazują, że maleje udział publikacji krajów UE, rośnie Chin, zaś udział Stanów Zjednoczonych utrzymuje się na stałym poziomie. W Polsce w tym okresie powstało 13 959 prac naukowych o tematyce SI w naukach ścisłych i technicznych¹⁴⁰, co stanowi 1,2% udziału wszystkich publikacji i daje piąte miejsce w UE oraz 19 na świecie. Największy wzrost liczby publikacji w Polsce nastąpił pomiędzy 2014 a 2015 rokiem (o 24%). W 2021 roku zidentyfikowano 1 851 publikacji autorstwa badaczy z Polski, co oznacza 2,5 krotny wzrost w odniesieniu do 2010 roku. Jest to więc przyrost znacząco niższy niż średnia światowa – w analogicznym okresie na całym świecie nastąpił aż czterokrotny wzrost liczby publikacji.

Największym wpływem z zakresu SI w naukach ścisłych i technicznych cechował się dorobek badaczy z Hongkongu (MNCS¹⁴¹ = 2,07) i Szwajcarii (MNCS = 1,94). Kolejne miejsca zajęły: Kanada, Singapur, Stany Zjednoczone, Katar, Wielka Brytania, Australia, Izrael, Dania. Prace chińskich naukowców były cytowane o 20% rzadziej niż średnia (MNCS = 0,80). Prace autorów z Polski cechowały się niskim poziomem wpływu (MNCS = 0,66), co daje Polsce dopiero 47 pozycję na świecie.

Polscy badacze afiliowali do 36 jednostek naukowych. Najwięcej publikacji wydały: Akademia Górniczo Hutnicza (1 358), Politechnika Warszawska (1 292), Politechnika Wrocławska (1 256) i Politechnika Śląska (1 144). Prace naukowców z tych instytucji stanowiły 27% wszystkich publikacji z zakresu SI w naukach ścisłych i technicznych przygotowanych w Polsce. Tylko dwie z nich: Politechnika Bydgoska oraz Społeczna Akademia Nauk osiągnęły ponadprzeciętną wartość wskaźnika poziomu cytowań (odpowiednio MNCS = 1,41 i MNCS = 1,04).

Wiodącą tematyką dotyczącą SI w latach 2010-2021 były algorytmy genetyczne (ok. 64 tys. prac zawierało wspomniany termin w tytule lub słowach kluczowych). Kolejne tematy to: sztuczne sieci neuronowe (60 tys.), algorytm optymalizacji roju cząstek (32 tys.) oraz przetwarzanie obrazu (38 tys.).

Aż 196 tys. publikacji o tematyce SI w naukach ścisłych i technicznych w latach 2010-2021 powstało we współpracy międzynarodowej w latach 2010-2021. Stanowiły one 21% światowego dorobku publikacyjnego z tego zakresu. Liderem rankingu pokazującego zjawisko umiędzynarodowienia został

¹³⁸ Raport „Sztuczna inteligencja: osiągnięcia publikacyjne z zakresu nauk ścisłych i technicznych w latach 2010–2021”, OPI, Warszawa 2022.

¹³⁹ Wzrost liczby publikacji między rokiem 2015 a 2021 był czterokrotny.

¹⁴⁰ Wartość ta obejmuje zarówno prace naukowców afiliowanych do polskich jednostek naukowych, jak i osiągnięcia na poziomie instytucji w zakresie prac naukowych AI w czasopiśmie z nauk ścisłych i technicznych.

¹⁴¹ MNCS to wskaźnik poziomu cytowań znormalizowany względem roku i typu publikacji oraz tematyki czasopisma. Wartość na poziomie 1 oznacza średni poziom cytowań na świecie; powyżej 1 – ponadprzeciętny, poniżej 1 – poniżej średniej.

Katar, którego cztery piąte dorobku publikacyjnego z zakresu SI stanowiły prace przygotowane we współautorstwie międzynarodowym. Kolejne pięć pozycji przypadło terytoriom i państwom z Azji Wschodniej (Makau, Hongkong i Singapur) oraz Bliskiego Wschodu (Arabia Saudyjska i Zjednoczone Emiraty Arabskie). Badacze z Chin i Stanów Zjednoczonych, czyli państw o największym dorobku naukowym w zakresie SI w naukach ścisłych i technicznych w latach 2010–2021, opublikowali również najwięcej prac międzynarodowych. Stanowiły one odpowiednio 23 i 41% ich całkowitej produkcji naukowej dotyczącej omawianej tematyki. W Polsce 27% prac z zakresu SI w naukach ścisłych i technicznych powstało w międzynarodowym współautorstwie. Co ważne publikacje powstałe w partnerstwie międzynarodowym cieszyły się znacznie wyższym wskaźnikiem wpływu (MNCS = 1,07) niż partnerskie krajowe (MNCS = 0,63) oraz jednoautorskie (MNCS = 0,47), co pokazuje pozytywne efekty internacjonalizacji w tym zakresie. Polscy naukowcy publikowali przede wszystkim z badaczami z państw anglojęzycznych: Stanów Zjednoczonych (647 wspólnych prac), Kanady (495) i Wielkiej Brytanii (344), a także z naukowcami z Chin (346). Spośród państw UE27, najwięcej prac przygotowali zaś wspólnie z naukowcami z Niemiec (329) i Włoch (320 prac). Szczególnie wysoki poziom wpływu osiągnęły prace powstałe we współautorstwie polskich autorów z badaczami ze Stanów Zjednoczonych (MNCS = 2,37) i Chin (MNCS = 2,04)¹⁴².

Autorzy raportu OPI, na podstawie opinii ekspertów biorących udział w badaniu CAWI, wskazują liczne problemy blokujące możliwości wykorzystania tego potencjału. Za główne problemy wymagające poprawy uważa się: brak odpowiedniego poziomu współpracy pomiędzy ekspertami sztucznej inteligencji z sektora nauki i biznesu oraz niedostateczne wdrażanie wyników badań do praktyki. Eksperti wskazali również problemy blokujące rozwój potencjału samych naukowców. Są to: (i) nadmierne obciążenie badaczy obowiązkami administracyjnymi, (ii) zbyt duża ilość czasu poświęcanego na działalność dydaktyczną, (iii) niewystarczające zachęty systemowe do pracy interdyscyplinarnej. Interdyscyplinarność wydaje się być szczególnie ważna w kontekście badań nad sztuczną inteligencją, co pokazują przykłady takie jak zastosowanie zaawansowanych algorytmów do analizy obrazów radiologicznych i detekcji nowotworów¹⁴³.

Blockchain

Przegląd najnowszej literatury naukowej wskazuje na rosnące znaczenie technologii blockchain w środowisku naukowym. Wyszukując słowo „blockchain” w bazie Scopus w tytułach, abstraktach i słowach kluczowych, uzyskujemy wynik 28 600 dokumentów. Aż 99,14% tych wyników (28 355 dokumentów) zostało opublikowane po 2017 roku. Co więcej, 85,77% (24 531 dokumentów) pochodzi z ostatnich trzech lat, czyli od 2019 roku.

W bazie Nauka Polska zidentyfikowano jedynie 23 prace badawcze dotyczące blockchain – aż 18 z nich to prace doktorskie lub habilitacyjne. Blockchain jest tematem nowym – wszystkie publikacje zostały wydane w latach 2019–2023. Publikacje w Polsce w dużej mierze koncentrują się na praktycznych zastosowaniach blockchain w różnych dziedzinach, z naciskiem na bezpieczeństwo, edukację i zastosowania w przedsiębiorstwach. Istnieje również zainteresowanie połączeniem technologii kwantowych z blockchain oraz badaniem jego potencjału w kontekście globalnych struktur i organizacji. Poruszają głównie zagadnienia związane z wykorzystaniem blockchain w organizacjach, w tym w takich strukturach jak NATO czy system państwa. Przedstawiają one potencjał tej technologii do poprawy wiarygodności informacji i dystrybucji władzy. Kilka artykułów koncentruje się na połączeniu technologii

¹⁴² Raport Ośrodka Przetwarzania Informacji, Sztuczna inteligencja: osiągnięcia publikacyjne z zakresu nauk ścisłych i technicznych w latach 2010–2021, Warszawa 2022.

¹⁴³ „Rozwój sztucznej inteligencji w sektorze nauki w Polsce, Opinie naukowców o stanie badań nad SI w Polsce”, Ośrodek Przetwarzania Informacji, Warszawa 2019.

kwantowych z blockchain, badając nowe sposoby zabezpieczania danych i tworzenia protokołów. Kilka prac skoncentrowanych jest na wykorzystaniu blockchain w edukacji, tworzenia ekosystemów uczenia się i promowania integracji. Niektóre artykuły badają możliwości zastosowania blockchain w różnych sektorach przedsiębiorstw, w tym w energetyce, FinTech oraz w małych i średnich przedsiębiorstwach. Kilka publikacji koncentruje się na zastosowaniach blockchain w zakresie bezpieczeństwa, w tym w zastosowaniach wojskowych i w Internecie Rzeczy. Wreszcie pojedyncze prace pochylają się nad ogólnym potencjałem i percepcją technologii blockchain, analizując jej korzyści i wyzwania.

1.2.4 Zgłoszenia patentowe

Założenia metodologiczne analizy ilościowej zgłoszeń patentowych w latach 2010-2023

Jednym z mierników obrazujących trendy i jednocześnie potencjał badawczo-rozwojowy w zakresie AI oraz blockchain jest liczba zgłoszeń patentowych w tym zakresie.

Zgodnie z założeniami metodologicznymi analizę tę przeprowadzono w oparciu o dane zamieszczone na witrynie Espacenet – Wyszukiwanie patentów – Serwis prowadzony we współpracy z EPO (ang. European Patent Office – Europejski Urząd Patentowy). Serwis ten umożliwia prowadzenie poszukiwań w regionalnej i światowej dokumentacji patentowej, pochodzącej z ponad 90 krajów (w tym zbiór dokumentów polskich) i organizacji udzielających praw wyłącznych.

Tematyka AI oraz blockchain nie jest zunifikowana w postaci zdefiniowanych kodów CPC (ang. Cooperative Patent Classification- Wspólna Klasyfikacja Patentowa) czy IPC (ang. International Patent Classification – Międzynarodowa Klasyfikacja Patentowa- MKP). Co więcej, powyższe obszary trudno przypisać do jakiegokolwiek grupy w systemach klasyfikacyjnych (patenty w zakresie AI/blockchain mogą występować w praktycznie każdej dziedzinie życia a także nie zawsze są klasyfikowane w podgrupach specyficznych dla AI/blockchain).

Dlatego też przyjęto uproszczoną metodologię analizy ilościowej zgłoszeń patentowych w analizowanych latach, tj. 2010-2022, wykorzystującą słowa kluczowe (ang. keywords). Polegała ona na eksploracji zgłoszeń patentowych w serwisie Espacenet z użyciem wyszukiwania zaawansowanego. Pozwala ono na wieloobszarowe wyszukiwanie kombinacji (z wykorzystaniem operatorów logicznych) określonych zapytań (poprzez wybór zbioru publikacji, słów kluczowych, numerów publikacji, dat publikacji, podmiotów zgłaszających/twórców czy symboli klasyfikacji). Zapytania konstruowano z użyciem słów kluczowych korzystając z operatorów Boole'a. Pozwalają one na pokazanie sensu logicznego pomiędzy konkretnymi słowami i frazami kluczowymi, przy pomocy operatorów: AND (zawężającej wyniki), OR (rozszerzającej wyniki), NOT (wykluczającej wyniki).

Na potrzeby niniejszej analizy dokonano wyboru zbiorów publikacji. Wykorzystano w niej dwa zbiory: 1) dla analizy światowych zgłoszeń patentowych – Pełen zbiór dokumentacji zgłoszeniowej (Worldwide); 2) dla analizy polskich zgłoszeń patentowych – zbiór polskich dokumentów.

Do każdego zbioru dobrano indywidualne słowa kluczowe (keywords). W przypadku zbioru Worldwide były to: *artificial intelligence* lub *blockchain*, natomiast dla zbioru polskiego był to ciąg wyrażień wykorzystujących operatory logiczne: *artificial intelligence* OR *sztuczna inteligencja* OR *sztucznej inteligencji* OR *sztuczną inteligencją* OR *sztuczną inteligencję* – w przypadku sztucznej inteligencji oraz *blockchain* w przypadku blockchain.

Zarówno na bazie Worldwide, jak i polskim zbiorze, szukano powyższych wyrażień w latach, wpisując w datę publikacji rok od 2010 do 2022.

W przypadku AI dokonano także prezentacji danych w zdefiniowanych przez kody Wspólnej Klasyfikacji Patentowej w obszarach zidentyfikowanych na podstawie analizy dokumentów strategicznych oraz innych danych (patrz rozdz. 1.1) jako kluczowe dla wykorzystania technologii AI:

- transport i logistyka (ang. Transportation): B60W30/06, B60W30/10, B60W30/12, B60W30/14, B62D15/02, B64G1/24, G06K9/00, G05D1/00,
- ochrona zdrowia i medycyna (ang. Life and medical sciences): A61, G06F19/24, G06F19/00, G16H50/20,
- rolnictwo (ang. Agriculture): A01,
- administracja publiczna i obsługa klienta/pacjenta (ang. Computing in government): G06Q50/26,
- bezpieczeństwo i obronność (ang. Military and security): B63G, G01S19/18, B64D7/00, F41, F42, G06F21/00, A61B5/117, H04W12/00,
- energetyka (ang. Energy management): G21, H02, H01M8/04992, H03H17/02.

Klasyfikacja tych obszarów została dobrana w oparciu o zdefiniowane obszary zastosowań sztucznej inteligencji w ramach metodologii opracowanej na potrzeby raportu Światowej Organizacji Własności Intelektualnej (ang. World Intellectual Property Organization- WIPO) pn. *Technology Trends 2019 - Artificial Intelligence*¹⁴⁴.

(AI) Zbiór Worldwide

Liczba zgłoszeń patentowych w zakresie AI na świecie systematycznie wzrasta. Szczególnie duży ich wzrost przypada na okres 2019-2022 (w tych latach skumulowane jest 96% wszystkich zgłoszeń od 2015 roku). Światowe średniookresowe tempo zmian w badanym okresie dla zgłoszeń patentowych w zakresie AI wynosi 101%, co oznacza, że liczba zgłoszeń w tym obszarze wzrastała przeciętnie z roku na rok o 101%. W samym 2022 roku odnotowano ich niecałe 65,5 tys. (przy zaledwie 492 w roku 2015).

Wykres 1. Liczba zgłoszeń patentowych w zakresie AI na świecie w latach 2015-2022



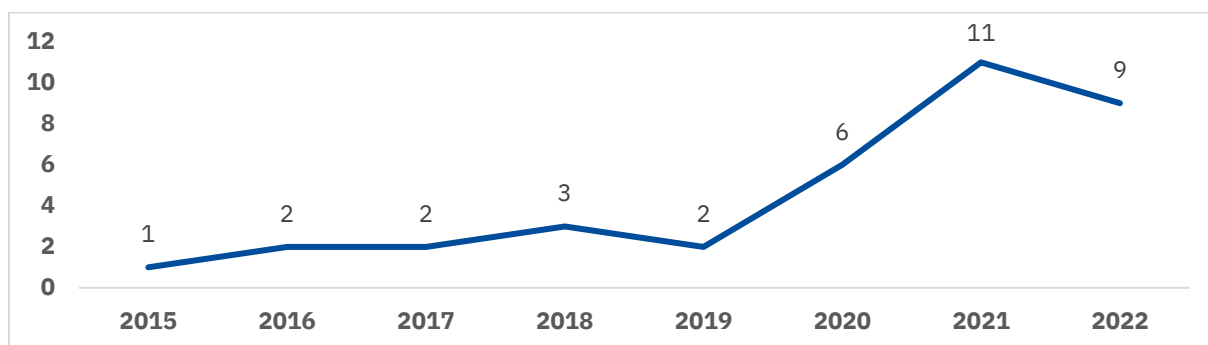
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w serwisie Espacenet.

(AI) Zbiór PL

Liczba zgłoszeń patentowych w Polsce w zakresie AI jest niewielka. W 2022 r. odnotowano ich zaledwie 9. Podobnie jak na świecie – największy przyrost liczby zgłoszeń datuje się na okres 2020-2022.

¹⁴⁴ Raport dostępny na oficjalnej witrynie WIPO pod linkiem:
https://www.wipo.int/tech_trends/en/artificial_intelligence/patentscope.html.

Wykres 2. Liczba zgłoszeń patentowych w zakresie AI w Polsce w latach 2015-2022



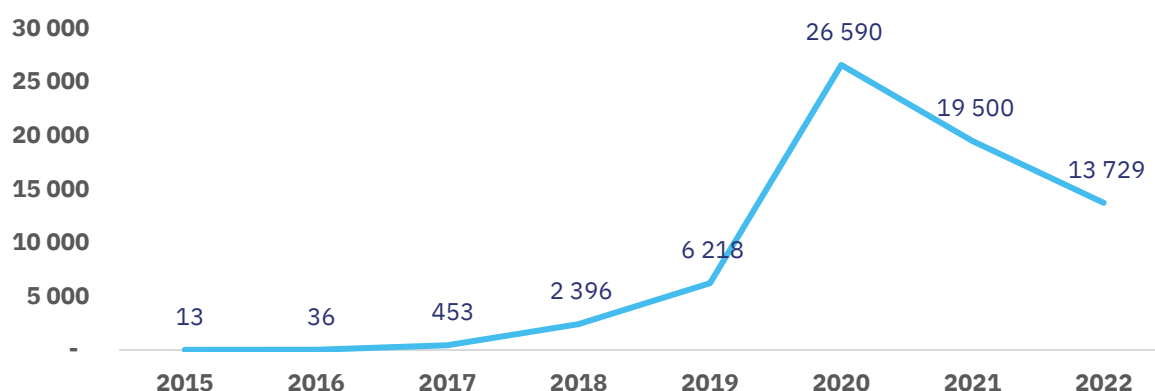
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w serwisie Espacenet.

(Blockchain) Zbiór Worldwide

Pierwsze światowe zgłoszenia patentowe z obszaru blockchain przypadają dopiero na 2014 rok. Ich wyraźny wzrost datuje się jednak na okres 2019-2020. W badanym okresie średnioroczne tempo zmian dla blockchain wynosi aż 170%, co oznacza, że liczba zgłoszeń patentowych w tym obszarze wzrastała przeciętnie z roku na rok o 170%. Tak wysoka wartość wskaźnika wynika ze skokowych i wysokich wzrostów względem roku poprzedniego w okresie 2017-2020.

W Polsce liczba zgłoszeń patentowych z zakresu blockchain jest marginalna. W 2020 roku odnotowano 1, w 2021 – 2, a w 2022 – 3 zgłoszenia.

