

Zapotrzebowanie rynku pracy na zawody, kwalifikacje i umiejętności w dziedzinie robotyka

Spis treści

Rozdział 1. Założenia metodologiczne badań	3
1.2 Cel badań	3
1.2. Metody, techniki i narzędzia badawcze oraz przebieg badań	4
1.3 Teren badań i charakterystyka próby badawczej	6
Rozdział 2. Branża ROBOTYKA – diagnoza stanu.....	8
2.1 Zakres pojęciowy - dziedziny ROBOTYKA.....	8
2.2 Środowisko pracy – charakterystyka kluczowych podmiotów rynku, statystyki wielkości firm.....	10
2.3 Polska – charakterystyka rynku (wzrost, struktura, zróżnicowanie).....	13
2.4 Europa – skala i dynamika rynku – trendy rozwojowe branży robotyka	16
2.5 Bariery i czynniki rozwoju branży (Europa i Polska).....	19
2.6 Europa – rynek pracy – zasoby kadrowe	22
2.7 Polska – rynek pracy w robotyce	25
Rozdział 3. Identyfikacja informacji zawodoznawczych opisujących kwalifikacje, zawody i umiejętności powiązane z dziedziną robotyka.....	28
3.1 Klasyfikacja zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy – identyfikacja zawodów ...	28
3.2 Opisy informacji o zawodach istotne dla robotyki.....	35
3.3 Klasyfikacja zawodów szkolnictwa branżowego i podstawy programowe kształcenia w zawodach – odpowiadające na potrzeby branży i rynku.	38
3.4 Analiza dostępnych ofert pracy w kontekście zapotrzebowania rynku pracy oraz dziedziny robotyka	42
3.5 Europejska klasyfikacja umiejętności/kompetencji, kwalifikacji i zawodów (ESCO) w odniesieniu do branży.	46
3.6 Kompetencje miękkie w dziedzinie robotyka	49
3.7 Wykaz obszarów i powiązanych z nimi kwalifikacji, zawodów i umiejętności w dziedzinie robotyka	52
Rozdział 4. Prezentacja wyników przeprowadzonych badań	58
Rozdział 5. Wnioski i rekomendacje	76
References	85

1.1 Rozdział 1. Założenia metodologiczne badań

1.2 Cel badań

Celem głównym badań była identyfikacja zapotrzebowania rynku pracy na zawody, kwalifikacje i umiejętności w dziedzinie robotyki, ze szczególnym uwzględnieniem zawodu technik robotyk oraz innych zawodów powiązanych z automatyką, mechatroniką, programowaniem, integracją systemów przemysłowych i utrzymaniem ruchu.

Badanie ukierunkowano na rozpoznanie stanowisk pracy, wymagań rekrutacyjnych, oczekiwanych kompetencji technicznych, cyfrowych i społecznych, a także luk kompetencyjnych występujących u pracowników i kandydatów do pracy w przedsiębiorstwach wykorzystujących lub planujących wdrażanie rozwiązań z zakresu robotyki przemysłowej, automatyzacji i technologii Przemysłu 4.0.

Cele szczegółowe badań obejmowały:

1. określenie zakresu pojęciowego dziedziny robotyki w kontekście rynku pracy i edukacji branżowej;
2. identyfikację kluczowych grup pracodawców wykorzystujących rozwiązania z zakresu robotyki, automatyzacji i systemów zrobotyzowanych;
3. wskazanie zawodów i stanowisk pracy powiązanych z dziedziną robotyki, w tym zawodów funkcjonujących w klasyfikacji zawodów i specjalności oraz w szkolnictwie branżowym;
4. rozpoznanie kwalifikacji i umiejętności istotnych z punktu widzenia obecnych oraz przyszłych potrzeb pracodawców;
5. analizę zapotrzebowania na kompetencje techniczne, cyfrowe, organizacyjne i społeczne wymagane w pracy z robotami przemysłowymi, cobotami, systemami AMR/AGV, systemami wizyjnymi i rozwiązaniami z zakresu automatyzacji produkcji;
6. identyfikację luk kompetencyjnych ograniczających rozwój robotyzacji w przedsiębiorstwach;
7. sformułowanie rekomendacji dotyczących kierunków rozwoju oferty szkoleniowej, kwalifikacyjnej i doradczej w dziedzinie robotyki.

W toku badań przyjęto następujące pytania badawcze:

1. Jakie zawody i stanowiska pracy są obecnie najczęściej powiązane z dziedziną robotyki?
2. Jakie kwalifikacje i umiejętności są szczególnie istotne dla pracodawców wykorzystujących robotykę przemysłową, automatykę i rozwiązania Przemysłu 4.0?
3. W jakich obszarach przedsiębiorstwa najczęściej wykorzystują roboty i systemy zrobotyzowane?
4. Jakie kompetencje techniczne, cyfrowe i społeczne są najczęściej wymagane od pracowników obsługujących, programujących, serwisujących lub integrujących roboty?
5. Jakie trudności rekrutacyjne napotykają pracodawcy poszukujący pracowników w dziedzinie robotyki?
6. Jakie luki kompetencyjne są najbardziej widoczne u absolwentów, kandydatów do pracy oraz pracowników zatrudnionych w przedsiębiorstwach?
7. Jakie kierunki rozwoju oferty szkoleniowej i kwalifikacyjnej najlepiej odpowiadają na potrzeby rynku pracy w dziedzinie robotyki?

1.2. Metody, techniki i narzędzia badawcze oraz przebieg badań

W celu kompleksowej analizy przedmiotu badań zastosowano triangulację metod badawczych, łącząc podejście ilościowe i jakościowe. Pozwoliło to na zestawienie danych pochodzących z różnych źródeł: dokumentów formalnych, klasyfikacji zawodów i kwalifikacji, ofert pracy, danych statystycznych, opinii pracodawców oraz wiedzy eksperckiej.

W badaniu wykorzystano następujące metody, techniki i narzędzia badawcze:

1. analizę dokumentów i danych zastanych;
2. analizę ofert pracy;
3. sondaż diagnostyczny z wykorzystaniem kwestionariusza ankiety;
4. analizę ekspercką;
5. studium przypadku.

Analiza dokumentów została wykorzystana do identyfikacji zawodów, kwalifikacji, stanowisk pracy i wymagań kompetencyjnych powiązanych z dziedziną robotyki. W toku analizy uwzględniono w szczególności:

1. Klasyfikację zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy oraz opisy zawodów dostępne w zasobach Publicznych Służb Zatrudnienia;
2. opisy informacji o zawodach opracowane w ramach projektu INFODORADCA+;
3. klasyfikację zawodów szkolnictwa branżowego oraz podstawy programowe kształcenia w zawodach powiązanych z robotyką, automatyką, mechatroniką, elektroniką i informatyką;
4. kwalifikacje rynkowe, wolnorynkowe i sektorowe ujęte lub procedowane w ramach Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji;
5. oferty pracy zamieszczone na portalach rekrutacyjnych i branżowych, dotyczące stanowisk związanych z robotyką przemysłową, automatyką, utrzymaniem ruchu, integracją systemów, programowaniem PLC, systemami wizyjnymi oraz rozwiązaniami Przemysłu 4.0.

Analiza ofert pracy pozwoliła na rozpoznanie rzeczywistych oczekiwań pracodawców wobec kandydatów do pracy w obszarach powiązanych z robotyką. Szczególną uwagę zwrócono na nazwy stanowisk, wymagane doświadczenie, oczekiwane kwalifikacje, znajomość technologii, umiejętności techniczne, kompetencje cyfrowe oraz kompetencje społeczne wskazywane w ogłoszeniach rekrutacyjnych.

Sondaż diagnostyczny przeprowadzono z wykorzystaniem kwestionariusza ankiety skierowanego do przedsiębiorstw i instytucji związanych z robotyką, automatyką, przemysłem, logistyką, integracją systemów oraz utrzymaniem ruchu. Celem badania ankietowego było pozyskanie informacji na temat aktualnego i przewidywanego zapotrzebowania na pracowników, kwalifikacje i umiejętności w dziedzinie robotyki.

Kwestionariusz ankiety obejmował w szczególności zagadnienia dotyczące:

1. charakterystyki badanych przedsiębiorstw, w tym wielkości firmy, branży i lokalizacji;
2. zakresu wykorzystania robotów i systemów zrobotyzowanych w działalności przedsiębiorstwa;
3. typów stosowanych robotów i technologii, w tym robotów przemysłowych, cobotów, systemów AMR/AGV, systemów wizyjnych i rozwiązań automatyki przemysłowej;
4. stanowisk pracy związanych z robotyką i automatyzacją;
5. obecnego oraz prognozowanego zapotrzebowania na pracowników;
6. trudności rekrutacyjnych i deficytów kompetencyjnych;

7. oczekiwanych kwalifikacji, umiejętności technicznych, cyfrowych i społecznych;
8. rekomendowanych kierunków rozwoju szkoleń, kursów i kwalifikacji w dziedzinie robotyki.

Analiza ekspercka została wykorzystana do interpretacji zgromadzonych danych oraz oceny ich znaczenia dla rozwoju oferty szkoleniowej i kwalifikacyjnej w dziedzinie robotyki. Uwzględniono wiedzę osób posiadających doświadczenie w zakresie robotyki przemysłowej, automatyzacji, edukacji branżowej, rynku pracy oraz współpracy z pracodawcami.

Studium przypadku miało charakter uzupełniający. Zostało wykorzystane do odniesienia wyników badań do praktycznych przykładów zastosowania robotyki w przedsiębiorstwach produkcyjnych, integratorskich, logistycznych i technologicznych.

1.3 Teren badań i charakterystyka próby badawczej

Badanie zostało ukierunkowane na podmioty funkcjonujące w sektorach, w których robotyka, automatyzacja i rozwiązania Przemysłu 4.0 mają szczególne znaczenie dla organizacji procesów pracy. W badaniu uczestniczyły przede wszystkim przedsiębiorstwa produkcyjne, przemysłowe, technologiczne, integratorskie oraz podmioty wykorzystujące lub planujące wdrażanie systemów zrobotyzowanych.

Dobór respondentów miał charakter celowy. Do udziału w badaniu zaproszono podmioty posiadające doświadczenie w zakresie wdrażania, obsługi, programowania, serwisowania lub wykorzystywania robotów przemysłowych, systemów automatyki, robotów mobilnych, systemów wizyjnych oraz zautomatyzowanych stanowisk produkcyjnych.

Strukturę badanych przedsiębiorstw według wielkości zatrudnienia przedstawia tabela poniżej. Dane zaprezentowano jako liczbę odpowiedzi oraz udział procentowy respondentów w całej próbie badawczej.

Struktura badanych podmiotów wskazuje, że w próbie znalazły się przede wszystkim przedsiębiorstwa średnie, duże i bardzo duże. Jest to istotne z punktu widzenia celu badania, ponieważ tego typu organizacje częściej posiadają potencjał technologiczny, organizacyjny i finansowy do wdrażania robotyzacji, utrzymywania stanowisk zrobotyzowanych oraz zatrudniania wyspecjalizowanej kadry technicznej.

Tabela 1. Struktura badanych przedsiębiorstw według wielkości zatrudnienia

Wielkość firmy	Udział procentowy
101–400 pracowników	26%
401–1000 pracowników	24%
Powyżej 1000 pracowników	24%
11–100 pracowników	16%
1–10 pracowników	11%
Razem	100%

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego,
N = 38 przedsiębiorstw/respondentów – 100%.*

Jednocześnie udział mniejszych przedsiębiorstw pozwala uwzględnić perspektywę podmiotów, które coraz częściej wdrażają pojedyncze stanowiska zrobotyzowane, rozwiązania automatyzujące wybrane procesy lub korzystają ze wsparcia firm integratorskich.

Najliczniej reprezentowane były województwa: śląskie, dolnośląskie, mazowieckie i wielkopolskie. Są to regiony o wysokim znaczeniu przemysłowym, silnie powiązane z produkcją, sektorem automotive, automatyką, logistyką, nowoczesnymi technologiami oraz zapleczem badawczo-rozwojowym. Taka struktura terytorialna próby zwiększa użyteczność wyników badania dla oceny zapotrzebowania na kompetencje w dziedzinie robotyki.

Zgromadzone dane poddano analizie ilościowej i jakościowej. Dane ankietowe zostały zestawione w formie tabelarycznej i procentowej, co umożliwiło identyfikację najczęściej wskazywanych stanowisk, kompetencji, technologii i trudności rekrutacyjnych. Odpowiedzi otwarte oraz informacje pozyskane w toku analizy dokumentów i analizy eksperckiej zostały pogrupowane tematycznie, a następnie wykorzystane do określenia głównych obszarów zapotrzebowania rynku pracy oraz luk kompetencyjnych w dziedzinie robotyki.

Wnioski z poszczególnych źródeł danych zostały zestawione ze sobą w celu wskazania najważniejszych kierunków rozwoju kwalifikacji, szkoleń i działań wspierających przygotowanie kadr dla branży robotyki.

Rozdział 2. Branża ROBOTYKA – diagnoza stanu

2.1 Zakres pojęciowy - dziedziny ROBOTYKA

Robotyka jest interdyscyplinarną dziedziną łączącą elementy mechaniki, elektroniki, automatyki, informatyki, mechatroniki, sterowania, sztucznej inteligencji oraz analizy danych. W kontekście rynku pracy obejmuje zarówno projektowanie, programowanie i integrację robotów, jak również ich obsługę, diagnostykę, serwisowanie, utrzymanie ruchu oraz optymalizację pracy stanowisk zrobotyzowanych.

Zgodnie z normą ISO 8373:2021 robot można rozumieć jako programowalny mechanizm wykonujący zadania związane z ruchem, manipulacją lub pozycjonowaniem. Szczególnie znaczenie dla niniejszego raportu ma pojęcie robota przemysłowego, rozumianego jako automatycznie sterowany, reprogramowalny i wielofunkcyjny manipulator, programowalny w co najmniej trzech osiach, wykorzystywany w zastosowaniach przemysłowych.

Należy jednak zaznaczyć, że współczesna robotyka przemysłowa nie ogranicza się wyłącznie do klasycznych robotów manipulacyjnych. W przedsiębiorstwach coraz częściej stosowane są również roboty współpracujące, czyli coboty, roboty mobilne AMR, systemy AGV, zrobotyzowane stanowiska produkcyjne, systemy wizyjne współpracujące z robotami, a także rozwiązania zintegrowane z automatyką przemysłową, systemami PLC, SCADA, MES oraz technologiami Przemysłu 4.0.

W niniejszym raporcie dziedzina robotyki została rozumiana szeroko. Obejmuje ona zarówno roboty przemysłowe stosowane w produkcji, jak i inne rozwiązania wykorzystywane w procesach automatyzacji, logistyki, kontroli jakości, transportu wewnętrznego, obsługi maszyn, paletyzacji, spawania, montażu, pakowania oraz utrzymania ruchu.

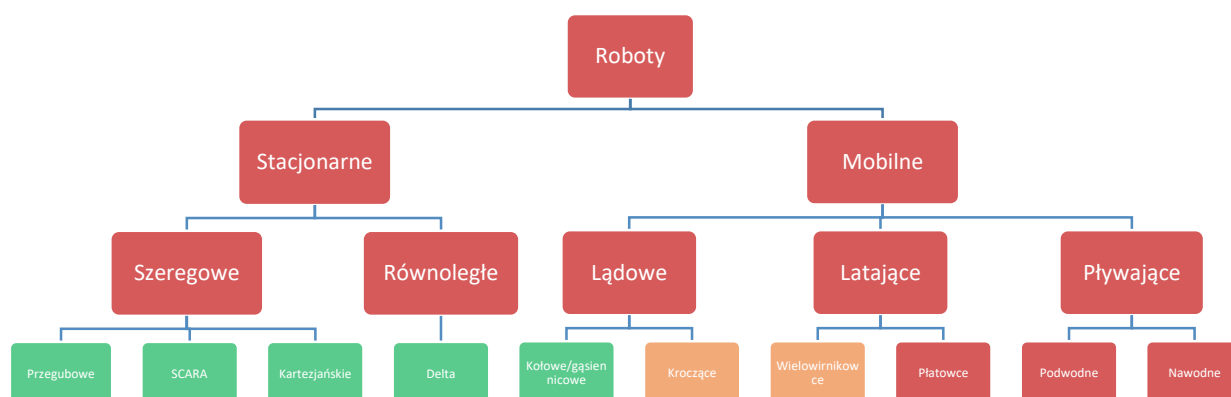
Takie ujęcie jest uzasadnione z perspektywy rynku pracy, ponieważ pracodawcy coraz częściej oczekują od pracowników nie tylko umiejętności obsługi pojedynczego robota, ale również rozumienia całego zrobotyzowanego stanowiska pracy. Obejmuje to m.in. znajomość zasad bezpieczeństwa, komunikacji przemysłowej, pracy z dokumentacją techniczną, podstaw programowania, diagnostyki błędów, integracji urządzeń peryferyjnych oraz współpracy robota z człowiekiem i innymi elementami procesu produkcyjnego.

W ostatnich latach szczególne znaczenie dla rozwoju robotyki przemysłowej mają następujące kierunki technologiczne:

1. rozwój robotów współpracujących, które umożliwiają łatwiejsze wdrażanie zautomatyzowanych stanowisk w mniejszych zakładach produkcyjnych oraz w procesach wymagających bliższej współpracy człowieka i robota;

2. upowszechnienie robotów mobilnych AMR oraz systemów AGV, wykorzystywanych przede wszystkim w logistyce, magazynowaniu, intralogistyce i transporcie wewnętrznym;
3. integracja robotów z systemami wizyjnymi, umożliwiającą kontrolę jakości, rozpoznawanie obiektów, pozycjonowanie detali oraz sterowanie ruchem robota na podstawie danych obrazowych;
4. rozwój cyfrowych bliźniaków, symulacji, systemów offline programming i narzędzi do projektowania zrobotyzowanych stanowisk pracy;
5. wzrost znaczenia sztucznej inteligencji, analizy danych i predykcyjnego utrzymania ruchu w zarządzaniu procesami zrobotyzowanymi;
6. rosnące znaczenie bezpieczeństwa maszyn, cyberbezpieczeństwa i zgodności z normami technicznymi w projektowaniu oraz eksploatacji systemów robotycznych.

Przyjęcie szerokiego rozumienia robotyki pozwala pełniej opisać zapotrzebowanie rynku pracy nie tylko na inżynierów robotyków, ale również na techników automatyków, techników mechatroników, techników robotyków, specjalistów utrzymania ruchu, integratorów systemów, programistów PLC, operatorów stanowisk zrobotyzowanych, serwisantów oraz osoby odpowiedzialne za wdrażanie i nadzorowanie rozwiązań automatyzacji przemysłowej. Rysunek poniżej przedstawia podział robotów z uwzględnieniem zastosowania w przemyśle.



Rysunek 1. Podstawowy podział robotów z uwzględnieniem rozwiązań stosowanych w przemyśle

Źródło: opracowanie własne.

Kolorem **zielonym** oznaczono rodzaje robotów już od dawna stosowanych w przemyśle na szeroką skalę. Kolor **pomarańczowy** oznacza konstrukcje, które w ostatnich latach szybko zyskują popularność i można przewidywać ich dalszą ekspansję.

W szczególności warto zauważyć następujące trendy technologiczne w ostatnich 10 latach, mające realny wpływ na rynek robotyki w Polsce:

- wprowadzenie robotów współpracujących (*cobotów*) pozwoliło na uproszczenie wdrażania lekkich ramion robotycznych i otworzyło drzwi do wielu nowych aplikacji. Według raportu IFR [1], od 2022 roku coboty stanowią ponad 10% globalnej liczby zainstalowanych robotów przemysłowych;
- wprowadzenie robotów mobilnych AMR (z ang. *autonomous mobile robot*) w miejsce stosowanych wcześniej robotów AGV (z ang. *autonomous ground vehicle*) pozwoliło ułatwić wdrażanie robotów mobilnych przez znaczące zmniejszenie kosztów przygotowania infrastruktury magazynowej.

2.2 Środowisko pracy – charakterystyka kluczowych podmiotów rynku, statystyki, wielkości firm

Środowisko pracy w dziedzinie robotyki obejmuje zróżnicowane grupy podmiotów, w których roboty i systemy zrobotyzowane są projektowane, wdrażane, integrowane, serwisowane lub wykorzystywane w codziennych procesach produkcyjnych i logistycznych. Specjaliści z obszaru robotyki mogą znajdować zatrudnienie zarówno u użytkowników końcowych robotów, jak i w firmach integratorskich, serwisowych, dystrybucyjnych, technologicznych oraz badawczo-rozwojowych.

Według danych International Federation of Robotics na koniec 2024 roku w Polsce pracowało 26 427 robotów przemysłowych, z czego 21 031, czyli 79,5%, funkcjonowało w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Dane te potwierdzają, że głównym środowiskiem zastosowania robotyki pozostaje przemysł, zwłaszcza produkcja, utrzymanie ruchu, automatyzacja procesów technologicznych, pakowanie, paletyzacja, spawanie, obsługa maszyn, kontrola jakości oraz transport wewnętrzny.

Na potrzeby niniejszej diagnozy można wyróżnić kilka głównych grup pracodawców zatrudniających specjalistów w dziedzinie robotyki.

Duże zakłady produkcyjne, w szczególności z branży automotive i przemysłu technologicznego

Do tej grupy należą przedsiębiorstwa realizujące złożone technologicznie procesy produkcyjne, w których roboty wykorzystywane są na wielu etapach wytwarzania. Robotyzacja obejmuje tam m.in. spawanie, montaż, transport komponentów, obsługę maszyn, kontrolę jakości, pakowanie oraz paletyzację.

Duże zakłady produkcyjne często posiadają własne zespoły odpowiedzialne za utrzymanie ruchu, obsługę stanowisk zrobotyzowanych, diagnostykę, optymalizację procesów oraz współpracę z integratorami. W tego typu środowisku szczególne znaczenie mają kompetencje

z zakresu programowania robotów, automatyki przemysłowej, PLC, bezpieczeństwa maszyn, diagnostyki usterek i pracy z dokumentacją techniczną.

Przemysł FMCG, farmaceutyczny i produkcja ogólna

W przedsiębiorstwach z sektora FMCG, farmaceutycznego i produkcji ogólnej robotyka jest wykorzystywana przede wszystkim w procesach pakowania, paletyzacji, sortowania, etykietowania, transportu oraz obsługi powtarzalnych czynności produkcyjnych. Coraz częściej stosowane są także coboty, które mogą wspierać pracowników przy zadaniach wymagających elastyczności i bliższej współpracy człowieka z maszyną.

W tym typie przedsiębiorstw zespoły robotyków są zwykle mniej rozbudowane niż w dużych zakładach automotive. Część zadań związanych z wdrożeniami, modernizacją i integracją systemów jest powierzana zewnętrznym firmom specjalistycznym. Wymaga to od pracowników umiejętności bieżącej obsługi systemów, podstawowej diagnostyki, komunikacji z dostawcami technologii oraz rozumienia procesów produkcyjnych.

Sektor intralogistyki, e-commerce i magazynowania

Rozwój e-commerce, centrów dystrybucyjnych i logistyki wewnętrznej zwiększa zapotrzebowanie na rozwiązania z zakresu robotów mobilnych, systemów AGV, AMR, automatycznych magazynów, sorterów oraz zintegrowanych systemów transportu wewnętrznego. Polska, ze względu na swoje położenie geograficzne, pełni istotną funkcję jako centrum logistyczne w Europie.

W dużych centrach logistycznych i magazynowych robotyka wymaga kompetencji związanych z utrzymaniem ciągłości pracy floty robotów, konfiguracją tras, zarządzaniem ruchem, diagnostyką systemów mobilnych, integracją z systemami magazynowymi oraz analizą danych dotyczących efektywności procesów.

