

INNOWACJE W ROBOTYCE W POLSCE – STAN OBECNY I PRZYSZŁE PERSPEKTYWY

Klaudia Budna^{1*}, Klaudia Dąbrowska², Eryk Mikołaj Kowalczyk³

^{1,2,3} Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania, Polska

Streszczenie: Robotyka odgrywa kluczową rolę w różnych aspektach życia codziennego, przemysłu i gospodarki. Wykorzystywana jest w wielu branżach, np. spożywczej, rolniczej, handlowej czy przemysłowej. W przyszłości roboty mogą być również wykorzystywane w innych sektorach, jak transport czy ekologiczne rolnictwo. Celem niniejszego artykułu jest identyfikacja obecnych i przyszłościowych rozwiązań w robotyce w sektorze automotive, przemysłowym, spożywczym, medycznym, rolniczym oraz handlowym w Polsce. W artykule przedstawiono przykłady robotów wykorzystywanych we wskazanych branżach oraz określono przyszłościowe rozwiązania. Charakterystyka rozwiązań została przygotowana na podstawie przeglądu literatury i stron internetowych.


Słowa kluczowe: innowacje, nowoczesne rozwiązania, robotyka

Kod klasyfikacji JEL: O39

Wprowadzenie

Robotyka, która w ostatnich latach rozwija się bardzo dynamicznie, jest interdyscyplinarną dziedziną, łączącą w sobie elementy mechaniki, automatyki, elektryki i technologii komputerowych. W latach 80. XX wieku odkryto, iż zastosowanie sztucznej inteligencji będzie miało kluczowe znaczenie dla rozwoju robotyki (Zieliński, 2022). Sztuczna inteligencja (SI), wprowadzając rozwinięte algorytmy

¹ Klaudia Budna, mgr inż., ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok, Polska, klaudia.budna@pb.edu.pl,

 <https://orcid.org/0000-0002-3375-0890>

² Klaudia Dąbrowska, inż., ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok, Polska, 81227@student.pb.edu.pl

³ Eryk Mikołaj Kowalczyk, inż., ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok, Polska, 71969@student.pb.edu.pl

* Autor korespondencyjny: Klaudia Budna, klaudia.budna@pb.edu.pl

i technologii uczenia maszynowego, umożliwiła robotom bardziej zaawansowane i autonomiczne działanie. Dzięki SI roboty mogą analizować otoczenie, podejmować decyzje, uczyć się z doświadczeń i dostosowywać swoje działania do zmieniających się warunków.

Pojęcie robotyki związane jest z dwoma podstawowymi elementami: robot i manipulator. Robot jest to urządzenie techniczne, które umożliwia realizację określonych funkcji manipulacyjnych i lokomocyjnych człowieka oraz zawiera określony poziom energetyczny, informacyjny i inteligencji maszynowej. Drugi element, czyli manipulatory, odnosi się do mechanizmu cybernetycznego, który jest przeznaczony do wykonania określonych funkcji kończyny górnej człowieka. Poprzez wykorzystanie robotyki w różnorodnych dziedzinach życia można ograniczyć lub całkowicie zastąpić rolę człowieka w poszczególnych procesach robotami lub manipulatorami (Jardzioch, 2020).

Celem artykułu jest identyfikacja obecnych i przyszłościowych rozwiązań w robotyce w sektorze automotive i przemysłowym, spożywczym, medycznym, rolniczym oraz handlowym w Polsce. Wyniki analizy literatury wskazują, iż dotychczas nie sprecyzowano możliwych najnowszych rozwiązań, które można zastosować w Polsce, zatem w tym obszarze autorzy identyfikują lukę badawczą.

Przegląd literatury

W literaturze można określić kilka klasyfikacji robotów. Pierwszą z nich jest podział robotów ze względu na ich budowę: roboty przemysłowe, roboty mobilne, roboty humanoidalne, roboty zwierzęce oraz nanoroboty. Kolejny podział dotyczy funkcjonalności wykorzystania robotów: roboty manualne, półautonomiczne, autonomiczne, adaptacyjne oraz interaktywne (Grabowski, 2024). Inny podział dotyczy klasyfikacji robotów ze względu na ich obszar zastosowania: roboty przemysłowe, naukowe i szkoleniowe, badawcze, medyczne, usługowe, specjalne i inspekcyjne (np. ratunkowe) (Nawrat, 2012). Gwóźdź (2014) klasyfikuje roboty według własności geometrycznych na: kartezyjskie, cylindryczne, antropomorficzne (przegubowe), sferyczne oraz SCARA (Gwóźdź, 2014). Innym kryterium klasyfikacji robotów jest rodzaj zastosowanych napędów: elektryczny, pneumatyczny oraz hydra-uliczny (Nowosadzki et al., 2021).

Rozwój robotyki napędzany jest rosnącym zapotrzebowaniem na roboty zdolne do wykonywania coraz bardziej skomplikowanych i odpowiedzialnych zadań, a także dążeniem do ich zastosowania w nowych obszarach. Postęp w robotyce nie następuje samoistnie, lecz jest możliwy dzięki równoległym osiągnięciom w technologii (Licardo et al., 2024). W szczególności warto zwrócić uwagę na rozwój sztucznej inteligencji, zaawansowanych systemów sensorycznych, technologii materiałowych, które w znaczący sposób przyczyniają się do rozszerzenia możliwości robotów (Soori et al., 2023), oraz na rozwój technologii Robotic Process Automation (Siderska et al., 2023). Coraz bardziej zaawansowane algorytmy pozwalają na lepsze przetwarzanie danych i podejmowanie decyzji w czasie rzeczywistym, co z kolei przekłada się na większą autonomię i efektywność robotów.

