

**Krajowy Program Odbudowy i Zwiększania Odporności  
Komponent A „Odporność i konkurencyjność gospodarki”  
Interwencja A3.1.1 „Wsparcie rozwoju nowoczesnego kształcenia zawodowego,  
szkolnictwa wyższego oraz uczenia się przez całe życie”**

*Projekt: „Utworzenie i wsparcie funkcjonowania branżowego centrum umiejętności dla  
branży elektroniczno-mechatronicznej w dziedzinie automatyka przemysłowa (BCU-BEM)”  
Nr KPO/22/1/BCU/W/0063*

---

**Diagnoza w zakresie identyfikacji innowacji w dziedzinie  
automatyka przemysłowa oraz wyników badań i analiz**  
*Raport z badań 2024*

---

**Branżowe Centrum Umiejętności Nr 2 w Radomiu**

**Opracowanie:** Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji, Radom

Materiał został opracowany przy wsparciu finansowym Unii Europejskiej w ramach Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększenia Odporności.

Materiał odzwierciedla jedynie stanowisko ich autorów i instytucja finansująca nie ponosi odpowiedzialności za umieszczoną w nich zawartość merytoryczną.

Radom, 2024

## SPIS TREŚCI

INTRODUCTION .....	3
WPROWADZENIE.....	6
1. Założenia metodologiczne badań .....	9
1.1. Cel badań.....	9
1.2. Metody, techniki i narzędzia badawcze .....	10
1.3. Organizacja, teren badań, charakterystyka środowiska i próby badawczej.....	13
1.3.1. Organizacja – procedura badawcza .....	13
1.3.2. Teren badań – identyfikacja innowacji w dziedzinie automatyka przemysłowa.....	14
2. Przykładowe innowacje związane z dziedziną automatyka przemysłowa .....	18
2.1. Roboty współpracujące (coboty) .....	21
2.2. Automatyzacja w przemyśle elektronicznym .....	25
2.3. Roboty w przemyśle metalowym i maszynowym.....	27
2.4. Zaawansowane systemy automatyzacji w przemyśle motoryzacyjnym .....	29
2.5. Sztuczna inteligencja w procesach produkcyjnych .....	32
2.6. Roboty mobilne w logistyce .....	35
2.7. Produkcja zaawansowanych komponentów automatyki .....	37
2.8. Rozwój robotyki przemysłowej.....	40
2.9. Roboty w opiece zdrowotnej.....	44
2.10. Inicjatywa Industrie 4.0 .....	47
2.11. Rozwój technologii cyfrowych bliźniaków .....	50
4. WNIOSKI, REKOMENDACJE I RAMOWE PROGRAMY SZKOLENIA.....	54

## INTRODUCTION

The study was developed as part of the project “Establishment and support for the operation of an industry skills centre for the electronics and mechatronics industry in the field of industrial automation (ISC-EMI)” (No. KPO/22/1/BCU/W/0063) funded by the National Recovery and Resilience Programme, Component A ‘Resilience and Competitiveness of the Economy’, Intervention A3.1.1 ‘Support for the development of modern vocational education, higher education and lifelong learning’.

The project is being implemented by a partner consortium consisting of:

- 1) Municipality of Radom, Vocational and Continuing Education Centre No. 2 in Radom (project leader);
- 2) Association of Polish Mechanical Engineers and Technicians - industry partner;
- 3) Łukasiewicz Research Network – Institute for Sustainable Technologies in Radom – substantive partner;
- 4) FANUC Polska Sp. z o.o. – additional partner;
- 5) DMG MORI Polska Sp. z o.o. – additional partner.

The project is funded by the National Recovery and Resilience Plan, which is a development plan that sets out the goals for rebuilding and creating Poland's socio-economic resilience after the COVID-19 pandemic crisis and the reforms and investments to achieve them<sup>1</sup>. The aim of the programme is to provide space in the Industry Skills Centre (ISC) for effective

---

<sup>1</sup> Regulations of the Competition ‘Establishment and support for the operation of 120 sectoral skills centres (ISC), implementing the concept of centres of vocational excellence (CoVEs)’. MEiN, Warsaw 2022, p. 6.

collaboration between schools, including vocational schools, universities, employers, research and development centres and others.

As part of the project 'Establishment and support for the operation of an industry skills centre for the electronics and mechatronics industry in the field of industrial automation (ISC-EMI)', in accordance with the competition regulations, the implementation of tasks aimed at supporting the operation of the ISC was planned, including those concerning:

- 1) conducting education and training activities for:
  - high school students, university students, doctoral students, university teachers and other adults in vocational training,
  - vocational education teachers (industry-specific training),
  - adults for qualification or retraining in a specific field through non-formal (sectoral) education courses;
- 2) carrying out activities that integrate education with business and support cooperation between schools and universities and employers,
- 3) carrying out innovation, development, advisory and promotional activities.

In accordance with the competition regulations "Establishment and support for the functioning of 120 industry skills centers (BCUs), implementing the concept of centers of professional excellence (CoVEs)" as part of the support for the functioning of the Industry Skills Center within the project, a task was undertaken to identify innovations related to the field of industrial automation and the results of research and analysis in the field of industrial automation. For such a formulated action in the project application, the project partners considered it justified to conduct a study focused on identifying innovations related to the field of industrial automation and the results of research and analysis in the field of industrial automation.

As part of the project, it is planned to conduct a study in the area of identifying innovations related to the field of industrial automation from BCU No. 2 in Radom, two editions of research in 2024 and 2025. The research results will be popularized through two nationwide

conferences, at which the speakers will be the authors of these innovations or experts implementing the identified innovations into practice, the identified innovations may contribute to the expansion of the educational offer of BCUs.

The main objective of the research was to identify examples of innovations related to the field of industrial automation, which are to support the development of the activities of BCU No. 2 in Radom.

The report presents the effects of the first edition of the research conducted in 2024, including the methodology and organization of the research and the results of the research in the form of descriptions of innovations related to the field of industrial automation, together with conclusions and recommendations aimed at indicating the possibilities of using the conclusions from the research. The study is of a pilot nature, because the collected conclusions and recommendations will be used to improve the research methodology and apply it in the second edition of the research planned to be carried out in 2025.

After familiarizing yourself with the content of the publication, the Reader will receive answers to the following questions:

1. In which direction is industrial automation developing?
2. What innovations in industrial automation do we recommend exploring?
3. How can the identified innovations influence the development of the educational offerings of BCU No. 2 in Radom?
4. What topics are recommended to be discussed during the conference organized by the Industry Skills Center No. 2 in Radom?
5. What new training topics could be added to the offer of the Industry Skills Center No. 2 in Radom?

## WPROWADZENIE

Opracowanie powstało w ramach projektu „Utworzenie i wsparcie funkcjonowania branżowego centrum umiejętności dla branży elektroniczno-mechatronicznej w dziedzinie automatyka przemysłowa (BCU-BEM)” (nr interwencji KPO/22/1/BCU/W/0063) finansowanego z Krajowego Programu Odbudowy i Zwiększania Odporności, Komponent A „Odporność i konkurencyjność gospodarki”, Interwencja A3.1.1 „Wsparcie rozwoju nowoczesnego kształcenia zawodowego, szkolnictwa wyższego oraz uczenia się przez całe życie”.

Projekt jest realizowany przez konsorcjum partnerskie w składzie:

- 1) Gmina Miasta Radom, Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego Nr 2 w Radomiu (lider projektu);
- 2) Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich (SIMP) – partner branżowy;
- 3) Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu – partner merytoryczny;
- 4) FANUC Polska Sp. z o.o. – partner dodatkowy;
- 5) DMG MORI Polska Sp. z o.o. – partner dodatkowy.

Projekt jest finansowany ze środków Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności, który jest planem rozwojowym określającym cele związane z odbudową i tworzeniem odporności społeczno-gospodarczej Polski po kryzysie wywołanym pandemią COVID-19 oraz służące ich realizacji reformy i inwestycje<sup>2</sup>. Celem programu jest zapewnienie w Branżowym

<sup>2</sup> Regulamin Konkursu „Utworzenie i wsparcie funkcjonowania 120 branżowych centrów umiejętności (BCU), realizujących koncepcję centrów doskonałości zawodowej (CoVEs)”. MEiN, Warszawa 2022, s. 6.

Centrum Umiejętności (BCU) przestrzeni dla skutecznej współpracy szkół, w tym zawodowych, uczelni, pracodawców, ośrodków badawczo-rozwojowych i innych.

W ramach projektu „Utworzenie i wsparcie funkcjonowania branżowego centrum umiejętności dla branży elektroniczno-mechatronicznej w dziedzinie automatyka przemysłowa (BCU-BEM)” zgodnie z regulaminem konkursu zaplanowano realizację zadań ukierunkowanych na wsparcie funkcjonowania BCU, w tym dotyczących:

- 1) prowadzenia działalności edukacyjno-szkoleniowej dla:
  - uczniów, studentów, doktorantów, nauczycieli akademickich oraz innych osób dorosłych w ramach szkoleń zawodowych,
  - nauczycieli kształcenia zawodowego (szkolenia branżowe),
  - osób dorosłych w zakresie podnoszenia kwalifikacji lub przekwalifikowania zawodowego w danej dziedzinie w ramach kursów z zakresu edukacji pozaformalnej (sektorowej);
- 2) prowadzenia działalności integrujących edukację z biznesem oraz wspierających współpracę szkół i uczelni z pracodawcami,
- 3) prowadzenia działań innowacyjnych, rozwojowych, doradczych i promocyjnych.

Zgodnie z regulaminem konkursu „Utworzenie i wsparcie funkcjonowania 120 branżowych centrów umiejętności (BCU), realizujących koncepcję centrów doskonałości zawodowej (CoVEs)” w ramach wsparcie funkcjonowania Branżowego Centrum Umiejętności w projekcie podjęto się zadania **dotyczącego identyfikacji innowacji związanych z dziedziną automatyka przemysłowa** oraz wyników badań i analiz w dziedzinie automatyka przemysłowa.

W ramach projektu zaplanowano przeprowadzenie dwóch edycji badań, pierwszej w roku 2024 i drugiej w roku 2025.

Celem głównym pierwszej edycji badań w roku 2024 było zidentyfikowanie przykładów innowacji związanych z dziedziną automatyka przemysłowa, które mogą wspomóc rozwój działalności Branżowego Centrum Umiejętności Nr 2 w Radomiu.

W raporcie przedstawiono efekty pierwszej edycji badań przeprowadzonych w roku 2024, w tym metodykę i organizację badań oraz rezultaty badań w formie **opisów wybranych innowacji powiązanych z dziedziną automatyka przemysłowa** wraz z wnioskami i rekomendacjami ukierunkowanymi na wskazanie możliwości wykorzystania w działalności BCU Nr 2 w Radomiu.

Przeprowadzone badanie ma charakter pilotażowy, a zebrane wnioski i rekomendacje posłużą do doskonalenia metodyki badań i zastosowania jej w drugiej edycji badań planowanych do przeprowadzenia w 2025 roku.

Po zapoznaniu się z zawartością publikacji, Czytelnik uzyska odpowiedzi na poniższe pytania:

- 1) W jaki kierunku rozwija się automatyka przemysłowa?
- 2) Z jakimi innowacjami w dziedzinie automatyka przemysłowa rekomendujemy się zapoznać?
- 3) Jak zidentyfikowane innowacje mogą wpłynąć na rozwój oferty edukacyjnej BCU Nr 2 w Radomiu?
- 4) Jakie zagadnienia rekomenduje się by poruszyć podczas konferencji organizowanej przez Branżowe Centrum Umiejętności Nr 2 w Radomiu?
- 5) O jakie nowe tematy szkoleń można by było rozbudować ofertę Branżowego Centrum Umiejętności Nr 2 w Radomiu?

## 1. Założenia metodologiczne badań

### 1.1. Cel badań

Badania zostały zrealizowane w roku 2024 w ramach projektu pt. „Utworzenie i wsparcie funkcjonowania branżowego centrum umiejętności dla branży elektroniczno-mechatronicznej w dziedzinie automatyka przemysłowa (BCU-BEM)” (nr KPO/22/1/BCU/W/0063), którego głównym celem jest wsparcie przygotowania kadr na potrzeby nowoczesnej gospodarki w branży elektroniczno-mechatronicznej poprzez utworzenie i wsparcie funkcjonowania Branżowego Centrum Umiejętności z dziedziny automatyka przemysłowa do 31.12.2023 i przeszkolenie 200 uczestników, w tym 60 osób młodych, 120 osób dorosłych, 20 nauczycieli kształcenia zawodowego do dnia 30.09.2025 r. oraz wsparcie funkcjonowania BCU poprzez prowadzenie działań edukacyjnych, szkoleniowych, integrujących edukację z biznesem oraz wspierających współpracę szkół i uczelni z pracodawcami, a także działań innowacyjnych, rozwojowych, doradczych i promocyjnych.

**Celem głównym badań** pierwszej edycji badań było zidentyfikowanie przykładów innowacji oraz możliwości wykorzystania ich w działalności Branżowego Centrum Umiejętności Nr 2 w Radomiu.

**Cele szczegółowe badań obejmowały identyfikację:**

- przykładów innowacji w automatyce przemysłowej;
- określenia zastosowania innowacji w dziedzinie automatyka przemysłowa;
- promocji zidentyfikowanych innowacji w dziedzinie automatyka przemysłowa;
- propozycji rozbudowy oferty szkoleniowej Branżowego Centrum Umiejętności Nr 2.

## 1.2. Metody, techniki i narzędzia badawcze

W celu analizy przedmiotu badań zastosowano metod badawczych jakościowych, w tym:

- 1) wywiad,
- 2) badanie typu desk reserach.

Metodyka badań, była przedmiotem konsultacji wewnątrz partnerstwa projektu oraz w ramach badań pilotażowych z dwoma przedstawicielami pracodawców powiązanych z dziedziną automatyka przemysłowa.

W ramach badania zastosowano metodę wywiadu, której celem było zidentyfikowanie innowacyjnych rozwiązań w dziedzinie automatyki przemysłowej oraz określenie ich potencjalnego wpływu na rozwój oferty edukacyjnej Branżowego Centrum Umiejętności (BCU) Nr 2 w Radomiu.

Wywiady przeprowadzono z 4 przedstawicielami branży, w tym ekspertami technicznymi, inżynierami, menedżerami ds. innowacji oraz przedstawicielami firm technologicznych i instytucji badawczo-rozwojowych. Kluczowe zagadnienia poruszane w wywiadach dotyczyły:

- aktualnych trendów i kierunków rozwoju automatyki przemysłowej,
- wdrażanych oraz planowanych innowacji technologicznych,
- barier i wyzwań związanych z adaptacją nowych technologii,
- potrzeb kompetencyjnych i edukacyjnych w zakresie nowoczesnych rozwiązań automatyzacji.

Wywiady miały charakter częściowo ustrukturyzowany – przygotowano zestaw głównych pytań, jednak rozmówcy mieli możliwość swobodnej wypowiedzi, co pozwoliło na uzyskanie pogłębionych i różnorodnych informacji.

