

Automatyka i robotyka w Przemysle 4.0

Autorzy Politechnika Łódzka:
Leszek Podsetkowski, Katarzyna Koter
Łukasz Frączczak, Radosław Rosik
Tłumaczenie:
Emilia Jurkiewicz-Majek

Spis treści

Wstęp.....	3
Koncepcja Przemysłu 4.0	3
Proces kształcenia a Przemysł 4.0.....	7
Automatyka i Robotyka w Przemysle 4.0	9
Zintegrowane Systemy Automatykacji:.....	9
Używanie Robotów Przemysłowych:.....	10
Inteligentne Systemy Kontroli.....	12
Internet Rzeczy (IoT).....	12
Big Data w Automatyce	14
Sztuczna Inteligencja (SI) w Robotyce	14
Technologie Wearable w Przemysle 4.0	15
Autonomiczne Systemy Produkcyjne	17
Kształcenie Zawodowe i Kompetencje Przemysłowe	18
Podsumowanie	20

Wstęp

Powszechnie wiadomo, że skuteczna sprzedaż produktów oparta jest na potrzebach konsumenta. W latach 90 ubiegłego wieku rosnące potrzeby konsumentów były zaspokajane poprzez wprowadzanie rozwiązań technologicznych umożliwiających masową produkcję. Dzięki temu coraz powszechniejsze stawały się: linie produkcyjne, podział gotowych produktów na moduły, które były składane w całość na kolejnych stanowiskach montażowych. W przemyśle motoryzacyjnym zaczęły powstawać przedsiębiorstwa specjalizujące się w produkcji określonych typów komponentów samochodów np. zawieszania, fotele, układy wydechowe, lampy itp. W ten sposób wyspecjalizowana firma np. w produkcji lamp mogła dostarczać je do różnych producentów samochodów. W ten sposób fabryki samochodów przekształciły się w ich montownie, które w ciągu roku mogły „wyprodukować” setki tysięcy gotowych samochodów. W ten sposób znacząco obniżano koszty produkcji, co zwiększało konkurencyjność cenową danego modelu samochodu. Niestety taki model masowej produkcji pociągał za sobą pewne konsekwencje. Przykładem może być tutaj lakiernia, na której karoseria samochodu była malowana na linii produkcyjnej, a samochody były zanurzane w basenie z określonym kolorem lakieru. W ten sposób przez kilka tygodni, czy miesięcy były produkowane samochody jedynie w określonym kolorze. Co na etapie nienasyconego rynku popytowego było w zupełności wystarczające, ponieważ głównym kryterium jakim kierował się konsument, to była dostępność produktu oraz jego cena.

Koncepcja Przemysłu 4.0

Obecnie rynek konsumencki wygląda zupełnie inaczej. Popyt na posiadanie samochodu już jest w pewnym stopniu nasycony. Większość osób w społeczeństwie może sobie kupić samochód, gdyż jest on powszechnie dostępny. Osoby mniej zamożne kupią samochód używany, osoby o stabilnych i średnich dochodach kupią samochód nowy dostosowany do swoich potrzeb, a osoby najzamożniejsze kupią samochód zaspokajający ich wyszukane wymagania. Można zatem stwierdzić, że popyt jest zupełnie inny. Nie liczy się liczba wyprodukowanych samochodów, lecz dostosowanie się do indywidualnych potrzeb konsumenta. Oczywiście nie chodzi tutaj o zmianę linii i kształtu nadwozia, lecz o kolor lakieru, kolor tapicerki, dodatkowe funkcjonalności np. tempomat, systemy bezpieczeństwa, liczba poduszek powietrznych, klimatyzacja itp. itd. Takie dostosowanie się producentów samochodów do indywidualnych potrzeb klienta pociąga za sobą zmianę - uelastycznienie systemu produkcyjnego przy zachowaniu masowości produkcji. Takie podejście do produkcji tj. masowej i jednocześnie elastycznej, obecnie nazywane jest kolejną rewolucją przemysłową zwanej Przemysłem 4.0.

Powyżej opisany wstęp obrazuje jedynie zależność między potrzebami konsumenta oczekującego konkretnego, często zindywidualizowanego produktu, a przedsiębiorstwem, które próbuje konkretny produkt wytworzyć i dostarczyć konsumentowi. Natomiast ten znacząco uproszczony opis należy rozszerzyć do rzeczywistych realiów, gdzie producent musi konkurować z innymi przedsiębiorstwami zarówno na rynku lokalnym jak i globalnym. Zatem trzeba uwzględnić również aspekty: produkcyjne, ekonomiczne, logistyczne i informatyczne,

które wzajemnie się przenikają i dopiero razem tworzą całość systemu produkcyjnego w Przemysle 4.0.

Przy wprowadzeniu przemysłowej rewolucji kluczowym elementem jest zintegrowanie zautomatyzowanych systemów produkcyjnych, co umożliwia lepszą synchronizację i zarządzanie poszczególnymi procesami. Automatyzacja obejmuje nie tylko produkcję, ale także logistykę, kontrolę jakości i inne obszary. Zatem można stwierdzić, że Przemysł 4.0 łączy ze sobą tradycyjne procesy produkcyjne z nowoczesnymi technologiami informatycznymi, co prowadzi do bardziej efektywnego, zautomatyzowanego i elastycznego środowiska produkcyjnego. Taki przemysł można podzielić na kilka kluczowych części:

1. **Produkcyjna** – jest odpowiedzialna za wytworzenie konkretnego produktu
2. **Przepływu informacji** – ta część jest podzielona na kilka warstw. Warstwa najniższa polega na komunikacji stanowiskowej oparta jest na przesyłaniu informacji na pojedynczych stanowiskach roboczych. Warstwa średnia – polega na przepływie informacji o: procesie produkcyjnym, zatorach, stanie narzędzi, konieczności wymiany lub uzupełnienia magazynów z gotowymi produktami lub półfabrykatami. Warstwa najwyższa – służy do przepływu informacji zarządzających np. o stanie maszyn, awariach stanowisk, zmianie produktu itp. W przypadku dużych korporacji można jeszcze wyróżnić warstwę globalną, która odpowiada za komunikację między zakładem produkcyjnym, poddostawcami komponentów, zewnętrznymi firmami serwisowymi oraz zleceniami produkcyjnymi.
3. **Przepływu materiałów** – jest to system, który można podzielić na dwie zasadnicze części wewnątrz zakładowe: gdzie jest przepływ materiałów i narzędzi między magazynami, a stanowiskami oraz między stanowiskami, oraz zewnętrzny: gdzie jest przepływ materiałów i narzędzi między zakładem produkcyjnym, a poddostawcami
4. **Nadzoru** – do tej części można zaliczyć takie aspekty jak odbieranie zleceń i wdrażanie ich do produkcji, planowanie wymiany narzędzi, planowanie serwisowania i wymiany urządzeń produkcyjnych, zarządzanie kryzysowe w przypadku awarii oraz zarządzania kapitałem ludzkim

