

DOŚWIADCZENIA KRAJOWYCH PRZEDSIĘBIORSTW W URZECZYWISTNIANIU WIZJI PRZEMYSŁU 4.0

Analiza danych oraz scenariusze wdrożeń

SYGN. WIB PAB 11/2023



Raport opracowany na zlecenie Programu Analityczno-Badawczego
Fundacji Warszawski Instytut Bankowości

Warszawa, lipiec 2023



PROGRAM
ANALITYCZNO
BADAWCZY

O Raporcie

Raport **Doświadczenia krajowych przedsiębiorstw w urzeczywistnianiu wizji przemysłu 4.0. Analiza danych oraz scenariusze wdrożeń** został opracowany na zlecenie Programu Analityczno-Badawczego Fundacji Warszawski Instytut Bankowości.

Zespół projektowy:

Raport przygotowany przez zespół w składzie:

Andrzej Soldaty – kierownik projektu

– Dyrektor Centrum Przemysłu 4.0 na Politechnice Śląskiej. Swoją karierę zawodową związał z obszarem automatyzacji przemysłu. Brał udział w opracowaniu szeregu aplikacji i realizacji projektów automatyzacji w różnych sektorach przemysłu. Współuczestniczył w budowaniu i rozwijaniu firmy Festo w Polsce, prowadził również projekty międzynarodowe w obszarze Europy Środkowo-Wschodniej. W latach 2010–2015 był Prezesem Zarządu Festo sp. z o.o. W roku 2016 utworzył „Inicjatywę dla Polskiego Przemysłu 4.0” – ruch społeczny skupiający przedstawicieli przemysłu, biznesu, nauki, który inicjuje, wspomaga i prowadzi działania na rzecz transformacji krajowego sektora przemysłowego. W roku 2017 został powołany na lidera projektu „Platforma Przemysłu Przyszłości” w Ministerstwie Rozwoju. Od marca 2019 do grudnia 2020 pełnił funkcję Prezesa Zarządu Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości.

dr hab. Katarzyna Śledziwska, prof. UW i dr hab. Renata Włoch, prof. UW – autorki raportu

– Zarządzają DELab UW. Profesorki na Wydziale Nauk Ekonomicznych i Wydziale Socjologii Uniwersytetu Warszawskiego. Ich zainteresowania naukowe skupiają się wokół zmian, jakie transformacja cyfrowa uruchamia w gospodarce i społeczeństwie. Są między innymi autorkami książek „Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat” oraz „The Economics of Digital Transformation. The Disruption of Markets, Production, Consumption, and Work” (Routledge 2021).

Weronika Łebkowska, dr Weronika Przecherska – współpraca badawcza



O Programie

Program Analityczno-Badawczy przy Fundacji WIB powstał w 2019 roku jako odpowiedź na potrzeby sektora bankowego w zakresie analizy zjawisk, tworzenia opracowań i porządkowania wiedzy w obszarach cyberbezpieczeństwa i nowych technologii, a także szeroko rozumianego otoczenia sektora bankowego, kształtującego warunki działania banków w Polsce. Prace analityczno-badawcze w ramach programu realizowane są pod kątem możliwości praktycznego wykorzystania ich wyników w celu rozwoju sektora bankowego, podnoszenia poziomu bezpieczeństwa usług oraz kreowania wartości dla klientów bankowości. PAB WIB kładzie duży nacisk na rozwój współpracy ze środowiskami akademickimi i eksperckimi, poszukując synergii w zakresie zainteresowań badawczych autorów oraz potrzeb rozwojowych sektora bankowego.

W ramach programu realizowane są analizy i badania w następujących obszarach:

-  Nowe technologie w sektorze bankowym, cyberbezpieczeństwo banków i systemy płatnicze
-  Ekonomiczna analiza rozwoju sektora bankowego, stabilności banków, otoczenia makroekonomicznego
-  Prawno-regulacyjne i legislacyjne uwarunkowania działalności sektora bankowego oraz wyzwania wynikające z orzecznictwa sądów krajowych i europejskich
-  ESG i sustainable finance
-  Prace analityczno-badawcze w zakresie poszczególnych obszarów funkcjonowania banków oraz w zakresie funkcjonowania wskaźników referencyjnych

Więcej na temat działalności programu na stronie www.pab.wib.org.pl

Kontakt:

dr Andrzej Banasiak
Koordynator Programu
m: 696 405 104
e: abanasiak@wib.org.pl

Jacek Gieorgica
m: 603 626 254
e: jgieorgica@wib.org.pl

Warszawski Instytut Bankowości
00-380 Warszawa, ul. Kruczkowskiego 8
t: (22) 182 31 70
e: pab@wib.org.pl

Agnieszka Nierodka
m: 607 484 391
e: anierodka@wib.org.pl

dr Tomasz Pawlonka
m: 505 917 778
e: tpawlonka@wib.org.pl



Spis treści

○	Streszczenie menedżerskie (<i>Executive Summary</i>)	5
○	Wprowadzenie	7
○	Czym jest Przemysł 4.0?	12
Ⓢ	ROZDZIAŁ I. Poziom ucyfrowienia polskich firm przemysłowych na tle firm z innych państw członkowskich UE i innych sektorów	15
	1. Systemy ERP wykorzystuje jedynie co trzecie przedsiębiorstwo przemysłowe	20
	2. Wykorzystanie systemów CRM przez polskie przedsiębiorstwa przemysłowe niewiele odbiega od unijnej średniej	23
	3. Roboty wykorzystuje co dziesiąte polskie przedsiębiorstwo przemysłowe	25
	4. Polskie przedsiębiorstwa przemysłowe za wolno wdrażają IoT	34
	5. We wdrażaniu RFID przodują duże przedsiębiorstwa przemysłowe	38
	6. Polskie przedsiębiorstwa przemysłowe mają dystans do rozwiązań chmurowych	41
	7. Polskie przedsiębiorstwa przemysłowe nie korzystają z potencjału danych	44
	8. Rewolucja AI omija polskie przedsiębiorstwa przemysłowe	46
	9. Druk 3D nadal jest nowinką technologiczną	50
	10. Cyberbezpieczeństwo ma kluczowe znaczenie dla polskich przedsiębiorstw	52
	11. Bariery rozwoju Przemysłu 4.0 w Polsce są niskie kompetencje cyfrowe pracowników polskich przedsiębiorstw	57
Ⓢ	ROZDZIAŁ II. Specyfika procesów wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0 w polskich firmach przemysłowych	62
	1. Przebieg procesu wdrożenia determinuje gotowość cyfrowa firmy	63
	2. Skalę procesu robotyzacji i automatyzacji linii produkcyjnych determinuje specyfika polskiego przemysłu	65
	3. Impulsem do robotyzacji i automatyzacji jest malejąca dostępność pracowników	66
	4. Warunkiem udanej transformacji cyfrowej jest zmiana kultury organizacyjnej	67
	5. Polskie firmy przemysłowe nie wykorzystują potencjału danych	68
	6. Polskie firmy przemysłowe nie wykorzystują metodologii szacowania opłacalności inwestycji w technologie cyfrowe	69
	7. Wdrożenia technologii cyfrowych w polskich firmach blokuje brak dostępu do finansowania	70
	8. Za sukcesem transformacji cyfrowej stoi cyfrowy lider	71
	9. Transformacja cyfrowa firm przemysłowych opiera się na nowym profilu kompetencji pracowników	73
	10. Polskie firmy przemysłowe najczęściej realizują model selektywnej lub modułowej transformacji cyfrowej	74
	11. Kluczową rolę w procesie wdrożenia odgrywają firmy dostarczające rozwiązania cyfrowe	82
Ⓢ	ROZDZIAŁ III. Dalsze perspektywy rozwoju Przemysłu 4.0	97
Ⓢ	ROZDZIAŁ IV. Rekomendacje dotyczące uwarunkowań finansowania wdrożeń z zakresu Przemysłu 4.0	99
○	Słownik pojęć	103
○	Bibliografia	104



Streszczenie menedżerskie (*Executive Summary*)

Cel badania

Celem raportu jest diagnoza stanu zaawansowania Przemysłu 4.0 w Polsce na podstawie ilościowej i jakościowej oceny stanu wdrożeń technologii cyfrowych z zakresu Przemysłu 4.0 w polskich firmach.

Odbiorcy raportu

Raport skierowany jest do przedstawicieli sektora bankowego zajmujących się tworzeniem schematów finansowania innowacji w polskiej gospodarce, zwłaszcza w sektorze produkcyjnym; przedstawicieli instytucji publicznych, w tym ministerstw, zajmujących się stymulowaniem rozwoju polskiego przemysłu oraz przedstawicieli polskich firm przemysłowych.

Przedmiot analizy i zakres badania

Przedmiotem analizy jest ocena stanu zaawansowania wdrożeń technologii cyfrowych z zakresu Przemysłu 4.0 w polskich firmach na podstawie badań mieszanych (ilościowych i jakościowych). Zaprezentowana w raporcie analiza została sformułowana na podstawie analizy danych zastanych z Eurostat, które uzupełniono o dane z IFR (*International Federation of Robotics*). Interpretację wniosków płynących z badania ilościowego, w którym wybrzmiewa powtarzający się motyw zapóźnienia technologicznego polskich przedsiębiorstw przemysłowych, umożliwiają wnioski z badania jakościowego z udziałem 12 firm produkcyjnych oraz 17 firm zajmujących się dostarczaniem rozwiązań cyfrowych na jesieni 2022 r. i wiosną 2023 r. Dane empiryczne zostały zebrane w okresie od października 2022 r. do marca 2023 r.

Wnioski i rekomendacje

Przeprowadzone przez nas badania wskazują, że:

- Pod kątem wdrażania nowych technologii związanych z Przemysłem 4.0 **polskie przedsiębiorstwa**

pozostają daleko w tyle za unijnymi liderami. Dalszy rozwój polskiej gospodarki zależy od intensywnego wsparcia polskich przedsiębiorstw na drodze transformacji cyfrowej.

- W Polsce **niewiele przedsiębiorstw wykazuje wysoki udział wdrożeń cyfrowych**, przy czym udział przedsiębiorstw z sektora przetwórstwa przemysłowego jest jeszcze niższy.
- Dystans do liderów jest szczególnie widoczny w przypadku MŚP – duże przedsiębiorstwa wdrożyły już kluczowe technologie cyfrowe.
- Polskie firmy wdrażają systemy ERP czy CRM na podobnym poziomie jak firmy unijne. Natomiast na podstawie deklaracji dotyczących wykorzystania analityki danych oraz AI można przyjąć, że zakres ich stosowania jest wciąż podstawowy.
- Szczególnie **niepokojąca luka dotyczy wykorzystania przez polskie przedsiębiorstwa danych i inteligentnych algorytmów.**
- W Polsce niepokojąco niski jest udział pracowników z ponadpodstawowymi kompetencjami cyfrowymi. Jedynie w grupie pracowników ICT udział ten jest wyższy od średniego w UE.
- Polskie przedsiębiorstwa relatywnie mniej szkolą swoich pracowników, w tym również pracowników ICT, co jest niepokojące w kontekście wyjściowego niskiego poziomu kompetencji kapitału ludzkiego oraz przyspieszenia postępu technologicznego.
- W czasie pandemii odsetek polskich przedsiębiorstw wprowadzających rozwiązania cyfrowe wzrósł w niewielkim stopniu.
- Intensyfikacja wdrożeń w technologie cyfrowe może przyczynić się do zwiększenia konkurencyjności, adaptacyjności i innowacyjności przedsiębiorstw przemysłowych, co w efekcie może prowadzić do wzrostu ich udziału na rynku i osiągnięcia długoterminowego sukcesu. Wdrożenia te powinny obejmować całe spektrum rozwiązań



cyfrowych, od rozwiązań związanych z internetem rzeczy (IoT), analitykę danych, automatyzację procesów, sztuczną inteligencję czy też rozwinięte systemy zarządzania relacjami z klientami (CRM).

- Polskie firmy na ogół lokują się w środkowych ogniwach międzynarodowych łańcuchów wartości i zajmują się wytwarzaniem niskich serii zróżnicowanych produktów. W rezultacie proces wdrażania nowych technologii, zwłaszcza robotyzacji i automatyzacji jest trudniejszy i może się wiązać z wyższymi nakładami finansowymi.
- Z tego też powodu polskie firmy przemysłowe realizują **model transformacji cyfrowej, który można określić mianem modułowego lub selektywnego**.
- Jednym z głównych motywów, jakie przyświecają firmom podejmującym się wdrożeń technologicznych, jest **niska dostępność pracowników o odpowiednich kwalifikacjach**.
- Wyzwaniem w procesie wdrożeń cyfrowych jest **niski poziom datafikacji oraz uporządkowania procesów produkcyjnych**.
- Polskie firmy przemysłowe na ogół nie oceniają metodycznie opłacalności wdrożeń technologicznych.
- Kluczowe znaczenie dla powodzenia wdrożenia mają **umiejętność zarządzania zmianą** przez liderów organizacji, zwłaszcza w obszarze kultury organizacyjnej.
- W polskich warunkach **decydującą rolę w procesie wdrożenia odgrywają dostawcy rozwiązań cyfrowych**, którzy na ogół zapewniają całościowe wsparcie okołowdrożeniowe, łącznie ze szkoleniami dla pracowników.



Wprowadzenie

Działalność przemysłowa jako produkcja dóbr zaspokajających potrzeby ludzi, prowadzona w dużych rozmiarach, przy zastosowaniu podziału pracy i przy użyciu maszyn (PWN 2023), nieustannie podlega oddziaływaniu sił mających fundamentalny wpływ na jej rozwój. Siły, o których mowa, to pochodna zmian występujących zarówno w otoczeniu, jak i wewnątrz tego sektora gospodarki. Szczególne nasilenie tych zmian następuje w obecnym wieku i w konsekwencji tworzy nową rzeczywistość, w której funkcjonuje przemysł. Charakter współczesnego otoczenia biznesu i działalności przemysłowej dobrze oddaje określenie używane w terminologii wojskowej. Mowa jest o akronimie V.U.C.A. stworzonym na bazie czterech angielskich słów: Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity, oznaczających w języku polskim: zmienność, niepewność, złożoność i dwuznaczność. Pojęcie to zostało wprowadzone przez uczelnię wojskową armii Stanów Zjednoczonych pod koniec lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia w celu opisu świata kształtującego się w wyniku końca zimnej wojny, który stawał się coraz bardziej niestabilny, niepewny, złożony i niejednoznaczny. Stosowanie terminu „V.U.C.A.” w innych obszarach, między innymi w zarządzaniu strategicznym działalności biznesowej, rozpoczęło się w pierwszej dekadzie XXI wieku i podyktowane zostało coraz silniej ujawniającymi się cechami otoczenia biznesu, analogicznymi do tych, które zidentyfikowano w działalności wojskowej.

Taki charakter otoczenia tworzy specyficzne wyzwania dla biznesu i działalności przemysłowej. Wymaga odejścia od modeli funkcjonowania, które zakładały stały, liniowy rozwój, zarówno po stronie rynku, jak i możliwości wytwórczych, a w zamian wprowadzenie modeli „agile” (pol. *zwinnych*), umożliwiających elastyczne dostosowywanie przemysłu do dynamicznych zmian w układzie „sił” mających zasadnicze znaczenie dla jego funkcjonowania. Jedną z tych „sił” są potrzeby i zachowania odbiorców. Mocno zarysowuje się zmiana w rankingu czynników wyboru produktu przez odbiorcę i uzyskanie w tej zmianie przewagi „doświadczenia użytkownika” nad innymi czynnikami. Efekt oddziaływania tego czynnika jest wynikiem szybkości i zakresu rozprzestrzeniania się informacji o „doświadczeniu użytkownika” we współczesnym świecie. Sprostanie temu wyzwaniu

wymaga przekształcenia działalności przemysłowej z modelu masowego na model ukierunkowany na spersonalizowane doświadczenie odbiorcy i użytkownika i elastyczne dostosowywanie do spełnienia ich oczekiwań. Realizacja takiego warunku oznacza konieczność przeprojektowania produktów, reorientacji biznesu i przededefiniowania systemów produkcyjnych, a więc zmianę paradygmatów wytwarzania. Inny rodzaj „sił” oddziałujących na przemysł dotyczy zasobów wykorzystywanych w wytwarzaniu i dostarczaniu wartości. W szczególności dotyczy to ograniczenia podaży energii, co wywołuje konieczność wprowadzania istotnych zmian organizacyjnych i technologicznych w procesach produkcyjnych dla jej bardziej efektywnego wykorzystywania. Wymóg efektywności w gospodarowaniu energią wiąże się z efektywnością wykorzystania wyposażenia produkcyjnego, co stawia nowe wyzwania technologiczne i organizacyjne dla uzyskania predykcji i preskrypcji w przemyśle. Kolejną „siłą”, szczególnie dającą o sobie znać ostatnio, jest dostępność zasobów ludzkich w działalności przemysłowej. Obecne zmiany demograficzne, zwłaszcza w krajach uprzemysłowionych, wskazują na szybkie zmniejszanie się udziału osób w wieku produkcyjnym w ogólnej populacji. Wymusza to konieczność wprowadzania zmian technologicznych i organizacyjnych umożliwiających efektywniejsze wykorzystanie potencjału ludzkiego w działalności przemysłowej. Kolejne „siły” pojawiają się w otoczeniu formalno-prawnym przemysłu, jak np. regulacje zobowiązujące przedsiębiorstwa do raportowania w zakresie ochrony środowiska, odpowiedzialności społecznej i poszanowania praw człowieka.

Powyższe przykłady „sił” to komponenty rzeczywistości, stanowiącej otoczenie działalności przemysłowej, a dla opisu jej charakteru wprowadzono określenie V.U.C.A. Jednak cechy tworzące ten akronim obecnie już nie w pełni są adekwatne do opisu sytuacji, jaką wywołała pandemia. Dla urealnienia opisu współczesnej rzeczywistości stosuje się nowe określenie „B.A.N.I.” stanowiące akronim angielskich słów: *Brittleness* (kruchość), *Anxiety* (niepokój), *Non-linearity* (nieliniowość), *Incomprehensibility* (niezrozumiałość). „Kruchość”, która uwidacznia się między innymi w zrywanych łańcuchach dostaw, przerwach

w procesach produkcyjnych, problemach z podażą energii i surowców pociąga za sobą „niepokój” przedsiębiorców wynikający ze zmniejszającego się poczucia bezpieczeństwa i ograniczonej możliwości efektywnego reagowania i przeciwdziałania tym zagrożeniom. Dodatkowo, w „nieliniowym” środowisku nie ma prostego przełożenia decyzji i aktywności na efekt. Z pozoru nieistotne, niewielkie działania mogą spowodować poważne konsekwencje, podczas gdy duże wysiłki nie przynoszą istotnych rezultatów. To prowadzi do poczucia „niezrozumiałości” przebiegu procesów i powstających zależności.

Charakter obecnego otoczenia działalności przemysłowej opisywany akronimami „V.U.C.A.” i „B.A.N.I.” i przełomowe zjawiska w układzie oddziaływujących na tę działalność „sił” stwarzają nowe rodzaje wyzwań. Dlatego ostatnie kilkanaście lat to intensywne poszukiwania i próby kreowania nowego kształtu działalności przemysłowej. Rezultaty tych poczynąń przedstawione są w wizjach nowej generacji przemysłu, dla których stosuje się takie określenia jak „Industry 4.0”, „Smart manufacturing”, „Industrial Internet of Things”. Globalną rozpoznawalność osiągnęło pojęcie „Industry 4.0”, które wywodzi się z nazwy strategicznej inicjatywy niemieckiego rządu podjętej w odpowiedzi na otaczające wyzwania, dotyczącej budowania nowej generacji działalności przemysłowej w Niemczech. Opis oczekiwanego, nowego modelu funkcjonowania działalności przemysłowej, nazwanego „Industrie 4.0” został przedstawiony na początku ubiegłej dekady w dokumencie programowym opracowanym na zlecenie rządu niemieckiego przez grupę roboczą złożoną z przedstawicieli wiodących przedsiębiorstw przemysłowych, reprezentantów świata nauki i biznesu (ACATECH 2013).

Kluczowym wyróżnikiem opracowanej wizji jest odejście od liniowych łańcuchów wartości i przejście na model sieciowy, którego funkcjonowanie bazuje na systemach cyber-fizycznych. Inteligentne maszyny, systemy magazynowe, zakłady produkcyjne będą zdolne do autonomicznej wymiany informacji, podejmowania działań i kontrolowania się wzajemnie. Cechą charakterystyczną Przemysłu 4.0 jest integracja pionowa systemów wewnątrz zakładu od poziomu wytwórczego do warstwy biznesowej, a także integracja pozioma pomiędzy uczestnikami sieci wytwarzania i dostarczania wartości.

Tak nakreślona wizja Przemysłu 4.0, posiada cechy adekwatne do pokonywania wyżej opisanych wyzwań i tworzy perspektywę dla dalszego efektywnego rozwijania i realizowania działalności produkcyjnej, nawet w tak trudnym i zmieniającym się dynamicznie otoczeniu. Dlatego od początku spotykała się z dużym zainteresowaniem szerokiego kręgu interesariuszy

działalności przemysłowej, zarówno na poziomie instytucji kreujących politykę przemysłową, jak i bezpośrednio w sektorze wykonawczym.

W podejściu „top-down” wizja Przemysłu 4.0, jako wskazywany kierunek rozwoju działalności przemysłowej, przywoływana jest na poziomie inicjatyw światowych czy europejskich m.in. przez Światowe Forum Ekonomiczne, w dedykowanych programach Komisji Europejskiej, a także na poziomie krajowych strategii przemysłowych z programami wsparcia dla przedsiębiorców na przeprowadzanie transformacji.

W podejściu „oddolnym” ukierunkowanie na Przemysł 4.0 jest eksponowane w strategiach rozwojowych liderów sektora przemysłowego i sukcesywnie obejmuje coraz szersze kręgi działalności przemysłowej. Podkreślenia wymaga fakt, że wizja nowej generacji przemysłu ewoluuje w miarę ujawniania się nowych sił mających istotne znaczenie dla rozwoju działalności przemysłowej. Z pierwotnego eksponowania tych cech Przemysłu 4.0, które odnoszą się do efektów biznesowych i operacyjnych, w szczególności polepszenia produktywności, obecnie bardzo mocno wskazywane są również cele dotyczące ograniczenia szkodliwego oddziaływania przemysłu na środowisko oraz wprowadzenia gospodarki obiegu zamkniętego, a także cel, jakim jest wzmocnienie i ochrona potencjału człowieka w procesach produkcyjnych. To istotne rozszerzenie priorytetów w dotychczasowej wizji Przemysłu 4.0 powoduje, że ta kolejna iteracja nowej generacji przemysłu nazywana jest niekiedy jako „Przemysł 5.0”.

Do urzeczywistnienia wizji nowej generacji przemysłu prowadzi złożony proces transformacji technologicznej, procesowej i organizacyjnej przedsiębiorstw, skutkujący nowym sposobem wytwarzania i dostarczania wartości w działalności przemysłowej. Bazą tej transformacji są technologie pozyskiwania, przesyłania, gromadzenia, przetwarzania i wykorzystywania danych w cyfrowej postaci. Zalicza się do nich m.in.: internet rzeczy, technologie teleinformatyczne, technologie gromadzenia i przetwarzania w chmurze oraz przetwarzania brzegowego, analitykę dużych zbiorów danych, sztuczną inteligencję, technologie immersyjne. Poszczególne technologie są znane i stosowane w przemyśle, w niektórych przypadkach już nawet kilkanaście lat, ale ich połączenie i aplikowanie w oparciu o obecne możliwości w zakresie pojemności pamięci i szybkości przesyłania oraz przetwarzania danych prowadzi do zjawiska emergencji i uzyskiwania dzięki temu przełomowych efektów.

Zwieńczeniem tych zmian jest osiągnięcie w działalności przemysłowej poziomu określanego jako „Smart Factory”, w którym kompleksowo spełniane



będą oczekiwania dotyczące pokonywania wyzwań, z jakimi mierzy się współczesny przemysł. **Inteligentna fabryka to w pełni połączony system produkcyjny, łączący kompetencje ludzkie i możliwości technologiczne w celu wykonywania wszystkich wymaganych zadań i decyzji dotyczących wydajnej i odpowiadającej rzeczywistym potrzebom produkcji towarów oraz umożliwienia innowacyjnych usług cyfrowych.** W świecie „Smart Factory” systemy produkcyjne dostosowują się elastycznie do bieżących uwarunkowań wynikających ze zmian w funkcjonowaniu wyposażenia, jak również do sytuacji w łańcuchach dostaw i zapotrzebowania rynku, dzięki ciągłej wzajemnej wymianie danych w całym cyklu życia produktu. W „Smart Factory” technologia wspiera człowieka zarówno w procesach decyzyjnych, jak i w realizacji działań operacyjnych.