Na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzono badania typu *desk research* w zakresie identyfikacji innowacji. Metoda ta polegała na zebraniu, przetworzeniu i analizie dostępnych informacji, które zostały już opublikowane w różnych źródłach. Należy podkreślić, że *desk research* jest metodą wtórną, co oznacza, że nie generuje nowych danych, ale koncentruje się

na wykorzystaniu istniejących materiałów w celu identyfikacji i weryfikacji innowacyjnych rozwiązań w obszarze automatyki przemysłowej.

Proces analizy *desk research* został przeprowadzony w kilku etapach, które umożliwiły skuteczne zidentyfikowanie innowacji w dziedzinie automatyki przemysłowej oraz ich potencjalnego wpływu na rozwój sektora.

Pierwszym krokiem było określenie celów badania. Na tym etapie sprecyzowano główne zagadnienia dotyczące identyfikacji innowacji w automatyce przemysłowej. Kluczowym zadaniem było zdefiniowanie obszarów, które miały zostać poddane szczegółowej analizie, w celu zrozumienia kierunków rozwoju oraz potencjalnych zastosowań nowoczesnych technologii w branży.

Kolejnym etapem był wybór odpowiednich źródeł informacji. W tym celu wykorzystano różnorodne zasoby, aby zapewnić kompleksowe i rzetelne opracowanie tematu. Wśród kluczowych źródeł znalazły się:

- literatura naukowa, obejmująca artykuły naukowe, książki i raporty, które dostarczały pogłębionej wiedzy na temat innowacji w automatyce przemysłowej;
- raporty branżowe, opracowane przez organizacje sektorowe, firmy konsultingowe oraz instytucje rządowe, stanowiące cenne źródło informacji o aktualnych trendach i przyszłych kierunkach rozwoju technologii;
- artykuły prasowe i materiały medialne, które pozwoliły na uchwycenie bieżących wydarzeń, innowacyjnych wdrożeń oraz opinii ekspertów;
- strony internetowe, będące źródłem informacji o nowoczesnych rozwiązaniach technologicznych, udostępnianych przez producentów, start-upy oraz ośrodki badawcze.

Po zebraniu odpowiednich materiałów przeprowadzono ich szczegółową analizę. W pierwszej kolejności dokonano porównania różnych źródeł, oceniając spójność oraz wiarygodność dostępnych informacji. Następnie wyodrębniono kluczowe trendy w obszarze automatyki przemysłowej, identyfikując powtarzające się tematy i wnioski, które świadczyły o kierunkach rozwoju sektora. Ostatecznie zebrane dane zostały poddane syntezie, co pozwoliło na ich uporządkowanie oraz sformułowanie wniosków i rekomendacji.

Ostatnim etapem badania była prezentacja wyników. Opracowano raport, który zawierał kluczowe ustalenia, wnioski oraz rekomendacje dotyczące innowacji w automatyce przemysłowej. Dokument ten miał na celu dostarczenie wartościowych informacji dla interesariuszy oraz wskazanie możliwości ich praktycznego wykorzystania w działalności Branżowego Centrum Umiejętności Nr 2 w Radomiu.

Desk research jest kluczowym elementem w badaniach zrównoważonego rozwoju, ponieważ pozwala na efektywne wykorzystanie istniejących danych, co jest zarówno ekonomiczne, jak i czasowo oszczędne.

Wyniki wywiadów oraz analiza przeprowadzona w ramach *desk research* stanowiły podstawę do opracowania rekomendacji dotyczących rozwoju działalności BCU Nr 2 w Radomiu, w szczególności w obszarze kształcenia i doskonalenia kompetencji zawodowych w dziedzinie nowoczesnych technologii przemysłowych.

## 1.3. Organizacja, teren badań, charakterystyka środowiska i próby badawczej

### 1.3.1. Organizacja – procedura badawcza

Badania rozpoczęto w miesiącu grudniu 2024 roku od identyfikacji innowacji powiązanych z dziedziną automatyka przemysłowa. W tym celu zastosowano wywiad z ekspertami.

Uzyskane dane posłużyły jako dane wejściowe do przeprowadzenia drugiego etapu badań desk research ukierunkowanego na analizę dokumentów oraz dostępnych źródeł internetowych w celu zidentyfikowania innowacji, wyników badań i analiz w dziedzinie automatyka przemysłowa.

Dokonano analizy zebranych materiałów pod kątem:

- porównania różnych źródeł – oceniono spójność i wiarygodność informacji;
- zidentyfikowano trendy;
- zsyntetyzowano informacje.

### 1.3.2. Teren badań – identyfikacja innowacji w dziedzinie automatyka przemysłowa

W ramach pierwszego etapu badań, eksperci wskazali następujące 11 tematów jako kluczowe innowacje w obszarze automatyki przemysłowej, których wdrożenie może być inspiracją do rozwoju BCU (tabela 1).

**Tabela 1.** Wykaz zidentyfikowanych innowacji związanych z dziedziną automatyka przemysłowa

Lp.	Nazwa instytutu lub ośrodka badawczego
1)	Robotyka współpracująca (coboty)
2)	Automatyzacja w przemyśle elektronicznym
3)	Roboty w przemyśle metalowym i maszynowym
4)	Zaawansowane systemy automatyzacji w przemyśle motoryzacyjnym
5)	Sztuczna inteligencja w procesach produkcyjnych
6)	Roboty mobilne w logistyce
7)	Produkcja zaawansowanych komponentów automatyki przemysłowej
8)	Rozwój automatyki przemysłowej
9)	Roboty w opiece zdrowotnej
10)	Inicjatywa industrie 4.0
11)	Rozwój technologii cyfrowych bliźniaków

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie zidentyfikowanych przykładów innowacji w dziedzinie automatyka przemysłowa*

Uzasadnienie ich wyboru wynika z rosnącego znaczenia tych technologii w optymalizacji procesów produkcyjnych, poprawie efektywności i elastyczności systemów przemysłowych oraz zwiększeniu konkurencyjności przedsiębiorstw.

#### 1. Robotyka współpracująca (coboty)

Ekspertcy wskazali coboty jako jeden z najważniejszych kierunków rozwoju automatyki przemysłowej. Roboty współpracujące pozwalają na bezpieczną i efektywną współpracę człowieka z maszyną, co otwiera nowe możliwości automatyzacji w zakładach produkcyjnych o różnej skali. Dzięki elastyczności i łatwości programowania coboty znajdują zastosowanie w małych i średnich przedsiębiorstwach, które wcześniej nie miały dostępu do zaawansowanej robotyzacji.

## **2. Automatyzacja w przemyśle elektronicznym**

Wzrost zapotrzebowania na miniaturyzację i precyzyjne układy elektroniczne sprawia, że automatyzacja w przemyśle elektronicznym staje się kluczowa. Zastosowanie nowoczesnych robotów i systemów montażowych pozwala na osiągnięcie wysokiej dokładności i jakości w produkcji elementów elektronicznych, redukcję strat materiałowych oraz zwiększenie efektywności kosztowej.

## **3. Roboty w przemyśle metalowym i maszynowym**

Ekspertcy podkreślili znaczenie robotyzacji w sektorze obróbki metalu i produkcji maszyn. Roboty w przemyśle metalowym usprawniają procesy takie jak cięcie, spawanie, szlifowanie i montaż, minimalizując wpływ błędów ludzkich i poprawiając powtarzalność produkcji. Rozwój robotów wyposażonych w systemy wizyjne oraz sztuczną inteligencję zwiększa precyzję i dostosowanie operacji do zmiennych warunków.

## **4. Zaawansowane systemy automatyzacji w przemyśle motoryzacyjnym**

Przemysł motoryzacyjny od lat jest liderem w zakresie wdrażania innowacyjnych technologii automatyzacji. Ekspertcy wskazali, że rosnąca popularność samochodów elektrycznych oraz inteligentnych systemów sterowania wymusza wdrażanie zaawansowanych systemów automatyzacji, takich jak roboty montażowe, systemy kontroli jakości oparte na AI oraz linie produkcyjne o wysokim stopniu elastyczności.

## **5. Sztuczna inteligencja w procesach produkcyjnych**

Zastosowanie sztucznej inteligencji (AI) w procesach produkcyjnych zostało uznane przez ekspertów za kluczowy czynnik zwiększający efektywność i jakość produkcji. AI pozwala na analizę dużych zbiorów danych w czasie rzeczywistym, optymalizację procesów oraz

przewidywanie awarii maszyn. Inteligentne algorytmy wspierają również systemy wizyjne, robotykę oraz kontrolę jakości.

## 6. Roboty mobilne w logistyce

Eksperti wskazali, że roboty mobilne (AGV i AMR) odgrywają coraz większą rolę w logistyce przemysłowej, magazynowej oraz produkcyjnej. Autonomiczne pojazdy transportowe mogą zoptymalizować przepływ materiałów, zwiększając wydajność i redukując koszty operacyjne. W połączeniu z technologiami IoT i AI roboty mobilne umożliwiają dynamiczną adaptację do zmieniających się warunków operacyjnych.

## 7. Produkcja zaawansowanych komponentów automatyki przemysłowej

Eksperti zwrócili uwagę na rosnące zapotrzebowanie na zaawansowane komponenty automatyki przemysłowej, takie jak precyzyjne czujniki, sterowniki PLC, zaawansowane systemy sterowania i napędy elektryczne. Rozwój tych elementów pozwala na budowę bardziej inteligentnych i efektywnych systemów automatyzacji, które znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu.

## 8. Rozwój automatyki przemysłowej

Automatyka przemysłowa jako całość dynamicznie się rozwija, a eksperci podkreślili, że kluczowe znaczenie mają technologie integracji systemów, cyfryzacji oraz wdrażania inteligentnych rozwiązań sterowania produkcją. Nowoczesne systemy SCADA, MES i ERP pozwalają na bardziej precyzyjne zarządzanie procesami przemysłowymi i ich optymalizację.

## 9. Roboty w opiece zdrowotnej

Zastosowanie robotów w opiece zdrowotnej jest jednym z najszybciej rozwijających się obszarów automatyki. Eksperti wskazali, że roboty chirurgiczne, systemy do rehabilitacji oraz roboty wspomagające personel medyczny mają potencjał do poprawy jakości opieki nad pacjentami oraz zwiększenia efektywności placówek medycznych. Automatyzacja w tym sektorze może również odciążyć personel od rutynowych zadań.

## 10. Inicjatywa Industrie 4.0

Eksperti podkreślili znaczenie konceptu Industrie 4.0, który integruje automatyzację, IoT, sztuczną inteligencję i przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym w celu stworzenia

inteligentnych fabryk. Transformacja cyfrowa w przemyśle umożliwia większą elastyczność, optymalizację procesów produkcyjnych oraz lepszą integrację łańcuchów dostaw.

### **11. Rozwój technologii cyfrowych bliźniaków**

Cyfrowe bliźniaki (Digital Twins) to technologia pozwalająca na tworzenie wirtualnych modeli rzeczywistych obiektów i procesów. Eksperti wskazali, że rozwój tej technologii ma kluczowe znaczenie dla monitorowania, analizowania i optymalizowania systemów automatyki przemysłowej. Cyfrowe bliźniaki umożliwiają testowanie nowych rozwiązań bez ryzyka wpływu na realne procesy produkcyjne, co przyczynia się do poprawy efektywności i zmniejszenia kosztów operacyjnych.

Wskazane przez ekspertów tematy innowacji w dziedzinie automatyki przemysłowej mają kluczowe znaczenie dla przyszłości sektora. Ich rozwój przyczynia się do zwiększenia efektywności procesów, poprawy bezpieczeństwa pracy, redukcji kosztów oraz optymalizacji łańcuchów dostaw. Wdrażanie nowoczesnych technologii w przemyśle pozwala na tworzenie bardziej elastycznych i inteligentnych systemów produkcyjnych, co stanowi fundament dla dalszego rozwoju gospodarki opartej na cyfryzacji i automatyzacji.

## 2. Przykładowe innowacje związane z dziedziną automatyka przemysłowa

Dynamiczny rozwój nauki i technologii wymaga nieustannej identyfikacji innowacyjnych rozwiązań oraz analizy wyników badań w celu lepszego zrozumienia trendów, wyzwań i potencjału danej dziedziny. **Automatyka przemysłowa** odgrywa kluczową rolę w modernizacji i optymalizacji procesów produkcyjnych, integrując technologie takie jak **robotyka, sztuczna inteligencja (AI), systemy sterowania, Internet Rzeczy (IoT) oraz cyfrowe bliźniaki**, które wspólnie przyczyniają się do poprawy wydajności, precyzji i elastyczności procesów przemysłowych.

Przeprowadzone badania pozwoliły na identyfikację najważniejszych **innowacji w automatyce przemysłowej**, które stanowią kluczowe kierunki rozwoju tej dziedziny. Każda z nich wnosi istotne zmiany w funkcjonowaniu zakładów przemysłowych i przyczynia się do podnoszenia standardów technologicznych w różnych sektorach gospodarki. Wśród najważniejszych innowacyjnych rozwiązań wyróżniono:

1. **Roboty współpracujące (coboty)** – roboty, które umożliwiają bezpieczną i efektywną współpracę z człowiekiem na liniach produkcyjnych, wspierając zadania wymagające precyzji oraz zmniejszając ryzyko wypadków w miejscu pracy.
2. **Automatyzacja w przemyśle elektronicznym** – nowoczesne rozwiązania pozwalające na zwiększenie precyzji i efektywności w produkcji komponentów elektronicznych, zapewniające większą kontrolę jakości i minimalizację strat materiałowych.
3. **Roboty w przemyśle metalowym i maszynowym** – zastosowanie robotów w procesach spawania, cięcia, obróbki skrawaniem oraz montażu, które zwiększa dokładność, bezpieczeństwo i wydajność produkcji.
4. **Zaawansowane systemy automatyzacji w przemyśle motoryzacyjnym** – inteligentne linie produkcyjne oparte na robotyzacji, analizie danych i sztucznej inteligencji, które umożliwiają elastyczne dostosowanie procesów do dynamicznych wymagań rynku.

5. **Sztuczna inteligencja w procesach produkcyjnych** – wykorzystanie AI do analizy danych produkcyjnych, monitorowania jakości, automatycznej kontroli oraz predykcyjnego utrzymania ruchu, co pozwala na redukcję awarii i przestoju.
6. **Roboty mobilne w logistyce** – autonomiczne pojazdy transportowe (AGV, AMR), które usprawniają przepływ materiałów w zakładach przemysłowych i magazynach, zwiększając efektywność oraz redukując koszty operacyjne.
7. **Produkcja zaawansowanych komponentów automatyki przemysłowej** – rozwój nowoczesnych sterowników, czujników i systemów napędowych, które umożliwiają bardziej zaawansowane zarządzanie procesami przemysłowymi.
8. **Rozwój automatyki przemysłowej** – integracja nowoczesnych technologii w celu poprawy efektywności operacyjnej oraz wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstw.
9. **Roboty w opiece zdrowotnej** – nowoczesne systemy robotyczne wspierające opiekę nad pacjentami, automatyzację diagnostyki oraz wykonywanie skomplikowanych procedur medycznych.
10. **Inicjatywa Industrie 4.0** – koncepcja inteligentnych fabryk, które wykorzystują cyfryzację, IoT, AI i automatyzację do optymalizacji procesów produkcyjnych.
11. **Rozwój technologii cyfrowych bliźniaków** – tworzenie wirtualnych modeli rzeczywistych systemów, które pozwalają na monitorowanie, analizowanie i optymalizację pracy zakładów przemysłowych w czasie rzeczywistym.