Małe i średnie przedsiębiorstwa produkcyjne

Postęp technologiczny oraz rozwój cobotów i bardziej dostępnych rozwiązań automatyzacyjnych powodują, że robotyzacja stopniowo obejmuje również małe i średnie przedsiębiorstwa. W takich firmach roboty są często wdrażane punktowo, na wybranych stanowiskach, np. przy spawaniu, klejeniu, obsłudze maszyn CNC, pakowaniu lub prostych operacjach montażowych.

MŚP zwykle korzystają ze wsparcia firm integratorskich, a własne zespoły techniczne są ograniczone liczebnie. Z tego względu szczególnie ważni są pracownicy o szerokich kompetencjach, łączący podstawy robotyki, automatyki, mechaniki, elektryki, utrzymania ruchu, kontroli jakości i organizacji procesu produkcyjnego.

Integratorzy systemów zrobotyzowanych

Integratorzy systemów zrobotyzowanych pełnią kluczową rolę w projektowaniu, wdrażaniu i uruchamianiu stanowisk robotycznych. Ich zadania obejmują m.in. analizę potrzeb klienta,

projektowanie stanowiska, dobór robota i urządzeń peryferyjnych, programowanie, integrację z automatyką przemysłową, testy, szkolenia użytkowników oraz wsparcie serwisowe.

W firmach integratorskich szczególne znaczenie mają kompetencje związane z programowaniem robotów, PLC, komunikacją przemysłową, systemami wizyjnymi, bezpieczeństwem maszyn, symulacją, dokumentacją techniczną, uruchamianiem stanowisk oraz rozwiązywaniem problemów w warunkach przemysłowych. Praca w tym obszarze często wymaga także gotowości do wyjazdów, kontaktu z klientem oraz pracy projektowej.

Dystrybutorzy, przedstawiciele producentów i firmy serwisowe

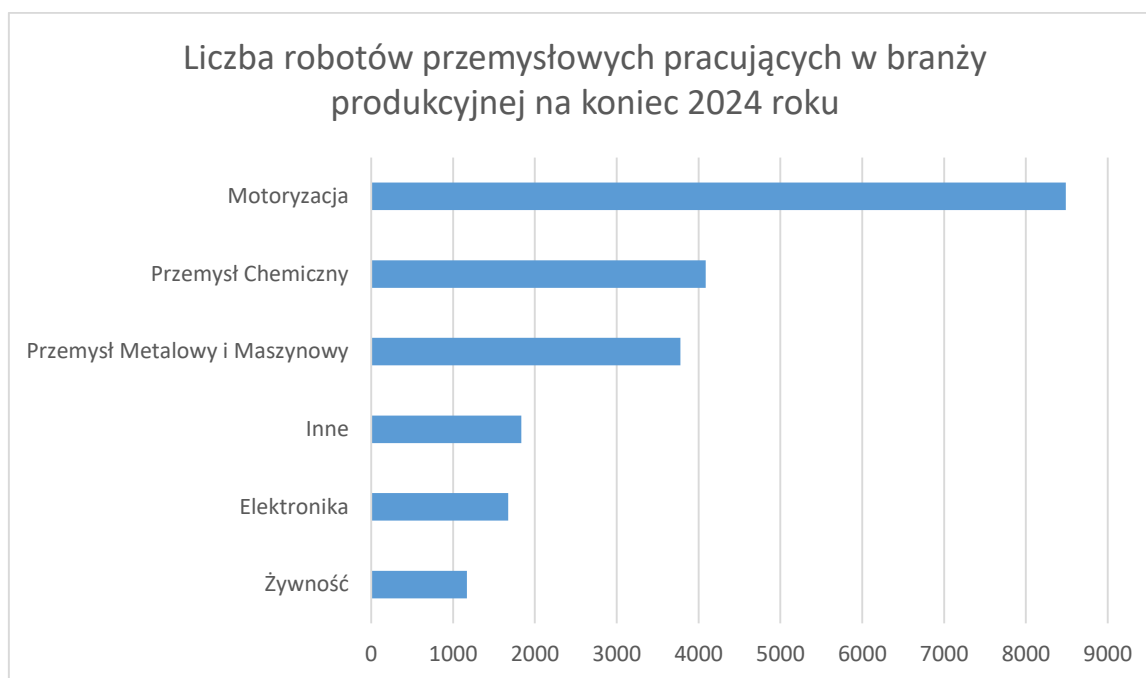
Istotną grupę pracodawców stanowią również dystrybutorzy robotów, przedstawiciele producentów oraz firmy świadczące usługi serwisowe. Podmioty te odpowiadają za doradztwo techniczne, sprzedaż, konfigurację, szkolenia, wsparcie przedwdrożeniowe i posprzedażowe, a także diagnostykę oraz naprawę systemów robotycznych.

W tym obszarze duże znaczenie mają kompetencje aplikacyjne, komunikacyjne i serwisowe, w tym umiejętność pracy z dokumentacją techniczną, prowadzenia szkoleń, diagnozowania problemów, kontaktu z klientem oraz dostosowywania rozwiązań do specyfiki procesów produkcyjnych.

Producenci robotów i podmioty badawczo-rozwojowe

Choć w Polsce ekosystem producentów robotów przemysłowych jest mniej rozwinięty niż w krajach o najwyższym poziomie robotyzacji, funkcjonują podmioty rozwijające m.in. roboty mobilne, rozwiązania specjalistyczne, roboty badawcze, edukacyjne, medyczne i wojskowe. Znaczenie mają również jednostki badawczo-rozwojowe oraz firmy technologiczne rozwijające komponenty, oprogramowanie, systemy sterowania, czujniki, systemy wizyjne i rozwiązania sztucznej inteligencji.

Ten segment rynku pracy wymaga bardziej zaawansowanych kompetencji inżynierskich, projektowych i programistycznych, w tym znajomości systemów embedded, mechaniki precyzyjnej, elektroniki, algorytmów sterowania, analizy danych, sztucznej inteligencji oraz testowania prototypów. Liczbę robotów przemysłowych pracujących w danej branży na koniec 2024 prezentuje poniżej zamieszczony rysunek.



Rysunek 2. Liczba robotów przemysłowych pracujących w branży produkcyjnej w Polsce na koniec 2024 roku według sektorów

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych International Federation of Robotics.

Podsumowując, środowisko pracy w dziedzinie robotyki jest silnie zróżnicowane. Obejmuje zarówno duże zakłady produkcyjne, centra logistyczne, małe i średnie przedsiębiorstwa, integratorów systemów, firmy serwisowe, dystrybutorów, jak i podmioty badawczo-rozwojowe. Wspólną cechą tych środowisk jest rosnące zapotrzebowanie na pracowników łączących kompetencje techniczne, cyfrowe, organizacyjne i społeczne. Z perspektywy edukacji branżowej i rynku pracy oznacza to potrzebę przygotowywania kadr nie tylko do obsługi pojedynczego robota, ale również do pracy z całym zrobotyzowanym środowiskiem produkcyjnym lub logistycznym.

2.3 Polska – charakterystyka rynku (wzrost, struktura, zróżnicowanie)

Polska jest rozwijającym się rynkiem w dziedzinie robotyki i automatyzacji przemysłowej. Znaczący potencjał rozwoju wynika ze zróżnicowanej struktury gospodarki, silnej pozycji przemysłu produkcyjnego, obecności branży motoryzacyjnej, metalowej, maszynowej, chemicznej, tworzyw sztucznych, elektrycznej i elektronicznej, a także dynamicznie rozwijającego się sektora logistyki i e-commerce.

Zapotrzebowanie na robotykę w Polsce jest powiązane z kilkoma procesami gospodarczymi. Należą do nich przede wszystkim: konieczność zwiększania wydajności produkcji, rosnące koszty pracy, niedobory kadrowe, potrzeba poprawy jakości i powtarzalności procesów, zwiększanie bezpieczeństwa pracy, skracanie czasu realizacji zamówień oraz presja konkurencyjna ze strony bardziej zautomatyzowanych gospodarek.

W ostatnich latach Polska utrzymywała relatywnie wysoką dynamikę rozwoju gospodarczego na tle Unii Europejskiej. Jednocześnie poziom robotyzacji krajowego przemysłu nadal pozostaje niższy niż w wielu państwach Europy Zachodniej i krajach o najwyższej intensywności automatyzacji. Oznacza to, że rynek robotyki w Polsce ma znaczący potencjał wzrostu, ale wymaga dalszych inwestycji technologicznych, organizacyjnych i kompetencyjnych.

Według danych przywołanych w raporcie, na koniec 2024 roku w Polsce pracowało 26 427 robotów przemysłowych. Największe znaczenie dla wykorzystania robotów miały przedsiębiorstwa produkcyjne, w których funkcjonowało 21 031 robotów, czyli 79,5% wszystkich robotów przemysłowych pracujących w kraju. Potwierdza to, że podstawowym obszarem zastosowania robotyki pozostaje przemysł produkcyjny, choć coraz większego znaczenia nabierają również logistyka, magazynowanie, intralogistyka i wybrane usługi technologiczne.

Struktura wykorzystania robotów w Polsce jest silnie związana z branżami, w których automatyzacja przynosi największe korzyści ekonomiczne i organizacyjne. Dotyczy to przede wszystkim procesów powtarzalnych, wymagających wysokiej precyzji, stabilnej jakości, dużej wydajności lub ograniczenia pracy człowieka w warunkach uciążliwych i niebezpiecznych. Roboty są wykorzystywane m.in. w spawaniu, paletyzacji, pakowaniu, montażu, obsłudze maszyn, transporcie wewnętrznym, kontroli jakości i procesach magazynowych.

Pomimo znaczącego potencjału, rozwój robotyki w Polsce napotyka kilka barier. Do najważniejszych należą:

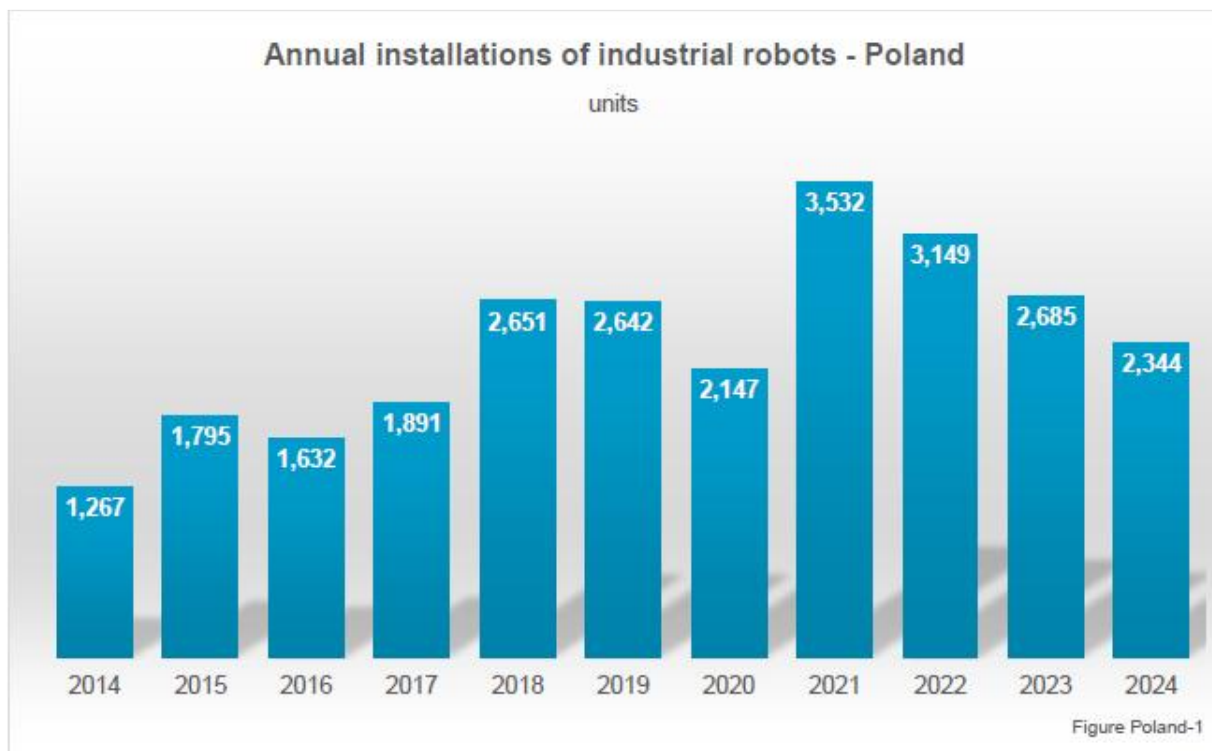
1. wysokie koszty wdrożenia stanowisk zrobotyzowanych, szczególnie dla małych i średnich przedsiębiorstw;
2. niepewność dotycząca czasu zwrotu z inwestycji;
3. niedobór pracowników posiadających praktyczne kompetencje w zakresie obsługi, programowania, serwisowania i integracji robotów;
4. ograniczona liczba specjalistów łączących wiedzę z robotyki, automatyki, mechatroniki, informatyki i utrzymania ruchu;
5. niewystarczająca znajomość możliwości technologicznych robotyki w części przedsiębiorstw;

6. trudności związane z doбором technologii, przygotowaniem procesu i integracją robota z istniejącą infrastrukturą produkcyjną;
7. wysokie wymagania dotyczące bezpieczeństwa maszyn, dokumentacji technicznej i zgodności z normami.

W ostatnich latach obserwuje się również zmianę struktury popytu na robotykę. Historycznie największe zapotrzebowanie koncentrowało się w dużych zakładach produkcyjnych, zwłaszcza w branży automotive oraz u integratorów obsługujących duże projekty przemysłowe. Obecnie coraz większe znaczenie mają wdrożenia w małych i średnich przedsiębiorstwach, które automatyzują pojedyncze stanowiska lub wybrane etapy procesów produkcyjnych. Rozwój cobotów, robotów mobilnych, systemów wizyjnych i bardziej dostępnych narzędzi programowania sprzyja szerszemu wykorzystaniu robotyki poza największymi zakładami przemysłowymi.

Z perspektywy rynku pracy oznacza to wzrost zapotrzebowania na różne grupy specjalistów: od operatorów stanowisk zrobotyzowanych i techników utrzymania ruchu, przez techników robotyków, automatyków i mechatroników, po inżynierów robotyków, programistów PLC, integratorów systemów, specjalistów systemów wizyjnych oraz osoby odpowiedzialne za zarządzanie flotą robotów mobilnych.

Rynek robotyki w Polsce można zatem określić jako rynek o wysokim potencjale rozwojowym, ale jednocześnie wymagający intensywnego wsparcia kompetencyjnego. Kluczowym warunkiem dalszego rozwoju robotyzacji jest nie tylko dostępność technologii i finansowania, lecz także przygotowanie kadr zdolnych do projektowania, wdrażania, obsługi, utrzymania i optymalizacji systemów zrobotyzowanych.



Rysunek 3. Dynamika instalacji robotów przemysłowych w Polsce w latach 2014–2024

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych International Federation of Robotics.

2.4 Europa – skala i dynamika rynku – trendy rozwojowe branży robotyka

Rynek robotyki w Europie rozwija się w warunkach rosnącej presji konkurencyjnej, niedoborów kadrowych, zmian demograficznych oraz potrzeby zwiększania efektywności i odporności procesów produkcyjnych. Robotyzacja staje się jednym z kluczowych narzędzi modernizacji przemysłu, szczególnie w branżach wymagających wysokiej powtarzalności, jakości, precyzji, bezpieczeństwa i elastyczności produkcji.

Na tle globalnym Europa pozostaje ważnym, ale zróżnicowanym rynkiem robotyki. Wskaźnik gęstości robotyzacji, rozumiany jako liczba robotów przemysłowych przypadających na 10 000 pracowników przemysłu produkcyjnego, pokazuje istotne różnice pomiędzy regionami świata oraz pomiędzy poszczególnymi państwami europejskimi. Według danych przywołanych w raporcie, w 2024 roku średnia liczba robotów na 10 000 pracowników przemysłu produkcyjnego wyniosła w Europie 148, podczas gdy w Ameryce Północnej oraz Azji wskaźnik ten wynosił 204.

W Europie występują jednak znaczące różnice pomiędzy krajami. Najwyższą gęstością robotyzacji charakteryzują się gospodarki o silnym zapleczu przemysłowym, wysokim poziomie automatyzacji i rozwiniętej kulturze technologicznej. Przykładowo Niemcy osiągały wskaźnik

449 robotów na 10 000 pracowników przemysłu produkcyjnego, Szwecja 377, a Słowenia 315. Jednocześnie część dużych gospodarek europejskich notuje niższe wskaźniki, np. Francja 195, Wielka Brytania 104, a Polska 81.

Tabela 2. Gęstość robotyzacji w wybranych regionach i państwach

Region / państwo	Liczba robotów na 10 000 pracowników przemysłu produkcyjnego
Europa	148
Ameryka Północna	204
Azja	204
Niemcy	449
Szwecja	377
Słowenia	315
Francja	195
Wielka Brytania	104
Polska	81

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych International Federation of Robotics przywołanych w raporcie.

Dane te pokazują, że Polska, mimo rosnącego znaczenia przemysłu i automatyzacji, nadal pozostaje krajem o relatywnie niskim poziomie robotyzacji w porównaniu z najbardziej zaawansowanymi gospodarkami europejskimi. Oznacza to zarówno lukę technologiczną, jak i znaczący potencjał dalszego rozwoju rynku robotyki, szczególnie w sektorach produkcyjnych, logistycznych i technologicznych.

Dynamika wzrostu robotyzacji w ostatnich latach wskazuje, że największe tempo rozwoju notuje Azja. Według danych przywołanych w raporcie, w ostatnim pięcioletnim okresie wzrost gęstości robotyzacji wyniósł:

1. Europa – 38,3%;
2. Ameryka Północna – 32,5%;
3. Azja – 78,9%.

Tak wysoka dynamika rozwoju robotyzacji w Azji zwiększa presję konkurencyjną na europejski przemysł. W konsekwencji przedsiębiorstwa europejskie będą musiały intensyfikować procesy automatyzacji i robotyzacji, aby utrzymać produktywność, jakość, konkurencyjność kosztową oraz zdolność do realizacji produkcji w warunkach niedoborów pracowników.

Rozwój robotyki w Europie jest powiązany z kilkoma kluczowymi trendami technologicznymi i gospodarczymi. Należą do nich przede wszystkim:

1. wzrost znaczenia robotów współpracujących, które umożliwiają elastyczne wdrażanie automatyzacji także w mniejszych przedsiębiorstwach;
2. rozwój robotów mobilnych AMR i systemów AGV wykorzystywanych w logistyce, magazynowaniu, intralogistyce i transporcie wewnętrznym;
3. integracja robotyki z systemami wizyjnymi, sztuczną inteligencją, analizą danych i predykcyjnym utrzymaniem ruchu;
4. rozwój cyfrowych bliźniaków, symulacji i programowania offline, które skracają czas projektowania oraz uruchamiania stanowisk zrobotyzowanych;
5. wzrost znaczenia bezpieczeństwa maszyn, cyberbezpieczeństwa oraz zgodności z normami technicznymi;
6. rosnące zapotrzebowanie na kompetencje interdyscyplinarne, łączące robotykę, automatykę, mechatronikę, informatykę, elektronikę, analizę danych i organizację procesów produkcyjnych.

Według danych przywołanych w raporcie, robotyka jest jedną z najważniejszych technologii napędzających transformację przedsiębiorstw. Prognozy wskazują również na znaczący wzrost zapotrzebowania na inżynierów robotyków do 2030 roku. Jest to związane z przewidywanym wzrostem udziału zadań wykonywanych przez maszyny oraz z dalszym rozwojem automatyzacji procesów produkcyjnych i logistycznych.

Z perspektywy rynku pracy oznacza to, że wzrost robotyzacji w Europie będzie generował zapotrzebowanie nie tylko na wysoko wykwalifikowanych inżynierów, ale również na techników, operatorów, programistów, automatyków, mechatroników, specjalistów utrzymania ruchu, integratorów systemów, serwisantów oraz osoby odpowiedzialne za bezpieczeństwo i optymalizację pracy stanowisk zrobotyzowanych.

Dla Polski szczególnie istotne jest to, że niższy poziom robotyzacji w porównaniu z liderami europejskimi może w najbliższych latach prowadzić do przyspieszenia inwestycji w automatyzację. Warunkiem wykorzystania tego potencjału będzie jednak dostępność odpowiednio przygotowanych kadr. Oznacza to konieczność rozwijania praktycznych form kształcenia i doskonalenia zawodowego, obejmujących obsługę, programowanie, serwisowanie, integrację i utrzymanie systemów robotycznych.

2.5 Bariery i czynniki rozwoju branży (Europa i Polska)

Rozwój robotyki w Europie i Polsce jest wynikiem jednoczesnego oddziaływania czynników technologicznych, gospodarczych, demograficznych i organizacyjnych.

Z jednej strony przedsiębiorstwa coraz częściej dostrzegają potrzebę automatyzacji i robotyzacji procesów, z drugiej strony wdrażanie robotów nadal napotyka bariery finansowe, kompetencyjne, organizacyjne i formalne.

Do najważniejszych czynników sprzyjających rozwojowi robotyki należą:

1. Niedobory kadrowe i zmiany demograficzne

Jednym z najważniejszych czynników zwiększających zainteresowanie robotyką są niedobory pracowników oraz zmiany demograficzne. Spadek liczby osób w wieku produkcyjnym, rosnące trudności rekrutacyjne oraz potrzeba utrzymania ciągłości produkcji powodują, że przedsiębiorstwa coraz częściej traktują robotyzację jako sposób ograniczania ryzyka kadrowego.

Roboty mogą przejmować zadania powtarzalne, obciążające fizycznie, monotonne lub realizowane w warunkach podwyższonego ryzyka. Nie zastępują one jednak całkowicie pracy człowieka, lecz zmieniają jej charakter. W praktyce oznacza to wzrost zapotrzebowania na pracowników zdolnych do obsługi, nadzoru, programowania, diagnostyki i utrzymania systemów zrobotyzowanych.

2. Potrzeba zwiększania wydajności i jakości procesów

Robotyzacja pozwala zwiększać powtarzalność, precyzję, stabilność jakości i wydajność procesów produkcyjnych. Jest szczególnie istotna w branżach, w których występują duże serie produkcyjne, wysokie wymagania jakościowe, konieczność skracania czasu realizacji zamówień lub potrzeba ograniczenia liczby błędów.

Wdrażanie robotów jest również sposobem na zwiększenie przewidywalności procesów, poprawę bezpieczeństwa pracy oraz lepsze wykorzystanie danych produkcyjnych. W połączeniu z systemami wizyjnymi, czujnikami, automatyką przemysłową i systemami informatycznymi robotyka staje się elementem szerszej transformacji cyfrowej przedsiębiorstw.

3. Skracanie łańcuchów dostaw i zwiększanie odporności produkcji

Doświadczenia związane z zakłóceniami łańcuchów dostaw, kryzysami geopolitycznymi oraz rosnącą niepewnością gospodarczą zwiększają znaczenie lokalnej i regionalnej produkcji. Przedsiębiorstwa poszukują rozwiązań pozwalających zwiększyć elastyczność i odporność procesów produkcyjnych.

Robotyzacja może wspierać procesy *reshoringu* i *nearshoringu*, ponieważ umożliwia utrzymanie konkurencyjności produkcji w krajach o wyższych kosztach pracy. Dotyczy to

zwłaszcza procesów wymagających dużej powtarzalności, stabilnej jakości i krótkiego czasu reakcji na zmiany zamówień.

4. Postęp technologiczny

Rozwój robotów współpracujących, robotów mobilnych AMR, systemów AGV, systemów wizyjnych, czujników, sztucznej inteligencji, cyfrowych bliźniaków i narzędzi symulacyjnych zwiększa dostępność robotyki dla różnych typów przedsiębiorstw. Nowoczesne rozwiązania są coraz bardziej elastyczne, łatwiejsze w programowaniu i możliwe do wdrażania także poza największymi zakładami przemysłowymi.

