

Ewelina Suska

Szkoła Doktorska

Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej

DOI: <https://doi.org/10.35464/1642-672X.PS.2025.3.08>

Sztuczna inteligencja w medycynie

Artificial Intelligence in Medicine

ABSTRACT: Artificial Intelligence (AI) is one of the most significant and rapidly evolving areas of modern technology, increasingly transforming the field of healthcare. Defined as the science of creating machines capable of performing tasks that require human intelligence, AI has become a vital tool supporting medical diagnostics, treatment planning, and patient care. Its applications extend to radiology, cardiology, oncology, and telemedicine, where algorithms improve diagnostic accuracy, optimize therapeutic decisions, and reduce human error. AI enables early disease detection, supports personalized medicine, and enhances clinical research by processing large volumes of structured medical data. However, the rapid development of AI outpaces legal frameworks, raising ethical, regulatory, and data protection concerns, especially regarding the General Data Protection Regulation (GDPR). Despite these challenges, AI is not a future vision but an existing reality that is already reshaping healthcare systems. Its integration promises higher efficiency, improved accessibility, and a new paradigm in medical innovation and patient safety.

KEYWORDS: medicine, artificial intelligence, application.

STRESZCZENIE: Sztuczna inteligencja (SI) jest jednym z najważniejszych i najszybciej rozwijających się obszarów nowoczesnych technologii, który coraz bardziej przekształca sektor opieki zdrowotnej. Definiowana jako nauka o tworzeniu maszyn zdolnych do wykonywania zadań wymagających ludzkiej inteligencji, AI stała się kluczowym narzędziem wspierającym diagnostykę medyczną, planowanie leczenia i opiekę nad pacjentem. Jej zastosowania obejmują m.in. radiologię, kardiologię, onkologię i telemedycynę, gdzie algorytmy zwiększają dokładność diagnoz, optymalizują decyzje terapeutyczne i ograniczają błędy ludzkie. AI umożliwia wczesne wykrywanie chorób, wspiera medycynę spersonalizowaną oraz usprawnia badania kliniczne dzięki analizie dużych, ustrukturyzowanych zbiorów danych medycznych. Dynamiczny rozwój AI wyprzedza jednak ramy prawne, rodząc wyzwania etyczne, regulacyjne i dotyczące ochrony danych, zwłaszcza w kontekście ogólnego

rozporządzenia o ochronie danych (RODO). Pomimo tych trudności, sztuczna inteligencja nie jest już technologią przyszłości, lecz rzeczywistością, która zmienia oblicze systemów opieki zdrowotnej, zwiększając ich efektywność, dostępność i bezpieczeństwo pacjentów oraz wyznaczając nowy kierunek innowacji medycznych.

SŁOWA KLUCZOWE: medycyna, sztuczna inteligencja, zastosowanie.

Sztuczna inteligencja to niewątpliwie jeden z najważniejszych i najbardziej obiecujących obszarów nowoczesnych technologii. Pojęcie sztucznej inteligencji, mimo powszechności używania tego terminu, nie jest łatwe do zdefiniowania. Wynika to przede wszystkim z braku jasnej i precyzyjnej definicji samej inteligencji. Występuje szereg różnych prób jej zdefiniowania. Jest to nauka o czynnościach, które miałyby spowodować, że maszyny będą wykonywać funkcje, które aktualnie lepiej wykonuje człowiek [Rich, Knight, 1990, s. 5]. Jedną z prostszych definicji AI, której twórcą jest jeden z pierwszych badaczy sztucznej inteligencji Marvin Minsky, wskazuje, że sztuczna inteligencja jest „sztuką uczenia maszyn robienia rzeczy, które, gdyby wykonywał je człowiek, wymagałyby użycia inteligencji” [Minsky, 1968]. Współczesne postrzeganie inteligencji rozumiane jest jako zdolność do współdziałania ze zdolnościami kreowanymi w sferze emocjonalnej, motywacyjnej, czy też interpersonalnej ludzkiej psychiki¹.