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz wyłoniono również kluczowe trendy rozwojowe w obszarze automatyki przemysłowej, które będą miały istotny wpływ na przyszłość sektora. Należą do nich:

- **wzrost znaczenia Przemysłu 4.0** – integracja zaawansowanych technologii cyfrowych z tradycyjnymi procesami produkcyjnymi, co pozwala na większą elastyczność i efektywność produkcji;
- **rozwój autonomicznych systemów transportowych** – zwiększenie roli inteligentnych pojazdów i robotów mobilnych w zakładach produkcyjnych oraz logistyce.

- **wykorzystanie rzeczywistości wirtualnej (VR) i rozszerzonej (AR)** – innowacyjne technologie wspierające szkolenia, symulacje procesów oraz projektowanie linii produkcyjnych.

W kolejnych rozdziałach przedstawiamy **przykłady dobrych praktyk** w zakresie wdrażania wyżej wymienionych innowacji. Zaprezentowane studia przypadków ukazują sposoby, w jakie przedsiębiorstwa, instytucje badawcze i ośrodki edukacyjne wdrażają nowoczesne technologie w celu optymalizacji procesów, zwiększenia efektywności oraz dostosowania do dynamicznych wymagań rynkowych.

## 2.1. Roboty współpracujące (coboty)

Robotyka współpracująca, znana również jako coboty (od ang. collaborative robots), dynamicznie rozwija się. Jest to obszar automatyki przemysłowej, który koncentruje się na współpracy robotów z ludźmi w sposób bezpieczny i efektywny. Coboty to specjalne roboty projektowane tak, aby bezpiecznie i wydajnie pomagać człowiekowi bezpośrednio przy wykonywanych z jego udziałem procesach produkcyjnych. Dzięki zastosowaniu specjalnych czujników, które przekazują wszelkie niezbędne sygnały wejściowe i wielkości pomiarowe do centralnego układu sterującego możliwa jest bezpieczna współpraca cobota z człowiekiem. Dzięki takim rozwiązaniom w sytuacji zagrożenia cobot przerywa wykonywane zadanie i przechodzi w stan wstrzymania, dzięki takiej wyeliminowane zostaje ryzyko wypadku.

### **Kluczowe cechy cobotów**

1. **Bezpieczeństwo współpracy** – coboty wyposażone są w zaawansowane systemy czujników, które umożliwiają wykrywanie obecności człowieka. Dzięki temu mogą zatrzymywać się lub zmieniać tor ruchu, aby uniknąć kolizji. Ich konstrukcja często uwzględnia zaokrąglone krawędzie i ograniczenie siły działania, co minimalizuje ryzyko obrażeń.
2. **Łatwość programowania** – w przeciwieństwie do robotów tradycyjnych, które wymagają zaawansowanej wiedzy programistycznej, coboty są intuicyjne w konfiguracji i obsłudze. Dzięki interfejsom graficznym i funkcjom uczenia przez demonstrację, nawet osoby bez specjalistycznego przeszkolenia mogą je programować.
3. **Elastyczność zastosowań** – coboty można łatwo dostosować do różnych zadań, co czyni je idealnymi w dynamicznie zmieniającym się środowisku produkcyjnym. Są one często stosowane do zadań takich jak montaż, pakowanie, inspekcja jakości, przenoszenie materiałów czy nawet obsługa maszyn.
4. **Kompaktowa budowa** – coboty są zazwyczaj mniejsze i lżejsze od tradycyjnych robotów, co pozwala na ich łatwą instalację w ograniczonych przestrzeniach roboczych.

## Zastosowania robotyki współpracującej

Coboty znajdują zastosowanie w wielu branżach, w tym:

- przemysł motoryzacyjny – montaż drobnych komponentów, podawanie elementów na linii produkcyjnej,
- elektronika – precyzyjne manipulacje małymi elementami, lutowanie, testowanie urządzeń,
- logistyka i magazynowanie – sortowanie paczek, załadunek i rozładunek,
- farmacja i medycyna – przygotowywanie leków, pakowanie próbek medycznych, wspomaganie chirurgii,
- rolnictwo – zbiory, sortowanie owoców i warzyw, sadzenie.

## Zalety cobotów:

- podniesienie produktywności – dzięki precyzyjnej współpracy z ludźmi coboty mogą realizować powtarzalne, monotonne lub wymagające fizycznie zadania, odciążając pracowników i pozwalając im skupić się na bardziej złożonych czynnościach,
- oszczędność kosztów – elastyczność i łatwość adaptacji cobotów do nowych zadań pozwala firmom ograniczyć koszty związane z przestojami i rekonfiguracją linii produkcyjnych,
- poprawa jakości pracy – eliminacja konieczności wykonywania przez ludzi uciążliwych lub niebezpiecznych czynności zwiększa komfort i bezpieczeństwo pracowników,
- szybszy zwrot z inwestycji – dzięki prostocie implementacji i niższym kosztom zakupu (w porównaniu do tradycyjnych robotów) coboty szybko przynoszą korzyści finansowe.

## Wyzwania związane z wprowadzeniem cobotów w działalności przedsiębiorstwa

Mimo licznych zalet, coboty wiążą się również z pewnymi wyzwaniami:

- ograniczenia technologiczne: współpraca z ludźmi wymaga wyrafinowanych algorytmów i precyzyjnych sensorów, co wciąż może ograniczać ich zdolności do pracy w bardzo dynamicznych środowiskach,

- koszty wdrożenia – chociaż są tańsze od tradycyjnych robotów, wprowadzenie cobotów w małych i średnich przedsiębiorstwach może być kosztowne na początkowym etapie, wdrażania,
- regulacje i normy bezpieczeństwa – konieczność spełnienia rygorystycznych wymagań związanych z bezpieczeństwem współpracy z ludźmi może wydłużać proces wdrożenia.

### **Przyszłość cobotów**

Robotyka współpracująca dynamicznie się rozwija, a przyszłość cobotów rysuje się obiecująco. Prognozy wskazują, że ich rynek będzie rósł w tempie dwucyfrowym rocznie, a ich zastosowania wykraczać będą poza tradycyjne branże. Integracja sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego umożliwi cobotom wykonywanie bardziej skomplikowanych zadań oraz lepsze rozumienie intencji i potrzeb ludzi. Dalszy rozwój technologii sensorów oraz materiałów umożliwi tworzenie jeszcze bardziej zaawansowanych i bezpiecznych rozwiązań.

### **Przykłady zastosowań cobotów i ich zalety w praktyce**

#### 1. Branża spożywcza:

- **zadania:** pakowanie, sortowanie owoców, etykietowanie produktów,
- **przykład:** cobot firmy Universal Robots w piekarni może nakładać ciasto na taśmę produkcyjną, współpracując z pracownikami, którzy jednocześnie kontrolują jakość produktu,
- **korzyści:** automatyzacja powtarzalnych czynności przy jednoczesnym zachowaniu precyzji i higieny.

#### 2. Opieka zdrowotna:

- **zadania:** przygotowanie leków, sterylizacja narzędzi, wsparcie w operacjach chirurgicznych,
- **przykład:** coboty w szpitalach mogą podawać narzędzia chirurgom, działając z precyzją co do milimetra,
- **korzyści:** redukcja błędów, odciążenie personelu medycznego i zwiększenie efektywności procesów.

### 3. Logistyka:

- **zadania:** sortowanie paczek, załadunek/rozładunek towarów, obsługa regałów magazynowych,
- **przykład:** Amazon wykorzystuje coboty do przenoszenia paczek w magazynach, które współpracują z pracownikami przy kompletacji zamówień,
- **korzyści:** skrócenie czasu realizacji zamówień i zmniejszenie obciążenia fizycznego pracowników.

### 4. Przemysł motoryzacyjny:

- **zadania:** precyzyjny montaż elementów, kontrola jakości, spawanie,
- **przykład:** firma BMW wykorzystuje coboty przy instalacji przewodów i innych elementów w samochodach,
- **korzyści:** większa dokładność i powtarzalność procesów, mniejsze ryzyko błędów.

### 5. Edukacja i badania naukowe:

- **zadania:** nauka programowania robotów, testowanie prototypów,
- **przykład:** uniwersytety wykorzystują coboty w laboratoriach, aby studenci mogli eksperymentować z różnymi aplikacjami i uczyć się pracy z robotami,
- **korzyści:** przygotowanie studentów do pracy w nowoczesnych środowiskach przemysłowych.

## Przykłady producentów cobotów

Na rynku działa wiele firm specjalizujących się we wprowadzaniu wszechstronnych cobotów, np.:

- **FANUC** – japońska firma z szeroką gamą cobotów do różnych zastosowań przemysłowych;
- **KUKA** – niemiecki producent oferujący coboty w serii *LBR iiwa*;
- **ABB** – firma szwajcarsko-szwedzka, której coboty (np. serii YuMi) są znane z zastosowań w precyzyjnym montażu;
- **Rethink Robotics** – twórcy popularnych cobotów takich jak *Baxter* i *Sawyer*.

## 2.2. Automatykacja w przemyśle elektronicznym

Automatykacja w przemyśle elektronicznym to dynamicznie rozwijający się obszar, który znacząco wpływa na efektywność, precyzję i skalowalność produkcji urządzeń elektronicznych. Obejmuje zastosowanie zaawansowanych technologii, takich jak robotyka, systemy sterowania, sztuczna inteligencja (AI), Internet rzeczy przemysłowych (IIoT) oraz systemy wizyjne, aby zminimalizować udział człowieka w procesach produkcyjnych i zoptymalizować działanie całych linii produkcyjnych.

### **Kluczowe aspekty automatyzacji w przemyśle elektronicznym**

#### **1. Zrobotyzowane linie produkcyjne**

Automatykacja w przemyśle elektronicznym opiera się na szerokim zastosowaniu robotów przemysłowych. Roboty wykorzystywane są do precyzyjnych operacji, takich jak montaż komponentów elektronicznych, lutowanie, testowanie układów czy pakowanie gotowych produktów. Dzięki zdolności robotów do pracy z mikroskopijnymi elementami (np. chipami i tranzystorami) osiągnięta jest wyższa precyzja i powtarzalność procesów, niż byłaby możliwa w przypadku pracy manualnej.

#### **2. Automatykacja montażu powierzchniowego (SMT)**

Montaż powierzchniowy to kluczowy etap w produkcji urządzeń elektronicznych. W pełni zautomatyzowane linie SMT umożliwiają umieszczanie tysięcy komponentów na płytkach drukowanych (PCB) w ciągu kilku sekund. Maszyny SMT wyposażone w systemy wizyjne mogą wykrywać i korygować błędy w czasie rzeczywistym, co zwiększa jakość produkcji i zmniejsza liczbę odpadów.

#### **3. Systemy wizyjne i kontrola jakości**

Automatyczne systemy wizyjne odgrywają istotną rolę w zapewnianiu jakości. Kamery wysokiej rozdzielczości i algorytmy analizy obrazu pozwalają na dokładne sprawdzanie spoin lutowaniczych, układów scalonych czy nadruków na PCB. Automatyczna kontrola eliminuje ludzkie błędy i przyspiesza proces inspekcji.

#### **4. Internet rzeczy przemysłowych (IIoT)**

Wprowadzenie IoT do przemysłu elektronicznego umożliwia monitorowanie i zarządzanie produkcją w czasie rzeczywistym. Czujniki wbudowane w maszyny produkcyjne zbierają dane na temat ich wydajności, zużycia energii czy potencjalnych usterek. Dzięki analizie tych danych fabryki mogą reagować na problemy jeszcze przed ich wystąpieniem, co zwiększa niezawodność i redukuje przestoje.

### **5. Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe**

AI znajduje zastosowanie w optymalizacji procesów produkcyjnych, przewidywaniu awarii maszyn i doskonaleniu metod testowania urządzeń elektronicznych. Algorytmy uczenia maszynowego analizują dane z linii produkcyjnych i pomagają w podejmowaniu decyzji dotyczących usprawnień.

### **6. Elastyczność i personalizacja produkcji**

Automatyzacja umożliwia również elastyczne dostosowanie linii produkcyjnych do szybkiej zmiany asortymentu. Dzięki automatycznym systemom konfiguracyjnym fabryki mogą szybko przechodzić między produkcją różnych modeli urządzeń, co jest kluczowe w sektorze, gdzie cykl życia produktów jest coraz krótszy.

### **7. Ekologiczne korzyści**

Dzięki automatyzacji producenci mogą efektywniej wykorzystywać zasoby, zmniejszać zużycie energii i minimalizować ilości odpadów. Inteligentne zarządzanie procesami przyczynia się do realizacji celów zrównoważonego rozwoju.

### **Wyzwania i przyszłość**

Automatyzacja w przemyśle elektronicznym niesie jednak także pewne wyzwania, takie jak wysokie koszty wdrożenia, konieczność ciągłego szkolenia pracowników czy ryzyko uzależnienia od zaawansowanych technologii. W przyszłości możemy spodziewać się jeszcze większej integracji AI, rozwoju systemów autonomicznych i bardziej ekologicznych rozwiązań. Automatyzacja w tym sektorze stanowi kluczowy element czwartej rewolucji przemysłowej (Przemysł 4.0) i będzie dalej przekształcać sposób, w jaki produkujemy elektronikę, zwiększając jednocześnie konkurencyjność i innowacyjność przedsiębiorstw.

## 2.3. Roboty w przemyśle metalowym i maszynowym

Przemysł metalowy i maszynowy to sektory, w których roboty odgrywają kluczową rolę, przyczyniając się do zwiększenia efektywności, poprawy jakości produktów, a także bezpieczeństwa pracy. Zastosowanie robotów w tych branżach obejmuje szeroki zakres operacji, od precyzyjnej obróbki metali po zautomatyzowany montaż maszyn.

Poniżej przedstawiono główne obszary zastosowań oraz korzyści wynikające z robotyzacji.

### 1. Obróbka metali

Roboty są szeroko stosowane w procesach obróbki metali, takich jak:

- **cięcie i spawanie** – roboty spawalnicze zapewniają precyzję i powtarzalność procesów spawania, minimalizując błędy ludzkie. Technologia ta znajduje zastosowanie w branży motoryzacyjnej, lotniczej i budowie maszyn;
- **szlifowanie, polerowanie i gratowanie** – roboty eliminują monotoność tych procesów, zapewniając jednorodność i wysoką jakość obrabianych powierzchni;
- **obróbka skrawaniem** – roboty CNC mogą wykonywać bardzo precyzyjne operacje toczenia, frezowania czy wiercenia.