Wykres 3. Liczba zgłoszeń patentowych w zakresie blockchain na świecie w latach 2015-2022



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w serwisie Espacenet.

Obszary zastosowania sztucznej inteligencji

Liczbę zgłoszeń patentowych z zakresu AI warto pokazać w poszczególnych obszarach zastosowań sztucznej inteligencji. Na potrzeby niniejszej analizy wyróżniono ich 6¹⁴⁵:

- Transport (ang. Transportation),

¹⁴⁵ Na toku badania wyróżniono 7 obszarów o największym potencjale do zastosowania technologii AI: klimat i ochrona środowiska, transport i logistyka, ochrona zdrowia i medycyna, rolnictwo, administracja publiczna i obsługa klienta/pacjenta, bezpieczeństwo i obronność oraz energetyka. W metodologii opracowanej na potrzeby raportu Światowej Organizacji Własności Intelektualnej (ang. World Intellectual Property Organization - WIPO) pn. Technology Trends 2019 - Artificial Intelligence, nie zidentyfikowano kodów pozwalających na pokazanie wyników dla obszaru klimat i ochrona środowiska.

- Ochrona zdrowia i medycyna (ang. Life and medical sciences),
- Rolnictwo (ang. Agriculture),
- Administracja publiczna (ang. Computing in government),
- Bezpieczeństwo i obronność (ang. Military and security),
- Energetyka (ang. Energy management).

Tabela 6. Liczba zgłoszeń patentowych z zakresu AI w poszczególnych obszarach tematycznych

Obszar	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Medycyna	44	63	117	294	579	974	1544	1857	1591
Transport	16	21	63	228	889	1514	2747	1140	765
Administracja publiczna	1	2	8	30	82	139	263	317	310
Energetyka	22	24	25	74	78	135	306	318	282
Rolnictwo	5	31	52	116	98	210	326	267	175
Bezpieczeństwo	2	2	2	4	10	18	26	16	22
Obronność	3	3	3	2	6	14	13	9	13

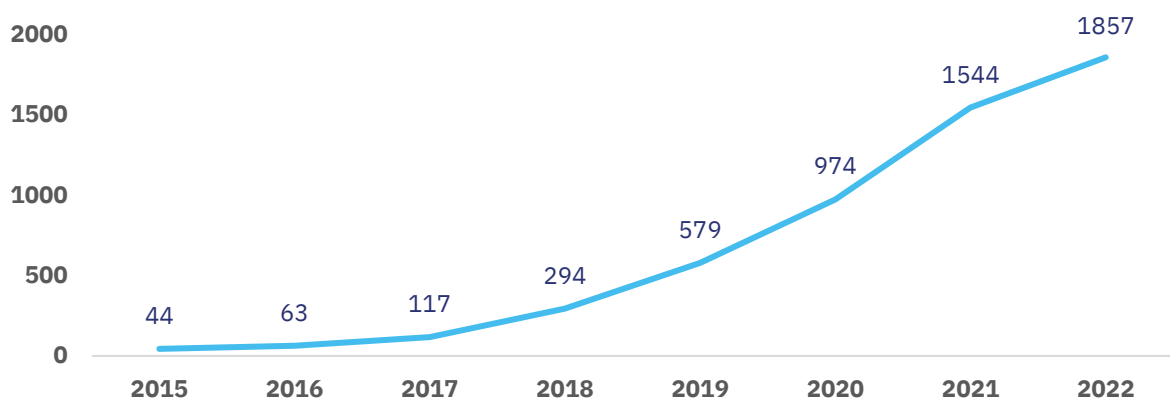
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w serwisie Espacenet.

Zdecydowanie najwięcej zgłoszeń wyróżnia się w obszarze medycyny oraz transportu. W 2022 roku odnotowano ich odpowiednio 1857 oraz 1140. Najmniej zgłoszeń patentowych z zakresu AI identyfikuje się w 2022 roku w przypadku bezpieczeństwa (16) i obronności (9). Pomimo względnie niedużej liczby zgłoszeń, największe średnioroczne tempo zmian w badanym okresie przypada na obszar administracji publicznej i wynosi 128%, co oznacza, że liczba zgłoszeń patentowych w tym obszarze wzrastała przeciętnie z roku na rok o 128%. Co ciekawe, w 3 obszarach (transport, rolnictwo, bezpieczeństwo i obronność) w 2022 roku odnotowano spadek liczby zgłoszeń (pomimo ogólnej tendencji wzrostowej) w stosunku do roku 2021.

Medycyna (Life and medical sciences)

Obszar ochrony zdrowia i medycyny znacząco wyróżnia się pod względem liczby zgłoszeń patentowych w zakresie AI na tle pozostałych badanych segmentów. W 2022 odnotowano 1857 tego typu zgłoszeń. Średniokresowe tempo zmian w badanym okresie dla tego obszaru wynosi 71% co oznacza, że liczba zgłoszeń w tym obszarze wzrastała przeciętnie z roku na rok o 71%.

Wykres 4. Liczba zgłoszeń patentowych w zakresie AI na świecie w obszarze ochrony zdrowia i medycyny w latach 2015-2022

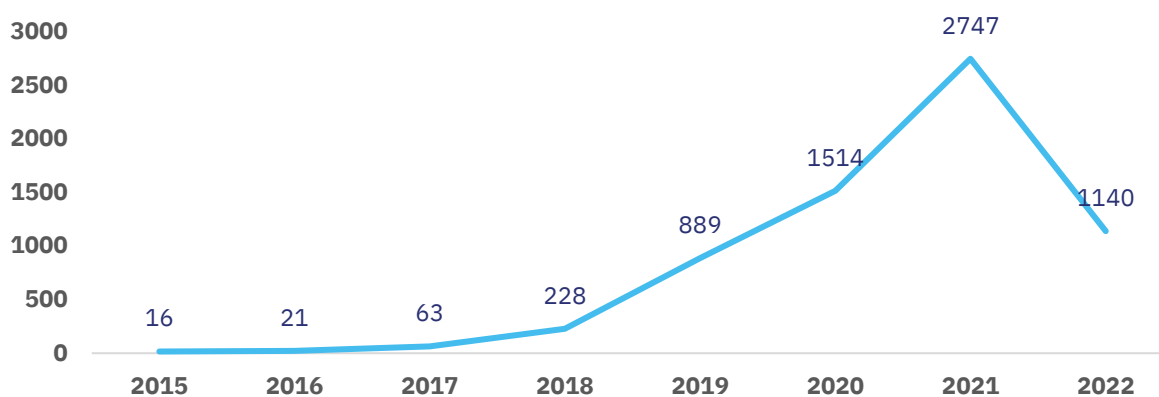


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w serwisie Espacenet.

Transport (Transportation)

Obszar Transportu zanotował najwyższą liczbę zgłoszeń patentowych wśród badanych obszarów w zakresie AI w 2021 roku – 2747. Do tego roku liczba zgłoszeń znacznie wzrastała, jednakże w 2022 roku nastąpił istotny spadek – o 59% w stosunku do roku poprzedniego. Pomimo to średniokresowe tempo zmian w badanym okresie dla tego obszaru jest względnie wysokie i wynosi 84% co oznacza, że liczba zgłoszeń w tym obszarze wzrastała przeciętnie z roku na rok o 84%.

Wykres 5. Liczba zgłoszeń patentowych w zakresie AI na świecie w obszarze transportu i logistyki w latach 2015-2022

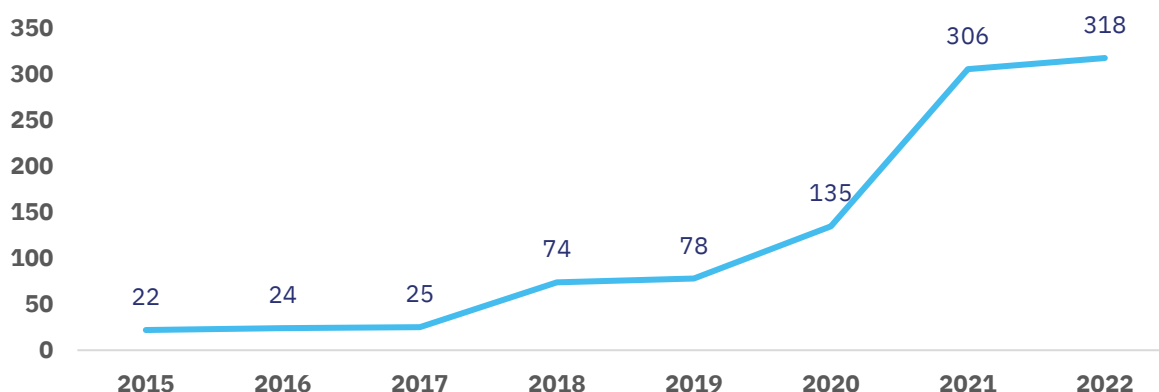


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w serwisie Espacenet.

(Energetyka) Energy management

Zgłoszenia patentowe w zakresie AI w obszarze energetyki także mają tendencję rosnącą. Ich liczba w 2022 wyniosła 318 (w stosunku do 22 w 2015 roku). Największy wzrost nastąpił w 2021 roku. Średniokresowe tempo zmian w badanym okresie dla tego obszaru wynosi 46% co oznacza, że liczba zgłoszeń w tym obszarze wzrastała przeciętnie z roku na rok o 46%.

Wykres 6. Liczba zgłoszeń patentowych w zakresie AI na świecie w obszarze energetyki w latach 2015-2022

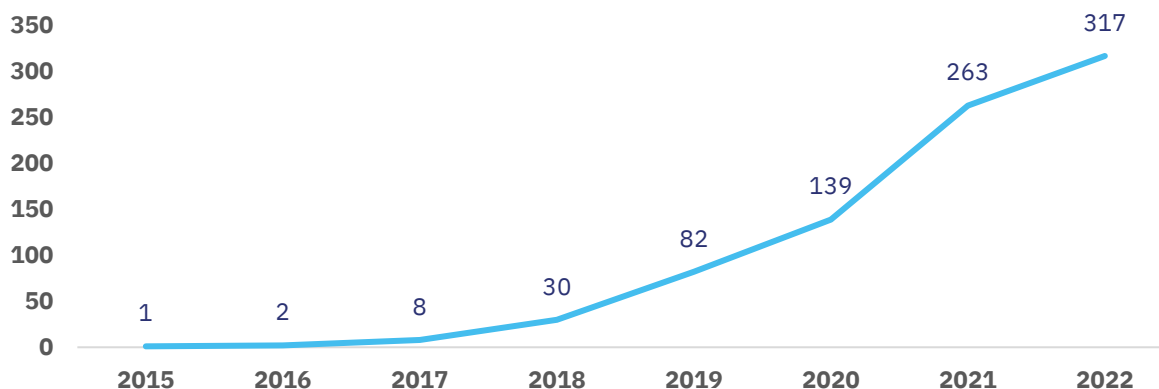


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w serwisie Espacenet.

Administracja publiczna (Computing in government)

Zgłoszenia patentowe w zakresie AI w obszarze administracji publicznej stale rosną. Ich średniokresowe tempo zmian w badanym okresie wynosi 128% co oznacza, że liczba zgłoszeń w tym obszarze wzrastała przeciętnie z roku na rok o 128%. Jednakże ich liczba w 2022 roku jest względnie niewielka i wynosi 317.

Wykres 7. Liczba zgłoszeń patentowych w zakresie AI na świecie w obszarze administracji publicznej w latach 2015-2022

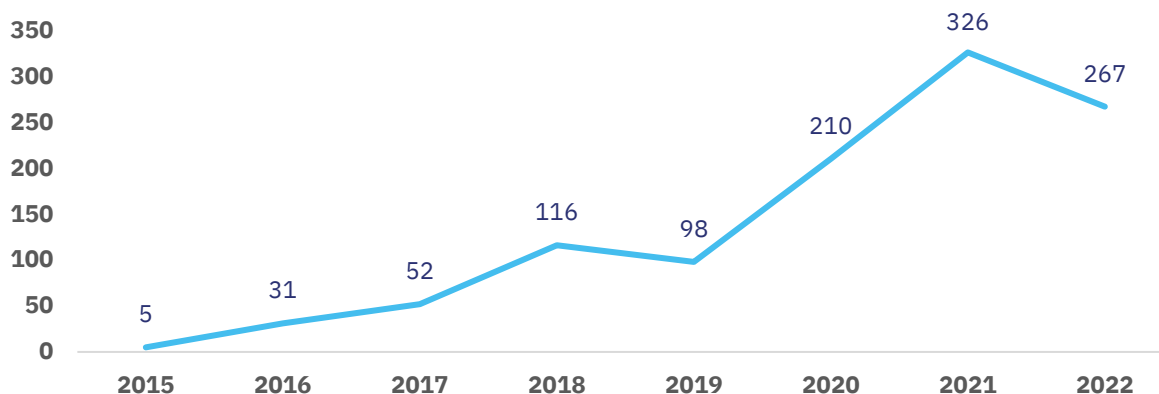


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w serwisie Espacenet.

Rolnictwo (Agriculture)

Liczba zgłoszeń patentowych obejmujących swoją tematyką AI w obszarze rolnictwa jest przeciętna. W 2022 roku odnotowano ich 267. Wyraźny wzrost zgłoszeń w tym obszarze datuje się na okres od 2020 roku. Wówczas ich liczba wzrosła z 98 w 2019 roku do 210. Średniookresowe tempo zmian w badanym okresie dla zgłoszeń patentowych w zakresie AI w rolnictwie wynosi 77%, co oznacza, że liczba zgłoszeń w tym obszarze wzrastała przeciętnie z roku na rok o 77%.

Wykres 8. Liczba zgłoszeń patentowych w zakresie AI na świecie w obszarze rolnictwa w latach 2015-2022

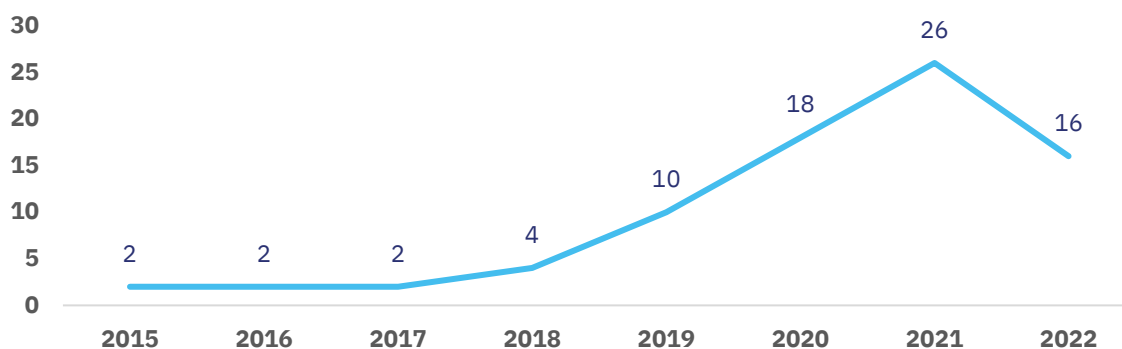


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w serwisie Espacenet.

Bezpieczeństwo (Security)

W przypadku bezpieczeństwa mamy do czynienia z najniższymi liczbami zgłoszeń patentowych wśród badanych obszarów. W ostatnich latach przybyło ich kilka/kilkanaście oraz ich liczba ma tendencję spadkową od 2020/2021 roku. Średniookresowe tempo zmian w badanym okresie dla tych obszarów wynosi odpowiednio 17% dla obronności oraz 35% dla bezpieczeństwa co oznacza, że liczba zgłoszeń w tym obszarze wzrastała przeciętnie z roku na rok o 17% (obronność) lub 35% (bezpieczeństwo).

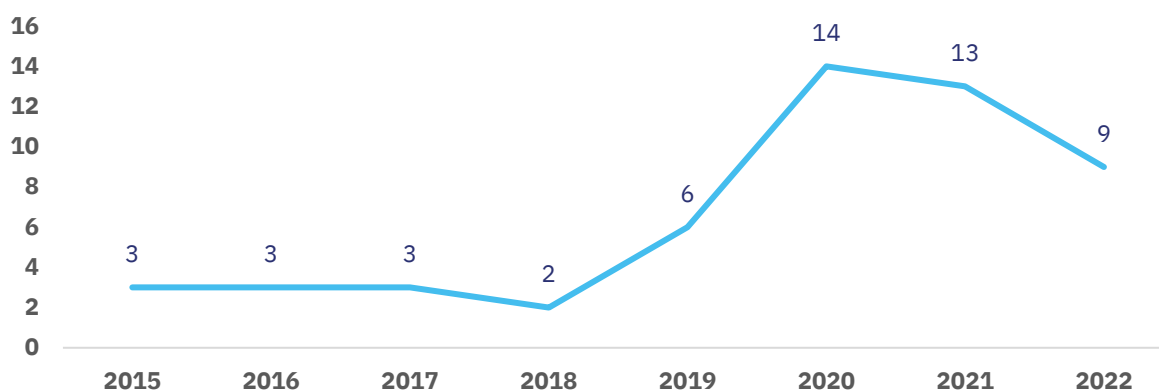
Wykres 9. Liczba zgłoszeń patentowych w zakresie AI na świecie w obszarze bezpieczeństwa w latach 2015-2022



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w serwisie Espacenet.

Obronność (Military)

Wykres 10. Liczba zgłoszeń patentowych w zakresie AI na świecie w obszarze obronności w latach 2010-2022



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w serwisie Espacenet.

1.2.5 Aktywność projektowa

Sztuczna inteligencja

Największym zbiorem danych o projektach z zakresu sztucznej inteligencji, jest baza wszystkich projektów unijnych zrealizowanych w perspektywie finansowej 2014-2020. W tym okresie 798 podmiotów zrealizowało łącznie 941 projektów z zakresu sztucznej inteligencji. Liczbę projektów w poszczególnych programach ilustruje poniższa tabela.