Powyżej wymienione części stanowią jeden Zintegrowany System Automatyzacji stanowiący kompleksowe rozwiązania, w których różne elementy systemu produkcyjnego, takie jak maszyny, urządzenia, roboty, oprogramowanie, czujniki i systemy kontroli, są ściśle zsynchronizowane i współpracują ze sobą. Taki system integruje różne warstwy produkcji, łącząc ze sobą poziomy operacyjny (OT - Operational Technology) i informacyjny (IT - Information Technology). Dzięki temu informacje z linii produkcyjnych mogą być łatwo dostępne dla systemów zarządzania przedsiębiorstwem. Zatem kontrola procesów produkcji odbywa się centralnie, co umożliwia monitorowanie i sterowanie z jednego miejsca. Scentralizowana kontrola pozwala na szybkie reagowanie na zmiany warunków, minimalizując ryzyko błędów i zwiększając efektywność produkcji.

Zintegrowane Systemy Automatyzacji umożliwiają współpracę różnych systemów, takich jak MES (Manufacturing Execution System), ERP (Enterprise Resource Planning) czy PLM (Product Lifecycle Management), co pozwala na optymalne zarządzanie produkcją na różnych poziomach, w tym zarządzanie łańcuchem dostaw, czy też relacjami z klientami. Dzięki integracji produkcji i systemu zarządzania i dostaw, systemy produkcyjne mogą być szybko

rekonfigurowane w odpowiedzi na zmieniające się warunki rynkowe, zmienne zapotrzebowanie na produkty, czy wprowadzane innowacje technologiczne. Zatem zintegrowane Systemy Automatykacji stanowią podstawę dla Przemysłu 4.0, umożliwiając firmom osiągnięcie bardziej efektywnych, elastycznych i zwinnych procesów produkcyjnych.

W procesie produkcyjnym kluczową rolę odgrywają roboty przemysłowe zintegrowane z zautomatyzowaną linią produkcyjną. Są one wykorzystywane do wykonywania różnorodnych zadań, od prostych i powtarzalnych takich jak: montaż, manipulację, spawanie, pakowanie, po bardziej skomplikowane i precyzyjne operacje np. wykonanie obróbki skrawaniem, czy też malowanie. W przemyśle 4.0 roboty to nie tylko fizyczne maszyny, ale także inteligentne systemy zdolne do współpracy, adaptacji do zmian oraz integracji z innymi technologiami. Dzięki integracji robotów z systemami wizyjnymi wyposażonymi w technologię sztucznej inteligencji możliwy jest pomiar geometrii detali i klasyfikowanie ich np. dobre złe lub do poprawy/regeneracji. Możliwa jest również klasyfikacja detali pod względem kształtu i możliwość pobierania z jednego taśmociągu różnych detali i układanie ich w odpowiedniej palecie czy też wykrywanie ułożenia detali na stosie i pobieranie ich przy różnym położeniu i orientacji.

Oprócz obsługi urządzeń produkcyjnych, w Przemysle 4.0 roboty przemysłowe często pracują na tych samych stanowiskach co człowiek. Wówczas roboty współpracujące są zaprojektowane tak, aby bezpiecznie współpracować z pracownikami. Wiąże się to wykrywaniem kolizji i/lub dotyku korpusu robota przez człowieka i zatrzymanie pracy robota. Wówczas można efektywnie wykorzystać umiejętności pracy człowieka – adaptacyjność, praca z materiałami elastycznymi, doświadczenie, oraz robota – powtarzalność, dokładność, szybkość, praca z dużymi obciążeniami, kontakt z niebezpiecznymi substancjami.

Należy jeszcze podkreślić, że główną cechą robotów jest ich programowalność i elastyczność, co pozwala na szybkie dostosowanie ich do różnych zadań i produktów. Zastosowanie programowania offline i technologii plug-and-produce umożliwia szybkie wdrożenie i modyfikację zadań zarówno dla robota jak i maszyn produkcyjnych. Nowoczesne roboty posiadają zainstalowane systemy zdalnego monitorowania swojego stanu technicznego. Zatem zintegrowanie ich z systemem nadzoru poprzez technologię IoT (Internet Rzeczy), umożliwia na analizę zebranych danych i zaplanowanie konserwacji oraz zoptymalizowanie procesu produkcyjnego np. pod względem efektywności energetycznej.

Praca robotów w głównej mierze opiera się na wspomaganiu pracy maszyn i urządzeń produkcyjnych, stanowiąc integralną część systemu produkcyjnego. Natomiast, same maszyny i urządzenia produkcyjne są kluczowe w Przemysle 4.0. To dzięki nim są wytwarzane komponenty i produkty, które później sprzedawane są konsumentowi. W przemyśle 3.0 główny nacisk był położony na wydajność produkcji. Zatem projektowano maszyny głównie pod produkcję określonych rzeczy lub nawet pojedynczych procesów obróbczych. Dzięki temu znacząco wzrastała wydajność, kosztem pogorszenia elastyczności produkcji. W Przemysle 4.0 kluczową rolę stanowi elastyczność, diagnostyka i komunikacja. Zatem zmienia się też charakter wykorzystywanych maszyn na takie, które mają porównywalną wydajność, a jednocześnie jest je łatwo przebroić i przeprogramować do produkcji różnych asortymentów. Zatem główną rolę będą tutaj pełnić maszyny sterowane numerycznie CNC (Computer Numerical Control). Wprowadzenie do tych maszyn systemów diagnostyki sił skrawania,

temperatury skrawania, czy też zużycia narzędzi pozwala na podjęcie decyzji o zmianie lub ostrzeniu narzędzia, przeprowadzeniu konserwacji, wymianie łożysk lub naprawie systemów chłodzenia.