Historia sztucznej inteligencji jest interesująca sama w sobie. Jest to opowieść o dążeniach człowieka, jego fascynacjach i rozczarowaniach, sukcesach i porażkach. Czołowymi ośrodkami, które biorą udział w badaniach nad sztuczną inteligencją są: Massachusetts Institute of Technology (MIT), Carnegie Mellon University (CMU), International Business Machines (IBM), Advanced Telecommunications Research (ATR), Institute for New Generation Computer Technology (ICOT – projekt komputerów piątej generacji). Prywatne ośrodki: Fujitsu, Hitachi, NEC, Mitsubishi, Oki, Toshiba, Sony, Honda, ośrodek Starlab z siedzibą w Brukseli (ośrodek zamknięty) [Kasperski, 2003, s. 234]. Mimo olbrzymiego zainteresowania problematyką AI i angażowania olbrzymich środków na badania, nadal istnieje duży obszar niezrealizowanych zamierzeń. Nie udało się dotąd osiągnąć, pomimo wielu wysiłków, programu, który skutecznie potrafiłby naśladować ludzką konwersację czy zyski na giełdzie. Nie ma również skutecznego programu tłumaczącego teksty literackie i mowę potoczną. Szybki rozwój elektroniki oraz informatyki sprzyja rozwojowi AI. Dzięki sztucznej inteligencji wszystko ma być „naj”: -szybciej, -prościej, -łatwiej, -taniej. Sztuczna inteligencja jest technologią, która daje ogromne możliwości. „Intelligentne maszyny” są potrzebne człowiekowi do tworzenia i odkrywania nowych zależności w świecie.

¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja [data pobrania: 30.10.2023].

Sztuczna inteligencja zaczyna docierać w inne obszary nauki, takie jak medycyna, ekonomia czy zarządzanie. Jest przewodnikiem po ścieżce terapeutycznej. Systemy te będą tak ewaluowały, aby zaopiekować się pacjentem. W najbliższych latach będzie można zaobserwować silny rozwój telemedycyny, zarówno w obszarze diagnozowania, jak i wspierania terapii. Pojawi się bardzo wiele rozwiązań automatyzujących opiekę nad pacjentem, także z wykorzystaniem technologii sztucznej inteligencji, która będzie wspierała zarówno lekarza, jak i pacjenta w procesie leczenia. Monitoring stanu zdrowia jest kolejnym obszarem w medycynie, który z ogromnym sukcesem wykorzystuje AI. Już dzisiaj chatbot'y są w stanie rozmawiać z pacjentem, prowadzić go ścieżką diagnostyczną, pomóc w umówieniu wizyty u lekarza czy w zamówieniu materiałów ortopedycznych. Ministerstwo Zdrowia powinno wprowadzić ułatwioną ścieżkę do implementacji innowacyjnych rozwiązań, w tym tych z zakresu sztucznej inteligencji.

Wprowadzenie nowych rozwiązań nieodłącznie wiąże się z potrzebą wdrożenia odpowiednich rozwiązań legislacyjnych. Innowacyjne rozwiązania często wyprzedzają obowiązujące przepisy, a także następujące, a nienadążające za zmianami, nowelizacje prawa. Sytuacja ta ma miejsce także w sektorze ochrony zdrowia. Zaledwie niecałą dekadę temu telemedycyna była pewną nowością, której dopuszczalność pod kątem prawnym była przedmiotem dyskusji. Dziś jest już ona pełnoprawną, uregulowaną na poziomie ustaw i rozporządzeń formą udzielania świadczeń zdrowotnych, która jest powszechnie stosowana w codziennej praktyce podmiotów leczniczych. Kolejną innowacyjną technologią, która ma potencjał zrewolucjonizowania praktyki klinicznej, jest sztuczna inteligencja. Algorytmy cechują się coraz większą dokładnością i skutecznością, dzięki czemu mogą stanowić realną pomoc dla profesjonalistów medycznych. Technologia po raz kolejny wyprzedza legislację. Sztuczna inteligencja to dane, które muszą być zbierane w sposób ustrukturyzowany. Korzystanie z danych jest kluczowym elementem rozwoju sztucznej inteligencji, która dzięki dostępowi do nich może się rozwijać i ulepszać. W aktualnie obowiązującym stanie prawnym rozwijając AI pojawia się konieczność zachowania zgodności z szeregiem przepisów.