Droga do osiągnięcia tego stanu wymaga odpowiednich działań przygotowawczych i przebiega przez szereg etapów pośrednich, w których kluczowe znaczenie ma przyjęta metodologia wprowadzania zmian. Tak, jak dla określenia docelowej wizji Przemysłu 4.0 istotne jest zidentyfikowanie całościowego układu „sił” oddziałujących na działalność przemysłową i określenie kompleksowych środków zaradczych dla powstających wyzwań, tak i w przypadku etapów pośrednich niezbędne jest określenie problemów do rozwiązania na danym poziomie i dobór właściwych środków. To podejście bazuje na metodologii „use cases” (*przypadków zastosowania*) używanej w projektach informatycznych. „Use case” generalnie oznacza specyficzną sytuację, w której dany produkt, serwis, rozwiązanie może być zastosowane dla rozwiązania określonego problemu. W metodologii „use cases” stosowanej w odniesieniu do Przemysłu 4.0 określenie „specyficznej sytuacji” oznacza podanie konkretnego celu biznesowego do osiągnięcia, opisywanego poprzez wskazanie istniejących wyzwań. W doborze rozwiązania, które jest właściwe dla danego celu, pomocne są biblioteki generycznych „use cases”, które tworzone są w oparciu o konkretne doświadczenia wdrożeniowe dotyczące Przemysłu 4.0.

Źródłem inspiracji i ukierunkowywania są między innymi bazy wiedzy prowadzone przez dostawców rozwiązań Przemysłu 4.0. Przykładem jest wykaz „use cases” wykorzystujących technologie rozszerzonej rzeczywistości, opublikowany przez firmę Dassault Systems (Delmia 2023). Każdy z prezentowanych „use cases” dotyczy innego wyzwania, dla pokonania którego rekomendowane jest rozwiązanie z obszaru rozszerzonej rzeczywistości. Przykładowo takim wyzwaniem jest kontrola jakości przy produkcji personalizowanych produktów. Zmieniające się konfiguracje punktów kontrolnych powodują wydłużenie czasu ich rozpoznania i tworzą ryzyko pominięcia niektórych

punktów w procesie kontroli prowadzonej przez człowieka. Rozwiązaniem jest zastosowanie technologii rozszerzonej rzeczywistości. Pracownik wyposażony w tablet lub okulary rozszerzonej rzeczywistości widzi na obrazie nakładającym się na obiekt fizyczny lokalizację punktów kontrolnych, a ponadto wykrywa samodzielnie lub z udziałem algorytmów automatycznej detekcji odstępstwa od wymagań. Rezultaty realizacji przedstawionego „use case” uwiadcniają się zarówno w poprawności prowadzonej kontroli, jak i w skróceniu czasów realizacji, a także usprawnieniu dokumentowania niezgodności. Innym przykładem jest wyzwanie związane z nakładaniem taśmy maskującej na fragmenty powierzchni produktu, które należy zabezpieczyć w procesie malowania. Instrukcje dotyczące obszarów, które mają być zamaskowane, są zwykle przesyłane w formie papierowej, ze skomplikowaną interpretacją i transpozycją do rzeczywistego produktu, co prowadzi do błędów i długiego czasu przygotowania. Rozwiązaniem jest wykorzystanie technologii rzeczywistości rozszerzonej. Obszary, które mają być zamaskowane, są wyświetlane jako obraz wirtualny na powierzchni przedmiotu przygotowywanego do malowania, tak aby poprowadzić operatora podczas pozycjonowania taśmy maskującej. Efektem jest redukcja błędów i przyspieszenie czasu przeprowadzenia tych operacji. Podobne wykazy „use cases” przedstawiane są też w odniesieniu do innych technologii Przemysłu 4.0, a ich liczba szybko rośnie.

Dostawcy technologii przeważnie wskazują wyodrębnione problemy, które przedsiębiorcy łatwo mogą rozpoznać w obszarach swojej działalności i wskazują sposób ich rozwiązania w formie „use cases”.

Jest to zgodne z typowym modelem wdrażania zmian w przemyśle, charakteryzującym się szukaniem rozwiązań dla najbardziej palących wyzwań i bazowaniu na „use cases” o oddziaływaniu punktowym. Taki sposób działania prowadzi jednak do ryzyka zatrzymania transformacji na etapie pilotażu we fragmencie wyodrębnionym z całego przedsiębiorstwa. Badania sektora przemysłowego pokazują, że jest to bardzo częsty przypadek przy próbach urzeczywistnienia wizji Przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwach. Dla przecięcia tego zjawiska konieczne jest kompleksowe, strategiczne podejście do definiowania wyzwań oraz rozwiązań i potraktowanie indywidualnych „use cases” jako modułów, których integracja pozwala budować „use cases” wychodzące poza punktowe oddziaływanie i w ten sposób tworzyć istotne przybliżenie do realizacji pełnej wizji Przemysłu 4.0.

Przykłady „use cases” dedykowanych złożonym wyzwaniom i rozwiązaniom, w szczególności opisanym powyżej „siłom” oddziałującym na działalność przemysłową znajdziemy w opracowaniu zespołu

naukowców z University of St. Gallen i Eastern Switzerland University (Budde et al.2023). Przedstawiono w nim 44 generyczne „use cases”, które zostały rozpoznane w badaniach ponad 500 wdrożeń rozwiązań Przemysłu 4.0. „Use cases” są pozycjonowane w macy, której oś pozioma oznacza przyporządkowanie „use case” do etapów procesu produkcyjnego w zakresie planowania i optymalizacji, realizacji produkcji oraz działań wspierających, natomiast na osi pionowej określony jest poziom zaawansowania w wykorzystaniu analityki w danym „use cases”.

Wyróżniono następujące poziomy: deskryptywny, diagnostyczny, predykcyjny i preskryptywny. Dla każdego z „use cases” autorzy podają, jakie technologie składają się na rozwiązanie problemu: w większości przypadków jest to złożenie co najmniej dziesięciu technologii Przemysłu 4.0. Na kolejnych, wyższych poziomach w omawianej macy kluczowe znaczenie ma rozszerzenie pakietu wykorzystywanych technologii o sztuczną inteligencję, uczenie maszynowe i symulacje. „Use cases” na poziomie „predykcyjnym” dotyczą wyprzedzającego rozpoznania, na podstawie zaawansowanej analityki, zbliżających się problemów w funkcjonowaniu urządzeń, jakości produktów, planowaniu produkcji, stanach magazynowych, dostawach, zapotrzebowaniu. W rezultacie możliwe są wyprzedzające decyzje dotyczące działań dostosowawczych lub niwelujących zagrożenia i utrzymanie wymaganego poziomu wymaganej efektywności działalności produkcyjnej. Na poziomie określonym jako „preskryptywny” prezentowane „use cases” dotyczą zautomatyzowania reakcji podejmowanych samodzielnie przez urządzenia, systemy magazynowe, systemy zarządzania produkcją oraz sieciami dostaw w obliczu rozpoznanych zbliżających się zagrożeń. Ten najwyższy poziom w omawianej macy dotyczy „use cases”, które odpowiadają pełnemu urzeczywistnieniu wizji Przemysłu 4.0.

Poziom złożoności tych „use cases” jest bardzo wysoki i zawiera szereg uwarunkowań realizacyjnych. To niewątpliwie jedna z przyczyn, że udział firm wykazujących istotne postępy w urzeczywistnianiu wizji Przemysłu 4.0 stanowi niewielki udział w ogólnej liczbie podmiotów w sektorze przemysłowym w skali światowej, jak i w poszczególnych gospodarkach krajowych. Świadczą o tym między innymi wyniki badania wdrażania Przemysłu 4.0 w Niemczech opublikowane w raporcie Rady ds. Badań Naukowych Plattform Industrie 4.0, Fraunhofer Institute for Manufacturing, Engineering and Automation IPA oraz Fraunhofer Institute for Industrial Engineering IAO (Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0/acatech 2022). Raport pt. „Identifying and understanding gaps in the implementation of Industrie 4.0” ukazał się w marcu 2022.

Jak wynika z przeprowadzonych badań firmy deklarują zaangażowanie w planowaniu projektów Przemysłu 4.0 i świadomość potrzeby holistycznego wdrażania inicjatyw Przemysłu 4.0, jednak poziom dojrzałości Przemysłu 4.0 jest w wielu miejscach w przemyśle niemieckim wciąż na wczesnym etapie, a pełny potencjał tej koncepcji jest daleki do osiągnięcia. Ocena stopnia urzeczywistniania wizji Przemysłu 4.0 była prowadzona w oparciu o The Industry 4.0 Maturity Index opracowany przez ACATECH(2020).

Index wyróżnia sześć poziomów wdrażania Przemysłu 4.0. Pierwszy poziom na ścieżce do osiągnięcia pełnej dojrzałości przedsiębiorstwa w zakresie Przemysłu 4.0 określany jest jako „komputeryzacja”. Na tym poziomie różne informatyczne rozwiązania np. ERP, CRM są używane przez przedsiębiorstwo bez wzajemnych powiązań. Drugi etap to „Connectivity” (pol. łączność). Na tym etapie rozwiązania informatyczne, dotychczas niezależnie funkcjonujące, są połączone (ang. connected). Przykładem jest połączenie narzędzi projektowania ze środkami produkcji umożliwiające bezpośredni przepływ danych z fazy projektowania do fazy wytwarzania produktu. Na tym etapie nie ma jednak jeszcze pełnej integracji operacyjnych technologii (OT) i informatycznych technologii (IT). Powyższe dwa poziomy traktowane są jako przygotowanie do wdrażania Przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwie, a nie rzeczywiste jego wdrażanie. Dopiero powyżej poziomu drugiego następuje osiągnięcie właściwych cech Przemysłu 4.0, w których osiągane są kolejno poziomy: deskryptywny, diagnostyczny, predykcyjny i preskryptywny.

Wyniki ocen zebrane przez Industrie 4.0 Maturity Center i przywołane w omawianym raporcie wskazują, że wg stanu na rok 2020 **80% badanych niemieckich firm nie wyszło jeszcze poza poziom drugi, a więc nie rozpoczęło jeszcze wdrażania Przemysłu 4.0.** Pomimo szerokiego programu wsparcia dla urzeczywistnienia wizji Przemysłu 4.0 w Niemczech, realizowanego już ponad dekadę, dotychczas tylko jeden na pięciu przedsiębiorców niemieckich przekroczył granicę wejścia w tą nową generację przemysłu. Wyjaśnienia takiego stanu rzeczy należy dopatrywać się zarówno w barierach wynikających ze stanu przygotowania przedsiębiorstw do transformacji pod względem technologicznym, procesowym, organizacyjnym i kompetencyjnym, ale również w charakterystycznym, zwłaszcza dla rynku niemieckiego, pragmatycznym podejściu do rozwiązywania bieżących problemów poprzez proste, ale skuteczne środki. W wielu przypadkach w takich sytuacjach przedsiębiorcy wybierają rozwiązania charakterystyczne dla Przemysłu 3.0, czyli automatyzację i robotyzację, jako właściwe dla bieżącej sytuacji. Potwierdzeniem takiego stanu rzeczy są informacje pozyskane od dostawców



robotów przez nasz zespół badawczy podczas ostatnich targów AUTOMATICA odbywających się w Monachium w czerwcu b.r. Na targach pokazywano rezultaty dynamicznego rozwoju robotów właściwych dla wizji Przemysłu 4.0, a więc robotów uczących się, wykorzystujących sztuczną inteligencję, będących integralnym komponentem inteligentnych systemów wytwórczych. Równocześnie jednak dostawcy robotów wskazują, że znaczny udział w ich sprzedaży na rynku niemieckim nadal dotyczy produktów wykorzystywanych w pojedynczych, wyodrębnionych aplikacjach typowych dla koncepcji Przemysłu 3.0.

Jak na tle tych ogólnych trendów wygląda wdrażanie Przemysłu 4.0 w Polsce? Odpowiedzią na to pytanie są prezentowane w niniejszym opracowaniu wyniki badań przeprowadzonych przez zespół badawczy w ramach projektu uruchomionego z inicjatywy Związku Banków Polskich i Warszawskiego Instytutu Bankowości. Badanie zostało zrealizowane zarówno w oparciu o dane zastane z Eurostat,

jak i badania jakościowe przeprowadzone przez zespół badawczy w firmach sektora przemysłowego. W badaniu jakościowym zagadnienia badawcze dotyczyły m.in. aktualnych wyzwań identyfikowanych przez przedsiębiorców, sposobu ich pokonywania z uwzględnieniem rozwiązań Przemysłu 4.0, warunków realizacyjnych podejmowanych przedsięwzięć. Kierując się wyżej opisanymi globalnymi trendami zespół badawczy uwzględniał również przedsięwzięcia podejmowane przez przedsiębiorców, które nie wpisują się ściśle w definicję Przemysłu 4.0, ale pozwalają pokonywać bieżące wyzwania. W szczególności dotyczy to wyzwań, które wynikają z braku pracowników. W tym przypadku środkiem zaradczym najczęściej wskazywanym przez przedsiębiorców są aplikacje robotów. Rzadko jednak aktualnie wdrażana robotyzacja w krajowych przedsiębiorstwach ma charakter odpowiadający wizji Przemysłu 4.0, tym niemniej również w takiej formie została uwzględniona w przeprowadzonym badaniu jako powtarzające się zjawisko.



Czym jest Przemysł 4.0?

Opisywanie nowych zjawisk społecznych, gospodarczych i politycznych jest o tyle niełatwym zadaniem, że język pojęciowy potrzebny do ich precyzyjnego ujęcia dopiero się tworzy w wyniku niezliczonych dyskusji między naukowcami i praktykami. Dotyczy to również pojęć używanych w tym raporcie, zwłaszcza pojęcia Przemysł 4.0.

Warto pamiętać, że pojęcie Przemysłu 4.0 jest ściśle powiązane ze specyficzną strategią rozwoju polityczno-gospodarczego przyjętą przez rząd niemiecki przed kilkunastu laty. Pojęcie to szybko upowszechniło się w dyskursie biznesowym w Europie, zwłaszcza w krajach skandynawskich. U jego podłoża leży założenie, że mamy do czynienia z liniowym procesem rozwoju technologicznego i przemysłowego: żeby wejść w fazę Przemysłu 4.0, trzeba przejść przez fazy 1.0, 2.0 i 3.0. Nierzadko też pojęcie to jest stosowane w sposób wartościujący: firma, która nie jest w stanie wejść na poziom rozwoju charakteryzujący Przemysł 4.0, to firma zacofana, niepotrafiąca wykorzystywać szans rozwojowych i skazana w ostatecznym rozrachunku na eliminację z rynku. Nasi rozmówcy z firm produkcyjnych odrzucali taką perspektywę, wskazując często, że rozwój technologiczny często przyjmuje formę rozgałęziającą się (ryzomatyczną) lub sieciową: rozwiązania, które purystycznie można uznać za charakterystyczne dla Przemysłu 3.0 – np. roboty – stają się impulsem do datafikacji danego wycinka procesu produkcyjnego, a w dalszej kolejności – całościowej cyfryzacji całego procesu produkcyjnego.

W praktyce funkcjonowania polskich firm trudno oddzielić ostrą kreską rozwiązania z zakresu Przemysłu 3.0 i 4.0; wszystko zależy od tego, jaki użytek czynią firmy z konkretnych technologii, a przede wszystkim – czy potrafią czerpać z nich dane, wykorzystywane następnie do optymalizacji funkcjonowania czy to w wymiarze deskryptywnym, diagnostycznym, predykcyjnym, czy wreszcie preskryptywnym. Dlatego też proponujemy, by przyjrzeć się poziomowi ucyfrowienia polskich firm na podstawie danych Eurostat, nie przypisując poszczególnych technologii cyfrowych do kategorii Przemysłu 3.0 czy 4.0, ale podkreślając, że tworzą one podstawę i potencjał datafikacji leżącej u podstaw nowoczesnego przemysłu. Ponadto,

jak zaznacza w obszernym wprowadzeniu A. Soldaty, Przemysł 4.0 należy traktować jako pewien rodzaj wizji strategicznej, nadal w niewielkim stopniu przekładającej się na praktykę europejskich firm, skoro nawet w Niemczech jedynie co piąta firma rozpoczęła jej realizację.

W naszym raporcie nie stronimy od używania pojęcia Przemysł 4.0, uznając, że zakotwiczyło się ono w dyskusjach na temat kierunku rozwoju polskiego przemysłu. Proponujemy jednak, by traktować **Przemysł 4.0 jako jedną z odmian zjawiska transformacji cyfrowej, którą cechuje sposób wykorzystania danych do optymalizacji produkcji, sprzedaży i logistyki, co z kolei prowadzi do zmiany modelu biznesowego oraz usieciowionej integracji łańcucha wartości w całościowym cyklu życia produktu.**

Za charakterystyczne dla Przemysłu 4.0 uważa się wdrażanie nowych technologii, które obejmują obszary łączności, przetwarzania danych oraz interakcji człowiek-maszyna, a także zaawansowanej inżynierii. Zalicza się do nich m.in. chmurę obliczeniową, internet, blockchain, czujniki, zaawansowaną analitykę, uczenie maszynowe, sztuczną inteligencję, rzeczywistość wirtualną (VR) i rozszerzoną (AR), robotykę, automatykę, pojazdy autonomiczne, produkcję addytywną (np. drukowanie 3D), energię odnawialną oraz technologie oparte na wykorzystaniu nanocząstek. Technologie te przyczyniają się do tworzenia nowych i coraz bardziej spersonalizowanych produktów (towarów i usług) oraz rozwoju nowych modeli biznesowych opartych na integracji danych przepływających w sieciach łączących ludzi, organizacje i maszyny. W raporcie piszemy konsekwentnie o wdrażaniu technologii z zakresu Przemysłu 4.0, a nie o realizacji wizji czy praktyki Przemysłu 4.0 w Polsce, bardzo dalekich od doświadczenia badanych przez nas firm. Kładziemy nacisk na znaczenie transformacji cyfrowej prowadzącej do konkretnych korzyści dla firmy, jej właścicieli, zarządzających i pracowników.

Wdrożenie pojedynczych technologii nie oznacza jednak, że firma transformuje się cyfrowo: **kwintesencją Przemysłu 4.0 jest powiązanie wszystkich tych technologii za pośrednictwem przepływu danych, a więc**



datafikacja procesów produkcyjnych w powiązaniu z procesami biznesowymi i administracyjnymi.

Warto w tym miejscu podkreślić, że prosta robotyzacja i automatyzacja są elementem rozwoju przemysłowego od lat 60. i nie mogą być traktowane jako przejaw Przemysłu 4.0; z drugiej strony zaawansowana robotyzacja i inteligentna automatyzacja są istotnym elementem obecnej fazy rozwoju przemysłowego, ale nie są tożsame z Przemysłem 4.0 rozumianym jako wieloaspektowa transformacja cyfrowa.

Przemysł 4.0 to nie tylko rewolucja technologiczna, ale także rewolucja organizacyjna i społeczna. Sukces w gospodarce cyfrowej zależy od umiejętności adaptacji i ciągłego rozwoju. Decydujące znaczenie mają zmiany w modelach biznesowych, w procesach i w kulturze organizacyjnej, a ich centralnym elementem jest człowiek. Coraz silniej ucyfrowione środowisko pracy tworzy zapotrzebowanie na nowy profil kompetencji na wszystkich szczeblach organizacji. Członkowie zarządu potrzebują kompetencji korzystania z danych w czasie rzeczywistym i podejmowania na ich podstawie decyzji, ale przede wszystkim niezbędna jest im umiejętność zarządzania ciągłą zmianą w organizacji. Menedżerowie muszą nauczyć się zarządzać ludźmi pracującymi obok maszyn i wspólnie z nimi. Pracownicy potrzebują, obok umiejętności specjalistycznych, także umiejętności pracy w ucyfrowionym środowisku. Istotnym wyzwaniem jest przekwalifikowanie pracowników, aby byli w stanie sprostać nowym zadaniom i wymaganiom na zmieniających się stanowiskach w związku z wprowadzeniem nowych technologii. Kluczem do sukcesu jest tworzenie kultury organizacyjnej, która sprzyja innowacyjności, współpracy i ciągłemu uczeniu się.

Wprowadzenie technologii z zakresu Przemysłu 4.0 przynosi wiele korzyści, takich jak zwiększenie efektywności operacyjnej, poprawa jakości i personalizacja produktów, optymalizacja procesów oraz lepsza komunikacja z klientami. Jednak organizacje muszą być świadome, że wprowadzenie nowych technologii wiąże się również z wyzwaniami, takimi jak ochrona danych, bezpieczeństwo cybernetyczne, a także konieczność zarządzania zmianą i przekształcenie organizacji.

Metodologia

Zaprezentowana w raporcie analiza wykorzystuje dane z Eurostat, które w odniesieniu do analizy wdrożeń robotów uzupełniliśmy o dane z IFR (*International Federation of Robotics*). Dane bazy „Digital Economy and Society” z Eurostatu są zbierane na podstawie ankiet przeprowadzanych w gospodarstwach domowych i przedsiębiorstwach (<https://ec.europa.eu/>

[eurostat/web/digital-economy-and-society/data/comprehensive-database](https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/comprehensive-database)). Dzięki nim znamy statystyki dla wszystkich państw członkowskich, które obrazują zakres dostępu, absorpcji i wykorzystywania technologii cyfrowych (m.in. mobilny dostęp do internetu, korzystanie z mediów społecznościowych, e-commerce, bezpieczeństwo w internecie, usługi w chmurze, umiejętności cyfrowe i zatrudnienie specjalistów ICT). Statystyki dotyczące „Technologii informacyjnych i komunikacyjnych” (ICT) w tej sekcji są dostępne oddzielnie dla gospodarstw domowych/osób oraz przedsiębiorstw/przedsiębiorstw. Dane z IFR (<https://ifr.org/worldrobotics/>) dotyczą statystyk światowych dla wdrożeń robotów przemysłowych i usługowych.

Zebrane dane pozwoliły na opracowanie analizy zaawansowania wdrożeń technologii cyfrowych w polskich przedsiębiorstwach przemysłowych. Z jednej strony pokazujemy Polskę na tle innych państw członkowskich i dzięki temu możemy określić, w których obszarach polskie przedsiębiorstwa są zaawansowane, a w których nie wykorzystują potencjału cyfrowego. Z drugiej strony mogliśmy przyrzeć się produkcji przemysłowej na tle innych branż. W analizie ujęliśmy również aspekt kompetencji cyfrowych kapitału ludzkiego, czyli pracowników. Transformacja cyfrowa to nie tylko cyfrowe technologie. Przede wszystkim – co powtarzamy w naszych publikacjach – to zmiana kultury organizacyjnej i modelu biznesowego. Za sukcesem wdrożenia stoi pracownik o odpowiednich kompetencjach, który powinien uzyskać wsparcie szkoleniowe na każdym etapie swojej kariery.

Interpretację wniosków płynących z badania ilościowego, w którym wybrzmiewa powtarzający się motyw zapóźnienia technologicznego polskich przedsiębiorstw przemysłowych, umożliwiają wnioski z badania jakościowego. Dane empiryczne zostały zebrane w okresie od października 2022 r. do marca 2023 r. Przeprowadziliśmy 20 wywiadów jakościowych w 12 firmach przemysłowych; jednocześnie w 11 z tych firm przeprowadzono wizytę studyjną na terenie zakładu produkcyjnego. Doboru firm do wywiadu dokonano na zasadzie dostępnościowej, przy czym dbano o zróżnicowanie firm pod kątem wielkości, specyfiki produkcji oraz ulokowania geograficznego. Braliśmy również pod uwagę pozycję firm w krajowych rankingach innowacyjności/rozwoju Przemysłu 4.0. Profile tych firm (odtworzone m.in. na podstawie ich stron internetowych i dostępnych materiałów) wraz z opisem dobrych praktyk stosowanych przez nie w procesie wdrażania technologii opisaliśmy w tabeli 1.