Wraz z postępowaniem technologicznym zmieniają się standardy i normy dotyczące bezpieczeństwa i etyki w zastosowaniach robotów (Róžańska-Walczyk, 2023). Pojawiają się nowe wyzwania związane z odpowiedzialnością prawną za działania robotów oraz z ich integracją w społeczeństwie. Jednakże istnieje wiele zalet płynących z zastosowania robotyki. W kontekście przemysłowym robotyka przyczynia się do zwiększenia efektywności produkcji, redukcji kosztów oraz poprawy jakości produktów, a z kolei w medycynie roboty wspierają chirurgów w precyzyjnych operacjach, umożliwiają rehabilitację oraz wspomagają diagnostykę. Zastosowanie robotyki przynosi korzyści społeczeństwu, umożliwiając zastąpienie ludzi w wykonywaniu ciężkich i monotonicznych prac, co poprawia jakość życia oraz zwiększa wydajność i bezpieczeństwo w różnych sektorach (Ludziejewski, 2024).

Roboty usługowe stają się coraz bardziej powszechne w codziennym życiu – spełniają różne zadania: od asystentów domowych, przez roboty sprzątające, po systemy wspierające osoby starsze i niepełnosprawne (Wirtz et al., 2018). W edukacji roboty pełnią rolę interaktywnych narzędzi dydaktycznych, które wspierają proces nauczania i rozwijają zainteresowanie naukami technicznymi u młodych ludzi (Leoste & Heidmets, 2019). W sektorze wojskowym roboty znajdują zastosowanie w operacjach rozpoznawczych, logistycznych oraz bezzałogowych misjach bojowych (Mamak & Kowalczywska, 2023).

Dynamiczny rozwój robotyki jest efektem synergii wielu dziedzin nauki i technologii, co prowadzi do coraz bardziej zaawansowanych i wszechstronnych zastosowań robotów w różnych sferach życia.

Metodyka badawcza

Celem artykułu jest analiza wybranych robotów wykorzystywanych w sektorze automotive i przemysłowym, spożywczym, medycznym, rolniczym oraz handlowym w Polsce. Ponadto zidentyfikowane zostały innowacyjne rozwiązania, które mogą być skutecznie zaimplementowane w Polsce.

Poszukiwana jest odpowiedź na pytania:

1. Jakie rozwiązania są obecnie wykorzystywane w poszczególnych sektorach w robotyce w Polsce?
2. Jakie są perspektywy rozwoju robotyki w Polsce?
3. Jakie innowacje w dziedzinie robotyki mogą wpłynąć na przyszłość sektorów w Polsce?

Rozwiązania zostały opracowane na podstawie następujących metod badawczych: analiza i krytyka piśmiennictwa, obejmująca systematyczne uporządkowanie dotychczasowych badań naukowych i istniejących publikacji (Cisek, 2010) oraz analiza literatury przedmiotu oparta na przeglądzie dostępnych źródeł internetowych.

Zastosowane podejście badawcze ma na celu zidentyfikowanie obecnych rozwiązań technologicznych, ale również wskazuje na potencjalne obszary inwestycji, które mogą przyczynić się do zwiększenia konkurencyjności Polski na arenie międzynarodowej. Badania te mogą stanowić cenną wskazówkę dla decydentów i przedsiębiorców, pokazując, jakie innowacje warto wdrożyć.

Wybrane przykłady robotów wykorzystywanych w Polsce

Polski rynek robotyki rozwija się w dynamicznym tempie, co wpływa na zwiększanie się zasięgu wykorzystania robotów. Według Raportu Międzynarodowej Federacji Robotyki z 2022 roku Polska zajmuje 15. miejsce pod względem robotyzacji spośród wszystkich badanych krajów. Od około 10 lat instalacje robotów w Polsce znajdują się w trendzie wzrostowym. W 2018 roku liczba nowych instalacji robotów przemysłowych w Polsce wynosiła 2651 sztuk, natomiast w 2021 roku osiągnięto wartość 3348 sztuk (Leśniewicz, 2024). Więcej branż automatyzuje coraz to bardziej skomplikowane procesy. Najbardziej popularne są roboty przemysłowe (Pfeifer, 2011), które według definicji należy rozumieć jako „automatycznie sterowaną, programowalną, wielozadaniową i stacjonarną lub mobilną maszynę, o co najmniej trzech stopniach swobody, posiadającą właściwości manipulacyjne bądź lokomocyjne dla zastosowań przemysłowych” (Wolters Kluwer, 2024). Robotyka odgrywa coraz większą rolę w różnych sektorach gospodarki, przynosząc innowacje, efektywność i automatyzację procesów.

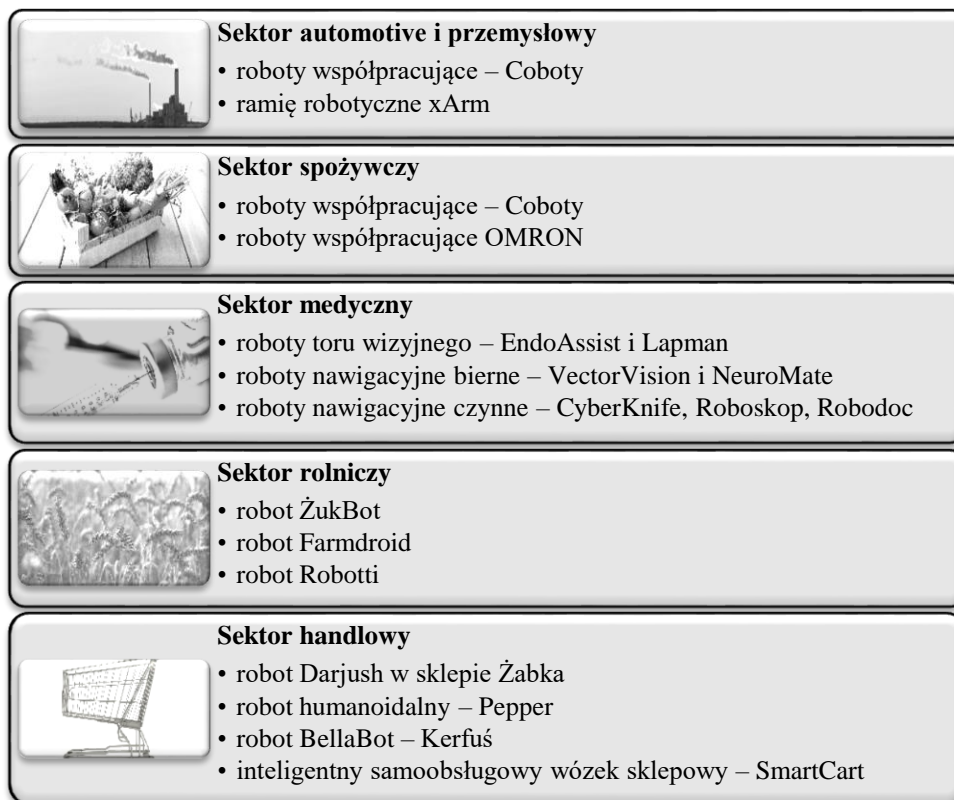
W Tabeli 1 przedstawiono rodzaje robotów stosowanych w kluczowych sektorach gospodarki.