Pomimo tego, iż sztuczna inteligencja jest już stosowana, nie ma szczególnych wytycznych dotyczących jej wykorzystania w ochronie zdrowia. Prace legislacyjne na poziomie Unii Europejskiej są jeszcze na stosunkowo wczesnym etapie. Placówki medyczne i profesjonaliści medyczni stosujący tego rodzaju rozwiązania mają w związku z tym wiele pytań i wątpliwości, jak w zgodzie z obecnym prawem, w tym w szczególności z poszanowaniem praw pacjenta i zasad wykonywania zawodu i działalności leczniczej, stosować różne rozwiązania oparte na technologii sztucznej inteligencji. Wśród tych przepisów

jest Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia Dyrektywy 95/46/WE (ogólne rozporządzenie o ochronie danych, RODO), co w konsekwencji oznacza m.in. konieczność minimalizacji przetwarzanych danych czy zachowanie prawidłowego okresu retencji danych. Podczas korzystania z oprogramowania AI w ochronie zdrowia należy mieć na uwadze znajdujące zastosowanie zasady odpowiedzialności cywilnej, karnej czy zawodowej. W kontekście rozwoju i bezpieczeństwa AI w ochronie zdrowia niebagatelne znaczenie ma jakość danych używanych do trenowania czy walidacji modeli. Technologia ma wspierać lekarzy i inne osoby wykonujące zawody medyczne, a nie ich zastępować.

Kilka dziedzin medycyny ulegnie znacznym przeobrażeniom przez sztuczną inteligencję. Dziedziny medycyny, których ważną częścią jest analiza obrazów, takie jak radiologia, kardiologia czy dermatologia, z dużą dozą prawdopodobieństwa w najbliższym czasie będą podlegać znacznym modyfikacjom. Algorytmy SI coraz częściej wspierają lekarzy. Rośnie zainteresowanie sztuczną inteligencją, która może pomóc radiologom, gastroenterologom i innym specjalistom w lepszej diagnozie i wczesnym wykrywaniu chorób.

Sztuczna inteligencja jest wdrażana i z powodzeniem stosowana w podmiotach leczniczych na terenie całej Polski. Radomskie Centrum Onkologii wykorzystuje nowoczesne rozwiązanie z zakresu sztucznej inteligencji w diagnostyce nowotworów. Tomografię pozytonową wzmacnia algorytmami AI, które pozwalają uzyskać dokładniejszy obraz w krótszym czasie. To z kolei przekłada się na zmniejszenie dawki promieniowania i poprawę bezpieczeństwa pacjenta. Sztuczna inteligencja wykorzystywana jest również w leczeniu guzów mózgu z użyciem noża gamma w Centrum Gamma Knife w Warszawie. Najnowszy system planowania Gamma Knife ICON (Leksell Gamma Plan10) umożliwia tworzenie oraz optymalizację planów napromieniania z wykorzystaniem algorytmu sztucznej inteligencji, co pozytywnie wpływa na jakość, precyzję i bezpieczeństwo leczenia. Obecnie trwają prace nad wykorzystaniem AI w mammografii. Wczesna diagnoza jest tu kluczem do szybkiego wyleczenia, dlatego ten obszar szczególnie będzie mógł wykorzystać możliwości AI. Algorytmy głębokiego uczenia maszynowego pozwalają również ustalić biologiczny wiek mózgu, a co za tym idzie określić ryzyko demencji².

² Sztuczna inteligencja pozwala określić prawdziwy wiek mózgu- rynek zdrowia, <https://www.rynekzdrowia.pl/E-zdrowie/Sztuczna-inteligencja-pozwala-okreslic-prawdziwy-wiek-mozgu,241111,7.html> [data pobrania: 30.10.2023].