W drugiej fali badania skupiliśmy się na poznawaniu perspektywy firm dostarczających rozwiązania



cyfrowe na rynek krajowy i zagraniczny; przeanalizowaliśmy strony internetowe wybranych firm w celu zapoznania się z ich specyfiką, a następnie z przedstawicielami 17 z nich przeprowadziliśmy wywiady jakościowe, trwające nie krócej niż godzinę. W wywiadach tych prosiliśmy o przedstawienie specyfiki danego rozwiązania, ale też o charakterystykę współpracy z firmami oraz o wnioski dotyczące rozwoju polskiego przemysłu. W analizie wykorzystaliśmy również notatki badawcze z wizyt studyjnych.

Transkrypcje przeprowadzonych wywiadów zanonimizowano, a kody przypisano do poszczególnych wywiadów w sposób losowy (firmy produkcyjne P1...12; firmy dostarczające rozwiązania cyfrowe D1...17). Dane zakodowaliśmy i zanalizowaliśmy w programie komputerowym do analizy danych jakościowych, wyodrębniając wątki tematyczne dotyczące uwarunkowań, motywacji, barier, wyzwań i specyfiki wdrożeń z zakresu Przemysłu 4.0 w polskich firmach przemysłowych.

Struktura raportu przedstawia się następująco. Rozdział I przedstawia wnioski z analizy danych zastanych dotyczące poziomu wdrożeń poszczególnych technologii z zakresu Przemysłu 4.0 w polskich firmach produkcyjnych na tle krajów UE. Rozdział II zawiera wnioski z badania jakościowego. W tabeli 1 przedstawiono zidentyfikowane najlepsze praktyki zbadanych firm przemysłowych w obszarze wdrożeń technologicznych. W tabeli 2 natomiast przedstawiono profile firm zajmujących się dostarczaniem rozwiązań cyfrowych i zreferowano główne wnioski z wywiadów przeprowadzonych z przedstawicielami tych firm na temat przebiegu wdrożeń technologicznych. W III rozdziale raportu krótko omawiamy perspektywy dalszego rozwoju technologicznego w przemyśle w kontekście rozwoju generatywnej sztucznej inteligencji. W rozdziale IV przedstawiamy autorskie rekomendacje skierowane pod adresem instytucji finansowych oraz instytucji publicznych. Ich celem jest zasugerowanie wytycznych dla finansowania wdrożeń technologicznych z zakresu Przemysłu 4.0 w polskich firmach.



Poziom ucyfrowienia polskich firm przemysłowych na tle firm z innych państw członkowskich UE i innych sektorów





W tej części raportu przedstawiamy diagnozę poziomu rozwoju ucyfrowienia polskich przedsiębiorstw przy pomocy wskaźnika Digital Intensity Index (DII). Wskaźnik ten jest przybliżoną miarą ucyfrowienia przedsiębiorstw stosowaną przez Eurostat, która powstała na podstawie wyników ankiet prowadzonych przez instytucje statystyczne w krajach członkowskich UE.

Analiza wskaźnika Digital Intensity Index wskazuje, że polski przemysł dzieli od unijnego spory dystans. Relatywnie niewielki odsetek przedsiębiorstw przemysłowych w Polsce osiąga wysoki i bardzo wysoki DII. Najbardziej ucyfrowione są przedsiębiorstwa skandynawskie, a z kolei w Europie środkowej szczególnie wyróżnia się Austria i Dania.

Wyjaśnijmy, jak konstruowany jest indeks. Przedsiębiorstwo jest klasyfikowane do danej grupy ucyfrowienia – bardzo niski, niski, wysoki i bardzo wysoki DII – na podstawie oceny zakresu wdrożeń technologicznych w dwunastu obszarach (między innymi dostęp do internetu, wprowadzanie systemów informatycznych, wykorzystanie technologii internetu rzeczy, obecność mediów społecznościowych, wykorzystanie sztucznej inteligencji czy usług chmurowych). Wysoki wskaźnik DII oznacza, że wiele przedsiębiorstw w danym kraju wdrożyło zaawansowane rozwiązania cyfrowe i korzysta z nowoczesnych technologii cyfrowych. Przedsiębiorstwa o niskim lub bardzo niskim DII są mniej zaawansowane cyfrowo i mogą mieć ograniczoną zdolność do wykorzystania potencjału cyfryzacji.

Przykładem krajów o wysokim DII są kraje skandynawskie, Austria i Dania, które wyróżniają się zaawansowaniem w dziedzinie cyfryzacji.

Polska zajmuje 16 miejsce wśród krajów EU27. Jedynie wyniki dużych przedsiębiorstw są zbliżone do średniej EU27 i liderów (kraje skandynawskie) na podstawie wysokiego i bardzo wysokiego DII.

Digital Intensity Index: Przyznawane jest po jednym punkcie za spełnienie jednego z 12 warunków:

- Przedsiębiorstwa, w których ponad 50% pracujących miało dostęp do internetu w celach służbowych
- Przedsiębiorstwa posiadają pakiet oprogramowania ERP do udostępniania informacji między różnymi obszarami funkcjonalnymi

- Maksymalna zakontraktowana prędkość pobierania najszybszego stacjonarnego łącza internetowego w przedsiębiorstwie wynosi co najmniej 30 Mb/s
- Przedsiębiorstwa, w których sprzedaż internetowa stanowiła ponad 1% całkowitego obrotu, a sprzedaż internetowa B2C ponad 10% sprzedaży internetowej
- Przedsiębiorstwa wykorzystują jakiekolwiek rozwiązanie IoT
- Przedsiębiorstwa wykorzystują jakiekolwiek media społecznościowe
- Przedsiębiorstwa posiadają system CRM
- Przedsiębiorstwa nabywają zaawansowane lub pośrednie usługi CC (2021)
- Przedsiębiorstwa wykorzystują dowolne rozwiązanie technologii AI
- Przedsiębiorstwa nabywają usługi CC używane przez Internet
- Przedsiębiorstwa, których sprzedaż e-commerce wynosi co najmniej 1% obrotu
- Przedsiębiorstwa wykorzystują dwa lub więcej mediów społecznościowych

Następnie wskaźnik o określonym poziomie obliczany jest na podstawie liczby przedsiębiorstw w danym kraju:

Bardzo niski DII: Udział przedsiębiorstw z punktami od 0 do 3

Niski DII: Liczba przedsiębiorstw z punktami między 4 a 6

Wysoki DII: Liczba przedsiębiorstw z punktami między 7 a 9

Bardzo wysoki DII: Liczba przedsiębiorstw z punktami między 10 a 12

Jednostka miary: % przedsiębiorstw zatrudniających co najmniej 10 pracowników lub osób prowadzących działalność na własny rachunek w NACE Rev. 2 sekcje C do J, L do N i grupa 95.1.

Źródło: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/isoc_e_dii_esmsip2_an1.pdf



Duże polskie przedsiębiorstwa nie odstają od średniej unijnej pod względem wysokiego indeksu ucyfrowienia (DII). Ponad 40% dużych firm w Polsce posiada wysoki wskaźnik ucyfrowienia, podobnie jak w Finlandii czy Szwecji. Natomiast małe i średnie przedsiębiorstwa są znacznie gorzej ucyfrowione niż unijne przedsiębiorstwa ogółem. Małych firm o wysokim i bardzo wysokim indeksie ucyfrowienia jest w Polsce zaledwie 11% (w Szwecji czy Finlandii ponad 40%), zaś średnich 25% (w Szwecji i Finlandii około 70%). To świadczy o tym, że chociaż polskie MŚP wprowadzają rozwiązania cyfrowe, to najczęściej są one ograniczone do trzech obszarów i nie mają charakteru kompleksowego.

Polski przemysł jest słabo ucyfrowiony. Ponad połowa przedsiębiorstw przemysłowych w 2021 r. posiadała bardzo niski DII, a jedna czwarta niski DII.

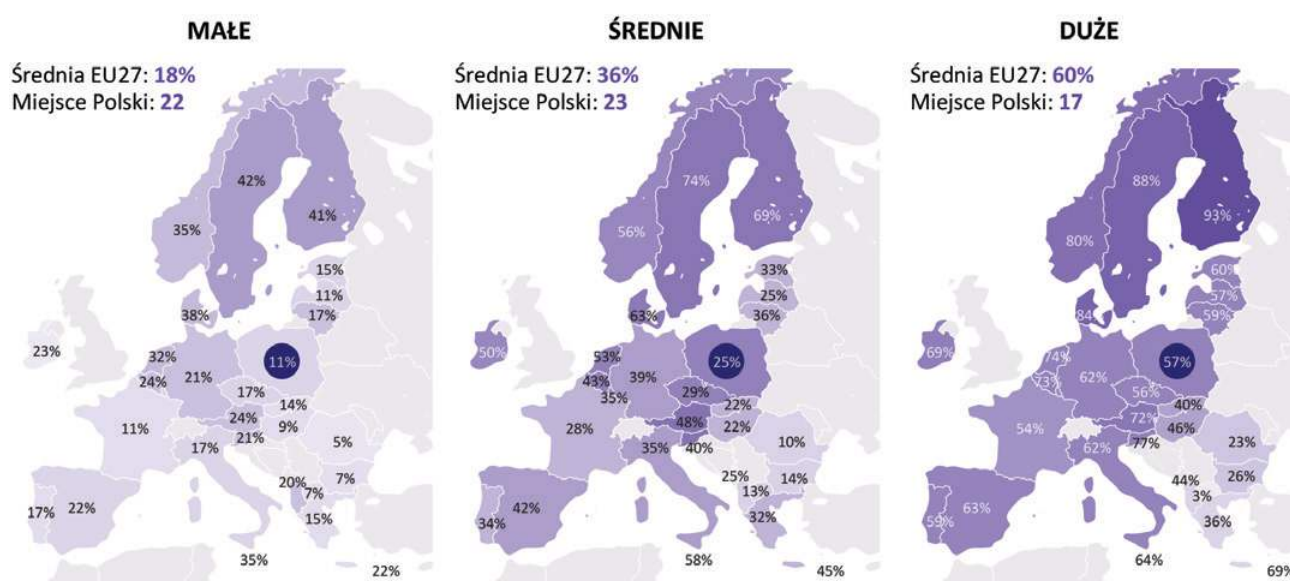
Przedsiębiorstwa przemysłowe w Polsce mają znacznie niższy poziom ucyfrowienia w porównaniu do innych sektorów. Tylko 2% przedsiębiorstw przemysłowych zostało zaklasyfikowanych jako posiadające bardzo wysoki DII, a 10% znajduje się w grupie o wysokim DII. Oznacza to, że tylko 12% polskich przedsiębiorstw przemysłowych wdrożyło co najmniej 7 z 12 rozwiązań cyfrowych uwzględnianych w indeksie DII. Zaledwie jedno na 62 przedsiębiorstwa przemysłowe ma bardzo wysoki indeks DII, zaś co dziesiąte – wysokie. Dla porównania, w Szwecji dotyczy to odpowiednio co dziesiątego i blisko co drugiego przedsiębiorstwa.

Co ciekawe, pandemia nie stała się impulsem do znacznego zwiększenia wdrożeń technologii

cyfrowych w przedsiębiorstwach przemysłowych. Od 2019 roku udział przedsiębiorstw przemysłowych o wysokim i bardzo wysokim indeksie DII wzrósł zaledwie o 1,8 punktu procentowego, podczas gdy w sektorze ICT już o ponad 15 punktów procentowych. W efekcie w sektorze ICT jest ponad 50% firm o wysokim i bardzo wysokim stopniu ucyfrowienia. Tymczasem aż 89% przedsiębiorstw przemysłowych posiada **niski i bardzo niski indeks DII**. Spośród tych przedsiębiorstw, 64% zadeklarowało wdrożenie maksymalnie 3 technologii cyfrowych na 12 możliwych, podczas gdy 25% zadeklarowało wdrożenie do 6 technologii.

W porównaniu z rokiem 2019, Polska odnotowała niewielki wzrost udziału bardzo wysokiego DII wśród przedsiębiorstw przemysłowych i niezmiennie znajduje się na końcu stawki krajów EU27. W grupie krajów Europy Środkowej występuje bardzo duża rozbieżność poziomu ucyfrowienia. Można wskazać kraje o bardzo wysokim ucyfrowieniu przedsiębiorstw przemysłowych (Finlandia, Szwecja) oraz najniższym (Cypr, Rumunia). Polskie przedsiębiorstwa przemysłowe wykazują relatywnie niski zakres wdrożeń technologii cyfrowych w porównaniu do innych państw UE, ale też w porównaniu do innych sektorów.

W następnych krokach wskażemy grupy technologii, w których przedsiębiorstwa wykazują największy dług technologiczny. Dla potrzeb dalszej analizy skoncentrowaliśmy się *stricte* na technologiach związanych z produkcją.



Rysunek A. Przedsiębiorstwa o wysokim i bardzo wysokim DII (2021)

A: Źródło: Eurostat. Digital Intensity by class size of enterprise (Enterprise has high and very high digital intensity index)

Przedsiębiorstwa w krajach UE, które posiadają wysoki i bardzo wysoki DII (% przedsiębiorstw). Podział obejmuje przedsiębiorstwa małe (od 10 do 49 pracowników), średnie (od 50 do 249 pracowników) i duże (od 250 pracowników i więcej).

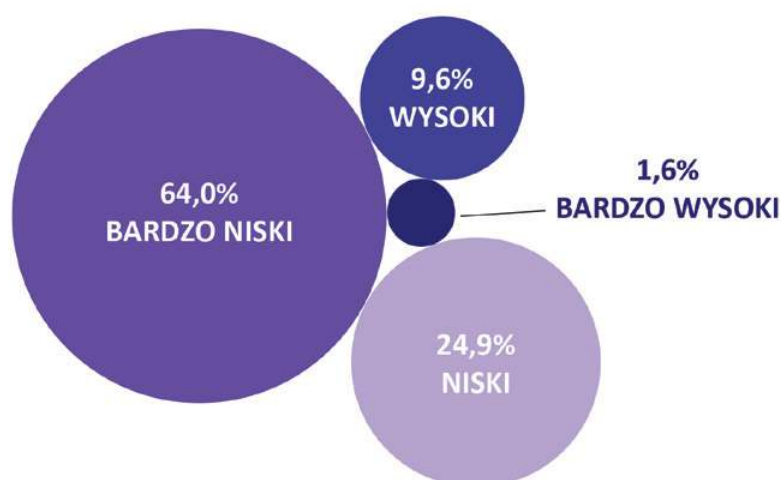


	PL	EU27 ŚREDNIA
Informacja i komunikacja	53% 15,1 p.p.	57% -9,0 p.p.
Naprawa komputerów i sprzętu komunikacyjnego	32% -2,9 p.p.	32% -17,6 p.p.
Handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów mechanicznych i motocykli	20% 5,9 p.p.	29% -4,3 p.p.
Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi	18% 1,9 p.p.	20% -2,1 p.p.
Działalność związana z nieruchomościami	8% 1,3 p.p.	26% -6,0 p.p.
Działalność w zakresie usług administracyjnych i pomocniczych	17% 7,1 p.p.	19% -5,1 p.p.
Przetwórstwo przemysłowe	11% 1,8 p.p.	18% -1,7 p.p.
Zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i klimatyzację	13%	40%
Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna	20%	29%
Transport i przechowywanie	9% 4,2 p.p.	14% -0,4 p.p.
Budownictwo	4% 1,1 p.p.	10% -1,0 p.p.
Zaopatrzenie w wodę; gospodarowanie ściekami, odpadami i rekultywacja	10%	16%

Rysunek B: Przedsiębiorstwa z różnych sekcji o wysokim i bardzo wysokim DII

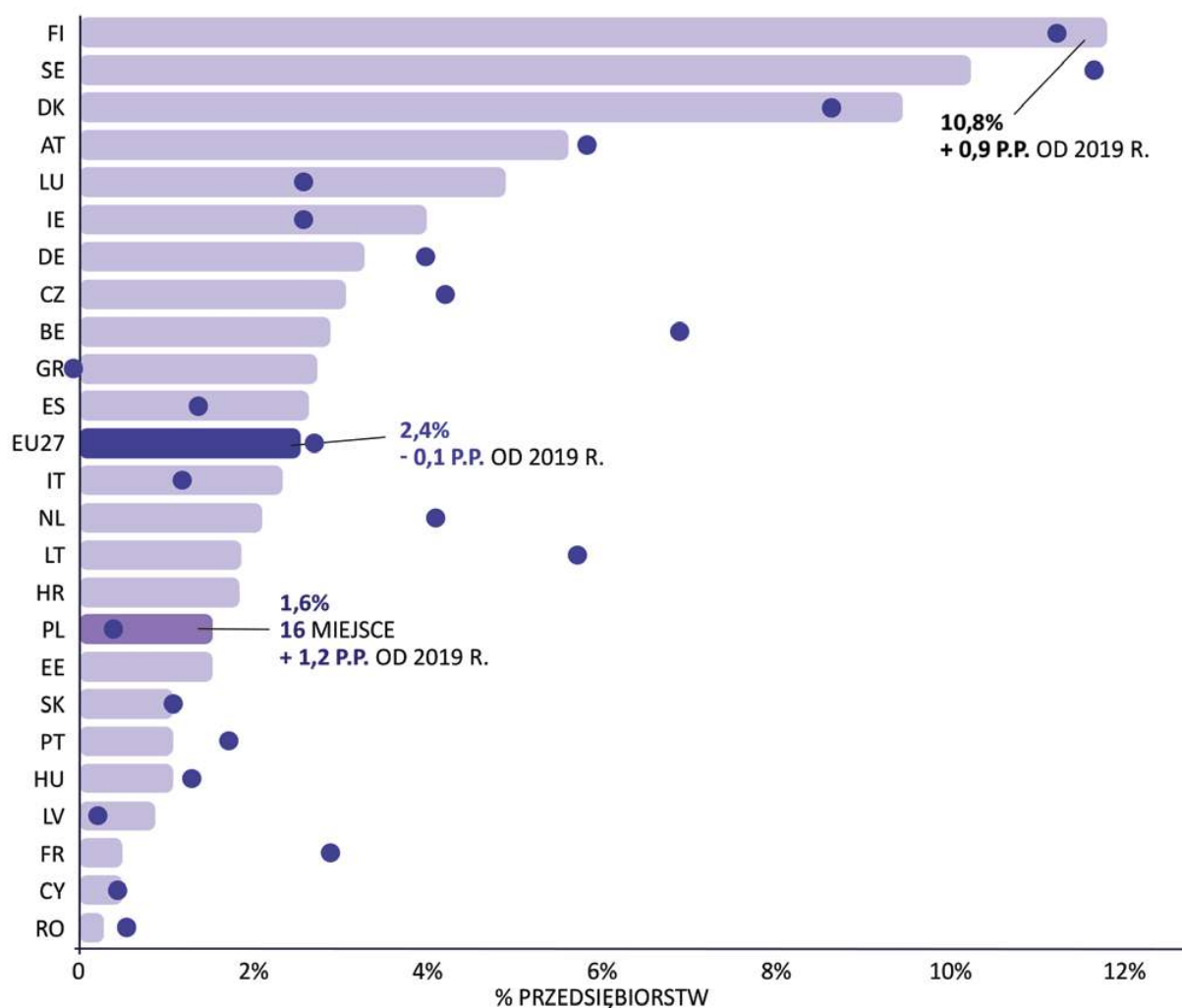
B: Procent przedsiębiorstw z różnych sekcji NACE rev. 2 o wysokim i bardzo wysokim DII (2019–2021). % przedsiębiorstw w 2021 i w p.p. zmiany od 2019 roku.

Źródło: Eurostat. *Digital Intensity by NACE Rev.2 activity (Enterprise has high digital intensity index, Enterprise has very high digital intensity index)*



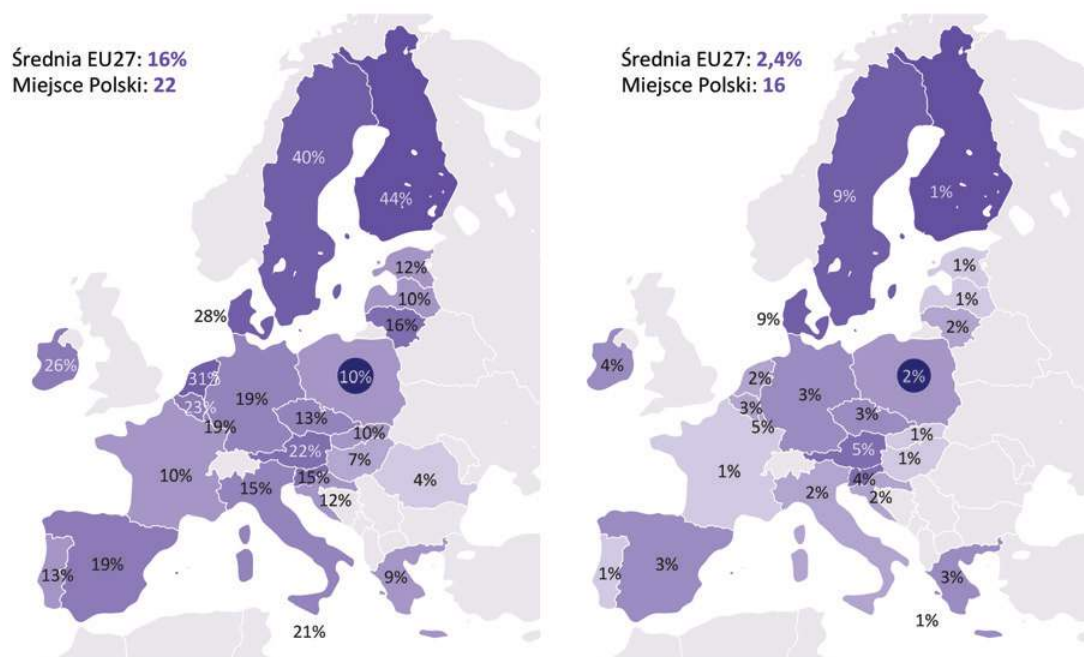
Rysunek C: Wartości DII dla polskich przedsiębiorstw przemysłowych

C: Wartości DII dla polskich przedsiębiorstw zajmujących się przetwórstwem przemysłowym (2021, % przedsiębiorstw)



Rysunek D: Przedsiębiorstwa przemysłowe o bardzo wysokim DII

D: Porównanie bardzo wysokiego wskaźnika DII między latami 2019-2021 w przedsiębiorstwach zajmujących się przetwórstwem przemysłowym w krajach UE. Koła – DII w 2019 roku, słupki – DII w 2021 roku.



Rysunek E: Przedsiębiorstwa przemysłowe o wysokim (rys. po lewej) i bardzo wysokim (rys. po prawej) DII

E: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym o wysokim (rys po lewej) i bardzo wysokim (rys po prawej) DII (2021)

1. Systemy ERP wykorzystuje jedynie co trzecie przedsiębiorstwo przemysłowe

W krajach EU27 średnio połowa przedsiębiorstw przemysłowych wdrożyła ten typ systemu informatycznego. Polska odnotowała postępy w porównaniu z 2019 rokiem, ale nadal zajmuje odległe 21 miejsce wśród krajów EU27.

ERP (*Enterprise Resource Planning*) to system zarządzania zasobami przedsiębiorstwa, który integruje różne dziedziny działalności, takie jak produkcja, sprzedaż, finanse, zaopatrzenie, logistyka czy kadry. Jest to kompleksowe oprogramowanie, które umożliwia skoordynowanie i zarządzanie różnymi procesami biznesowymi w ramach organizacji.