### 2. Montaż i demontaż

Roboty umożliwiają szybki i dokładny montaż części maszyn i urządzeń, co jest szczególnie istotne w produkcji seryjnej. Są także używane w demontażu i recyklingu maszyn, co przyczynia się do zrównoważonego rozwoju przemysłu.

### 3. Transport i manipulacja materiałami

Roboty manipulacyjne są używane do:

- przenoszenia ciężkich elementów i materiałów, co zmniejsza ryzyko urazów u pracowników,
- załadunku i rozładunku maszyn, takich jak prasy czy tokarki,
- sortowania i paletyzacji, szczególnie w dużych liniach produkcyjnych.

### 4. Kontrola jakości

Roboty wyposażone w kamery i sensory są stosowane do kontroli jakości produktów, takich jak:

- wykrywanie mikrouszkodzeń na powierzchni metali,
- pomiar wymiarów i tolerancji z użyciem zaawansowanych technologii wizyjnych. Automatyczna kontrola jakości zapewnia większą dokładność i pozwala eliminować wadliwe produkty na wczesnym etapie produkcji.

### **Korzyści z zastosowania robotów w przemyśle metalowym i maszynowym**

1. Zwiększenie efektywności – roboty mogą pracować 24 godziny na dobę – 7 dni w tygodniu, co znacznie zwiększa wydajność produkcji.
2. Poprawa jakości – precyzja robotów eliminuje wiele błędów ludzkich.
3. Obniżenie kosztów – dzięki automatyzacji procesów produkcyjnych można zmniejszyć koszty pracy i materiałów.
4. Poprawa bezpieczeństwa – roboty wykonują niebezpieczne zadania, takie jak przenoszenie ciężkich elementów czy praca w środowiskach wysokotemperaturowych, dzięki takim rozwiązaniom praca ludzka staje się bezpieczniejsza.
5. Elastyczność produkcji – nowoczesne roboty mogą być łatwo programowane do wykonywania różnych zadań, co jest istotne w przypadku produkcji małoseryjnej.

### **Przykłady zastosowań robotów w praktyce:**

- motoryzacja – roboty spawalnicze i montażowe są używane w produkcji podzespołów samochodowych;
- lotnictwo – precyzyjne cięcie i wiercenie metali na potrzeby konstrukcji samolotów;
- przemysł maszynowy – automatyzacja procesów montażowych i testowych maszyn produkcyjnych.

## 2.4. Zaawansowane systemy automatyzacji w przemyśle motoryzacyjnym

Przemysł motoryzacyjny jest jednym z najbardziej zaawansowanych sektorów pod względem wdrażania systemów automatyzacji. Zautomatyzowane procesy produkcji, zaawansowane roboty przemysłowe, systemy oparte na sztucznej inteligencji (AI) oraz technologie IoT (Internet of Things) rewolucjonizują sposób, w jaki powstają pojazdy.

Poniżej przedstawiamy rozwiązania w tym zakresie w kontekście kluczowych technologii i trendów rozwojowych.

### 1. Robotyka przemysłowa

Roboty przemysłowe odgrywają kluczową rolę w procesach produkcji samochodów. Współczesne linie montażowe są wyposażone w roboty zdolne do wykonywania precyzyjnych i powtarzalnych zadań, takich jak:

- spawanie – roboty spawalnicze zapewniają wysoką dokładność oraz jakość połączeń. Dzięki technologiom monitorowania spoin (np. wizji maszynowej) można uniknąć wielu wad produkcyjnych;
- malowanie – systemy robotyczne w lakierniach wykonują precyzyjne powłoki malarskie, minimalizujące straty materiałowe i emisję szkodliwych substancji. Dzięki takim rozwiązaniom pracownicy unikają zapylenia oraz narażenia na działanie szkodliwych oparów;
- montaż – zaawansowane roboty wykonują skomplikowane operacje montażowe, takie jak instalacja elementów wnętrza, skręcanie części czy wstawianie szyb.

### 2. Systemy sterowania i zarządzania produkcją (MES i SCADA)

Współczesne systemy automatyzacji integrują dane na poziomie całej fabryki, wykorzystując systemy MES (Manufacturing Execution System) oraz SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Dzięki nim możliwe jest:

- monitorowanie procesów produkcyjnych w czasie rzeczywistym;

- optymalizacja wydajności maszyn dzięki analizie danych z czujników;
- automatyczne planowanie i reorganizacja produkcji w przypadku awarii lub zmieniających się zamówień.

### **3. Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe**

AI i uczenie maszynowe umożliwiają analizowanie dużych ilości danych w celu optymalizacji procesów produkcyjnych. W przemyśle motoryzacyjnym znajdują zastosowanie w:

- predykcji awarii – systemy predykcyjne analizują dane z maszyn, przewidując awarie i planując konserwacje. Dzięki takim rozwiązaniom możliwe jest zaplanowanie napraw zanim wystąpią awarie. Zwiększa to bezpieczeństwo produkcji i eliminuje przestoje,
- Kontroli jakości – AI wspomaga wykrywanie defektów na liniach produkcyjnych, analizując obrazy z kamer wizyjnych. Takie rozwiązania poprawiają jakość produkcji i marnotrawstwo zużycia materiałów,
- Zarządzaniu łańcuchem dostaw – algorytmy uczenia maszynowego optymalizują dostawy części i materiałów, zmniejszając ryzyko przestoju.

### **4. IoT i Przemysł 4.0**

Przemysł motoryzacyjny jest pionierem w implementacji koncepcji Przemysłu 4.0. IoT pozwala na pełną integrację maszyn, systemów oraz pracowników w jedno spójne środowisko produkcyjne. Przykłady zastosowań to:

- czujniki IoT w maszynach – monitorują one temperaturę, wibracje i inne parametry, przesyłając dane do centralnego systemu analitycznego,
- zarządzanie energią – IoT umożliwia optymalizację zużycia energii w fabrykach, co przyczynia się do redukcji kosztów operacyjnych.

### **5. Autonomiczne pojazdy transportowe w fabrykach**

Zaawansowane systemy automatyzacji znajdują zastosowanie także w wewnętrznej logistyce. W fabrykach motoryzacyjnych stosuje się autonomiczne pojazdy transportowe (AGV – Automated Guided Vehicles), które:

- transportują części między różnymi stacjami produkcyjnymi,
- działają w oparciu o czujniki i systemy nawigacyjne, minimalizując kolizje i błędy.

## 6. Druk 3D

Technologia druku 3D zyskuje coraz większe znaczenie w przemyśle motoryzacyjnym jako wsparcie systemów automatyzacji. Umożliwia:

- prototypowanie części w krótkim czasie,
- produkcję narzędzi i form dostosowanych do specyficznych wymagań procesów.

## 7. Cyberbezpieczeństwo

Automatyzacja wiąże się z koniecznością zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa. Zintegrowane systemy produkcyjne są podatne na cyberataki, dlatego stosuje się zaawansowane rozwiązania ochrony danych:

- szyfrowanie komunikacji między urządzeniami,
- systemy monitorowania cyberzagrożeń w czasie rzeczywistym.

### **Korzyści wynikające z automatyzacji procesów produkcyjnych**

1. Wyższa wydajność – automatyzacja pozwala na szybszą produkcję przy zachowaniu wysokiej jakości.
2. Zmniejszenie kosztów – redukcja kosztów pracy, przestojów oraz marnotrawstwa materiałów oraz zapewnienie odpowiedniej jakości produkcji.
3. Elastyczność produkcji – możliwość szybkiego dostosowania procesów do zmieniających się wymagań rynkowych.
4. Zwiększenie bezpieczeństwa pracowników – automatyzacja niebezpiecznych procesów eliminuje ryzyko wypadków.

## 2.5. Sztuczna inteligencja w procesach produkcyjnych

Sztuczna inteligencja (SI) w procesach produkcyjnych rewolucjonizuje sposób działania przedsiębiorstw, poprawiając efektywność, jakość i elastyczność. Wykorzystanie SI w przemyśle wytwórczym jest kluczowym elementem Przemysłu 4.0 i przynosi szeroki wachlarz korzyści.

Poniżej przedstawiamy kilka obszarów zastosowań sztucznej inteligencji w automatyce przemysłowej:

### 1. Optymalizacja procesów produkcyjnych

- algorytmy SI mogą analizować dane z maszyn w czasie rzeczywistym, identyfikując wąskie gardła i sugerując zmiany w procesach w celu zwiększenia wydajności produkcji,
- optymalizacja planowania produkcji dzięki systemom predykcyjnym.

### 2. Predykcyjne utrzymanie ruchu (Predictive Maintenance)

- dzięki czujnikom IoT i uczeniu maszynowemu SI może przewidywać awarie maszyn, zanim do nich dojdzie i zapobiegać im. Minimalizuje to przestoje, redukuje koszty konserwacji i zwiększa żywotność maszyn.

### 3. Kontrola jakości

- systemy wizyjne z SI mogą automatycznie wykrywać defekty w produktach na liniach produkcyjnych, co znacząco wpływa na poprawę jakości wyrobów oraz zmniejsza ilość odpadów produkcyjnych,
- wysoka precyzja i szybkość analizy obrazu, które przewyższają możliwości ludzkich operatorów.

### 4. Zarządzanie łańcuchem dostaw

- SI pomaga przewidywać zapotrzebowanie, optymalizować poziomy zapasów oraz planować logistykę,

- analiza ryzyk w czasie rzeczywistym (np. opóźnień dostaw) na podstawie danych zewnętrznych.

## **5. Robotyka i automatyzacja**

- roboty współpracujące (coboty) wspierają ludzi w zadaniach wymagających precyzji lub powtarzalności,
- algorytmy uczenia maszynowego umożliwiają robotom adaptację do zmieniających się warunków pracy.

## **6. Symulacje i cyfrowe bliźniaki**

- wykorzystanie cyfrowych bliźniaków (digital twins) pozwala na testowanie zmian w procesach produkcyjnych w wirtualnym środowisku przed ich wdrożeniem. Ułatwia to identyfikację potencjalnych problemów i optymalizację.

## **7. Personalizacja i produkcja na żądanie**

- algorytmy SI mogą analizować preferencje klientów, co pozwala dostosować produkcję do indywidualnych potrzeb, a także skrócić czas realizacji zamówień.

## **Korzyści wynikające z wdrożenia sztucznej inteligencji w produkcji**

### **1. Zwiększenie wydajności**

- szybsze i bardziej precyzyjne procesy produkcyjne dzięki automatyzacji,
- redukcja marnotrawstwa materiałów i energii.

### **2. Lepsza jakość produktów**

- zautomatyzowana kontrola jakości eliminuje defekty na wczesnym etapie produkcji,

### **3. Obniżenie kosztów operacyjnych**

- predykcyjne utrzymanie ruchu zmniejsza koszty awarii i przestojów.

### **4. Zwiększenie elastyczności**

- możliwość szybkiego dostosowania się do zmieniających się warunków rynkowych i preferencji klientów.

### **5. Poprawa bezpieczeństwa pracy**

- roboty i systemy SI mogą przejmować niebezpieczne zadania, minimalizując ryzyko wypadków.

**Do wyzwań związanych z wdrożeniem sztucznej inteligencji należą:**

- wysokie koszty początkowe inwestycji w technologię i szkolenia pracowników,
- potrzeba integracji nowych technologii z istniejącymi systemami,
- zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa danych i prywatności,
- opór przed zmianami w organizacji, szczególnie wśród pracowników.

## 2.6. Roboty mobilne w logistyce

Roboty mobilne w logistyce stają się coraz bardziej popularnym rozwiązaniem w automatyzacji procesów magazynowych, transportowych i produkcyjnych. Wykorzystywane technologie, takie jak sztuczna inteligencja, czujniki, systemy wizyjne i zaawansowana nawigacja, umożliwiają robotom mobilnym efektywne działanie w różnorodnych środowiskach.

### Główne zastosowania robotów mobilnych w logistyce:

#### 1. Automatyzacja magazynów

- autonomiczne roboty transportowe (AGV i AMR):
  - AGV (Automated Guided Vehicles) – poruszają się po wcześniej zaprogramowanych trasach, np. za pomocą taśm magnetycznych lub kodów QR,
  - AMR (Autonomous Mobile Robots) – zaawansowane roboty, wykorzystują mapowanie i algorytmy SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), mogą dynamicznie omijać przeszkody i dostosowywać trasy;
- kompletacja zamówień – roboty pomagają w zbieraniu produktów z półek i dostarczaniu ich do stanowisk pakowania;
- transport wewnętrzny – roboty umożliwiają przemieszczanie towarów między różnymi strefami magazynu lub fabryki.

#### 2. Optymalizacja transportu w centrach logistycznych

- roboty mogą transportować palety, skrzynie czy inne jednostki ładunkowe z punktu A do punktu B, odciążając pracowników i zmniejszając ryzyko wypadków,
- współpraca z systemami zarządzania magazynem (WMS) pozwala na automatyczne kierowanie robotów w celu realizacji priorytetowych zadań.

#### 3. Dostawa ostatniej mili

- roboty mobilne są coraz częściej wykorzystywane do autonomicznej dostawy paczek bezpośrednio do klientów (np. w miastach, kampusach czy osiedlach). Przykłady obejmują małe pojazdy kołowe lub drony dostawcze.

#### 4. Wsparcie w produkcji

- roboty transportowe dostarczają komponenty do linii produkcyjnych oraz usuwają odpady produkcyjne, co zwiększa efektywność i redukuje czas przestoju.

#### Zalety robotów mobilnych w logistyce

1. Redukcja kosztów operacyjnych – zmniejszenie zapotrzebowania na pracę ręczną i lepsze wykorzystanie przestrzeni magazynowej.
2. Zwiększona produktywność – roboty mogą pracować 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu, co znacząco przyspiesza procesy logistyczne.
3. Poprawa bezpieczeństwa – redukcja ryzyka związanego z błędami ludzkimi i wypadkami w magazynach.
4. Skalowalność – łatwość wprowadzania nowych jednostek do już działającego systemu.

#### Przykłady firm wdrażających roboty mobilne w logistyce

- Amazon Robotics (wcześniej Kiva Systems) – roboty AMR do kompletacji zamówień.
- MiR (Mobile Industrial Robots) – autonomiczne roboty transportowe dla magazynów i produkcji.
- Boston Dynamics – roboty o zaawansowanej mobilności, takie jak „Stretch” do automatyzacji załadunku i rozładunku.
- Locus Robotics – systemy do kompletacji zamówień z wykorzystaniem robotów współpracujących (cobots).

#### Wyzwania związane z wdrożeniem robotów mobilnych

1. Koszty początkowe – inwestycje w zakup robotów i ich integrację z istniejącymi systemami IT.
2. Złożoność implementacji – wymaga analizy przepływów pracy, projektowania tras i integracji z systemami WMS/ERP.
3. Konserwacja i aktualizacje – utrzymanie robotów w dobrym stanie oraz ich dostosowywanie do zmieniających się warunków.