W przypadku, w którym na proces produkcyjny składa się na kilka operacji technologicznych, to można już stwierdzić, że jest gniazdo lub linia wytwórcza. Gniazdo wytwórcze, to zespół maszyn i urządzeń ulokowanych w pewnym otoczeniu przestrzennym, które są ukierunkowane na wytwarzanie określonego produktu. W tym przypadku przepływ materiałów między stanowiskami odbywa się poprzez magazyny między operacyjne. Przy dobrym ustawieniu procesów technologicznych możliwe jest pominięcie magazynów pośrednich, a przepływ materiału odbywa się bezpośrednio między stanowiskami i najczęściej jest realizowana przez roboty. Natomiast linia produkcyjna jest to system, w którym przepływ materiałów/produktów przechodzi w linii od stanowiska do stanowiska, a cykl pracy jest wytyczony przez najdłuższą operację. W takich systemach znacząco ogranicza się przepływ materiałów, a co za tym idzie i czas ich przepływu. Logistyka w głównej mierze polega na dostarczaniu i odbieraniu palet produktów i półproduktów po i przed obróbką. Natomiast wewnątrz takiego Zautomatyzowanego Systemu Wytwórczego (ZSW) obieg detali realizowany jest przez roboty lub linie transportujące. W przemyśle 4.0 zmiana asortymentu produkcji wiąże się z przebrojeniem i przeprogramowaniem większości stanowisk technologicznych. Natomiast w przypadku zmiany niektórych parametrów gotowego produktu np. średnicy wałka, głębokości otworu itp. polega jedynie na przeprogramowaniu jednego urządzenia technologicznego.

W przemyśle 4.0 powyżej opisane systemy wytwórcze są projektowane pod kątem elastyczności produkcji. Stosuje się maszyny, które w łatwy sposób można przeprogramować lub uzbroić pod inny asortyment produkcji. Daje to możliwość na znacznie szybszą odpowiedź na zapotrzebowanie konsumenta bez konieczności długotrwałej zmiany układu produkcyjnego. Wprowadzenie monitoringu procesu produkcyjnego w Zautomatyzowanych Systemach Wytwórczych pozwala na wykrycie zatorów w procesie produkcyjnym i możliwość przekierowania części produkcji, czy operacji technologicznych na inny park maszynowy. Pełen monitoring procesów produkcyjnych i stanu maszyn pozwoli na efektywne zarządzanie przerwami w produkcji (z uwagi na konieczność dokonania serwisów maszyn i urządzeń). Na podstawie wysyłanych informacji przez maszyny nadrzędny system wspomagany pracą ludzi i sztuczną inteligencją mogą wyznaczyć odpowiedni czas na serwis i przegląd techniczny zanim nastąpi awaria. Więc możliwe jest uzgodnienie terminu z firmami serwisowymi, zamiast wzywanie serwisu w rybie awaryjnym. Należy tutaj nadmienić, że w tym drugim przypadku koszt zatrzymania linii i serwisu jest znacznie wyższy niż planowe zatrzymanie. Wynika, to z tego, że przy planowym zatrzymaniu ZSW możliwe jest przekierowanie produkcji na inny system. Natomiast w przypadku awarii jest to bardzo utrudnione. Planowanie i wykonywanie przestojów serwisowych będzie to skutkowało zwiększeniem wydajności produkcji przy ograniczonych nakładach inwestycyjnych. W dalszych konsekwencjach zwiększy to konkurencyjność danego przedsiębiorstwa

Analizując wykorzystanie robotów w Przemysle 4.0 należy jeszcze wymienić roboty mobilne, które nie biorą bezpośrednio udziału w procesie produkcyjnym, natomiast są odpowiedzialne za realizację łańcucha dostaw produktów, półproduktów czy też dobrych/zużytych narzędzi. Zatem pełnią rolę transportu między różnymi punktami na linii produkcyjnej lub w

magazynach. Dzięki temu mogą one znacząco zwiększyć efektywność produkcji poprzez eliminację potrzeby ręcznego przenoszenia materiałów oraz optymalizację przestrzeni magazynowej. Tego typu roboty są wyposażone w sensory, kamery oraz systemy nawigacyjne, co pozwala im dostosowywać się do zmieniającego się otoczenia. To z kolei pozwala na wykorzystywanie robotów mobilnych również do monitorowania i inspekcji instalacji produkcyjnych oraz infrastruktury. Mogą patrolować teren fabryki, wykrywać wczesne oznaki awarii czy niewłaściwego działania maszyn, co pozwala na szybką reakcję i minimalizację przestoju produkcyjnych. Można zatem stwierdzić, że roboty mobilne odgrywają jedną z kluczowych ról w procesie produkcyjnym w Przemysle 4.0.

Proces kształcenia a Przemysł 4.0

System produkcji w Przemysle 4.0 jest bardzo skomplikowany, lecz daje bardzo duże możliwości związane z monitorowaniem, nadzorem i uelastycznieniem produkcji. Wraz ze wzrostem poziomu technologiczności produkcji niezbędne jest również dobrze wykształcona kadra zarówno na poziomie menadżerskim produkcyjnym jak i utrzymaniem ruchu. Zatem nowoczesny system edukacji musi odpowiadać na te zapotrzebowania. Obecnie nie jest możliwe wykształcenie jednego wszechstronnego pracownika, który byłby w stanie wykonywać pracę zarówno na produkcji jak i w zakresie utrzymania ruchu. O ile przeszkolenie pracownika w ramach jednej części zintegrowanego systemu produkcyjnego jest możliwe (np. w produkcji lub przepływu informacji), o tyle przekwalifikowanie pracownika pomiędzy poszczególnymi częściami np. z systemu produkcji na część logistyczną już jest bardzo trudne, a szkolenie kosztowne i czasochłonne. Zatem konieczne jest kształcenie pracowników w określonej specjalizacji np. obsługi obrabiarek, integrowanie systemów przepływu informacji, czy też logistyki. Ważnym aspektem jest ilość wiedzy oraz umiejętności miękkich jakie muszą zdobyć pracownicy. Obecnie zakres ten jest coraz szerszy. Dlatego rozpoczęcie kształcenia w specjalizacji powinno rozpoczynać się już na etapie szkoły średniej, gdzie uczniowie zapoznawani są z obsługą urządzeń i jako technicy mogą rozpocząć pracę, która wymaga najniższych kwalifikacji. Następnie na studiach zakres kompetencji powinien być rozszerzony, o kompetencje związane z wyższymi poziomami taksonomii Blooma takimi jak: analizowanie, ocenianie i tworzenie. Ci pracownicy są predysponowani do projektowania i tworzenia zaawansowanych technologii wytwórczych z zakresu Przemysłu 4.0. Należy jeszcze podkreślić, że w nowoczesnych systemach nad opracowaniem danej technologii pracują zespoły ludzi, którzy są specjalistami ze swojej dziedziny np. systemów sensorycznych, programowania, systemów transmisji danych, obróbki materiałów, zarządzania i sztucznej inteligencji. Oczywiście należy tutaj podkreślić, że obecnie część technologii jest kupowanych od wyspecjalizowanych firm np. systemy komunikacji np. EtherNET, EtherCAT, ProfiBus, czy też ProfiNET, systemy sterowników PLC np. Mitsubishi, Siemens, czy też FATEC czy też systemy sensoryczne lub logistyczne – pojazdy mobilne. Natomiast ich integracja w jeden system związany z Przemysłem 4.0 jest czasochłonne i bez odpowiednich kompetencji bardzo trudne.