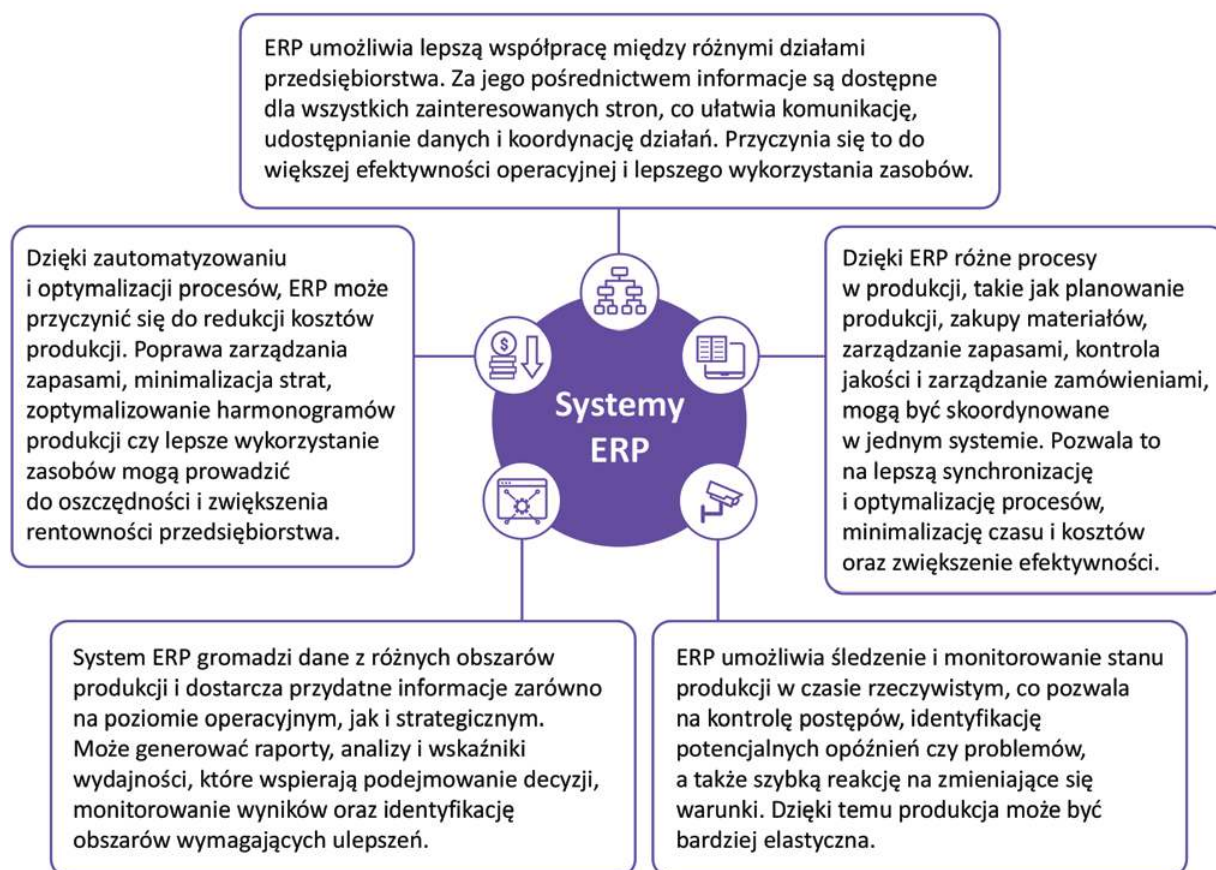


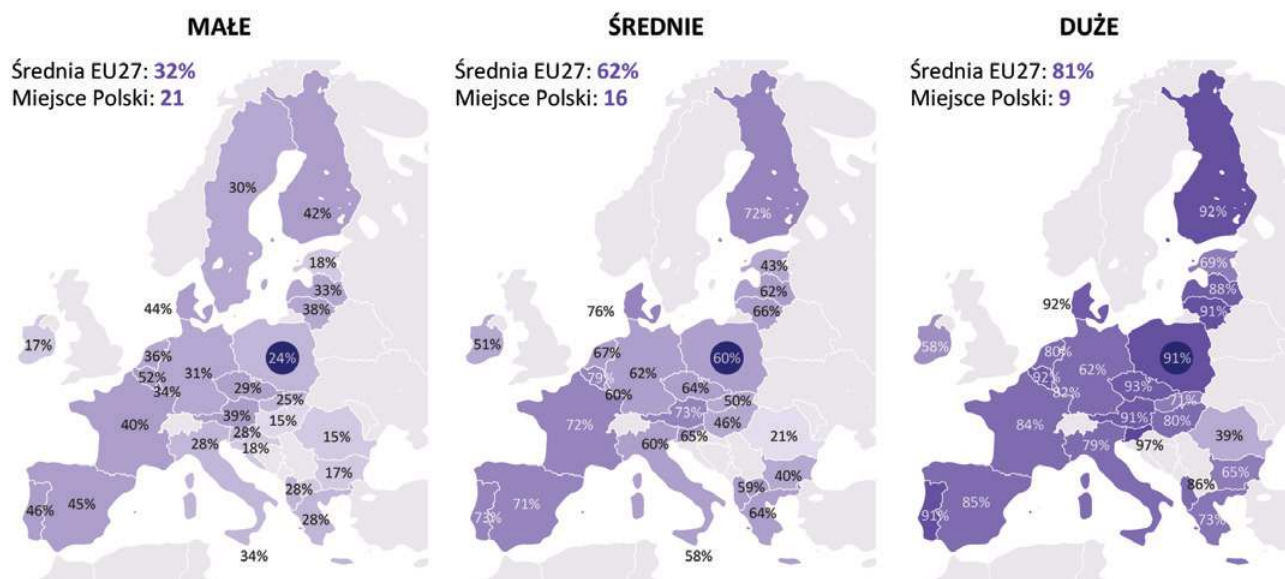
Diagram 1. Zastosowania systemów ERP w przemyśle.

Dystans dzielący polskie przedsiębiorstwa od unijnych w obszarze wdrażania rozwiązań ERP nie jest tak duży, szczególnie w przypadku dużych przedsiębiorstw. Do 2021 r. 32% polskich przedsiębiorstw wprowadziło systemy ERP. Wykorzystywanie tych systemów wykazują przede wszystkim duże przedsiębiorstwa – dysponuje nimi już 91% w Polsce. W przypadku przedsiębiorstw średnich odsetek wynosi 60%, podczas gdy wśród małych przedsiębiorstw jest to zaledwie 24%, czyli tylko co czwarte przedsiębiorstwo.

W sektorze przemysłu odsetek przedsiębiorstw, które wdrożyły systemy ERP, jest niższy niż w pozostałych branżach. Średnio tylko co trzecie przedsiębiorstwo

przemysłowe wdrożyło już system ERP, podczas gdy w całej Unii Europejskiej średnia wynosi już co drugie przedsiębiorstwo przemysłowe.

Warto zauważyć, że mimo że systemy ERP wydają się być podstawowym narzędziem zarządzania, nawet w czasie pandemii skala ich wdrożeń wzrosła nieznacznie. Od 2019 roku odsetek ten zwiększył się o 1,8 punktu procentowego, podczas gdy w UE o 2 punkty procentowe. Nawet jeśli udział przedsiębiorstw przemysłowych, które wdrożyły systemy ERP w Polsce, nie odbiega od udziału w innych państwach UE (jest mniejszy o 15 pkt. proc., co nie jest tak dużą luką, jak w przypadku innych technologii), niepokojący jest znacznie niższy przyrost niż średnia unijna.

**Rysunek 1A:** Odsetek przedsiębiorstw, które posiadają system ERP.

A: Procent przedsiębiorstw, które posiadają system ERP w 2021 roku.

Źródło: Eurostat. *Integration of internal processes by class size of enterprise (Enterprises who have ERP software package to share information between different functional areas)*

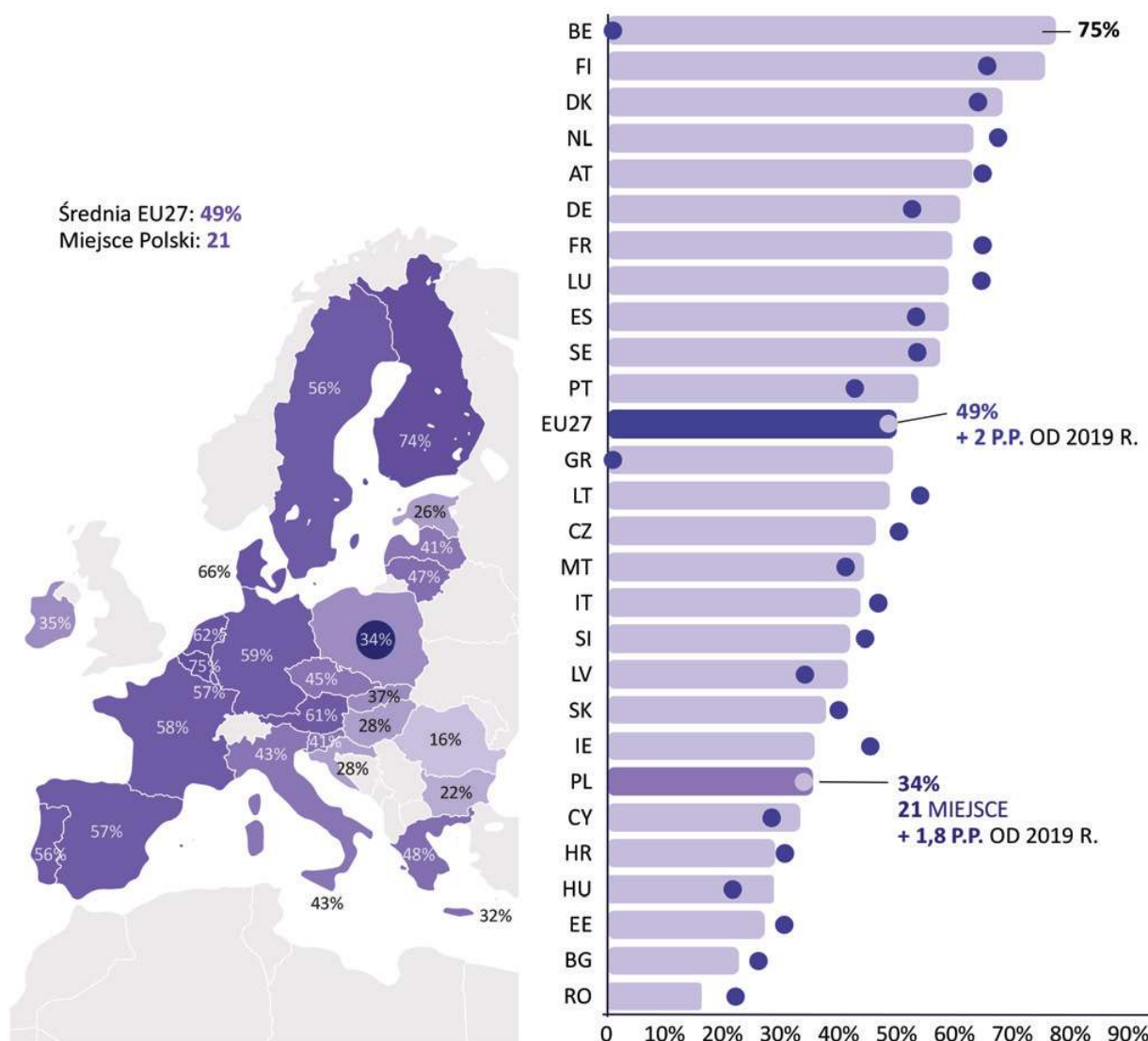
Na rysunku: Przedsiębiorstwa w krajach UE, które posiadają pakiet oprogramowania ERP do udostępniania informacji pomiędzy różnymi obszarami funkcjonalnymi (% przedsiębiorstw). Podział obejmuje przedsiębiorstwa małe (od 10 do 49 pracowników), średnie (od 50 do 249 pracowników) i duże (od 250 pracowników i więcej).

	PL	EU27
Wszystkie sekcje	32% 3,4 p.p.	38% 2,1 p.p.
Informacja i komunikacja	54% 5,6 p.p.	54% 3,1 p.p.
Naprawa komputerów i sprzętu komunikacyjnego	57% 5,3 p.p.	53% -0,6 p.p.
Przetwórstwo przemysłowe	34% 1,8 p.p.	49% 2,0 p.p.
Transport i przechowywanie	25% 5,5 p.p.	30% 2,7 p.p.
Działalność związana z nieruchomościami	34% 5,3 p.p.	44% 4,5 p.p.
Działalność w zakresie usług administracyjnych i pomocniczych	33% 1,1 p.p.	31% 1,3 p.p.
Handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów mechanicznych i motocykli	36% 4,3 p.p.	46% 2,5 p.p.
Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi	20% 5,3 p.p.	16% -1,0 p.p.
Budownictwo	17% 1,8 p.p.	27% 4,7 p.p.
Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna	40%	39%
Zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i klimatyzację	53%	60%
Zaopatrzenie w wodę; gospodarowanie ściekami, odpadami i rekultywacją	43%	44%

Rysunek 1B: Przedsiębiorstwa posiadające pakiet ERP – podział na sekcje (2021)

B: Procent przedsiębiorstw z różnych sekcji, które posiadają pakiet ERP (2021)

Źródło: Eurostat. *Digital Intensity by NACE Rev.2 activity (Enterprises who have ERP software package to share information between different functional areas)*



Rysunek 1C: Przedsiębiorstwa przemysłowe, które posiadają pakiet oprogramowania ERP

C: Procent przedsiębiorstw zajmujących się przetwórstwem przemysłowym, które posiadają pakiet oprogramowania ERP do udostępniania informacji pomiędzy różnymi obszarami funkcjonalnymi (2021, % przedsiębiorstw).

Źródło: Eurostat. *Integration of internal processes by NACE Rev.2 activity (Enterprises who have ERP software package to share information between different functional areas)*

2. Wykorzystanie systemów CRM przez polskie przedsiębiorstwa przemysłowe niewiele odbiega od unijnej średniej

Podobnie jak w przypadku systemów ERP, jedno na trzy polskie przedsiębiorstwa przemysłowe wykorzystuje systemy CRM. Jednak w tym wypadku Polska zajmuje 13 miejsce wśród krajów EU27. Systemy CRM w przedsiębiorstwach przemysłowych wykorzystywane są do zarządzania danymi klientów, zarówno w Polsce, jak i innych krajach Unii.

CRM (*Customer Relationship Management*) to narzędzie mające na celu organizację i zarządzanie relacjami z klientami. CRM pozwala na budowanie długotrwałych i wartościowych interakcji z klientami, zarówno obecnymi, jak i potencjalnymi, w celu zwiększenia sprzedaży, zadowolenia klientów i lojalności. CRM odgrywa istotną rolę w zarządzaniu relacjami z klientami biznesowymi:

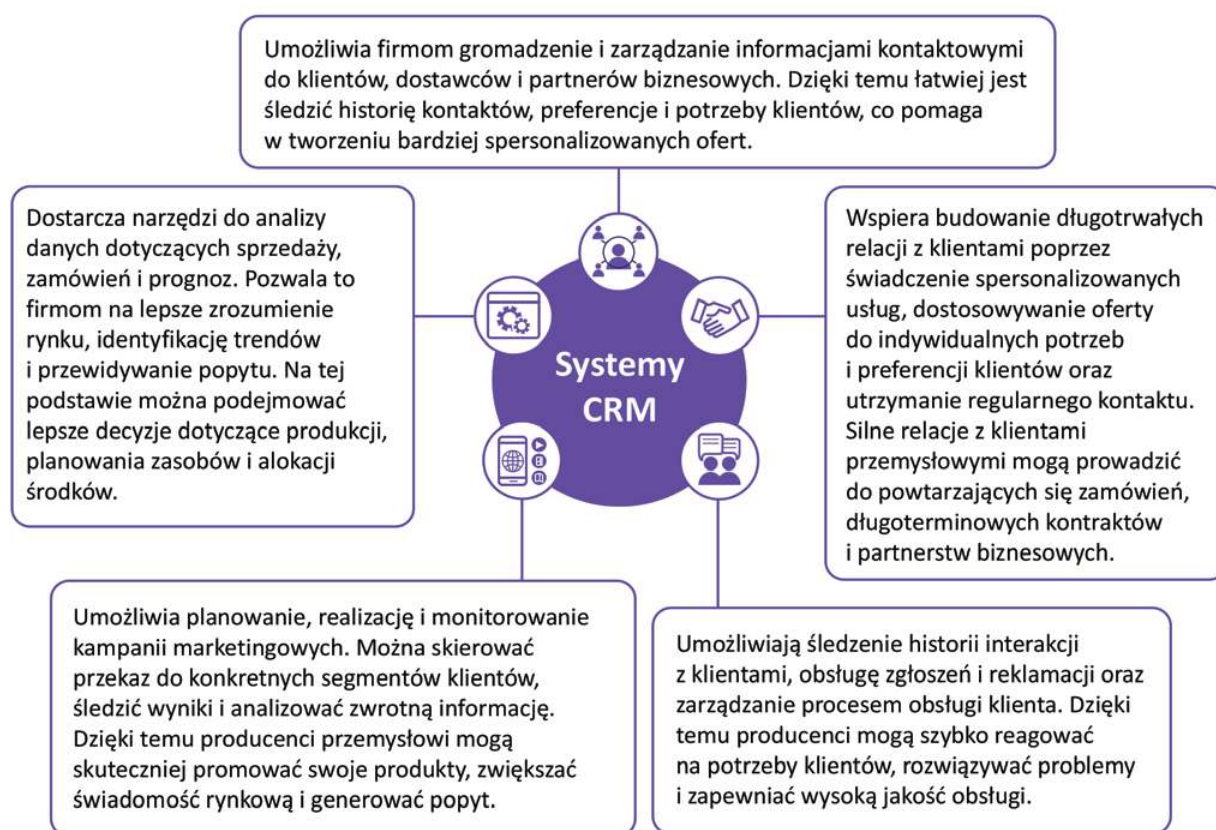


Diagram 2. Zastosowania systemów CRM w przemyśle.

W Polsce systemy CRM wdrożyło co trzecie przedsiębiorstwo przemysłowe, co lokuje je blisko średniej unijnej. Warto zauważyć, że w UE systemy ERP wprowadziło co drugie przedsiębiorstwo, podczas gdy systemy CRM co trzecie przedsiębiorstwo. Dodatkowo, podobnie jak to miało miejsce w przypadku ERP, również tempo wdrożeń systemów CRM od 2019 (czyli w czasie pandemii) było niższe niż średnio w UE.

Co czwarte przedsiębiorstwo przemysłowe w Polsce wykorzystuje systemy CRM do analizowania informacji o klientach w celach marketingowych,

a co trzecie – do przekazywania informacji między działami w firmie. Świadczy to o rosnącej świadomości polskich przedsiębiorstw dotyczącej wartości danych klientów i potrzebie ich wykorzystania do podejmowania skuteczniejszych działań marketingowych oraz lepszego zarządzania klientami w ramach organizacji. Pomimo pewnych różnic w stosowaniu systemów CRM w porównaniu do innych krajów UE, polskie przedsiębiorstwa wykazują zdolność do wykorzystania tych narzędzi w celu optymalizacji swojej działalności i podnoszenia jakości obsługi klienta.

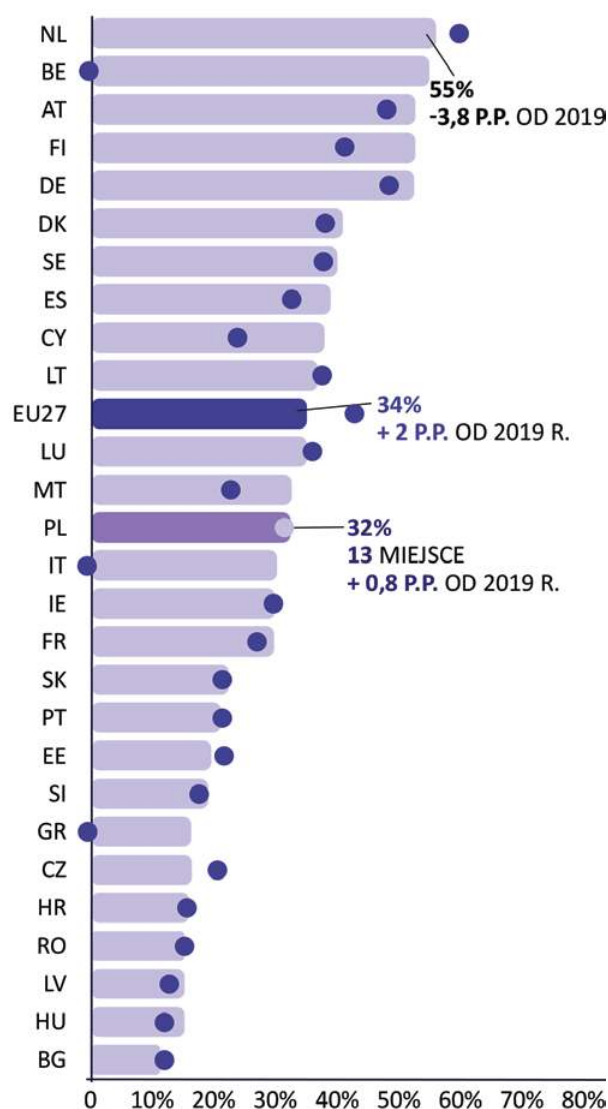


	PL	EU27
Wszystkie sekcje	32% 0,8 p.p.	35% 1,4 p.p.
Informacja i komunikacja	63% 0,5 p.p.	64% 3,1 p.p.
Naprawa komputerów i sprzętu komunikacyjnego	65% -2,1 p.p.	51% 1,8 p.p.
Przetwórstwo przemysłowe	32% 0,8 p.p.	34% 2,0 p.p.
Transport i przechowywanie	25% 1,4 p.p.	25% 2,5 p.p.
Działalność związana z nieruchomości	33% 0,2 p.p.	44% 3,5 p.p.
Działalność w zakresie usług administracyjnych i pomocniczych	34% 0,9 p.p.	35% 0,3 p.p.
Handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów mechanicznych i motocykli	38% 2,0 p.p.	42% 0,5 p.p.
Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi	25% 0,3 p.p.	23% 2,0 p.p.
Budownictwo	15% 0,4 p.p.	22% 1,2 p.p.
Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna	39%	42%
Zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i klimatyzację	52%	52%
Zaopatrzenie w wodę; gospodarowanie ściekami, odpadami i rekultywacją	41%	36%

Rysunek 2A: Przedsiębiorstwa wykorzystujące system CRM – podział na sekcje (2021)

A: Procent przedsiębiorstw z różnych sekcji, które wykorzystują system CRM (2021).

Źródło: Eurostat. *Integration of internal processes by NACE Rev.2 activity (Enterprises using software solutions like CRM)*

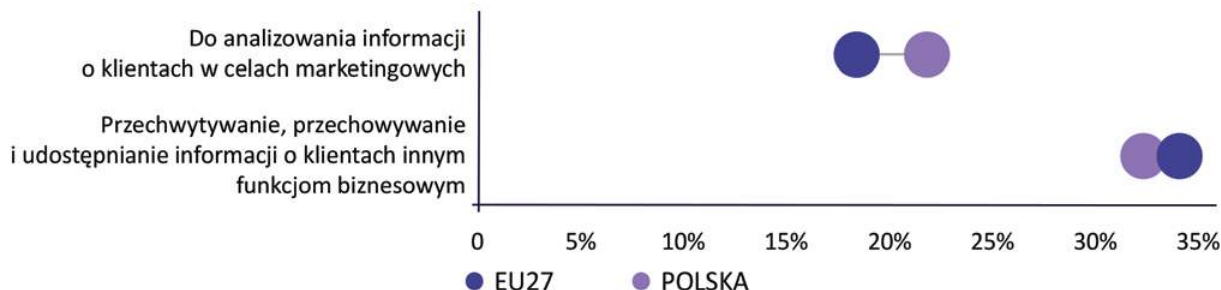


Rysunek 2B: Przedsiębiorstwa przemysłowe, wykorzystujące system CRM (2021)

B: Procent przedsiębiorstw zajmujących się przetwórstwem przemysłowym, które korzystają z rozwiązań programowych, takich jak CRM (2021)

Źródło: Eurostat. *Integration of internal processes by NACE Rev.2 activity (Enterprises using software solutions like CRM)*

Śłupki – % przedsiębiorstw w 2021 roku, koła – wynik z 2019 roku w p.p.



Rysunek 2C: Zastosowania systemów CRM w przedsiębiorstwach przemysłowych (2021)

C: Zastosowania systemów CRM w przedsiębiorstwach zajmujących się przetwórstwem przemysłowym (2021).

Źródło: Eurostat. *Integration of internal processes by NACE Rev.2 activity (Enterprises using software solutions like CRM)*

Zastosowania systemów CRM w przedsiębiorstwach zajmujących się przetwórstwem przemysłowym (% przedsiębiorstw) – porównanie Polski i średniej krajów EU27. Na fioletowo – Polska, na niebiesko – średnia krajów EU27



3. Roboty wykorzystuje co dziesiąte polskie przedsiębiorstwo przemysłowe

Jest to wynik niski w porównaniu do pozostałych krajów EU27 (22 miejsce). Podobnie jak w przypadku innych technologii, również w obszarze wdrożeń robotów duże przedsiębiorstwa należą do czołówki unijnej (5 miejsce) z wynikiem zbliżonym do krajów skandynawskich. W UE najwięcej robotów przemysłowych wykorzystywanych jest w sekcji zajmującej się przetwórstwem przemysłowym.