Tabela 1. Rodzaje robotów z uwzględnieniem sektorów gospodarczych

Sektor gospodarki	Rodzaje robotów
automotive i przemysłowy	spawające, montujące, malujące, formujące, odlewające, prasujące, ładujące, wykrawające, lutujące, montujące, wycinające, mieszające, pakujące, paletyzujące
spożywczy	sortujące, pakujące, ważące, tnące, obierające, krojące, gotujące, smażące, transportujące rurociągowo i taśmociągowo, przenoszące, czyszczące
medyczny	roboty toru wizyjnego, manipulatory chirurgiczne, roboty nawigacyjne czynne i bierne, roboty biochirurgiczne
rolniczy	zbierające, zasiewające, nawożące, opryskujące, podlewające, hodujące
handlowy	roboty obsługujące klientów

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Boguski, 2019; Pilat et al., 2018; Starszak et al., 2019; Witkowska, 2022)

W każdym sektorze występuje wiele rodzajów robotów, które umożliwiają automatyzację procesów, zwiększenie efektywności oraz precyzji pracy, co prowadzi do obniżenia kosztów i poprawy jakości produktów oraz usług. W tych poszczególnych sektorach można wskazać wybrane przykłady robotów (Rysunek 1).



Rysunek 1. Przykłady obecnie wykorzystywanych robotów w różnych sektorach gospodarki

Źródło: Opracowanie własne

W sektorze automotive największą rolę odgrywają roboty współpracujące – Coboty, które odnoszą się do partnerstwa między robotem a człowiekiem (Guertler et al., 2023). Zastosowanie specjalistycznych sensorów i systemów bezpieczeństwa w Cobotach pozwala im na wykrywanie ruchu oraz obecności ludzi w ich otoczeniu. Potrafią one montować elementy, pakować i paletyzować, transportować, a także przeprowadzać różne testy. Takie rozwiązanie pozwala usprawnić procesy oraz zwiększyć wydajność, jednocześnie odciażając pracowników od prac siłowych (Knauf-automotive, 2023). W przemyśle zastosowanie znajdują także roboty przegubowe, znane również jako ramiona robotyczne. Zaprojektowano je tak, aby ich działanie przypominało ruchy ludzkiego ramienia. Zazwyczaj wyposażone są w dwa do dziesięciu obrotowych przegubów, co umożliwia im szeroki zakres ruchu. Intuicyjne ramię robotyczne xArm firmy UFactory stanowi zaawansowane rozwiązanie technologiczne. Dzięki swojej wszechstronności xArm doskonale sprawdza się w takich zadaniach jak usuwanie materiału, wykańczanie, dozowanie, przenoszenie i kontrola jakości (Pilat et al., 2018).

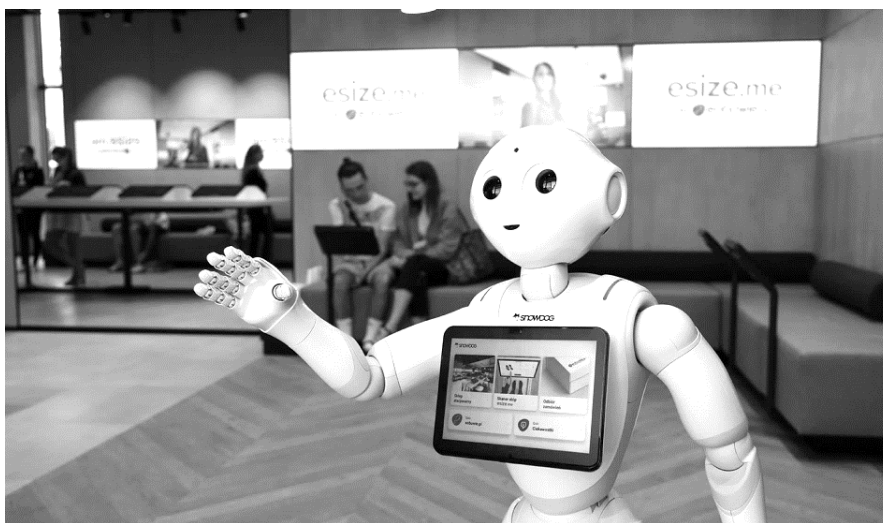
Sektor spożywczy wykorzystuje te same rodzaje robotów co sektor przemysłowy (Coboty), jednak różnią się one powierzonymi im zadaniami. Roboty współpracujące firmy OMRON zostały zaprojektowane, aby wspierać ludzi w różnych zadaniach przemysłowych, takich jak montaż, pakowanie, inspekcja i logistyka. Ich zaawansowana technologia oraz elastyczność czynią je niezwykle wszechstronnymi narzędziami w nowoczesnych liniach produkcyjnych i magazynach (Matuszak, 2024).

Sektor medyczny w odpowiedzi na rosnące nadzieje pacjentów odnośnie stosowania przez lekarzy mniej inwazyjnych metod operacyjnych opracował roboty telemanipulatory. Robot chirurgiczny sukcesywnie zmierzył się z niektórymi trudnościami w podstawowych narzędziach endoskopowych, jednak wiele innych problemów pozostaje nierozwiązanych. Roboty toru wizyjnego – EndoAssist i Lapman – zastępują asystenta podczas operacji, pozwalając chirurgowi na niezależne sterowanie kamerą endoskopową. Telemanipulatory usuwania są to urządzenia, dzięki którym operacja może być przeprowadzona na odległość. Do takich modeli należą Zeus i da Vinci. W Polsce wprowadzono prototypowe roboty Robin Heart, jednak obecnie komercyjnie dostępne są jedynie telemanipulatory da Vinci. Roboty nawigacyjne bierne, takie jak VectorVision i NeuroMate, stosowane są w neurochirurgii i biopsjach do pozycjonowania narzędzia. Roboty nawigacyjne czynne używane są jako narzędzie wykonawcze w planowaniu przedoperacyjnym. Stosowane są w radiochirurgii – CyberKnife, neurochirurgii – Roboskop oraz ortopedii – Robodoc (Nawrat, 2012).