Postęp technologiczny obniża barierę wejścia dla części firm, szczególnie w przypadku prostszych aplikacji, takich jak paletyzacja, pakowanie, obsługa maszyn, transport wewnętrzny czy wybrane zadania montażowe. Jednocześnie rozwój technologii zwiększa zapotrzebowanie na kompetencje związane z integracją, diagnostyką, programowaniem, bezpieczeństwem i optymalizacją systemów.

5. Dostępność instrumentów wsparcia i finansowania

Rozwój robotyki może być wspierany przez programy finansowe, ulgi podatkowe oraz instrumenty wspierające inwestycje w automatyzację, cyfryzację i innowacje. Do takich rozwiązań należą m.in. ulga na robotyzację, programy wspierające transformację cyfrową przedsiębiorstw, środki unijne, regionalne programy wsparcia oraz instrumenty finansowania inwestycji technologicznych.

Dostępność wsparcia finansowego może przyspieszać decyzje inwestycyjne, szczególnie w przedsiębiorstwach, które dostrzegają potrzebę robotyzacji, ale obawiają się wysokich kosztów początkowych.

Jednocześnie rozwój robotyki ograniczają następujące bariery:

1. Wysokie koszty wdrożenia i niepewny czas zwrotu z inwestycji

Dla wielu przedsiębiorstw, zwłaszcza z sektora małych i średnich firm, koszt wdrożenia stanowiska zrobotyzowanego pozostaje jedną z głównych barier. Obejmuje on nie tylko zakup robota, ale również projekt stanowiska, integrację z istniejącą infrastrukturą, urządzenia peryferyjne, zabezpieczenia, systemy sterowania, szkolenia pracowników, serwis oraz późniejszą optymalizację procesu.

Decyzję inwestycyjną utrudnia również niepewność dotycząca czasu zwrotu z inwestycji. Problem ten jest szczególnie widoczny w przedsiębiorstwach, w których produkcja jest zmienna, krótkoseryjna lub wymaga częstych przebrojeń.

2. Luka kompetencyjna

Jedną z najważniejszych barier rozwoju robotyki jest niedobór pracowników posiadających praktyczne umiejętności związane z obsługą, programowaniem, serwisowaniem, diagnostyką i integracją robotów. Pracodawcy potrzebują osób, które rozumieją nie tylko samego robota, ale również całe stanowisko zrobotyzowane, proces produkcyjny, automatykę, bezpieczeństwo maszyn i dokumentację techniczną.

Luka kompetencyjna dotyczy zarówno poziomu technicznego, jak i inżynierskiego. Obejmuje m.in. niedostateczne przygotowanie praktyczne absolwentów, ograniczony dostęp do nowoczesnych stanowisk szkoleniowych, niewystarczającą znajomość systemów PLC, systemów wizyjnych, robotów mobilnych, komunikacji przemysłowej oraz zasad utrzymania ruchu.

3. Bariery organizacyjne i niska gotowość części przedsiębiorstw

Wdrożenie robotyki wymaga nie tylko zakupu technologii, ale również odpowiedniego przygotowania organizacyjnego. Przedsiębiorstwo musi przeanalizować proces, określić cele automatyzacji, przygotować stanowisko, przeszkolić pracowników, zapewnić serwis i dostosować organizację pracy.

W części firm barierą jest brak wiedzy o możliwościach robotyzacji, brak doświadczenia we współpracy z integratorami, obawa przed zmianą organizacji pracy oraz niewystarczające przygotowanie kadry kierowniczej do prowadzenia projektów automatyzacyjnych.

4. Wysokie wymagania formalne, techniczne i bezpieczeństwa

Robotyzacja wymaga spełnienia wielu wymagań związanych z bezpieczeństwem maszyn, oceną ryzyka, dokumentacją techniczną, zgodnością z normami oraz odpowiednim przygotowaniem stanowiska pracy. W przypadku bardziej złożonych wdrożeń znaczenie mają również wymagania dotyczące cyberbezpieczeństwa, komunikacji przemysłowej i integracji z systemami informatycznymi przedsiębiorstwa.

Wysokie wymagania formalne są niezbędne z punktu widzenia bezpieczeństwa, ale mogą wydłużać proces wdrożenia i zwiększać jego koszty. Dlatego przedsiębiorstwa potrzebują specjalistów, którzy potrafią łączyć wiedzę techniczną z rozumieniem wymagań formalnych, dokumentacyjnych i organizacyjnych.

5. Ograniczona dostępność wyspecjalizowanych usług integratorskich

Wraz ze wzrostem zainteresowania robotyką rośnie zapotrzebowanie na firmy integratorskie i specjalistów zdolnych do projektowania oraz uruchamiania stanowisk zrobotyzowanych. W przypadku dużej liczby nowych inwestycji ograniczona dostępność doświadczonych integratorów może stać się dodatkową barierą rozwoju, szczególnie dla mniejszych przedsiębiorstw.

Tabela 3. Główne czynniki rozwoju i bariery robotyki

Czynniki rozwoju robotyki	Bariery rozwoju robotyki
Niedobory kadrowe i zmiany demograficzne	Wysokie koszty wdrożenia
Potrzeba zwiększania wydajności i jakości procesów	Niepewny czas zwrotu z inwestycji
Skracanie łańcuchów dostaw i potrzeba odporności produkcji	Luka kompetencyjna pracowników i kandydatów
Postęp technologiczny: coboty, AMR, systemy wizyjne, AI	Bariery organizacyjne i niska gotowość części firm
Dostępność instrumentów wsparcia i finansowania	Wysokie wymagania formalne, techniczne i bezpieczeństwa
Rozwój Przemysłu 4.0 i transformacji cyfrowej	Ograniczona dostępność doświadczonych integratorów

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując, rozwój robotyki w Polsce i Europie będzie w najbliższych latach wzmocniony przez niedobory kadrowe, potrzebę zwiększania produktywności, postęp technologiczny, transformację cyfrową oraz presję konkurencyjną. Jednocześnie najpoważniejszym ograniczeniem pozostaje luka kompetencyjna. Oznacza to, że rozwój rynku robotyki musi być wspierany przez systematyczne działania edukacyjne, szkoleniowe i kwalifikacyjne, ukierunkowane na praktyczne przygotowanie kadr do pracy z robotami i systemami zrobotyzowanymi.

2.6 Europa – rynek pracy – zasoby kadrowe

Rozwój robotyki w Europie bezpośrednio wpływa na strukturę zapotrzebowania na pracowników. Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych, logistycznych oraz technologicznych powodują wzrost znaczenia zawodów związanych z automatyką, mechatroniką, robotyką, informatyką przemysłową, utrzymaniem ruchu, programowaniem, analizą danych i integracją systemów.

Europejski rynek pracy znajduje się pod wpływem kilku równoległych procesów. Z jednej strony przedsiębiorstwa wdrażają rozwiązania robotyczne w celu zwiększenia produktywności, jakości

i odporności procesów. Z drugiej strony obserwowane są niedobory kadrowe, starzenie się społeczeństw oraz trudności w pozyskiwaniu pracowników technicznych i inżynierskich. W rezultacie rośnie znaczenie pracowników, którzy potrafią łączyć wiedzę techniczną z kompetencjami cyfrowymi i umiejętnością pracy w zautomatyzowanym środowisku.

Według analiz Europejskiego Centrum Rozwoju Kształcenia Zawodowego CEDEFOP, w perspektywie najbliższych lat przewidywany jest wzrost zapotrzebowania na zawody powiązane z technologiami, automatyką, inżynierią i rozwiązaniami cyfrowymi. W raporcie przywołano wskaźnik *future job prospects*, który opisuje prognozowane perspektywy zatrudnienia do 2035 roku. Wyniki powyżej 50 oznaczają zwiększone zapotrzebowanie w przyszłości.

Tabela 4. Prognozowane perspektywy zatrudnienia dla wybranych grup zawodowych powiązanych z robotyką do 2035 roku

Grupa zawodowa	Wskaźnik future job prospects
ICT professionals	88
Technical managers	66
ICT technicians	63
Science and engineering technicians	52

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CEDEFOP przywołanych w raporcie.

Chociaż dane CEDEFOP nie wyodrębniają robotyków jako osobnej kategorii zawodowej, można przyjąć, że zapotrzebowanie na kompetencje związane z robotyką będzie rosło wraz z zapotrzebowaniem na szersze grupy zawodów technicznych, inżynierskich i cyfrowych. Robotyka jest bowiem dziedziną interdyscyplinarną, łączącą automatykę, informatykę, elektronikę, mechanikę, mechatronikę, programowanie i zarządzanie procesami technologicznymi.

W praktyce europejski rynek pracy będzie potrzebował różnych poziomów kompetencji. Zapotrzebowanie nie będzie dotyczyło wyłącznie wysoko wykwalifikowanych inżynierów, ale również techników i specjalistów średniego szczebla, którzy będą odpowiedzialni za obsługę, konserwację, diagnostykę i bieżące utrzymanie stanowisk zrobotyzowanych.

Do szczególnie istotnych grup zawodowych na europejskim rynku pracy można zaliczyć:

1. inżynierów robotyków i automatyków odpowiedzialnych za projektowanie, programowanie i wdrażanie systemów zrobotyzowanych;
2. techników automatyków, mechatroników i robotyków odpowiedzialnych za obsługę, uruchamianie, diagnostykę i utrzymanie stanowisk zrobotyzowanych;
3. specjalistów utrzymania ruchu pracujących z liniami zautomatyzowanymi i systemami robotycznymi;
4. integratorów systemów robotycznych odpowiedzialnych za dobór, konfigurację i uruchamianie stanowisk;
5. programistów PLC i specjalistów automatyki przemysłowej;
6. specjalistów systemów wizyjnych, wykorzystywanych w kontroli jakości i sterowaniu robotami;
7. specjalistów robotów mobilnych AMR/AGV oraz systemów intralogistycznych;
8. specjalistów ds. bezpieczeństwa maszyn i cyberbezpieczeństwa systemów przemysłowych;
9. kadre zarządzającą projektami automatyzacji i robotyzacji.

Z punktu widzenia edukacji i kształcenia zawodowego szczególnie ważne jest to, że rozwój robotyki zwiększa zapotrzebowanie na kompetencje praktyczne. Pracodawcy oczekują nie tylko wiedzy teoretycznej, ale również umiejętności pracy z rzeczywistym sprzętem, dokumentacją techniczną, interfejsami operatorskimi, sterownikami, czujnikami, systemami bezpieczeństwa, urządzeniami peryferyjnymi i oprogramowaniem przemysłowym.

W europejskim kontekście istotne staje się również uczenie się przez całe życie. Technologie robotyczne zmieniają się szybko, dlatego kompetencje pracowników muszą być regularnie aktualizowane. Dotyczy to zarówno osób wchodzących na rynek pracy, jak i pracowników już zatrudnionych w przedsiębiorstwach produkcyjnych, logistycznych, integratorskich i serwisowych.

Podsumowując, europejski rynek pracy będzie w coraz większym stopniu generował zapotrzebowanie na kadry przygotowane do pracy w środowisku zautomatyzowanym i zrobotyzowanym. Kluczowe znaczenie będą miały kompetencje łączące wiedzę techniczną, cyfrową, praktyczną i organizacyjną. Dla Polski oznacza to konieczność rozwijania oferty edukacyjnej i szkoleniowej zgodnej z kierunkami transformacji przemysłu w Europie.

2.7 Polska – rynek pracy w robotyce

Rynek pracy w dziedzinie robotyki w Polsce rozwija się wraz z postępującą automatyzacją przemysłu, logistyki, magazynowania oraz wybranych usług technologicznych. Zapotrzebowanie na pracowników nie dotyczy wyłącznie stanowisk określanych bezpośrednio jako „robotyk” lub „inżynier robotyk”. W praktyce obejmuje szeroką grupę zawodów i ról związanych z automatyką, mechatroniką, elektroniką, utrzymaniem ruchu, programowaniem PLC, integracją systemów, systemami wizyjnymi, obsługą robotów mobilnych oraz zarządzaniem zrobotyzowanymi procesami produkcyjnymi i logistycznymi.

Zgodnie z danymi przywołanymi w raporcie, specjaliści z obszaru elektroniki, automatyki i robotyki są poszukiwani w ponad 60 powiatach w Polsce. Największe skupiska zapotrzebowania występują w województwach: mazowieckim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim oraz opolskim. Dane te wskazują, że zapotrzebowanie na kadry techniczne związane z robotyką nie ogranicza się wyłącznie do największych aglomeracji, ale występuje również w mniejszych ośrodkach przemysłowych i produkcyjnych.

Rozmieszczenie zapotrzebowania na specjalistów z obszaru automatyki i robotyki jest powiązane z lokalizacją zakładów produkcyjnych, centrów logistycznych, firm integratorskich oraz przedsiębiorstw rozwijających technologie przemysłowe. Szczególnie istotne są regiony o silnym zapleczu przemysłowym, w których funkcjonują przedsiębiorstwa z branży automotive, metalowej, maszynowej, elektronicznej, chemicznej, tworzyw sztucznych, spożywczej, farmaceutycznej oraz logistycznej.

Charakterystyczną cechą polskiego rynku pracy w robotyce jest rosnące znaczenie kompetencji praktycznych. Pracodawcy poszukują osób, które potrafią nie tylko opisać działanie robota, ale również obsługiwać stanowisko zrobotyzowane, diagnozować błędy, czytać dokumentację techniczną, współpracować z automatykami, utrzymaniem ruchu i integratorami oraz rozumieć proces produkcyjny, w którym robot funkcjonuje.

Do szczególnie poszukiwanych grup pracowników można zaliczyć:

1. techników robotyków, automatyków i mechatroników przygotowanych do obsługi, uruchamiania, diagnostyki i bieżącego utrzymania stanowisk zrobotyzowanych;
2. specjalistów utrzymania ruchu pracujących z liniami zautomatyzowanymi, robotami przemysłowymi, czujnikami, napędami, systemami bezpieczeństwa i sterownikami PLC;
3. inżynierów automatyki i robotyki odpowiedzialnych za projektowanie, wdrażanie, programowanie i optymalizację systemów;
4. programistów PLC i automatyków przemysłowych;
5. integratorów systemów robotycznych odpowiedzialnych za dobór, konfigurację i uruchamianie stanowisk;

6. specjalistów systemów wizyjnych wykorzystywanych w kontroli jakości i sterowaniu robotami;
7. specjalistów robotów mobilnych AMR/AGV i systemów intralogistycznych;
8. operatorów stanowisk zrobotyzowanych przygotowanych do bezpiecznej obsługi robota, reagowania na podstawowe błędy i współpracy z personelem technicznym;
9. serwisantów i inżynierów aplikacyjnych wspierających użytkowników robotów oraz wdrożenia technologiczne.

Ważnym elementem diagnozy rynku pracy jest również analiza potencjalnych zasobów kadrowych. Według danych GUS przywołanych w raporcie, na dzień 31.12.2024 r. na uczelniach wyższych w Polsce na kierunkach powiązanych z robotyką, najczęściej określanych jako „Automatyka i Robotyka”, studiowało 13 458 osób. Dla porównania, dziesięć lat wcześniej liczba ta wynosiła 15 306 osób. Oznacza to spadek liczby studentów na kierunkach powiązanych z robotyką, co może stanowić istotne ograniczenie dla dalszego rozwoju branży.

Spadek liczby studentów jest szczególnie istotny w kontekście rosnącego zapotrzebowania na kadry techniczne i inżynierskie. Jeżeli rozwój robotyzacji w przedsiębiorstwach będzie postępował, a liczba absolwentów kierunków powiązanych z automatyką i robotyką nie będzie rosła, luka kompetencyjna może się pogłębiać. Dotyczy to zarówno specjalistów wysokiego poziomu, jak i techników oraz pracowników średniego szczebla przygotowanych do praktycznej obsługi i utrzymania stanowisk zrobotyzowanych.

Z tego powodu szczególnego znaczenia nabiera szkolnictwo branżowe, edukacja pozaformalna, kwalifikacje sektorowe, kursy specjalistyczne oraz współpraca szkół, uczelni, Branżowych Centrów Umiejętności i przedsiębiorstw. Rynek pracy potrzebuje elastycznych ścieżek przygotowania kadr, które będą odpowiadały na różne poziomy zaawansowania: od podstawowej obsługi robota, przez diagnostykę i utrzymanie ruchu, po programowanie, integrację, systemy wizyjne, roboty mobilne i zarządzanie zrobotyzowanymi procesami.

W polskich warunkach szczególnie ważne jest rozwijanie praktycznych kompetencji zawodowych, obejmujących:

1. obsługę i programowanie robotów przemysłowych;
2. diagnostykę i konserwację stanowisk zrobotyzowanych;
3. podstawy automatyki przemysłowej i sterowników PLC;
4. pracę z systemami wizyjnymi;
5. obsługę robotów mobilnych AMR/AGV;
6. bezpieczeństwo maszyn i ocenę ryzyka;
7. czytanie dokumentacji technicznej i elektrycznej;

8. komunikację przemysłową i integrację urzędzeń;
9. podstawy analizy danych i predykcyjnego utrzymania ruchu;
10. kompetencje społeczne, w tym pracę zespołową, komunikację techniczną i rozwiązywanie problemów.

Podsumowując, polski rynek pracy w robotyce charakteryzuje się rosnącym zapotrzebowaniem na **interdyscyplinarne kompetencje techniczne i cyfrowe**.

Jednocześnie dostępność kadr może nie nadążać za potrzebami przedsiębiorstw, szczególnie jeśli utrzyma się spadek liczby studentów kierunków powiązanych z robotyką. W konsekwencji kluczowe znaczenie będzie miało rozwijanie praktycznych form kształcenia i doskonalenia zawodowego, dostosowanych do realnych potrzeb pracodawców.

Według danych GUS [8] na dzień 31.12.2024r. w Polsce na uczelniach wyższych kierunek powiązany z robotyką (najczęściej „Automatyka i Robotyka”) studiowało 13 458 osób. Ten sam raport stworzony 10 lat wcześniej wskazał na liczbę 15 306 studentów. Jest to więc niepokojący spadek, wywołany zapewne powoli postępującą robotyzacją przemysłu w naszym kraju. Może on stanowić dużą barierę w przyszłości.

Rozdział 3. Identyfikacja informacji zawodoznawczych opisujących kwalifikacje, zawody i umiejętności powiązane z dziedziną robotyka

3.1 Klasyfikacja zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy – identyfikacja zawodów

Klasyfikacja zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy stanowi jedno z podstawowych źródeł porządkujących nazwy zawodów funkcjonujących na rynku pracy. W odniesieniu do dziedziny robotyki szczególne znaczenie mają zawody z grupy specjalistów, techników i średniego personelu technicznego, a także wybrane zawody powiązane z informatyką, automatyką, elektroniką, mechatroniką, utrzymaniem ruchu i integracją systemów przemysłowych.

Robotyka ma charakter interdyscyplinarny, dlatego nie ogranicza się do jednego zawodu lub jednej grupy klasyfikacyjnej. Obejmuje zawody bezpośrednio związane z projektowaniem, programowaniem i eksploatacją robotów, jak również zawody wspierające funkcjonowanie stanowisk zrobotyzowanych, systemów automatyki przemysłowej, układów sterowania, systemów wizyjnych, robotów mobilnych oraz rozwiązań Przemysłu 4.0.

W klasyfikacji zawodów i specjalności można wskazać zawody bezpośrednio oraz pośrednio powiązane z dziedziną robotyki.

Tabela 5. Zawody powiązane z dziedziną robotyki w klasyfikacji zawodów i specjalności

Kod zawodu	Nazwa zawodu	Charakter powiązania z robotyką	Znaczenie dla rynku pracy
214903	Inżynier automatyki i robotyki	bezpośrednie	Projektowanie, programowanie, wdrażanie, uruchamianie i optymalizacja systemów automatyki oraz robotyki przemysłowej.
215202	Inżynier mechatronik	bezpośrednie / pokrewne	Integracja mechaniki, elektroniki, automatyki, informatyki i sterowania w systemach mechatronicznych oraz robotycznych.
215201	Inżynier elektronik	pośrednie	Projektowanie, diagnostyka i rozwój układów elektronicznych, czujników, systemów sterowania

			i urzędów współpracujących z robotami.
251202	Programista aplikacji	pośrednie	Tworzenie oprogramowania wykorzystywanego w systemach technicznych, aplikacjach przemysłowych, narzędziach wspierających automatyzację i analizę danych.
251401	Programista systemów sterowania	bezpośrednie / pokrewne	Programowanie systemów sterowania, sterowników, aplikacji przemysłowych oraz rozwiązań wykorzystywanych w automatyce i robotyce.
252201	Administrator systemów komputerowych	pośrednie	Utrzymanie infrastruktury informatycznej wspierającej systemy przemysłowe, produkcyjne i logistyczne.
252908	Specjalista do spraw cyberbezpieczeństwa	pośrednie	Zapewnienie bezpieczeństwa systemów informatycznych i przemysłowych, w tym systemów zautomatyzowanych i zrobotyzowanych.
311410	Technik mechatronik	bezpośrednie / pokrewne	Montaż, obsługa, diagnostyka i utrzymanie systemów mechatronicznych, urządzeń automatyki oraz elementów stanowisk zrobotyzowanych.
311413	Technik robotyk	bezpośrednie	Montaż, uruchamianie, obsługa, eksploatacja i programowanie systemów robotyki oraz układów automatyki przemysłowej.
311402	Technik automatyk	bezpośrednie / pokrewne	Montaż, uruchamianie, obsługa i utrzymanie układów automatyki przemysłowej, linii zautomatyzowanych i stanowisk produkcyjnych.
313903	Operator robotów i manipulatorów przemysłowych	bezpośrednie	Obsługa robotów i manipulatorów przemysłowych, nadzorowanie pracy stanowiska oraz reagowanie na podstawowe nieprawidłowości.

351203	Technik informatyk	pośrednie	Wsparcie informatyczne systemów przemysłowych, sieci, urządzeń cyfrowych i rozwiązań wspomagających automatyzację.
--------	--------------------	-----------	--

Źródło: opracowanie własne na podstawie Klasyfikacji zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy oraz analizy powiązań zawodów z dziedziną robotyki.

Z punktu widzenia niniejszej diagnozy szczególnie istotne są zawody bezpośrednio związane z robotyką, tj. inżynier automatyki i robotyki, technik robotyk oraz operator robotów i manipulatorów przemysłowych. Są to zawody najbliższe powiązane z projektowaniem, obsługą, programowaniem, uruchamianiem i eksploatacją systemów robotycznych.

Równie ważne są zawody pokrewne, takie jak technik automatyk, technik mechatronik, inżynier mechatronik, programista systemów sterowania oraz specjaliści utrzymania ruchu. W praktyce przemysłowej to właśnie osoby posiadające kompetencje z tych obszarów często odpowiadają za prawidłowe funkcjonowanie zrobotyzowanych stanowisk pracy.

Robotyka wymaga także kompetencji cyfrowych i informatycznych. Z tego powodu w analizie uwzględniono również wybrane zawody związane z programowaniem, systemami komputerowymi, cyberbezpieczeństwem i infrastrukturą ICT. Ich znaczenie rośnie wraz z rozwojem Przemysłu 4.0, integracją robotów z systemami produkcyjnymi, wykorzystaniem danych przemysłowych, systemów wizyjnych, sztucznej inteligencji oraz robotów mobilnych.

Kwalifikacje powiązane z dziedziną robotyki

Robotyka jest dziedziną interdyscyplinarną, dlatego kwalifikacje powiązane z tym obszarem mogą mieć charakter bezpośredni albo uzupełniający. Kwalifikacje bezpośrednio odnoszą się do obsługi, programowania, utrzymania, diagnostyki lub integracji robotów i stanowisk zrobotyzowanych. Kwalifikacje uzupełniające dotyczą natomiast kompetencji wspierających rozwój robotyki, takich jak programowanie, automatyzacja, systemy wbudowane, sztuczna inteligencja, analiza danych, systemy wizyjne, obsługa maszyn, utrzymanie ruchu oraz organizacja procesów produkcyjnych.