Tabela 7 Liczba projektów z zakresu sztucznej inteligencji zrealizowana w ramach funduszy unijnych w latach 2014-2020

Program	Liczba projektów	Wartość całkowita	Wartość dofinansowania UE
Program Operacyjny Inteligentny Rozwój	586	4 443 687 817,23 zł	2 964 643 284,59 zł
Regionalny Program Operacyjny	219	844 759 540,23 zł	466 671 885,01 zł
Program Operacyjny Polska Wschodnia	128	210 358 767,25 zł	150 588 058,97 zł

Program	Liczba projektów	Wartość całkowita	Wartość dofinansowania UE
Program Operacyjny Polska Cyfrowa	4	85 072 049,39 zł	69 896 082,38 zł
Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój	3	4 935 477,97 zł	4 159 620,83 zł
Program Interreg Południowy Bałtyk	1	40 000,00 zł	31 025,00 zł
Suma końcowa	941	5 588 853 652,07 zł	3 655 989 956,78 zł

Źródło: opracowanie własne na podstawie listy projektów Funduszy Europejskich 2014-2020, w tabeli ujęte zostały wszystkie projekty, w tym niemające charakteru B+R

Najwięcej projektów z zakresu sztucznej inteligencji zrealizowano w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój. W zdecydowanej większości były to projekty realizowane przez przedsiębiorstwa prywatne (większość stanowiły spółki z o.o.) - 453 firmy zrealizowały łącznie 573 projekty (z 586 przedsięwzięć czyli 97,8%). Średnia wartość projektu w przypadku POIR wynosiła niecałe 7,6 mln zł. Na ogół projekty opiewały na kilka mln zł, jedynie dziewiętnaście przekroczyło próg 20 mln zł, zaś cztery największe kosztowały od ponad 197 mln do niecałych 298 mln zł. Warto odnotować, że trzy z nich realizowane były przez państwowe jednostki organizacyjne¹⁴⁶ a jedynie jeden – o największej wartości – przez spółkę z o.o.

W Programie Operacyjnym Polska Wschodnia projekty z zakresu sztucznej inteligencji realizowały jedynie przedsiębiorstwa – 126 firm zrealizowało po jednym, natomiast 1 - dwa projekty. Były to przedsięwzięcia o względnie małej skali - średnia wartość projektu wyniosła 1,6 mln zł. Prawie wszystkie projekty POPW (127) kosztowały w granicach 0,5 – 1,4 mln zł. Jedynym wyjątkiem jest jeden projekt o wartości nieco ponad 59 mln zł¹⁴⁷.

W Programie Operacyjnym Polska Cyfrowa zrealizowano tylko kilka projektów z zakresu sztucznej inteligencji. Beneficjenci byli bardzo zróżnicowani. Kancelaria Prezesa Rady Ministrów zrealizowała projekt za 51,5 mln zł, Wytwórnia Filmów Dokumentalnych i Fabularnych projekt za 18,8 mln zł, Ministerstwo Cyfryzacji przedsięwzięcie za niecałe 13,5 mln zł oraz przedsiębiorstwo jeden projekt za 1,1 mln zł. Z kolei w Programie Operacyjnym Wiedza Edukacja Rozwój zrealizowano tylko trzy projekty z przedmiotowego zakresu: Państwowa Uczelnia im. Stefana Batorego zrealizowała projekt za nieco ponad 3 mln zł, Wrocławska Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej za 1,5 mln zł, a Uniwersytet Wrocławski za 0,3 mln zł. Jedynie jedno przedsięwzięcie z zakresu AI odnotowano w Programie Interreg Południowy Bałtyk. Był to niewielki projekt o wartości 40 tys. zł.

W Regionalnych Programach Operacyjnych również dominowały przedsiębiorstwa. We wszystkich wojewódzkich programach łącznie 193 firmy zrealizowały 209 projektów (z 219 przedsięwzięć czyli 95,4%). Średnia wartość projektu 16 programów wyniosła niecałe 3,9 mln zł. Występuje w nich jednak pewne zróżnicowanie: odnotowano 30 przedsięwzięć (13,7% wszystkich) o wartości do 0,5 mln zł, 32 (14,6%) powyżej 0,5 mln zł do 1 mln, 148 (67,6%) powyżej 1 mln do 10 mln, 7 (3,2%) powyżej 10 mln do 20 mln zł, jeden o wartości niecałych 89 mln zł oraz jeden równy 119,5 mln zł.

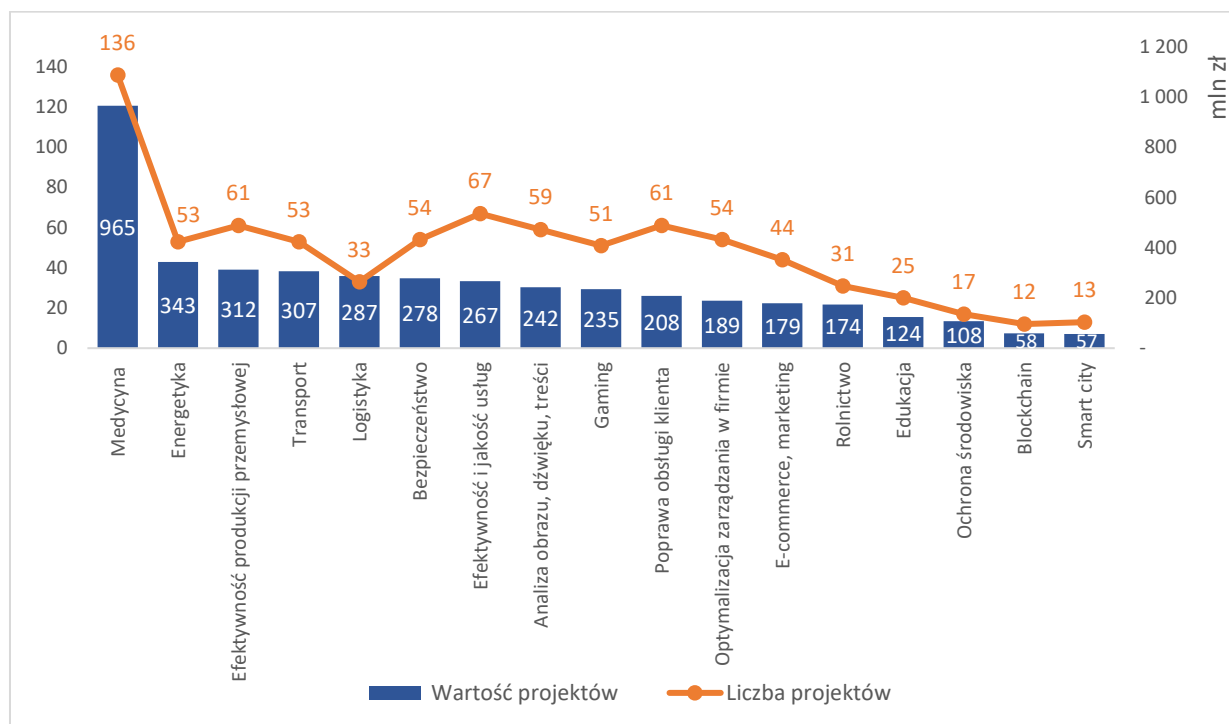
Na potrzeby niniejszego badania dokonano przypisania projektów do obszarów tematycznych, starając się w jak największym stopniu uwzględnić w nich kategorie obszarów zidentyfikowane w ramach analizy

¹⁴⁶ Jeden przez Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk oraz dwa przez Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk - Poznańskie Centrum Superkomputerowo Sieciowe.

¹⁴⁷ Jest to projekt „Avatary Miasta”- jako innowacyjny sieciowy produkt turystyki kulturowej w Polsce Wschodniej – realizowany przez Custom P.Klauda, M.Machlarz Spółka Jawna.

trendów i wyzwań strategicznych¹⁴⁸. Kategoryzacji dokonano na podstawie skróconych opisów projektów. Szczegóły analizy przedstawia poniższy wykres.

Wykres 11. Liczba i wartość projektów z zakresu sztucznej inteligencji zrealizowana w ramach funduszy unijnych w latach 2014-2020 w poszczególnych obszarach tematycznych



Źródło: opracowanie własne na podstawie listy projektów Funduszy Europejskich 2014-2020, w tabeli ujęte zostały wszystkie projekty, w tym niemające charakteru B+R; nie pokazano projektów z kategorii "inne" (zaliczone do projektów z zakresu AI, ale niemożliwe do przypisania do kategorii na podstawie skróconych opisów projektów).

Najwięcej projektów dotyczących sztucznej inteligencji zrealizowano w obszarze medycyny. Były to projekty obejmujące m.in. narzędzia do automatyzacji diagnostyki, wykorzystanie AI w tworzeniu leków, spersonalizowane inteligentne systemy teleopieki i rehabilitacji oraz wykorzystanie AI w urządzeniach medycznych. Pojedyncze projekty dotyczyły też monitorowania bezpieczeństwa epidemicznego. Na drugim miejscu znalazły się projekty z obszaru energetyki, dotyczące m.in. narzędzi wspierających procesy obrotu energią, monitoringu i wykrywania usterek (ang. predictive maintenance) infrastruktury krytycznej. Na trzecim miejscu znalazły się projekty ukierunkowane na zwiększenie efektywności produkcji przemysłowej – szeroki wachlarz działań na rzecz optymalizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych, a także diagnostyki i optymalizacji działania zakładów przemysłowych. Na kolejnych miejscach znalazły się projekty dotyczące transportu (samochodowego, lotniczego, kolejowego, wodnego) oraz logistyki (optymalizacja procesów logistycznych, łańcuchów dostaw). Na dalszych miejscach plasują się projekty z zakresu: bezpieczeństwa (dotyczące cyberbezpieczeństwa, ale też monitorowania bezpieczeństwa publicznego i biznesowego), zwiększenia efektywności i jakości usług, analizy obrazu, dźwięku i treści (w różnych dziedzinach, np. handlu, sportu, psychologii), gamingu, poprawy obsługi klienta (głównie projekty dotyczące inteligentnych asystentów oraz monitorowania aktywności i preferencji klientów), optymalizacji zarządzania w firmie (narzędzia zwiększające

¹⁴⁸ Tj. ochrona zdrowia i medycyna, transport i logistyka, klimat i ochrona środowiska, energetyka, rolnictwo, administracja publiczna, bezpieczeństwo i obronność, blockchain.

efektywność wewnętrzną firmy np. zatrudniania i zarządzania zasobami ludzkimi), inteligentnych rozwiązań wspierających branżę e-commerce oraz działania promocyjne i marketingowe. Na ostatnich miejscach pod względem liczby projektów znalazł się obszar: rolnictwa (monitorowanie stanu roślin i zwierząt, zbiory plonów przy użyciu inteligentnych maszyn i aplikacji), edukacji (wykorzystanie AI w działalności edukacyjnej np. platformy edukacyjne, systemy szkoleniowe oparte na technologii VR), ochrony środowiska i bioróżnorodności, a także zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych. Na ostatnim miejscu znalazły się projekty z zakresu smart city (zarządzanie transportem publicznym, parkingami, monitoring, inteligentne oświetlenie).

Spośród 93 MVP¹⁴⁹ powstałych w pierwszych trzech edycjach **Projekt e-Pionier** (lata 2017-2021), 13 dotyczyło wykorzystania w nich technologii AI. Aż pięć projektów dotyczyło ochrony zdrowia, a pozostałe: edukacji i rozwoju, monitoringu środowiska oraz szkolnictwa wyższego. Były to rozwiązania obejmujące takie zagadnienia, jak:

- 1) Optymalizacja i automatyzacja procesów biznesowych:
 - a. System do automatycznego generowania raportów biznesowych,
 - b. Rozwiązanie do automatycznego przetwarzania dokumentów i ekstrakcji danych,
 - c. System do optymalizacji procesów logistycznych;
- 2) Rozwiązania medyczne i opieka zdrowotna:
 - a. Narzędzie do diagnostyki obrazowej wspomaganie AI,
 - b. System monitorowania stanu zdrowia pacjentów z wykorzystaniem wearable devices,
 - c. Platforma do personalizowanej terapii opartej na danych genetycznych;
- 3) Usprawnienia w sektorze edukacji:
 - a. Aplikacja do indywidualnego nauczania języków obcych,
 - b. Wirtualny asystent nauczyciela wspomagający personalizację nauczania;
- 4) Optymalizacja zużycia zasobów i zarządzanie energią:
 - a. System zarządzania energią dla budynków;
- 5) Analiza danych i zachowań konsumentów:
 - a. Narzędzie do analizy emocji i reakcji konsumentów na reklamy,
 - b. System do analizy zachowań konsumentów w sklepach detalicznych;
- 6) Rozwiązania dla branży rozrywkowej i mediów:
 - a. Aplikacja do generowania muzyki opartej na preferencjach użytkownika;
- 7) Bezpieczeństwo i monitorowanie:
 - a. System do wykrywania i zapobiegania oszustwom finansowym,
 - b. Rozwiązanie do monitorowania i przewidywania zagrożeń środowiskowych.

Zapotrzebowanie na rozwiązania zgłaszały głównie przez podmioty lecznicze (5) oraz uczelnie (3). Zapotrzebowania zgłosiły również: JST, placówka oświatowa, przedsiębiorstwo komunalne, komenda policji oraz instytut PAN. Łączna wartość tych projektów wynosiła 166 972 644,03 zł, zaś kwota dofinansowania 133 459 197,48 zł.

Blockchain

Aktywność projektowa dotycząca blockchain jest bardzo skromna. Na liście projektów Funduszy Europejskich 2014-2020, można znaleźć jedynie osiem projektów powiązanych z tym obszarem. Pięć z nich zostało zrealizowanych w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój – trzy zostały

¹⁴⁹ "Minimum Viable Product", czyli "Minimalny Produkt Wykonalny" w kontekście rozwoju produktów, zwłaszcza w branży technologicznej i startupowej.

zrealizowane przez spółki z ograniczoną odpowiedzialnością, a dwie przez spółki akcyjne. Wartości projektów wahały się od 389 tys. do aż 27,3 mln zł. Średnia wartość projektu wyniosła 11,0 mln zł.

Pierwszy projekt zakłada stworzenie platformy na bazie technologii blockchain do emisji i kontroli obrotu tokenami oraz świadczenie usług smart kontraktów. Celem jest ograniczenie spekulacji na tokenach i zapewnienie większego bezpieczeństwa dla użytkowników. Implementacja platformy pozwoli bankowi na znaczące obniżenie kosztów oraz oferowanie nowych produktów cyfrowych. Drugi projekt ma na celu stworzenie aplikacji mobilnej umożliwiającej tokenizację dowolnego rodzaju przedsięwzięć Marek Osobistych. Użytkownicy będą mogli emitować "akcje osobiste" w postaci personalnych tokenów. Platforma umożliwi także obrót wtórny tymi tokenami oraz partycypację w zyskach Marek Osobistych. Bazować to będzie na nowym blockchainie Sapiency z autorskim algorytmem konsensusu. Trzeci projekt polega na opracowaniu innowacyjnego, mobilnego portfela sprzętowego do przechowywania kluczy prywatnych technologii blockchain i innych zastosowań asymetrycznej kryptografii. Bitfold zapewni najwyższe standardy bezpieczeństwa przy jednoczesnej łatwości obsługi, skupiając się na transakcjach kryptowalutowych. Czwarty projekt miał na celu opracowanie narzędzia opartego na technologiach sztucznej inteligencji do automatycznego przeprowadzania audytów bezpieczeństwa smart contractów działających na platformie Ethereum. Dzięki temu narzędziu możliwe jest szybkie wykrywanie potencjalnych błędów oraz zapewnienie większego bezpieczeństwa dla użytkowników technologii blockchain. Piąty projekt zakłada wykorzystanie innowacyjnych rozwiązań z dziedziny logiki i programowania logicznego do tworzenia protokołu typu "logic-based smart contract" dla systemów Blockchain. Celem było stworzenie bardziej efektywnych i deklaratywnych metod opisu kontraktów, które będą miały szereg nowych zastosowań.

Kolejne trzy to skromne projekty realizowane w ramach RPO: dolnośląskiego, małopolskiego i mazowieckiego. Ich średnia wartość wynosiła jedynie 197,6 tys. zł. Pierwszy projekt dotyczy platformy "I Was First", która umożliwi twórcom ochronę praw autorskich poprzez technologię blockchain. Użytkownik może zamieścić informacje o posiadanym pliku w sieci Ethereum i uzyskać certyfikat potwierdzający, że był pierwszym właścicielem danego pliku w określonym czasie. W projekcie przewidziano zakup usług doradczych do dalszego rozwoju innowacji opartych na tej technologii. Technologia blockchain zapewnia niezmienność i transparentność rekordów, co gwarantuje, że informacje o prawach autorskich są chronione i niepodważalne. Drugi projekt polegał na stworzeniu oprogramowania i algorytmów do bezpośredniej wymiany kryptowalut pomiędzy użytkownikami, eliminując potrzebę pośredników. Ma to zapewnić automatyzację procesu, który obecnie wymaga interwencji pośredników. Trzeci projekt koncentrował się na badaniu możliwości wykorzystania technologii blockchain w sektorze ochrony zdrowia, głównie w zabezpieczaniu laboratoriów i placówek działających na rynku Life Science. Celem było tworzenie przejrzystości, eliminacja pośredników i redukcja kosztów w systemie opieki zdrowotnej.

Infostrateg

Warto porównać strukturę projektów unijnych z tymi realizowanymi w ramach Infostrateg. Do Programu równie licznie zgłaszają się przedsiębiorstwa (170 złożonych wniosków), jak i jednostki naukowe (149) oraz nieliczne inne podmioty (fundacje, stowarzyszenia, podmioty ochrony zdrowia). Dominują mikro (71) i małe przedsiębiorstwa (68). Wnioski złożyło także 19 średnich i 12 dużych firm. Z kolei jednostki naukowo-badawcze to w większości uczelnie (50) i instytuty badawcze (23).

Najaktywniejsze w składaniu wniosków są jednostki naukowo-badawcze z województwa mazowieckiego (56 wniosków), a na kolejnych miejscach uplasowały się: małopolskie (18), łódzkie (11), pomorskie (8) i śląskie (8). Również przedsiębiorstwa najczęściej pochodziły z województw mazowieckiego (59 wniosków) oraz małopolskiego (20). Dość liczne były również firmy z województw dolnośląskiego (25) oraz łódzkiego (9).

Projekty w ramach Programu Infostrateg realizuje 15 uczelni, sześć instytutów badawczych oraz 29 przedsiębiorstw – w większości mikro i małych (27), jedno średnie i jedno duże. Przedsiębiorstwa reprezentowały głównie miasta wojewódzkie (22 firmy), ale również dwa miasta powyżej 100 tys. mieszkańców (Tarnów i Gliwice) oraz pięć małych miast.

Głównym wyróżnikiem programu Infostrateg była współpraca przy realizacji projektów, ale sytuacja była zróżnicowana w ramach poszczególnych tematów. Przykładem częstego zawiązywania konsorcjów był temat badawczy nr 11. „Weryfikowanie źródeł informacji i detekcja fake newsów”, w ramach którego tylko trzy projekty zrealizowano samodzielnie (prowadzone przez dwa mikroprzedsiębiorstwa oraz uczelnię). Pozostałe projekty zrealizowano w partnerstwach mieszanych, w których uczestniczyły cztery mikro i małe przedsiębiorstwa oraz sześć uczelni. W temacie „Wykorzystanie sztucznej inteligencji SI do identyfikowania opinii konsumentów na temat bezpieczeństwa produktów i ich jakości” projekty prowadzono jedynie w partnerstwach. W jednym znalazły się dwie uczelnie i małe przedsiębiorstwo, w drugim współpracowała uczelnia i instytut badawczy, zaś w trzecim dwa instytuty badawcze.