Należy tutaj podkreślić, że istotną rolę w procesie kształcenia pracowników odgrywają nowoczesne pracownie laboratoryjne. Wykorzystanie nowoczesnych laboratoriów i symulacji przemysłowych pozwala na praktyczne szkolenie pracowników w realistycznym środowisku, co umożliwi zastosowanie teorii w praktyce. Kształcenie zawodowe powinno również promować podejście interdyscyplinarne, integrując nauki techniczne, informatyczne, a także

umiejętności interpersonalne i zarządzania, nie rezygnując przy tym ze zdobywania wiedzy szczegółowej w określonej specjalizacji.

Zatem odpowiedź na pytanie o jakim profilu powinien być absolwent technikum, czy studiów, nie jest jednoznaczna, ponieważ poszukiwany idealny profil dla różnych przedsiębiorstw i ich wymagań nie istnieje i raczej postęp technologiczny wymusza na pogłębianie kompetencji w określonym kierunku, a nie zdobywanie szczątkowej wiedzy w wielu kierunkach. Natomiast w procesie integracji wielu systemów w Przemysle 4.0, pracownik musi znać podstawy z różnych dziedzin, żeby mógł bezpiecznie wykonywać swoje obowiązki z procesie produkcyjnym. Z drugiej strony dobra szkoła czy uczelnia wyższa, chcąc sprostać oczekiwaniom rynku kształci uczniów lub studentów w szerokim zakresie kompetencji pomijając pogłębienie kompetencji z danej dziedziny. Można zatem stwierdzić, że oczekiwania pracodawców i szkół i uczelni stają się coraz bardziej rozbieżne.

Wniosek z takiego stanu rzeczy jest jeden, Proces kształcenia koncentruje się na szerokim kształceniu, pokazującym określone zagadnienia studentom i uczniom, natomiast szczegółową wiedzę i „głębszą” specjalizację zdobywają poprzez dodatkowe kursy i szkolenia. Te z kolei często są realizowane poprzez wysyłanie zatrudnionego nowego pracownika do firm specjalizujących się w szkoleniach lub bezpośrednio do firm zajmujących się sprzedażą określonych urządzeń takich jak roboty, sterowniki sieci transmisji danych, sztuczna inteligencja.

Należy jeszcze podkreślić, że zarówno w technikach jak i na studiach są określone kierunki kształcenia. Jeszcze w latach 90 ubiegłego Wieku i początek obecnego Wieku podział na kierunki studiów był wystarczający by nadażyć za oczekiwaniami rynku. Natomiast obecnie nawet wprowadzenie specjalności w danym kierunku studiów jest niewystarczające. Dlatego też obecnie tworzą się specjalistyczne centra szkoleniowe, które są wyposażone w najnowocześniejszy sprzęt, i które zatrudniają specjalistów z danej dziedziny w celu przeprowadzenia określonych kursów i szkoleń. Takie podejście do kształcenia nazywane jest kształceniem mikrokompetencji. Jest ono związane z „głębokim” kształceniem najczęściej kilkudniowym z określonego zakresu kompetencji. Tego typu szkolenia uzupełniają lukę pomiędzy profilem absolwenta, a oczekiwaniami rynku. Wadą takiego rozwiązania są duże koszty przeprowadzenia tych kursów, które musi pokryć sam absolwent lub pracodawca.

Automatyka i Robotyka w Przemysle 4.0

Automatyka i robotyka odgrywają kluczową rolę w kontekście Przemysłu 4.0, który jest nową erą przemysłowej rewolucji opartej na zaawansowanych technologiach cyfrowych. Przemysł 4.0 łączy tradycyjne procesy produkcyjne z nowoczesnymi technologiami informatycznymi, co prowadzi do bardziej efektywnego, zautomatyzowanego i elastycznego środowiska produkcyjnego. Oto kilka kluczowych aspektów Automatyki i Robotyki w Przemysle 4.0:

Zintegrowane Systemy Automatykacji:

W Przemysle 4.0 systemy automatykacji są zintegrowane z systemami informatycznymi, co umożliwia lepszą synchronizację i zarządzanie procesami produkcyjnymi. Automatykacja obejmuje nie tylko produkcję, ale także logistykę, kontrolę jakości i inne obszary.

Zintegrowane Systemy Automatykacji to kompleksowe rozwiązania, w których różne elementy systemu produkcyjnego, takie jak maszyny, urządzenia, roboty, oprogramowanie, czujniki i systemy kontroli, są ściśle zsynchronizowane i współpracują ze sobą. Celem jest osiągnięcie maksymalnej efektywności, elastyczności i reaktywności na zmieniające się warunki.

Zintegrowane Systemy Automatykacji integrują różne warstwy produkcji, łącząc ze sobą poziomy operacyjny (OT - Operational Technology) i informacyjny (IT - Information Technology). Dzięki temu informacje z linii produkcyjnych mogą być łatwo dostępne dla systemów zarządzania przedsiębiorstwem.

Zintegrowane Systemy Automatykacji opierają się na skutecznej komunikacji pomiędzy różnymi urządzeniami w fabryce. Standardy komunikacyjne, takie jak OPC UA (Unified Architecture), są powszechnie stosowane, umożliwiając interoperacyjność między różnymi producentami i rodzajami urządzeń.

Kontrola procesów produkcji odbywa się centralnie, co umożliwia monitorowanie i sterowanie z jednego miejsca. Scentralizowana kontrola pozwala na szybkie reagowanie na zmiany warunków, minimalizując ryzyko błędów i zwiększając efektywność. Zintegrowane Systemy Automatykacji umożliwiają współpracę różnych systemów, takich jak MES (Manufacturing

Execution System), ERP (Enterprise Resource Planning) czy PLM (Product Lifecycle Management), co pozwala na optymalne zarządzanie produkcją na różnych poziomach. Dzięki integracji, systemy produkcyjne mogą być szybko rekonfigurowane w odpowiedzi na zmieniające się warunki rynkowe, zmienne zapotrzebowanie na produkty, czy wprowadzane innowacje technologiczne.