W Zintegrowanym Rejestrze Kwalifikacji można wskazać kwalifikację bezpośrednio powiązaną z robotyką. Poniższa tabela zawiera wykaz kwalifikacji wprowadzonych do Zintegrowanego Rejestru Kwalifikacji.

Tabela 6. Kwalifikacja wprowadzona do ZRK bezpośrednio powiązana z robotyką

Nazwa kwalifikacji	Rodzaj kwalifikacji	Poziom PRK	Charakter powiązania z robotyką	Znaczenie dla rynku pracy
Obsługa i utrzymanie ruchu stanowisk zrobotyzowanych	kwalifikacja cząstkowa / rynkowa	3	bezpośrednie	Kwalifikacja dotyczy obsługi stanowiska zrobotyzowanego, pracy zgodnie z zasadami BHP, sterowania robotem przemysłowym za pomocą kontrolera, korzystania z dokumentacji technicznej, diagnozowania usterek oraz wykonywania bieżących czynności konserwacyjnych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Zintegrowanego Rejestru Kwalifikacji.

Kwalifikacja **Obsługa i utrzymanie ruchu stanowisk zrobotyzowanych** ma szczególne znaczenie dla niniejszego raportu, ponieważ odnosi się bezpośrednio do praktycznych zadań wykonywanych na stanowiskach zrobotyzowanych. Może być wykorzystywana jako punkt odniesienia przy projektowaniu kursów i szkoleń dla operatorów, pracowników utrzymania ruchu, techników oraz osób przygotowujących się do pracy w środowisku zautomatyzowanej produkcji przemysłowej.

Oprócz kwalifikacji bezpośrednio związanej z robotyką można wskazać kwalifikacje uzupełniające, które wspierają rozwój kompetencji potrzebnych w dziedzinie robotyki, automatyzacji i Przemysłu 4.0.

Tabela 7. Wybrane kwalifikacje uzupełniające powiązane z robotyką

Nazwa kwalifikacji	Poziom PRK	Charakter powiązania z robotyką	Uzasadnienie
Programowanie w języku C/C++	4	pośrednie	Języki C/C++ są istotne w systemach wbudowanych, elektronice, automatyce, sterowaniu i rozwiązaniach technicznych wykorzystywanych w robotyce.
Programowanie w języku Python	4	pośrednie	Python jest wykorzystywany w automatyzacji, analizie danych, prototypowaniu, sztucznej inteligencji, robotyce edukacyjnej i badawczo-rozwojowej.

Projektowanie i budowanie architektury modeli uczenia maszynowego	6	pośrednie	Kompetencje z zakresu uczenia maszynowego są istotne dla robotyki autonomicznej, systemów wizyjnych, analizy danych z czujników i predykcyjnego utrzymania ruchu.
Projektowanie automatyzacji procesów biznesowych	6	pośrednie	Kwalifikacja nie dotyczy bezpośrednio robotów przemysłowych, ale wspiera szersze rozumienie automatyzacji, cyfryzacji i usprawniania procesów.
Pomoc w obsłudze maszyn i urządzeń do przetwórstwa tworzyw sztucznych – pomocnik ustawiacza w procesie wtryskiwania	3	pośrednie	Wiele stanowisk wtryskowych funkcjonuje w środowisku zautomatyzowanym, z wykorzystaniem manipulatorów, robotów odbierających detale i urządzeń peryferyjnych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie analizy kwalifikacji powiązanych z robotyką, automatyką i technologiami przemysłowymi.

Wskazane kwalifikacje uzupełniające nie zastępują kwalifikacji stricte robotycznych, ale mogą wspierać rozwój kompetencji potrzebnych w pracy z systemami zrobotyzowanymi. Dotyczy to szczególnie programowania, systemów wbudowanych, automatyzacji, analizy danych, sztucznej inteligencji oraz pracy w środowisku produkcyjnym.

Kwalifikacje sektorowe i obszary kwalifikacyjne procedowane lub niewprowadzone do Zintegrowanego Rejestru Kwalifikacji (stan na 15.06.2026)

Oprócz kwalifikacji wpisanych do ZRK należy wskazać również kwalifikacje sektorowe, obszary kwalifikacyjne i kursy rozwijane w ramach Branżowych Centrów Umiejętności lub zgłoszone jako wnioski o włączenie do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji. Nie należy ich traktować jako kwalifikacji już wprowadzonych do ZRK, jeżeli nie posiadają statusu pozytywnie rozpatrzonego i wpisu w rejestrze.

W raporcie należy zatem wyraźnie rozróżnić:

1. kwalifikacje wprowadzone do ZRK;
2. kwalifikacje sektorowe procedowane lub opracowane jako wnioski;
3. kursy i obszary szkoleniowe realizowane w ramach edukacji pozaformalnej sektorowej;
4. kwalifikacje opracowane w ramach Branżowych Centrów Umiejętności.

Tabela 8. Kwalifikacje sektorowe i obszary kwalifikacyjne powiązane z robotyką, niewprowadzone do ZRK

Nazwa kwalifikacji / obszaru	Proponowany poziom PRK / poziom	Status	Znaczenie dla robotyki
Zarządzanie flotą robotów	-	kurs / obszar sektorowy, niewprowadzony do ZRK	Dotyczy zarządzania flotą robotów, w szczególności robotów mobilnych AMR, systemów FMS oraz integracji z procesami logistycznymi i produkcyjnymi.
Automatyzowanie procesów produkcji poprzez programowanie i integrację robota przemysłowego 6-osiowego z frezarką sterowaną numerycznie	5	kwalifikacja sektorowa opracowana / procedowana, niewprowadzona do ZRK	Dotyczy programowania i integracji robota przemysłowego 6-osiowego z frezarką CNC w zautomatyzowanym gnieździe produkcyjnym.
Automatyzowanie procesów produkcji poprzez programowanie i integrację robota przemysłowego 6-osiowego z tokarką sterowaną numerycznie	5	kwalifikacja sektorowa opracowana / procedowana, niewprowadzona do ZRK	Dotyczy programowania i integracji robota przemysłowego 6-osiowego z tokarką CNC.
Wykorzystywanie systemów wizyjnych do kontroli jakości i sterowania robotami	5	kwalifikacja sektorowa opracowana / procedowana, niewprowadzona do ZRK	Dotyczy stosowania systemów wizyjnych w kontroli jakości, pozycjonowaniu detali, sterowaniu robotem i integracji z PLC lub robotem.
Programowanie cobotów		kurs / obszar sektorowy, niewprowadzony do ZRK	Dotyczy programowania robotów współpracujących, przygotowania aplikacji, konfiguracji pracy cobota i podstaw bezpieczeństwa.
Programowanie robota przemysłowego dla początkujących		kurs / obszar sektorowy, niewprowadzony do ZRK	Obejmuje podstawy obsługi, programowania i przygotowania robota przemysłowego do realizacji prostych zadań technologicznych.
Obsługa i programowanie autonomicznych robotów AMR		kurs / obszar sektorowy, niewprowadzony do ZRK	Dotyczy obsługi, konfiguracji, programowania tras i podstaw optymalizacji pracy robotów

			mobilnych w logistyce i transporcie wewnętrznym.
Obsługa i serwisowanie robotów przemysłowych – kurs dla służb utrzymania ruchu		kurs / obszar sektorowy, niewprowadzony do ZRK	Obejmuje diagnostykę, czynności serwisowe, reagowanie na błędy i utrzymanie ciągłości pracy stanowisk zrobotyzowanych.
Obsługa i programowanie robotów przemysłowych – kurs dla integratorów		kurs / obszar sektorowy, niewprowadzony do ZRK	Dotyczy konfiguracji robota, integracji z urządzeniami peryferyjnymi, komunikacji przemysłowej i przygotowania aplikacji robota.

Źródło: opracowanie własne na podstawie analizy kwalifikacji, kursów i obszarów szkoleniowych powiązanych z robotyką.

Z punktu widzenia rynku pracy szczególnie istotne są kwalifikacje i kursy ukierunkowane na praktyczne umiejętności. Dotyczy to przede wszystkim obsługi i utrzymania ruchu stanowisk zrobotyzowanych, programowania robotów przemysłowych, integracji robotów z obrabiarkami CNC, wykorzystania systemów wizyjnych, obsługi robotów mobilnych AMR oraz zarządzania flotą robotów.

Należy podkreślić, że kwalifikacje i obszary wskazane jako procedowane, projektowane lub realizowane w ramach BCU nie powinny być opisywane jako kwalifikacje wprowadzone do ZRK, dopóki nie posiadają odpowiedniego statusu w Zintegrowanym Rejestrze Kwalifikacji. W raporcie należy stosować bezpieczne określenia: „kwalifikacja procedowana”, „kwalifikacja opracowana jako wniosek”, „obszar szkoleniowy”, „kurs sektorowy” albo „kwalifikacja niewprowadzona do ZRK”.

Podsumowanie

W obszarze robotyki można obecnie wyróżnić jedną kwalifikację wprowadzoną do ZRK, bezpośrednio odnoszącą się do obsługi i utrzymania ruchu stanowisk zrobotyzowanych, oraz szereg kwalifikacji, kursów i obszarów szkoleniowych o statusie procedowanym, projektowanym lub sektorowym. Z perspektywy rozwoju rynku pracy szczególnie ważne jest tworzenie praktycznych ścieżek szkoleniowych odpowiadających na potrzeby różnych grup odbiorców: operatorów, techników, pracowników utrzymania ruchu, integratorów, nauczycieli kształcenia zawodowego oraz kadry odpowiedzialnej za wdrażanie automatyzacji i robotyzacji w przedsiębiorstwach.

3.2 Opisy informacji o zawodach istotne dla robotyki

Robotyka jako dziedzina rynku pracy obejmuje wiele zawodów i ról zawodowych, które wzajemnie się uzupełniają. Nie ogranicza się wyłącznie do stanowiska inżyniera robotyka lub technika robotyka. W praktyce funkcjonowanie systemów zrobotyzowanych wymaga współpracy specjalistów odpowiedzialnych za projektowanie, programowanie, integrację, obsługę, diagnostykę, serwis, utrzymanie ruchu, bezpieczeństwo oraz optymalizację procesów.

Z punktu widzenia niniejszej diagnozy szczególne znaczenie mają zawody i role zawodowe, które można pogrupować w kilka głównych obszarów:

1. projektowanie i wdrażanie systemów robotycznych;
2. obsługa i eksploatacja stanowisk zrobotyzowanych;
3. programowanie robotów i systemów sterowania;
4. utrzymanie ruchu, diagnostyka i serwis;
5. integracja systemów przemysłowych;
6. systemy wizyjne, sensoryka i kontrola jakości;
7. roboty mobilne, logistyka i intralogistyka;
8. bezpieczeństwo maszyn, dokumentacja techniczna i zgodność z normami.

Najważniejsze zawody i role zawodowe istotne dla dziedziny robotyki przedstawiono poniżej.

Tabela 9. Kluczowe zawody i role zawodowe istotne dla robotyki

Zawód / rola zawodowa	Znaczenie dla robotyki	Typowe zadania zawodowe	Kluczowe kompetencje
Inżynier automatyki i robotyki	Kluczowa rola projektowa, wdrożeniowa i optymalizacyjna.	Projektowanie i uruchamianie systemów automatyki i robotyki, programowanie robotów, integracja z PLC, optymalizacja procesów, nadzór nad wdrożeniami.	robotyka przemysłowa, automatyka, PLC, programowanie robotów, bezpieczeństwo maszyn, analiza procesu, dokumentacja techniczna
Technik robotyk	Kluczowy zawód techniczny związany z praktyczną obsługą i eksploatacją systemów robotyki.	Montaż, uruchamianie, obsługa, eksploatacja i programowanie systemów robotyki oraz układów automatyki przemysłowej.	obsługa robota, podstawy programowania, diagnostyka, BHP, dokumentacja techniczna, podstawy automatyki i mechatroniki

Technik automatyk	Ważna rola w obsłudze układów automatyki i linii zrobotyzowanych.	Montaż, uruchamianie, obsługa i konserwacja układów automatyki przemysłowej, sterowników, czujników i napędów.	automatyka, PLC, sensoryka, napędy, schematy elektryczne, diagnostyka układów sterowania
Technik mechatronik	Zawód pokrewny, łączący mechanikę, elektronikę, automatykę i informatykę.	Obsługa, diagnostyka i konserwacja urządzeń mechatronicznych, zautomatyzowanych stanowisk i elementów systemów robotycznych.	mechatronika, mechanika, elektronika, pneumatyka, hydraulika, podstawy sterowania i programowania
Operator robotów i manipulatorów przemysłowych	Rola związana z bezpośrednią obsługą stanowisk zrobotyzowanych.	Obsługa robota lub manipulatora, nadzorowanie pracy stanowiska, reagowanie na podstawowe błędy, przestrzeganie procedur bezpieczeństwa.	bezpieczna obsługa stanowiska, panel operatorski, podstawowa diagnostyka, BHP, organizacja pracy
Specjalista utrzymania ruchu	Rola niezbędna dla zapewnienia ciągłości pracy stanowisk zrobotyzowanych.	Diagnostyka usterek, konserwacja, usuwanie awarii, współpraca z automatykami, serwisem i integratorami.	diagnostyka, elektryka, mechanika, automatyka, dokumentacja techniczna, prewencyjne i predykcyjne utrzymanie ruchu
Programista PLC / automatyk przemysłowy	Rola wspierająca integrację robota z linią produkcyjną i systemami sterowania.	Programowanie sterowników, konfiguracja komunikacji przemysłowej, integracja robota z urządzeniami peryferyjnymi i systemami produkcyjnymi.	PLC, HMI, SCADA, komunikacja przemysłowa, czujniki, napędy, bezpieczeństwo
Integrator systemów robotycznych	Rola odpowiedzialna za kompleksowe wdrażanie stanowisk zrobotyzowanych.	Dobór robota, projektowanie stanowiska, programowanie, integracja urządzeń, testy, uruchomienie, szkolenie użytkowników.	programowanie robotów, PLC, systemy wizyjne, bezpieczeństwo maszyn, projektowanie stanowisk, komunikacja z klientem

Specjalista systemów wizyjnych	Rola ważna dla kontroli jakości i sterowania robotami na podstawie danych obrazowych.	Dobór kamer, oświetlenia i optyki, konfiguracja systemów wizyjnych, kalibracja, integracja z robotem lub PLC.	wizja maszynowa, analiza obrazu, sensoryka, kalibracja, kontrola jakości, integracja z automatyką
Specjalista robotów mobilnych AMR/AGV	Rola związana z automatyzacją logistyki i transportu wewnętrznego.	Konfiguracja tras, zarządzanie flotą robotów, diagnostyka systemów mobilnych, integracja z systemami magazynowymi.	AMR, AGV, intralogistyka, systemy WMS/MES, bezpieczeństwo ruchu, analiza danych
Serwisant / inżynier aplikacyjny robotów	Rola wspierająca użytkowników robotów przed wdrożeniem i po wdrożeniu.	Instalacja, konfiguracja, serwis, szkolenia, doradztwo techniczne, diagnozowanie problemów u klienta.	znajomość robotów, diagnostyka, kontakt z klientem, dokumentacja, szkolenie użytkowników
Specjalista ds. bezpieczeństwa maszyn i systemów przemysłowych	Rola wspierająca bezpieczne wdrażanie i eksploatację robotów.	Ocena ryzyka, dobór zabezpieczeń, analiza zgodności z normami, przygotowanie dokumentacji bezpieczeństwa.	bezpieczeństwo maszyn, ocena ryzyka, normy techniczne, dokumentacja, organizacja stanowiska pracy

Źródło: opracowanie własne na podstawie analizy zawodów, stanowisk pracy i wymagań kompetencyjnych powiązanych z dziedziną robotyki.

Analiza zawodów i ról zawodowych pokazuje, że rynek pracy w robotyce wymaga kompetencji wielopoziomowych. Część zadań wymaga przygotowania inżynierskiego, szczególnie w zakresie projektowania, integracji i optymalizacji systemów. Inne zadania mogą być realizowane przez techników, operatorów i pracowników utrzymania ruchu, pod warunkiem posiadania praktycznych umiejętności obsługi, diagnostyki i bezpiecznej eksploatacji stanowisk zrobotyzowanych.

Szczególne znaczenie z punktu widzenia kształcenia zawodowego mają zawody techniczne, takie jak technik robotyk, technik automatyk, technik mechatronik oraz operator robotów i manipulatorów przemysłowych. Są one bezpośrednio powiązane z potrzebami przedsiębiorstw wykorzystujących roboty w produkcji, logistyce i utrzymaniu ruchu.

Warto również podkreślić znaczenie zawodów i ról pokrewnych. Robotyka w praktyce przemysłowej nie funkcjonuje w oderwaniu od automatyki, informatyki, mechaniki, elektroniki i organizacji procesu produkcyjnego. Dlatego pracodawcy coraz częściej poszukują osób posiadających kompetencje interdyscyplinarne, pozwalające rozumieć nie tylko pracę robota, ale całego stanowiska zrobotyzowanego oraz jego powiązania z procesem technologicznym.

Z perspektywy rynku pracy istotne jest również rozróżnienie poziomów odpowiedzialności. Operator stanowiska zrobotyzowanego powinien przede wszystkim bezpiecznie obsługiwać robota, reagować na podstawowe komunikaty i przestrzegać procedur. Technik powinien dodatkowo diagnozować usterki, wykonywać czynności konserwacyjne, wspierać uruchamianie i rozumieć dokumentację techniczną. Inżynier lub integrator powinien natomiast projektować, programować, optymalizować i wdrażać bardziej złożone systemy robotyczne.

Takie rozróżnienie ma znaczenie przy projektowaniu oferty szkoleniowej. Kursy i kwalifikacje w dziedzinie robotyki powinny być budowane modułowo, z uwzględnieniem różnych grup odbiorców: operatorów, techników, pracowników utrzymania ruchu, integratorów, nauczycieli kształcenia zawodowego, kadry inżynierskiej oraz osób odpowiedzialnych za wdrażanie automatyzacji w przedsiębiorstwach.

3.3 Klasyfikacja zawodów szkolnictwa branżowego i podstawy programowe kształcenia w zawodach – odpowiadające na potrzeby branży i rynku.

Rozwój robotyki, automatyzacji, systemów cyberfizycznych, sztucznej inteligencji oraz technologii Przemysłu 4.0 powoduje wzrost zapotrzebowania na absolwentów posiadających praktyczne kompetencje techniczne, cyfrowe i organizacyjne. Szczególne znaczenie ma przygotowanie kadr na poziomie szkolnictwa branżowego, ponieważ wiele zadań związanych z obsługą, eksploatacją, diagnostyką i utrzymaniem stanowisk zrobotyzowanych może być realizowanych przez techników i pracowników średniego szczebla technicznego.

W klasyfikacji zawodów szkolnictwa branżowego zawodem bezpośrednio odpowiadającym na potrzeby dziedziny robotyki jest technik robotyki. Zawód ten jest szczególnie istotny dla przedsiębiorstw wykorzystujących roboty przemysłowe, układy automatyki, stanowiska zrobotyzowane, systemy sterowania oraz rozwiązania Przemysłu 4.0.

Technik robotyk przygotowujący jest do wykonywania zadań zawodowych związanych z montażem, uruchamianiem, obsługą, eksploatacją i programowaniem systemów robotyki. Kształcenie w tym zawodzie obejmuje dwie kwalifikacje:

Tabela 10. Kwalifikacje wyodrębnione w zawodzie technik robotyk

Kod kwalifikacji	Nazwa kwalifikacji	Znaczenie dla rynku pracy
ELM.07	Montaż, uruchamianie i obsługa systemów robotyki	Kwalifikacja przygotowuje do wykonywania zadań związanych z montażem elementów systemów robotyki, uruchamianiem układów, obsługą systemów robotycznych oraz przestrzeganiem zasad bezpieczeństwa pracy na stanowiskach zrobotyzowanych.

ELM.08	Eksplatacja i programowanie systemów robotyki	Kwalifikacja rozwija kompetencje związane z eksploatacją, diagnostyką, programowaniem, nadzorowaniem pracy systemów robotyki oraz reagowaniem na problemy występujące w pracy stanowisk zrobotyzowanych.
--------	---	--

Źródło: opracowanie własne na podstawie podstawy programowej kształcenia w zawodzie technik robotyk.

Z punktu widzenia potrzeb rynku pracy szczególne znaczenie mają efekty kształcenia związane z praktyczną obsługą stanowisk zrobotyzowanych, programowaniem robotów, diagnostyką usterek, eksploatacją systemów robotyki, pracą z dokumentacją techniczną, bezpieczeństwem maszyn oraz współpracą robotów z innymi elementami procesu produkcyjnego.

Oprócz zawodu technik robotyk znaczenie dla dziedziny robotyki mają również inne zawody szkolnictwa branżowego, które rozwijają kompetencje pokrewne i uzupełniające.

Tabela 11. Zawody szkolnictwa branżowego powiązane z dziedziną robotyki

Zawód	Charakter powiązania z robotyką	Znaczenie dla rynku pracy
Technik robotyk	bezpośrednie	Przygotowanie do montażu, uruchamiania, obsługi, eksploatacji i programowania systemów robotyki.
Technik automatyk	bezpośrednie / pokrewne	Przygotowanie do pracy z układami automatyki przemysłowej, sterownikami, czujnikami, napędami oraz liniami zautomatyzowanymi.
Technik mechatronik	pokrewne	łączenie kompetencji z mechaniki, elektroniki, automatyki i informatyki, istotnych dla obsługi i diagnostyki urządzeń mechatronicznych oraz stanowisk zrobotyzowanych.
Technik elektronik	uzupełniające	Rozwijanie kompetencji z zakresu układów elektronicznych, pomiarów, diagnostyki, czujników i elementów stosowanych w systemach robotyki.
Technik programista	uzupełniające	Rozwijanie kompetencji programistycznych przydatnych w automatyzacji, systemach wbudowanych, aplikacjach przemysłowych i analizie danych.

Technik informatyk	uzupełniające	Wsparcie infrastruktury informatycznej, sieci, systemów cyfrowych i rozwiązań IT wykorzystywanych w środowisku przemysłowym.
Elektromechanik	pokrewne / uzupełniające	Kompetencje związane z montażem, obsługą i naprawą urządzeń elektrycznych oraz elektromechanicznych wykorzystywanych w procesach przemysłowych.
Monter mechatronik	pokrewne / uzupełniające	Przygotowanie do montażu, obsługi i konserwacji urządzeń mechatronicznych, istotnych w środowisku automatyzacji i robotyki.
Automatyk	pokrewne	Przygotowanie do obsługi i utrzymania układów automatyki, systemów sterowania oraz urządzeń wykorzystywanych w procesach produkcyjnych.
Elektronik	uzupełniające	Kompetencje związane z montażem, konserwacją i naprawą układów elektronicznych wykorzystywanych w urządzeniach technicznych i systemach automatyki.

Źródło: opracowanie własne na podstawie analizy zawodów szkolnictwa branżowego powiązanych z robotyką, automatyką, mechatroniką, elektroniką i informatyką.

Analiza zawodów szkolnictwa branżowego pokazuje, że technik robotyk powinien być traktowany jako zawód centralny dla dziedziny robotyki. Jednocześnie przygotowanie kadr dla branży wymaga także wykorzystywania potencjału zawodów pokrewnych, szczególnie technika automatyka, technika mechatronika, technika elektronika i technika programisty. W praktyce przemysłowej pracownicy wykonujący zadania związane z robotyką często łączą kompetencje z kilku obszarów.