W ramach tematu 2. „Rozpoznawanie obrazów medycznych” samodzielne projekty realizowały dwa instytuty badawcze, jedna uczelnia oraz dwie firmy. Tylko jeden projekt odbył się w partnerstwie – był prowadzony przez mikroprzedsiębiorstwo i instytut badawczy. Podobna sytuacja miała miejsce w temacie 7. „Inteligentny dyspozytor korespondencji”. Tutaj samodzielnie przedsiębiorstwa zrealizowały aż cztery projekty, zaś w partnerstwie – jeden.

W ramach pozostałych tematów występowała równowaga pomiędzy liczbą projektów realizowanych samodzielnie i w partnerstwie. W temacie 1. „Inteligentny system przetwarzania mowy dla lekarzy” samodzielne projekty realizowały trzy małe przedsiębiorstwa, zaś wspólne mieszane konsorcja pięciu uczelni, czterech przedsiębiorstw i instytutu badawczego. W temacie 5. „Inteligentna maszyna do zbierania jabłek” samodzielne projekty prowadziły dwa przedsiębiorstwa, zaś partnerskie - cztery przedsiębiorstwa i instytut badawczy.

Warto zauważyć, że aż w 11 przypadkach (realizowanych projektów) liderami konsorcjów są przedsiębiorstwa. Są to cztery projekty realizowane w temacie 11. „Weryfikowanie źródeł informacji i detekcja fake newsów”, trzy w temacie 1. „Inteligentny system przetwarzania mowy dla lekarzy”, dwa w temacie 5. „Inteligentna maszyna do zbierania jabłek” oraz po jednym w tematach 2. „Rozpoznawanie obrazów medycznych” i 7. „Inteligentny dyspozytor korespondencji”.

W dwóch projektach rolę lidera pełnił uczelnia¹⁵⁰, a w dwóch kolejnych instytuty badawcze¹⁵¹. Trzy projekty dotyczą wykorzystania sztucznej inteligencji do identyfikowania opinii konsumentów na temat bezpieczeństwa produktów i ich jakości, zaś jeden inteligentnych systemów przetwarzania mowy dla lekarzy. Program Infostrateg sprzyja nawiązywaniu współpracy – i co najważniejsze – na ogół współpracy między nauką a biznesem. Jednakże, jak wynika z pogłębionego badania projektodawców, efekty w tym zakresie są ograniczane przez czynniki niezależne od samego modelu wdrażania Programu – przede wszystkim niski poziom wzajemnego zaufania nauki i biznesu.

Pozwala również na realizację projektów o większej wartości niż w przypadku funduszy strukturalnych. Średnia wartość projektów oscylowała w granicach 9 mln zł, ale była zróżnicowana ze względu na podejmowaną tematykę – projekty polegające na wdrażaniu nowej technologii (temat 5) są kilka razy droższe niż samo tworzenie algorytmów (temat 11). Co ciekawe nie występowały widoczne różnice w wartości projektów realizowanych samodzielnie i w partnerstwie oraz przez firmy i uczelnie. Może to

¹⁵⁰ Politechnika Łódzka i Politechnika Gdańska.

¹⁵¹ Sieć Badawcza Łukasiewicz - Poznański Instytut Technologiczny i Ośrodek Przetwarzania Informacji.

oznaczać gotowość przedsiębiorstw do samodzielnego tworzenia i wdrażania nowych technologii – pod warunkiem, że mają dostęp do laboratoriów badawczych.

1.3 Przykłady innych działań wspierających zastosowanie rozwiązań dotyczących sztucznej inteligencji i blockchain

1.3.1 Wprowadzenie

Celem analizy było wskazanie przykładów działań (w tym warunków wsparcia, zakresu tematycznego) stosowanych w innych programach finansujących zastosowanie w przedsiębiorstwach i administracji publicznej rozwiązań dotyczących sztucznej inteligencji i blockchain. Opisanie przykładów innych programów miało na celu umożliwienie ich praktycznego wykorzystania w działalności NCBR. Przedmiot analizy programów stanowiły: a) określenie wielkości finansowania projektów w programie, b) wskazanie zasad i warunków wsparcia (wymagania od wnioskodawców, c) identyfikacja procedury/sposobów ubiegania się o finansowania, d) identyfikacja zakresu tematycznego i tematów priorytetowych, e) określenie kryteriów oceny wniosków (jeśli zostały udostępnione przez grantodawcę), f) wskazanie etapów oceny wniosku grantowego, g) sprecyzowanie jak komponent publiczny i wpływ społeczny są komunikowane w procedurze promocyjnej oferty grantowej (jeśli występuje), h) wskazanie długości trwania projektów, i) identyfikacja etapów finansowania projektów (sprawdzenie czy lub ewentualnie w jakiej formie projekty są ewaluowane podczas ich trwania).

Przy analizie zostały uwzględnione: a) regulaminy konkursów, oraz b) strony internetowe grantodawców. W wyniku analizy zostały określone dobre praktyki, które mogą zostać wykorzystane w ramach programu INFOSTRATEG i przysłużyć się do jego rozwoju, w tym aplikacji/wdrożenia wybranych praktyk stosowanych przez innych grantodawców w celu zwiększenia transparentności i zainteresowania wnioskodawców oferowanymi funduszami.

1.3.2 Program 1: AI Solutions to improve productivity in key sectors

Nazwa konkursu w języku polskim: Wykorzystanie sztucznej inteligencji do poprawy produktywności w kluczowych sektorach.

Nazwa konkursu w języku angielskim: AI Solutions to improve productivity in key sectors

Nazwa programu i kraj realizacji: Innovation Funding Service, Wielka Brytania

<https://apply-for-innovation-funding.service.gov.uk/competition/1714/overview/c85b3edc-0416-4e92-a5d3-014fe8aab148#summary>

Ogólny opis programu:

Celem tego konkursu było wsparcie rozwoju i wdrożenia rozwiązań bazujących na sztucznej inteligencji (AI) oraz uczeniu maszynowym (ML) w priorytetowych sektorach, takich jak transport, budownictwo, rolnictwo i branże kreatywne. Każdy wniosek musiał a) zidentyfikować docelowego użytkownika danego rozwiązania w jednym z priorytetowych sektorów, b) wyraźnie wskazać, w jaki sposób rozwiązanie poprawi produktywność lub efektywność biznesową w jednym z priorytetowych sektorów. Konkurs był podzielony na dwa modele realizacji projektów: 1) w konsorcjach oraz 2) indywidualne projekty w zakresie badań i rozwoju (R&D)

Typ beneficjenta

O grant mogła aplikować organizacja prowadząca działalność biznesową, zarejestrowana na terenie Wielkiej Brytanii, niewspółpracująca z podmiotami rosyjskimi i/lub białoruskimi, zamierzająca wykorzystać wdrożenie dla rozwoju rynku brytyjskiego.

Wielkość finansowania w programie

Na program przeznaczono 32,000,000 funtów brytyjskich. Pojedynczy projekt był finansowany do 100,000 funtów brytyjskich.

Zasady i warunki wsparcia (wymagania od wnioskodawców)

Warunkami koniecznymi uzyskania finansowania były: a) stworzenie budżetu opiewającego na maksymalnie 100,000 funtów, b) zaplanowanie projektu na minimum 4 i maksymalnie 8 miesięcy, c) zaplanowanie realizacji projektu na terenie Wielkiej Brytanii, d) realizacja projektu między 1 kwietnia 2024 a 31 marca 2025 roku.

W konkursie nie były finansowane inicjatywy związane z działalnością komercyjną, rozwojem biznesowym. Wykluczono finansowanie organizacji współpracujących w ramach łańcucha dostaw z podmiotami rosyjskimi i białoruskimi.

Organizacja prowadząca projekt musiała być zarejestrowana na terenie Wielkiej Brytanii. Każda organizacja mogła zgłosić tylko jeden projekt. Nie dopuszczano wykorzystania podwykonawców.

W przypadku badań podstawowych nad możliwościami wykonania wdrożenia i badań przemysłowych możliwe było uzyskanie następujących kosztów kwalifikowanych:

- do 70% kosztów projektu, jeśli organizacja była mała
- do 60% kosztów projektu, jeśli organizacja była średnia
- do 50% kosztów projektu, jeśli organizacja była duża

Dla projektów związanych z rozwojem eksperymentalnym konkretnego wdrożenia możliwe było uzyskanie następujących kosztów kwalifikowanych:

- do 45% kosztów projektu, jeśli organizacja była mała
- do 35% kosztów projektu, jeśli organizacja była średnia
- do 25% kosztów projektu, jeśli organizacja była duża

Procedury ubiegania się o finansowanie

Zgłoszenia projektu można było dokonać jedynie online. Aby rozpocząć składanie wniosku, należało utworzyć indywidualne konto aplikanta w serwisie grantodawcy. Wniosek musiał być podzielony na cztery sekcje: 1. Szczegóły projektu, 2. Pytania aplikacyjne, 3. Finanse, 4. Wpływ projektu.

Zakres tematyczny programu

Grantodawca wskazał, że projekty finansowane z programu mogły dotyczyć jednego lub kilku z poniższych tematów:

- podejmowanie decyzji opartych na danych
- automatyzacja zadań administracyjnych
- optymalizacja zarządzania projektami
- optymalizacja łańcucha dostaw i modele prognozowania
- zarządzanie odpadami
- zarządzanie własnością intelektualną
- design

Jednocześnie zaznaczono, że lista nie ma charakteru zamkniętego i dopuszcza się inne tematy, które mogą przyczynić się do realizacji założeń grantodawcy: wsparcie rozwoju i wdrożenia rozwiązań bazujących na sztucznej inteligencji (AI) oraz uczeniu maszynowym (ML) w priorytetowych sektorach, takich jak transport, budownictwo, rolnictwo i branże kreatywne.

Grantodawca zaznaczył także, jakie projekty nie mogą być finansowane w ramach programu: związane z reklamą i marketingiem, bezpośrednią produkcją ryb i hodowlą zwierząt, nakierowane tylko na rozwój jednej organizacji (bez korzyści dla społeczności biznesowej). Nie przewidywano również finansowania

projektów, które miały na celu zakup aktywów trwałych lub sprzętu związanego z transportem drogowym.

Kryteria oceny wniosków

Grantodawca wyraźnie wskazał, że nie finansuje organizacji mających trudności finansowe- zaznaczając jednocześnie, że przeprowadzi stosowną analizę w celu stwierdzenia czy aplikujący nie mierzy się z trudnościami finansowymi. W dokumentach projektowych nie wskazano formy tej analizy.

Wnioski były oceniane przez niezależnych ekspertów. Eksperci wybierani byli na podstawie posiadanych kwalifikacji. Ekspertami byli zarówno praktycy biznesowi, jak i badacze zatrudnieni w jednostkach badawczych. Na etapie oceny, każdy projekt wysyłany był do maksimum pięciu ekspertów oceniających:

- świadomość rynkową aplikującego,
- innowacyjność projektu,
- metody zarządzania projektem,
- ocenę ryzyka,
- wpływ społeczny.

Oprócz oceny punktowej, każdy oceniający musiał dodać ocenę słowną do każdej ocenianej sekcji. Oceny ekspertów poddawano analizie i wykluczano skrajnie wysokie lub skrajnie niskie noty dla wniosku (tzw. 'outliers').

Na początku analizy ocen eksperckich brano pod uwagę dwa pytania: (1) czy ekspert rekomenduje wniosek do finansowania, (2) czy projekt mieści się w założeniach programowych. Aby wniosek był dalej procedowany musiał uzyskać aprobatę większości oceniających w przypadku obu pytań (minimum 3 z 5 oceniających musiało odpowiedzieć twierdząco). Następnie określano wartości punktowe każdego wniosku poprzez uśrednienie ocen członków panelu eksperckiego. Na tej podstawie tworzono listy rankingowe – szeregowano projekty od tego który uzyskał największą ilość punktów, aż do projektu najniżej ocenionego. Stosując zasadę „top-down” i porównując budżety poszczególnych projektów z budżetem programu, wskazywano listę projektów przeznaczonych do finansowania.

Etapy oceny wniosku

Grantodawca zaznaczył, że wnioski grantowe będą oceniane na jednym etapie przez panel ekspercki.

Czas trwania projektów

Projekty mogły trwać pomiędzy 4 a 8 miesięcy.

Etapy finansowania realizacji projektów

Grantodawca nie wyszczególnił etapów finansowania projektu. Z danych zastanych można wnioskować, że zakwalifikowane wnioski uzyskują pełne finansowanie bez ewaluacji częściowych podczas trwania projektu.

Dobra praktyka: W przeciwieństwie do programu INFOSTRATEG, opisany powyżej program brytyjski koncentruje się na finansowaniu krótkotrwałych interwencji w obszarze R&D mających na celu rozwijanie potencjału kluczowych dla Wielkiej Brytanii sektorów rynku. Interwencyjny (krótkoterminowy, o mniejszym w porównaniu do programu INFOSTRATEG poziomie wsparcia finansowego) charakter programu brytyjskiego ma tę zaletę, że pozwala na szybszą adaptację do zmiennego środowiska społeczno-biznesowego i technosfery. Co więcej, program brytyjski wyszczególnił sektory o kluczowym znaczeniu dla rozwoju Wielkiej Brytanii i wskazał ogólne obszary zasługujące na wsparcie. Tym samym wskazano znacznie szersze ramy projektowe aniżeli tematy priorytetowe wyznaczone w programie INFOSTRATEG. Uznano, że to aplikujący ma zmapować konkretne procesy wymagające interwencji i wykorzystać swoją kreatywność w celu przyczynienia się do realizacji założonych celów programowych. Wydzielenie budżetu na podobne krótkotrwałe projekty interwencyjne, co pozwoliłyby na szybsze dostosowanie się Polski do dynamicznie zmieniających się technologii na rynku światowym. Warto

zaznaczyć, że polskie podmioty rozwijające technologie działają na hiperkonkurencyjnych rynkach globalnych, gdzie postęp cyfrowy następuje wykładniczo. Brak grantów interwencyjnych (o mniejszych budżetach jednostkowych) może osłabić adaptowalność polskiego rynku do standardów globalnych.

1.3.3 Program 2: ATM Excellent science and outreach for Artificial Intelligence (AI) for aviation

Nazwa konkursu w języku polskim: ATM Doskonała nauka i zasięg dla sztucznej inteligencji (AI) w lotnictwie

Nazwa konkursu w języku angielskim: ATM Excellent science and outreach for Artificial Intelligence (AI) for aviation

Nazwa programu i kraj realizacji: Horyzont Europa (HORIZON-JU-RIA HORIZON JU Research and Innovation Actions), Unia Europejska

<https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/horizon-sesar-2023-des-er2-wa1-8>

Typ beneficjenta

W programie mógł wziąć udział dowolny podmiot prawny (tj. przedsiębiorstwo, stowarzyszenie, instytucja publiczna, instytucja badawcza). Podmioty prawne musiały stworzyć konsorcjum składające się z trzech niezależnych od siebie jednostek prawnych, z czego każda musiała mieć siedzibę w innym kraju. Co najmniej jedna jednostka musiała mieć siedzibę w państwie członkowskim Unii Europejskiej, a dwie pozostałe w państwie członkowskim bądź stowarzyszonym z Unią Europejską.

Ogólny opis programu:

Infrastruktura lotnicza jutra będzie bardziej oparta na danych, a dzięki zastosowaniu uczenia maszynowego (ML), głębokiego uczenia i analizy dużych danych praktycy lotnictwa będą w stanie projektować system zarządzania ruchem lotniczym (ATM), który jest bardziej inteligentny i bezpieczniejszy, poprzez ciągłe analizowanie i uczenie się z ekosystemu ATM. Sztuczna inteligencja (AI) jest jednym z głównych czynników umożliwiających pokonanie obecnych ograniczeń w systemie ATM. AI to przełomowa technologia, która może radykalnie wpłynąć lub przekształcić łańcuch wartości przemysłu lotniczego/ATM, potencjalnie wpływając na wszystkich zainteresowanych, w tym producentów oryginalnego sprzętu (OEM) i ich modele biznesowe. Wpływ rewolucyjnej sztucznej inteligencji będzie odczuwalny w całej branży i poza nią. Wyzwaniem jest opracowanie potencjalnych innowacyjnych i przełomowych rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji, które pomogą w radzeniu sobie z problemami pojemnościowymi w ATM poprzez umożliwienie lepszego wykorzystania danych, co prowadzi do bardziej precyzyjnych prognoz i bardziej zaawansowanych narzędzi, zwiększonej produktywności oraz poprawy wykorzystania przestrzeni powietrznej i lotnisk. Biorąc pod uwagę zakres tych wyzwań, propozycje powinny definiować i rozwijać potencjalne innowacyjne rozwiązania oparte na sztucznej inteligencji, które mogą stworzyć innowacyjne odpowiedzi oparte na nietrywialnych korelacjach parametrów, jednocześnie poprawiając skalowalność, efektywność i odporność systemu.

Wielkość finansowania w programie

Na program przeznaczono 9,000,000 Euro. Brak informacji o maksymalnej/minimalnej wartości projektu.

Zasady i warunki wsparcia (wymagania od wnioskodawców)

Uczestnicy projektu musieli podjąć wszelkie działania mające na celu promowanie równych szans między mężczyznami a kobietami podczas wdrażania działania, a tam, gdzie to możliwe, równości płci. Zaznaczono, że grantobiorcy powinni dążyć do osiągnięcia, w miarę możliwości, równowagi płciowej na wszystkich poziomach zatrudnienia personelu przypisanego do działania projektowego, w tym na poziomie kierowniczym i nadzorczym.

Wnioskodawcy musieli posiadać zagwarantowane i wystarczające zasoby, aby pomyślnie wdrożyć projekt i wnieść swój udział w jego rozwój. Organizacje uczestniczące w kilku projektach musiały mieć wystarczającą zdolność do zaangażowania we wszystkie przedsięwzięcia. Sprawdzenie zdolności finansowej przeprowadzane było na podstawie dokumentów udostępnionych w systemie w trakcie przygotowywania grantu (np. rachunek zysków i strat, bilans, plan biznesowy, raport z audytu przygotowany przez zatwierdzonego zewnętrznego audytora, potwierdzający sprawozdania finansowe za ostatni zamknięty rok finansowy itp.).