Głównym celem w ich stosowaniu jest zapewnienie wysokiej precyzji lub standaryzacji i zwiększenie bezpieczeństwa pracy. Z kolei roboty usługowe najczęściej wykorzystuje się w systemach zarządzania magazynem. Średnio na tysiąc pracowników w Polsce przypadają 4 roboty.

Roboty odgrywają kluczową rolę w produkcji przemysłowej. W przedsiębiorstwach przemysłowych roboty mogą być wykorzystywane do automatyzacji procesów usługowych i produkcyjnych.

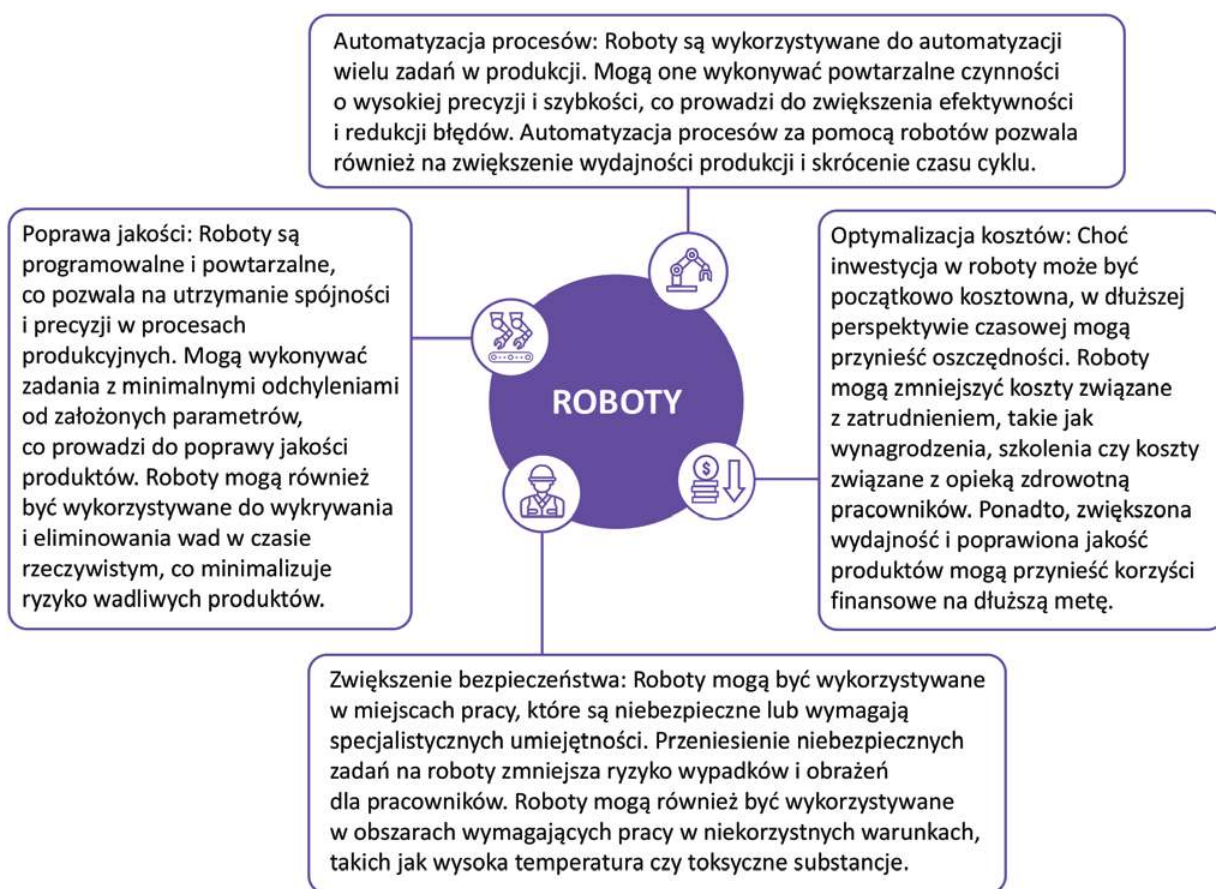


Diagram 3. Zastosowania robotów w przemyśle.

W Unii Europejskiej działa aż 1 975 000 robotów, co stanowi 18% całkowitej liczby robotów na świecie. Największą ilość robotów znajdujemy w Chinach, gdzie ich udział wynosi 32%. W porównaniu do tego, polski udział w światowym wykorzystywaniu robotów wynosi zaledwie 0,5%. Instalacje robotów przemysłowych systematycznie wzrastają zarówno w Polsce, jak i w Unii Europejskiej, z wyjątkiem roku 2009 i roku 2020. W porównaniu do krajów takich jak Chiny, Japonia, Republika Korei czy Stany Zjednoczone, Polska odnotowuje niemałe opóźnienie w dziedzinie robotyzacji. Pod względem wykorzystania robotów przez przedsiębiorstwa, zajmujemy 19. miejsce na świecie. **W roku 2020 w Polsce działało 14 000 robotów.**

Pod względem liczby zainstalowanych robotów, przemysł w Polsce jest najbardziej zrobotyzowanym sektorem gospodarki (81% stanowią roboty przemysłowe wśród robotów we wszystkich sektorach). Są one wykorzystywane przede wszystkim w dużych przedsiębiorstwach (5 miejsce wśród krajów EU27), natomiast już relatywnie, do przedsiębiorstw z UE27, mniej małych i szczególnie średnich polskich przedsiębiorstw wdraża roboty. Największy wzrost udziału przemysłu w całkowitej liczbie robotów w Polsce nastąpił od 2003 roku.

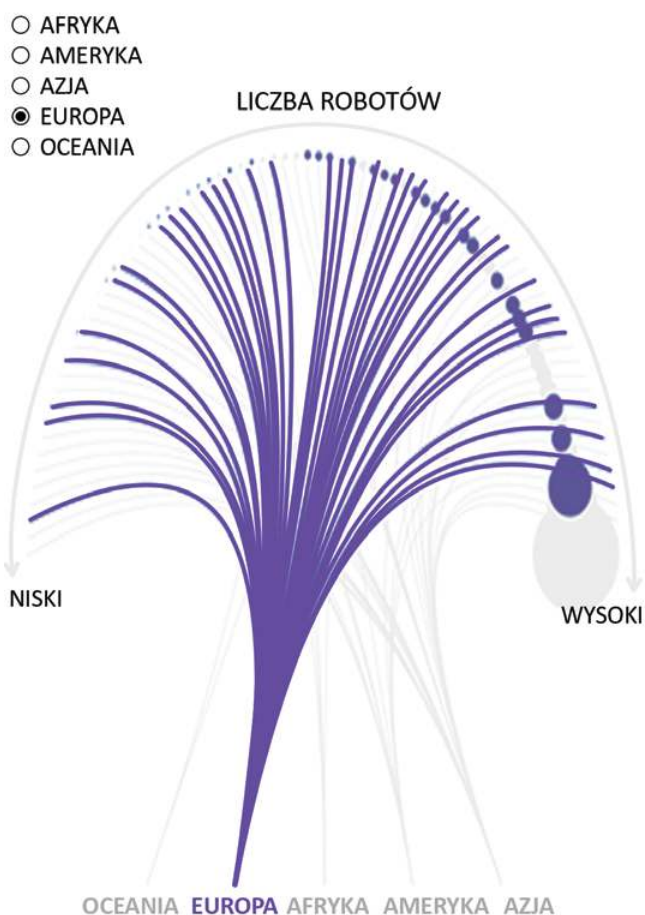
Roboty usługowe (ang. *service robots*) są zaprojektowane do wykonywania różnorodnych zadań w obszarze usług. Mogą to być roboty/systemy zarządzające magazynami, nadzorujące prace. Roboty przemysłowe (ang. *industrial robots*) są stosowane głównie w sektorze przemysłowym do automatyzacji procesów produkcyjnych. Są one programowalne, powtarzalne i wykonują precyzyjne czynności. Roboty przemysłowe mogą być wykorzystywane do zadań takich jak montaż, spawanie, malowanie, pakowanie, manipulacja materiałami czy obsługa maszyn. Są one zwykle mocno zintegrowane z liniami produkcyjnymi i działają w kontrolowanych środowiskach fabrycznych (np. w klatkach). Coraz większą popularnością cieszą się również koboty – roboty kooperujące – mogące pracować w bezpośrednim kontakcie z człowiekiem.

Przedsiębiorstwa działające w przetwórstwie przemysłowym wykorzystują przede wszystkim roboty przemysłowe (14% przedsiębiorstw), natomiast w znacznie mniejszym stopniu roboty usługowe (tylko 2% przedsiębiorstw). Pod względem zastosowań

robotów zarówno w UE, jak i w Polsce, największą część – ponad 50% – stanowi automatyzacja procesów, takich jak tworzenie odlewów, kucie, kontrola jakości, przenoszenie czy pakowanie. Kolejnym obszarem zastosowań jest spawanie i lutowanie.

Wśród robotów przemysłowych w Polsce, ponad jedną trzecią stanowią roboty z branży samochodowej. Branża samochodowa wypada wysoko na tle krajów Unii (10. miejsce). Pozostałymi podsektorami w krajach EU27, w których najczęściej korzysta się z robotów przemysłowych jest produkcja wyrobów z plastiku i chemikaliów oraz produkcja metali. Ponad połowę robotów w Polsce wykorzystuje się do automatyzacji procesów.

Pod względem liczby robotów na zatrudnionego, Polska zajmuje 15. miejsce wśród krajów EU27. W Polsce przypadają 4 roboty przemysłowe na tysiąc pracowników zatrudnionych w przetwórstwie przemysłowym, gdzie średnio w krajach Unii jest to 14 robotów.

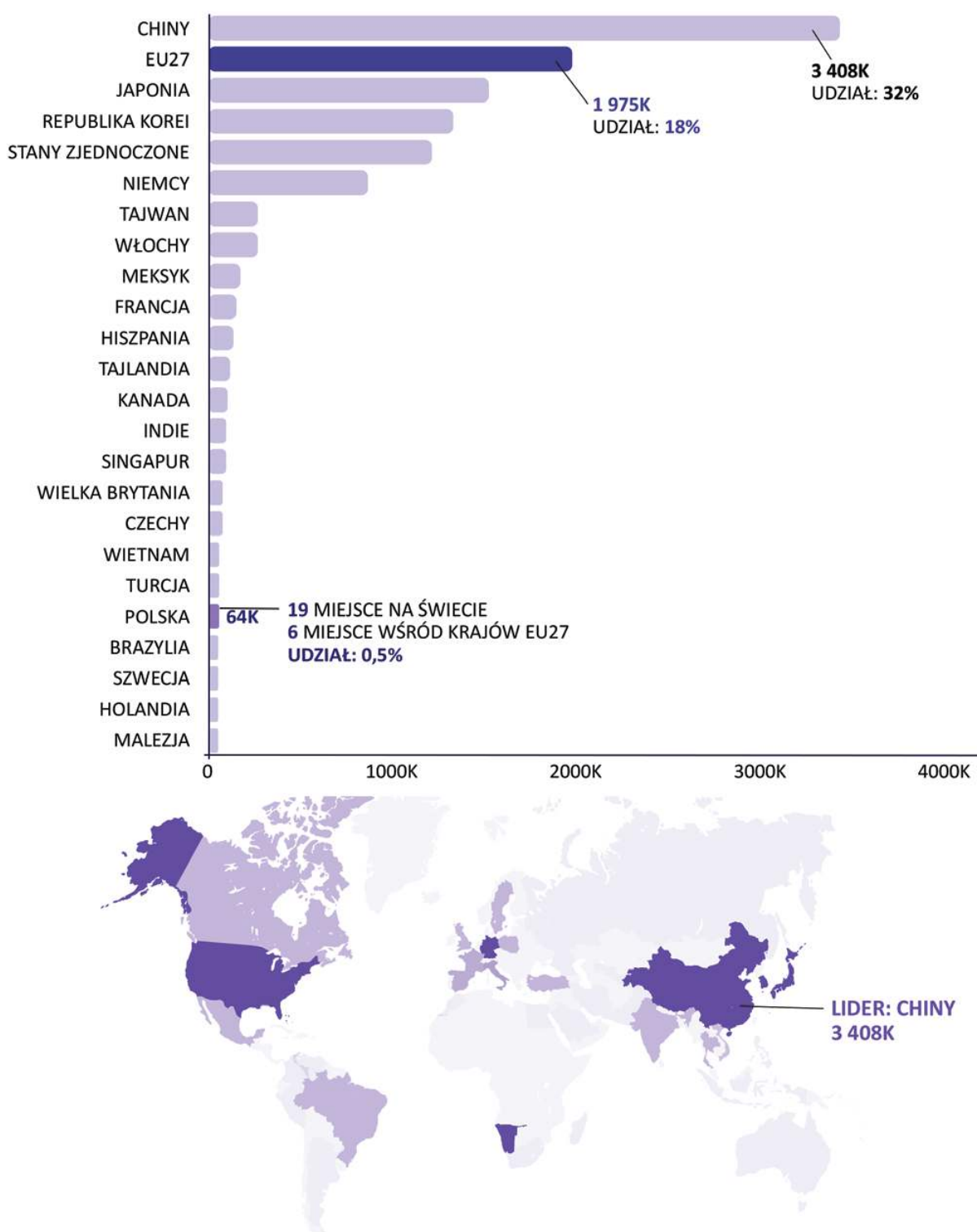


Rysunek 3A: Liczba wykorzystywanych robotów w podziale na kontynenty (2020)

A: Liczba wykorzystywanych robotów w podziale na kontynenty (2020)

Źródło: IFR.

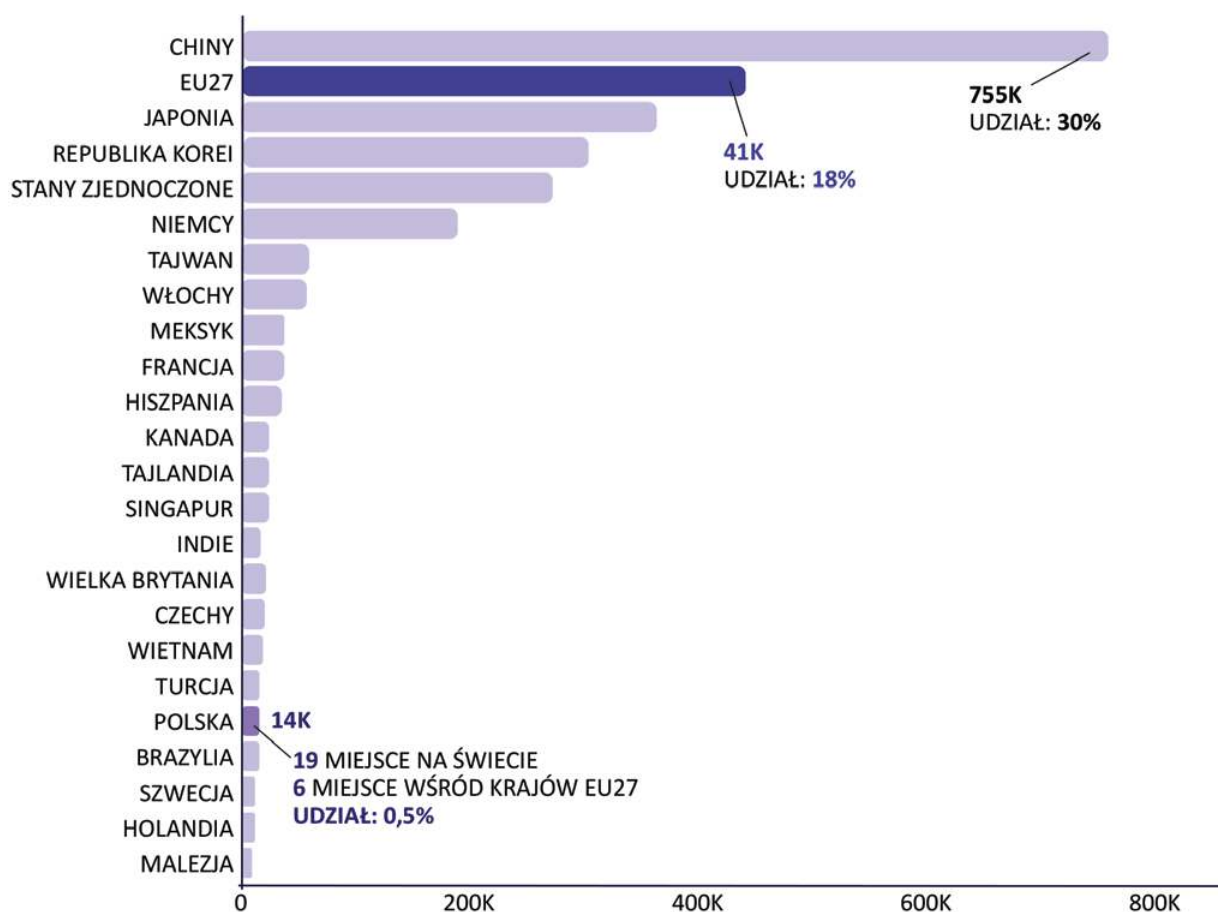
Na rysunku: Całkowita liczba robotów wykorzystywanych w krajach w 2020 roku. Rozmiar koła odpowiada liczbie robotów w danym kraju. Dla danego kontynentu wskazanych jest top 5 krajów o największej liczbie robotów (we wszystkich sektorach).



Rysunek 3B: Liczba robotów (2020)

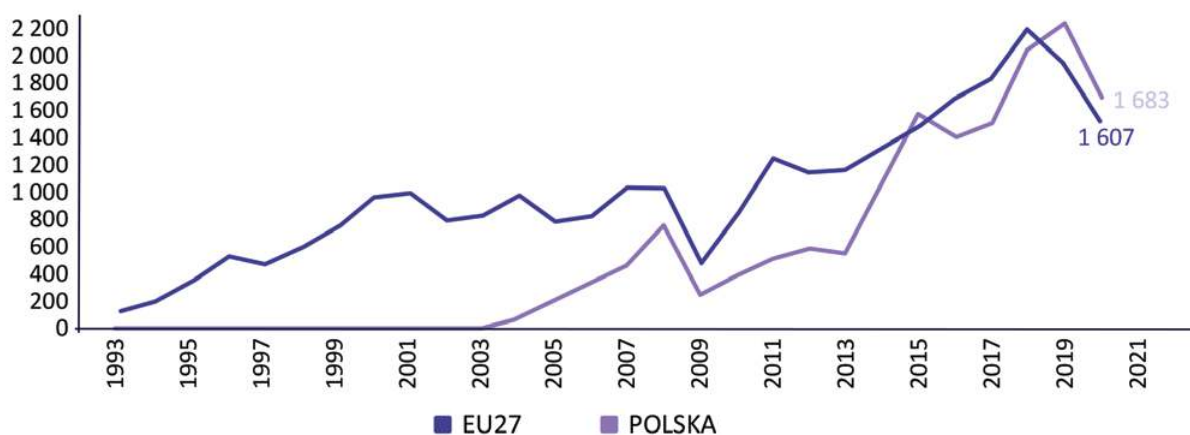
B: Liczba robotów w krajach na świecie (2020)

Źródło: IFR.

**Rysunek 3C:** Liczba robotów przemysłowych (2020)**C:** Ranking krajów na podstawie robotów przemysłowych (2020)

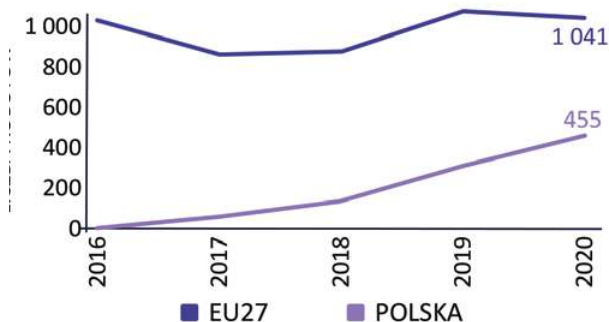
Źródło: IFR.

Na rysunku: Roboty przemysłowe w krajach na świecie. Liczba, udział i miejsce Polski na świecie i wśród krajów EU27. [Aktualizacja: 5 głównych krajów z największą liczbą robotów przemysłowych: Chiny, Japonia, Stany Zjednoczone, Republika Korei i Niemcy. Instalacje robotów przemysłowych w tych krajach stanowiły 78% wszystkich instalacji robotów przemysłowych w 2021 roku (IFR World Robotics, 2022).

**Rysunek 3D:** Instalacje robotów przemysłowych (1993-2020)**D:** Instalacje robotów przemysłowych – Polska i średnia krajów EU27 (1993-2020)

Źródło: IFR.

Na rysunku: Całkowita liczba robotów wprowadzanych do użytku, w sektorze przemysłowym w okresie 1993-2020

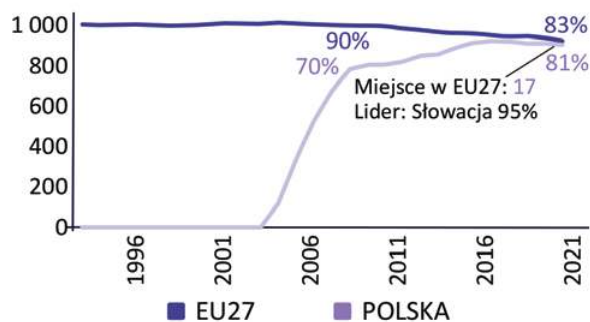


Rysunek 3E: Roboty przemysłowe, które wypadają z użytku (2016-2020)

E: Liczba robotów w sektorze przemysłowym, które wypadają z użytku (2016-2020)

Źródło: IFR.

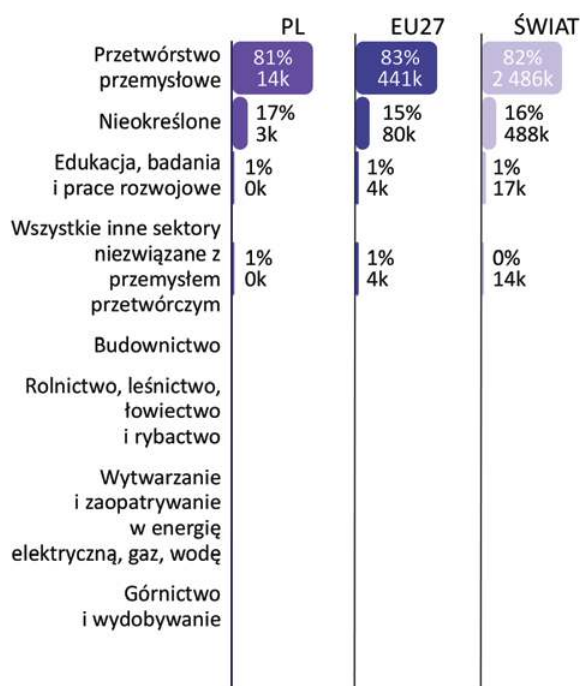
Na rysunku: Liczba robotów w sektorze przemysłowym, które wypadają z użytku w każdym roku. Różnica w zasobie robotów „na początku roku” (nie licząc nowo wprowadzanych robotów do użytku w danym roku) i zasobie robotów „na końcu roku” poprzedniego. Pomiędzy latami 2016 i 2017 wypadło 57 robotów w Polsce. Zakładając, że z użytku wypadają najstarsze roboty, to średnia przeżywalność robota wynosi około 12-13 lat



Rysunek 3F: Udziały robotów przemysłowych (1993-2020)
F: Udział sektora przemysłowego w całkowitej liczbie robotów (1993-2020).

Źródło: IFR.

Na rysunku: Udział sektora przemysłowego w całkowitej liczbie robotów w Polsce i krajach EU27.