Podstawy programowe kształcenia w zawodach powiązanych z robotyką powinny odpowiadać na realne potrzeby przedsiębiorstw.

Oznacza to konieczność wzmocnienia przede wszystkim praktycznych efektów kształcenia, takich jak:

1. obsługa i programowanie robotów przemysłowych;
2. montaż i uruchamianie elementów systemów robotyki;
3. diagnostyka i eksploatacja stanowisk zrobotyzowanych;
4. podstawy automatyki przemysłowej i sterowników PLC;
5. praca z czujnikami, napędami i urządzeniami wykonawczymi;
6. integracja robota z urządzeniami peryferyjnymi;

7. obsługa systemów wizyjnych i podstawy kontroli jakości;
8. bezpieczeństwo maszyn i ocena ryzyka;
9. czytanie dokumentacji technicznej, elektrycznej i pneumatycznej;
10. podstawy komunikacji przemysłowej;
11. współpraca człowieka z robotem, w tym z robotami współpracującymi;
12. podstawy utrzymania ruchu i reagowania na awarie.

Z punktu widzenia rynku pracy szczególnie istotne jest, aby kształcenie w zawodach powiązanych z robotyką miało charakter praktyczny i projektowy. Uczniowie powinni mieć możliwość pracy na rzeczywistych lub dydaktycznych stanowiskach zrobotyzowanych, programowania robotów, diagnozowania usterek, wykonywania ćwiczeń z zakresu bezpieczeństwa, pracy z dokumentacją oraz rozwiązywania problemów zbliżonych do tych, które występują w przedsiębiorstwach.

Ważnym kierunkiem rozwoju jest również współpraca szkół, Branżowych Centrów Umiejętności, pracodawców, uczelni technicznych i firm integratorskich. Tylko taka współpraca pozwala aktualizować treści kształcenia, doposażać pracownie, organizować praktyki i staże, prowadzić szkolenia dla nauczycieli oraz dostosowywać kształcenie do zmian technologicznych.

Kierunki dalszego rozwoju kształcenia w dziedzinie robotyki powinny obejmować:

1. rozwijanie specjalistycznych pracowni robotycznych i stanowisk dydaktycznych;
2. zwiększenie udziału zajęć praktycznych, projektowych i problemowych;
3. rozwijanie modułów związanych z Przemysłem 4.0, robotami mobilnymi, systemami wizyjnymi, PLC, cobotami i bezpieczeństwem maszyn;
4. wzmacnianie współpracy szkół z przedsiębiorstwami wykorzystującymi robotykę;
5. organizację szkoleń branżowych dla nauczycieli kształcenia zawodowego;
6. rozwijanie krótkich form szkoleniowych i kwalifikacji sektorowych dla uczniów, absolwentów i pracowników;
7. wspieranie certyfikacji praktycznych kompetencji branżowych;
8. rozwijanie kształcenia dualnego oraz staży w przedsiębiorstwach;
9. aktualizowanie treści kształcenia zgodnie ze zmianami technologii robotycznych;
10. wzmacnianie kompetencji cyfrowych, technicznych i społecznych uczniów.

Podsumowując, szkolnictwo branżowe odgrywa kluczową rolę w przygotowaniu kadr dla dziedziny robotyki. Zawód technik robotyk oraz zawody pokrewne powinny być rozwijane w ścisłym powiązaniu z potrzebami przemysłu, logistyką, automatyką, integracją systemów i utrzymaniem ruchu. Najważniejszym kierunkiem rozwoju jest praktyczne przygotowanie absolwentów do pracy z rzeczywistymi systemami robotyki i automatyzacji.

3.4 Analiza dostępnych ofert pracy w kontekście zapotrzebowania rynku pracy oraz dziedziny robotyka

Analiza ofert pracy została przeprowadzona w celu rozpoznania rzeczywistych oczekiwań pracodawców wobec kandydatów do pracy na stanowiskach powiązanych z robotyką, automatyką, mechatroniką, utrzymaniem ruchu, programowaniem systemów sterowania oraz integracją systemów przemysłowych. Oferty pracy stanowią ważne źródło informacji o aktualnym zapotrzebowaniu rynku, ponieważ pokazują nie tylko nazwy stanowisk, ale także wymagane umiejętności, technologie, doświadczenie, kwalifikacje oraz kompetencje społeczne oczekiwane przez pracodawców.

Analizą objęto ogłoszenia dotyczące stanowisk bezpośrednio lub pośrednio związanych z robotyką przemysłową, automatyzacją procesów produkcyjnych, systemami zrobotyzowanymi, utrzymaniem ruchu, programowaniem PLC, systemami wizyjnymi oraz technologiami Przemysłu 4.0. Uwzględniono zarówno stanowiska inżynierskie, jak i techniczne oraz operatorskie.

Najczęściej identyfikowane stanowiska i role zawodowe można pogrupować w następujące kategorie:

Tabela 12. Grupy stanowisk identyfikowane w ofertach pracy powiązanych z robotyką

Grupa stanowisk	Przykładowe nazwy stanowisk	Charakter zapotrzebowania
Robotyka i automatyka przemysłowa	inżynier robotyk, inżynier automatyki i robotyki, automatyk, inżynier automatyk	stanowiska związane z projektowaniem, wdrażaniem, programowaniem i optymalizacją systemów automatyki oraz robotyki
Utrzymanie ruchu	technik utrzymania ruchu, automatyk utrzymania ruchu, elektromechanik, mechatronik	stanowiska związane z zapewnieniem ciągłości pracy maszyn, linii produkcyjnych i stanowisk zrobotyzowanych
Programowanie i sterowanie	programista PLC, automatyk PLC, inżynier systemów sterowania	stanowiska związane z programowaniem sterowników, integracją urządzeń, komunikacją przemysłową i systemami HMI/SCADA

Integracja systemów	integrator systemów robotycznych, inżynier wdrożeń, inżynier aplikacyjny	stanowiska związane z doбором, uruchamianiem i integracją robotów z procesami produkcyjnymi oraz urządzeniami peryferyjnymi
Obsługa stanowisk zrobotyzowanych	operator robotów, operator stanowiska zrobotyzowanego, operator linii zautomatyzowanej	stanowiska związane z bezpieczną obsługą robota, nadzorowaniem pracy stanowiska i reagowaniem na podstawowe nieprawidłowości
Systemy wizyjne i kontrola jakości	specjalista systemów wizyjnych, inżynier jakości, inżynier procesu	stanowiska związane z wykorzystaniem kamer, czujników, systemów kontroli jakości i integracji wizji maszynowej z robotami
Roboty mobilne i intralogistyka	specjalista AMR/AGV, inżynier automatyzacji magazynu, specjalista ds. intralogistyki	stanowiska związane z automatyzacją transportu wewnętrznego, zarządzaniem flotą robotów mobilnych i integracją z systemami magazynowymi

Źródło: opracowanie własne na podstawie analizy ofert pracy powiązanych z robotyką i automatyką przemysłową.

Analiza ofert pracy wskazuje, że pracodawcy najczęściej poszukują kandydatów posiadających kompetencje łączące wiedzę techniczną, praktyczną znajomość urządzeń przemysłowych oraz umiejętność rozwiązywania problemów w środowisku produkcyjnym. Wymagania nie ograniczają się wyłącznie do znajomości robota jako urządzenia. Bardzo często dotyczą całego stanowiska zrobotyzowanego, obejmującego układy sterowania, czujniki, napędy, systemy bezpieczeństwa, urządzenia peryferyjne, komunikację przemysłową oraz dokumentację techniczną.

Do najczęściej wymaganych i poszukiwanych kompetencji technicznych należą:

1. obsługa i programowanie robotów przemysłowych;
2. znajomość podstaw automatyki przemysłowej;
3. programowanie sterowników PLC;
4. diagnostyka usterek maszyn, urządzeń i stanowisk zrobotyzowanych;
5. znajomość systemów HMI, SCADA lub MES;
6. umiejętność czytania dokumentacji technicznej, elektrycznej, pneumatycznej i mechanicznej;
7. znajomość czujników, napędów, układów wykonawczych i systemów bezpieczeństwa;
8. podstawy komunikacji przemysłowej;
9. obsługa i konfiguracja systemów wizyjnych;

10. znajomość zasad utrzymania ruchu, konserwacji i prewencji awarii;
11. umiejętność uruchamiania, testowania i optymalizacji stanowisk;
12. znajomość zasad BHP i bezpieczeństwa maszyn.

W ofertach pracy coraz częściej pojawiają się również kompetencje związane z nowoczesnymi technologiami przemysłowymi. Dotyczy to w szczególności robotów współpracujących, robotów mobilnych AMR/AGV, systemów wizyjnych, predykcyjnego utrzymania ruchu, analizy danych produkcyjnych, cyfrowych bliźniaków, symulacji oraz programowania offline.

Tabela 13. Najważniejsze kompetencje identyfikowane w ofertach pracy

Obszar kompetencji	Przykładowe wymagania pracodawców	Znaczenie dla robotyki
Roboty przemysłowe	obsługa, programowanie, kalibracja, diagnozowanie błędów	bezpośrednia praca ze stanowiskami zrobotyzowanymi
Automatyka i PLC	sterowniki PLC, HMI, SCADA, układy sterowania	integracja robota z linią produkcyjną
Utrzymanie ruchu	diagnostyka, konserwacja, usuwanie awarii, prewencja	zapewnienie ciągłości pracy stanowisk
Dokumentacja techniczna	schematy elektryczne, pneumatyczne, mechaniczne, instrukcje	bezpieczna obsługa, serwis i uruchamianie systemów
Systemy wizyjne	kamery, oświetlenie, kalibracja, kontrola jakości	sterowanie robotem i kontrola procesu
Bezpieczeństwo maszyn	ocena ryzyka, procedury, osłony, kurtyny, normy	bezpieczna eksploatacja stanowisk zrobotyzowanych
Komunikacja przemysłowa	sieci przemysłowe, wymiana danych, integracja urządzeń	połączenie robota z systemami produkcyjnymi
Analiza danych i Przemysł 4.0	dane produkcyjne, predykcja awarii, optymalizacja procesu	rozwój inteligentnych systemów produkcyjnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie analizy ofert pracy.

Oprócz kompetencji technicznych pracodawcy wskazują również kompetencje miękkie i organizacyjne. Są one szczególnie ważne, ponieważ praca w robotyce najczęściej odbywa się zespołowo i wymaga współpracy z produkcją, utrzymaniem ruchu, automatykami, inżynierami procesu, integratorami, serwisem oraz kadrą zarządzającą.

Do najczęściej oczekiwanych kompetencji miękkich i organizacyjnych należą:

1. umiejętność rozwiązywania problemów technicznych;
2. samodzielność i odpowiedzialność;
3. dokładność i przestrzeganie procedur;
4. komunikacja techniczna;
5. praca zespołowa;
6. gotowość do uczenia się nowych technologii;
7. umiejętność pracy pod presją czasu;
8. analityczne myślenie;
9. dobra organizacja pracy;
10. gotowość do pracy zmianowej lub wyjazdowej, szczególnie w przypadku integratorów i serwisantów.

Analiza ofert pracy pozwala wskazać kilka najważniejszych luk kompetencyjnych. Pracodawcy poszukują osób, które posiadają praktyczne doświadczenie w pracy z rzeczywistymi systemami przemysłowymi. Brakuje kandydatów łączących znajomość robotów z automatyką, PLC, utrzymaniem ruchu, systemami bezpieczeństwa i dokumentacją techniczną. Widoczna jest również potrzeba rozwijania kompetencji w obszarze systemów wizyjnych, robotów mobilnych AMR/AGV, integracji urządzeń oraz diagnostyki stanowisk zrobotyzowanych.

Z punktu widzenia projektowania oferty szkoleniowej oznacza to potrzebę rozwijania kursów i kwalifikacji ukierunkowanych na:

1. podstawową obsługę stanowisk zrobotyzowanych;
2. programowanie robotów przemysłowych;
3. diagnostykę i utrzymanie ruchu stanowisk zrobotyzowanych;
4. integrację robota z PLC i urządzeniami peryferyjnymi;
5. bezpieczeństwo maszyn i pracę zgodną z procedurami;
6. systemy wizyjne i kontrolę jakości;
7. roboty mobilne AMR/AGV i intralogistykę;
8. praktyczne projekty wdrożeniowe;

9. pracę z dokumentacją techniczną;
10. kompetencje miękkie potrzebne w środowisku przemysłowym.

Podsumowując, analiza ofert pracy potwierdza, że rynek pracy w dziedzinie robotyki potrzebuje pracowników o kompetencjach interdyscyplinarnych. Największe znaczenie mają umiejętności praktyczne, pozwalające obsługiwać, diagnozować, programować, integrować i utrzymywać systemy zrobotyzowane. Wymagania pracodawców wskazują jednoznacznie, że oferta edukacyjna i szkoleniowa powinna być silnie powiązana z realnymi warunkami pracy w przedsiębiorstwach.

3.5 Europejska klasyfikacja umiejętności/kompetencji, kwalifikacji i zawodów (ESCO) w odniesieniu do branży.

Europejska klasyfikacja umiejętności, kompetencji, kwalifikacji i zawodów ESCO stanowi narzędzie porządkujące relacje pomiędzy zawodami, umiejętnościami i kwalifikacjami na europejskim rynku pracy. W kontekście niniejszego raportu ESCO może być wykorzystane jako punkt odniesienia do opisu zawodów i kompetencji powiązanych z robotyką, automatyką, mechatroniką, informatyką przemysłową i zaawansowaną produkcją.

Robotyka w ujęciu ESCO nie jest traktowana jako całkowicie odrębny, zamknięty obszar zawodowy. Jest powiązana z kilkoma szerszymi dziedzinami, w szczególności z:

1. automatyką i systemami sterowania;
2. elektroniką i elektrotechniką;
3. mechatroniką;
4. informatyką przemysłową;
5. programowaniem i systemami wbudowanymi;
6. zaawansowaną produkcją;
7. utrzymaniem ruchu i diagnostyką urządzeń;
8. systemami bezpieczeństwa;
9. analizą danych, sztuczną inteligencją i technologiami Przemysłu 4.0.

Takie ujęcie potwierdza interdyscyplinarny charakter robotyki. Praca z robotami wymaga nie tylko znajomości samego urządzenia, ale również rozumienia układów sterowania, czujników,

napędów, systemów wizyjnych, komunikacji przemysłowej, programowania, dokumentacji technicznej oraz organizacji procesu produkcyjnego.

Wśród profili zawodowych szczególnie istotnych dla dziedziny robotyki zawiera poniższa tabela.

Tabela 14. Wybrane profile zawodowe ESCO powiązane z robotyką

Profil zawodowy ESCO	Polski odpowiednik / zadania zawodowe	Znaczenie dla dziedziny robotyki
Robotics engineer	inżynier robotyk / inżynier automatyki i robotyki	Projektowanie, rozwijanie, wdrażanie i optymalizacja systemów robotycznych.
Robotics engineering technician	technik robotyk / technik automatyki i robotyki	Wsparcie techniczne w zakresie montażu, uruchamiania, obsługi, testowania i utrzymania systemów robotyki.
Industrial robot controller	operator robotów przemysłowych / operator stanowiska zrobotyzowanego	Obsługa i nadzorowanie pracy robotów przemysłowych oraz reagowanie na podstawowe nieprawidłowości.
Automation engineer	inżynier automatyk	Projektowanie i wdrażanie systemów automatyki przemysłowej, w tym układów współpracujących z robotami.
Automation engineering technician	technik automatyk	Obsługa, diagnostyka, utrzymanie i uruchamianie układów automatyki przemysłowej.
Mechatronics technician	technik mechatronik	Obsługa i diagnostyka urządzeń mechatronicznych, które stanowią istotne zaplecze techniczne robotyki.
PLC programmer	programista PLC / automatyk PLC	Programowanie i integracja sterowników PLC z robotami, liniami produkcyjnymi i urządzeniami peryferyjnymi.
Maintenance technician	technik utrzymania ruchu	Zapewnienie ciągłości pracy maszyn, urządzeń i stanowisk zrobotyzowanych.
Machine vision engineer / technician	specjalista systemów wizyjnych	Wykorzystanie systemów wizyjnych do kontroli jakości, pozycjonowania detali i sterowania robotami.

Źródło: opracowanie własne na podstawie klasyfikacji ESCO i analizy powiązań zawodów z dziedziną robotyki.

Analiza ESCO wskazuje, że kompetencje w dziedzinie robotyki można pogrupować w kilka głównych obszarów. Najważniejsze z nich przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 15. Kluczowe obszary kompetencji robotycznych w ujęciu ESCO

Obszar kompetencji	Przykładowe umiejętności	Znaczenie dla rynku pracy
Projektowanie i rozwój systemów robotycznych	projektowanie rozwiązań technicznych, dobór komponentów, analiza funkcjonalna, testowanie prototypów	Istotne dla inżynierów, konstruktorów, integratorów i osób odpowiedzialnych za rozwój systemów.
Instalacja, uruchamianie i testowanie robotów	montaż, konfiguracja, kalibracja, testowanie działania, przygotowanie stanowiska	Kluczowe dla techników, integratorów, serwisantów i pracowników wdrożeniowych.
Obsługa i monitorowanie robotów przemysłowych	praca z panelem operatorskim, nadzorowanie pracy robota, reagowanie na komunikaty i błędy	Ważne dla operatorów stanowisk zrobotyzowanych oraz pracowników produkcji.
Programowanie i sterowanie	programowanie robotów, programowanie PLC, konfiguracja komunikacji przemysłowej, integracja urządzeń	Niezbędne dla automatyków, programistów PLC, integratorów i inżynierów robotyki.
Diagnostyka, konserwacja i utrzymanie ruchu	wykrywanie usterek, konserwacja, wymiana elementów, analiza przyczyn awarii	Kluczowe dla techników utrzymania ruchu, serwisantów i pracowników technicznych.
Systemy wizyjne i sensoryka	dobór czujników, konfiguracja kamer, kalibracja, analiza obrazu, kontrola jakości	Istotne dla nowoczesnych stanowisk zrobotyzowanych i automatycznej kontroli jakości.
Bezpieczeństwo maszyn i stanowisk zrobotyzowanych	stosowanie procedur bezpieczeństwa, ocena ryzyka, znajomość zabezpieczeń, praca zgodnie z dokumentacją	Niezbędne dla wszystkich osób pracujących przy robotach i systemach zautomatyzowanych.
Technologie Przemysłu 4.0	analiza danych, cyfrowe bliźniaki, symulacja, predykcyjne utrzymanie ruchu, integracja systemów	Ważne dla rozwoju zaawansowanej produkcji i nowoczesnych kompetencji przemysłowych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie klasyfikacji ESCO i analizy kompetencji powiązanych z robotyką.

Z punktu widzenia niniejszego raportu ESCO potwierdza, że robotyka powinna być analizowana łącznie z automatyką, mechatroniką, informatyką przemysłową, elektroniką, programowaniem i zaawansowaną produkcją. Kompetencje robotyczne nie ograniczają się do obsługi robota, lecz obejmują cały cykl pracy ze stanowiskiem zrobotyzowanym: od projektowania i uruchamiania, przez programowanie i integrację, po diagnostykę, utrzymanie ruchu, bezpieczeństwo oraz optymalizację procesu.

Klasyfikacja ESCO może być również wykorzystana jako uzasadnienie dla projektowania kwalifikacji i szkoleń sektorowych w dziedzinie robotyki. Szczególnie przydatny jest modułowy podział kompetencji na obszary odpowiadające różnym rolam zawodowym, takim jak: operator robota, technik robotyk, technik automatyk, programista PLC, integrator systemów, specjalista utrzymania ruchu, specjalista systemów wizyjnych oraz specjalista robotów mobilnych.

Wnioski wynikające z analizy ESCO są następujące:

1. robotyka ma charakter interdyscyplinarny i powinna być opisywana w powiązaniu z automatyką, mechatroniką, elektroniką, informatyką i zaawansowaną produkcją;
2. kwalifikacje i szkolenia z zakresu robotyki powinny mieć charakter praktyczny oraz modułowy;
3. oferta szkoleniowa powinna obejmować różne poziomy zaawansowania: operatorski, techniczny, utrzymaniowy, programistyczny, integratorski i wdrożeniowy;
4. szczególne znaczenie mają kompetencje związane z obsługą, programowaniem, diagnostyką, integracją, bezpieczeństwem oraz utrzymaniem systemów robotycznych;
5. ESCO może wspierać porównywanie polskich kwalifikacji sektorowych z europejskim opisem zawodów i umiejętności.

Podsumowując, ESCO potwierdza kierunek przyjęty w niniejszej diagnozie: robotyka powinna być analizowana jako dziedzina obejmująca zawody, kwalifikacje i umiejętności z wielu obszarów technicznych i cyfrowych. Wnioski z klasyfikacji europejskiej wzmacniają potrzebę rozwijania praktycznych kwalifikacji sektorowych, kursów specjalistycznych i modułowych ścieżek szkoleniowych odpowiadających realnym potrzebom przedsiębiorstw.

3.6 Kompetencje miękkie w dziedzinie robotyka

Kompetencje miękkie i kluczowe odgrywają istotną rolę w dziedzinie robotyki, mimo że obszar ten jest najczęściej kojarzony przede wszystkim z kompetencjami technicznymi. Praca z robotami, systemami automatyki, liniami zrobotyzowanymi i technologiami Przemysłu 4.0 wymaga nie tylko wiedzy z zakresu mechaniki, elektroniki, informatyki czy programowania, ale również umiejętności współpracy, komunikowania się, analizowania problemów, podejmowania decyzji i odpowiedzialnego działania.

Znaczenie kompetencji miękkich wynika z charakteru pracy w środowisku zrobotyzowanym. Roboty i systemy automatyki funkcjonują zwykle jako część większego procesu produkcyjnego, logistycznego lub technologicznego. Oznacza to, że osoby pracujące w dziedzinie robotyki muszą współpracować z operatorami, automatykami, mechatronikami, pracownikami utrzymania ruchu, inżynierami procesu, integratorami, serwisem, działem jakości, kadrą zarządzającą oraz dostawcami technologii.

Zestawienie najważniejszych kompetencji miękkich i kluczowych w dziedzinie robotyki przedstawia poniższa tabela.

Tabela 16. Kompetencje miękkie i kluczowe istotne w dziedzinie robotyki

Kompetencja	Znaczenie w dziedzinie robotyki	Przykład zastosowania w praktyce
Rozwiązywanie problemów technicznych	Robotyka wymaga szybkiej identyfikacji przyczyn błędów, awarii i nieprawidłowości w pracy stanowiska.	Pracownik analizuje komunikat błędu robota, sprawdza czujniki, pozycję detalu i procedurę uruchomienia.
Myślenie analityczne	Konieczne jest rozumienie zależności między robotem, sterownikiem, czujnikami, napędami, programem i procesem produkcyjnym.	Technik ustala, czy problem wynika z programu robota, ustawienia czujnika, błędu operatora czy usterki mechanicznej.
Praca zespołowa	Wdrożenie i utrzymanie systemu robotycznego wymaga współpracy wielu osób i działów.	Integrator współpracuje z produkcją, utrzymaniem ruchu, działem jakości i automatykami podczas uruchamiania stanowiska.
Komunikacja techniczna	Pracownicy muszą precyzyjnie przekazywać informacje o błędach, parametrach, zmianach i procedurach.	Operator opisuje technikowi utrzymania ruchu, w jakich warunkach pojawił się błąd robota.
Odpowiedzialność	Praca przy robotach wiąże się z bezpieczeństwem ludzi, ciągłością produkcji i kosztowną infrastrukturą.	Pracownik nie omija procedur bezpieczeństwa i nie uruchamia stanowiska bez potwierdzenia gotowości systemu.
Dokładność i przestrzeganie procedur	Nawet drobne błędy mogą prowadzić do awarii, przestojów lub zagrożenia bezpieczeństwa.	Technik wykonuje kalibrację robota zgodnie z instrukcją producenta i dokumentacją stanowiska.
Gotowość do uczenia się	Technologie robotyczne szybko się zmieniają, dlatego konieczna jest stała aktualizacja wiedzy.	Pracownik uczy się obsługi nowego panelu operatorskiego, systemu wizyjnego lub robota współpracującego.