Zintegrowane Systemy Automatykacji umożliwiają zastosowanie zaawansowanych algorytmów analizy danych i sztucznej inteligencji do podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym. To pozwala na optymalizację procesów i identyfikację obszarów poprawy.

Integracja systemów produkcyjnych z systemami zarządzania łańcuchem dostaw i relacjami z klientami umożliwia bardziej efektywne planowanie produkcji, dostosowanie się do zmieniającego się popytu i szybszą dostawę produktów.

Zintegrowane Systemy Automatykacji stanowią podstawę dla Przemysłu 4.0, umożliwiając firmom osiągnięcie bardziej efektywnych, elastycznych i zwinnych procesów produkcyjnych. Dzięki temu przedsiębiorstwa są w stanie lepiej reagować na dynamiczne zmiany rynkowe, zwiększając swoją konkurencyjność.

Używanie Robotów Przemysłowych:

Roboty przemysłowe odgrywają kluczową rolę w zautomatyzowanych liniach produkcyjnych. Są wykorzystywane do wykonywania różnorodnych zadań, od prostych i powtarzalnych, po bardziej skomplikowane i precyzyjne operacje.

Używanie Robotów Przemysłowych stanowi kluczowy element Przemysłu 4.0, wprowadzając zaawansowane i inteligentne rozwiązania automatyzacyjne w procesy produkcyjne. Roboty przemysłowe w Przemysle 4.0 to nie tylko fizyczne maszyny, ale także inteligentne systemy zdolne do współpracy, adaptacji do zmian oraz integracji z innymi technologiami. Poniżej przedstawiono opis używania Robotów Przemysłowych w kontekście Przemysłu 4.0:

Zautomatyzowane Linie Produkcyjne

Roboty przemysłowe są wykorzystywane do zautomatyzowania różnych etapów produkcji, obejmując montaż, manipulację, spawanie, pakowanie i inne zadania. To pozwala na zwiększenie efektywności produkcji i eliminację monotonicznych zadań.

Kolaboracja Człowiek-Robot

W Przemysle 4.0, roboty przemysłowe często pracują na tych samych stanowiskach co człowiek. Roboty współpracujące są zaprojektowane tak, aby bezpiecznie współpracować z pracownikami, co pozwala na efektywne wykorzystanie umiejętności zarówno ludzi, jak i maszyn.

Inteligencja Sztuczna w Robotyce

Roboty przemysłowe wykorzystują technologie sztucznej inteligencji, takie jak maszynowe uczenie się, aby dostosowywać się do zmieniających się warunków, analizować dane i podejmować decyzje w czasie rzeczywistym.

Roboty Mobilne

W Przemysle 4.0 stosuje się roboty mobilne, zdolne do poruszania się po fabryce i wykonywania różnych zadań. Te roboty są wyposażone w sensory, kamery oraz systemy nawigacyjne, co pozwala im dostosowywać się do zmieniającego się otoczenia.

Internet Rzeczy (IoT) w Robotyce

Roboty przemysłowe są integrowane z IoT, co umożliwia zbieranie danych dotyczących wydajności, stanu technicznego i zużycia energii. Te informacje są wykorzystywane do analizy, planowania konserwacji oraz optymalizacji procesów.

Zaawansowane Sterowanie Ruchem

Roboty przemysłowe w Przemysle 4.0 posługują się zaawansowanymi algorytmami sterowania ruchem, co pozwala na precyzyjne i skoordynowane wykonywanie zadań. Mogą one reagować na zmienne warunki środowiskowe i dostosowywać swoje ruchy.

Programowalność i Elastyczność

Roboty w Przemysle 4.0 są programowalne i elastyczne, co pozwala na szybkie dostosowanie ich do różnych zadań i produktów. Zastosowanie programowania offline i technologii plug-and-produce umożliwia szybkie wdrożenie i modyfikację zadań robota.

Monitorowanie i Diagnostyka zdalna

Roboty przemysłowe są zdolne do zdalnego monitorowania swojego stanu technicznego i przesyłania danych dotyczących awarii lub konieczności konserwacji. To umożliwia szybką reakcję na ewentualne problemy i minimalizację czasu przestoju.

Optymalizacja Zużycia Energii

W Przemysle 4.0 roboty są projektowane z myślą o efektywności energetycznej. Monitorowanie zużycia energii pozwala na optymalizację i redukcję kosztów operacyjnych.

Używanie Robotów Przemysłowych w Przemysle 4.0 przyczynia się do zwiększenia efektywności, elastyczności i inteligencji procesów produkcyjnych. Integracja robotów z zaawansowanymi technologiami sprawia, że są one nie tylko narzędziem do wykonywania zadań, ale także inteligentnymi partnerami w procesie produkcji.

Inteligentne Systemy Kontroli

Automatyka w Przemysłu 4.0 opiera się na inteligentnych systemach kontroli, które wykorzystują zaawansowane algorytmy i sztuczną inteligencję do optymalizacji procesów produkcyjnych, monitorowania i diagnozowania usterek. Inteligentne Systemy Kontroli (ISC) są kluczowym elementem Przemysłu 4.0, których celem jest efektywne zarządzanie, monitorowanie i optymalizacja procesów produkcyjnych. Te systemy wykorzystują zaawansowane technologie, takie jak sztuczna inteligencja, analiza danych oraz algorytmy predykcyjne, aby umożliwić dynamiczną kontrolę nad procesami w czasie rzeczywistym.

Internet Rzeczy (IoT)

Automatyka w Przemysłu 4.0 ściśle współpracuje z Internetem Rzeczy. Maszyny, urządzenia i roboty są połączone, co umożliwia gromadzenie danych w czasie rzeczywistym oraz zdalne monitorowanie i zarządzanie produkcją.

Internet Rzeczy (IoT) w przemyśle to zastosowanie technologii komunikacyjnych i sensorów do połączenia ze sobą różnych urządzeń, maszyn, systemów i ludzi w celu efektywnego monitorowania, zarządzania i optymalizacji procesów produkcyjnych. IoT w przemyśle ma na celu stworzenie bardziej zintegrowanego, inteligentnego i elastycznego środowiska produkcyjnego. Oto kilka kluczowych aspektów związanych z wykorzystaniem Internetu Rzeczy w przemyśle:

Zbieranie Danych w Czasie Rzeczywistym

Urządzenia wyposażone w sensory zbierają dane dotyczące stanu maszyn, temperatury, zużycia energii, a także innych parametrów produkcyjnych. Te dane są zbierane w czasie rzeczywistym, co umożliwia szybkie reagowanie na zmienne warunki.