W sektorze rolniczym w szczególności można wyróżnić robota ŻukBot, który został opracowany przez studentów Politechniki Gdańskiej w 2017 roku. Robot został stworzony z myślą o precyzyjnych opryskach, wykorzystuje zaawansowany system kamer oraz rozbudowaną bazę danych, obejmującą zarówno zdrowe, jak i chore liście. Poprzez zastosowanie tej technologii ŻukBot z łatwością unika traktowania pożytecznych roślin jako chwastów (Boguski, 2019). Kolejne rozwiązanie zaprezentowała duńska firma AgroIntelli. Jest to robot polowy Robotti. Realizuje on wyjątkowo precyzyjne prace rolnicze, obejmujące szeroki zakres zadań. Robot dokładnie przygotowuje glebę do wysiewu nasion, zapewniając odpowiednie warunki dla rozwoju roślin, ale także skutecznie usuwa chwasty i spulchnia glebę. Oprócz tego Robotti przeprowadza szczegółową analizę gleby oraz wykonuje dokładne sadzenie, umieszczając nasiona w odpowiednich miejscach i na odpowiedniej głębokości. Robotti działa niezależnie – kontrolowany przez zaawansowany system komputerowy, nie wymaga ingerencji człowieka. Jednak aby robot mógł efektywnie i samodzielnie wykonywać swoje zadania, konieczne jest zaprogramowanie jego trasy, określenie sposobu zawracania oraz ustalenie punktów, w których zintegrowane z nim narzędzie ma być podnoszone lub opuszczane (Kaczorowska, 2022). Następnym innowacyjnym rozwiązaniem jest Farmdroid, który jest pierwszym robotem na świecie w pełni automatycznie wykonującym zarówno siew nasion, jak i mechaniczne usuwanie chwastów. Kluczowym aspektem jest to, że aby robot mógł efektywnie pielęgnować uprawy, musi najpierw przeprowadzić proces siewu. W trakcie siewu Farmdroid tworzy szczegółową mapę pola i rejestruje lokalizację każdego nasiona, co umożliwi precyzyjne usuwanie chwastów w późniejszych

etapach. Farmdroid jest zasilany energią słoneczną, co oznacza, że teoretycznie powinien rozpoczynać pracę o świcie i kończyć ją o zmierzchu. W praktyce jednak robot może pracować przez całą dobę. Wyposażony w akumulator oraz cztery panele słoneczne, generuje wystarczającą ilość energii, aby nie tylko realizować bieżące zadania, ale również ładować akumulator. W okresie od połowy maja do połowy września, przy sprzyjających warunkach pogodowych, robot funkcjonuje przez 24 godziny na dobę. Co więcej, nie potrzebuje do działania oleju napędowego (IGRIT.PL, 2023).

W sektorze handlowym odnaleźć można najbardziej interesujące roboty – roboty humanoidalne. Przypominają one ludzi pod względem kształtu i zachowania. Ich zadaniem jest obsługa klienta oraz służenie pomocą. Takie urządzenia coraz częściej pojawiają się w marketach i zyskują popularność, np. robot Darjush w sklepie Żabka. Jednym z pierwszych rozwiązań był Pepper – robot budzący zainteresowanie ze względu na swój wygląd (Rysunek 2).



Rysunek 2. Pepper – asystent sprzedaży w sklepie Eobuwie

Źródło: (Bednarek, 2020)

Mechaniczny asystent ma 120 cm wzrostu, przyjazną „twarz” i „błysk w oku”. Spotykany jest w stacjonarnych sklepach Eobuwie. Oprócz umiejętności posługiwania się wieloma językami oraz zdolności do zapamiętywania osób, z którymi miał kontakt, potrafi także rozpoznać emocje klienta. Jego głównym zadaniem jest udzielanie porad, opowiadanie o koncepcji sklepu oraz wyjaśnianie usługi esize.me. Pepper może również pomóc w odbiorze zamówienia internetowego. Potrafi pokazać triki, opowiedzieć żart, a nawet naśladować zwierzęta lub zatańczyć (Eobuwie, 2020).

Wśród polskiej społeczności popularność zyskał tzw. Kerfuś, czyli robot asystent (Rysunek 3). W rzeczywistości jest to robot BellaBot, który swoją nazwę uzyskał od sklepu Carrefour, w którym „pracował”.



Rysunek 3. Kerfuś

Źródło: (Siwik, 2022)

Technologia ta jest popularna ze względu na intrygujący wygląd – na ekranie wyświetlają się wielkie oczy i uśmiech. BellaBot jest zdolny do interakcji z otoczeniem i został wyposażony w interaktywne uszy, które reagują na dotyk. W hipermarkecie robot BellaBot pełni rolę sprzedawcy, który porusza się i zachęca klientów do zakupów produktów spożywczych czy napojów (Siwik, 2022).

Kolejną innowacją w robotyce jest inteligentny wózek sklepowy SmartCart, który został opracowany przez polski start-up ZeroQs. Pełni on funkcję mobilnej kasy samoobsługowej (Rysunek 4).



Rysunek 4. SmartCart – inteligentny samoobsługowy wózek sklepowy

Źródło: (Wujek, 2020)

Urządzenie wyposażone jest w zaawansowany zestaw technologii, w tym skaner kodów kreskowych, kamery oraz wagę, co umożliwia mu precyzyjne rozpoznawanie przedmiotów znajdujących się w koszyku. Jego funkcjonowanie polega na tym, że po wejściu do sklepu klient uruchamia dedykowaną aplikację, aby sparować swój smartfon z mobilną kasą samoobsługową. Po pozytywnym połączeniu może rozpocząć zakupy. Skanując produkty za pomocą skanera wbudowanego w SmartCart, klient może na bieżąco śledzić, jakie przedmioty zostały dodane do koszyka, a także monitorować ich łączną wagę i wartość. Podczas korzystania z wózka klient skanuje towar, następnie wkłada go do koszyka i udaje się do wyjścia ze sklepu. Płatność za zakupy odbywa się automatycznie, poprzez aplikację, co eliminuje potrzebę stania w długich kolejkach do tradycyjnej kasy. Cały proces jest szybki, wygodny i bezproblemowy, co znacząco podnosi komfort zakupów i oszczędza czas (Mamstartup, 2020).