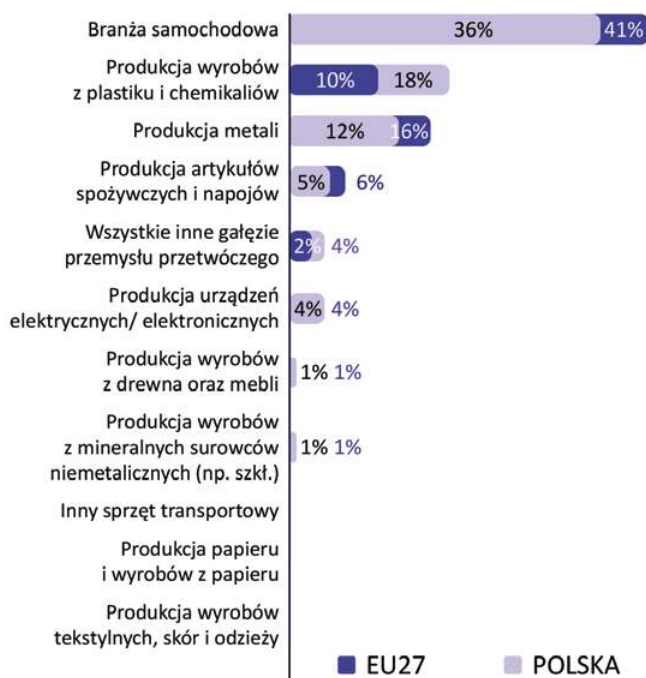


Rysunek 3G: Sektory na świecie (2020)

G: Liczba i udziały robotów – sektory na świecie (2020)

Źródło: IFR.

Na rysunku: Liczba robotów i udział każdego sektora w całkowitej liczbie robotów na świecie.

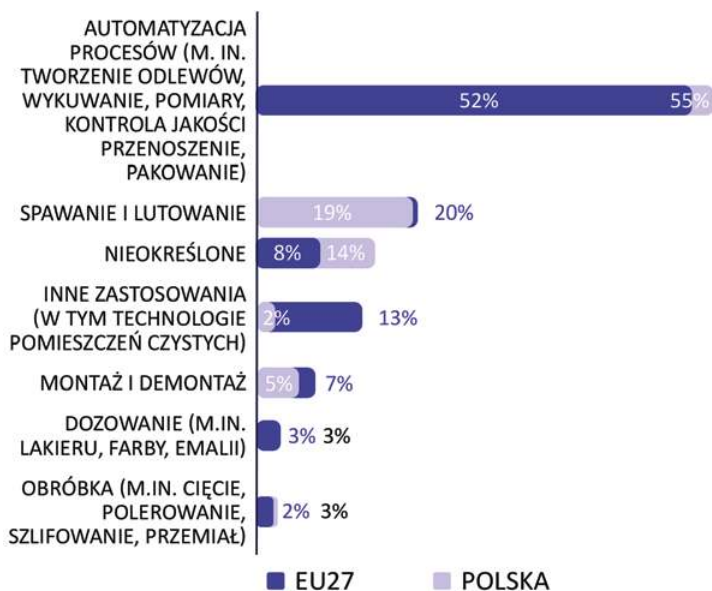


Rysunek 3H: Podsektory przetwórstwa przemysłowego (2020)

H: Podsektory przetwórstwa przemysłowego – Polska i średnia krajów EU27 (2020).

Źródło: IFR.

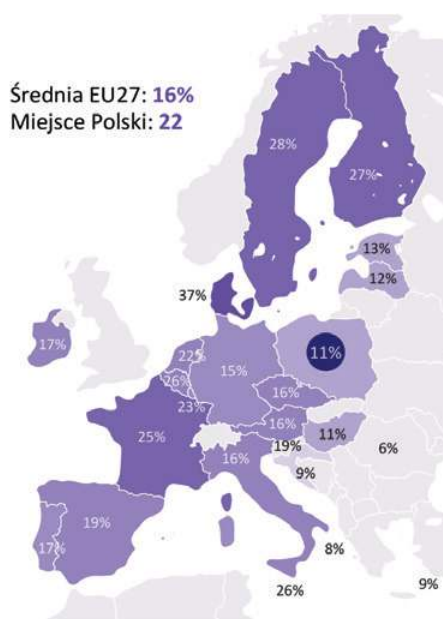
Na rysunku: Udziały podsektorów przemysłu w Polsce i w krajach EU27 w 2020 roku.



Rysunek 3I: Zastosowania robotów (2020)

I: Zastosowania robotów – Polska i kraje EU27 (2020).

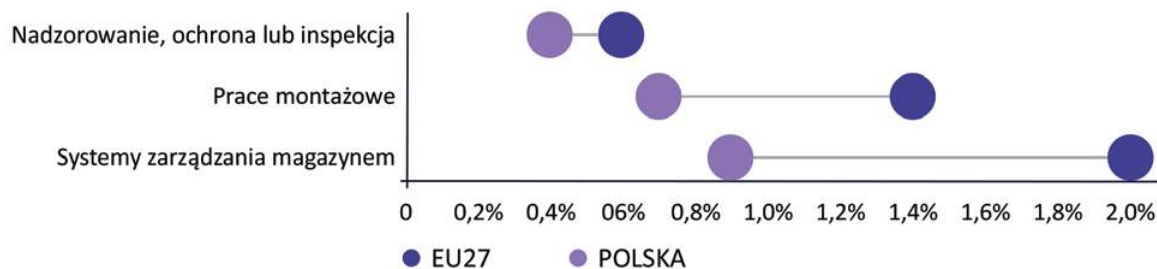
Źródło: IFR.



Rysunek 3J: Przedsiębiorstwa przemysłowe, używające roboty przemysłowe (2022)

J: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym, używające roboty przemysłowe (% przedsiębiorstw) (2022)

Źródło: Eurostat. 3D printing and robotics by NACE Rev.2 activity (Enterprises use industrial robots)

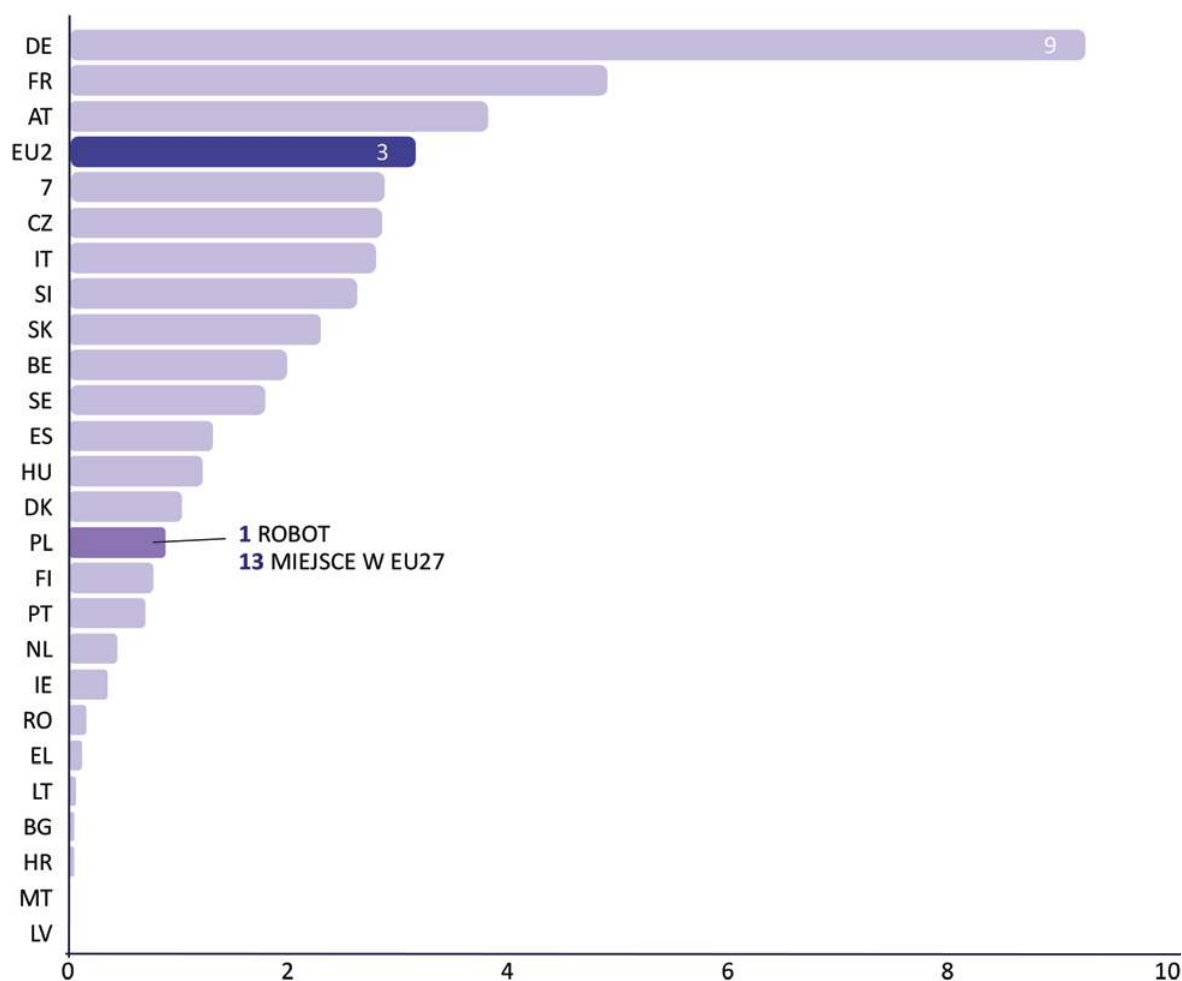


Rysunek 3K: Zastosowania robotów usługowych w przedsiębiorstwach przemysłowych (2020)

K: Cele wykorzystywania robotów usługowych przez przedsiębiorstwa produkujące przemysłowo (2020)

Źródło: Eurostat. 3D printing and robotics by NACE Rev.2 activity (Enterprises use service robots for...)

Na rysunku: Cele wykorzystywania robotów usługowych przez przedsiębiorstwa produkujące przemysłowo; porównanie Polski i średniej krajów EU27 (% przedsiębiorstw).

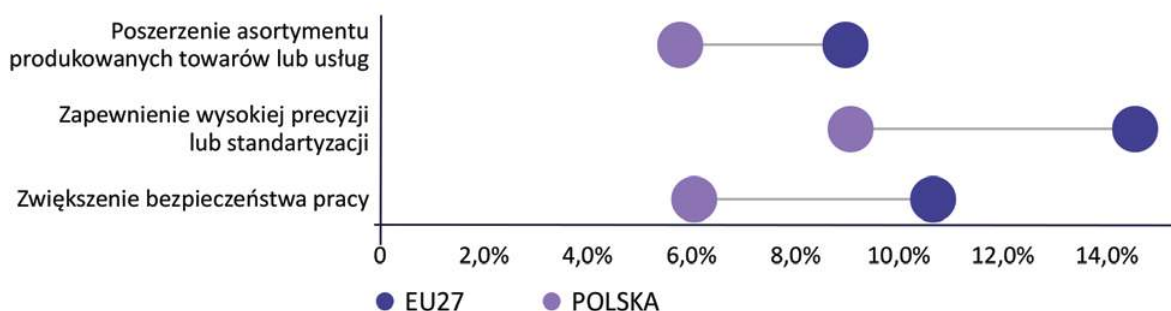


Rysunek 3L: Liczba robotów przemysłowych na przedsiębiorstwo przemysłowe (2020)

L: Liczba robotów przemysłowych, przypadająca na przedsiębiorstwo zajmujące się przetwórstwem przemysłowym (2020)

Źródło: IFR i Eurostat. Eurostat: 3D printing and robotics (Enterprise use industrial robots)

Na rysunku: Liczba robotów przemysłowych (dane z IFR), przypadająca na jedno przedsiębiorstwo zajmujące się przetwórstwem przemysłowym (Eurostat). Liczba przedsiębiorstw zajmujących się przetwórstwem przemysłowym obliczona na podstawie <https://circabc.europa.eu/ui/group/89577311-0f9b-4fc0-b8c2-2aaa7d3ccb91/library/e5a76c95-8358-4e4b-b356-d89b03bc77b3/details>. W przypadku Polski, w 2020 roku liczba przedsiębiorstw zajmujących się przetwórstwem przemysłowym, poddana badaniu 19 948, a wskaźnik odpowiedzi 67% (liczba zbadanych przedsiębiorstw: 13 365). Liczba robotów przemysłowych 13 809.



Rysunek 3M: Zastosowania robotów przemysłowych i usługowych w przedsiębiorstwach przemysłowych (2020)

M: Cele wykorzystywania robotów przemysłowych i usługowych przez przedsiębiorstwa produkujące przemysłowo (2022)

Źródło: Eurostat. 3D printing and robotics by NACE Rev.2 activity (Enterprises uses robots...)

Na rysunku: Cele wykorzystywania robotów przemysłowych i usługowych przez przedsiębiorstwa produkujące przemysłowo w Polsce i krajach EU27 (% przedsiębiorstw).

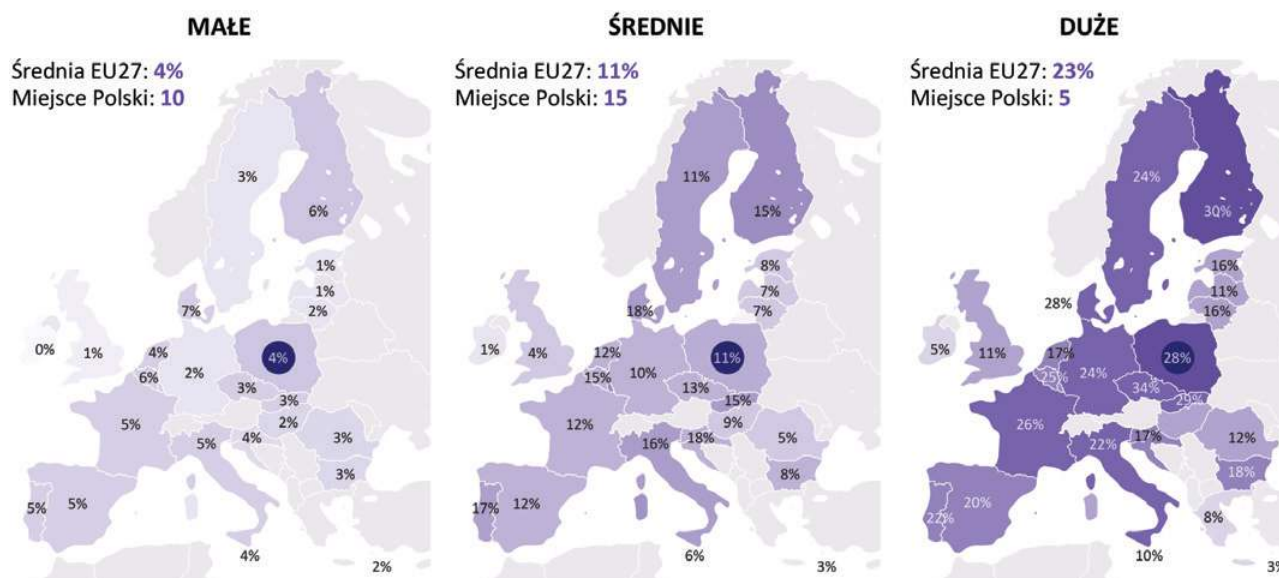


	PL	EU27	PL	EU27
Wszystkie sekcje	6% 1,0 p.p.	5% 0,4 p.p.	2% -0,1 p.p.	2% 0 p.p.
Przetwórstwo przemysłowe	14% 2,9 p.p.	17% 1,2 p.p.	2% 0,1 p.p.	4% 0,1 p.p.
Budownictwo	7% 2,1 p.p.	3% 0,6 p.p.	3% 1,5 p.p.	1% -0,2 p.p.
Handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów mechanicznych i motocykli	2% 0 p.p.	3% 0,5 p.p.	2% -0,1 p.p.	2% -0,4 p.p.
Naprawa komputerów i sprzętu komunikacyjnego	4% 2,5 p.p.	11% 0,3 p.p.	7% 1,2 p.p.	2% 0,2 p.p.
Działalność w zakresie usług administracyjnych i pomocniczych	2% -0,3 p.p.	1% 0,3 p.p.	5% -1,0 p.p.	2% 0,1 p.p.
Transport i przechowywanie	1% -0,4 p.p.	1% 0,2 p.p.	3% -1,8 p.p.	2% -0,2 p.p.
Informacja i komunikacja	1% -0,1 p.p.	1% 0,1 p.p.	1% -0,8 p.p.	1% 0,1 p.p.
Działalność związana z nieruchomościami	1% 0,8 p.p.	1% 0 p.p.	1% -0,8 p.p.	1% 0,3 p.p.
Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi	1% -0,1 p.p.	1% 0 p.p.	2% -0,4 p.p.	2% 0,6 p.p.

Rysunek 3N: Wykorzystanie robotów przemysłowych i usługowych**N:** Wykorzystanie robotów przemysłowych i usługowych przez przedsiębiorstwa w Polsce i krajach EU27 (2020)

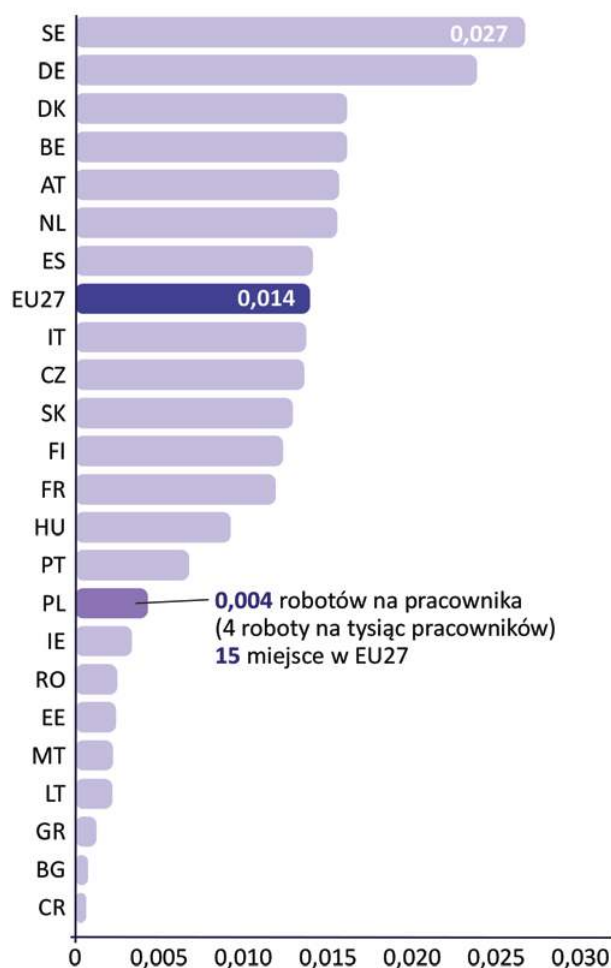
Źródło: Eurostat. 3D printing and robotics by NACE Rev.2 activity (Enterprises use industrial/service robots...)

Na rysunku: Wykorzystanie robotów przemysłowych i usługowych przez przedsiębiorstwa w Polsce i krajach EU27 – porównanie w podziale na typ działalności przedsiębiorstwa (% przedsiębiorstw).

**Rysunek 3O:** Wykorzystanie robotów przemysłowych (2020)**O:** Przedsiębiorstwa używające roboty przemysłowe (2020)

Źródło: Eurostat. 3D printing and robotics by class size of enterprise (Enterprises use industrial robots...)

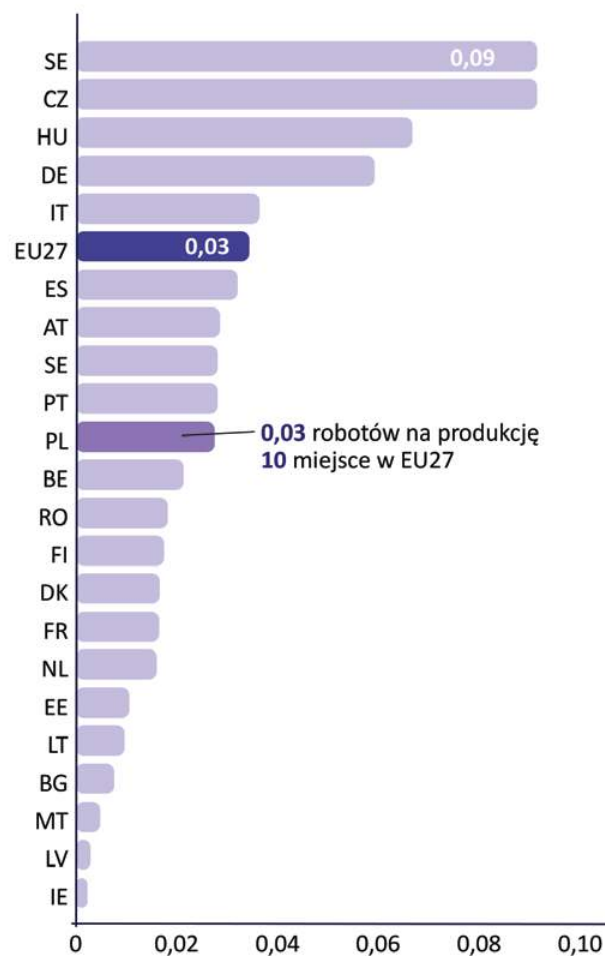
Na rysunku: Przedsiębiorstwa używające roboty przemysłowe (% przedsiębiorstw). Podział obejmuje przedsiębiorstwa małe (od 10 do 49 pracowników), średnie (od 50 do 249 pracowników) i duże (od 250 pracowników i więcej).



Rysunek 3U: Liczba robotów na pracownika (2020)

U: Liczba robotów przemysłowych przypadająca na pracownika w sekcji przetwórstwa przemysłowego (2020)

Źródło: Eurostat. Zatrudnienie w sekcjach NACE Rev.2 activity. IFR: roboty



Rysunek 3P: Liczba robotów na produkcję (2020)

P: Liczba robotów przemysłowych przypadająca na produkcję (PKB w milionach euro) (2020)

Źródło: Eurostat. GDP and main components. IFR: roboty

4. Polskie przedsiębiorstwa przemysłowe za wolno wdrażają IoT

Jedno na pięć polskich przedsiębiorstw przemysłowych wdraża technologie IoT, co jest słabym wynikiem na tle reszty krajów EU27. Średnio jedno na trzy przedsiębiorstwa przemysłowe w Unii korzysta z IoT. Najczęściej z technologii IoT korzystają duże polskie przedsiębiorstwa. Osiągają one podobne wyniki, co inne kraje znajdujące się w Europie Środkowej i niewiele niższe od krajów

skandynawskich. W krajach EU27 technologie IoT najczęściej służą do zapewniania bezpieczeństwa obiektów, zaś w polskim przemyśle – do monitorowania lub automatyzacji produkcji.

Koncepcja internetu rzeczy IoT (*Internet of Things*) odnosi się do sieci połączonych urządzeń, które mogą komunikować się i wymieniać dane za pośrednictwem internetu. W kontekście produkcji przemysłowej IoT odgrywa istotną rolę w tworzeniu tzw. inteligentnych fabryk.