W ramach Warsaw Health Innovation Hub (WHIH) realizowany jest nowy projekt, wykorzystujący algorytm sztucznej inteligencji do szybszego diagnozowania chorób rzadkich. Będzie on wdrażany w wybranych placówkach opieki zdrowotnej w Polsce. Innowacyjne rozwiązanie oparte na AI skraca ścieżkę diagnostyczną pacjentów z chorobami Gauchera i Fabry'ego. W tych chorobach często występują niespecyficzne objawy, utrudniające właściwą diagnozę, która może trwać nawet do 15 lat³.

Sztuczna inteligencja to nie odległa technologia przyszłości, lecz już dostępne rozwiązania dla sektora ochrony zdrowia. W Polsce tworzona jest Polityka rozwoju AI, która zakłada rozwój tej technologii także w ochronie zdrowia⁴. Wykorzystanie sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia należy postrzekać jako korzystanie przez profesjonalistę medycznego z pewnego rodzaju narzędzia. Podczas udzielania świadczeń zdrowotnych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji pacjent ma prawo do uzyskania pełnej, wyczerpującej informacji na temat udzielanego świadczenia. Edukacja w zakresie sztucznej inteligencji ma kluczowe znaczenie z perspektywy rozwoju i popularyzacji tej technologii. Sztuczna inteligencja jest technologią, która ma potencjał, by istotnie zmienić branżę ochrony zdrowia, zapewniając zwiększenie jakości i dostępności świadczeń zdrowotnych [Raport...]. Dzięki sztucznej inteligencji można ograniczyć błędne diagnozowanie, a niekiedy AI diagnozuje nawet z 99% dokładnością, niwelując niepewność i stres po usłyszeniu błędnej diagnozy, a także dodatkowe koszty niepotrzebnych biopsji i innych badań⁵.

Braki kadrowe są poważnym problemem większości krajów. Możliwości inteligentnego oprogramowania stanowią nie tylko szansę na zredukowanie błędów medycznych przy jednoczesnym zwiększeniu jakości i dokładności udzielanych świadczeń zdrowotnych, ale również problemów kadrowych. Jeden z kluczowych raportów Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) na temat zasobów kadrowych nosi tytuł: A Universal Truth: No Health Without a Workforce [Campbell i in., 2013].

Rozwój technologiczny otwiera również nowe drzwi dla badań klinicznych. Dane z takich badań mogą być oczyszczane, agregowane, kodowane, zachowywane i przetwarzane przy użyciu algorytmów AI [Shaheen, 2021].

³ Sztuczna inteligencja przyspiesza diagnozę chorób rzadkich – rynek zdrowia. <https://www.rynekzdrowia.pl/choroby-rzadkie/Sztuczna-inteligencja-przyspiesza-diagnoze-chorob-rzadkich-Projekt-realizowany-w-ramach-WHIH,248361,1024.html> [data pobrania: 30.10.2023].

⁴ <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WMP2021000023/O/M20210023.pdf> [data pobrania: 30.10.2023].

⁵ <https://www.wired.co.uk/article/cancer-risk-ai-mammograms> [data pobrania: 30.10.2023].

Modele statystyczne oparte na sztucznych sieciach neuronowych stanowią jedną z możliwości opracowania narzędzi umożliwiających szczegółową symulację rozwoju pacjenta⁶. Sztuczna inteligencja wesprze profesjonalistów medycznych, dostarczając im „drugie spojrzenie” i oznaczając na obrazach obszary, które mogą budzić niepokój⁷. Rozwiązania wykorzystujące AI już są wdrażane są do polskiego systemu ochrony zdrowia, dzięki programom pilotażowym inicjowanym przez Ministerstwo Zdrowia. Przykładem takiego pilotażu jest wykorzystanie elektronicznych stetoskopów w podstawowej opiece zdrowotnej. Dzięki niemu elektroniczne stetoskopy wykorzystujące algorytmy sztucznej inteligencji otrzymało kilkadziesiąt placówek zakwalifikowanych do programu. Zakładały one stosowanie ponad tysiąca elektronicznych stetoskopów wykorzystujących sztuczną inteligencję w ramach teleporad udzielanych przez lekarzy podstawowej opieki zdrowotnej⁸.