Analiza zdolności finansowych opierała się na obiektywnych wskaźnikach finansowych, ale brano również pod uwagę inne aspekty, takie jak zależność sukcesu projektowego od finansowania UE oraz deficyt i dochód z poprzednich lat. Analiza zazwyczaj była przeprowadzana dla lidera projektu jeśli żądana kwota grantu była równa lub większa niż 500 000 EUR, z wyjątkiem:

- jednostek sektora publicznego (podmiotów ustanowionych jako jednostki sektora publicznego zgodnie z prawem krajowym, w tym władze lokalne, regionalne lub krajowe) lub organizacji międzynarodowych;
- przypadków, gdy indywidualna żądana kwota grantu nie przekraczała 60 000 EUR (granty o niskiej wartości).

Procedury ubiegania się o finansowanie

Grantobiorca dokonywał zgłoszenia aplikacji w formie elektronicznej.

Aplikacje musiały zawierać plan wykorzystania i rozpowszechniania wyników, obejmujący działania komunikacyjne. Limit stron dla pełnej aplikacji wynosił 45.

Zakres tematyczny programu

Grantodawca zasugerował szczególnie innowacyjne obszary projektowe mogące być podstawą składania grantu:

- Sztuczna inteligencja dla wyższej automatyzacji lotnictwa.
- Eksploracja niedostatecznie wykorzystywanego paradygmatu sztucznej inteligencji w ATM.
- Metodologie transferowego uczenia się i uczenia na małej ilości danych w ML i XAI.
- Innowacyjne metodologie bezpieczeństwa, ochrony i odporności w ATM.
- Zapewnienie integralności danych poza ATM dla zastosowań sztucznej inteligencji/maszynowego uczenia się w ATM.
- Wzmacnianie niezawodności aplikacji uczenia maszynowego (ML).
- Przyspieszanie wdrażania sztucznej inteligencji w automatyzacji ruchu lotniczego (ATC).
- Kultura sprawiedliwości i sztuczna inteligencja w lotnictwie.
- Opracowywanie ontologii specyficznych dla ATM (Systemów Zarządzania Ruchem Lotniczym).

Jednocześnie grantodawca nie ograniczył aplikacji do listy własnej. W ogłoszeniu konkursowym wyraźnie wskazano, że aplikujący mogą również zgłaszać inne projekty związane z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w lotnictwie pod warunkiem, że ich realizacja przyczyni się do realizacji celów związanych z/ze:

- środowiskiem: proponowane rozwiązania powinny mieć pozytywny wpływ na środowisko (np. pod względem emisji, hałasu i/lub lokalnej jakości powietrza) oraz na środowiskowy ślad lotnictwa, np. sztuczna inteligencja umożliwi optymalizację trajektorii samolotów;
- przepustowością: sztuczna inteligencja odegra fundamentalną rolę w lotnictwie/ATM poprzez rozwiązywanie problemów związanych z brakiem przepustowości przestrzeni powietrznej, umożliwiając dynamiczną konfigurację przestrzeni powietrznej;
- efektywnością operacyjną: proponowane rozwiązania mają na celu poprawę synchronizacji i przewidywalności systemu ATM;

- efektywnością kosztową: sztuczna inteligencja wzbogaci zbiory danych lotnictwa o nowe typy danych, łącząc aplikacje oparte na sztucznej inteligencji w powietrzu/na ziemi, wspierając udostępnianie danych i budując partnerstwo obejmujące sztuczną inteligencję w lotnictwie/ATM;
- ochroną: proponowane rozwiązania mają mieć na celu utrzymanie co najmniej tego samego poziomu bezpieczeństwa co obecny system ATM;
- bezpieczeństwem: proponowane rozwiązania mają mieć na celu utrzymanie co najmniej tego samego poziomu bezpieczeństwa co obecny system ATM.

Kryteria oceny wniosków

Aplikacja oceniana była przez pięć osób. W projekcie oceniano:

- A) Doskonałość (możliwość uzyskania 5 punktów (minimum 3, aby otrzymać finansowanie))
- klarowność i trafność celów projektu, a także stopień, w jakim proponowana praca jest ambitna i wykracza poza stan obecny problematyki
 - rzetelność zaproponowanej metodologii
- B) Wpływ projektu na oczekiwania grantodawcy (możliwość uzyskania 5 punktów (minimum 3, aby otrzymać finansowanie))
- wiarygodność ścieżek prowadzących do osiągnięcia oczekiwanych rezultatów i wpływów określonych w programie pracy, a także prawdopodobna skala i znaczenie projektu w rozwój tematyki adresowanej w projekcie
 - adekwatność i jakość środków mających na celu maksymalizację oczekiwanych rezultatów i wpływów, zgodnie z planem rozpowszechniania i wykorzystania, obejmującym działania komunikacyjne.
- C) Jakość i efektywność wdrożenia (możliwość uzyskania 5 punktów (minimum 3, aby otrzymać finansowanie))
- jakość i skuteczność planu pracy, ocena ryzyka i odpowiedniość nakładu pracy przypisanego do pakietów pracy, a także stan zasobów ogólnych
 - umiejętności i rola każdego uczestnika oraz stopień, w jakim zespół integruje niezbędną wiedzę specjalistyczną.

Etapy oceny wniosku

Wnioskodawcy zostali zaproszeni do złożenia pełnego wniosku w procesie jednoetapowym. Propozycje zostały sprawdzone pod kątem wymagań formalnych, a następnie ocenione (dla każdego tematu oddzielnie) przez komitet oceny złożony z niezależnych ekspertów zewnętrznych pod względem zdolności operacyjnych i kryteriów przyznawania, a następnie sklasyfikowane według uzyskanej punktacji.

Czas trwania projektów

Maksymalny czas trwania projektu wynosił 30 miesięcy, w tym 6-miesięczny okres na zakończenie projektu, przeznaczony na działania związane z komunikacją, rozpowszechnianiem i eksploatacją wyników badawczych.

Etapy finansowania realizacji projektów

Projekt finansowany był w jednym etapie. Podpisanie umowy wiązało się z otrzymaniem pełnego finansowania deklarowanego we wniosku. Wnioskodawcy zobowiązani byli do dostarczania raportów częściowych wskazujących wykonanie poszczególnych etapów założonych w projekcie. Brak dostarczenia raportów wiąże się z nieotrzymaniem dalszego finansowania.

Dobra praktyka: W porównaniu do programu INFOSTRATEG, opisywany program grantowy wyraźnie różnił się co do wskazania zakresów tematycznych projektów przeznaczonych do finansowania. O ile w programie INFOSTRATEG wyraźnie wskazano tematykę projektów, które uzyskują finansowanie, o tyle program finansowany w ramach grantu Horyzont Europa wskazał jedynie sugerowany zakres tematyczny,

który nie musiał być uwzględniony przez aplikującego pod warunkiem spełnienia szerszych ram związanych z celami projektu. Takie podejście oferuje większą elastyczność aplikującym i promuje podejście bottom-up, w ramach którego grantodawca wskazuje cel finansowania, ale jednak uznaje, że to konsorcja skupione wokół praktyki mają większą świadomość na temat aktualnych, szybko zmieniających się potrzeb i możliwości rozwojowych podmiotów wdrażających innowacje. Podejście top-down zastosowane w programie INFOSTRATEG zakłada, że to grantodawca jest bardziej świadomy potrzeb branżowych i zachodzących na rynku zmian. Ryzyko tego podejścia w zakresie projektów technologicznych łączy się z dużą dynamiką zmian technologicznych i potrzeb rozwojowych beneficjentów. Polskie podmioty konkurują z globalnymi konsorcjami badawczymi finansowanymi z krajów posiadających bardziej rozbudowane budżety na innowacje i bardziej rozwiniętą infrastrukturę technologiczną. Biorąc pod uwagę, że w chwili obecnej program INFOSTRATEG stosuje tę samą strategię finansowania do wszystkich projektów, która trwa trzy lata i rozłożona jest na kilka etapów, może okazać się, że projekt przeznaczony do finansowania będzie aktualny w momencie składania wniosku grantowego, ale zdezaktualizuje się w okresie jego realizacji.

1.3.4 Program 3: Research and development competition for RAI in extreme and challenging environments

Nazwa konkursu w języku polskim: Konkurs badawczo-rozwojowy dotyczący sztucznej inteligencji (RAI) w ekstremalnych i trudnych warunkach.

Nazwa konkursu w języku angielskim: Research and development competition for RAI in extreme and challenging environments

Nazwa programu i kraj realizacji: Innovation Funding Service, Wielka Brytania

<https://apply-for-innovation-funding.service.gov.uk/competition/27/overview#how-to-apply>

Typ beneficjenta:

Wskazano następującą charakterystykę beneficjentów programu:

- projekt musiał być realizowany przez firmę
- projekt powinien angażować co najmniej jedno MŚP (mikro, małe lub średnie przedsiębiorstwo)
- projekt z kosztami kwalifikowalnymi poniżej £100,000 musiał być prowadzony przez MŚP (mikro, małe lub średnie przedsiębiorstwo)
- jeśli koszty kwalifikowalne projektu przekraczały £100,000, należało współpracować z innymi organizacjami – przynajmniej jedną z nich musiało być MŚP (mikro, małe lub średnie przedsiębiorstwo).

Ogólny opis programu:

Celem programu było stymulowanie rozwoju technologii robotyki i sztucznej inteligencji (RAI) do zastosowania w ekstremalnych i trudnych warunkach – przyspieszenie rozwoju technologii RAI, które miałyby zastosowanie w energetyce przybrzeżnej, energetyce jądrowej, kosmosie, górnictwie głębinowym i innych ekstremalnych i trudnych środowiskach. Propozycje miały określać scenariusze operacyjne dla ekstremalnych i trudnych środowisk, w których technologie RAI miałyby być używane. Rozwiązania o charakterze przekrojowym miały być szczególnie mile widziane.

Program ten stanowi jeden z 3 odrębnych elementów realizowanych w ramach funduszu RAI Industrial Strategy Challenge Fund – program ukierunkowany na wykorzystanie rozwiązań AI, program współpracy badawczo-rozwojowej oraz program demonstracyjny.

Wielkość finansowania w programie

Maksymalne finansowanie jednego projektu wynosiło 2,000,000 funtów brytyjskich. W programie określono całkowity budżet grantowy na 10,000,000 funtów brytyjskich. Zatem przy maksymalnym finansowaniu, z programu mogło zostać wyłonionych maksimum 5 grantobiorców.

Zasady i warunki wsparcia (wymagania od wnioskodawców)

Aby kierować projektem należało a) być firmą zlokalizowaną w Wielkiej Brytanii, b) realizować projekt w tym kraju. Rozmiar jednostki aplikującej i forma pracy nie miały znaczenia – możliwa była samodzielna praca projektowa lub współpraca z innymi jednostkami (firmami, jednostkami badawczymi i sektorem NGOs). Ustalono, że dla wszystkich jednostek badawczych poziom uczestnictwa w projekcie wynosi maksymalnie 30% ogólnych kwalifikowalnych kosztów projektu. Jeśli konsorcjum składające grant zaprosiło więcej niż jedną organizację badawczą, to maksimum 30% było dzielone między nimi.

Działania w projekcie mogły być skupiane na a) badaniach nad możliwościami wykonania wdrożenia, b) badaniach przemysłowych lub b) stricte rozwoju eksperymentalnym (wdrożeniem).

W przypadku badań podstawowych nad możliwościami wykonania wdrożenia i badań przemysłowych możliwe było uzyskanie następujących kosztów kwalifikowalnych:

- do 70% kosztów projektu, jeśli przedsiębiorstwo było małe
- do 60% kosztów projektu, jeśli przedsiębiorstwo było średnie
- do 50% kosztów projektu, jeśli przedsiębiorstwo było duże

Dla projektów związanych z rozwojem eksperymentalnym konkretnego wdrożenia możliwe było uzyskanie następujących kosztów kwalifikowalnych:

- do 45% kosztów projektu, jeśli przedsiębiorstwo było małe
- do 35% kosztów projektu, jeśli przedsiębiorstwo było średnie
- do 25% kosztów projektu, jeśli przedsiębiorstwo było duże

Procedury ubiegania się o finansowanie

Procedura ubiegania się o finansowanie miała całkowicie elektroniczną formę. Należało wskazać organizację prowadzącą projekt (lidera), który rejestrował aplikacje w systemie. Wniosek aplikacyjny podzielony był na trzy części:

1. Szczegóły projektu
2. Pytania w aplikacji
3. Finanse

Ad. 1. Szczegóły projektu

W ramach części pierwszej należało opisać cztery obszary:

1.1. Szczegóły zgłoszenia

Tytuł projektu, data rozpoczęcia i długość projektu. Należało wymienić ewentualne organizacje partnerskie

1.2. Streszczenie projektu

Opisanie projektu i jego innowacyjnego charakteru. Na tej podstawie dokonywano wyboru ekspertów oceniających

1.3. Opis ogólny

Opis projektu dostępny dla wszystkich zainteresowanych

1.4. Zakres projektu

Wskazanie jak projekt wpisuje się w zakres konkursu.

Ad.2. Pytania w aplikacji

W ramach części drugiej należało odpowiedzieć na serię pytań tematycznych (pełne tłumaczenie wniosku oryginalnego poniżej):

2.1. Potrzeba lub wyzwanie

Jaka jest potrzeba biznesowa, wyzwanie zorientowane na obywateli, wyzwanie technologiczne lub szansa rynkowa związana z innowacją?

- Opisz główną motywację dla projektu; potrzebę biznesową, wyzwanie zorientowane na społeczeństwo (w przypadku propozycji dotyczących życia miejskiego), wyzwanie technologiczne lub szansę rynkową.
- Opisz obecny stan techniki (w tym te bliskie rynkowi lub w fazie rozwoju) oraz jego ograniczenia.
- Opisz wszelkie działania, jakie już zostały podjęte w odpowiedzi na tę potrzebę. Na przykład, czy projekt skupia się na rozwijaniu istniejącego potencjału czy tworzeniu nowego?
- Zidentyfikuj szersze wyzwania ekonomiczne, społeczne, środowiskowe, kulturowe i/lub polityczne, które wpływają na stworzenie tej szansy, na przykład nadchodzące regulacje.

2.2. Podejście i innowacja

Na czym będzie skoncentrowana innowacja?

- Wyjaśnij, jak zamierzasz odpowiedzieć na zidentyfikowaną potrzebę, wyzwanie lub szansę.
- Wyjaśnij, jak projekt poprawi obecny stan technologiczny.
- Wskaż, gdzie będzie skoncentrowana innowacja w projekcie (zastosowanie istniejących technologii w nowych obszarach, rozwijanie nowych technologii dla istniejących obszarów lub zupełnie nowatorskie podejście).
- Wyjaśnij, w jaki sposób ten projekt wpisuje się w twoją obecną ofertę produktów/usług.
- Wyjaśnij, jak projekt sprawi, że staniesz się bardziej konkurencyjny.
- Opisz charakter oczekiwanych wyników projektu, na przykład raport, know-how, nowy proces, projekt produktu lub usługi. Jakie kroki zbliżą cię do zaadresowania potrzeby, wyzwania lub szansy?

2.3. Zespół i zasoby

Kto jest w zespole projektowym, jakie są ich role?

- Opisz role, umiejętności i doświadczenie wszystkich członków zespołu projektowego w związku z podejściem, które przyjmiesz.
- Opisz zasoby, sprzęt i infrastrukturę wymaganą do projektu oraz sposób dostępu do nich.
- Podaj szczegóły dotyczące zasobów wszelkich istotnych stron zewnętrznych, w tym podwykonawców, z którymi będziesz musiał współpracować, aby pomyślnie zrealizować projekt.
- Opisz obecne relacje między partnerami projektu i jak się one zmienią w wyniku projektu (jeśli projekt jest wspólny).

2.4. Świadomość rynku

Jak wygląda rynek, na który kierujesz swoje działania?

- Określ rynki (krajowe i/lub międzynarodowe), na które będziesz kierować projekt.
- Opisz rozmiar rynków docelowych dla projektu, poparty odpowiednimi wskaźnikami, jeśli są dostępne.
- Opisz strukturę i dynamikę rynku, takie jak segmentacja klientów, wraz z przewidywanymi wskaźnikami wzrostu w klarownych ramach czasowych.
- Opisz główne łańcuchy dostaw/wartości i modele biznesowe poprojektowe oraz wszelkie bariery wejścia,
- Opisz obecną pozycję Wielkiej Brytanii na adresowanym rynku.
- Dla projektów wysoce innowacyjnych, gdzie rynek może być niezbadany, wyjaśnij:
 - jaki może być sposób na zdobycie rynku,
 - jaki może mieć rozmiar,
 - w jaki sposób projekt będzie dążyć do zbadania potencjału rynkowego.

2.5. Wyniki i komercjalizacja

Jak zamierzasz rozwijać swoją działalność i zwiększać wydajność w dłuższej perspektywie w wyniku projektu?

- Opisz swoją obecną pozycję na rynkach i łańcuchach dostaw/wartości, na przykład, czy będziesz rozszerzać swoją pozycję na rynku.
- Opisz swoich docelowych klientów i/lub użytkowników końcowych oraz wartość, jaką im oferujesz (dlaczego byliby zainteresowani używaniem/kupowaniem twojego produktu?)
- Opisz jak zamierzasz zyskać na innowacji (zwiększone przychody lub obniżenie kosztów).
- Wyjaśnij, w jaki sposób innowacja wpłynie na twoją wydajność i wzrost w krótkim i długim okresie.
- Opisz, w jaki sposób zamierzasz chronić i wykorzystać wyniki projektu, na przykład poprzez know-how, opatentowanie, projekty, zmiany w modelu biznesowym.
- Nakreśl swoją strategię dotyczącą kierowania oferty na inne rynki zidentyfikowane w trakcie lub po projekcie.
- Dla wszelkich działań organizacji badawczej przedstaw swoje plany dotyczące rozpowszechniania wyników badania projektu w rozsądnym okresie czasu.
- Jeśli oczekujesz, że wyniki wygenerowane w wyniku projektu będą wykorzystane w dalszych badaniach, opisz, w jaki sposób to zrobisz.

2.6. Szerokie oddziaływanie

Jaki wpływ może mieć ten projekt na interesariuszy?

- Zidentyfikuj i w miarę możliwości zmierz korzyści ekonomiczne wynikające z projektu dla osób spoza projektu (klientów, innych w łańcuchu dostaw, szerszej branży i gospodarki Wielkiej Brytanii), takie jak wzrost produktywności i import.
- Zidentyfikuj i w miarę możliwości zmierz oczekiwane wpływy społeczne, zarówno pozytywne jak i negatywne, na przykład:
 - jakość życia,
 - włączenie/wyłączenie społeczne,
 - miejsca pracy (zabezpieczone, stworzone, zmienione, zastąpione),
 - edukacja,
 - rozwój sektora publicznego,
 - zdrowie i bezpieczeństwo,
 - regulacje,
 - różnorodność.
- Zidentyfikuj, i w miarę możliwości zmierz, oczekiwane wpływy środowiskowe, zarówno pozytywne, jak i negatywne.