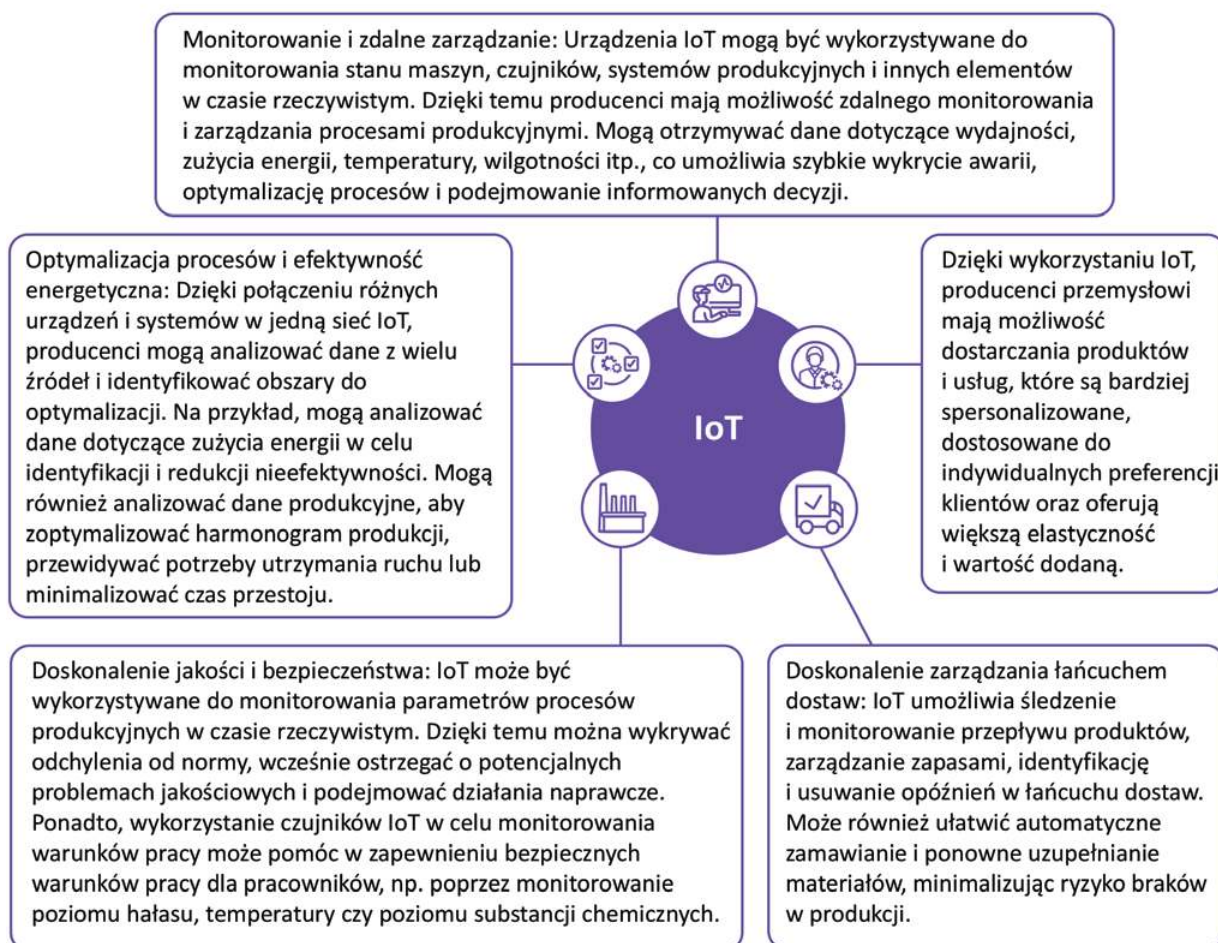


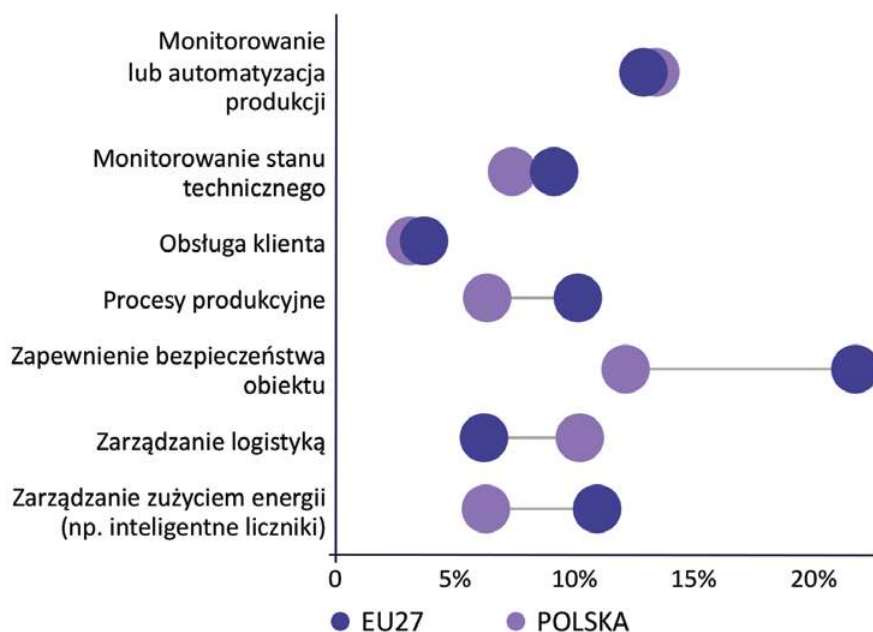
Diagram 4. Zastosowania technologii IoT w przemyśle.

W ostatnich latach technologia IoT (*Internet of Things*) upowszechniła się w środowisku biznesowym. Ogólnie w Polsce 19% przedsiębiorstw korzystało z technologii IoT w 2021 r.; dotyczyło to natomiast tylko 16% przedsiębiorstw produkujących przemysłowo. Z tej technologii korzysta co drugie polskie duże przedsiębiorstwo, co trzecie średnie przedsiębiorstwo oraz zaledwie 15% małych przedsiębiorstw.

Technologia IoT znajduje zastosowanie w różnych sektorach gospodarki, takich jak dostawa wody, gospodarka ściekowa, odpady, zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz, parę wodną, klimatyzację, a także w transporcie i przechowywaniu. W szczególności

w sektorach związanych z zaopatrzeniem w wodę i z gospodarką ściekową, udział przedsiębiorstw korzystających z technologii IoT wynosi obecnie 55%. Polskie przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym odnotowują znaczne opóźnienie we wdrażaniu tej technologii: obecnie wykorzystuje ją zaledwie 16% przedsiębiorstw, podczas gdy w UE średnio aż 30%, a w krajach przodujących – blisko połowa.

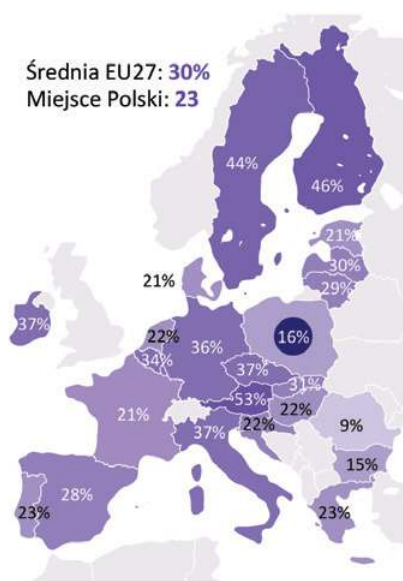
Jedynie 6% polskich przedsiębiorstw przemysłowych wykorzystuje IoT w procesach produkcyjnych. Ponad połowa przedsiębiorstw zajmująca się m.in. zaopatrywaniem w wodę korzysta z technologii IoT.



Rysunek 4A: Zastosowania technologii IoT (2021)

A: Zastosowania technologii IoT w przedsiębiorstwach zajmujących się przetwórstwem przemysłowym (2021)

Źródło: Eurostar. Internet of Things by NACE Rev.2 activity (Enterprises use IoT)



Rysunek 4B: Wykorzystanie technologii IoT (2021)

Na rysunku: Zastosowania technologii IoT przez przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym w Polsce i średniej krajów EU27 (% przedsiębiorstw).

B: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym, które wykorzystują technologie IoT (2021)

Źródło: Eurostar. Internet of Things by NACE Rev.2 activity (Enterprises use IoT)



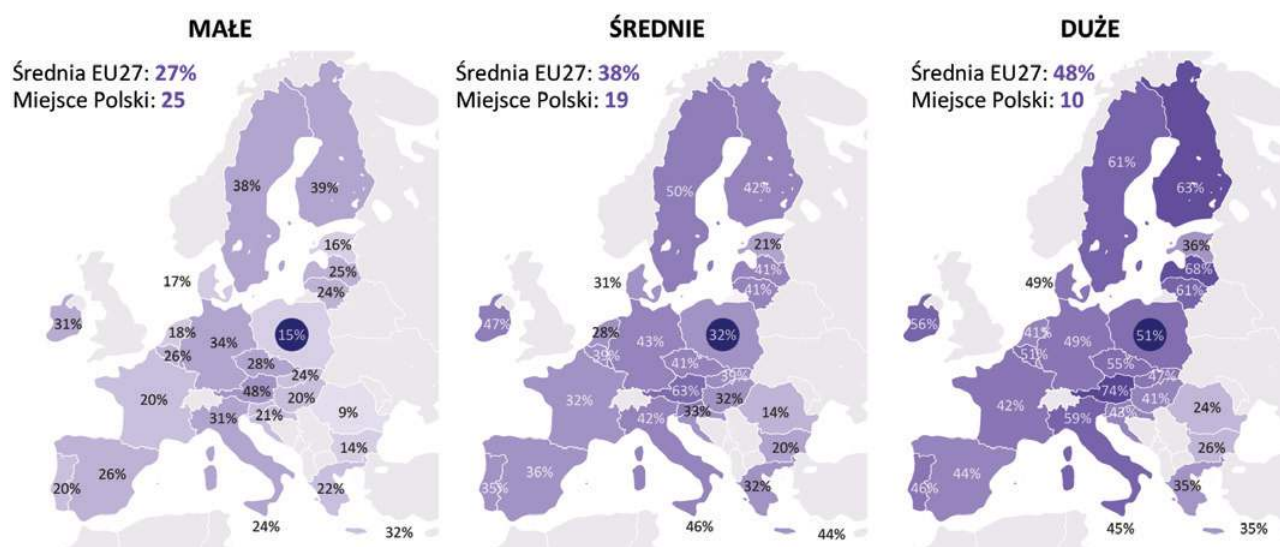
	PL	EU27
Wszystkie sekcje	19% 2,0 p.p.	29% 10,5 p.p.
Transport i przechowywanie	36% 3,2 p.p.	33% 5,7 p.p.
Zaopatrzenie w wodę; gospodarowanie ściekami, odpadami i rekultywacją	55%	44%
Naprawa komputerów i sprzętu komunikacyjnego	26% 6,8 p.p.	31% 9,3 p.p.
Zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i klimatyzację	43%	52%
Informacja i komunikacja	22% 6,4 p.p.	34% 12,4 p.p.
Przetwórstwo przemysłowe	16% 1,3 p.p.	30% 10,5 p.p.
Handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów mechanicznych i motocykli	17% 2,2 p.p.	30% 11,9 p.p.
Budownictwo	17% 2,1 p.p.	26% 9,6 p.p.
Działalność w zakresie usług administracyjnych i pomocniczych	15% -2,4 p.p.	24% 7,9 p.p.
Działalność związana z nieruchomościami	14% 2,7 p.p.	27% 9,6 p.p.
Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi	8% 1,2 p.p.	28% 12,9 p.p.
Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna	1%	25%

Rysunek 4C: Wykorzystanie technologii IoT – sekcje (2021)

C: Przedsiębiorstwa wykorzystujące technologie IoT (2021)

Źródło: Eurostat. *Internet of Things by NACE Rev.2 activity (Enterprises use IoT)*

Wykorzystanie technologii IoT przez przedsiębiorstwa w podziale na sekcje (% przedsiębiorstw).

**Rysunek 4D:** Wykorzystanie technologii IoT (2021)

D: Przedsiębiorstwa wykorzystujące technologie IoT (2021)

Źródło: Eurostat. *Internet of Things by class size of enterprise (Enterprises use IoT)*

Na rysunku: Wykorzystanie technologii IoT przez przedsiębiorstwa w krajach EU27 (% przedsiębiorstw). Podział obejmuje przedsiębiorstwa małe (od 10 do 49 pracowników), średnie (od 50 do 249 pracowników) i duże (od 250 pracowników i więcej).

5. We wdrażaniu RFID przodują duże przedsiębiorstwa przemysłowe

Jedno na 10 polskich przedsiębiorstw przemysłowych wykorzystuje technologie RFID, tym samym Polska zajmuje 17 miejsce wśród krajów EU27. Głównym zastosowaniem tych technologii w polskim przemyśle i pozostałych krajach Unii jest identyfikacja osób lub kontrola dostępu. Biorąc pod uwagę wielkość przedsiębiorstw, duże firmy zdecydowanie częściej korzystają z technologii RFID w porównaniu do firm małych i średnich. W 2017 roku prawie połowa dużych przedsiębiorstw korzystała z technologii RFID, co jest wynikiem niewiele niższym od średniej krajów Unii.

RFID (*Radio-Frequency Identification*) to technologia, która umożliwia bezkontaktowe identyfikowanie i śledzenie obiektów za pomocą fal radiowych. Składa się z trzech głównych komponentów: tagów RFID, czytników RFID i systemu zarządzania danymi.

Tagi RFID są małymi, pasywnymi lub aktywnymi etykietami zawierającymi unikalny identyfikator, który może być odczytywany przez czytniki RFID. Czytniki RFID są urządzeniami, które odczytują dane z tagów RFID za pomocą fal radiowych. System zarządzania danymi gromadzi, przetwarza i analizuje dane z tagów RFID.

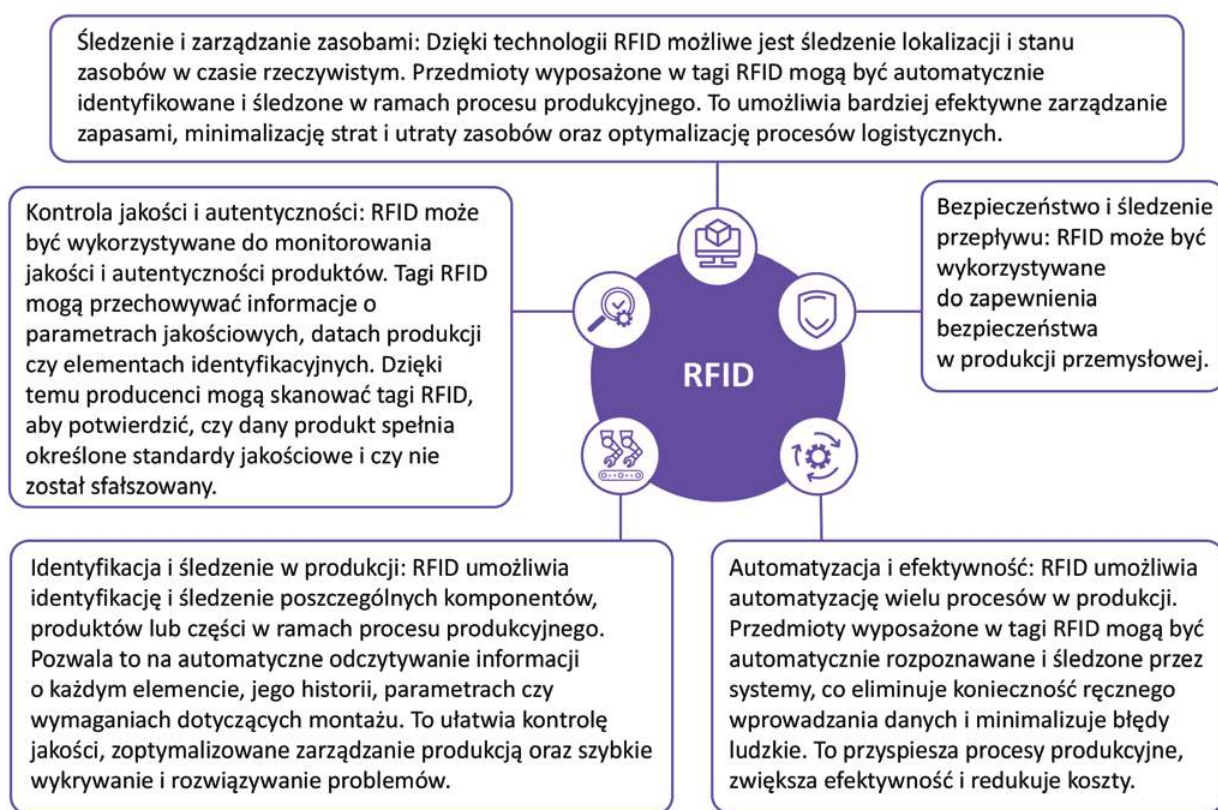
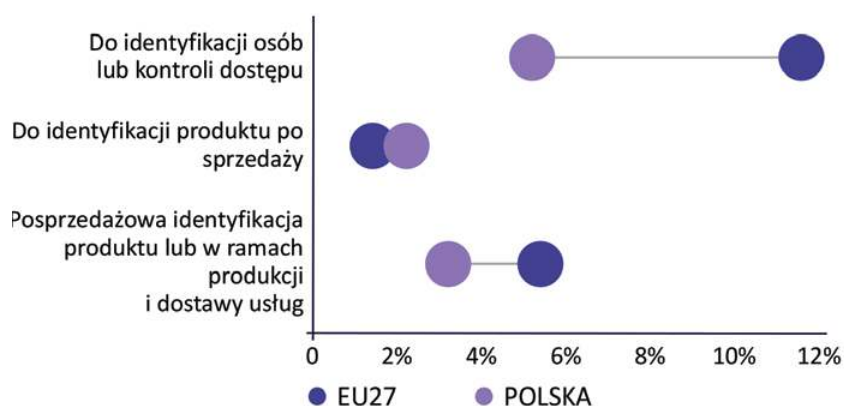


Diagram 5. Zastosowania technologii RFID w przemyśle.

W 2017 roku 9% polskich przedsiębiorstw wykorzystywało technologię RFID (*Radio-Frequency Identification*). W porównaniu z innymi krajami Unii Europejskiej, Polska nie odstaje od liderów pod względem wdrożenia RFID przez duże przedsiębiorstwa. Co drugie duże przedsiębiorstwo w Polsce wprowadziło tę technologię do swoich procesów przed rokiem 2017; wdrożenie takie wykonało jednak tylko co piąte średnie przedsiębiorstwo i 6% małych przedsiębiorstw.

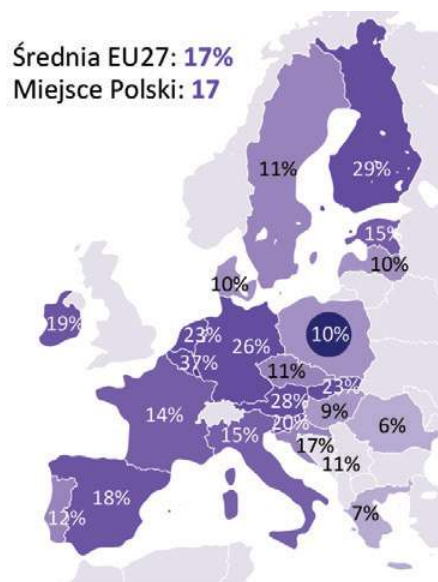
Technologia RFID najszerszej jest stosowana w branży informacyjno-komunikacyjnej, gdzie stosuje ją co czwarte przedsiębiorstwo. Natomiast w przemyśle przetwórczym dotyczy to co dziesiątego przedsiębiorstwa; w tym sektorze technologia ta jest wykorzystywana do identyfikacji osób lub kontroli dostępu, identyfikacji produktów po sprzedaży oraz w ramach produkcji i dostarczania usług, w celu zwiększenia intensywności produktu po sprzedaży. Co ciekawe, polskie przedsiębiorstwa dużo rzadziej niż ich unijne odpowiedniki wykorzystują ją do identyfikacji osób lub kontroli dostępu.



Rysunek 5A. Zastosowania technologii RFID (2017)

A: Zastosowania technologii RFID przez przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym (2017)

Źródło: Eurostat. Integration of internal processes by NACE Rev.2 activity (Enterprises using RFID technologies for...)



Rysunek 5B: Wykorzystanie technologii RFID (2017)

B: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym, które wykorzystują technologie RFID (2017, % przedsiębiorstw)

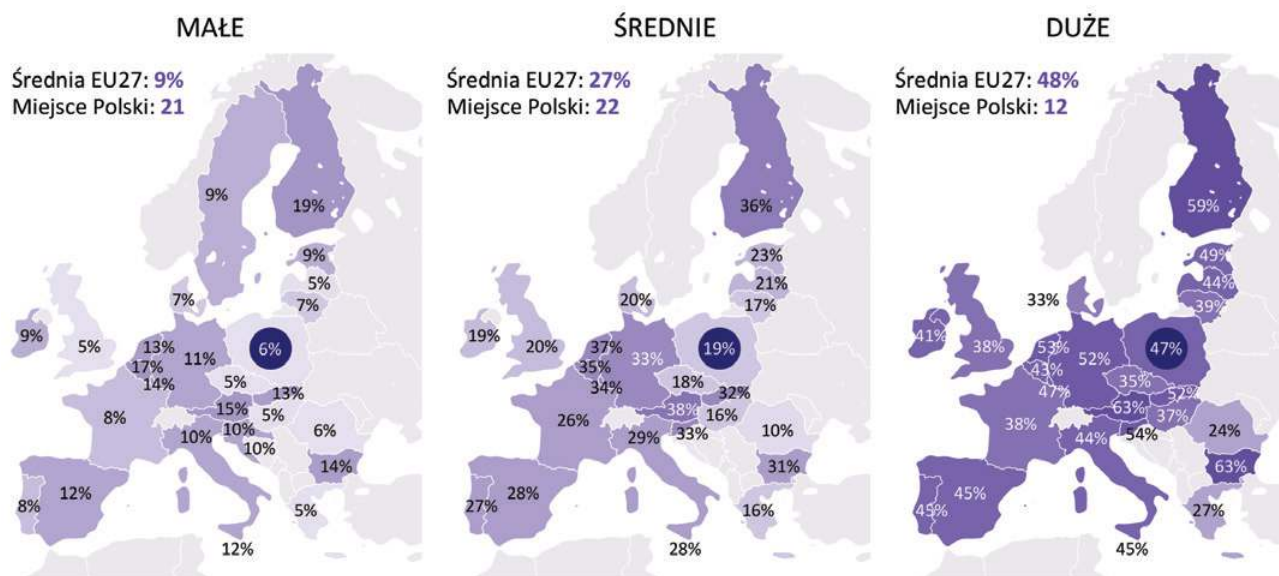
Źródło: Eurostat. *Integration of internal processes by NACE Rev.2 activity (Enterprises using RFID technologies)*



	PL	EU27
Wszystkie sekcje	9% 2,8 p.p.	13% 2,5 p.p.
Informacja i komunikacja	24% 5,7 p.p.	24% 4,5 p.p.
Naprawa komputerów i sprzętu komunikacyjnego	16% 2,8 p.p.	23% 7,9 p.p.
Przetwórstwo przemysłowe	10% 3,9 p.p.	17% 3,1 p.p.
Transport i przechowywanie	9% 2,2 p.p.	15% 3,6 p.p.
Działalność związana z nieruchomościami	10% 3,3 p.p.	14% 3,4 p.p.
Działalność w zakresie usług administracyjnych i pomocniczych	12% 3,4 p.p.	11% 2,0 p.p.
Handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów mechanicznych i motocykli	7% 1,8 p.p.	12% 1,5 p.p.
Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi	6% 1,1 p.p.	8% 1,8 p.p.
Budownictwo	4% -0,6 p.p.	7% 2,1 p.p.

Rysunek 5C: Wykorzystanie technologii RFID (2017)**C:** Przedsiębiorstwa, które wykorzystują technologie RFID (2014-2017)Źródło: Eurostat. *Integration of internal processes by NACE Rev.2 activity (Enterprises using RFID technologies)*

Zastosowania technologii RFID przez przedsiębiorstwa (% przedsiębiorstw) porównanie sekcji, zmiana od 2014 w punktach procentowych.

**Rysunek 5D: Wykorzystanie technologii RFID (2017)****D:** Przedsiębiorstwa, które wykorzystują technologie RFID (2017)Źródło: Eurostat. *Integration of internal processes by class size of enterprise (Enterprises using RFID technologies)*

Na rysunku: Wykorzystanie technologii RFID przez przedsiębiorstwa (% przedsiębiorstw) krajów EU27. Podział obejmuje przedsiębiorstwa małe (od 10 do 49 pracowników), średnie (od 50 do 249 pracowników) i duże (od 250 pracowników i więcej).

6. Polskie przedsiębiorstwa przemysłowe mają dystans do rozwiązań chmurowych

Jedynie co czwarte polskie przedsiębiorstwo przemysłowe korzysta z chmury obliczeniowej, co jest 17 wynikiem wśród krajów EU27. W polskich przedsiębiorstwach przemysłowych najczęściej wykorzystuje się te technologie m.in. do oprogramowania biurowego, a z kolei średnio w krajach

EU27 najczęstszym zastosowaniem jest przechowywanie plików.

Chmura obliczeniowa (ang. cloud computing) to model dostarczania zasobów informatycznych, takich jak serwery, pamięć, oprogramowanie i usługi poprzez internet. Zamiast korzystać z lokalnych zasobów i infrastruktury, firmy mogą przechowywać dane i wykonywać obliczenia w zdalnych centrach danych, które są dostępne za pośrednictwem sieci.



Diagram 6. Zastosowania technologii chmury obliczeniowej w przemyśle.

W 2021 r. 29% polskich przedsiębiorstw korzystało z chmury obliczeniowej. Dostępne dane ujawniają znaczące różnice w wykorzystaniu chmury obliczeniowej przez przedsiębiorstwa przemysłowe w Szwecji, Finlandii i Polsce. W Szwecji aż 76% przedsiębiorstw już korzysta z usług chmury obliczeniowej, podczas gdy w Polsce – mniej niż co trzecie przedsiębiorstwo (ok. 28%). Taki stan rzeczy świadczy o niepełnym wykorzystaniu przez polskie przedsiębiorstwa możliwości, jakie daje moc obliczeniowa usług w chmurze, co przekłada się na ich konkurencyjność i możliwości rozwojowe.