Samodzielność	W wielu sytuacjach pracownik musi podjąć decyzję diagnostyczną lub organizacyjną bez natychmiastowego wsparcia przełożonego.	Technik samodzielnie wykonuje podstawową diagnostykę i decyduje, czy konieczne jest wezwanie serwisu.
Odporność na stres	Awaria stanowiska zrobotyzowanego może powodować przestoje produkcji i presję czasu.	Pracownik utrzymania ruchu diagnozuje błąd robota podczas zatrzymania linii produkcyjnej.
Organizacja pracy	Praca z robotami wymaga planowania działań, dokumentowania zmian i koordynowania czynności z innymi działami.	Zespół planuje przegląd stanowiska zrobotyzowanego tak, aby ograniczyć wpływ na produkcję.
Świadomość bezpieczeństwa	Bezpieczeństwo jest jednym z kluczowych elementów pracy z robotami i automatyką.	Operator przestrzega stref bezpieczeństwa, procedur blokowania energii i zasad uruchamiania stanowiska.
Elastyczność i adaptacyjność	Pracownicy muszą dostosowywać się do zmian technologii, organizacji pracy i procesów produkcyjnych.	Firma wdraża cobota, a pracownicy uczą się nowego sposobu współpracy człowieka z robotem.

Źródło: opracowanie własne na podstawie analizy wymagań kompetencyjnych w dziedzinie robotyki.

Szczególne znaczenie w robotyce ma umiejętność rozwiązywania problemów technicznych. Stanowisko zrobotyzowane jest systemem złożonym, w którym błąd może wynikać z wielu przyczyn: programu robota, sterownika PLC, czujnika, układu pneumatycznego, napędu, ustawienia detalu, błędu operatora, komunikacji przemysłowej albo nieprawidłowej konfiguracji urządzenia peryferyjnego. Pracownik powinien więc potrafić analizować problem krok po kroku i szukać przyczyny, a nie ograniczać się wyłącznie do usunięcia widocznego objawu.

Równie istotna jest komunikacja techniczna. W środowisku produkcyjnym informacje muszą być przekazywane precyzyjnie, zrozumiale i w sposób umożliwiający szybkie działanie. Dotyczy to zarówno zgłaszania awarii, opisywania zmian w programie, przekazywania informacji między zmianami, jak i współpracy z integratorem, serwisem lub dostawcą technologii.

Kompetencje miękkie są także ważne w kontekście bezpieczeństwa pracy. Roboty przemysłowe, coboty, roboty mobilne, systemy transportu wewnętrznego i zautomatyzowane linie produkcyjne wymagają przestrzegania procedur, zachowania ostrożności i odpowiedzialności za własne działania. Nieprawidłowa obsługa, pominięcie zabezpieczeń lub brak komunikacji w zespole mogą prowadzić do zagrożeń dla zdrowia pracowników, awarii sprzętu lub przestojów produkcyjnych.

W dziedzinie robotyki duże znaczenie ma również gotowość do uczenia się. Technologie zmieniają się szybko, a pracownicy muszą aktualizować wiedzę dotyczącą nowych modeli robotów, systemów sterowania, interfejsów operatorskich, systemów wizyjnych, robotów mobilnych, narzędzi symulacyjnych i rozwiązań Przemysłu 4.0. Z tego względu kompetencja uczenia się przez całe życie jest jednym z warunków utrzymania aktualności zawodowej.

Kompetencje miękkie i kluczowe powinny być rozwijane równolegle z kompetencjami technicznymi. W praktyce oznacza to, że szkolenia i kursy z zakresu robotyki powinny obejmować nie tylko obsługę i programowanie robotów, ale również pracę zespołową, analizę problemów, komunikację techniczną, dokumentowanie działań, przestrzeganie procedur, reagowanie na awarie oraz budowanie świadomości bezpieczeństwa.

Podsumowując, kompetencje miękkie w dziedzinie robotyki nie są dodatkiem do kompetencji technicznych, lecz warunkiem skutecznej i bezpiecznej pracy w środowisku zautomatyzowanym. Pracownik przygotowany do pracy z robotami powinien łączyć wiedzę techniczną z odpowiedzialnością, komunikacją, samodzielnością, myśleniem analitycznym i gotowością do ciągłego uczenia się.

3.7 Wykaz obszarów i powiązanych z nimi kwalifikacji, zawodów i umiejętności w dziedzinie robotyka

Dziedzina robotyki obejmuje szeroki zakres obszarów zawodowych, technologicznych i kompetencyjnych. Nie ogranicza się wyłącznie do projektowania lub programowania robotów, ale obejmuje również obsługę stanowisk zrobotyzowanych, utrzymanie ruchu, integrację systemów, automatykę przemysłową, systemy wizyjne, roboty mobilne, bezpieczeństwo maszyn, analizę danych oraz organizację procesów produkcyjnych.

Na potrzeby niniejszej diagnozy obszary powiązane z robotyką uporządkowano według ich znaczenia dla rynku pracy, kształcenia zawodowego i rozwoju kwalifikacji. Zestawienie przedstawia powiązania pomiędzy obszarami technologicznymi, zawodami, kwalifikacjami i umiejętnościami wymaganymi przez pracodawców.

Tabela 17. Wykaz obszarów powiązanych z robotyką w zakresie kwalifikacji, zawodów i umiejętności

Obszar powiązany z robotyką	Powiązane zawody i role zawodowe	Powiązane kwalifikacje / obszary kwalifikacyjne	Kluczowe umiejętności
Obsługa stanowisk zrobotyzowanych	operator robotów i manipulatorów przemysłowych, technik robotyk, pracownik produkcji, operator linii zautomatyzowanej	Obsługa i utrzymanie ruchu stanowisk zrobotyzowanych; ELM.07 Montaż, uruchamianie i obsługa systemów robotyki	bezpieczna obsługa robota, praca z panelem operatorskim, reagowanie na komunikaty błędów, przestrzeganie procedur BHP, podstawowa diagnostyka
Programowanie robotów przemysłowych	technik robotyk, inżynier automatyki i robotyki, integrator systemów, automatyk	ELM.08 Eksploatacja i programowanie systemów robotyki; programowanie robota przemysłowego; programowanie cobotów	tworzenie i modyfikowanie programów robota, wyznaczanie trajektorii, kalibracja, testowanie programu, optymalizacja cyklu pracy
Utrzymanie ruchu stanowisk zrobotyzowanych	technik utrzymania ruchu, automatyk utrzymania ruchu, technik mechatronik, serwisant robotów	Obsługa i utrzymanie ruchu stanowisk zrobotyzowanych; kursy serwisowe dla służb utrzymania ruchu	diagnostyka usterek, konserwacja, kontrola stanu technicznego, analiza przyczyn awarii, współpraca z serwisem i integratorem
Automatyka przemysłowa i PLC	technik automatyk, automatyk, programista PLC, inżynier automatyk	kwalifikacje i kursy z zakresu automatyki, PLC, systemów sterowania i integracji urządzeń	programowanie PLC, konfiguracja HMI, praca z czujnikami i napędami, komunikacja przemysłowa, integracja robota z linią produkcyjną
Mechatronika i urządzenia techniczne	technik mechatronik, monter mechatronik, elektromechanik, technik robotyk	kwalifikacje i programy kształcenia z zakresu mechatroniki, elektromechaniki i automatyki	montaż i diagnostyka układów mechanicznych, elektrycznych, pneumatycznych i hydraulicznych, obsługa urządzeń wykonawczych
Integracja systemów robotycznych	integrator systemów robotycznych, inżynier wdrożeń, inżynier aplikacyjny, inżynier automatyki i robotyki	kwalifikacje sektorowe dotyczące integracji robota z frezarką CNC i tokarką CNC; kursy integratorskie	dobór robota, projektowanie stanowiska, integracja z urządzeniami peryferyjnymi, testy, uruchamianie, dokumentacja techniczna

Systemy wizyjne i kontrola jakości	specjalista systemów wizyjnych, inżynier jakości, inżynier procesu, integrator systemów	Wykorzystywanie systemów wizyjnych do kontroli jakości i sterowania robotami	dobór kamery i oświetlenia, kalibracja, analiza obrazu, integracja z robotem lub PLC, kontrola jakości
Roboty mobilne AMR/AGV i intralogistyka	specjalista AMR/AGV, technik utrzymania ruchu, specjalista ds. intralogistyki, operator systemów magazynowych	zarządzanie flotą robotów; obsługa i programowanie autonomicznych robotów AMR	konfiguracja tras, zarządzanie flotą robotów, diagnostyka robotów mobilnych, integracja z WMS/MES, bezpieczeństwo ruchu
Bezpieczeństwo maszyn i stanowisk zrobotyzowanych	technik robotyk, automatyk, integrator, specjalista ds. BHP, specjalista ds. bezpieczeństwa maszyn	kursy z zakresu bezpieczeństwa maszyn, oceny ryzyka i eksploatacji stanowisk zrobotyzowanych	ocena ryzyka, stosowanie procedur LOTO, dobór zabezpieczeń, dokumentacja bezpieczeństwa, bezpieczne uruchamianie stanowiska
Dokumentacja techniczna i diagnostyka	technik robotyk, technik automatyk, technik mechatronik, pracownik utrzymania ruchu	kwalifikacje i kursy z zakresu obsługi, serwisu i utrzymania systemów technicznych	czytanie schematów elektrycznych, pneumatycznych i mechanicznych, analiza instrukcji, dokumentowanie zmian, raportowanie usterek
Technologie Przemysłu 4.0	inżynier procesu, automatyk, specjalista ds. danych produkcyjnych, inżynier robotyki	kwalifikacje i kursy z zakresu analizy danych, AI, cyfrowych bliźniaków, predykcyjnego utrzymania ruchu	analiza danych produkcyjnych, symulacja procesów, predykcja awarii, optymalizacja pracy systemów, integracja danych
Kompetencje społeczne i organizacyjne	wszystkie role związane z robotyką	komponent wspólny szkoleń technicznych i kwalifikacji sektorowych	praca zespołowa, komunikacja techniczna, rozwiązywanie problemów, odpowiedzialność, organizacja pracy, gotowość do uczenia się

Źródło: opracowanie własne na podstawie analizy zawodów, kwalifikacji, ofert pracy, ESCO oraz potrzeb kompetencyjnych w dziedzinie robotyki.

Analiza powiązań między kwalifikacjami, zawodami i umiejętnościami wskazuje, że rynek pracy w dziedzinie robotyki wymaga przygotowania kadr na kilku poziomach zaawansowania. Każdy poziom odpowiada innym zadaniom zawodowym, innemu zakresowi odpowiedzialności i innym potrzebom szkoleniowym.

Tabela 18. Poziomy przygotowania kadr w dziedzinie robotyki

Poziom przygotowania	Główne grupy odbiorców	Zakres zadań	Przykładowe potrzeby szkoleniowe
Poziom operatorski	operatorzy robotów, pracownicy produkcji, operatorzy linii zautomatyzowanych	bezpieczna obsługa stanowiska, reagowanie na komunikaty, podstawowa kontrola pracy robota	podstawy obsługi robota, BHP, panel operatorski, procedury zatrzymania i uruchomienia
Poziom techniczny	technicy robotycy, automatycy, mechatronicy, pracownicy utrzymania ruchu	diagnostyka, konserwacja, eksploatacja, podstawowe programowanie, praca z dokumentacją	diagnostyka usterek, utrzymanie ruchu, PLC, dokumentacja techniczna, bezpieczeństwo stanowisk
Poziom programistyczny	technicy robotycy, automatycy, programiści PLC, integratorzy	tworzenie i modyfikacja programów, integracja robota z urządzeniami, optymalizacja pracy	programowanie robotów, PLC, HMI, komunikacja przemysłowa, testowanie aplikacji
Poziom integratorski	integratorzy systemów, inżynierowie wdrożeń, inżynierowie aplikacyjni	projektowanie, dobór komponentów, uruchamianie stanowisk, testy, szkolenia użytkowników	integracja stanowisk, systemy wizyjne, bezpieczeństwo maszyn, uruchamianie, dokumentacja
Poziom specjalistyczny	inżynierowie robotyki, specjaliści systemów wizyjnych, specjaliści AMR/AGV, inżynierowie procesu	rozwój i optymalizacja zaawansowanych systemów, analiza danych, wdrażanie technologii Przemysłu 4.0	systemy wizyjne, roboty mobilne, cyfrowe bliźniaki, AI, predykcyjne utrzymanie ruchu
Poziom menedżersko-wdrożeniowy	kierownicy produkcji, liderzy utrzymania ruchu, menedżerowie projektów automatyzacji	planowanie wdrożeń, ocena opłacalności, zarządzanie zmianą i zespołem	zarządzanie projektami robotyzacji, analiza ROI, organizacja procesu, współpraca z integratorem

Źródło: opracowanie własne.

Grupy obszarów powiązane z robotyką

Na podstawie analizy zawodów, kwalifikacji, umiejętności, ofert pracy oraz trendów technologicznych można zaproponować następujące główne grupy obszarów powiązanych z robotyką:

1. *Robotyka przemysłowa i stanowiska zrobotyzowane*

Obszar obejmuje obsługę, eksploatację, programowanie, diagnostykę i utrzymanie robotów przemysłowych oraz stanowisk zrobotyzowanych. Jest to podstawowy obszar kompetencyjny dla techników robotyków, operatorów robotów, pracowników utrzymania ruchu i integratorów.

2. *Automatyka, PLC i systemy sterowania*

Obszar obejmuje sterowniki PLC, układy automatyki, HMI, SCADA, komunikację przemysłową, czujniki, napędy i urządzenia wykonawcze. Jest kluczowy dla integracji robotów z liniami produkcyjnymi i urządzeniami peryferyjnymi.

3. *Mechatronika, mechanika i elektrotechnika*

Obszar obejmuje podstawy budowy maszyn, układy mechaniczne, elektryczne, pneumatyczne i hydrauliczne, które stanowią techniczne zaplecze pracy robotów. Ma znaczenie dla diagnostyki, konserwacji i utrzymania stanowisk zrobotyzowanych.

4. *Systemy wizyjne, sensoryka i kontrola jakości*

Obszar obejmuje wykorzystanie kamer, czujników, oświetlenia, narzędzi analizy obrazu i systemów kontroli jakości. Ma rosnące znaczenie w nowoczesnych aplikacjach robotycznych, szczególnie tam, gdzie robot musi rozpoznawać obiekty, kontrolować jakość lub reagować na zmienne warunki procesu.

4. *Roboty mobilne, AMR/AGV i intralogistyka*

Obszar obejmuje roboty mobilne, autonomiczne systemy transportu, zarządzanie flotą robotów, logistykę wewnętrzną i integrację z systemami magazynowymi. Jego znaczenie rośnie wraz z rozwojem e-commerce, centrów dystrybucyjnych i automatyzacji magazynów.

5. *Bezpieczeństwo maszyn i organizacja pracy*

Obszar obejmuje ocenę ryzyka, procedury bezpieczeństwa, zabezpieczenia techniczne, dokumentację, odpowiedzialność operatora i organizację pracy w środowisku zrobotyzowanym. Jest niezbędny dla każdej osoby pracującej z robotami lub w ich otoczeniu.

6. *Przemysł 4.0, dane i cyfrowe wsparcie robotyki*

Obszar obejmuje analizę danych produkcyjnych, cyfrowe bliźniaki, symulacje, programowanie offline, predykcyjne utrzymanie ruchu, sztuczną inteligencję i integrację systemów informatycznych z produkcją.

7. *Kompetencje społeczne i organizacyjne w środowisku technicznym*

Obszar obejmuje komunikację techniczną, pracę zespołową, rozwiązywanie problemów, odpowiedzialność, dokumentowanie działań, gotowość do uczenia się oraz współpracę między działami produkcji, utrzymania ruchu, jakości, automatyki i zarządzania.

Podsumowanie

Wykaz obszarów powiązanych z robotyką pokazuje, że przygotowanie kadr dla tej dziedziny powinno mieć charakter modułowy i wielopoziomowy. Innych kompetencji wymaga operator stanowiska zrobotyzowanego, innych technik utrzymania ruchu, innych programista PLC, a jeszcze innych integrator systemów robotycznych lub specjalista systemów wizyjnych.

Najważniejszym wnioskiem dla projektowania oferty szkoleniowej jest potrzeba tworzenia ścieżek odpowiadających różnym poziomom zaawansowania i różnym rolom zawodowym. Oferta powinna obejmować zarówno podstawową obsługę robotów, jak i programowanie, diagnostykę, utrzymanie ruchu, integrację, systemy wizyjne, roboty mobilne, bezpieczeństwo maszyn oraz kompetencje społeczne niezbędne w środowisku przemysłowym.

Rozdział 4. Prezentacja wyników przeprowadzonych badań

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki badania ankietowego przeprowadzonego wśród przedsiębiorstw i podmiotów związanych z robotyką, automatyką, produkcją przemysłową, integracją systemów, logistyką oraz utrzymaniem ruchu. Wyniki zostały zaprezentowane w ujęciu ilościowym i jakościowym, z uwzględnieniem liczby odpowiedzi oraz udziału procentowego w próbie badawczej.

W badaniu wzięło udział 38 respondentów reprezentujących przedsiębiorstwa i podmioty wykorzystujące, wdrażające lub planujące wdrażanie rozwiązań z zakresu robotyki i automatyzacji. N = 38 przedsiębiorstw/respondentów.

4.1. Charakterystyka respondentów

W badaniu uczestniczyły przede wszystkim przedsiębiorstwa średnie, duże i bardzo duże. Taka struktura próby jest istotna z punktu widzenia celu diagnozy, ponieważ większe podmioty częściej posiadają zaplecze organizacyjne, technologiczne i finansowe do wdrażania robotyzacji, utrzymywania stanowisk zrobotyzowanych oraz zatrudniania specjalistów technicznych.

Tabela 19. Struktura badanych przedsiębiorstw według wielkości zatrudnienia

Wielkość firmy	Udział procentowy
101–400 pracowników	26%
401–1000 pracowników	24%
Powyżej 1000 pracowników	24%
11–100 pracowników	16%
1–10 pracowników	11%
Razem	100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego, N = 38 – 100%

Największą grupę respondentów stanowiły przedsiębiorstwa zatrudniające od 101 do 400 pracowników. Łącznie firmy zatrudniające powyżej 100 pracowników stanowiły 74% próby. Oznacza to, że w badaniu dominowały podmioty o znaczącym potencjale do wdrażania automatyzacji i robotyzacji.

Pod względem branż dominowały przedsiębiorstwa produkcyjne oraz automotive. Jest to zgodne z charakterem rynku robotyki, ponieważ właśnie w tych sektorach najczęściej wdrażane są roboty przemysłowe, systemy automatyki, linie zrobotyzowane i rozwiązania Przemysłu 4.0.

Tabela 20. Struktura respondentów według branży

Branża	Udział procentowy
Produkcja	53%
Automotive	24%
Elektronika	5%
Pozostałe: logistyka, FMCG, integracja, automatyka i robotyka przemysłowa, pakowanie, dekoracje	18%
Razem	100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego.

Najliczniej reprezentowane były województwa: śląskie, dolnośląskie, mazowieckie i wielkopolskie. Są to regiony silnie związane z przemysłem, produkcją, sektorem automotive, logistyką, automatyką oraz nowoczesnymi technologiami przemysłowymi. Struktura terytorialna respondentów wzmacnia użyteczność wyników badania dla oceny zapotrzebowania na kompetencje w dziedzinie robotyki.

Respondenci pełnili w swoich organizacjach role związane z decyzjami technologicznymi, wdrożeniami, utrzymaniem ruchu, automatyzacją, zarządzaniem produkcją lub rozwojem technicznym. Oznacza to, że odpowiedzi pochodziły od osób posiadających praktyczną wiedzę o potrzebach kadrowych, technologicznych i kompetencyjnych przedsiębiorstw.

4.2. Obszary wykorzystania robotów w przedsiębiorstwach

Wyniki badania wskazują, że najczęściej roboty są obecnie wykorzystywane w produkcji. Roboty w tym obszarze stosuje 31 respondentów, co stanowi 82% próby. Dodatkowo 6 respondentów wskazało, że wdraża roboty w produkcji, a 4 planuje takie wdrożenie.

Tabela 21. Obszary zastosowania robotów w badanych przedsiębiorstwach

Obszar zastosowania	Stosujemy obecnie %	Wdrażamy %	Planujemy wdrożenie %	Nie wykorzystujemy %
Produkcja	31	6	4	2
Logistyka / magazynowanie	8	6	12	14
Kontrola jakości	7	4	5	22
Usługi	4	5	1	30
Nadzór / bezpieczeństwo	0	1	3	34

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego. Respondenci mogli wskazać więcej niż jeden obszar.

Tabela 22. Obszary zastosowania robotów – udział odpowiedzi w próbie badawczej

Obszar zastosowania	Stosujemy obecnie	Wdrażamy	Planujemy wdrożenie	Nie wykorzystujemy
Produkcja	82%	16%	11%	5%
Logistyka / magazynowanie	21%	16%	32%	37%
Kontrola jakości	18%	11%	13%	58%
Usługi	11%	13%	3%	79%
Nadzór / bezpieczeństwo	0%	3%	8%	89%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego.

Najsilniejszy obecny poziom robotyzacji dotyczy produkcji. Jednocześnie istotny potencjał rozwojowy widoczny jest w logistyce i magazynowaniu. W tym obszarze 12 respondentów, czyli 32% próby, wskazało planowane wdrożenia, a 6 respondentów, czyli 16%, jest w trakcie wdrażania rozwiązań robotycznych.

Wyniki te wskazują na rosnące znaczenie kompetencji związanych z robotami mobilnymi, systemami intralogistycznymi, AGV/AMR, zarządzaniem flotą robotów oraz integracją robotów z systemami magazynowymi i produkcyjnymi.

Kontrola jakości jest obecnie mniej zrobotyzowana niż produkcja, ale również w tym obszarze widoczne są wdrożenia i plany rozwojowe. Można przewidywać, że będzie rosnąć znaczenie systemów wizyjnych, czujników, automatycznej inspekcji jakości, analizy danych oraz rozwiązań wykorzystujących sztuczną inteligencję.

4.3. Zadania wykonywane przez roboty w procesach produkcyjnych

Respondenci wskazali, że roboty najczęściej wykonują zadania związane z przenoszeniem elementów, paletyzacją, spawaniem, obsługą maszyn oraz kontrolą jakości. Są to zadania powtarzalne, wymagające precyzji, stabilności, szybkości oraz zachowania stałych parametrów procesu.

Tabela 23. Zadania wykonywane przez roboty w badanych przedsiębiorstwach

Zadanie wykonywane przez roboty	Udział w próbie
Przenoszenie elementów / pick-and-place	68%
Paletyzacja	42%
Spawanie	39%
Obsługa maszyn	26%
Kontrola jakości	26%
Klejenie	21%
Szlifowanie / obróbka powierzchni	18%
Lakierowanie / malowanie	11%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego, Respondenci mogli wskazać więcej niż jedno zadanie.

Najczęściej roboty wykonują zadania manipulacyjne, związane z przenoszeniem elementów, obsługą detali i powtarzalnymi czynnościami produkcyjnymi. Wysokie wskazania dla paletyzacji i spawania potwierdzają, że robotyka jest szczególnie istotna w procesach wymagających powtarzalności, dokładności, wydajności i ograniczenia obciążenia fizycznego pracowników.

Odpowiedzi otwarte wskazują dodatkowo na takie zastosowania jak: montaż komponentów, skręcanie, smarowanie, nakładanie mas uszczelniających, nakładanie elementów opakowań, transport wewnętrzny oraz wykorzystanie robotów AGV/AMR.