## 2.7. Produkcja zaawansowanych komponentów automatyki

Produkcja zaawansowanych komponentów automatyki to dynamicznie rozwijająca się dziedzina inżynierii i technologii, która odgrywa kluczową rolę w automatyzacji procesów przemysłowych oraz optymalizacji operacji w wielu sektorach gospodarki, takich jak produkcja, energetyka, motoryzacja, logistyka, czy elektronika.

Zaawansowane komponenty automatyki to urządzenia i systemy zaprojektowane do automatyzacji procesów, poprawy wydajności, precyzji i bezpieczeństwa operacji. Do najczęściej produkowanych komponentów zaliczamy:

- sterowniki PLC (Programmable Logic Controllers) – umożliwiają zarządzanie i sterowanie procesami produkcyjnymi,
- serwonapędy i silniki krokowe – zapewniają precyzyjne sterowanie ruchem maszyn,
- czujniki i systemy pomiarowe – mierzą zmienne, takie jak temperatura, ciśnienie, poziom cieczy, czy wibracje,
- roboty przemysłowe – stosowane w zadaniach takich jak spawanie, pakowanie czy montaż,
- interfejsy HMI (Human Machine Interface) – pozwalają na interakcję człowieka z maszynami,
- sieci przemysłowe i moduły komunikacyjne – umożliwiają integrację systemów w ramach Przemysłu 4.0.

Produkcja zaawansowanych komponentów automatyki obejmuje szereg procesów technologicznych i inżynierskich:

- projektowanie inżynierskie – wykorzystanie zaawansowanych narzędzi CAD (Computer-Aided Design) oraz symulacji, aby stworzyć komponenty o wysokiej funkcjonalności i niezawodności,

- prototypowanie – szybkie tworzenie prototypów przy użyciu druku 3D, obróbki CNC czy technologii wtryskowej,
- produkcja elektroniki – montaż układów scalonych, modułów komunikacyjnych i innych podzespołów,
- testowanie jakości i bezpieczeństwa – zaawansowane testy w warunkach rzeczywistych oraz kontrola zgodności z normami, np. ISO, CE,
- integracja z systemami IT – uwzględnienie wymagań związanych z IoT (Internet of Things), zdalnym sterowaniem oraz analizą danych.

**Do produkcji komponentów automatyki przemysłowej wykorzystywane są następujące technologie:**

- robotyzacja procesów produkcyjnych – wykorzystanie robotów do precyzyjnego montażu i testowania komponentów,
- druk 3D i obróbka addytywna – stosowane do prototypowania i produkcji niektórych części,
- zaawansowana automatyka procesowa – produkcja wykorzystuje linie w pełni automatyzowane, co redukuje koszty i błędy ludzkie,
- Big Data i AI – stosowane do optymalizacji procesów, prognozowania awarii oraz poprawy efektywności produkcji.

**Zaawansowane komponenty automatyki znajdują swoje zastosowanie w:**

- automatyce przemysłowej – linie montażowe, sortowanie i pakowanie,
- energetyce – zarządzanie sieciami energetycznymi, automatyzacja elektrowni,
- motoryzacji – kontrola jakości, montaż, sterowanie pojazdami autonomicznymi,
- logistyce – systemy magazynowe, zarządzanie flotą,
- medycynie i biotechnologii – precyzyjne urządzenia do produkcji farmaceutyków i narzędzi chirurgicznych.

Zaawansowane komponenty automatyki są kluczowym elementem rozwoju koncepcji Przemysłu 4.0. Dzięki integracji systemów IoT, sztucznej inteligencji oraz analizy danych:

- tworzone są inteligentne fabryki – samodzielnie adaptujące się do zmieniających warunków produkcji,
- zwiększa się wydajność i elastyczność – procesy produkcyjne mogą być dostosowane do indywidualnych potrzeb klienta,
- optymalizowane są koszty operacyjne – minimalizacja strat energii i surowców.

### **Wyzwania i trendy w produkcji komponentów automatyki przemysłowej**

- zrównoważony rozwój – projektowanie komponentów o niskim zużyciu energii, wykorzystanie materiałów z recyklingu,
- cyberbezpieczeństwo – ochrona systemów automatyki przed cyberatakami,
- miniaturyzacja – tworzenie coraz mniejszych i bardziej wydajnych komponentów,
- personalizacja produkcji – produkcja na żądanie dzięki elastycznym liniom montażowym.

Produkcja zaawansowanych komponentów automatyki to fundament nowoczesnego przemysłu i infrastruktury. Jej rozwój sprzyja automatyzacji procesów, poprawie jakości produktów oraz redukcji kosztów operacyjnych. Wprowadzenie nowych technologii, takich jak IoT czy AI, zwiększa potencjał branży, czyniąc ją kluczową w kontekście przyszłości gospodarki globalnej.

## 2.8. Rozwój robotyki przemysłowej

Robotyka przemysłowa w ostatnich dekadach przeżywa dynamiczny rozwój, stając się jednym z filarów nowoczesnego przemysłu i technologii. Proces ten jest napędzany przez szybkie postępy w dziedzinie technologii, takich jak sztuczna inteligencja (AI), uczenie maszynowe, internet rzeczy (IoT) czy zaawansowane materiały, które zwiększają możliwości i efektywność robotów. Poniżej opisane są kluczowe czynniki wpływające na rozwój robotyki przemysłowej, jej zastosowania, korzyści oraz wyzwania.

### Kluczowe czynniki, dzięki którym następuje rozwój robotyki przemysłowej:

#### 1) Postęp technologiczny

Dynamiczny rozwój technologii komputerowych, sensorów oraz algorytmów pozwala na projektowanie robotów, które są coraz bardziej precyzyjne, elastyczne i zdolne do wykonywania skomplikowanych zadań. Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe umożliwiają robotom „uczenie się” i adaptację do zmieniających się warunków pracy. Dzięki zaawansowanym sensorom, roboty mogą analizować otoczenie w czasie rzeczywistym, co pozwala na lepszą współpracę z ludźmi i środowiskiem produkcyjnym.

#### 2) Automatyzacja Przemysłu 4.0

Koncepcja Przemysłu 4.0, związana z cyfryzacją i automatyzacją procesów produkcyjnych, silnie wpływa na rozwój robotyki przemysłowej. W ramach tej idei roboty stają się elementami inteligentnych systemów produkcyjnych, które integrują dane z różnych źródeł, umożliwiając automatyzację i optymalizację procesów.

### 3) Rosnące koszty pracy i niedobór wykwalifikowanej siły roboczej

W wielu krajach wysokie koszty pracy i brak wykwalifikowanych pracowników przyspieszają wdrażanie robotów w przemyśle. Roboty nie tylko zastępują ludzi w powtarzalnych zadaniach, ale także uzupełniają ich umiejętności w skomplikowanych procesach.

#### d) rozwój technologii współpracy robotów z ludźmi (coboty)

Coboty, czyli roboty współpracujące, to jedno z najszybciej rozwijających się segmentów robotyki przemysłowej. Dzięki zaawansowanym systemom bezpieczeństwa i intuicyjnemu programowaniu, coboty mogą pracować ramię w ramię z ludźmi, zwiększając produktywność i redukując ryzyko błędów.

#### Sektory gospodarki, w których znajdują zastosowanie roboty przemysłowe:

- motoryzacja – roboty są wykorzystywane w montażu, spawaniu, malowaniu czy testowaniu pojazdów. Wysoka precyzja robotów zwiększa jakość i efektywność produkcji,
- elektronika – produkcja podzespołów elektronicznych wymaga dużej precyzji i powtarzalności, co czyni roboty idealnymi narzędziami w tym sektorze,
- logistyka i magazynowanie – roboty wspierają procesy automatycznego sortowania, pakowania oraz zarządzania magazynami, przyspieszając obsługę zamówień,
- przemysł spożywczy – automatyzacja procesów pakowania, etykietowania i kontroli jakości pozwala na zwiększenie wydajności produkcji w branży spożywczej,
- medycyna – roboty znajdują zastosowanie w produkcji sprzętu medycznego, farmaceutykach, a także w operacjach chirurgicznych jako precyzyjne narzędzia wspierające lekarzy.

#### Wprowadzanie robotyzacji w automatyce przemysłowej wiąże się z następującymi korzyściami:

##### 1) Zwiększenie wydajności i redukcja kosztów

Roboty przemysłowe pozwalają na automatyzację powtarzalnych i czasochłonnych zadań, co prowadzi do zwiększenia wydajności linii produkcyjnych i obniżenia kosztów operacyjnych.

## **2) Poprawa jakości produktów**

Precyzyjne działanie robotów eliminuje błędy i zapewnia jednolitą jakość produktów. Jest to szczególnie istotne w branżach wymagających wysokich standardów, takich jak elektronika czy motoryzacja.

## **3) Zwiększenie bezpieczeństwa pracy**

Wykorzystanie robotów w niebezpiecznych warunkach (np. praca z substancjami toksycznymi, w wysokich temperaturach lub w środowiskach o wysokim ryzyku wypadków) zmniejsza ryzyko dla pracowników.

## **4) Elastyczność produkcji**

Nowoczesne roboty mogą być łatwo przeprogramowane do wykonywania różnych zadań, co zwiększa elastyczność produkcji i umożliwia szybką reakcję na zmieniające się potrzeby rynku.

### **Ograniczenia i wyzwania związane z rozwojem robotyki przemysłowej:**

#### **1) wysokie koszty początkowe**

Zakup i wdrożenie zaawansowanych robotów przemysłowych wiąże się z wysokimi kosztami, co może być barierą dla mniejszych firm.

#### **2) Konieczność szkolenia pracowników**

Pracownicy muszą być odpowiednio przeszkoleni do obsługi robotów, co wymaga dodatkowych inwestycji w rozwój kompetencji.

#### **3) Problemy z integracją systemów**

Integracja robotów z istniejącymi systemami produkcyjnymi oraz ich adaptacja do złożonych środowisk produkcyjnych mogą być trudne i czasochłonne.

#### **4) Obawy społeczne**

Robotyzacja budzi obawy związane z utratą miejsc pracy. Chociaż roboty często uzupełniają ludzkie umiejętności, istnieje ryzyko, że w niektórych sektorach ich wprowadzenie doprowadzi do redukcji zatrudnienia.

Perspektywy rozwoju robotyki przemysłowej są niezwykle obiecujące. W nadchodzących latach można spodziewać się dalszego wzrostu zastosowania robotów w przemyśle dzięki

postępom w technologii AI, miniaturyzacji urządzeń oraz ich integracji z sieciami 5G i IoT. W szczególności rozwój robotów autonomicznych oraz zwiększenie ich zdolności do współpracy z ludźmi będą kluczowymi trendami w ich rozwoju.

W miarę jak koszty technologii będą się obniżać, roboty staną się dostępne także dla małych i średnich przedsiębiorstw, co przyspieszy proces automatyzacji w różnych sektorach gospodarki. Jednocześnie rosnące zapotrzebowanie na bardziej zrównoważone procesy produkcyjne sprawi, że roboty będą projektowane z uwzględnieniem oszczędności energii i materiałów.

Dynamiczny rozwój robotyki przemysłowej odgrywa kluczową rolę w transformacji współczesnego przemysłu. Dzięki postępowi technologicznemu, roboty stają się coraz bardziej zaawansowane, elastyczne i dostępne. Chociaż proces ten wiąże się z pewnymi wyzwaniami, korzyści wynikające z automatyzacji i robotyzacji produkcji są niepodważalne. Roboty przemysłowe nie tylko zwiększają wydajność i jakość produkcji, ale także przyczyniają się do poprawy bezpieczeństwa i innowacyjności w przemyśle, kształtując przyszłość gospodarki w skali globalnej.

## 2.9. Roboty w opiece zdrowotnej

W ostatnich latach robotyka odegrała kluczową rolę w transformacji opieki zdrowotnej, oferując nowe możliwości w diagnostyce, leczeniu i opiece nad pacjentami. Rozwój technologii, takich jak sztuczna inteligencja, uczenie maszynowe i zaawansowane systemy sensoryczne, pozwolił na stworzenie robotów, które są precyzyjne, wydajne i zdolne do wykonywania zadań wymagających dużej dokładności i powtarzalności.

Poniżej przedstawiono kluczowe obszary zastosowania robotów w sektorze zdrowotnym

### 1. Chirurgia robotyczna

Roboty chirurgiczne, takie jak system **da Vinci**, stały się przełomem w medycynie. Dzięki nim chirurdzy mogą wykonywać minimalnie inwazyjne operacje z niespotykaną wcześniej precyzją. Roboty te oferują:

- mniejsze ryzyko powikłań – operacje są mniej inwazyjne, co zmniejsza ryzyko zakażeń i przyspiesza gojenie ran,
- wysoką precyzję – eliminują drżenie rąk chirurga,
- skrócony czas rekonwalescencji – pacjenci szybciej wracają do zdrowia dzięki mniejszym nacięciom i krótszemu czasowi zabiegu.

### 2. Opieka nad pacjentami

Roboty są coraz częściej wykorzystywane w bezpośredniej opiece nad pacjentami, zwłaszcza w takich obszarach jak:

- pomoc w mobilności – roboty wspierające osoby starsze lub z niepełnosprawnościami, np. egzoszkielety, które umożliwiają poruszanie się osobom z ograniczeniami ruchowymi,
- roboty asystujące – takie jak Pepper czy Paro, które wspierają pacjentów z demencją, zapewniając interakcję społeczną, redukcję stresu i poprawę samopoczucia.

### 3. Diagnostyka i obrazowanie medyczne

Roboty z zaawansowanymi systemami sensorycznymi i sztuczną inteligencją są w stanie wykonywać zadania diagnostyczne, takie jak:

- automatyzacja badań laboratoryjnych – roboty analizujące próbki krwi czy tkanek szybciej i dokładniej niż ludzie,
- roboty do obrazowania – systemy wspomagające precyzyjne skanowanie ciała, np. w tomografii komputerowej czy rezonansie magnetycznym, dzięki czemu diagnozy są bardziej dokładne.

### 4. Roboty w telemedycynie

Pandemia COVID-19 przyspieszyła rozwój robotów w telemedycynie. Są one wykorzystywane do:

- zdalnych konsultacji – roboty wyposażone w kamery i mikrofony umożliwiają lekarzom przeprowadzanie konsultacji na odległość,
- monitorowania pacjentów – roboty mogą mierzyć temperaturę, ciśnienie krwi i inne parametry życiowe, przekazując dane w czasie rzeczywistym lekarzom.

### 5. Dezynfekcja i sterylizacja

W szpitalach coraz częściej używa się robotów dezynfekcyjnych, takich jak roboty UV-C, które skutecznie eliminują bakterie, wirusy i inne patogeny w pomieszczeniach medycznych. Dzięki temu:

- zmniejsza się ryzyko zakażeń szpitalnych,
- proces dezynfekcji jest szybszy i bardziej efektywny.