Sztuczna inteligencja jest technologią, która ma potencjał istotnej zmiany jakościowej w ochronie zdrowia. W dniu 19 lutego 2020 r. Komisja Europejska opublikowała „Białą księgę w sprawie sztucznej inteligencji” [White paper...]. Komisja zakłada, że nowe ramy sztucznej inteligencji zostaną oparte na kryteriach doskonałości i zaufania. Rozwój sztucznej inteligencji ma być ukierunkowany przede wszystkim na człowieka, oparty na poszanowaniu europejskich wartości. Zdaniem Komisji właśnie takie podejście zachęci obywateli do korzystania z nowych technologii, a przedsiębiorstwa do jej dalszego rozwijania.

W Polsce również podjęte zostały pierwsze kroki w celu ustrukturyzowania polityki publicznej wobec rozwoju sztucznej inteligencji. Pierwszy projekt sformalizowanej polityki publicznej w wersji pt. „Polityka Rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce na lata 2019–2027” poddano konsultacjom publicznym i prekonsultacjom rządowym w sierpniu i wrześniu 2019 r., a we wrześniu 2020 r. „Polityka rozwoju sztucznej inteligencji” [Polityka...] została przyjęta przez Komitet Rady Ministrów ds. Cyfryzacji. Polityka rozwoju sztucznej inteligencji określa działania i cele dla Polski w perspektywie krótkoterminowej (do 2023 r.), średnioterminowej (do 2027 r.) i długoterminowej (po 2027 r.). Podzielono je na sześć obszarów: AI i społeczeństwo, AI i innowacyjne firmy, AI i nauka, AI i edukacja, AI i współpraca międzynarodowa, AI i sektor publiczny. Polityka rozwoju sztucznej inteligencji jest z założenia dokumentem, który będzie musiał podlegać ewaluacji, co ma odzwierciedlać ciągle

⁶ <https://www.nature.com/articles/s41598-019-49656-2> [data pobrania: 30.10.2023].

⁷ <https://www.nature.com/articles/s41698-021-00216-w> [data pobrania: 30.10.2023].

⁸ <https://www.gov.pl/web/zdrowie/rusza-pilotaz-programu-e-stetoskop> [data pobrania: 30.10.2023].

zmieniający się charakter sektora nowoczesnych technologii, a w szczególności AI. Polityka rozwoju sztucznej inteligencji w zakresie ochrony zdrowia zakłada m.in., że Polska jest doskonałym miejscem na różnego rodzaju programy pilotażowe i testy nowych rozwiązań z zakresu ochrony zdrowia oraz planowane jest zwiększenie liczby takich projektów pilotażowych oraz zwiększenie popytu na rozwiązania AI [Polityka...].

Opublikowana we wrześniu 2021 r. przez U.S. Food & Drug Administration (FDA) lista urządzeń medycznych wykorzystujących sztuczną inteligencję zawiera 343 pozycje. Do 2015 r. było ich mniej niż 30. Najwięcej algorytmów medycznych certyfikowanych przez FDA w USA i posiadających znak CE w Europie trafia do radiologii. Na kolejnych miejscach znajduje się kardiologia, hematologia oraz neurologia. Rozwój technologii cyfrowych i AI w ochronie zdrowia pociągnął za sobą szybki wzrost badań naukowych w dziedzinie AI i *Machine Learning* (ML) do tego stopnia, że w 2019 r. prestiżowy magazyn naukowy „The Lancet” postanowił przygotować odrębną wersję poświęconą tylko cyfryzacji – The Lancet Digital Health⁹. Komisja Europejska z początkiem maja 2022 r. przedstawiła projekt Europejskich Przestrzeni Danych Medycznych (European Health Data Space), które mają ułatwić wymianę danych medycznych do celów wtórnych, w tym m.in. wsparcia badań naukowych i celów polityki zdrowotnej.