Współcześnie ludzie coraz częściej wchodzą w interakcje z robotami. Dawniej były one zarezerwowane dla zaawansowanych laboratoriów badawczych czy przemysłu, teraz stają się codziennością w wielu aspektach życia. Roboty, które potrafią wykonywać prace domowe za człowieka, stanowią jedną z najdynamiczniej rozwijających się dziedzin w technologii, a także jeden z najpopularniejszych aspektów relacji między ludźmi a maszynami. W Polsce wzrasta zainteresowanie automatami oraz mikserami planetarnymi, które zyskują popularność dzięki swojej wszechstronności i funkcjonalności w kuchni. Pojęcie „planetarny” pochodzi od ruchu mieszadeł, które poruszają się w sposób przypominający krążenie planet wokół słońca, co zapewnia równomierne mieszanie składników w naczyniu. Do ich funkcji należy blendowanie, miksowanie, mieszanie składników suchych i płynnych, wyrabianie ciasta, siekanie, krojenie, ścieranie, ubijanie piany oraz kruszenie lodu. Można je również łatwo przekształcić w młynek do kawy, maszynkę do mielenia mięsa czy sokowirówkę.

Kolejnym robotem najczęściej wykorzystywanym w gospodarstwie domowym jest robot odkurzacz. Nowoczesne modele są coraz bardziej zaawansowane, docierają do trudnych miejsc i pokrywają większe powierzchnie. Niektóre z nich dodatkowo myją lub mopują podłogi, rozróżniając czystą i brudną wodę.

Innym urządzeniem, które bezpośrednio związane jest z bezpieczeństwem domu, jest Rovio firmy WowWee. Monitoruje ono posesję podczas nieobecności właścicieli (Botland, 2024).

Innowacje w dziedzinie robotyki mają potencjał do fundamentalnej transformacji wielu aspektów życia. Analizując przedstawione przykłady, zauważyć można, że szczególnie wyróżniają się roboty zdolne do całkowitego zastąpienia człowieka w zadaniach wymagających precyzji lub niosących ze sobą wysokie ryzyko. Przykładem takich technologii są roboty medyczne, takie jak Zeus. Ich zdolność do zdalnego sterowania umożliwia przeprowadzanie skomplikowanych operacji, co może znacząco rozszerzyć zakres i dostępność zaawansowanej opieki medycznej. Przyczynia się to także do zwiększania jakości życia pacjentów, którzy zmagają się z trudnymi problemami zdrowotnymi.

Przyszłościowe rozwiązania w robotyce do wdrożenia w Polsce

Według najnowszych analiz w Polsce najwięcej robotów zaimplementowanych jest w sektorze automotive (ok. 33%), wykorzystywane są też m.in. w produkcji plastiku i wyrobów chemicznych (16%), a także w przemyśle metalowym i maszynowym (14%) (Leśniewicz, 2024).

Według danych Międzynarodowej Federacji Robotyki w roku 2022 w Polsce wykorzystywano blisko 23 tys. robotów przemysłowych, co trzeci z nich pracował właśnie w branży automotive. W porównaniu z 2021 rokiem pokazuje to 12-procentowy wzrost. W roku 2022 w Polsce wykorzystywano ok. 22 750 robotów. Dla porównania w Czechach było to ok. 25 000, na Węgrzech ok. 12 300, a w Słowacji ok. 9700. Europejskim liderem w wykorzystaniu robotów przemysłowych pozostają Niemcy, z liczbą blisko 260 tys. funkcjonujących urządzeń (Traczyk, 2024).

Technologia ta ma jednak na celu nie tylko automatyzację procesów. Dzięki robotyzacji można zwiększyć efektywność zarówno produkcji, jak i zarządzania zasobami i procesami logistycznymi, co przekłada się na mniejsze zużycie surowców, energii i wody. Ma to również znaczenie w kontekście rozwoju technologii; oszczędzanie zasobów przyczynia się do powstania robotów wykorzystujących odnawialne źródła energii czy materiałów z recyklingu (MindBoxGroup, 2024).

Zmiany wprowadzane są również w systemie ochrony zdrowia. Służba zdrowia powoli zmienia się w technologię zdrowia. W technologii zdrowia rola lekarza jest równie istotna jak rola aparatury medycznej. Coraz większe znaczenie dla oceny efektywności leczenia będzie miał dostęp do właściwych technologii i urządzeń, ponieważ automatyzacja definiuje zwiększenie dostępu do usług o właściwej jakości. Obecnie to roboty medyczne da Vinci firmy Intuitive Surgical skupiają największe zainteresowanie. Najczęstsze zastosowanie tej technologii wykazują: chirurgia – wzrost o 112%, urologia – wzrost o 100% oraz ginekologia – wzrost o 60%. Tylko w minionym roku, w porównaniu z rokiem 2022, nastąpił dwukrotny wzrost operacji przy użyciu robotów (Wojtasiński, 2024).

Wraz z rozwojem robotyzacji pojawiają się nowe możliwości zatrudnienia w sektorach takich jak produkcja energii odnawialnej czy ekologiczne rolnictwo. Przemysł dąży do zrównoważenia zasobowego, a co za tym idzie minimalizacji wpływu środowiskowego; jest to spowodowane nie tylko rozwojem technologii, ale też kolejnymi zmianami prawnymi.

Automatyzacja i robotyzacja mają też znaczenie w kontekście zrównoważonego planowania urbanistycznego. Narzędzia tej kategorii mogą pomóc w projektowaniu inteligentnych miast, w których roboty i systemy pomagają efektywnie zarządzać zasobami i odpadami czy transportem publicznym (MindBoxGroup, 2024).