Wniosek z tej części badania jest jednoznaczny: rynek potrzebuje pracowników, którzy nie tylko potrafią obsługiwać robota, ale także rozumieją cały proces technologiczny, w którym robot funkcjonuje. Oznacza to potrzebę rozwijania kompetencji z zakresu obsługi stanowisk zrobotyzowanych, diagnostyki, bezpieczeństwa, dokumentacji technicznej, organizacji procesu oraz współpracy robota z innymi urządzeniami.

4.4. Typy wykorzystywanych robotów

Najczęściej wykorzystywanymi typami robotów są klasyczne ramiona 6-osiowe oraz roboty współpracujące, czyli coboty. Klasyczne ramiona 6-osiowe są wykorzystywane przez 30 respondentów, co stanowi 79% próby, natomiast coboty przez 22 respondentów, czyli 58% próby.

Tabela 24. Typy robotów wykorzystywanych i planowanych w badanych przedsiębiorstwach

Typ robota	Wykorzystywane	Planowane	Niewykorzystywane
Klasyczne ramiona 6-osiowe	30	2	6
Roboty współpracujące / coboty	22	7	9
Roboty SCARA	10	4	24
Roboty mobilne AGV	7	12	19
Roboty mobilne AMR	6	12	20
Roboty delta	5	3	30
Roboty humanoidalne	2	6	30
Roboty kroczące 4-nożne	2	1	35
Roboty kołowe do pracy terenowej	1	4	33
Drony	0	4	34

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego, N = 38 – 100%.

Tabela 25. Typy robotów wykorzystywanych i planowanych – udział odpowiedzi w próbie badawczej

Typ robota	Wykorzystywane	Planowane	Niewykorzystywane
Klasyczne ramiona 6-osiowe	79%	5%	16%
Roboty współpracujące / coboty	58%	18%	24%
Roboty SCARA	26%	11%	63%
Roboty mobilne AGV	18%	32%	50%
Roboty mobilne AMR	16%	32%	53%
Roboty delta	13%	8%	79%
Roboty humanoidalne	5%	16%	79%
Roboty kroczące 4-nożne	5%	3%	92%
Roboty kołowe do pracy terenowej	3%	11%	87%
Drony	0%	11%	89%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego, N = 38 – 100%.

Obecnie rdzeniem robotyzacji w badanych przedsiębiorstwach pozostają klasyczne roboty przemysłowe 6-osiowe oraz coboty. Wysoki poziom wykorzystania tych rozwiązań potwierdza ich znaczenie w produkcji, montażu, spawaniu, przenoszeniu elementów, paletyzacji i obsłudze maszyn.

Jednocześnie wysoka liczba planowanych wdrożeń robotów mobilnych AGV i AMR wskazuje na rosnący potencjał robotyki mobilnej. Po 12 respondentów, czyli 32% próby, wskazało planowane wdrożenia zarówno w przypadku AGV, jak i AMR. Może to oznaczać wzrost zapotrzebowania na kompetencje związane z logistyką wewnętrzną, mapowaniem środowiska, zarządzaniem flotą robotów, bezpieczeństwem ruchu robotów mobilnych oraz integracją z systemami WMS, MES i ERP.

Wnioski z tej części badania wskazują, że oferta szkoleniowa w dziedzinie robotyki powinna obejmować nie tylko klasyczne roboty przemysłowe, ale również roboty współpracujące oraz roboty mobilne. Szczególne znaczenie będą miały szkolenia dotyczące obsługi, programowania, diagnostyki, bezpieczeństwa i integracji różnych typów robotów w środowisku produkcyjnym i logistycznym.

4.5. Marki robotów obecne w przedsiębiorstwach

Respondenci wskazali szerokie spektrum marek robotów wykorzystywanych w przedsiębiorstwach. Najczęściej pojawiały się marki: Fanuc, KUKA, Yaskawa, ABB oraz Universal Robots. Dane te pokazują, że badane przedsiębiorstwa korzystają zarówno z klasycznych robotów przemysłowych, jak i robotów współpracujących oraz rozwiązań wykorzystywanych w automatyzacji produkcji i logistyki.

Tabela 26. Najczęściej wskazywane marki robotów obecne w badanych przedsiębiorstwach

Marka robota	Liczba wskazań
Fanuc	18
KUKA	13
Yaskawa	10
ABB	10
Universal Robots	10
Comau	5
MiR	5
Omron	5
Mitsubishi	4
Dobot	4
Hanwha	3
Kawasaki	3

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego, N = 38. Respondenci mogli wskazać więcej niż jedną markę.

Respondenci wskazywali również inne marki i rozwiązania, m.in.: ROKAE, Doosan, Stäubli, Epson, Agilox, Seer, Multiway, Innok, Motoman, CLOOS, igm, Borunte, Fairino, Aformic, OTC i Fronius.

Wyniki pokazują, że rynek robotyki w badanych przedsiębiorstwach jest zróżnicowany technologicznie. Z tego względu przygotowanie pracowników nie powinno ograniczać się wyłącznie do jednej marki lub jednego typu robota. Szczególnie istotne są kompetencje transferowalne, takie jak rozumienie zasad działania robotów przemysłowych, podstaw programowania, bezpieczeństwa, integracji, diagnostyki, obsługi kontrolera, pracy z dokumentacją techniczną oraz zasad funkcjonowania stanowiska zrobotyzowanego.

4.6. Strategia rozwoju robotyzacji w przedsiębiorstwach

Respondenci najczęściej wskazywali, że decyzje dotyczące robotyzacji podejmowane są indywidualnie dla każdego stanowiska lub procesu. Oznacza to, że przedsiębiorstwa analizują opłacalność i zasadność wdrożenia robota w odniesieniu do konkretnego procesu produkcyjnego, logistycznego lub technologicznego.

Tabela 27. Strategia rozwoju robotyzacji w badanych przedsiębiorstwach

Strategia rozwoju robotyzacji	Charakterystyka
Indywidualna analiza stanowiska lub procesu	Robotyzacja jest oceniana osobno dla każdego procesu, z uwzględnieniem opłacalności, wymagań technicznych, dostępnej przestrzeni, jakości, wydajności i bezpieczeństwa.
Stopniowe wdrażanie robotyzacji	Przedsiębiorstwa wdrażają roboty etapami, zaczynając od procesów najbardziej powtarzalnych, uciążliwych lub najłatwiejszych do automatyzacji.
Rzeczywisty rozwój robotyzacji w wybranych obszarach	Robotyzacja koncentruje się przede wszystkim w produkcji, paletyzacji, spawaniu, obsłudze maszyn, logistyce wewnętrznej lub kontroli jakości.
Współpraca z integratorami i dostawcami technologii	Wdrożenia często wymagają wsparcia zewnętrznych firm integratorskich, producentów robotów lub dostawców automatyki.
Rzeczywisty rozwój własnych kompetencji technicznych	Część przedsiębiorstw rozwija wewnętrzne zespoły odpowiedzialne za obsługę, utrzymanie, optymalizację i dalszy rozwój stanowisk zrobotyzowanych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego i odpowiedzi otwartych.

Taki model rozwoju robotyzacji wskazuje, że przedsiębiorstwa potrzebują nie tylko pracowników obsługujących roboty, ale również osób potrafiących analizować proces, oceniać możliwości automatyzacji, współpracować z integratorem, uczestniczyć w uruchomieniu stanowiska i później utrzymywać je w ruchu.

W praktyce oznacza to wzrost znaczenia kompetencji związanych z analizą procesu produkcyjnego, dokumentacją techniczną, bezpieczeństwem maszyn, komunikacją z dostawcami technologii, testowaniem rozwiązań oraz optymalizacją pracy stanowisk zrobotyzowanych.

4.7. Sposoby pozyskiwania kompetencji i przygotowywania pracowników

Wyniki badania wskazują, że przedsiębiorstwa pozyskują kompetencje z zakresu robotyki różnymi sposobami. Istotne znaczenie mają szkolenia prowadzone przez producentów robotów, dostawców technologii i integratorów, a także wewnętrzne przekazywanie wiedzy oraz samokształcenie pracowników.

Tabela 28. Główne sposoby pozyskiwania kompetencji w zakresie robotyki

Sposób pozyskiwania kompetencji	Znaczenie dla przedsiębiorstw
Szkolenia producentów robotów i dostawców technologii	Pozwalają szybko przygotować pracowników do obsługi konkretnego typu robota, kontrolera lub systemu.
Szkolenia prowadzone przez integratorów	Są szczególnie ważne przy wdrażaniu nowych stanowisk zrobotyzowanych i przekazywaniu wiedzy użytkownikom końcowym.
Szkolenia wewnętrzne i mentoring	Umożliwiają przekazywanie wiedzy między bardziej doświadczonymi pracownikami a nowymi osobami.
Samokształcenie pracowników	Wspiera rozwój indywidualnych kompetencji, ale nie zastępuje systemowych szkoleń praktycznych.
Rekrutacja gotowych specjalistów z rynku	Pozwala szybko uzupełniać braki kadrowe, ale jest utrudniona przez ograniczoną dostępność specjalistów.
Współpraca ze szkołami, technikami, uczelniami i programami stażowymi	Ma duży potencjał, ale w badaniu została wskazana jako obszar wymagający dalszego rozwoju.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego i odpowiedzi otwartych.

Mniej intensywnie wykorzystywana jest współpraca ze szkołami branżowymi, technikami, uczelniami i programami stażowymi. Oznacza to, że istnieje przestrzeń do silniejszego powiązania edukacji zawodowej i wyższej z pracodawcami. Obecnie firmy często muszą samodzielnie doszkalać pracowników lub pozyskiwać gotowych specjalistów z rynku.

Z perspektywy Branżowych Centrów Umiejętności jest to szczególnie istotny wniosek. BCU mogą pełnić funkcję pomostu pomiędzy edukacją a pracodawcami, oferując praktyczne szkolenia, krótkie formy doskonalenia, kursy specjalistyczne, szkolenia dla nauczycieli oraz wsparcie we wdrażaniu kwalifikacji sektorowych.

4.8. Trudności rekrutacyjne

Respondenci zostali zapytani o ocenę trudności rekrutacyjnych w zakresie pozyskiwania specjalistów z obszaru robotyki. Łącznie 58% próby, wskazało na umiarkowane lub duże trudności rekrutacyjne.

Tabela 29. Ocena trudności rekrutacyjnych w zakresie specjalistów z robotyki

Ocena trudności rekrutacyjnych	Liczba odpowiedzi	Udział procentowy
Tak – duże	10	26%
Tak – umiarkowane	12	32%
Raczej nie	14	37%
Nie	2	5%
Razem	38	100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego, N = 38.

Wyniki wskazują, że problem dostępności kadr w dziedzinie robotyki jest już zauważalny. Umiarkowane lub duże trudności rekrutacyjne wskazała ponad połowa respondentów. Jednocześnie 42% badanych nie odczuwa obecnie istotnych trudności, co może wynikać z różnic w poziomie robotyzacji przedsiębiorstw, typie wykorzystywanych technologii, skali wdrożeń lub możliwości doszkalania pracowników wewnątrz firmy.

Trudności rekrutacyjne są szczególnie istotne w przypadku bardziej wyspecjalizowanych stanowisk, takich jak programista robotów, automatyk PLC, integrator systemów, specjalista systemów wizyjnych, specjalista AMR/AGV czy zaawansowany pracownik utrzymania ruchu. Firmy częściowo kompensują braki kadrowe przez awans wewnętrzny, szkolenia producentów robotów, wsparcie integratorów i samokształcenie pracowników.

4.9. Najważniejsze kompetencje techniczne

Respondenci wysoko ocenili znaczenie kompetencji technicznych związanych z programowaniem robotów, programowaniem PLC, integracją systemów robotycznych, czytaniem dokumentacji technicznej, znajomością norm bezpieczeństwa oraz wykorzystaniem narzędzi CAD i symulacji.

Tabela 30. Najważniejsze kompetencje techniczne w dziedzinie robotyki

Kompetencja techniczna	Odpowiedzi „wysokie” i „bardzo wysokie”	Udział procentowy
Programowanie robotów	30/38	79%
Programowanie PLC	29/38	76%
Integracja systemów robotycznych	27/38	71%
Czytanie dokumentacji technicznej	26/38	68%
Znajomość norm bezpieczeństwa	26/38	68%
CAD i symulacje	25/38	66%
Diagnostyka i troubleshooting	20/38	53%
Systemy wizyjne	19/38	50%
Python/C++	16/38	42%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego.

Najbardziej istotne pozostają kompetencje przemysłowe i wdrożeniowe: programowanie robotów, programowanie PLC, integracja, bezpieczeństwo, dokumentacja techniczna, CAD i symulacje. Oznacza to, że rynek pracy szczególnie potrzebuje osób przygotowanych do praktycznej pracy z rzeczywistymi stanowiskami zrobotyzowanymi, a nie wyłącznie posiadających ogólną wiedzę informatyczną lub teoretyczną.

Niższa ocena kompetencji Python/C++ w porównaniu z programowaniem robotów i PLC może wynikać z praktycznego profilu badanych przedsiębiorstw. W środowisku produkcyjnym najważniejsza jest gotowość do pracy z robotem, sterownikiem, dokumentacją, panelem operatorskim, systemem bezpieczeństwa i procesem technologicznym. Jednocześnie

odpowiedzi otwarte wskazują, że w przyszłości może rosnąć znaczenie kompetencji związanych ze sztuczną inteligencją, narzędziami symulacyjnymi, ROS, Isaac Sim/Lab, uczeniem modeli oraz narzędziami wspomagającymi programowanie i integrację robotów.

4.10. Najważniejsze kompetencje ogólne

Kompetencje ogólne zostały ocenione bardzo wysoko. Największe znaczenie przypisano rozwiązywaniu problemów, pracy zespołowej, komunikacji, znajomości języka angielskiego technicznego oraz zarządzaniu projektami.

Tabela 31. Najważniejsze kompetencje ogólne w dziedzinie robotyki

Kompetencja ogólna	Odpowiedzi „wysokie” i „bardzo wysokie”	Udział procentowy
Rozwiązywanie problemów	36/38	95%
Praca zespołowa	34/38	89%
Komunikacja	33/38	87%
Język angielski techniczny	29/38	76%
Zarządzanie projektami	29/38	76%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego, N = 38.

Wyniki potwierdzają, że praca w robotyce wymaga nie tylko kompetencji technicznych, lecz także umiejętności współpracy, komunikacji i rozwiązywania problemów. Jest to szczególnie istotne w środowisku przemysłowym, gdzie praca z robotami odbywa się zespołowo i często wymaga szybkiego reagowania na awarie, błędy produkcyjne, problemy z jakością lub konieczność dostosowania procesu.

Bardzo wysoka ocena kompetencji „rozwiązywanie problemów” pokazuje, że pracodawcy oczekują od pracowników samodzielności, analitycznego myślenia i umiejętności diagnozowania sytuacji technicznych. Z kolei wysoka ocena pracy zespołowej i komunikacji potwierdza, że robotyka jest obszarem interdyscyplinarnym, wymagającym współpracy operatorów, automatyków, mechatroników, inżynierów, integratorów, utrzymania ruchu i kadry zarządzającej.

Znaczenie języka angielskiego technicznego wynika z faktu, że dokumentacja, oprogramowanie, instrukcje producentów, komunikaty systemowe i materiały szkoleniowe są często dostępne w języku angielskim. Kompetencje projektowe są natomiast ważne w kontekście wdrażania

nowych stanowisk, modernizacji procesów i współpracy z integratorami lub dostawcami technologii.

4.11. Obecne zapotrzebowanie na stanowiska pracy związane z robotyką

Wyniki badania wskazują, że zapotrzebowanie na pracowników w dziedzinie robotyki obejmuje zarówno stanowiska bezpośrednio związane z robotami, jak i stanowiska pokrewne, dotyczące automatyki, utrzymania ruchu, programowania PLC, integracji systemów, systemów wizyjnych oraz procesów produkcyjnych.

Największe obecne znaczenie mają stanowiska związane z bieżącą obsługą, utrzymaniem, programowaniem i integracją robotów przemysłowych. Pracodawcy potrzebują osób, które potrafią pracować z rzeczywistym stanowiskiem zrobotyzowanym, rozumieją jego powiązanie z linią produkcyjną i potrafią reagować na problemy techniczne.

Tabela 32. Obecne zapotrzebowanie na stanowiska związane z robotyką

Stanowisko / rola zawodowa	Charakter zapotrzebowania
Technik robotyk	obsługa, uruchamianie, eksploatacja, podstawowe programowanie i diagnostyka systemów robotyki
Technik automatyk / automatyk	obsługa i utrzymanie układów automatyki, sterowników, czujników i linii zautomatyzowanych
Technik mechatronik	diagnostyka i obsługa urządzeń mechatronicznych, elementów wykonawczych i stanowisk zautomatyzowanych
Pracownik utrzymania ruchu	zapewnienie ciągłości pracy maszyn, robotów, linii produkcyjnych i systemów automatyki
Programista PLC	programowanie sterowników, integracja urządzeń i komunikacja robota z linią produkcyjną
Operator stanowiska zrobotyzowanego	bezpieczna obsługa robota, monitorowanie pracy, reagowanie na podstawowe błędy
Integrator systemów robotycznych	dobór robota, konfiguracja, programowanie, uruchamianie i testowanie stanowisk
Inżynier automatyki i robotyki	projektowanie, wdrażanie, optymalizacja i nadzór nad systemami robotycznymi

Specjalista systemów wizyjnych	kontrola jakości, pozycjonowanie detali, integracja kamer z robotem lub PLC
Serwisant / inżynier aplikacyjny robotów	wsparcie techniczne, diagnostyka, szkolenia użytkowników i obsługa posprzedażowa

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego i analizy potrzeb rynku pracy.

Zapotrzebowanie na stanowiska techniczne i inżynierskie potwierdza, że robotyka jest obszarem interdyscyplinarnym. Pracownik przygotowany do pracy w tej dziedzinie powinien łączyć kompetencje z zakresu robotyki, automatyki, mechatroniki, elektryki, informatyki przemysłowej, dokumentacji technicznej, bezpieczeństwa maszyn oraz organizacji procesu produkcyjnego.

4.12. Prognozowane zapotrzebowanie na stanowiska i kompetencje

Respondenci wskazywali, że w kolejnych latach zapotrzebowanie na kompetencje w dziedzinie robotyki będzie rosło. Wynika to z planowanych wdrożeń robotów, rozwoju automatyzacji, wzrostu znaczenia robotów mobilnych, systemów wizyjnych, cobotów oraz narzędzi Przemysłu 4.0.

Szczególne znaczenie będą miały stanowiska i kompetencje związane z:

1. programowaniem robotów przemysłowych;
2. programowaniem PLC i integracją urządzeń;
3. diagnostyką i utrzymaniem ruchu stanowisk zrobotyzowanych;
4. obsługą i programowaniem robotów współpracujących;
5. obsługą i zarządzaniem robotami mobilnymi AMR/AGV;
6. wykorzystaniem systemów wizyjnych w kontroli jakości i sterowaniu robotami;
7. bezpieczeństwem maszyn i oceną ryzyka;
8. cyfrowymi bliźniakami, symulacją i programowaniem offline;
9. analizą danych produkcyjnych i predykcyjnym utrzymaniem ruchu;
10. zarządzaniem projektami automatyzacji i robotyzacji.

Tabela 33. Przewidywane kierunki wzrostu zapotrzebowania kompetencyjnego

Kierunek wzrostu zapotrzebowania	Uzasadnienie
Programowanie robotów przemysłowych	roboty 6-osiowe pozostają podstawowym typem robotów wykorzystywanych w produkcji
Coboty	rośnie znaczenie elastycznych wdrożeń w mniejszych zakładach i procesach wymagających współpracy człowieka z robotem
Roboty mobilne AMR/AGV	planowane wdrożenia w logistyce i magazynowaniu wskazują na rozwój intralogistyki
Systemy wizyjne	automatyczna kontrola jakości i sterowanie robotem na podstawie obrazu będą zyskiwać na znaczeniu
PLC i komunikacja przemysłowa	robot coraz częściej funkcjonuje jako element większego systemu sterowania i produkcji
Utrzymanie ruchu	wzrost liczby robotów zwiększa potrzebę diagnostyki, konserwacji i ograniczania przestojów
Bezpieczeństwo maszyn	każde wdrożenie robota wymaga oceny ryzyka, procedur bezpieczeństwa i zgodności z wymaganiami technicznymi
Symulacja i cyfrowe bliźniaki	przedsiębiorstwa będą dążyć do skracania czasu projektowania i uruchamiania stanowisk
Analiza danych i predykcja awarii	rozwój Przemysłu 4.0 zwiększa znaczenie danych produkcyjnych i utrzymaniowych
Kompetencje społeczne i projektowe	wdrożenia robotyki wymagają współpracy interdyscyplinarnej i zarządzania zmianą

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego i analizy trendów rozwojowych robotyki.

Prognozowane zapotrzebowanie wskazuje, że oferta edukacyjna i szkoleniowa nie powinna ograniczać się wyłącznie do podstaw obsługi robota. Konieczne jest rozwijanie ścieżek szkoleniowych obejmujących różne poziomy zaawansowania: operatorski, techniczny, utrzymaniowy, programistyczny, integratorski i wdrożeniowy.

4.13. Najważniejsze luki kompetencyjne

Na podstawie wyników badania, analizy ofert pracy oraz wcześniejszych części raportu można wskazać kilka kluczowych luk kompetencyjnych ograniczających rozwój robotyki w przedsiębiorstwach.

Tabela 34. Najważniejsze luki kompetencyjne w dziedzinie robotyki

Luka kompetencyjna	Charakterystyka	Konsekwencje dla przedsiębiorstw
Niedostateczne praktyczne przygotowanie do pracy z robotami	kandydaci często posiadają wiedzę teoretyczną, ale mają ograniczony kontakt z rzeczywistymi stanowiskami zrobotyzowanymi	dłuższy czas wdrożenia pracownika, konieczność dodatkowych szkoleń
Braki w programowaniu robotów	niewystarczająca umiejętność tworzenia, modyfikowania i testowania programów robotów	zależność od integratorów i serwisu zewnętrznego
Niedostateczna znajomość PLC i automatyki	trudności w rozumieniu powiązania robota z linią produkcyjną i układem sterowania	problemy z integracją, diagnostyką i optymalizacją stanowiska
Ograniczone kompetencje diagnostyczne	trudności w ustalaniu przyczyn błędów i awarii stanowisk zrobotyzowanych	dłuższe przestoje, większe koszty utrzymania ruchu
Braki w zakresie bezpieczeństwa maszyn	niewystarczająca znajomość procedur, oceny ryzyka i zasad bezpiecznej eksploatacji	ryzyko wypadków, błędów formalnych i nieprawidłowej eksploatacji stanowisk
Ograniczona znajomość systemów wizyjnych	niewystarczające kompetencje w zakresie kamer, oświetlenia, kalibracji i integracji wizji z robotem	trudności w automatyzacji kontroli jakości i zaawansowanych aplikacji robotycznych
Braki w zakresie robotów mobilnych AMR/AGV	niewystarczające przygotowanie do obsługi, konfiguracji i zarządzania flotą robotów mobilnych	ograniczenia w rozwoju automatyzacji logistyki i magazynowania

Słaba znajomość dokumentacji technicznej	trudności z czytaniem schematów, instrukcji i dokumentacji stanowisk	większa zależność od zewnętrznych specjalistów, ryzyko błędów eksploatacyjnych
Niedostateczne kompetencje projektowe i organizacyjne	ograniczone przygotowanie do współpracy przy wdrożeniach i modernizacjach	trudności w planowaniu, testowaniu i optymalizacji projektów robotyzacji
Braki w komunikacji technicznej i pracy zespołowej	trudności w przekazywaniu informacji między produkcją, utrzymaniem ruchu, automatyką i integratorem	opóźnienia, nieporozumienia i problemy z efektywnym usuwaniem usterek

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania ankietowego, analizy ofert pracy i analizy kompetencji w dziedzinie robotyki.