Sztuczna inteligencja ma coraz większy wpływ na opiekę zdrowotną i ratowanie życia. Zmienia ona oblicze opieki zdrowotnej, poprawiając diagnozy, leczenie i zarządzanie placówkami medycznymi. W najbliższych latach lekarze i naukowcy będą się zastanawiać, jak można było pracować bez AI. Błędem jest mówienie, że czeka nas wielka rewolucja AI w ochronie zdrowia – ona już dawno się zaczęła.

Bibliografia

- Campbell J., Dussault G., Buchan J., Pozo-Martin F., Guerra Arias M., Leone C., Siyam A., Cometto G. (2013). *A universal truth: no health without a workforce*. Forum Report, Third Global Forum on Human Resources for Health, Recife, Brazil. Geneva, Global Health Workforce Alliance and World Health Organization.
- Kasperski M. J. (2003). *Sztuczna Inteligencja*, Helion.
- Rich E., Knight K. (1990). *Artificial Intelligence*. McGraw-Hill Science.

⁹ <https://www.thelancet.com/landig/about> [data pobrania: 30.10.2023].

Netografia

- <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WMP20210000023/O/M20210023.pdf> [data pobrania: 30.10.2023].
- https://pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja [data pobrania: 30.10.2023].
- <https://www.gov.pl/web/zdrowie/rusza-pilotaz-programu-e-stetoskop> [data pobrania: 30.10.2023].
- <https://www.nature.com/articles/s41598-019-49656-2> [data pobrania: 30.10.2023].
- <https://www.nature.com/articles/s41698-021-00216-w> [data pobrania: 30.10.2023].
- <https://www.thelancet.com/landig/about> [data pobrania: 30.10.2023].
- <https://www.wired.co.uk/article/cancer-risk-ai-mammograms> [data pobrania: 30.10.2023].
- Minsky M. (1968), <https://www.britannica.com/biography/Marvin-Lee-Minsky> [data pobrania: 30.10.2023].
- Polityka. Polityka dla rozwoju sztucznej Inteligencji w Polsce od roku 2020, <https://www.gov.pl/web/govtech/politykarozwoju-ai-w-polsce-przyjeta-przez-rade-ministrow--co-dalej> [data pobrania: 30.10.2023].
- Raport Forum Ekonomicznego w Karpaczu, „Iloraz Sztucznej Inteligencji”, Vol. 4: *Potencjał Sztucznej Inteligencji w Sektorze Ochrony Zdrowia*, https://news.microsoft.com/wp-content/uploads/prod/sites/58/2021/09/RAPORT_Sztuczna-Inteligencja-W-Sektorze-Ochrony-Zdrowia-09.2021.pdf [data pobrania: 30.10.2023].
- Shaheen M. Y. Applications of Artificial Intelligence (AI) in Healthcare: A Review, <https://www.scienceopen.com/hosted-document?doi=10.14293/S2199-1006.1.SOR-PPVRY8K.v1> [data pobrania: 30.10.2023].
- Sztuczna inteligencja pozwala określić prawdziwy wiek mózgu- rynek zdrowia, <https://www.rynekzdrowia.pl/E-zdrowie/Sztuczna-inteligencja-pozwala-okreslic-prawdziwy-wiek-mozgu,241111,7.html> [data pobrania: 30.10.2023].
- Sztuczna inteligencja przyspiesza diagnozę chorób rzadkich – rynek zdrowia. <https://www.rynekzdrowia.pl/choroby-rzadkie/Sztuczna-inteligencja-przyspiesza-diagnoze-chorob-rzadkich-Projekt-realizowany-w-ramach-WHIH,248361,1024.html> [data pobrania: 30.10.2023].
- White paper. White Paper on Artificial Intelligence – A European Approach to Excellence and Trust https://ec.europa.eu/info/publications/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-andtrust_en [data pobrania: 30.10.2023].