2.7. Zarządzanie projektem

Jak będziesz efektywnie zarządzać projektem?

- Określ główne workpakiety projektu, wskazując lidera każdego z nich, oraz łączny koszt każdego z pakietów.
- Opisz swoje podejście do zarządzania projektem, wskazując wszelkie narzędzia i mechanizmy, które będą używane dla zapewnienia pomyślnego rezultatu projektu. Podkreśl swoje podejście do zarządzania najbardziej innowacyjnymi aspektami projektu.
- Nakreśl sposób raportowania projektu.
- Nakreśl swój plan projektu w wystarczającym stopniu, aby zidentyfikować ewentualne powiązania lub zależności między pakietami pracy lub kamieniami milowymi.

2.8. Ryzyka

Jakie są główne ryzyka tego projektu?

- Zidentyfikuj główne ryzyka i niepewności projektu, w tym ryzyka techniczne, handlowe, zarządcze i środowiskowe. Podkreśl te najważniejsze, dostarczając odpowiedniego opisu sposobów redukcji ryzyka, jeśli to konieczne.
- Wymień wszelkie istotne wejścia do projektu na ścieżce krytycznej, takie jak zasoby, wiedza lub zbiory danych.
- Czy uzyskany produkt projektowy będzie objęty wymaganiami regulacyjnymi, certyfikacją, kwestiami etycznymi lub innymi podobnymi? Jeśli tak, jak to będzie zarządzane?

2.9. Pytanie dodatkowe

Opisz wpływ, jaki finansowanie publiczne miałyby na ten projekt.

- Wskaż, czy projekt mógłby zostać zrealizowany w jakiegokolwiek formie bez finansowania publicznego, i jeśli tak, jak finansowanie publiczne wpłynęłoby na projekt.
- Opisz przewidywany wpływ projektu na działalność biznesową zaangażowanych partnerów.
- Uargumentuj dlaczego nie jesteś w stanie sfinansować projektu w całości z własnych zasobów lub innych form finansowania.
- Wyjaśnij, w jaki sposób projekt zmieniłby charakter działalności badawczo-rozwojowej, którą podejmują partnerzy.

2.10. Koszty i stosunek jakości do ceny

Ile będzie kosztować projekt i jaką niesie on wartość dla zespołu i podatnika?

- Wskaż całkowity koszt projektu.
- Wyjaśnij, jak partnerzy finansują swoje wkłady w projekt.
- Wyjaśnij, w jaki sposób ten projekt przedstawia wartość dla ciebie i podatnika.
- Wskaż koszty podwykonawców i uzasadnij, dlaczego są one krytyczne dla projektu.

Ad.3. Finanse

W ramach części trzeciej należało wypełnić dane związane z kosztami szczegółowymi.

Zakres tematyczny programu

Wskazano, że 86rantodawcą szczególnie poszukuje projektów interdyscyplinarnych, które miałyby wносить istotny wkład w rozwój aktualnych systemów. Jednocześnie w ogłoszeniach konkursowych zachęcano do angażowania w grant konsumentów docelowych (testowanie lub współtworzenie systemów przy pomocy ich zasobów intelektualnych i doświadczeń).

Nie wskazano tematów priorytetowych, ale określono zakres tematyczny konkursu:

- tworzenie nowych materiałów – lekkich o poprawionych właściwościach mechanicznych i długiej żywotności w ekstremalnych warunkach
- ulepszanie zdolności strukturalnych robotów
- konstrukcja nowatorskich systemów telekomunikacyjnych, takich jak operacje podwodne o dużym zasięgu i z dużym przepływem informacji
- opracowanie nowych urządzeń czujnikowych, na przykład do pracy w warunkach niskiego oświetlenia lub sensorów siłowych
- konstrukcja zminiaturyzowanych sensorów, podzespołów i zintegrowanych podsystemów
- ulepszanie systemów widzenia maszynowego
- rozwijanie materiałów in situ
- stworzenie nowatorskich, energooszczędnych i zminiaturyzowanych napędów
- opracowanie urządzeń i systemów energooszczędnych
- konstrukcja elektroniki odpornej na promieniowanie
- rozwój sztucznej inteligencji ze świadomością sytuacyjną

- tworzenie narzędzi do planowania misji i zarządzania ryzykiem
- tworzenie narzędzi do dokładnej nawigacji, lokalizacji i mapowania
- projekty wokół inżynierii systemów, w tym konstrukcja narzędzia i metodyki weryfikacji i walidacji systemów

Kryteria oceny wniosków

Grantodawca nie wskazał kryteriów oceny wniosku. Wskazano jedynie, że przez zespół ekspercki (nie wskazano iluosobowy) oceniane będą punkty opisane we wniosku o dofinansowanie w części 2. Pytania w aplikacji oraz 3. Finanse.

Etapy oceny wniosku

Nie wskazano wprost etapowości oceny. Na podstawie dokumentów zastanych można ocenić, że ocena wniosku miała charakter jednoetapowy.

Czas trwania projektów

Projekty mogły trwać pomiędzy 6 a 36 miesięcy.

Etapy finansowania realizacji projektów

Grantodawca nie przewidział ewaluacji podczas trwania projektu, wskazując jedynie konieczność raportowania uzyskanych efektów (bez wskazywania, kiedy raportowanie to miałyby mieć miejsce i w jakiej być formie)

Dobra praktyka: W przeciwieństwie do programu INFOSTRATEG, opisywany program brytyjski wskazał możliwość finansowania projektów krótkoterminowych (6 miesięcy) i długoterminowych (36 miesięcy). Takie podejście oferuje większą swobodę grantodawcy w zakresie doboru projektów przeznaczonych do finansowania.

Po drugie, przykład brytyjski sugeruje, że ogólny opis projektu może stać się podstawą do przypisania ekspertów oceniających wnioski. Rekomenduje się przyjęcie takiego podejścia w programie INFOSTRATEG, jako że zwiększa możliwość trafnego doboru panelu oceniającego, na podstawie opisu, a nie wskazanych przez wnioskodawcę słów-kluczy, co, jak pokazała praktyka, nie zawsze okazywały się trafne i wystarczające, aby trafnie dobrać skład panelu.

1.3.5 Program 4: Artificial intelligence for better biomedical and health research

Nazwa konkursu w języku polskim: Sztuczna inteligencja dla lepszych badań biomedycznych i zdrowia.

Nazwa konkursu w języku angielskim: Artificial intelligence for better biomedical and health research

Nazwa programu i kraj realizacji: UK Research and Innovations, Wielka Brytania

Adres www: <https://www.ukri.org/opportunity/artificial-intelligence-for-better-biomedical-and-health-research/>

Typ beneficjenta:

Główny wykonawca musiał być zatrudniony w instytucji, zlokalizowanej w Wielkiej Brytanii i należeć do jednej z następujących kategorii:

- instytucja szkolnictwa wyższego,
- niezależna instytucja badawcza uznana przez UKRI lub organ NHS,
- organizacja finansowana przez rząd (z wyjątkiem jednostki lub instytutu MRC¹⁵²),
- instytut MRC,
- jednostka MRC lub instytut partnerski,
- instytut lub jednostka finansowana przez inne rady ds. badań,

¹⁵² Medical Research Council

- publiczna placówka badawcza sektora publicznego (PSRE).

Ogólny opis programu:

Konkurs skupiał się na finansowaniu projektów badawczych, które wykorzystują sztuczną inteligencję (AI) w dziedzinie biomedycyny i zdrowia. Projekty te mogły obejmować różne aspekty zastosowań sztucznej inteligencji, takie jak analiza danych medycznych, diagnostyka, opracowywanie nowych terapii, optymalizacja procesów badawczych, czy poprawa jakości opieki zdrowotnej. Projekty mogły obejmować interdyscyplinarne podejście, współpracę międzysektorową oraz dążyć do osiągnięcia zrównoważonego wpływu na rozwój dziedziny biomedycyny i zdrowia przy wykorzystaniu sztucznej inteligencji.

Wielkość finansowania w programie

Jeden projekt mógł uzyskać finansowanie w kwocie maksymalnie 200,000 funtów brytyjskich. Całkowity budżet programu wynosił 1,000,000 funtów brytyjskich. Zatem założono, że sfinansowanych zostanie maksimum 5 projektów.

Zasady i warunki wsparcia (wymagania od wnioskodawców)

Główny wykonawca mógł składać tylko jedno zgłoszenie w ramach programu jako główny wykonawca, ale mógł być zaangażowany w więcej zgłoszeń, jeśli był wymieniony jako współbadacz. Główny wykonawca lub współwykonawca musiał mieć umowę o pracę w organizacji badawczej na czas trwania grantu jeszcze przed złożeniem wniosku.

Grantodawcy podkreślili, że istotną wagę ma interdyscyplinarność aplikacji – zachęcano do tworzenia zespołów specjalizujących się w różnych obszarach nauki i praktyki. W ogłoszeniu grantowym wskazano, że mile widziane są projekty współtworzone przez badaczy, przedstawicieli publicznej służby zdrowia, przemysłu i sektora pozarządowego. Jednocześnie nie wskazano, aby interdyscyplinarność czy interpodmiotowość były dodatkowo punktowane przez ekspertów oceniających.

Grantodawca był zainteresowany zaangażowaniem przemysłu w tworzone konsorcja, ale zakładał, że duże firmy będą finansować swoje własne koszty uczestnictwa w projektach. Jednocześnie grantodawca rozważał prośby o finansowanie od małych lub średnich przedsiębiorstw zaangażowanych w konsorcja pod warunkiem odpowiedniego argumentowania takiego finansowania.

Grantodawca wyraźnie podkreślał, że w obszarze data science i sztucznej inteligencji (AI) istniał brak różnorodności wykonawców grantów, zwłaszcza pod względem płci i pochodzenia etnicznego. W związku z tym zachęcano do składania wniosków osoby z grupy mających niską reprezentację w podobnych projektach:

- kobiety i badaczy należących do mniejszości etnicznych.
- badaczy z niepełnosprawnościami lub długotrwałymi schorzeniami.

Finansowanie nie wspierało:

- wniosków o zakup sprzętu (jedynie koszty korzystania z istniejącej infrastruktury),
- projektów, które wyłącznie wnioskowały o finansowanie dostępu do danych.

Procedury ubiegania się o finansowanie

Procedura aplikacyjna odbywała się drogą elektroniczną. W przypadku projektów realizowanych w partnerstwie konieczne było dołączenie podpisanej umowy wszystkich partnerów konsorcjum. Umowa ta obejmowała następujące kwestie:

- cele współpracy
- intelektualny wkład współpracowników
- opis, jak proponowana współpraca lub outsourcing umożliwia realizację planowanych badań lub pozwalała na realizację planowanych badań z wymaganą jakością lub w określonym czasie

- uzasadnienie, dlaczego w przypadku braku żądanych funduszy badania nie mogłyby zostać przeprowadzone przez partnerów.

Dużo miejsca poświęcono kwestiom zabezpieczenia danych i ich udostępniania. Oczekiwano, że wnioskodawcy wyjaśnią, w jaki sposób wyniki współpracy będą rozpowszechniane, uwzględniając zasady otwartego dostępu do danych lub kodów.

Wyniki projektu musiały być opublikowane zgodnie z zasadami otwartego dostępu. Przed publikacją partnerzy mogli zastrzec wyniki badań, jeśli działanie to stanowiłoby ryzyko dla ich istniejącej własności intelektualnej.

Zakres tematyczny programu

Grantodawca zaznaczył, że projekty powinny skupiać się na osiągnięciu minimum jednego z trzech zakładanych efektów dotyczących wykorzystania sztucznej inteligencji w badaniach biomedycznych i zdrowotnych:

- Rozwiązywanie konkretnych przeszkód lub problemów napotykanym w zastosowaniu sztucznej inteligencji w celu poprawy stanu badań i innowacji, na przykład:
 - Stworzenie rozwiązań na bazie sztucznej inteligencji, które są godne zaufania.
 - Rozwijanie nowych narzędzi sztucznej inteligencji ułatwiających dalsze badania.
 - Integrują dane pochodzące z różnych modalności pomiędzy różnymi podmiotami.
- Badanie zastosowań sztucznej inteligencji w nowych obszarach, na przykład:
 - Nowatorskie zastosowania sztucznej inteligencji w obszarach, gdzie technologia ta miała niskie znaczenie lub wcale nie była wykorzystywana.
 - Rozwijanie i ulepszanie technologii sztucznej inteligencji w obszarach, gdzie ta była już wykorzystywana, ale z nowymi funkcjonalnościami dodającymi jej wartości badawczej.
- Zidentyfikowanie barier w zastosowaniu wdrożenia bazującego na sztucznej inteligencji, na przykład:
 - Wskazanie kiedy sztuczna inteligencja nie dodaje wartości w konkretnym obszarze w porównaniu do alternatywnych podejść.
 - Opisanie kiedy narzędzie bazujące na sztucznej inteligencji nie znajduje zastosowania badawczego.

W ramach konkursu można było ubiegać się o środki na wszystkie obszary badań biomedycznych i zdrowotnych. Jednocześnie wskazano tematy priorytetowe:

- zapobieganie i wczesna diagnoza,
- medycyna precyzyjna,
- interwencje związane z chorobami przewlekłymi i starzejącą się populacją,
- opracowywanie bardziej skutecznych i szybszych leków,
- oporność na antybiotyki, biologia strukturalna, odkrywanie leków, obrazowanie molekularne i komórkowe.

Wskazano jednocześnie na otwartość finansowania badań ogólnych/metodycznych:

- wykorzystanie sztucznej inteligencji w celu zwiększenia efektywności badań biomedycznych,
- sposoby integracji danych różnych typów w celu ułatwienia prowadzenia badań multimodalnych,

- sposoby wtórnego wykorzystania danych w badaniach biomedycznych i związanych ze zdrowiem.

Kryteria oceny wniosków

Na pierwszym etapie wnioski były rozpatrywane przez niezależny panel ekspertów, z udziałem członków spoza środowiska naukowego.

Decyzje o zaproszeniu do drugiego etapu aplikacyjnego były podejmowane przez w/w panel, który oceniał:

- istotność wyzwań projektu dla zakładanych przez grantodawcę celów
- długofalowe efekty dla nauki
- poziom współpracy międzypodmiotowej: preferowano projekty interdyscyplinarne i międzysektorowe
- uzyskaną wartość w stosunku do poniesionych kosztów.

Na drugim etapie aplikacje były oceniane przez niezależny panel ekspertów, z uwzględnieniem następujących kryteriów:

- innowacyjność projektu
- wpływ przewidywanych wyników i wartość dla badań i innowacyjnych zastosowań sztucznej inteligencji
- wartość dodana płynąca z połączenia ekspertyzy zespołu projektowego i partnera lub partnerów
- dostępność i jakość posiadanych zasobów niezbędnych do realizacji projektu
- zdolność do dostarczenia namacalnych wyników, które będą miały długofalowy wpływ na wykorzystanie sztucznej inteligencji w badaniach nad zdrowiem i biomedycyną
- doświadczenie w zarządzaniu projektami interwencyjnymi
- wartość w stosunku do poniesionych kosztów.

Etapy oceny wniosku

Konkurs składał się z dwuetapowego procesu aplikacyjnego. Na pierwszym etapie aplikanci wysyłali zgłoszenia z ogólnym opisem pomysłu. Na drugim etapie wysyłali oni pełny wniosek. Etap drugi zarezerwowany był jedynie dla zaproszonych wnioskodawców, którzy pozytywnie przeszli weryfikację na etapie pierwszym.

Czas trwania projektów

Projekt nie mógł trwać dłużej niż 6 miesięcy.

Etapy finansowania realizacji projektów

Nie wskazano etapów finansowania projektów.

Dobra praktyka: Analiza powyższego programu pozwala zauważyć zastosowanie strategii top-down oraz mniejszą sztywność decyzyjną co do wyboru tematów w porównaniu z programem INFOSTRATEG. O ile w programie INFOSTRATEG założono, jakie obszary będą istotne z punktu widzenia rozwoju polskiego potencjału AI i wyraźnie wylistowano konkretne wdrożenia mające realizować tę wizję, o tyle program brytyjski wskazał obszar (medycyna), cele i ramy projektowe, pozostawiając w gestii aplikujących tematykę projektu. Program brytyjski podkreślił istotność tworzenia interdyscyplinarnych zespołów tworzonych wokół interdyscyplinarnej tematyki, chociaż nie wskazał w dokumentach jakoby interdyscyplinarność ta była premiowana. warto rozważyć premiowanie interdyscyplinarności w programie INFOSTRATEG, który podkreśla istotną rolę technologii w sektorze publicznym. W programie można byłoby premiować projekty nakierowane na służbę publiczną, np. publiczną służbę zdrowia.

Biorąc pod uwagę aktualny kształt programu brytyjskiego i specyfikację programu INFOSTRATEG, powyższa strategia premiowania interdyscyplinarności mogłaby przynieść korzyści i zachęcać aplikujących do bardziej prospołecznego podejścia.

dynamika rewolucji cyfrowej nie pozwala przewidzieć jakie zakresy tematyczne z całą pewnością przyczynią się do budowania polskiego potencjału AI. Może okazać się, że w najbliższych miesiącach pojawi się trend technologiczny, technologia dysruptywna bądź inne przełomowe narzędzie, które nie będzie mogło być finansowane z programu INFOSTRATEG, ponieważ twórcy programu nie uwzględnili go na liście tematów. Warto rozważyć uelastycznienie programu INFOSTRATEG w taki sposób, aby w trakcie prowadzenia prac rozwojowych, beneficjent mógł (przy zgodzie grantodawcy) dostosowywać swój projekt do zmiennych warunków rynkowych i postępu technologicznego.

Etapowość programu brytyjskiego pozwala na większą możliwość selekcji projektów na wstępnym etapie. Krótkie opisy projektowe pozwalają zidentyfikować najbardziej obiecujące rozwiązania. Ocena całości wniosków w jednym etapie wiąże się z dużymi kosztami czasowymi ekspertów. Włączenie etapu wstępnego mającego na celu wybór projektów o najwyższym potencjale pozwala te koszty zredukować. Warto rozważyć takie rozwiązanie również w programie INFOSTRATEG, w szczególności w przypadku tematów zamawianych.

1.3.6 Program 5: AI4PEP – AI for Pandemic & Epidemic Preparedness Fund

Nazwa konkursu/ programu w języku polskim: AI4PEP – sztuczna inteligencja na rzecz funduszu na wypadek pandemii i gotowości na epidemię

Nazwa konkursu/ programu w języku angielskim: AI4PEP – AI for Pandemic & Epidemic Preparedness Fund

Kraj realizacji: Afryka, Azja, Ameryka Łacińska i na Karaiby, Bliski Wschód

Adres www programu: <https://ai4pep.org/funding/>

Ogólny opis programu: AI4PEP oferuje granty, fundusze i nagrody badaczom i instytucjom, aby pogłębić wiedzę na temat tego, w jaki sposób odpowiedzialne rozwiązania AI mogą poprawić gotowość i reagowanie w zakresie zdrowia publicznego.