Przyszłą perspektywą w zakresie robotyki do zastosowania w Polsce są autonomiczne taksówki (Panasewicz & Jorge, 2023), czyli samochody samosterujące, a nawet bezzałogowe.

Autonomiczne pojazdy korzystają z technologii LIDAR, RADAR, GPS oraz widzenia komputerowego w celu uniknięcia kolizji i dotarcia do celu. Mimo iż technologia jest wciąż badana i doskonała, to w niektórych regionach świata, np. w Chinach czy pojedynczych stanach USA, pojazdy te dopuszczone są już do ruchu (zarówno

prywatne, jak i publiczne). Technologię taką można wykorzystać do transportu publicznego, transportu towarów, usług, dostaw czy docelowo wszystkich pojazdów użytku publicznego (Skrzek, 2024).

Kolejnym innowacyjnym rozwiązaniem jest zastosowanie pojazdów dostawczych, które umożliwiają dostarczenie danej przesyłki pod wskazany adres (Dąbrowska et al., 2023). Na Rysunku 5 przedstawiono robota dostawczego marki DeliveryCouple.



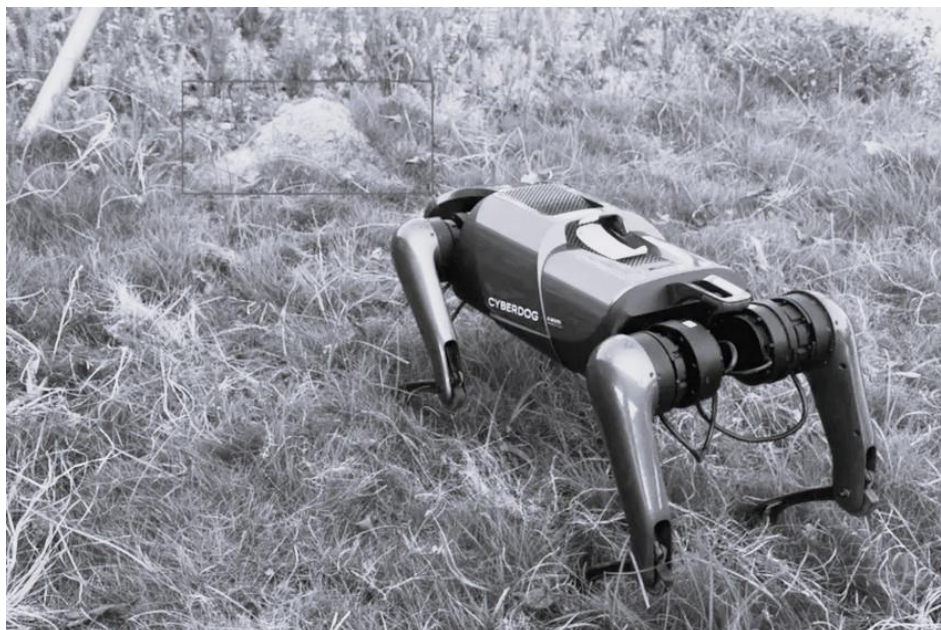
Rysunek 5. DeliveryCouple – robot dostawczy

Źródło: (Moskalewicz, 2023)

Obecnie na polskim rynku roboty dostawcze są wykorzystywane np. w Warszawie, jednak technologia ta wciąż wymaga wprowadzania usprawnień. Używane są do transportu lekkich towarów (do 15 kg), różnego rodzaju zakupów, zamówień czy posiłków z restauracji. Autonomiczne roboty mogą poruszać się bez ingerencji człowieka, pokonują przeszkody, nierówności czy przejścia dla pieszych, a w razie napotkania problemów operator jest w stanie interweniować i zdalnie poprowadzić urządzenie. Obecnie roboty takie posiadają zasięg do około 3 km od lokalu, w którym pracują (Moskalewicz, 2023).

Innowacyjnym rozwiązaniem jest również robot służący do walki z inwazyjnymi gatunkami, które są zagrożeniem dla lokalnych ekosystemów, roślinnych czy nawet zwierzęcych (owady). Na Rysunku 6 przedstawiono przykładowego robota marki CyberDog.

Robot CyberDog jest dostosowywany do konkretnego celu, co sprawia, że nie zawsze jest uniwersalny. Istnieje jednak możliwość zmiany komponentów, procedur czy programu w celu udoskonalenia lub zmiany powinności, co sprawia, że jego możliwości nie są ograniczone (Zielona Interia, 2023).



Rysunek 6. CyberDog – robot eliminujący inwazyjne owady

Źródło: (Zielona Interia, 2023)

Innowacyjnymi robotami są roboty podwodne, które mogą być pomocne w identyfikowaniu oraz usuwaniu odpadów i zanieczyszczeń z rzek, jezior, portów czy innych zbiorników wodnych. Najistotniejszą zaletą tego typu robotów jest dostosowywanie ich do rodzaju i wielkości zbiorników wodnych, w których mają operować. Sprawia to, że technologia ta jest użyteczna nie tylko w małej skali, ale pozwala na oczyszczanie nawet mórz i oceanów. Obecne zmiany prawne związane ze środowiskiem, przyczyniają się do coraz większego zainteresowania tą technologią (Komisja Europejska, 2022).

Podsumowanie

W Polsce robotyka zyskuje coraz większe znaczenie, znajdując zastosowanie w różnorodnych dziedzinach, od przemysłu motoryzacyjnego i produkcyjnego, przez sektor spożywczy, medyczny i rolniczy, aż po handel. Nowoczesne rozwiązania w robotyce nie tylko usprawniają i automatyzują procesy produkcyjne, ale również mają potencjał, by wpłynąć na codzienne życie obywateli, przekształcając sposób, w jaki funkcjonują różne branże. Istnieje ogromny potencjał dla przyszłego rozwoju robotyki w nowych obszarach w Polsce. Możliwe zastosowania obejmują autonomiczne pojazdy, takie jak samochody samojezdne oraz roboty dostawcze, które mogą zrewolucjonizować transport. W rolnictwie ekologicznym roboty mogą odegrać kluczową rolę w eliminowaniu inwazyjnych owadów i roślin, przyczyniając się do bardziej zrównoważonego i efektywnego zarządzania uprawami. Polska,

z rosnącym zaangażowaniem w innowacje, ma szansę stać się liderem we wprowadzaniu i adaptacji tych zaawansowanych technologii, wpływając na przyszłość wielu sektorów gospodarki.