### 6. Rehabilitacja i terapia

Roboty odgrywają również kluczową rolę w rehabilitacji, wspierając pacjentów w powrocie do zdrowia po urazach lub operacjach. Przykłady obejmują:

- roboty do ćwiczeń fizycznych – urządzenia pomagające w odbudowie funkcji ruchowych, np. w terapii po udarach,

- roboty terapeutyczne – takie jak wspomniany Paro, które pomagają w leczeniu zaburzeń emocjonalnych i psychicznych.

## **7. Systemy logistyczne w szpitalach**

Roboty usprawniają pracę szpitali, automatyzując zadania logistyczne, takie jak:

- transport leków i materiałów medycznych między oddziałami,
- dostarczanie posiłków pacjentom,
- zarządzanie odpadami medycznymi.

### **Korzyści związane z robotyką w medycynie**

- poprawa jakości opieki medycznej dzięki większej precyzji i automatyzacji,
- redukcja kosztów operacyjnych i skrócenie czasu hospitalizacji pacjentów,
- zwiększenie dostępności opieki zdrowotnej, zwłaszcza w odległych lokalizacjach dzięki telemedycynie.

### **Wyzwania związane z robotyką w medycynie**

- wysokie koszty zakupu i utrzymania robotów,
- potrzeba specjalistycznego szkolenia personelu medycznego,
- obawy związane z prywatnością danych pacjentów i cyberbezpieczeństwem.

Robotyka w opiece zdrowotnej wciąż się rozwija, a przyszłość zapowiada kolejne innowacje. W miarę jak technologia będzie się stawała bardziej dostępna, możemy spodziewać się jeszcze większego wpływu robotów na poprawę jakości życia pacjentów i efektywność systemów opieki zdrowotnej.

## 2.10. Inicjatywa Industrie 4.0

Industrie 4.0 odnosi się do tzw. czwartej rewolucji przemysłowej, która charakteryzuje się połączeniem technologii cyfrowych, automatyzacji i inteligentnych systemów w procesach produkcyjnych. Poprzednie rewolucje przemysłowe obejmowały:

1. Mechanizację (XIX wiek) – wprowadzenie maszyn parowych.
2. Masową produkcję (XX wiek) – wykorzystanie energii elektrycznej i linii montażowych.
3. Cyfryzację (lata 70. XX wieku) – automatyzację za pomocą komputerów i robotyki.

Industrie 4.0 wprowadza do przemysłu technologie, takie jak Internet Rzeczy (IoT), sztuczna inteligencja (AI), analiza danych w czasie rzeczywistym, roboty współpracujące (coboty) czy przemysłowe sieci komunikacyjne.

### Główne założenia Industrie 4.0

1. Integracja systemów cyber-fizycznych (CPS) – CPS to systemy, które łączą świat fizyczny (maszyny, urządzenia) z wirtualnym (oprogramowanie, dane). Przykładem są inteligentne fabryki, gdzie maszyny mogą komunikować się między sobą i autonomicznie podejmować decyzje.
2. Personalizacja produkcji – dzięki nowym technologiom możliwe jest dostosowanie produkcji do indywidualnych potrzeb klienta przy zachowaniu efektywności masowej produkcji. Przykładem są linie produkcyjne, które można szybko przeprogramować na nowe produkty.
3. Przetwarzanie i analiza danych – duża ilość danych zbierana przez maszyny i czujniki jest analizowana w czasie rzeczywistym, co umożliwia optymalizację procesów produkcyjnych oraz przewidywanie awarii (predictive maintenance).
4. Automatyzacja i robotyzacja – dzięki wykorzystaniu zaawansowanych robotów i sztucznej inteligencji wiele procesów może być realizowanych bez udziału człowieka.
5. Bezpieczeństwo danych – w erze Industrie 4.0 niezwykle ważna jest ochrona danych, ponieważ cyfrowa infrastruktura przemysłu jest narażona na cyberataki.

### **Kluczowe technologie dla Industrie 4.0**

- Internet Rzeczy (IoT) – sensory i urządzenia połączone w sieci pozwalają na zbieranie, analizowanie i przesyłanie danych między urządzeniami.
- Big Data – analiza dużych zbiorów danych w celu podejmowania lepszych decyzji i optymalizacji procesów.
- Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe – zdolność systemów do uczenia się i automatycznego usprawniania procesów produkcyjnych.
- Druk 3D (additive manufacturing) – wykorzystanie technologii addytywnej do szybkiego prototypowania i produkcji złożonych komponentów.
- Chmura obliczeniowa – dostęp do zasobów obliczeniowych i danych z dowolnego miejsca na świecie.
- 5G i przemysłowe sieci komunikacyjne – zapewnienie szybkiej, niezawodnej komunikacji między urządzeniami.

### **Korzyści wynikające z wdrażania Industrie 4.0**

1. Zwiększenie efektywności – dzięki automatyzacji i analizie danych można osiągnąć większą wydajność produkcji przy jednoczesnym obniżeniu kosztów.
2. Elastyczność produkcji – możliwość szybkiego dostosowania linii produkcyjnych do zmieniających się wymagań rynku
3. Poprawa jakości – inteligentne systemy mogą monitorować i korygować procesy produkcyjne w czasie rzeczywistym, co ogranicza liczbę wadliwych produktów.
4. Oszczędność zasobów – optymalizacja procesów pozwala na zmniejszenie zużycia energii, materiałów i odpadów.
5. Lepsze decyzje biznesowe – dzięki zaawansowanej analityce firmy mogą podejmować decyzje oparte na danych, co zwiększa ich przewagę konkurencyjną.

### **Wyzwania związane wdrażaniem Industrie 4.0**

- koszty inwestycji – wdrażanie nowych technologii wymaga dużych nakładów finansowych, co może stanowić barierę dla małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP),

- brak wykwalifikowanych pracowników – rozwój Industrie 4.0 wymaga specjalistów w dziedzinach takich jak analiza danych, programowanie czy zarządzanie systemami cyberfizycznymi,
- cyberbezpieczeństwo – rozbudowane systemy cyfrowe są bardziej podatne na ataki hakerskie, co wymaga inwestycji w ochronę danych,
- zmiany w rynku pracy – automatyzacja może prowadzić do zmniejszenia zapotrzebowania na pracowników wykonujących proste, powtarzalne zadania, co wymaga przekształceń na rynku pracy.

Industrie 4.0 to nie tylko trend technologiczny, ale także kluczowa strategia dla firm, które chcą zachować konkurencyjność w zmieniającym się świecie. Integracja zaawansowanych technologii z procesami przemysłowymi oferuje ogromne możliwości, ale wymaga również przemyślanej strategii wdrożenia, inwestycji i dostosowania do nowych wyzwań.

## 2.11. Rozwój technologii cyfrowych bliźniaków

Technologia cyfrowych bliźniaków (ang. digital twins) to technologia, która rozwija się w szybkim tempie. Dzięki zastosowaniu cyfrowych bliźniaków zmienia się sposób, w jaki odbywa się zarządzanie procesami, projektowanie produktów oraz monitoring infrastruktury. Cyfrowe bliźniaki to wirtualne kopie rzeczywistych obiektów, systemów lub procesów, dzięki którym możliwe jest symulowanie, analizowanie i optymalizowanie ich działania w czasie rzeczywistym. Rozwój technologii cyfrowych bliźniaków następuje dzięki postępowi w obszarze Internetu Rzeczy (IoT), sztucznej inteligencji (AI), analizy danych oraz chmury obliczeniowej.

Technologia cyfrowych bliźniaków znajdują zastosowanie w następujących sektorach przemysłu:

- przemysł wytwórczy i przemysł 4.0 – cyfrowe bliźniaki maszyn i linii produkcyjnych umożliwiają optymalizację procesów produkcyjnych, przewidywanie awarii, skracanie przestołów oraz testowanie zmian bez ingerencji w rzeczywisty sprzęt,
- budownictwo i infrastruktura – w modelowaniu budynków (BIM) cyfrowe bliźniaki pomagają w projektowaniu, zarządzaniu i monitorowaniu konstrukcji, umożliwiając zarządcom efektywne planowanie remontów i oszczędności energetyczne,
- energetyka – w sektorze energetycznym wykorzystuje się cyfrowe bliźniaki do monitorowania sieci energetycznych, zarządzania farmami wiatrowymi czy elektrowniami słonecznymi, przewidując zużycie i optymalizując produkcję energii,
- transport i motoryzacja – cyfrowe bliźniaki są stosowane w symulacjach pojazdów autonomicznych, zarządzaniu flotami transportowymi oraz w projektowaniu innowacyjnych rozwiązań motoryzacyjnych,

- ochrona zdrowia – modele cyfrowych bliźniaków organów ludzkiego ciała pozwalają na personalizowane leczenie, testowanie leków oraz doskonalenie urządzeń medycznych.

Korzyści wynikające z zastosowania technologii cyfrowych bliźniaków:

- predykcja i optymalizacja – możliwość przewidywania awarii sprzętu lub problemów w procesie produkcji,
- redukcja kosztów – testowanie zmian na wirtualnym modelu eliminuje potrzebę kosztownych eksperymentów na rzeczywistych obiektach,
- skrócenie czasu projektowania dzięki takim rozwiązaniom inżynierowie mogą szybciej wdrażać innowacje, testując je w środowisku cyfrowym,
- efektywność operacyjna – optymalizacja zużycia energii, zmniejszenie przestojów i lepsze zarządzanie zasobami.

Bariery w rozwoju technologii cyfrowych bliźniaków

- złożoność integracji danych – łączenie danych z różnych źródeł i formatów może być trudne i kosztowne,
- bezpieczeństwo danych – wrażliwe dane dotyczące infrastruktury czy procesów mogą być celem cyberataków.
- koszty wdrożenia – technologia wymaga znacznych nakładów finansowych na infrastrukturę i szkolenia.
- standaryzacja – brak globalnych standardów dla implementacji cyfrowych bliźniaków utrudnia ich uniwersalne zastosowanie.

Trendy w rozwoju cyfrowych bliźniaków

- cyfrowe bliźniaki całych miast (Digital Twins of Cities) – wykorzystanie tej technologii do zarządzania miastami, monitorowania ruchu ulicznego, zarządzania infrastrukturą oraz reagowania na sytuacje kryzysowe,
- autonomiczne systemy operacyjne – integracja cyfrowych bliźniaków z autonomicznymi systemami opartymi na AI,

- personalizacja – w sektorze ochrony zdrowia i konsumpcyjnym cyfrowe bliźniaki będą dostosowywane do indywidualnych potrzeb użytkowników.

## Przykłady zastosowania cyfrowych bliźniaków

### 1. Monitorowanie w czasie rzeczywistym

- Cyfrowe bliźniaki mogą odzwierciedlać stan rzeczywisty maszyn, linii produkcyjnych czy całych fabryk, zapewniając wgląd w ich aktualne działanie.
- Przykład: w zakładach produkcyjnych cyfrowy bliźniak może monitorować pracę obrabiarek CNC, wykrywając nieprawidłowości, takie jak wibracje lub wzrost temperatury.

### 2. Predykcyjne utrzymanie ruchu

- Dzięki zbieraniu danych z czujników i ich analizie, cyfrowe bliźniaki mogą przewidywać awarie urządzeń.
- Przykład: w systemach transportowych (np. przenośnikach taśmowych) cyfrowe bliźniaki analizują zużycie łożysk i silników, sugerując wymianę części przed awarią.

### 3. Symulacje procesów produkcyjnych

- Cyfrowe bliźniaki pozwalają na testowanie i optymalizację procesów bez konieczności przerywania produkcji.
- Przykład: przed wdrożeniem nowej linii produkcyjnej, przedsiębiorstwa tworzą jej cyfrowy bliźniak, aby symulować przepływy materiałów i szukać wąskich gardeł.

### 4. Optymalizacja energetyczna

- Dzięki cyfrowym bliźniakom można analizować zużycie energii przez maszyny i procesy oraz optymalizować ich działanie.
- Przykład: w fabrykach wykorzystujących piece przemysłowe, cyfrowy bliźniak może optymalizować temperaturę i czas pracy w celu zmniejszenia zużycia energii.

## 5. Szkolenia i testy

- Cyfrowe bliźniaki umożliwiają przeprowadzanie szkoleń operatorów maszyn oraz testowanie nowych procedur bez ryzyka uszkodzenia rzeczywistych urządzeń.
- Przykład: nowi operatorzy robotów przemysłowych mogą trenować w środowisku cyfrowym odzwierciedlającym rzeczywiste stanowisko pracy.

## 6. Zarządzanie cyklem życia produktów

- Cyfrowy bliźniak może towarzyszyć produktowi od fazy projektowania po jego użytkowanie, dostarczając danych o zużyciu i możliwości recyklingu.
- Przykład: w produkcji pojazdów cyfrowy bliźniak zbiera dane o komponentach, wspierając ich wymianę lub modernizację.

## 7. Integracja z systemami IoT i MES

- Połączenie cyfrowych bliźniaków z systemami zarządzania produkcją (MES) oraz Internetem Rzeczy (IoT) pozwala na harmonijne zarządzanie procesami.
- Przykład: w zakładzie chemicznym cyfrowe bliźniaki urządzeń procesowych współpracują z systemem MES, optymalizując mieszanie substancji chemicznych.

## 8. Zarządzanie awariami i ryzykiem

- Cyfrowe bliźniaki pozwalają symulować scenariusze awaryjne i przygotowywać plany reakcji.
- Przykład: w zakładach energetycznych cyfrowe bliźniaki analizują skutki awarii turbin wiatrowych oraz optymalizacji ich działania.

Wykorzystanie cyfrowych bliźniaków w automatyce przemysłowej pozwala na zwiększenie efektywności, ograniczenie kosztów i lepsze wykorzystanie zasobów, co czyni je kluczowym narzędziem w Przemysle 4.0.

## 4. WNIOSKI, REKOMENDACJE I RAMOWE PROGRAMY SZKOLENIA

Automatyka przemysłowa rozwija się w kierunku zwiększonej integracji systemów, wykorzystania sztucznej inteligencji oraz automatyzacji procesów logistycznych i produkcyjnych. Kluczowe innowacje obejmują m.in. roboty współpracujące (coboty), autonomiczne systemy transportowe, cyfrowe bliźniaki, sztuczną inteligencję w sterowaniu produkcją oraz integrację Przemysłu 4.0. W wyniku przeprowadzonych badań zidentyfikowano 11 innowacyjnych obszarów, które stanowią fundament nowoczesnej automatyki przemysłowej. Pomimo wielu osiągnięć, dalszy rozwój wymaga skoncentrowania się na edukacji kadr, poprawie cyberbezpieczeństwa oraz zmniejszeniu barier finansowych. Innowacje w dziedzinie automatyki przemysłowej znacząco wpływają na kształcenie zawodowe, ponieważ zmieniają wymagania wobec kompetencji i umiejętności przyszłych pracowników. Zwiększenie transferu wiedzy i nowych technologii do edukacji w dziedzinie automatyki przemysłowej to kluczowy krok w przygotowywaniu przyszłych specjalistów do wyzwań związanych z nowoczesnym przemysłem.