Najważniejszą luką kompetencyjną jest niedostateczne przygotowanie praktyczne do pracy z rzeczywistymi systemami robotycznymi. Pracodawcy potrzebują osób, które potrafią działać w środowisku przemysłowym: obsłużyć robota, zdiagnozować błąd, odczytać dokumentację, zachować procedury bezpieczeństwa i współpracować z innymi działami.

Drugą istotną luką jest niewystarczające łączenie kompetencji robotycznych z automatyką, PLC, utrzymaniem ruchu i integracją urządzeń. W praktyce robot jest częścią większego systemu, dlatego sama znajomość podstaw robotyki nie wystarcza do skutecznej pracy na stanowisku zrobotyzowanym.

Trzecią istotną luką jest ograniczone przygotowanie do nowych technologii, takich jak roboty mobilne AMR/AGV, systemy wizyjne, symulacje, cyfrowe bliźniaki, analiza danych i predykcje utrzymania ruchu. Są to obszary, które będą zyskiwać na znaczeniu wraz z rozwojem Przemysłu 4.0.

Wyniki badania potwierdzają, że robotyka jest dziedziną o rosnącym znaczeniu dla rynku pracy, szczególnie w sektorze produkcji, automatyki, utrzymania ruchu, logistyki i integracji systemów przemysłowych. Największy obecny poziom wykorzystania robotów dotyczy produkcji, natomiast istotny potencjał rozwojowy widoczny jest w logistyce, magazynowaniu, kontroli jakości i robotyce mobilnej.

Badane przedsiębiorstwa najczęściej wykorzystują klasyczne roboty przemysłowe 6-osiowe oraz coboty. Jednocześnie planowane wdrożenia robotów mobilnych AGV i AMR wskazują na rosnące znaczenie intralogistyki i automatyzacji transportu wewnętrznego.

Najważniejsze kompetencje techniczne wskazywane przez respondentów dotyczą programowania robotów, programowania PLC, integracji systemów robotycznych, czytania dokumentacji technicznej, znajomości norm bezpieczeństwa oraz wykorzystania narzędzi CAD

i symulacji. Oznacza to, że rynek pracy potrzebuje osób przygotowanych do praktycznej pracy z całym stanowiskiem zrobotyzowanym, a nie wyłącznie do obsługi pojedynczego urządzenia.

Wysoko oceniono również kompetencje ogólne, szczególnie rozwiązywanie problemów, pracę zespołową, komunikację, język angielski techniczny oraz zarządzanie projektami. Potwierdza to, że robotyka wymaga współpracy interdyscyplinarnej i łączenia wiedzy technicznej z kompetencjami społecznymi oraz organizacyjnymi.

Wyniki badania wskazują na potrzebę rozwijania praktycznej, modułowej i wielopoziomowej oferty szkoleniowej w dziedzinie robotyki. Oferta ta powinna obejmować zarówno podstawową obsługę stanowisk zrobotyzowanych, jak i programowanie robotów, PLC, diagnostykę, utrzymanie ruchu, systemy wizyjne, roboty mobilne, bezpieczeństwo maszyn, dokumentację techniczną oraz kompetencje projektowe i komunikacyjne.

Wnioski z badania stanowią podstawę do sformułowania rekomendacji dotyczących rozwoju kwalifikacji, kursów, szkoleń i działań wspierających przygotowanie kadr dla dziedziny robotyki.

Rozdział 5. Wnioski i rekomendacje

Przeprowadzona diagnoza potwierdza, że robotyka jest jedną z kluczowych dziedzin wpływających na rozwój nowoczesnego przemysłu, logistyki, automatyzacji i technologii Przemysłu 4.0. Zapotrzebowanie rynku pracy obejmuje zarówno zawody bezpośrednio związane z robotyką, jak i zawody pokrewne: automatykę, mechatronikę, utrzymanie ruchu, programowanie PLC, systemy wizyjne, informatykę przemysłową, integrację systemów i bezpieczeństwo maszyn.

Wyniki badania wskazują, że przedsiębiorstwa wykorzystujące robotykę potrzebują pracowników posiadających kompetencje praktyczne, interdyscyplinarne i możliwe do zastosowania w rzeczywistym środowisku przemysłowym. Szczególne znaczenie mają umiejętności związane z obsługą, programowaniem, diagnostyką, utrzymaniem ruchu, integracją i bezpieczną eksploatacją stanowisk zrobotyzowanych.

5.1. Wnioski

1. Robotyka jest dziedziną interdyscyplinarną

Robotyka łączy kompetencje z zakresu mechaniki, elektroniki, automatyki, mechatroniki, informatyki, programowania, analizy danych, bezpieczeństwa maszyn i organizacji procesów produkcyjnych. Oznacza to, że przygotowanie kadr dla tej dziedziny nie może ograniczać się wyłącznie do obsługi robota jako pojedynczego urządzenia.

Pracownik powinien rozumieć całe stanowisko zrobotyzowane: robota, kontroler, sterownik PLC, czujniki, napędy, urządzenia peryferyjne, systemy bezpieczeństwa, dokumentację techniczną oraz proces technologiczny, w którym robot funkcjonuje.

2. Największe obecne znaczenie ma robotyka przemysłowa

Wyniki badania pokazują, że roboty są najczęściej wykorzystywane w produkcji. Najważniejsze zastosowania obejmują przenoszenie elementów, paletyzację, spawanie, obsługę maszyn, kontrolę jakości, klejenie, obróbkę powierzchni oraz inne powtarzalne czynności produkcyjne.

Oznacza to, że największe zapotrzebowanie rynku pracy dotyczy obecnie kompetencji związanych z robotami przemysłowymi 6-osiowymi, cobotami, obsługą stanowisk zrobotyzowanych, programowaniem robotów, utrzymaniem ruchu i bezpieczeństwem pracy.

3. Rośnie znaczenie robotów mobilnych i intralogistyki

Planowane wdrożenia robotów mobilnych AGV i AMR wskazują na rosnące znaczenie automatyzacji logistyki wewnętrznej, magazynowania i transportu wewnętrznego. Jest to istotny kierunek rozwoju, ponieważ przedsiębiorstwa coraz częściej poszukują sposobów automatyzacji przepływu materiałów, komponentów i produktów.

W kolejnych latach może wzrosnąć zapotrzebowanie na kompetencje związane z obsługą robotów mobilnych, konfiguracją tras, zarządzaniem flotą robotów, bezpieczeństwem ruchu, integracją z systemami WMS, MES i ERP oraz analizą danych logistycznych.

4. Rynek pracy potrzebuje kompetencji praktycznych

Najważniejszą potrzebą wskazywaną w diagnozie jest praktyczne przygotowanie pracowników do pracy z rzeczywistymi systemami zrobotyzowanymi. Pracodawcy oczekują osób, które potrafią nie tylko opisać działanie robota, ale także obsłużyć stanowisko, zdiagnozować problem, odczytać dokumentację techniczną, przestrzegać procedur bezpieczeństwa i współpracować z innymi działami.

Szczególne znaczenie mają kompetencje związane z programowaniem robotów, programowaniem PLC, integracją systemów, czytaniem dokumentacji technicznej, bezpieczeństwem maszyn, CAD, symulacjami, diagnostyką, systemami wizyjnymi i utrzymaniem ruchu.

5. Luka kompetencyjna dotyczy zarówno poziomu technicznego, jak i inżynierskiego

W badaniu widoczne jest zapotrzebowanie na różne poziomy kompetencji. Rynek potrzebuje operatorów stanowisk zrobotyzowanych, techników robotyków, automatyków, mechatroników, pracowników utrzymania ruchu, programistów PLC, integratorów systemów, specjalistów systemów wizyjnych, specjalistów robotów mobilnych i inżynierów automatyki i robotyki.

Oznacza to, że działania edukacyjne i szkoleniowe powinny być projektowane wielopoziomowo. Innego zakresu kształcenia potrzebuje operator, innego technik utrzymania ruchu, innego programista robota, a jeszcze innego integrator systemów lub inżynier odpowiedzialny za wdrożenie.

6. Kompetencje miękkie są warunkiem skutecznej pracy w robotyce

Respondenci bardzo wysoko ocenili znaczenie rozwiązywania problemów, pracy zespołowej, komunikacji, języka angielskiego technicznego i zarządzania projektami. Potwierdza to, że robotyka nie jest wyłącznie dziedziną techniczną, ale wymaga współpracy wielu osób i działów.

W środowisku zrobotyzowanym pracownik musi umieć komunikować problemy techniczne, współpracować z produkcją, utrzymaniem ruchu, automatykami, integratorami, serwisem i kadrą zarządzającą. Szczególne znaczenie ma także odpowiedzialność, dokładność, przestrzeganie procedur oraz świadomość bezpieczeństwa.

7. Szkolnictwo branżowe i edukacja pozaformalna mają kluczowe znaczenie dla przygotowania kadr

Zawód technik robotyk oraz zawody pokrewne, takie jak technik automatyk, technik mechatronik, technik elektronik i technik programista, powinny być rozwijane w ścisłym powiązaniu z potrzebami przemysłu. Szczególne znaczenie mają kwalifikacje ELM.07 i ELM.08 w zawodzie technik robotyk oraz kwalifikacja „Obsługa i utrzymanie ruchu stanowisk zrobotyzowanych”.

Jednocześnie szybkie tempo zmian technologicznych powoduje, że duże znaczenie będą miały krótkie formy doskonalenia zawodowego, kursy sektorowe, szkolenia praktyczne, kwalifikacje rynkowe i sektorowe oraz szkolenia dla nauczycieli kształcenia zawodowego.

5.2. Najistotniejsze zidentyfikowane luki kompetencyjne

Na podstawie przeprowadzonej diagnozy można wskazać następujące kluczowe luki kompetencyjne:

1. niewystarczające praktyczne przygotowanie do pracy z rzeczywistymi stanowiskami zrobotyzowanymi;
2. braki w zakresie programowania robotów przemysłowych;
3. niewystarczająca znajomość programowania PLC i integracji robota z linią produkcyjną;
4. ograniczone kompetencje w zakresie diagnostyki, utrzymania ruchu i usuwania awarii;
5. niewystarczająca znajomość dokumentacji technicznej, elektrycznej, pneumatycznej i mechanicznej;
6. braki w zakresie bezpieczeństwa maszyn, oceny ryzyka i procedur pracy przy robotach;
7. niewystarczające kompetencje związane z systemami wizyjnymi i automatyczną kontrolą jakości;
8. ograniczone przygotowanie do obsługi i zarządzania robotami mobilnymi AMR/AGV;
9. braki w zakresie symulacji, cyfrowych bliźniaków i narzędzi wspierających programowanie offline;

10. niewystarczające kompetencje społeczne związane z komunikacją techniczną, pracą zespołową, rozwiązywaniem problemów i organizacją pracy.

5.3. Rekomendacje dla rozwoju oferty szkoleniowej

Oferta szkoleniowa w dziedzinie robotyki powinna mieć charakter modułowy, praktyczny i wielopoziomowy. Powinna odpowiadać na potrzeby różnych grup odbiorców: uczniów, absolwentów, nauczycieli, operatorów, techników, pracowników utrzymania ruchu, automatyków, integratorów, inżynierów oraz kadry zarządzającej wdrożeniami robotyzacji.

Tabela 35. Rekomendowane ścieżki kształcenia i szkolenia w dziedzinie robotyki

Ścieżka szkoleniowa	Grupa odbiorców	Zakres tematyczny
Podstawowa obsługa stanowisk zrobotyzowanych	operatorzy, uczniowie, początkujący pracownicy produkcji	BHP, panel operatorski, podstawowa obsługa robota, reagowanie na komunikaty, procedury uruchamiania i zatrzymania
Programowanie robotów przemysłowych	technicy robotyki, automatycy, integratorzy, pracownicy UR	podstawy programowania, trajektorie ruchu, punkty, testowanie programu, optymalizacja cyklu
Programowanie cobotów	technicy, operatorzy, MŚP, nauczyciele	obsługa i programowanie robotów współpracujących, konfiguracja aplikacji, bezpieczeństwo współpracy człowieka z robotem
Diagnostyka i utrzymanie ruchu stanowisk zrobotyzowanych	technicy utrzymania ruchu, automatycy, mechatronicy	diagnostyka błędów, konserwacja, analiza awarii, dokumentacja techniczna, procedury serwisowe
Robotyka i PLC	automatycy, programiści PLC, technicy robotyki	integracja robota ze sterownikiem PLC, HMI, komunikacja przemysłowa, czujniki, napędy, urządzenia peryferyjne
Systemy wizyjne w robotyce	integratorzy, inżynierowie jakości, automatycy	kamery, oświetlenie, kalibracja, analiza obrazu, kontrola jakości, sterowanie robotem na podstawie obrazu
Roboty mobilne AMR/AGV	logistyka, utrzymanie ruchu, operatorzy systemów magazynowych	obsługa robotów mobilnych, konfiguracja tras, zarządzanie flotą, bezpieczeństwo ruchu, integracja z WMS/MES

Bezpieczeństwo maszyn i stanowisk zrobotyzowanych	wszyscy pracownicy pracujący przy robotach, kadra techniczna, BHP	ocena ryzyka, procedury bezpieczeństwa, zabezpieczenia, LOTO, dokumentacja bezpieczeństwa
Integracja stanowisk zrobotyzowanych	integratorzy, inżynierowie, zaawansowani technicy	dobór robota, projekt stanowiska, integracja urządzeń, testy, uruchomienie, dokumentacja
Przemysł 4.0 i cyfrowe wsparcie robotyki	inżynierowie, kadra wdrożeniowa, nauczyciele	symulacje, cyfrowe bliźniaki, analiza danych, predykcyjne utrzymanie ruchu, programowanie offline

Źródło: opracowanie własne.

5.4. Rekomendacje dla Branżowych Centrów Umiejętności w dziedzinie robotyki

Branżowe Centra Umiejętności będą odgrywać ważną rolę w przygotowaniu kadr dla dziedziny robotyki. Ich zadaniem będzie łączenie edukacji formalnej, edukacji pozaformalnej, pracodawców, nauczycieli, uczniów, studentów i osób dorosłych funkcjonujących już na rynku pracy.

Rekomenduje się, aby BCU w dziedzinie robotyki rozwijały następujące działania:

1. tworzenie praktycznych kursów i szkoleń opartych na rzeczywistych stanowiskach zrobotyzowanych;
2. rozwijanie kwalifikacji sektorowych odpowiadających na potrzeby rynku pracy;
3. prowadzenie szkoleń dla nauczycieli kształcenia zawodowego;
4. organizowanie szkoleń dla pracowników przedsiębiorstw, w szczególności operatorów, techników, automatyków i pracowników utrzymania ruchu;
5. rozwijanie modułów szkoleniowych dotyczących robotów przemysłowych, cobotów, robotów AMR/AGV, systemów wizyjnych, PLC i bezpieczeństwa maszyn;
6. tworzenie ścieżek szkoleniowych na różnych poziomach zaawansowania;
7. współpracę z producentami robotów, integratorami, firmami technologicznymi i pracodawcami;
8. prowadzenie działań doradczych dla przedsiębiorstw planujących wdrożenia robotyzacji;
9. wspieranie szkół w aktualizacji programów, doposażaniu pracowni i organizacji praktyk;
10. monitorowanie zmian technologicznych i aktualizowanie oferty szkoleniowej.

5.5. Rekomendacje dla szkół i placówek prowadzących kształcenie zawodowe

Szkoły prowadzące kształcenie w zawodach powiązanych z robotyką powinny wzmocnić praktyczny wymiar kształcenia. Szczególne znaczenie ma zapewnienie uczniom kontaktu z rzeczywistymi lub dydaktycznymi stanowiskami robotycznymi, systemami automatyki, sterownikami PLC, czujnikami, systemami bezpieczeństwa i dokumentacją techniczną.

Rekomenduje się:

1. rozwijanie pracowni robotyki i automatyki;
2. zwiększanie liczby zajęć praktycznych i projektowych;
3. wprowadzanie ćwiczeń z obsługi, programowania i diagnostyki robotów;
4. wzmocnienie treści dotyczących PLC, systemów wizyjnych, cobotów i robotów mobilnych;
5. rozwijanie współpracy z przedsiębiorstwami i integratorami;
6. organizowanie praktyk, staży i wizyt studyjnych w zakładach wykorzystujących robotykę;
7. szkolenie nauczycieli w zakresie nowych technologii robotycznych;
8. rozwijanie kompetencji uczniów w zakresie dokumentacji technicznej, bezpieczeństwa maszyn i komunikacji technicznej;
9. wykorzystywanie projektów interdyscyplinarnych łączących automatykę, mechatronikę, informatykę i robotykę;
10. wspieranie uczniów w zdobywaniu dodatkowych kwalifikacji i certyfikatów branżowych.

5.6. Rekomendacje dla pracodawców

Pracodawcy wdrażający lub wykorzystujący robotykę powinni aktywnie uczestniczyć w przygotowywaniu kadr dla branży są to tzw. działania branży dla branży. Samodzielne pozyskiwanie gotowych specjalistów z rynku może być niewystarczające, szczególnie przy rosnącym zapotrzebowaniu na robotyków, automatyków, integratorów i pracowników utrzymania ruchu.

Rekomenduje się:

1. współpracę ze szkołami, uczelniami i Branżowymi Centrami Umiejętności;
2. udział w tworzeniu i konsultowaniu programów szkoleń;

3. organizowanie praktyk, staży i wizyt studyjnych;
4. udostępnianie przykładów rzeczywistych problemów technicznych do wykorzystania w szkoleniach;
5. wspieranie nauczycieli i instruktorów w aktualizacji wiedzy branżowej;
6. rozwijanie wewnętrznych ścieżek awansu i doskonalenia pracowników;
7. szkolenie operatorów i techników przed wdrożeniem nowych stanowisk zrobotyzowanych;
8. dokumentowanie luk kompetencyjnych obserwowanych w przedsiębiorstwie;
9. wykorzystywanie mentoringu i uczenia się w miejscu pracy;
10. planowanie rozwoju kompetencji równoległe z planowaniem inwestycji w robotyzację.

5.7. Kierunki dalszego rozwoju kwalifikacji w dziedzinie robotyki

Na podstawie wyników diagnozy zasadne jest rozwijanie kwalifikacji sektorowych oraz różnych rodzajów kursów (np. krótkich form szkolenia oraz dodatkowych, innowacyjnych umiejętności zawodowych) w kilku kluczowych obszarach:

1. obsługa i utrzymanie ruchu stanowisk zrobotyzowanych;
2. programowanie robotów przemysłowych;
3. programowanie cobotów;
4. integracja robota przemysłowego z obrabiarkami CNC;
5. systemy wizyjne w kontroli jakości i sterowaniu robotami;
6. obsługa i zarządzanie robotami mobilnymi AMR/AGV;
7. bezpieczeństwo maszyn i ocena ryzyka stanowisk zrobotyzowanych;
8. diagnostyka i serwisowanie robotów przemysłowych;
9. programowanie PLC w środowisku robotycznym;
10. cyfrowe bliźniaki, symulacje i programowanie offline;
11. predykcyjne utrzymanie ruchu i analiza danych produkcyjnych;
12. zarządzanie projektami robotyzacji.

Kwalifikacje te powinny być projektowane w sposób praktyczny, modułowy i możliwy do wykorzystania przez różne grupy odbiorców. Wskazane jest tworzenie ścieżek podstawowych, średniozaawansowanych i zaawansowanych, tak aby możliwe było stopniowe budowanie kompetencji.

5.8. Podsumowanie

Rozwój robotyki w Polsce będzie zależał nie tylko od dostępności technologii, finansowania i gotowości inwestycyjnej przedsiębiorstw, ale przede wszystkim od dostępności odpowiednio przygotowanych kadr. Największe znaczenie będą miały osoby posiadające kompetencje praktyczne, interdyscyplinarne i aktualne technologicznie.

Przeprowadzona diagnoza wskazuje, że rynek pracy potrzebuje pracowników przygotowanych do obsługi, programowania, diagnostyki, utrzymania, integracji i bezpiecznej eksploatacji systemów robotycznych. Szczególne znaczenie mają kompetencje związane z robotami przemysłowymi, cobotami, robotami mobilnymi, systemami wizyjnymi, PLC, dokumentacją techniczną, bezpieczeństwem maszyn i komunikacją techniczną.

Najważniejszym kierunkiem działań powinno być rozwijanie praktycznej oferty szkoleniowej i kwalifikacyjnej, ściśle powiązanej z potrzebami przedsiębiorstw. Branżowe Centra Umiejętności, szkoły, uczelnie, pracodawcy i integratorzy systemów robotycznych powinny współpracować przy tworzeniu elastycznych ścieżek kształcenia i doskonalenia zawodowego.

Robotyka będzie jedną z dziedzin warunkujących konkurencyjność przemysłu, jakość procesów produkcyjnych, rozwój logistyki i efektywność transformacji cyfrowej. Dlatego przygotowanie kadr dla robotyki powinno być traktowane jako jedno z kluczowych zadań edukacji branżowej i rynku pracy w najbliższych latach.

Ponadto umiejętności przyszłości wskazane przez respondentów istotne nie tylko w dziedzinie robotyki to:

1. Umiejętność adaptacji do nowych technologii

Respondenci wskazywali na konieczność szybkiego uczenia się, otwartości na nowe narzędzia oraz gotowości do pracy z technologiami, które dynamicznie się zmieniają.

2. AI i narzędzia wspomagające robotykę

Wskazano m.in. wykorzystanie AI do pisania kodu robota lub PLC, trenowanie robotów w środowiskach symulacyjnych oraz korzystanie z narzędzi opartych na sztucznej inteligencji.

3. Integracja systemów

Ważne będą kompetencje związane z łączeniem robotów z PLC, systemami wizyjnymi, czujnikami, interfejsami HMI, systemami produkcyjnymi i magazynowymi.

4. Diagnostyka i rozwiązywanie problemów

Respondenci podkreślali, że przyszły specjalista powinien umieć analizować przyczyny problemów, szybko reagować na awarie oraz rozumieć działanie całego procesu.

5. Wiedza procesowa

Kilka odpowiedzi wskazywało, że sama znajomość programowania robota nie wystarczy. Kluczowe jest rozumienie procesu, który robot realizuje.

6. Komunikacja i praca w zespołach międzynarodowych

Istotne są umiejętności współpracy w zespołach projektowych, często międzynarodowych, oraz komunikacja między działami technicznymi i produkcyjnymi.

Aż 95% respondentów wskazuje, że nowi pracownicy wymagają co najmniej umiarkowanego doszkalania, a większość ocenia tę potrzebę jako bardzo dużą.

To jeden z najważniejszych wyników ankiety. Pokazuje on wyraźną lukę między kompetencjami kandydatów a wymaganiami przedsiębiorstw wdrażających robotyzację.

References

[1 IFR, „World Robotics - Industrial Robots,” 2025.
]

[2 automatyka.pl, „Katalog firm na stronie automatyka.pl,” [Online]. Available:
] <https://www.automatyka.pl/firmy/roboty-8094-11>.

[3 Eurostat, „Eurostat: Real GDP per capita,” [Online]. Available:
] https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_08_10/default/table.

[4 W. E. Forum, „The Future of Jobs Report 2025”.
]

[5 Eurostat, „Population on 1st January by age, sex and type of projection,” [Online]. Available:
] https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/proj_25np__custom_21338952/default/table.

[6 W. U. P. w. Krakowie, „Barometr Zawodów,” [Online]. Available:
] https://barometrzwodow.pl/modul/prognozy-na-mapach-wyniki?province%5B%5D=%23polska&year%5B%5D=2026&forecast_type=relation&profession%5B%5D=8853&relation=1.