Integracja Systemów

IoT integruje różne systemy produkcyjne, takie jak systemy automatyzacji, zarządzania produkcją, systemy ERP (Enterprise Resource Planning) oraz inne, tworząc spójne i zintegrowane środowisko. To pozwala na efektywne zarządzanie procesami na różnych poziomach przedsiębiorstwa.

Automatyzacja i Sterowanie na Odległość

Dzięki IoT, maszyny i urządzenia mogą być zdalnie monitorowane, sterowane i konserwowane. To umożliwia zdalne zarządzanie produkcją oraz szybkie reagowanie na ewentualne awarie lub problemy.

Sensory dla Monitorowania Jakości

Sensory IoT są wykorzystywane do monitorowania jakości produktów w czasie rzeczywistym. Dzięki temu można szybko wykrywać wady produkcyjne i podejmować natychmiastowe działania naprawcze.

Optymalizacja Zużycia Energii

IoT umożliwia monitorowanie zużycia energii w czasie rzeczywistym, co pozwala na identyfikację obszarów, w których można oszczędzić energię, oraz wprowadzenie optymalizacji energetycznej w procesach produkcyjnych.

Łańcuch Dostaw Real-Time

Wykorzystanie IoT pozwala na śledzenie i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasie rzeczywistym. Dostęp do bieżących danych dotyczących zapasów, produkcji czy transportu zwiększa efektywność zarządzania łańcuchem dostaw.

Bezpieczeństwo i Monitorowanie

IoT wspomaga w monitorowaniu bezpieczeństwa w miejscu pracy, zarówno poprzez zdalne monitorowanie warunków środowiskowych, jak i śledzenie ruchu pracowników. To przyczynia się do poprawy warunków pracy i bezpieczeństwa.

Szybka Diagnostyka i Konserwacja

Dzięki ciągłemu monitorowaniu stanu urządzeń, IoT umożliwia szybką diagnostykę potencjalnych awarii. To pozwala na planowanie konserwacji przed zaplanowanymi przestojami produkcji.

Sztuczna Inteligencja w Analizie Danych

Wykorzystanie sztucznej inteligencji do analizy danych zebranych przez IoT pozwala na wykrywanie wzorców, prognozowanie awarii, a także dostosowywanie procesów w czasie rzeczywistym.

Elastyczność Produkcji

Dzięki zastosowaniu automatyzacji i robotyki, Przemysł 4.0 charakteryzuje się większą elastycznością produkcji. Systemy są bardziej zdolne do adaptacji do zmian w popycie, a zmiany w konfiguracji produkcji mogą być dokonywane szybko i efektywnie.

Cyfrowa Integracja Łańcucha Dostaw

Automatyzacja i robotyka integrują się z cyfrowymi systemami zarządzania łańcuchem dostaw, umożliwiając lepsze planowanie produkcji, śledzenie materiałów, a także szybką reakcję na zmienne warunki rynkowe.

Bezpieczeństwo i Etyka Robotów

W Przemysle 4.0, gdzie roboty odgrywają kluczową rolę, kwestie związane z bezpieczeństwem i etyką robotów stają się coraz ważniejsze. Opracowywane są normy i procedury zapewniające bezpieczne korzystanie z zaawansowanych systemów automatyzacji.

W rezultacie Przemysł 4.0 stawia na bardziej zintegrowane, inteligentne i elastyczne systemy produkcyjne, które pozwalają firmom szybko reagować na zmiany rynkowe, minimalizować straty i zwiększać efektywność produkcji. Automatyka i robotyka są kluczowymi elementami tej transformacji.

Big Data w Automatyce

W Przemysle 4.0, systemy automatyzacji generują ogromne ilości danych. Zastosowanie analizy danych (Big Data) pozwala na lepsze zrozumienie procesów produkcyjnych, prognozowanie awarii maszyn, a także optymalizację wydajności.

Sztuczna Inteligencja (SI) w Robotyce

Integracja sztucznej inteligencji z robotyką pozwala na rozwijanie bardziej zaawansowanych funkcji robotów, takich jak nauka maszynowa, rozpoznawanie wzorców czy zdolność do samodzielnego uczenia się. To przyczynia się do adaptacyjności systemów produkcyjnych.

Sztuczna Inteligencja (SI) w robotyce przemysłowej to obszar, w którym zaawansowane technologie sztucznej inteligencji są wykorzystywane do zapewnienia robotom zdolności do samodzielnego uczenia się, adaptacji do zmiennych warunków środowiskowych oraz podejmowania inteligentnych decyzji w czasie rzeczywistym. W Przemysle 4.0, integracja SI z robotyką pozwala na rozwinięcie bardziej zaawansowanych funkcji i zastosowań robotów. Oto kilka kluczowych aspektów związanych z wykorzystaniem Sztucznej Inteligencji w Robotyce w kontekście Przemysłu 4.0:

Maszynowe Nauczanie (Machine Learning)

Algorytmy maszynowego uczenia się pozwalają robotom przemysłowym na analizę danych, identyfikację wzorców i dostosowywanie swojego zachowania na podstawie doświadczeń. To umożliwia robotom dostosowywanie się do zmieniających się warunków produkcyjnych.

Rozpoznawanie Wzorców i Obiektów

Dzięki SI, roboty są zdolne do rozpoznawania wzorców i obiektów w swoim otoczeniu. Mogą identyfikować produkty, narzędzia czy elementy na taśmie produkcyjnej, co jest kluczowe dla precyzyjnych i zrównoważonych procesów produkcyjnych.

Nauka Maszynowa w Optymalizacji Ruchów

Sztuczna inteligencja jest wykorzystywana w optymalizacji trajektorii ruchu robotów. Roboty przemysłowe, korzystając z algorytmów nauki maszynowej, mogą dostosowywać swoje ruchy, minimalizować czas przestoju i zwiększać precyzję.

Autonomiczne Systemy Decyzyjne

Sztuczna inteligencja umożliwi robotom przemysłowym podejmowanie decyzji na podstawie analizy danych w czasie rzeczywistym.

Adaptacyjne Programowanie Robotów

Dzięki SI, roboty przemysłowe mogą być bardziej elastyczne w zakresie programowania. Mogą się uczyć nowych zadań, dostosowywać do zmian w procesie produkcyjnym i szybko reagować na nowe wyzwania.

Rozwinięte Systemy Wizyjne

SI wspomaga rozwój zaawansowanych systemów wizyjnych w robotach. Roboty są zdolne do rozpoznawania detali, identyfikacji jakościowej produktów, a także wykrywania potencjalnych problemów na linii produkcyjnej.