Najbardziej perspektywiczne technologie, z którymi rekomenduje się zapoznać, to:

1. **Roboty współpracujące (coboty)** – zwiększają elastyczność i bezpieczeństwo w środowisku pracy.
2. **Sztuczna inteligencja w procesach produkcyjnych** – umożliwia automatyczne monitorowanie jakości oraz predykcyjne utrzymanie ruchu.
3. **Roboty mobilne w logistyce** – optymalizują transport wewnętrzny i zwiększają wydajność magazynowania.

4. **Zaawansowane systemy automatyzacji w przemyśle motoryzacyjnym** – poprawiają precyzję montażu i efektywność produkcji.
5. **Cyfrowe bliźniaki** – pozwalają na symulowanie procesów produkcyjnych i optymalizację kosztów.

Zidentyfikowane innowacje mogą znacząco wpłynąć na rozwój oferty edukacyjnej Branżowego Centrum Umiejętności Nr 2 w Radomiu. W szczególności:

- **Rozwój programów szkoleniowych** w zakresie robotyki współpracującej, AI w przemyśle oraz automatyzacji procesów logistycznych.
- **Modernizacja infrastruktury dydaktycznej**, poprzez wdrożenie cyfrowych bliźniaków oraz symulacji VR do nauki obsługi systemów automatyki.
- **Współpraca z przedsiębiorstwami**, w celu zapewnienia praktycznych doświadczeń dla uczniów oraz testowania nowoczesnych technologii w realnych warunkach przemysłowych.

Branżowe Centra Umiejętności (BCU) wskazane, aby było platformą współpracy pomiędzy szkołami, uczelniami wyższymi, a pracodawcami w celu skutecznego przygotowania kadr na potrzeby nowoczesnej gospodarki.

Główne trudności związane z wprowadzaniem innowacji w dziedzinie automatyka przemysłowa związane są z ich wysokimi kosztami wdrożeń, koniecznością szkolenia pracowników oraz integracją systemów. Ważne jest również spełnienie norm bezpieczeństwa.

## Rekomendacje

### 1. Udoskonalenie metodyki badań w drugiej edycji (2025)

- Poszerzenie liczby wywiadów eksperckich, aby objąć szerszy zakres innowacji technologicznych.
- Testowanie wybranych technologii w środowisku dydaktycznym BCU Nr 2, aby określić ich przydatność w procesie edukacyjnym.

### 2. Dostosowanie oferty edukacyjnej BCU Nr 2 do trendów rynkowych

- Wprowadzenie nowych kursów i szkoleń z zakresu Przemysłu 4.0, cyfrowych bliźniaków oraz AI w przemyśle.

- Rozwój programów szkoleniowych w zakresie programowania i obsługi cobotów.
- Stworzenie laboratoriów edukacyjnych do testowania technologii zidentyfikowanych w raporcie.

### 3. Zacieśnienie współpracy z przedsiębiorstwami i instytucjami badawczymi

- Organizowanie wspólnych projektów badawczo-rozwojowych w zakresie nowoczesnej automatyzacji.
- Stworzenie platformy wymiany doświadczeń pomiędzy przedsiębiorstwami, uczelniami oraz szkołami zawodowymi.
- Angażowanie przedstawicieli przemysłu do współtworzenia programów kształcenia.
- Rozwijanie programów praktyk zawodowych i staży w firmach z branży elektroniczno-mechatronicznej poprzez współpracę z przemysłem.

### 4. Organizowanie konferencji, warsztatów i seminariów tematycznych, na których eksperci będą dzielić się wiedzą na temat wdrażania nowych technologii.

### 5. Zastosowanie zidentyfikowanych innowacji jako tematyki konferencyjnej

- Zidentyfikowane innowacje mogą być tematyką wystąpień zaproszonych gości na konferencji organizowanej przez BCU Nr 2. Każde z wystąpień powinno koncentrować się na praktycznych aspektach wdrażania nowych technologii oraz ich wpływie na rozwój branży.
- **Proponowane tematy wystąpień:**
  - „*Robotyka współpracująca – jak coboty zmieniają przemysł?*” – prelegent powinien zwrócić uwagę na konkretne przykłady wdrożeń cobotów, ich wpływ na bezpieczeństwo pracy oraz elastyczność produkcji.
  - „*Sztuczna inteligencja w produkcji – jak AI optymalizuje procesy przemysłowe?*” – kluczowe zagadnienia to analiza danych w czasie rzeczywistym, predykcyjne utrzymanie ruchu i zastosowanie systemów wizyjnych.
  - „*Cyfrowe bliźniaki – wirtualne modele rzeczywistości przemysłowej*” – wskazanie, jak technologia pozwala na testowanie i optymalizację procesów bez ryzyka wpływu na rzeczywistą produkcję.

- „Przemysł 4.0 – jak wdrażać nowoczesne technologie w zakładach produkcyjnych?” – omówienie integracji systemów sterowania, IoT oraz automatyzacji procesów logistycznych.
- „Nowoczesne materiały w automatyce przemysłowej” – wprowadzenie do zaawansowanych materiałów stosowanych w robotyce i urządzeniach sterujących.
- „Cyberbezpieczeństwo w automatyce przemysłowej” – prelegent powinien omówić kluczowe zagrożenia i metody zabezpieczeń systemów sterowania.
- „Wpływ robotyzacji na rynek pracy i kompetencje przyszłości” – analiza zmian na rynku pracy w związku z rozwojem automatyzacji.
- „Technologie 5G w przemyśle” – jak ultraszybkie sieci wpływają na automatyzację i komunikację maszynową.
- Każde wystąpienie powinno być inspirujące, dostarczać uczestnikom praktycznych wskazówek oraz wskazywać możliwości adaptacji nowych technologii w ich codziennej pracy.

## 6. Proponowane szkolenia i warsztaty

- **Dla nauczycieli kształcenia zawodowego:**
  - „Programowanie i obsługa cobotów” – szkolenie koncentrujące się na integracji robotów współpracujących w procesach dydaktycznych.
  - „Zaawansowane systemy sterowania i cyfrowe bliźniaki” – omówienie narzędzi symulacyjnych i ich wykorzystania w edukacji zawodowej.
- **Dla uczniów:**
  - „Podstawy automatyki i robotyki w praktyce” – kurs obejmujący pracę z mikrokontrolerami i podstawowymi układami sterowania.
  - „Przemysł 4.0 dla młodych inżynierów” – wprowadzenie do nowoczesnych technologii w przemyśle z praktycznymi ćwiczeniami.
- **Dla osób pracujących w branży:**
  - „Zastosowanie sztucznej inteligencji w monitorowaniu procesów produkcyjnych” – analiza i wdrażanie AI w przemyśle.

- „Optymalizacja procesów logistycznych przy wykorzystaniu robotyki mobilnej” – szkolenie skupione na integracji AGV i AMR w środowisku pracy.

Poniżej przygotowano projekty ramowych programów szkolenia dla wskazanych powyżej tematów.

## Ramowy program 1 szkolenia dla nauczycieli kształcenia zawodowego

**Tytuł szkolenia 1:** *Programowanie i obsługa cobotów – integracja robotów współpracujących w procesach dydaktycznych*

**Czas trwania:** 15 godzin

**Grupa docelowa:** Nauczyciele kształcenia zawodowego (techników, szkół branżowych)

**Cele szkolenia:**

1. Zapoznanie uczestników z podstawami budowy i funkcjonowania cobotów.
2. Przedstawienie zasad bezpieczeństwa i norm związanych z wykorzystaniem cobotów w edukacji.
3. Nauka podstaw programowania i obsługi cobotów.
4. Omówienie praktycznych zastosowań robotów współpracujących w edukacji zawodowej.
5. Tworzenie scenariuszy lekcji z wykorzystaniem cobotów.

### MODUŁ 1: Wprowadzenie do cobotów w edukacji (3h)

- Definicja i charakterystyka cobotów – czym różnią się od tradycyjnych robotów przemysłowych?
- Zastosowanie cobotów w przemyśle i edukacji – studia przypadków.
- Przegląd popularnych modeli cobotów (np. Universal Robots, ABB YuMi, Fanuc CRX).
- Regulacje prawne i normy bezpieczeństwa (ISO/TS 15066).

### MODUŁ 2: Podstawy programowania cobotów (4h)

- Interfejs użytkownika i środowiska programistyczne (np. Polyscope, RoboDK, TIA Portal).
- Metody programowania cobotów:

- Programowanie graficzne/blokowe (dla początkujących).
- Programowanie skryptowe (Python, LUA).
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Tworzenie pierwszych programów ruchu cobota.
  - Programowanie podstawowych sekwencji ruchu (start, stop, pozycjonowanie).

### **MODUŁ 3: Integracja cobotów w dydaktyce i procesach produkcyjnych (4h)**

- Integracja cobotów z systemami automatyki (PLC, czujniki, kamery).
- Podstawy komunikacji cobota z innymi urządzeniami (Profinet, Modbus, IoT).
- Tworzenie stanowiska dydaktycznego z cobotem – planowanie i wdrażanie.
- Praktyczne przykłady wykorzystania cobotów na zajęciach:
  - Sortowanie elementów, układanie wzorów, testowanie produktów.
  - Przykłady zastosowania cobotów w nauce mechatroniki, elektroniki, programowania.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Tworzenie prostych aplikacji dydaktycznych z cobotami.

### **MODUŁ 4: Scenariusze lekcji i dydaktyczne wykorzystanie cobotów (4h)**

- Tworzenie scenariuszy zajęć dydaktycznych z wykorzystaniem cobotów.
- Analiza metod nauczania z użyciem cobotów – nauczanie problemowe, projektowe.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Przygotowanie konspektu lekcji.
  - Symulacja zajęć z wykorzystaniem cobota.
- Dyskusja i podsumowanie – wyzwania i możliwości wdrażania cobotów w szkołach.

#### **Metody dydaktyczne:**

- Wykład interaktywny
- Warsztaty praktyczne z programowania i obsługi cobotów
- Analiza studiów przypadków
- Dyskusja i wymiana doświadczeń

- Praca w grupach nad scenariuszami lekcji

#### **Materiały dla uczestników:**

- Podręcznik wprowadzający do cobotów
- Karty pracy do ćwiczeń praktycznych
- Prezentacja z treściami szkoleniowymi
- Filmy instruktażowe z obsługi wybranych cobotów

## **Ramowy program 2 szkolenia dla nauczycieli kształcenia zawodowego**

**Tytuł szkolenia 2:** *Zaawansowane systemy sterowania i cyfrowe bliźniaki – narzędzia symulacyjne w edukacji zawodowej*

**Czas trwania:** 15 godzin

**Grupa docelowa:** Nauczyciele kształcenia zawodowego (techników, szkół branżowych)

#### **Cele szkolenia:**

1. Przedstawienie koncepcji cyfrowych bliźniaków oraz ich roli w nowoczesnych systemach sterowania.
2. Omówienie narzędzi symulacyjnych wykorzystywanych w przemyśle i edukacji.
3. Nauka modelowania procesów i systemów sterowania w środowisku symulacyjnym.
4. Integracja cyfrowych bliźniaków z rzeczywistymi procesami przemysłowymi.
5. Tworzenie scenariuszy dydaktycznych z wykorzystaniem cyfrowych bliźniaków.

### **MODUŁ 1: Wprowadzenie do zaawansowanych systemów sterowania i cyfrowych bliźniaków (3h)**

- Definicja i znaczenie cyfrowych bliźniaków – rola w przemyśle i edukacji.
- Systemy sterowania w kontekście Przemysłu 4.0 i 5.0.
- Rodzaje cyfrowych bliźniaków – obiekty, procesy, systemy.

- Przegląd popularnych narzędzi symulacyjnych (Siemens Tecnomatix, MATLAB/Simulink, Factory I/O, AnyLogic, Unity).

## **MODUŁ 2: Modelowanie i symulacja procesów w cyfrowym bliźniaku (4h)**

- Tworzenie modelu cyfrowego procesu przemysłowego.
- Modelowanie systemów sterowania w środowisku symulacyjnym (np. MATLAB/Simulink, TIA Portal).
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Symulacja linii produkcyjnej w Factory I/O.
  - Tworzenie algorytmów sterowania dla modelu cyfrowego.
- Analiza i optymalizacja procesów poprzez symulację.

## **MODUŁ 3: Integracja cyfrowych bliźniaków z rzeczywistymi systemami (4h)**

- Komunikacja cyfrowego bliźniaka z systemami PLC i IoT.
- Analiza danych w czasie rzeczywistym i przewidywanie awarii na podstawie modeli symulacyjnych.
- Praktyczne zastosowania cyfrowych bliźniaków w edukacji – jak zbudować stanowisko dydaktyczne?
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Integracja modelu cyfrowego z fizycznym sterownikiem PLC.
  - Testowanie różnych scenariuszy sterowania w symulacji.

## **MODUŁ 4: Wykorzystanie cyfrowych bliźniaków w dydaktyce zawodowej (4h)**

- Tworzenie scenariuszy dydaktycznych opartych na cyfrowych bliźniakach.
- Analiza korzyści i wyzwań związanych z wdrażaniem symulacji w edukacji.
- Metody nauczania wspomaganie symulacją – nauczanie problemowe, projektowe, symulacyjne.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Opracowanie konspektu lekcji z wykorzystaniem cyfrowych bliźniaków.

- Testowanie opracowanych scenariuszy w grupach.
- Podsumowanie i dyskusja o przyszłości cyfrowych bliźniaków w edukacji zawodowej.

**Metody dydaktyczne:**

- Wykład interaktywny
- Warsztaty praktyczne z modelowania i symulacji
- Analiza studiów przypadków
- Praca w grupach nad scenariuszami dydaktycznymi
- Dyskusja i wymiana doświadczeń

**Materiały dla uczestników:**

- Podręcznik wprowadzający do cyfrowych bliźniaków
- Karty pracy do ćwiczeń praktycznych
- Prezentacja z treściami szkoleniowymi
- Filmy instruktażowe z wykorzystania narzędzi symulacyjnych

**Ramowy program szkolenia dla uczniów**

**Tytuł szkolenia 1:** *Podstawy automatyki i robotyki w praktyce – kurs pracy z mikrokontrolerami i podstawowymi układami sterowania*

**Czas trwania:** 15 godzin

**Grupa docelowa:** Uczniowie szkół technicznych i branżowych

**Cele szkolenia:**

1. Zapoznanie uczniów z podstawowymi pojęciami automatyki i robotyki.
2. Nauka obsługi mikrokontrolerów i prostych układów sterowania.
3. Programowanie i testowanie prostych układów automatyki.
4. Budowanie podstawowych układów sterowania z wykorzystaniem czujników i aktuatorów.