Rozwój technologii w robotyce może zmienić dotychczasowe standardy i poprawić komfort życia oraz efektywność operacyjną w wielu sektorach. Dzięki integracji robotyki z technologiami takimi jak sztuczna inteligencja możliwe jest wprowadzenie systemów zdolnych do samodzielnego uczenia się i adaptacji do zmieniających się warunków.

Literatura

- Bednarek, A. (2020). *Poznaj Peppera! Kim jest robot w eobuwie?*. <https://blog.eobuwie.com.pl/poznaj-peppera-kim-jest-robot-w-eobuwie/> (dostęp: 17.06.2024).
- Boguski, J. (2019). Zastosowanie robotów w gospodarstwach rolnych. *Postępy techniki przetwórstwa spożywczego*, 2, 142-147.
- Botland. (2024). *WowWee – Robosapien Blue – robot kroczący*. <https://botland.com.pl/wowwee/6594-wowwee-robosapien-blue-robot-kroczaczy.html> (dostęp: 17.06.2024).
- Cisek, S. (2010). Metoda analizy i krytyki piśmiennictwa w nauce o informacji i bibliotekoznawstwie w XXI wieku. *Przegląd Biblioteczny*, 78(3), 273-284.
- Dąbrowska, K., Galińska, D., Jamiołkowska, A., Kostuczuk, D., & Panasewicz, K. (2023). Nowoczesne technologie i usługi z zakresu logistyki miejskiej. Studium przypadku miasta Szanghaj. *Akademia Zarządzania*, 7(1), 134-148. DOI: 10.24427/az-2023-0008
- Grabowski, R. (2024). *Podział i opis robotów*. <https://robotpol.pl/podzial-i-opis-robotow/> (dostęp: 19.06.2024).
- Guertler, M., Tomidei, L., Sick, N., Carmichael, M., Paul, G., Wambshanss, A., Hernandez Moreno, V., & Hussain, S. (2023). When is a robot a cobot? Moving beyond manufacturing and arm-based cobot manipulators. *Proceedings of the Design Society*, 3, 3889-3898. DOI: 10.1017/pds.2023.390
- Gwóźdź, J. (2014). Roboty klasy SCARA. *Elektronika dla Wszystkich*, 09, 17-22.
- IGRIT.PL. (2023). *To już się dzieje – roboty autonomiczne w rolnictwie*. <https://igrit.pl/artikul/to-juz-sie-dzieje-roboty-autonomiczne-w-rolnictwie-3730> (dostęp: 17.06.2024).
- Jardzioch, A. (2020). Zastosowanie robotyki w magazynach. W: J. Brzeziński, A. Rudnicka (Red.), *Nowoczesne trendy w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw* (s. 33-41). Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. DOI:10.18778/8220-312-7.04
- Kaczorowska, A. (2022). *Robot Robotti na testach w gospodarstwie IUNG*. <https://www.farmer.pl/technika-rolnicza/maszyny-rolnicze/robot-roboti-na-testach-w-gospodarstwie-iung,119633.html> (dostęp: 19.06.2024).
- Knufautomotive. (2023). *Zastosowanie robotów współpracujących w branży automotive*. <https://knufautomotive.com/pl/zastosowanie-robotow-wspolpracujacych-w-branzy-automotive/> (dostęp: 19.06.2024).
- Komisja Europejska (2022). *Trwają prace nad pierwszymi robotami do usuwania odpadów z dna morskiego*. <https://cordis.europa.eu/article/id/436481-building-the-first-robots-to-clean-up-ocean-floor-litter/pl> (dostęp: 17.06.2024).
- Leoste, J., & Heidmets, M. (2019). The impact of educational robots as learning tools on mathematics learning outcomes in basic education. W: T. Väljataga, M. Laanpere, M. (Eds.), *Digital turn in schools – research, policy, practice* (s. 203-217). Lecture Notes in Educational Technology. Springer, Singapore. DOI: 10.1007/978-981-13-7361-9_14
- Leśniewicz, F. (2024). *Robotyzacja w Polsce w 2023 roku*. Polski Instytut Ekonomiczny.
- Licardo, J. T., Domjan, M., & Orehovački, T. (2024). Intelligent robotics – A systematic review of emerging technologies and trends. *Electronics*, 13, 542. DOI: 10.3390/electronics13030542