Diagnostyka i Konserwacja Predykcjna

SI jest wykorzystywana do predykcyjnej diagnostyki i konserwacji robotów. Dzięki analizie danych zbieranych przez sensory, roboty przemysłowe mogą przewidywać potencjalne awarie i zaplanować konserwację przed wystąpieniem problemów. Możliwe jest również wybranie takiego czasu na przeglądy techniczne i konserwację, w którym przestój będzie najmniej problematyczny dla procesu produkcyjnego.

Sztuczna Inteligencja w robotyce przemysłowej w Przemysłe 4.0 nie tylko zwiększa autonomię robotów, ale także wprowadza bardziej adaptacyjne, precyzyjne i inteligentne podejście do automatyzacji produkcji. To pozwala na bardziej efektywne wykorzystanie zasobów, zwiększenie elastyczności produkcji i poprawę jakości produktów.

Technologie Wearable w Przemysłe 4.0

Roboty noszone (wearable robots) stają się coraz bardziej powszechne w przemyśle, wspomagając pracowników w wykonywaniu fizycznie wymagających zadań. Te technologie mają potencjał poprawy ergonomii pracy i zwiększenia wydajności.

Technologie wearable w przemyśle odgrywają istotną rolę w poprawie efektywności, bezpieczeństwa i komunikacji w miejscu pracy. Te innowacyjne urządzenia, które są noszone przez pracowników, umożliwiają śledzenie danych, monitorowanie zdrowia i zapewniają dostęp do informacji w czasie rzeczywistym. Poniżej przedstawiam opis technologii wearable w kontekście przemysłu 4.0:

Smart Glasses (Okulary Inteligentne):

Smart glasses są noszone przez pracowników i wyposażone w ekran wyświetlający informacje w polu widzenia użytkownika. W przemyśle mogą być wykorzystywane do dostarczania

instrukcji pracy, projektowania, obsługi maszyn, a także do przesyłania informacji o stanie produkcji.

Smart Helmets (Inteligentne Kaski)

Smart helmets to kaski wyposażone w zaawansowane funkcje, takie jak kamery, mikrofony, słuchawki, a nawet systemy rozszerzonej rzeczywistości (AR). Stosowane są w celu zapewnienia pracownikom dostępu do informacji i wizualizacji danych w czasie rzeczywistym.

Wearable Sensors (Czujniki Do Noszenia)

Czujniki do noszenia na ciele pracownika zbierają dane związane z ruchem, położeniem ciała, a także parametrami fizjologicznymi, takimi jak tętno czy temperatura. Te dane mogą być używane do monitorowania efektywności pracy, śledzenia kondycji zdrowotnej pracowników oraz poprawy ergonomii miejsca pracy.

Exoskeletons (Egzoszkielety)

Egzoszkielety są noszone na ciele i wspierają fizyczne zadania pracowników poprzez wzmacnianie siły fizycznej lub redukcję obciążenia. W przemyśle mogą być stosowane w celu ułatwienia podnoszenia ciężkich przedmiotów lub zabezpieczenia pracowników przed kontuzjami.

Wearable Communication Devices (Urządzenia Komunikacyjne Do Noszenia)

Urządzenia komunikacyjne do noszenia, takie jak zegarki inteligentne czy specjalne komunikatory, ułatwiają pracownikom komunikację w czasie rzeczywistym. To z kolei poprawia koordynację zespołową, szybkość reakcji na zmiany i zwiększa bezpieczeństwo.

Wearable Barcode Scanners (Skanery Kodów Kreskowych Do Noszenia)

Pracownicy magazynowi czy logistyczni mogą korzystać z wearable barcode scanners do szybkiego skanowania produktów czy materiałów, co przyspiesza procesy kompletacji zamówień, kontrolę zapasów i śledzenie przesyłek.

Wearable Biometric Devices (Urządzenia Biometryczne Do Noszenia)

Urządzenia biometryczne, takie jak bransoletki czy pierścienie, umożliwiają monitorowanie parametrów fizjologicznych pracowników, takich jak tętno, temperatura czy poziom stresu. Te informacje mogą być używane w celu zabezpieczenia przed nadmiernym wysiłkiem czy wypadkami.

Wearable Tracking Devices (Urządzenia Do Śledzenia Lokalizacji)

Urządzenia do śledzenia lokalizacji, takie jak GPS w smartwatchach czy specjalne tagi, pozwalają na monitorowanie ruchu pracowników w zakładzie pracy. To może być wykorzystywane do optymalizacji tras, zwiększenia bezpieczeństwa czy zarządzania dostępem.

Wearable Health Monitoring Devices (Urządzenia Do Monitorowania Zdrowia)

Urządzenia do monitorowania zdrowia noszone przez pracowników pozwalają na śledzenie parametrów zdrowotnych, takich jak poziom aktywności, sen czy liczba kroków. To sprzyja promocji zdrowia i prewencji chorób związanych z pracą.

Technologie wearable w przemyśle pozwalają na wprowadzenie bardziej zintegrowanych, efektywnych i bezpiecznych procesów pracy. Umożliwiają pracownikom korzystanie z zaawansowanych technologii bez konieczności przerywania swoich czynności, co przyczynia się do poprawy ogólnej wydajności i komfortu pracy.

Autonomiczne Systemy Produkcyjne

Rozwijane są autonomiczne systemy produkcyjne, które są zdolne do samodzielnego zarządzania i optymalizacji procesów produkcyjnych. Te systemy potrafią dostosowywać się do zmian w środowisku produkcyjnym bez konieczności ludzkiej interwencji.

Autonomiczne Systemy Produkcyjne (ang. Autonomous Production Systems) to zaawansowane rozwiązania w dziedzinie przemysłu, które są zdolne do samodzielnego zarządzania i kontrolowania procesów produkcyjnych bez stałego nadzoru człowieka. Te systemy są integralną częścią koncepcji Przemysłu 4.0, a ich celem jest zwiększenie efektywności, elastyczności i adaptacyjności produkcji. Poniżej przedstawiam główne cechy i elementy składowe Autonomicznych Systemów Produkcyjnych:

Samodzielne Decyzje

Autonomiczne Systemy Produkcyjne mają zdolność do podejmowania decyzji bez konieczności ingerencji człowieka. Wykorzystują różnorodne dane z czujników i systemów monitorujących do analizy sytuacji i podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym.