5. Przygotowanie do samodzielnej pracy nad projektami z zakresu automatyki i robotyki.

### **MODUŁ 1: Wprowadzenie do automatyki i robotyki (3h)**

- Podstawowe pojęcia w automatyce i robotyce – czym się różnią?
- Przegląd komponentów systemów sterowania:
  - Czujniki, siłowniki, sterowniki.
  - Mikrokontrolery (Arduino, ESP32, STM32).
- Zasady działania układów sterowania i automatyki.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Rozpoznawanie i testowanie podstawowych komponentów.

### **MODUŁ 2: Podstawy pracy z mikrokontrolerami (4h)**

- Wprowadzenie do Arduino i ESP32 – jak działa mikrokontroler?
- Środowiska programistyczne (Arduino IDE, MicroPython, Tinkercad).
- Obsługa wejść i wyjść cyfrowych oraz analogowych.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Podłączanie i sterowanie diodą LED, przyciskiem, potencjometrem.
  - Odczyt wartości z czujników (np. temperatury, światła).

### **MODUŁ 3: Podstawowe układy sterowania i komunikacja (4h)**

- Rodzaje sterowania w automatyce (ON/OFF, PWM, PID).
- Podstawy komunikacji (I2C, SPI, UART).
- Sterowanie silnikami i serwomechanizmami.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Programowanie sterowania silnikiem DC i serwomechanizmem.
  - Odczyt danych z czujników i reakcja układu na zmiany.

### **MODUŁ 4: Tworzenie prostych projektów automatyki i robotyki (4h)**

- Projektowanie prostych układów automatyki – jak podejść do problemu?

- Tworzenie systemu sterowania na podstawie danych z czujników.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Budowa prostego robota omijającego przeszkody.
  - Realizacja projektu „inteligentne oświetlenie” lub „system nawadniania”.
- Podsumowanie i omówienie wyników pracy.

**Metody dydaktyczne:**

- Wykład interaktywny
- Ćwiczenia praktyczne z mikrokontrolerami
- Praca w zespołach nad projektami
- Dyskusja i analiza rozwiązań

**Materiały dla uczestników:**

- Podręcznik podstaw automatyki i robotyki
- Karty pracy do ćwiczeń praktycznych
- Prezentacje i instrukcje obsługi mikrokontrolerów
- Filmy instruktażowe

**Ramowy program szkolenia dla uczniów**

**Tytuł szkolenia:** *Przemysł 4.0 dla młodych inżynierów – wprowadzenie do nowoczesnych technologii w przemyśle z praktycznymi ćwiczeniami*

**Czas trwania:** 15 godzin

**Grupa docelowa:** Uczniowie szkół technicznych i branżowych

**Cele szkolenia:**

1. Zapoznanie uczniów z koncepcją Przemysłu 4.0 i nowoczesnymi technologiami w automatyzacji przemysłowej.

2. Omówienie cyfryzacji, robotyzacji, Internetu Rzeczy (IoT) i sztucznej inteligencji (AI) w przemyśle.
3. Nauka podstawowych narzędzi i systemów stosowanych w nowoczesnej produkcji.
4. Praktyczne ćwiczenia z programowania i obsługi systemów automatyki.
5. Przygotowanie do przyszłej pracy w środowisku nowoczesnej produkcji.

### **MODUŁ 1: Wprowadzenie do Przemysłu 4.0 (3h)**

- Czym jest Przemysł 4.0? – historia i rozwój technologii przemysłowych.
- Główne filary Przemysłu 4.0:
  - Cyfryzacja i automatyzacja.
  - Robotyka i coboty.
  - Internet Rzeczy (IoT) i analiza danych.
  - Sztuczna inteligencja w produkcji.
- Przykłady wdrożeń Przemysłu 4.0 w różnych branżach.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Analiza przypadków – jak nowoczesne technologie zmieniają przemysł.

### **MODUŁ 2: Technologie Przemysłu 4.0 w praktyce (4h)**

- Nowoczesne systemy sterowania (PLC, SCADA, HMI).
- Podstawy IoT – jak urządzenia komunikują się w inteligentnej fabryce?
- Zastosowanie Big Data i analizy danych w przemyśle.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Podłączenie czujników do mikrokontrolera i wizualizacja danych.
  - Wprowadzenie do prostych interfejsów SCADA.

### **MODUŁ 3: Robotyzacja i sztuczna inteligencja w przemyśle (4h)**

- Roboty przemysłowe i coboty – podstawy działania.
- Wprowadzenie do programowania robotów współpracujących.
- AI i uczenie maszynowe w produkcji – jak to działa?

- **Ćwiczenia praktyczne:**

- Tworzenie prostego programu sterowania robotem (np. w środowisku symulacyjnym).
- Analiza obrazu w przemyśle – wprowadzenie do AI w kontroli jakości.

#### **MODUŁ 4: Cyfrowe bliźniaki i inteligentne fabryki (4h)**

- Czym są cyfrowe bliźniaki i jak pomagają w produkcji?
- Integracja systemów w inteligentnej fabryce – jak to działa w praktyce?
- Przyszłość Przemysłu 4.0 – co dalej?
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Tworzenie prostego modelu cyfrowego bliźniaka w symulacji.
  - Projektowanie „inteligentnej linii produkcyjnej” w grupach.

#### **Metody dydaktyczne:**

- Wykład interaktywny
- Praca z narzędziami cyfrowymi (mikrokontrolery, symulatory, roboty)
- Ćwiczenia praktyczne i programowanie
- Praca zespołowa nad projektami
- Dyskusja i analiza studiów przypadków

#### **Materiały dla uczestników:**

- Podręcznik wprowadzający do Przemysłu 4.0
- Karty pracy do ćwiczeń praktycznych
- Prezentacje i schematy procesów przemysłowych
- Filmy instruktażowe z wykorzystania technologii

## Ramowy program szkolenia dla osób pracujących w branży

**Tytuł szkolenia:** *Zastosowanie sztucznej inteligencji w monitorowaniu procesów produkcyjnych – analiza i wdrażanie AI w przemyśle*

**Czas trwania:** 30 godzin

**Grupa docelowa:** Specjaliści i inżynierowie pracujący w branży przemysłowej (automatyka, produkcja, logistyka, IT)

### Cele szkolenia:

1. Zapoznanie uczestników z podstawami sztucznej inteligencji (AI) i jej zastosowaniami w przemyśle.
2. Nauka analizy i przetwarzania danych w celu poprawy efektywności procesów produkcyjnych.
3. Poznanie narzędzi i metod wdrażania AI do monitorowania i optymalizacji produkcji.
4. Praktyczne zastosowanie AI do analizy danych i predykcyjnego utrzymania ruchu.
5. Integracja AI z systemami automatyki i sterowania w inteligentnej fabryce.

### MODUŁ 1: Wprowadzenie do sztucznej inteligencji w przemyśle (5h)

- Czym jest AI i jak działa? – kluczowe pojęcia i metody.
- AI w Przemysle 4.0 – znaczenie i zastosowanie.
- Analiza danych produkcyjnych i ich znaczenie dla AI.
- Przegląd narzędzi do AI w przemyśle (Python, TensorFlow, Edge AI).
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Przegląd przypadków użycia AI w produkcji.
  - Podstawowa analiza danych w Pythonie.

### MODUŁ 2: Metody zbierania i przetwarzania danych dla AI (5h)

- Źródła danych w procesach produkcyjnych (czujniki, IoT, SCADA).
- Przetwarzanie i analiza dużych zbiorów danych – podstawowe metody.

- Technologie chmurowe i lokalne w analizie danych produkcyjnych.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Przetwarzanie danych z czujników w Pythonie i Pandas.
  - Analiza anomalii w danych produkcyjnych.

### **MODUŁ 3: Uczenie maszynowe w monitorowaniu procesów (5h)**

- Podstawy uczenia maszynowego (ML) – rodzaje i zastosowania.
- Modele predykcyjne w przemyśle – jak je budować?
- AI w kontroli jakości i optymalizacji produkcji.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Tworzenie modelu ML do wykrywania anomalii w danych z produkcji.
  - Analiza obrazów w kontroli jakości (np. OpenCV).

### **MODUŁ 4: AI w utrzymaniu ruchu i analizie predykcyjnej (5h)**

- Predykcyjne utrzymanie ruchu (Predictive Maintenance) – jak działa?
- Modele przewidywania awarii na podstawie danych historycznych.
- Integracja AI z systemami automatyki (PLC, SCADA, MES).
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Tworzenie modelu AI do przewidywania awarii maszyn.
  - Analiza case study z predykcyjnego utrzymania ruchu.

### **MODUŁ 5: Wdrażanie systemów AI w przedsiębiorstwach (5h)**

- Integracja AI w zakładzie produkcyjnym – wyzwania i strategię.
- Edge AI vs Cloud AI – który model wybrać?
- Cyberbezpieczeństwo w zastosowaniach AI.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Opracowanie strategii wdrożenia AI w przedsiębiorstwie.
  - Symulacja wdrożenia AI w systemie produkcyjnym.

## MODUŁ 6: Case studies i przyszłość AI w przemyśle (5h)

- Analiza rzeczywistych przypadków wdrożeń AI w produkcji.
- Trendy i przyszłość AI w automatyce i robotyce.
- AI i Przemysł 5.0 – rola człowieka w inteligentnych systemach.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Warsztaty grupowe – projekt wdrożenia AI w zakładzie.
  - Dyskusja i analiza wyników.

### Metody dydaktyczne:

- Wykłady interaktywne z ekspertami AI w przemyśle
- Warsztaty praktyczne z analizy danych i programowania modeli AI
- Praca w zespołach nad wdrożeniami AI
- Symulacje i studia przypadków
- Dyskusje i wymiana doświadczeń

### Materiały dla uczestników:

- Podręcznik wprowadzający do AI w przemyśle
- Karty pracy do ćwiczeń praktycznych
- Prezentacje i schematy wdrożenia AI
- Filmy instruktażowe z przykładami analiz danych

### Ramowy program szkolenia dla osób pracujących w branży

**Tytuł szkolenia:** *Optymalizacja procesów logistycznych przy wykorzystaniu robotyki mobilnej – integracja AGV i AMR w środowisku pracy*

**Czas trwania:** 30 godzin

**Grupa docelowa:** specjaliści ds. logistyki, automatyki, produkcji, menedżerowie operacyjni.

**Cele szkolenia:**

1. Zapoznanie uczestników z autonomicznymi robotami mobilnymi (AGV – Automated Guided Vehicles i AMR – Autonomous Mobile Robots).
2. Omówienie roli robotyki mobilnej w optymalizacji procesów logistycznych.
3. Nauka konfiguracji, integracji i zarządzania flotą AGV i AMR.
4. Zrozumienie aspektów bezpieczeństwa i interoperacyjności systemów robotycznych.
5. Praktyczne wdrożenie robotów mobilnych w środowisku produkcyjnym i magazynowym.

**MODUŁ 1: Wprowadzenie do robotyki mobilnej w logistyce (5h)**

- Podstawy AGV i AMR – różnice i zastosowania.
- Historia i rozwój robotyki mobilnej w logistyce.
- Przegląd technologii sterowania i nawigacji (Lidar, SLAM, RFID, magnetyczne i laserowe systemy prowadzenia).
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Analiza studiów przypadków wdrożenia AGV i AMR w różnych sektorach.
  - Identyfikacja potencjalnych zastosowań w miejscu pracy uczestników.

**MODUŁ 2: Planowanie i projektowanie systemów AGV i AMR (5h)**

- Analiza procesów logistycznych i identyfikacja obszarów do automatyzacji.
- Dobór odpowiednich robotów do konkretnych zastosowań (ładowność, nawigacja, prędkość, integracja z ERP/WMS).
- Modelowanie tras przejazdów i punktów transferowych.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Tworzenie planu wdrożenia AGV/AMR na podstawie rzeczywistego procesu logistycznego.
  - Symulacja ruchu robotów w środowisku wirtualnym.

**MODUŁ 3: Integracja AGV i AMR z systemami logistycznymi (5h)**

- Integracja robotów z systemami ERP, WMS, MES i SCADA.

- Zarządzanie flotą robotów – oprogramowanie FMS (Fleet Management System).
- IoT i komunikacja w robotyce mobilnej – wymiana danych w czasie rzeczywistym.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Przegląd dostępnych systemów zarządzania flotą.
  - Praca z symulacją systemu FMS – optymalizacja tras przejazdów robotów.

#### **MODUŁ 4: Bezpieczeństwo i wyzwania w implementacji AGV i AMR (5h)**

- Normy bezpieczeństwa i regulacje dotyczące robotyki mobilnej (ISO 3691-4, IEC 61508).
- Interakcja robotów z ludźmi – strategie unikania kolizji, sygnalizacja i systemy awaryjne.
- Wpływ robotyki mobilnej na efektywność pracy i ergonomię stanowisk.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Analiza rzeczywistych incydentów z udziałem AGV/AMR i propozycje środków zaradczych.
  - Testowanie systemów bezpieczeństwa w symulacji.

#### **MODUŁ 5: Optymalizacja pracy floty AGV i AMR (5h)**

- Analiza wydajności robotów mobilnych – kluczowe wskaźniki KPI.
- Optymalizacja tras i harmonogramów przejazdów w dynamicznym środowisku.
- Automatyczne dostosowywanie tras w oparciu o analizę danych.
- **Ćwiczenia praktyczne:**
  - Praca z systemem do monitorowania wydajności floty robotów.
  - Projektowanie optymalnej konfiguracji tras przejazdu robotów w danym środowisku.

#### **MODUŁ 6: Wdrożenie i przyszłość robotyki mobilnej w logistyce (5h)**

- Strategie wdrażania systemów AGV i AMR w zakładach produkcyjnych i magazynach.
- Case studies – udane wdrożenia AGV i AMR w firmach produkcyjnych i logistycznych.
- Trendy i przyszłość robotyki mobilnej – roboty współpracujące, AI i 5G w automatyzacji logistyki.
- **Ćwiczenia praktyczne:**

- Przygotowanie prezentacji grupowej na temat wdrożenia AGV/AMR w rzeczywistym przedsiębiorstwie.
- Dyskusja i analiza wyników.

**Metody dydaktyczne:**

- Wykłady interaktywne z ekspertami w zakresie robotyki mobilnej
- Warsztaty praktyczne z symulacji AGV i AMR
- Praca w zespołach nad projektami wdrożeniowymi
- Analiza studiów przypadków i rzeczywistych wdrożeń
- Symulacje i testy w wirtualnym środowisku

**Materiały dla uczestników:**

- Podręcznik wprowadzający do robotyki mobilnej
- Karty pracy do ćwiczeń praktycznych
- Prezentacje i schematy systemów AGV i AMR
- Filmy instruktażowe z wdrożeń robotów mobilnych

Podsumowując, wyniki przeprowadzonego badania stanowią cenny wkład w rozwój edukacji zawodowej oraz technologii przemysłowych. Druga edycja badań w 2025 roku powinna skupić się na praktycznej weryfikacji wybranych innowacji oraz ich wdrożeniu w działalności BCU Nr 2 w Radomiu, co umożliwi lepsze dostosowanie oferty edukacyjnej do realnych potrzeb rynku pracy.