Typ beneficjenta

O wsparcie aplikować mogą naukowcy, zespoły badawcze, spośród których wyłaniany jest główny badacz, odpowiedzialny za projekt. Aby się zakwalifikować, naukowcy powinni być powiązani z uniwersytetem i publicznymi instytucjami badawczymi.

Dopuszcza się, aby główny badacz (Principal Investigator) był powiązany nie z uczelnią, z organizacją non-profit. W takich przypadkach wniosek jest rozpatrywany indywidualnie, łącznie z oceną osiągnięć organizacji, i mogą być wymagane dodatkowe dokumenty.

Od wnioskodawców wymaga się, aby partnerem (najlepiej współwnioskodawcą) był reprezentant grupy odbiorców projektu (z biznesu/przemysłu, społeczeństwa obywatelskiego lub decydentów/administracji).

Wielkość finansowania w programie

Maksymalna wartość dofinansowania na jeden projekt to 362 500 CAN \$ na zespół na 5 lat (około 1,076 mln zł). Granty zarządzane są za pośrednictwem uczelni (reprezentowanych przez głównego badacza), nie trafiają bezpośrednio do zespołów.

Z grantu można sfinansować koszty bezpośrednie czyli takie, które można konkretnie i łatwo zidentyfikować w odniesieniu do projektu, a także (do 13%) koszty pośrednie Uniwersytetu, które obejmują: amortyzację budynków i wyposażenia oraz dodatek z tytułu użytkowania, ogólne koszty administracyjne; koszty eksploatacji i konserwacji, wydatki biblioteczne oraz i usługi dla studentów.

Procedury ubiegania się o finansowanie

W programie zastosowano trzyetapowy proces wyłaniania projektów.

ETAP I: REJESTRACJA

Etap rejestracji jest dla wnioskodawców pierwszą okazją do opisanie swoich pomysłów, które usprawnią wczesne wykrywanie, ostrzeganie i reagowanie na choroby zakaźne. Pomysły powinny odnosić się do wizji AI4PEP: pogłębiać zrozumienie, w jaki sposób odpowiedzialne rozwiązania AI mogą poprawić gotowość i reagowanie w zakresie zdrowia publicznego. Na tym etapie nie podaje się szczegółów projektu, opisuje się jedynie profil wnioskodawcy oraz przedmiot projektu, tematy badawcze, pytania lub wyzwania badawcze, zespół badawczy.

Pomysły powinny być na tyle ambitne, aby utrzymać aktywne zaangażowanie wybitnych badaczy przez co najmniej pięć lat, a także powinny obejmować wizję długoterminową. Już na etapie rejestracji należy zadeklarować udział partnera – odbiorcy działań. Po dokonaniu przeglądu rejestracji przez wybrany międzynarodowy panel recenzentów, wszystkie kwalifikujące się rejestracje zostaną poproszone o złożenie listu intencyjnego (LOI).

Przejście pierwszego etapu powoduje, że uczestnik dołącza do sieci potencjalnych beneficjentów – uczestniczy w warsztatach, otrzymuje dokumenty i instrukcji (żadne dokumenty dotyczące np. III etapu, poza ogólnym opisem programu oraz strukturą listu intencyjnego (LOI) nie są udostępniane na stronie grantodawcy).

ETAP II: List Intencyjny (LOI)

Wszystkie zaproszone zespoły musiały wziąć udział w zdalnych warsztatach, które dotyczyły perspektywy badań partycypacyjnych, zaangażowania społeczności, równości, różnorodności, włączenia i dekolonizacji itp. (warunki wstępne dla projektów). Po dokonaniu przeglądu LOI przez wybrany międzynarodowy panel recenzentów, wszystkie kwalifikujące się wnioski przechodzą do Etapu III. Wybór został dokonany w oparciu o kryteria wymienione poniżej.

ETAP III: Opracowanie wniosku o dofinansowanie

Wszystkie zespoły, które przejdą do etapu III, będą musiały wziąć udział w zdalnych warsztatach, które pomogą im przygotować pełny wniosek. Celem warsztatów jest zgromadzenie badaczy zaangażowanych w opracowywanie wniosku wraz z innymi międzynarodowymi badaczami, aby udoskonalić problem badawczy lub wyzwanie badawcze, w jaki sposób można sobie z nim poradzić i jakie zasoby intelektualne są potrzebne do osiągnięcia zmiany.

Warto zwrócić uwagę na stosunkowo krótki czas przeznaczony na wybór projektów (który ma aż 3 etapy). Od momentu zgłoszenia pomysłu na projekt (etap 1) do zakończenia konkursu (ocena pełnych wniosków i wybór projektów do realizacji) przewidziano jedynie 3,5 miesiąca (w tym 14 dni na ocenę zarejestrowanych projektów (etap 1), 14 dni na ocenę listów intencyjnych (letter od intent), 14 dni na ocenę pełnych wniosków, a także organizację dwóch warsztatów zdalnych dla wnioskodawców). Z informacji na stronie AI4PEP wynika, że terminy te ostatecznie nieznacznie wydłużono.

Zakres tematyczny programu

Głównym zakresem tematycznym Programu jest wykorzystanie AI na rzecz poprawy gotowości i reagowania w zakresie zdrowia publicznego, reagowania na pandemię i epidemie, wczesne wykrywanie, ostrzeganie i reagowanie na choroby zakaźne.

Podobszary:

- Wczesne wykrywanie (np. wykorzystanie sztucznej inteligencji i analiza dużych zbiorów danych w celu zidentyfikowania czynników wpływających na nowe i ponownie pojawiające się choroby zakaźne oraz bezpośrednich i pośrednich ścieżek prowadzących do zdarzeń ubocznych).

- Systemy wczesnego ostrzegania (np. wykorzystanie sztucznej inteligencji i dużych zbiorów danych do analizy sygnałów wczesnego ostrzegania dotyczących chorób zakaźnych).
- Wczesna reakcja (np. wykorzystanie sztucznej inteligencji i dużych zbiorów danych w celu zapewnienia zarządzania wczesnym reagowaniem w przypadku wystąpienia tych chorób).
- Łagodzenie i kontrola rozwijających się epidemii (np. wdrażanie sztucznej inteligencji i dużych zbiorów danych w celu informowania o łagodzeniu i kontrolowaniu rozwijających się epidemii/pandemii).

Kryteria oceny wniosków

Międzynarodowy panel recenzentów ocenia projekty według następujących kryteriów:

Znaczenie badań (Research Significance)

Projekt będzie oceniany czy zawiera kluczowe elementy:

- problematykę związaną z danymi, które będą poddawane analizie;
- uzasadnienie proponowanego projektu, w tym szczegóły dotyczące przewidywanych rezultatów proponowanego rozwiązania;
- szczegółowy opis działań i oczekiwanych produktów;
- szczegółowy opis zaangażowanych społeczności i regionów geograficznych, jeśli ma to zastosowanie;
- harmonogram projektu i oczekiwane kluczowe kamienie milowe;
- ocenę możliwych zagrożeń lub barier na drodze do sukcesu oraz planowane strategie łagodzenia itp.

Projekt powinien opisywać kontekst, w którym będzie realizowany, tj. aktualny stan wiedzy na temat wybranego obszaru tematycznego (Wczesne wykrywanie, Systemy wczesnego ostrzegania, Wczesna reakcja, Łagodzenie i kontrola rozwijających się epidemii). Oceniane będzie, w jaki sposób proponowany projekt przyczyni się do postępów w bieżących badaniach prowadzonych na całym świecie w zakresie gotowości na pandemię i epidemię. Oceniane będzie, czym takie przedsięwzięcie różni się od już istniejących rozwiązań.

Budowanie potencjału i mobilizacja wiedzy (Capacity Building and Knowledge Mobilization)

Kryterium dotyczy szerszego spojrzenia na projekt – w jakim stopniu projekt będzie przyczyniał się do ogólnego budowania potencjału w zakresie wykorzystania sztucznej inteligencji w rozwiązywaniu problemów związanych ze zdrowiem publicznym. Istotne jest pokazanie, w jakim stopniu w projekt zaangażowana zostanie wiedza interesariuszy i odbiorców projektów- z przemysłu, sektora publicznego, decydentów lub społeczeństwa obywatelskiego. W projektach należy wykazać, w jaki sposób beneficjent planuje budować potencjał wykorzystania sztucznej inteligencji na rzecz zdrowia publicznego.

Doskonałość zespołu badawczego

Oczekuje się, że wnioski wykażą doskonałość naukową proponowanych członków zespołu i wyjaśnią, w jaki sposób zespół odzwierciedla niezbędną interdyscyplinarną wymaganą do stawiania czoła wyzwaniom badawczym. Zwolennicy powinni załączyć plan promowania różnorodności w zespole badawczym.

Lider projektu (potential leadership)

Liderów zespołów należy wybierać nie tylko ze względu na ich doskonałość w badaniach, ale także ze względu na ich przełomowe myślenie i głęboką współpracę między dyscyplinami, a także zaangażowanie w wywieranie wpływu.

Uwzględnienie równości, różnorodności, włączenia i dekolonizacji

Zarówno zespoły jak i działania projektowe powinny być tworzone z zastosowaniem zasady równości, różnorodności, włączenia i dekolonizacji (equity, diversity inclusion & decolonization).

Spójność z celami IDRC AI4H (International Development Research Centre Artificial Intelligence for Global Health)

Oceniane będzie na ile projekt wpisuje się w cele strategiczne nadrzędnej inicjatywy Międzynarodowego Centrum Badań nad Rozwojem „Artificial Intelligence for Global Health” (kanadyjska jednostka wspierająca i finansująca badania i innowacje w regionach rozwijających się, AI4PEP jest częścią tej inicjatywy AI4H).

Organizacje wymagane i kwalifikujące się

Projekt będzie oceniany pod kątem spełnienia warunku dostępu – czy w skład partnerów wchodzi „uznany” uniwersytet publiczny oraz czy obszar realizacji projektu znajduje się w Afryce, Azji, Ameryce Łacińskiej, lub Bliskim Wschodzie.

Budżet i dopuszczalne wydatki

Ocenie poddany będzie budżet projektu, czy fundusze są wystarczające do realizacji celów i działań określonych we wniosku. Od wnioskodawców oczekuje się przedstawienia szczegółowego uzasadnienia budżetu.

Czas trwania projektów

Czas trwania projektu to 5 lat.

Etapy finansowania realizacji projektów

Brak jest informacji na temat zasad finansowania projektów – czy finansowanie jest przeznaczone na cały okres 5 lat, czy wypłata kolejnych transz jest uzależniana od osiągnięcia kamieni milowych.

Dobra praktyka: W odróżnieniu od innych analizowanych programów, AI4PEP finansuje **długoterminowe** (5 letnie) projekty z nastawieniem na długofalowe efekty. Jest to uzasadnione, biorąc pod uwagę cele projektów – wsparcie w budowaniu kompleksowej polityki w zakresie zdrowia publicznego, reagowania na zagrożenie pandemią, wczesne wykrywanie, ostrzeżenie i reagowanie na epidemie chorób zakaźnych. Takie działania powinny być prowadzone długofalowo i w sposób ciągły, z zaangażowaniem różnego rodzaju danych pochodzących od różnych podmiotów.

Jako dobrą praktykę można wskazać **kilkuetapowy proces przygotowania i wyboru projektów** – etap 1: ogólny zarys projektu (panel ekspertów ocenia, czy zaprosić wnioskodawcę do kolejnego etapu, czyli przygotowania listu intencyjnego), etap 2: list intencyjny będący ustrukturyzowanym opisem projektu, ocenianym przez panel ekspertów wg określonych kryteriów; etap 3: dopiero zakwalifikowanie się do trzeciego etapu obejmuje przygotowanie pełnego wniosku (ocenianego przez panel ekspertów). Co istotne – każdy etap uwzględnia aktywną komunikację z grantodawcą, wirtualne warsztaty, mające na celu możliwość skonsultowania pomysłów na projekt, doszczegółowienie zakresu i celów, a także kwestii szczegółowych, takich jak budżet, zespół, czy zakres projektu. Można ocenić, że w ten model w pełni wykorzystuje się etapowość oceny, a także zapewnia się efektywność pracy obu stron – grantobiorcy (który przygotowuje pełny wniosek o dofinansowanie wraz z załącznikami dopiero wtedy, gdy jego pomysł został pozytywnie zweryfikowany) oraz grantodawcy (który nie musi oceniać wszystkich pełnych wniosków projektowych, tak jak to się dzieje w jednym etapie). Warto rozważyć włączenie do programu INFOSTRATEG podobnego rozwiązania – tj. poprzedzenie właściwej oceny projektów oceną strategiczną, podczas której eksperci (członkowie Komitetu Sterującego) zweryfikują, czy projekt wpisuje się w cele szczegółowe i cel główny Programu, i czy generalnie spełnia podstawowe założenia. Dopiero pozytywna ocena na tym etapie kierowałaby projekt do właściwej oceny wniosków przez panel ekspertów. Warto również wykorzystać rozwiązanie jakim są warsztaty z potencjalnymi wnioskodawcami – te warto organizować dla administracji publicznej – jednostek mogących zgłaszać tematy zamawiane. Jak wynika bowiem z badania, właściwe zrozumienie celów Programu jest dla tych podmiotów trudne. Generuje to

niepotrzebne obciążenie administracyjne dla podmiotów zgłaszających temat (konieczność przygotowania dokumentów) oraz NCBR (konieczność weryfikacji przez panel ekspertów) – podczas gdy większość zgłoszeń jest odrzucana. Możliwość skonsultowania pomysłu w formule niezobowiązującego spotkania usprawni kolejne etapy.

2 OPIS METOD I TECHNIK BADAWCZYCH

2.1 Analiza danych zastanych

Analiza została przeprowadzona w następujących obszarach:

- 1) Analiza zakresu Programu pod kątem jego aktualności z kierunkami/trendami badań oraz wyzwaniem strategicznymi,
- 2) Diagnoza potencjału naukowo-badawczego w kraju z perspektywy zapewnienia skutecznej realizacji założeń programowych oraz możliwości realizacji projektów,
- 3) Przykłady działań stosowanych w innych programach (w kraju i na świecie) finansujących zastosowanie w przedsiębiorstwach i administracji publicznej rozwiązań dotyczących sztucznej inteligencji i blockchain,
- 4) Analiza komplementarności i spójności Programu z innymi działaniami/inicjatywami NCBR w obszarze sztucznej inteligencji i blockchain.

Poniżej dla każdego obszaru omówione zostały źródła danych i zakres analiz, które zostały przeprowadzone.

1) *Analiza zakresu Programu pod kątem jego aktualności z kierunkami/trendami badań oraz wyzwaniami strategicznymi*

– Analiza dokumentów strategicznych

a. Dokumenty strategiczne na poziomie krajowym:

8. Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020 (2020)
9. Strategia produktywności 2030 (2022)
10. Polityka Naukowa Państwa (2022)
11. Strategia Cyberbezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej na lata 2019-2024 (2019)
12. Polityka Przemysłowa Polski (2021)
13. Krajowy Program Badań (2011)
14. Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększenia Odporności (2022)

b. Dokumenty strategiczne na poziomie unijnym:

13. Artificial Intelligence Act (rozporządzenie w sprawie sztucznej inteligencji) COM(2021) 206 final (2021)¹⁵³
14. Skoordynowany plan w sprawie sztucznej inteligencji COM(2021) 205 final (2021)¹⁵⁴
15. Sztuczna inteligencja dla Europy, Komunikat Komisji, COM(2018) 237 final (2018)¹⁵⁵
16. Europe's Digital Decade: digital targets for 2030 / Cyfrowa dekada Europy: cele cyfrowe na 2030 r. (2022)¹⁵⁶
17. Kształtowanie cyfrowej przyszłości Europy/ Shaping Europe's digital future (2020)¹⁵⁷

¹⁵³ [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698792/EPRS_BRI\(2021\)698792_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698792/EPRS_BRI(2021)698792_EN.pdf)

¹⁵⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0795>

¹⁵⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0237>

¹⁵⁶ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_pl

¹⁵⁷ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europes-digital-future_pl

18. Biała księga w sprawie sztucznej inteligencji Europejskie podejście do doskonałości i zaufania, COM/2020/65 final/2 (2020)¹⁵⁸
 19. Europejska strategia w zakresie danych COM(2020) 66 final (2020)¹⁵⁹
 20. Program Digital Europe na lata 2021-2027, 2018/0227(COD) (Cyfrowa Europa) (2018)¹⁶⁰
 21. NextGenerationEU¹⁶¹
 22. Nowa europejska przestrzeń badawcza na rzecz badań naukowych i innowacji COM(2020) 628 final (2020)¹⁶²
 23. European Blockchain Strategy (2019)¹⁶³
 24. Strategia Europa 2020 COM(2010) 2020 final (2010)
 25. Strategic Plan 2020-2024. DG Research and Innovation (2020)¹⁶⁴
- c. Analiza raportów, badań, opracowań w zakresie osiągnięć sektora gospodarki / ośrodków naukowych w wykorzystaniu sztucznej inteligencji w Polsce, UE i na świecie
- **Statystyki patentowe**
 - **Trendy w zakresie projektów B+R dofinansowanych w NCBR**

2) *Diagnoza potencjału naukowo-badawczego w kraju z perspektywy zapewniania skutecznej realizacji założeń programowych oraz możliwości realizacji projektów*

Podmiotem analizy były wskaźniki do pomiaru potencjału naukowo-badawczego instytucji naukowych oraz przedsiębiorstw. Instytucje naukowe zdefiniowane zostały zgodnie artykułem 7 Ustawy o szkolnictwie wyższym, dlatego zaliczono do nich: (i) uczelnie, (ii) federacje podmiotów systemu szkolnictwa wyższego i nauki, (iii) PAN, (iv) instytuty naukowe PAN, (v) instytuty badawcze, (vi) międzynarodowe instytuty naukowe, (vii) Centrum Łukasiewicz oraz instytuty działające w ramach Sieci Badawczej Łukasiewicz, (viii) Polską Akademię Umiejętności, (ix) inne podmioty prowadzące głównie działalność naukową w sposób samodzielny i ciągły. Z kolei przedsiębiorstwo- zgodnie z artykułem 55 Kodeksu Cywilnego – jest „zorganizowanym zespołem składników niematerialnych i materialnych przeznaczonym do prowadzenia działalności gospodarczej”. W praktyce analizie poddane zostały przedsiębiorstwa prywatne, które prowadziły prace badawczo-rozwojowe w ramach projektów unijnych i finansowanych z innych źródeł.