Adaptacyjność do Zmian

Te systemy są elastyczne i adaptacyjne, zdolne do dostosowywania się do zmieniających się warunków produkcji, zmiany wymagań klientów czy awarii sprzętu. Dążą do optymalizacji procesów w zależności od bieżących warunków.

Zintegrowane Systemy Komunikacyjne

Autonomiczne Systemy Produkcyjne opierają się na silnie zintegrowanych systemach komunikacyjnych. Dzięki temu różne elementy systemu mogą współpracować, wymieniając informacje i koordynując swoje działania.

Uczenie Maszynowe i Sztuczna Inteligencja

Wykorzystują technologie uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji do analizy danych, identyfikowania wzorców, prognozowania awarii oraz dostosowywania się do zmieniających się warunków. To umożliwia systemowi nieustanne doskonalenie swoich umiejętności.

Autonomiczne Sterowanie Ruchem

Systemy produkcyjne są zdolne do samodzielnego sterowania ruchem maszyn, robotów i innych elementów linii produkcyjnej. Autonomiczne sterowanie obejmuje optymalizację trajektorii, kontrolę prędkości, a także unikanie kolizji.

Zastosowanie Robotów Kolaboracyjnych

W Autonomicznych Systemach Produkcyjnych wykorzystuje się roboty kolaboracyjne, które mogą efektywnie współpracować z ludźmi. Roboty te są zdolne do wspólnego wykonywania zadań, co zwiększa elastyczność produkcji.

Monitorowanie Stanu Technicznego

Systemy te są wyposażone w czujniki monitorujące stan techniczny maszyn i urządzeń. Dzięki temu są w stanie przewidzieć potencjalne awarie i zaplanować konserwację, minimalizując czas przestoju produkcji.

Rozproszone Systemy Kontroli

Autonomiczne Systemy Produkcyjne opierają się na rozproszonych systemach kontroli, co oznacza, że różne elementy systemu posiadają autonomię w podejmowaniu decyzji. To zapewnia elastyczność i skalowalność systemu.

Bezpieczeństwo Cyberfizyczne:

Bezpieczeństwo cyberfizyczne jest priorytetem w Autonomicznych Systemach Produkcyjnych. Obejmuje to zabezpieczenia przed atakami cybernetycznymi, ale także dbałość o bezpieczeństwo fizyczne pracowników.

Systemy Wizyjne i Wirtualna Rzeczywistość

Systemy te wykorzystują zaawansowane systemy wizyjne oraz wirtualną rzeczywistość do monitorowania procesów, wizualizacji danych oraz szkoleń pracowników.

Autonomiczne Systemy Produkcyjne reprezentują zaawansowany etap ewolucji przemysłu, kierujący się w stronę automatyzacji, inteligencji i elastyczności. Ich implementacja ma na celu zwiększenie wydajności, redukcję kosztów i podniesienie konkurencyjności przedsiębiorstw produkcyjnych.

Kształcenie Zawodowe i Kompetencje Przemysłowe

W związku z dynamicznym rozwojem technologii w przemyśle, rośnie zapotrzebowanie na pracowników posiadających nowoczesne kompetencje z zakresu automatyzacji, robotyki, programowania, analizy danych i zarządzania systemami przemysłowymi.

Kształcenie zawodowe oraz rozwijanie kompetencji przemysłowych odgrywają kluczową rolę w kontekście dynamicznie zmieniającego się środowiska pracy, zwłaszcza w erze Przemysłu 4.0. Edukacja zawodowa ma na celu przygotowanie pracowników do skutecznego funkcjonowania w nowoczesnym przemyśle, wymagającym zaawansowanych umiejętności technicznych, interpersonalnych i analitycznych. Oto kilka kluczowych aspektów związanych z kształceniem zawodowym i kompetencjami przemysłowymi:

Kształcenie Zawodowe:

Programy Szkoleniowe dostosowane do Przemysłu 4.0

Kształcenie zawodowe powinno obejmować programy dostosowane do wymagań Przemysłu 4.0, uwzględniając najnowsze technologie, takie jak sztuczna inteligencja, automatyzacja, Internet Rzeczy, czy cyberfizyczne systemy produkcyjne.

Laboratoria i Symulacje Przemysłowe

Wykorzystanie nowoczesnych laboratoriów i symulacji przemysłowych pozwala na praktyczne szkolenie pracowników w realistycznym środowisku, co umożliwi zastosowanie teorii w praktyce.

Zintegrowane Kursy Interdyscyplinarne

Kształcenie zawodowe powinno promować podejście interdyscyplinarne, integrując nauki techniczne, informatyczne, a także umiejętności interpersonalne i zarządzania.

Praktyki Zawodowe i Staże

Umożliwienie praktyk zawodowych i staży w przedsiębiorstwach przemysłowych umożliwia studentom zdobycie praktycznych doświadczeń, a także nawiązanie kontaktów w branży.

Dostosowanie Programów do Potrzeb Rynku Pracy

Programy kształcenia zawodowego powinny być elastyczne i regularnie dostosowywane do zmieniających się potrzeb rynku pracy, aby w pełni odpowiadać na aktualne wyzwania przemysłowe.

W sumie, Automatyka i Robotyka w Przemysłu 4.0 to obszerny obszar, który obejmuje wiele zaawansowanych technologii. Wdrażanie tych rozwiązań przyczynia się do transformacji tradycyjnych modeli produkcyjnych, umożliwiając bardziej zrównoważoną, inteligentną i elastyczną produkcję.

Podsumowanie

Rozwój technologiczny stara się nadążyć za coraz to wyższymi wymaganiami konsumentów, które coraz częściej są zindywidualizowane. Pociąga to za sobą konieczność uelastycznienia systemu produkcji. Natomiast ciągłe konkutowanie z innymi przedsiębiorstwami wymaga redukcji kosztów w celu obniżenia ceny produktu. W związku z powyższym do produkcji wprowadza się automatyzację zintegrowaną z procesami diagnostycznymi, informacyjnymi i decyzyjnymi opartymi na zagadnieniach sztucznej inteligencji. Im bardziej jest skomplikowany system tym rośnie zapotrzebowanie na pracowników o wąskich lecz bardzo szczegółowych kompetencjach. To z kolei przekłada się na konieczność zatrudnienia wielu pracowników o szczegółowych kompetencjach z różnych dziedzin.

Kolejna rewolucja Przemysłowa 4.0 wprowadza masową produkcję w sposób zautomatyzowany, co przekłada się na redukcję zatrudnienia w samym procesie produkcyjnym, lecz wymaga zatrudnienia znacznie lepiej i bardziej szczegółowo wykształconej kadry.