- Ludziejewski, Z. T. (2024). Społeczne koszty automatyzacji (robotyzacji) i sztucznej inteligencji (AI) na rynku pracy w XXI wieku. *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Zarządzanie*, 53, 50-60. DOI: 10.17512/znpcz.2024.1.04
- Mamak, K., & Kowalczevska, K. (2023). Military robots should not look like a humans. *Ethics and Information Technology*, 25(43). DOI: 10.1007/s10676-023-09718-6
- Matuszak, J. (2024). *Rozwój robotyki w przetwórstwie spożywczym*. <https://knowhow.distrelec.com/pl/zywnosc-i-napoje/rozwoj-robotyki-w-przetworstwie-spozywczym/> (dostęp: 19.06.2024).
- MindBoxGroup. (2024). *Automatyzacja a zrównoważony rozwój – jak roboty pomagają w ochronie środowiska?*. https://mindboxgroup.com/pl/automatyzacja-a-zrownowazony-rozwoj-jak-roboty-pomagaja-w-ochronie-srodowiska/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwqf20BhBwEiwAt7dtdeLGh5-TQ7rtwpcTXE11Eymiba6NLJt8dJqDS2Aj9rP1jSIJfL5GxoCngQQAvD_BwE (dostęp: 17.06.2024).
- Moskalewicz, P. (2023). *Roboty dostawcze na ulicach polskich miast*. <https://smartride.pl/roboty-dostawcze-na-ulicach-polskich-miast-skad-sie-wziely-odpowiedz-delivery-couple/> (dostęp: 19.06.2024).
- Nawrat, Z. (2012). Robotyka medyczna w Polsce. *Medical Robotics Reports*, 1, 7-16.
- Nowosadzki, M., Typiak, A., & Muszyński, T. (2021). Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych manipulatorów i głównych obszarów ich zastosowań. *Biuletyn WAT*, 70(3), 71- 94. DOI: 10.5604/01.3001.0015.8772
- Panasewicz, K., & Jorge, A. A. (2023). Perspective of future use of autonomous robotaxes in cities. *Akademia Zarządzania*, 7(3), 213-232. DOI: 10.24427/az-2023-0042
- Pfeifer, T. (2011). Rozwój rynku robotów przemysłowych w Polsce i na świecie. *Przegląd Spawalnictwa*, 8(83), 9-13.
- Pilat, Z., Klimasara, W., Pachuta, M., Słowikowski, M., Smater, M., & Zieloński, J. (2018). Możliwości praktycznego wprowadzania robotów współpracujących w różnych technologiach wytwórczych realizowanych w środowisku przemysłowym. *Pomiary Automatyka Robotyka*, 1, 59-65. DOI: 10.14313/PAR_227/59
- Różańska-Walczyk, M. (2023). Collaborative robotics. Safety and ethical considerations. W: C. Biele, J. Kacprzyk, W. Kopeć, J.W. Owsiniński, A. Romanowski, M. Sikorski (Eds.), *Digital Interaction and Machine Intelligence* (s. 260-269). Springer. DOI:10.1007/978-3-031-37649-8_26
- Siderska, J., Alsqour, M., & Alsaqoor, S. (2023). Employees' attitudes towards implementing robotic process automation technology at service companies. *Human Technology*, 19(1), 23-40. DOI: 10.14254/1795-6889.2023.19-1.3
- Siwik, K. (2022). „Kerfus” podbija Carrefour. *Wozí się po sklepie, sprzedając chipsy i napoje*. <https://gadzetomania.pl/kerfus-podbija-carrefour-wozi-sie-po-sklepie-sprzedajac-chipsy-i-napoje,6816929655102304a> (dostęp: 17.06.2024).
- Skrzek, K. (2024). *Autonomiczne pojazdy i ich wpływ na społeczeństwo*. <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/autonomiczne-pojazdy-i-ich-wplyw-na-spoleszenstwo/> (dostęp: 17.06.2024).
- Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced robotics, a review. *Cognitive Robotics*, 3, 54-70. DOI: 10.1016/j.cogr.2023.04.001
- Starszak, K., Smoczok, M., & Starszak, W. (2019). Robotyka w medycynie zabiegowej – szanse i wyzwania w kształceniu lekarzy. *Medical Robotics Reports*, 8-9, 56-62.
- Traczyk, W. (2024). *Robotyzacja w Polsce i na świecie*. <https://elektrotechnikautomatyk.pl/artykuly/chwilowa-zadyszka-czy-dluzszy-regres> (dostęp: 17.06.2024).
- Wirtz, J., Patterson, P. G., Kunz, W. H., Gruber, T., Lu, V. N., Paluch, S., & Martins, A. (2018). Brave new world: service robots in the frontline. *Journal of Service Management*, 29(5), 907-931. DOI: 10.1108/JOSM-04-2018-0119
- Witkowska, M. (2022). *Żabka, Carrefour, Modivo, Shell – roboty sprawdzają się w handlu*. <https://www.dlahandlu.pl/detal-hurt/zabka-carrefour-modivo-shell-roboty-sprawdzaja-sie-w-handlu,108793.html> (dostęp: 17.06.2024).
- Wojtasiński, Z. (2024). *W Polsce coraz częściej operują roboty*. <https://www.bankier.pl/wiadomosc/W-Polsce-coraz-czesciej-operuja-roboty-Oto-glowny-powod-8694852.html> (dostęp: 17.06.2024).

- Wolters Kluwer. (2024). *Pismo z dnia 21 lutego 2024 r. Dyrektor Krajowej Informacji Skarbowej 0112-KDIL2-2.4011.815.2023.2.MC Ulga na robotyzację*. <https://sip.lex.pl/orzeczenia-i-pisma-urzedowe/pisma-urzedowe/0112-kdil2-2-4011-815-2023-2-mc-ulga-na-robotyzacje-pismo-185248694> (dostęp: 19.06.2024).
- Wujek, M. (2020). *Polacy stworzyli inteligentny samoobsługowy wózek sklepowy*. <https://mamstartup.pl/polacy-stworzyli-inteligentny-samoobslugowy-wozek-sklepowy/> (dostęp: 19.06.2024).
- Zieliński, C. (2022). Robotyka: techniki, funkcje, rola społeczna. Cz. 1. Techniczne podstawy inteligencji i bezpieczeństwa robotów. *Pomiary Automatyka Robotyka*, 26(4), 5-26.
DOI: 10.14313/PAR_246/5
- Zielona Interia. (2023). *Robot kontra inwazyjne owady*. <https://zielona.interia.pl/eko-technologie/news-robot-kontra-inwazyjne-owady-cyberpies-poluje-na-jadowite-mro,nId,6848871> (dostęp: 17.06.2024).

Wkład autorów: Klaudia Budna – 30%; Klaudia Dąbrowska – 35%; Eryk Mikołaj Kowalczyk – 35%.

Konflikt interesów: Brak konfliktu interesów.

Źródła finansowania: Brak finansowania.

INNOVATIONS IN ROBOTICS IN POLAND – CURRENT STATE AND FUTURE PERSPECTIVES

Abstract: Robotics plays a crucial role in various aspects of everyday life, industry and economy. It is employed in numerous sectors, including food, agriculture, commerce and industry. In the future, robots may also be employed in other sectors such as transportation or organic farming. The aim of this article is to identify the current and future solutions in robotics in the automotive, industrial, food, medical, agricultural and commercial sectors in Poland. The article presents examples of robots currently utilized in the aforementioned sectors and identifies potential solutions. The characteristics of the solutions were prepared on the basis of a literature review and analysis of relevant websites.

Keywords: modern solutions, robotics, innovations

Articles published in the journal are made available under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License. Certain rights reserved for the Czestochowa University of Technology.