Poniższa tabela zawiera podsumowanie wskaźników wykorzystanych do oceny potencjału naukowo-badawczego podmiotów w Polsce, wraz z przypisanymi źródłami danych.

Tabela 8. Lista wskaźników do oceny potencjału naukowo-badawczego podmiotów krajowych

Badany aspekt	Wskaźniki	Źródła danych	Podmioty
Zasoby kadrowe	➤ Liczba osób, którym nadano stopień doktora lub doktora habilitowanego, posiadających specjalność AI lub Blockchain	➤ POL-on	➤ Jednostki naukowe
	➤ Liczba naukowców deklarujących specjalność w zakresie AI lub Blockchain	➤ Baza Nauka Polska	➤ Jednostki naukowe ➤ Przedsiębiorstwa
	➤ Znormalizowany wskaźnik potencjału kadrowego	➤ Opracowanie OPI PIB na podstawie danych	➤ Jednostki naukowe

¹⁵⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1603192201335&uri=CELEX:52020DC0065>

¹⁵⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1582218646923&uri=COM:2020:66:FIN>

¹⁶⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0694>

¹⁶¹ https://next-generation-eu.europa.eu/index_pl

¹⁶² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:52020DC0628>

¹⁶³ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/european-blockchain-strategy-brochure>

¹⁶⁴ https://commission.europa.eu/publications/strategic-plan-2020-2024-research-and-innovation_en

Badany aspekt	Wskaźniki	Źródła danych	Podmioty
		z bazy Nauka Polska oraz systemów PBN i POL-on	
Zasoby infrastrukturalne	➤ Liczba laboratoriów badawczych i aparatury obejmujących obszary AI i Blockchain	➤ Baza POL-on	➤ Jednostki naukowe
	➤ Liczba inwestycji w aparaturę naukowo-badawczą oraz infrastrukturę informatyczną o wartości przekraczającej 500 000 zł wpisujących się w obszary AI i Blockchain	➤ Baza POL-on	➤ Jednostki naukowe
	➤ Liczba inwestycji w infrastrukturę naukowo-badawczą wpisujących się w obszary AI i Blockchain	➤ Polska Mapa Infrastruktury Badawczej	➤ Jednostki naukowe ➤ Przedsiębiorstwa
Aktywność naukowa	➤ Liczba publikacji dotyczących AI i blockchain w podziale na indywidualne, w partnerstwie, w partnerstwie międzynarodowym	➤ Opracowanie OPI „Sztuczna inteligencja: osiągnięcia publikacyjne z zakresu nauk ścisłych i technicznych w latach 2010–2021” ➤ Baza Scopus	➤ Jednostki naukowe
	➤ Wskaźnik wpływu z cytowań (MNCS) publikacji dotyczących AI i blockchain	➤ Opracowanie OPI „Sztuczna inteligencja: osiągnięcia publikacyjne z zakresu nauk ścisłych i technicznych w latach 2010–2021” ➤ Baza Scopus	➤ Jednostki naukowe
	➤ Kategorie naukowe przyznawane jednostkom naukowym przez Komitet Ewaluacji Jednostek Naukowych (KEJN)	➤ Kategorie naukowe według Komitetu Ewaluacji Jednostek Naukowych (KEJN) – podział jednostek według KIS	➤ Jednostki naukowe
Aktywność projektowa	➤ Liczba projektów w obszarze AI i blockchain zrealizowanych przez jednostki naukowe	➤ Baza POL-on	➤ Jednostki naukowe
	➤ Liczba i wartość projektów w obszarze AI i blockchain zrealizowanych w ramach FE w latach 2014-2020	➤ Lista projektów Funduszy Europejskich 2014-2020	➤ Jednostki naukowe ➤ Przedsiębiorstwa
	➤ Liczba MVP ¹⁶⁵ w obszarze AI i blockchain zrealizowanych w ramach Projektu e-Pionier	➤ Sprawozdania z realizacji Projektu e-Pionier	➤ Jednostki naukowe ➤ Przedsiębiorstwa
	➤ Liczba i wartość projektów w obszarze AI i blockchain zrealizowanych w ramach Programu Infostrateg	➤ Dane sprawozdawcze Programu Infostrateg	➤ Jednostki naukowe ➤ Przedsiębiorstwa

Źródło: opracowanie własne

Zasoby kadrowe jednostek naukowych

¹⁶⁵ MVP oznacza "Minimum Viable Product", czyli "Minimalny Produkt Wykonalny" w kontekście rozwoju produktów, zwłaszcza w branży technologicznej i startupowej

W celu określenia potencjału kadrowego w zakresie sztucznej inteligencji i Blockchain posłużono się bazą POL-on, zawierającą wykaz osób, którym nadano stopień doktora lub doktora habilitowanego. Zestawienie wyników wyszukiwania zostało zawarte w poniższej tabeli.

Tabela 9 Liczba rekordów w bazie osób, którym nadano stopień doktora lub doktora habilitowanego

Sztuczna inteligencja		Blockchain	
Słowo klucz	L. osób	Słowo klucz	L. osób
Sztuczna inteligencja	131	Blockchain	0
Uczenie maszynowe	59	Kryptowaluty	0
Uczenie głębokie	7	Ethereum	0
Sieci neuronowe	25	Smart kontrakty	0
Algorytmy AI	8	Zdecentralizowane aplikacje	0
łącznie	201	Chainlink	0
		Zdecentralizowane finanse	0
		Tokeny	0
		łącznie	0

Źródło: Baza POL-on, „Ogólnopolski wykaz osób, którym nadano stopień doktora lub doktora habilitowanego”, 10.2023

Ponadto posłużono się zbiorczą oceną zasobów kadrowych uczelni w zakresie prowadzenia działań w obszarach AI i blockchain dokonaną w „Analizie zasobów, aktywności i osiągnięć jednostek naukowych w Polsce w dziedzinie tworzenia i rozwoju technologii” (OPI, 2022).

Zasoby infrastrukturalne jednostek naukowych

Podstawą do oceny zasobów infrastrukturalnych jednostek naukowych była baza laboratoriów badawczych i aparatury zamieszczona w POL-on. Spośród 3437 rekordów wybrano te, w których opisie pojawiły się słowa kluczowe dotyczące sztucznej inteligencji i Blockchain. Liczebność wybranych rekordów została przedstawiona w poniższej tabeli.

Tabela 10 Laboratoria badawcze i aparatura

Sztuczna inteligencja		Blockchain	
Słowo klucz	L. laboratoriów	Słowo klucz	L. laboratoriów
Sztuczna inteligencja	16	Blockchain	0
Uczenie maszynowe	3	Kryptowaluty	0
Uczenie głębokie	0	Ethereum	0
Sieci neuronowe	10	Smart kontrakty	0
Algorytmy AI	0	Zdecentralizowane aplikacje	0
Rozpoznawanie obrazów	6	Chainlink	0
Rozpoznawanie mowy	5	Zdecentralizowane finanse	0
łącznie	31	Tokeny	0
		łącznie	0

Źródło: Baza POL-on „Laboratoria badawcze i aparatura”

Analizę poszerzono o najnowsze inwestycje w aparaturę naukowo-badawczą oraz infrastrukturę informatyczną (baza POL-on). Poniższa tabela prezentuje zestawienie liczby inwestycji, zawierających słowa kluczowe z obszaru AI i Blockchain.

Tabela 11. Inwestycje w aparaturę naukowo-badawczą oraz infrastrukturę informatyczną o wartości przekraczającej 500 000 zł wpisujące się w obszary AI i Blockchain

Sztuczna inteligencja		Blockchain	
Słowo klucz	L. inwestycji	Słowo klucz	L. inwestycji

Sztuczna inteligencja	4	Blockchain	0
Uczenie maszynowe	2	Kryptowaluty	0
Uczenie głębokie	1	Ethereum	0
Sieci neuronowe	2	Smart kontrakty	0
Algorytmy AI	0	Zdecentralizowane aplikacje	0
Rozpoznawanie obrazów	0	Chainlink	0
Rozpoznawanie mowy	0	Zdecentralizowane finanse	0
łącznie	7	Tokeny	0
		łącznie	0

Źródło: Opracowanie własne na podstawie bazy POL-on „Inwestycje”

Powyższą analizę uzupełniono o inwestycje opisane w Polskiej Mapie Infrastruktury Badawczej¹⁶⁶. Na podstawie opisów zawartych w broszurze¹⁶⁷ oraz na stronach internetowych projektów zidentyfikowano dziewięć inwestycji wpisujących się w obszar sztucznej inteligencji (brak jest inwestycji wpisujących się w obszar blockchain).

Zasoby kadrowe i infrastrukturalne przedsiębiorstw

Analiza potencjału przedsiębiorstw skupiła się na wskazaniu mniej lub bardziej ogólnych informacji, w tym jakościowych – na podstawie dostępnych analiz, publikacji czy artykułów (np. State of Polish AI 2021, Digital Poland, Warszawa 2021, Blockchain Compass 2018, praca zbiorowa, Fundacja Startup Poland, Warszawa 2018).

Aktywność naukowa jednostek naukowych

Głównym źródłem do oceny produkcji naukowej była baza Scopus. Do diagnozy aktywności naukowej w zakresie sztucznej inteligencji posłużono się analizą OPI „Sztuczna inteligencja: osiągnięcia publikacyjne z zakresu nauk ścisłych i technicznych w latach 2010–2021”. Z kolei dla obszaru „Blockchain” posłużono się bezpośrednio bazą Scopus. Źródłem pomocniczym była baza Nauka Polska. Posłużono się również kategoriami naukowymi przyznawanymi przez Komitet Ewaluacji Jednostek Naukowych. Przypisanie specjalizacji naukowo-badawczych jednostek naukowych KIS zostało dokonane w ramach ewaluacji przeprowadzonej przez Ecorys Polska i Taylor Economics¹⁶⁸. Klasyfikacji dokonano na podstawie: (i) bazy MNiSW, (ii) bazy wnioskodawców/ beneficjentów POIR, (iii) informacji pochodzących z innych dokumentów, raportów, analiz, (iv) badań ankietowych. W ramach badania ankietowego przedstawiciele jednostek naukowych zostali poproszeni o wybór maksymalnie trzech KIS, do których można przypisać specjalizację naukowo-badawczą reprezentowanej przez nich jednostki. Ostatecznie do konkretnej KIS udało się przyporządkować 641 spośród 993 polskich jednostek naukowych.

Aktywność projektowa jednostek naukowych oraz przedsiębiorstw

Aktywność projektowa w zakresie AI i Blockchain została określona na podstawie analizy kilku baz gromadzących projekty finansowane z różnych źródeł. Pierwszym była baza POL-on gromadząca projekty realizowane przez instytucje systemu szkolnictwa wyższego i nauki w Polsce, w tym badania naukowe i prace rozwojowe, upowszechnianie nauki. Poniższa tabela zawiera wyniki wyszukiwania projektów dotyczących AI i Blockchain po słowach kluczowych.

¹⁶⁶ Lista strategicznych infrastruktur badawczych umieszczonych na Polskiej Mapie Infrastruktury Badawczej – dokument po korekcie, Warszawa, styczeń 2020

¹⁶⁷ Ostateczna Broszura Polskiej Mapy Infrastruktury Badawczej z 30.09.2020

¹⁶⁸ Raport Ecorys Polska i Taylor Economics, Ewaluacja potencjału badawczo-rozwojowego jednostek naukowych i jego wpływu na realizację celów KIS

Tabela 12 Liczba projektów realizowanych przez instytucje systemu szkolnictwa wyższego i nauki w Polsce, w tym badania naukowe i prace rozwojowe, upowszechnianie nauki

Sztuczna inteligencja		Blockchain	
Słowo klucz	L. projektów	Słowo klucz	L. projektów
Sztuczna inteligencja	73	Blockchain	1
Uczenie maszynowe	65	Kryptowaluty	0
Uczenie głębokie	1	Ethereum	0
Sieci neuronowe	44	Smart kontrakty	0
Algorytmy AI	0	Zdecentralizowane aplikacje	0
Rozpoznawanie obrazów	14	Chainlink	0
Rozpoznawanie mowy	7	Zdecentralizowane finanse	0
łącznie	192	Tokeny	0
		łącznie	1

Źródło: Baza POL-on „Projekty realizowane przez instytucje systemu szkolnictwa wyższego i nauki w Polsce, w tym badania naukowe i prace rozwojowe, upowszechnianie nauki”

Największym zbiorem danych o projektach z zakresu sztucznej inteligencji, jest baza wszystkich projektów unijnych zrealizowanych w perspektywie 2014-2020. Jest to więc baza obejmująca wszystkie projekty realizowane aż do 2023 roku. Poniższa tabela zawiera liczebność projektów wpisujących się w kategorie sztucznej inteligencji i blockchain.

Tabela 13 Wykaz słów kluczowych do wyszukiwania projektów dotyczących sztucznej inteligencji i blockchain w bazie projektów FE 2014-2020

Sztuczna inteligencja		Blockchain	
Słowo klucz	L. projektów	Słowo klucz	L. projektów
Sztuczna inteligencja	555	Blockchain	1
Uczenie maszynowe	332	Kryptowaluty	2
Machine Learning	42	Ethereum	3
Uczenie głębokie	2	Smart kontrakty	0
Deep Learning	36	Smart Contracts	1
Sieci neuronowe	72	Zdecentralizowane aplikacje	0
Neural Networks	2	Decentralized Applications	0
Algorytmy AI	9	Proof of Work	0
Przetwarzanie języka naturalnego	3	Proof of Stake	0
Natural Language Processing	7	Chainlink	0
Rozpoznawanie obrazów	2	Zdecentralizowane finanse	0
Image Recognition	0	Decentralized Finance	0
Rozpoznawanie mowy	2	Tokeny	1
Speech Recognition	2		
Reinforcement Learning	7		
Transfer Learning	0		
Generative Adversarial Networks	0		

Źródło: opracowanie własne na podstawie listy projektów Funduszy Europejskich 2014-2020.

Analiza Programu Infostrateg objęła wszystkie 53 projekty, ponieważ każdy z nich dotyczył sztucznej inteligencji bądź blockchain.

3) *Przykłady działań stosowanych w innych programach finansujących zastosowanie w przedsiębiorstwach i administracji publicznej rozwiązań dotyczących sztucznej inteligencji i blockchain*

Celem analizy było wskazanie przykładów działań (w tym warunków wsparcia, zakresu tematycznego) stosowanych w innych programach (w kraju i na świecie) finansujących zastosowanie w przedsiębiorstwach i administracji publicznej rozwiązań dotyczących sztucznej inteligencji i blockchain.

Przy analizie wzięte zostały pod uwagę:

- a. Regulaminy konkursów
- b. Strony internetowe grantodawców

Programy poddane analizie:

- Konkurs: AI Solutions to improve productivity in key sectors (Wykorzystanie sztucznej inteligencji do poprawy produktywności w kluczowych sektorach); Program: Innovation Funding Service, Wielka Brytania
- Konkurs: ATM Excellent science and outreach for Artificial Intelligence (AI) for aviation (ATM Doskonała nauka i zasięg dla sztucznej inteligencji w lotnictwie); Program: Horyzont Europa, Unia Europejska
- Konkurs: Research and development competition for RAI in extreme and challenging environments (Konkurs badawczo-rozwojowy dotyczący robotyki i sztucznej inteligencji w ekstremalnych i trudnych warunkach); Program: Innovation Funding Service, Wielka Brytania
- Konkurs: Artificial intelligence for better biomedical and health research (Sztuczna inteligencja dla lepszych badań biomedycznych i zdrowia); Program: UK Research and Innovations, Wielka Brytania
- Program: AI4PEP – AI for Pandemic & Epidemic Preparedness Fund (AI4PEP – sztuczna inteligencja na rzecz funduszu na wypadek pandemii i gotowości na epidemię); Kraj fundatora: Kanada

4) *Analiza komplementarności i spójności Programu z innymi działaniami/inicjatywami NCBR w obszarze sztucznej inteligencji i blockchain*

Analiza w tym przypadku objęła przede wszystkim:

- a. Dokumenty programowe ostatecznie wybranych do analizy programów, działań i inicjatyw,
- b. Regulaminy konkursów, założenia wsparcia, zakresy tematyczne poszczególnych konkursów,
- c. Opisy projektów,
- d. Strony internetowe programów i inicjatyw,
- e. Dokumenty udostępnione przez podmioty odpowiedzialne za inicjatywy.

2.2 Indywidualne wywiady pogłębione (IDI)

W ramach ewaluacji wywiady pogłębione zostały zrealizowane z następującymi grupami rozmówców:

- **Pracownicy NCBR** zaangażowani w zarządzanie, koordynowanie i wdrażanie programu INFOSTRATEG- 2 wywiady;
- **Członkowie Komitetu Sterującego** Programu INFOSTRATEG- 2 wywiady;
- **Eksperci oceniający wnioski** o dofinansowanie – 2 wywiady;
- **Beneficjenci programu** - 16 wywiadów z liderami i członkami konsorcjów dofinansowanych projektów;

- **Przedstawiciele podmiotów administracji publicznej zgłaszających tematy badawcze** rekomendowane i nierekomendowane do wsparcia – 5 wywiadów;
- **Eksperti tematyczni** (osoby spoza zespołu badawczego) posiadający wiedzę w zakresie sztucznej inteligencji i/lub blockchain – 4 wywiady.

2.3 Badanie ankietowe CAWI

W ramach badania ilościowego Wykonawca zastosował podejścia mixed-mode łączące techniki CAWI (CAWI- Computer Assisted Web Interview) i CATI (CATI- Computer Assisted Telephone Interview) w realizacji badania.

Badanie ilościowe zostało przeprowadzane na populacji (wnioski o dofinansowanie). Osiągnięto zwrotność ankiet na poziomie n=70 (przy próbie badawczej 63).

2.4 Warsztat rekomendacyjny

Warsztat rekomendacyjny zostanie przeprowadzony z przedstawicielami instytucji zaangażowanych bezpośrednio we wdrażanie Programu i będzie miał na celu wypracowanie praktycznych, możliwych do wdrożenia przez poszczególne instytucje rekomendacji. Domyślną formą realizacji warsztatu będzie forma zdalna z wykorzystaniem narzędzia Zoom.

W spotkaniu wezmą udział co najmniej następujące osoby:

- Członkowie zespołu badawczego- minimalny skład zespołu skierowany do realizacji zamówienia;
- pracownicy NCBR odpowiedzialni za programowanie;
- członek Komitetu Sterującego;
- ekspert oceniający wnioski o dofinansowanie;
- wybrani adresaci rekomendacji wewnętrzni oraz spoza NCBR.

Warsztat rekomendacyjny został zrealizowany po złożeniu projektu RK.