Również podział na przedsiębiorstwa w zależności od ich wielkości pokazuje zapóźnienie polskich

przedsiębiorstw w tym obszarze. W Szwecji i Finlandii obserwuje się wysoki udział dużych przedsiębiorstw korzystających z usług chmury obliczeniowej (odpowiednio 99% i 94%). W Polsce udział ten wynosi 70% dla dużych przedsiębiorstw, 43% dla średnich przedsiębiorstw i tylko 24% dla małych przedsiębiorstw.

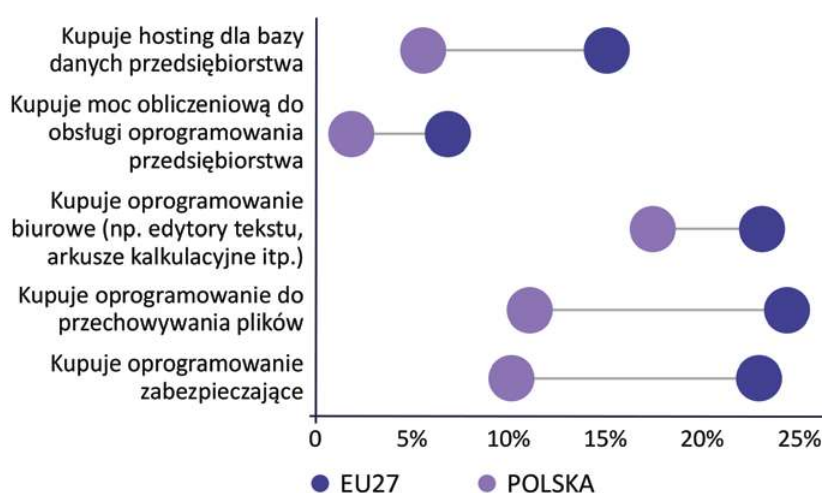
Produkcja przemysłowa w Polsce wypada stosunkowo gorzej pod względem wykorzystania usług w chmurze obliczeniowej w porównaniu z innymi sektorami. Pałeczkę lidera dzierży sektor informacji i komunikacji, gdzie aż 68% przedsiębiorstw korzysta z usług chmury obliczeniowej. W przypadku przedsiębiorstw przemysłowych – zaledwie co trzecie, w porównaniu do średnio 40% przedsiębiorstw w UE.

W innych krajach UE tempo wdrożeń tej technologii jest też przeciętnie wyższe niż w Polsce.

Co do konkretnych zastosowań chmury obliczeniowej, przedsiębiorstwa w Polsce głównie wykorzystują ją do edytorów tekstu i arkuszy kalkulacyjnych. Natomiast w Unii Europejskiej dominuje wykorzystanie chmury do przechowywania plików oraz oprogramowania zabezpieczającego. Polskie przedsiębiorstwa przemysłowe wykazują mniejsze zainteresowanie

tych zastosowaniami, szczególnie zaś – zakupem mocy obliczeniowej do obsługi własnego oprogramowania.

Polskie przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym słabo wypadają na tle innych sekcji pod względem wykorzystania chmury obliczeniowej: jedno na cztery małe przedsiębiorstwa i prawie połowa średnich firm, co lokuje je na 23 miejscu w EU27.

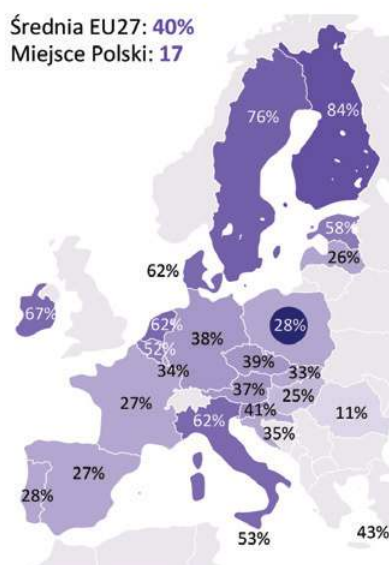


Rysunek 6A: Zastosowania chmury obliczeniowej (2021)

A: Zastosowania technologii chmury obliczeniowej przez przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym (2021)

Źródło: Eurostat. Cloud computing services by NACE Rev.2 activity

Na rysunku: Zastosowania technologii chmury obliczeniowej przez przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym (% przedsiębiorstw) porównanie Polski i średniej krajów EU27.



Rysunek 6B: Wykorzystanie technologii chmury obliczeniowej (2021)

B: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym, wykorzystujące technologie chmury obliczeniowej (2021)

Źródło: Eurostat. Cloud computing services by NACE Rev.2 activity (Buy cloud computing services used over the internet)

Na rysunku: Wykorzystanie technologii chmury obliczeniowej przez przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym (% przedsiębiorstw) kraje EU27.

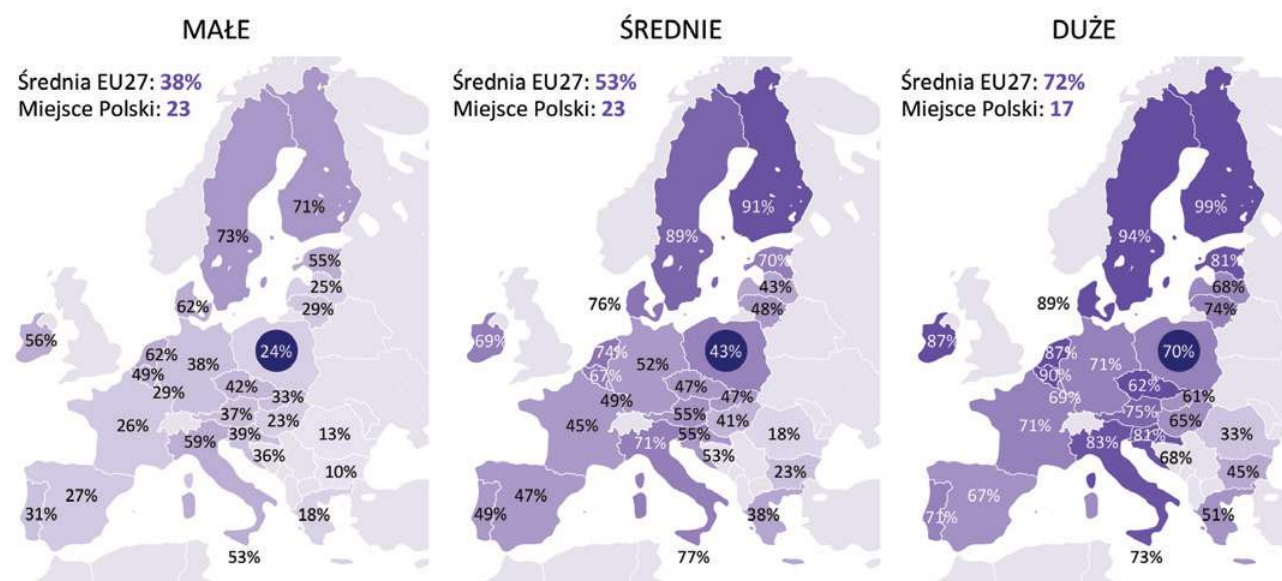


	PL	EU27
Wszystkie sekcje	29% 17 p.p.	41% 17 p.p.
Informacja i komunikacja	68% 23 p.p.	76% 15 p.p.
Naprawa komputerów i sprzętu komunikacyjnego	46% 8 p.p.	51% 13 p.p.
Działalność związana z nieruchomościami	29% 17 p.p.	49% 20 p.p.
Działalność w zakresie usług administracyjnych i pomocniczych	33% 20 p.p.	41% 15 p.p.
Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna	46%	56%
Handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów mechanicznych i motocykli	28% 17 p.p.	40% 18 p.p.
Przetwórstwo przemysłowe	28% 17 p.p.	40% 19 p.p.
Zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i klimatyzację	38%	57%
Transport i przechowywanie	24% 15 p.p.	35% 16 p.p.
Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi	21% 14 p.p.	32% 16 p.p.
Budownictwo	20% 14 p.p.	32% 14 p.p.
Zaopatrzenie w wodę; gospodarowanie ściekami, odpadami i rekultywacją	32%	42%

Rysunek 6C: Wykorzystanie technologii chmury obliczeniowej – sekcje (2021)**C:** Przedsiębiorstwa wykorzystujące technologie chmury obliczeniowej – sekcje (2021)

Źródło: Eurostat. Cloud computing services by NACE Rev.2 activity (Buy cloud computing services used over the internet)

Wykorzystanie technologii chmury obliczeniowej przez przedsiębiorstwa (% przedsiębiorstw) porównanie sekcji.

**Rysunek 6D:** Wykorzystanie technologii chmury obliczeniowej (2021)**D:** Przedsiębiorstwa wykorzystujące technologie chmury obliczeniowej (2021)

Źródło: Eurostat. Cloud computing services by class size of enterprise (Buy cloud computing services used over the internet)

Na rysunku: Wykorzystanie technologii chmury obliczeniowej przez przedsiębiorstwa w krajach EU27 (% przedsiębiorstw). Podział obejmuje przedsiębiorstwa małe (od 10 do 49 pracowników), średnie (od 50 do 249 pracowników) i duże (od 250 pracowników i więcej).

7. Polskie przedsiębiorstwa przemysłowe nie korzystają z potencjału danych

Pod względem wykorzystania dużych zbiorów danych polskie przedsiębiorstwa przemysłowe zajmują 18 miejsce wśród krajów EU27. Dane służące do analityki generowane są głównie z geolokalizacji urządzeń przenośnych, inteligentnych urządzeń lub sensorów i mediów społecznościowych w polskich przedsiębiorstwach przemysłowych.

Wykorzystanie dużych zbiorów danych odnosi się do procesu zbierania, analizowania i wyciągania wartościowych informacji z ogromnych zbiorów danych, znanych jako Big Data (metadane). Big Data to zbiory danych, które są zbyt duże, złożone lub zmienne, aby mogły być skutecznie przetworzone przy użyciu tradycyjnych metod analizy.

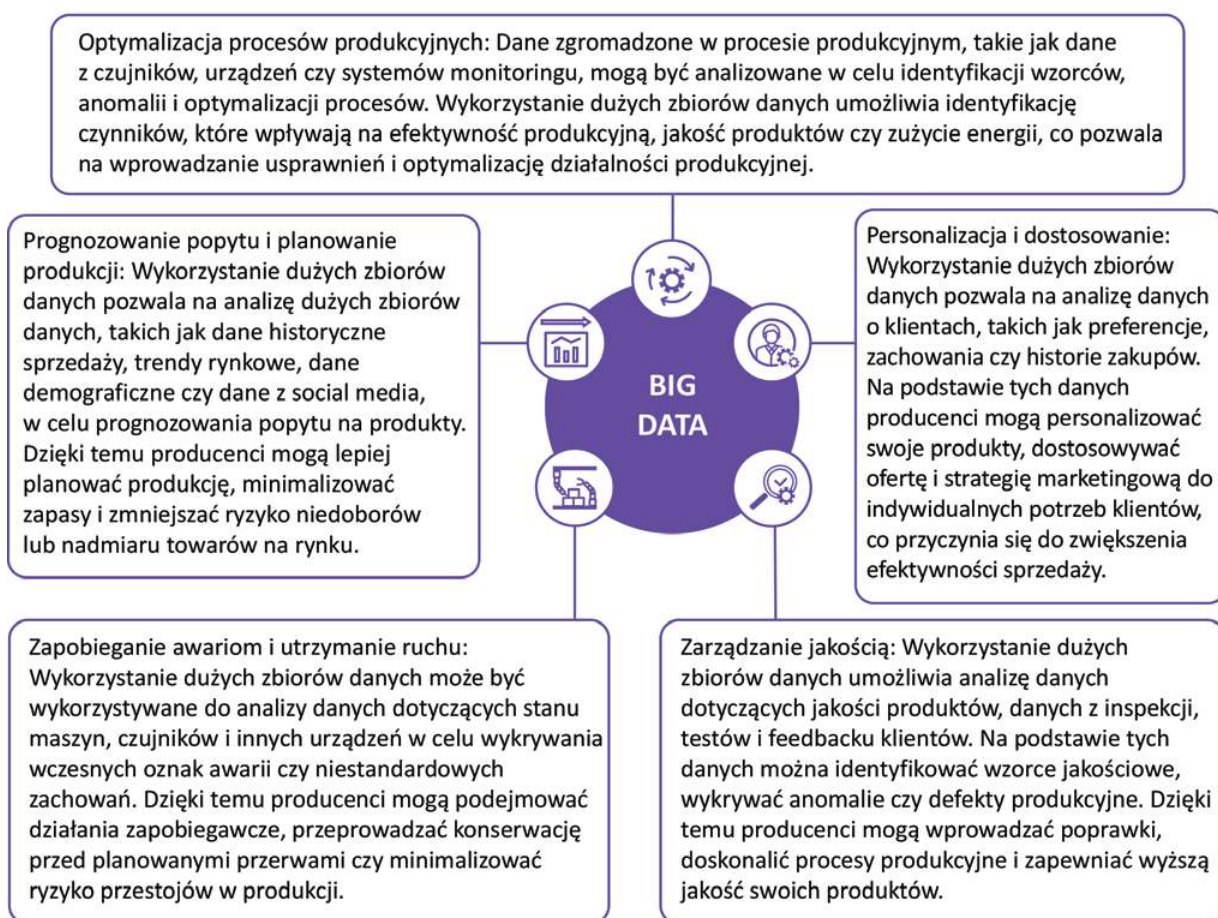
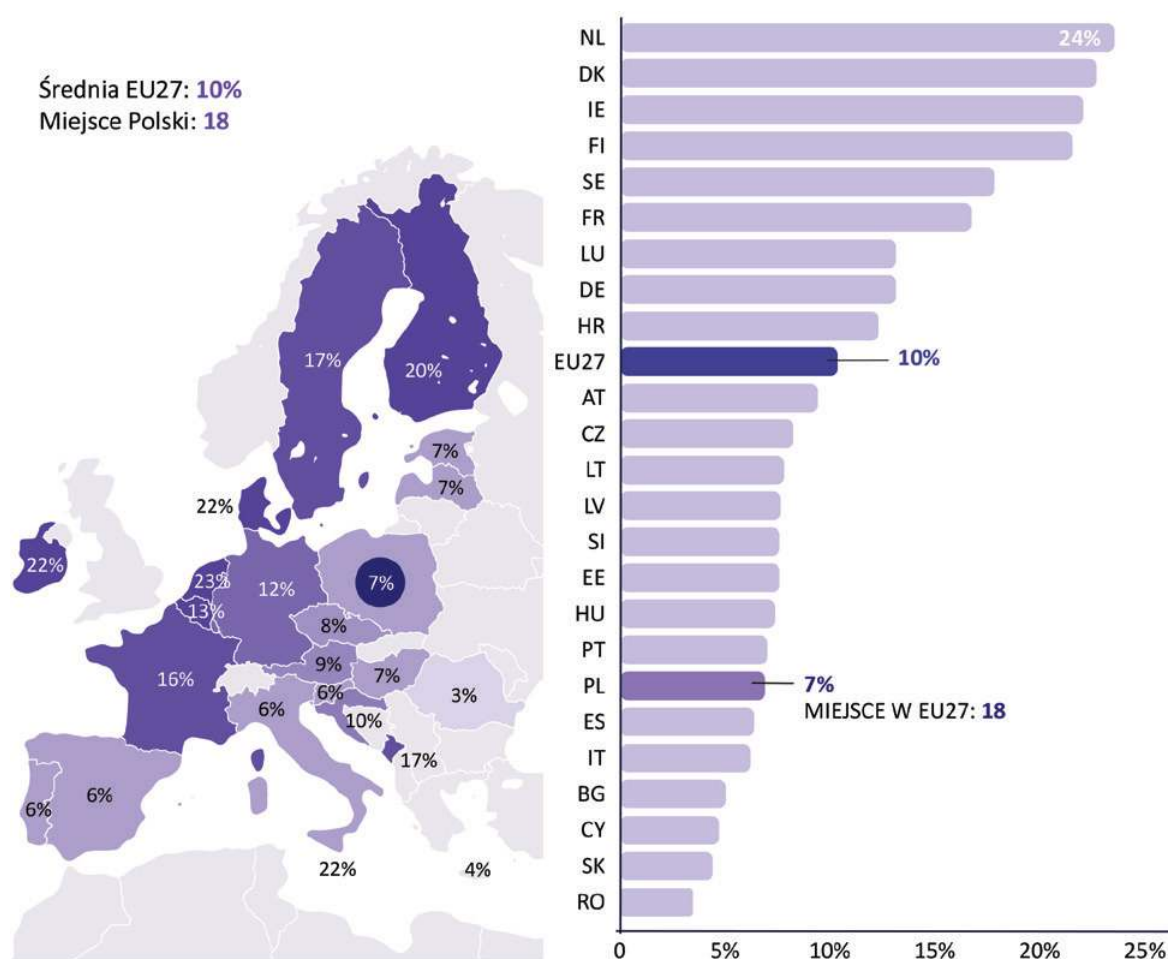


Diagram 7. Zastosowania Big Data w przemyśle.

Zaledwie 9% przedsiębiorstw zdecydowało się na wdrożenie technologii ułatwiających analitykę danych. Nieco lepiej wyglądają pod tym względem duże przedsiębiorstwa, z których co trzecie wykorzystuje analizę danych, jednak w przodującej Szwecji na ten krok zdecydowała się już połowa dużych przedsiębiorstw. Jeszcze mniejsze jest wykorzystanie danych wśród MŚP: zaledwie 13% średnich polskich przedsiębiorstw i zaledwie 7% małych przedsiębiorstw wykorzystuje analitykę danych. Jest to znacznie niższy poziom w porównaniu do innych krajów, takich jak Holandia, Dania czy Irlandia, gdzie

ponad 20% przedsiębiorstw wykorzystuje analitykę danych.

Jeszcze bardziej niepokojąca jest sytuacja przedsiębiorstw przemysłowych. Tylko 7% polskich przedsiębiorstw przemysłowych zadeklarowało wykorzystywanie analityki danych, podczas gdy w sektorze informacji i komunikacji odsetek ten przekracza 20%. To świadczy o tym, że przedsiębiorstwa produkujące przemysłowo w Polsce mają jeszcze wiele do zrobienia, jeśli chodzi o wykorzystanie analityki danych do poprawy efektywności, konkurencyjności i innowacyjności.



Rysunek 7A i 7B Prowadzenie analityki dużych zbiorów danych (2020)

A i B: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym, prowadzące analitykę dużych zbiorów danych (2020)

Źródło: Eurostat. *Big data analysis by NACE Rev.2 activity (Analyse big data internally from any data source or externally)*

Na rysunku: Prowadzenie analityki dużych zbiorów danych przez przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym w krajach EU27 (% przedsiębiorstw).

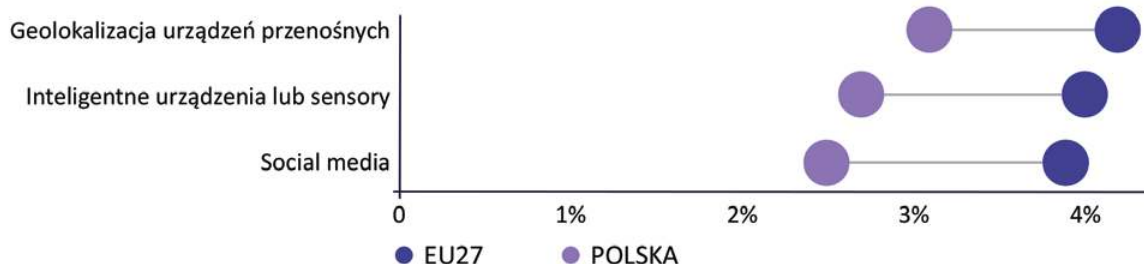
	PL	EU27
Wszystkie sekcje	9%	14%
Informacja i komunikacja	21%	27%
Naprawa komputerów i sprzętu komunikacyjnego	12%	15%
Transport i przechowywanie	12%	21%
Zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i klimatyzację	12%	20%
Działalność w zakresie usług administracyjnych i pomocniczych	11%	16%
Działalność prawnicza i księgową	10%	16%
Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi	9%	12%
Handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów mechanicznych i motocykli	9%	15%
Przetwórstwo przemysłowe	7%	10%
Budownictwo	6%	13%
Działalność związana z nieruchomościami	5%	13%

Rysunek 7C: Przedsiębiorstwa prowadzące analitykę dużych zbiorów danych (2020)

C: Przedsiębiorstwa prowadzące analitykę dużych zbiorów danych – podział na sekcje (2020)

Źródło: Eurostat. *Big data analysis by NACE Rev.2 activity (Analyse big data internally from any data source or externally)*

Na rysunku: Prowadzenie analityki dużych zbiorów danych przez przedsiębiorstwa (% przedsiębiorstw).

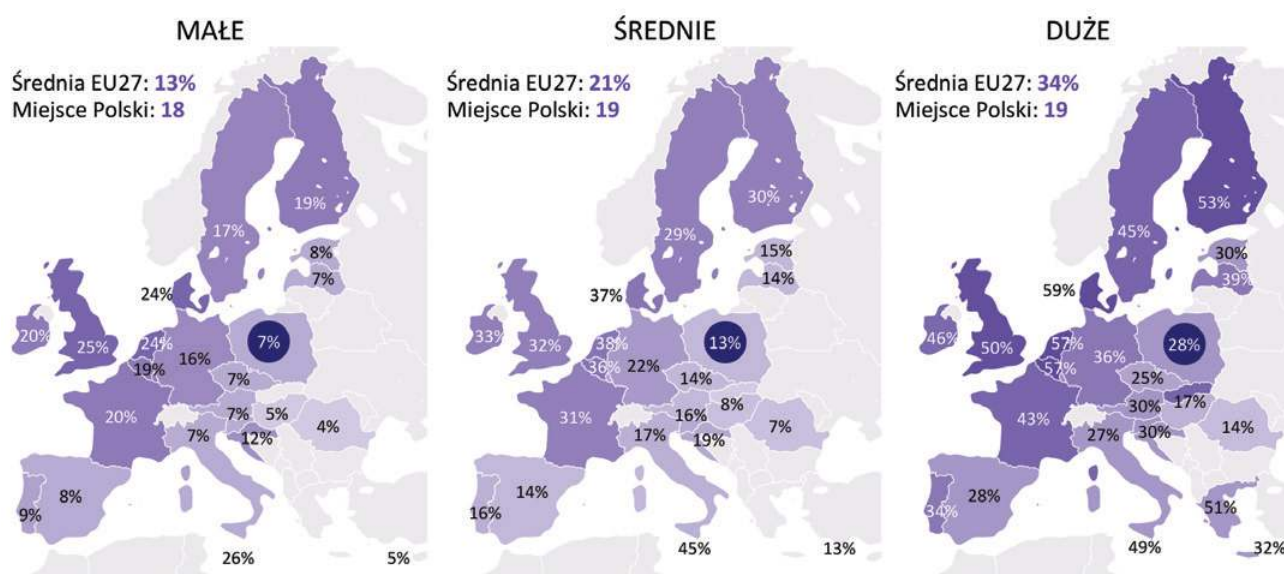


Rysunek 7D: Źródła danych przedsiębiorstw zajmujących się przetwórstwem przemysłowym (2020)

D: Źródła danych polskich przedsiębiorstw zajmujących się przetwórstwem przemysłowym (2020)

Źródło: Eurostat. *Big data analysis by NACE Rev.2 activity (Analyse big data generated from...)*

Na rysunku: Źródła danych generowanych na potrzeby analityki Big Data (% przedsiębiorstw).



Rysunek 7E: Przedsiębiorstwa prowadzące analitykę dużych zbiorów danych (2020)

E: Przedsiębiorstwa prowadzące analitykę dużych zbiorów danych (2020)

Źródło: Eurostat. *Big data analysis by class size of enterprise (Analyse big data internally from any data source or externally)*

Na rysunku: Przedsiębiorstwa prowadzące analitykę dużych zbiorów danych w krajach EU27 (% przedsiębiorstw). Podział obejmuje przedsiębiorstwa małe (od 10 do 49 pracowników), średnie (od 50 do 249 pracowników) i duże (od 250 pracowników i więcej).

8. Rewolucja AI omija polskie przedsiębiorstwa przemysłowe

W 2021 jedynie 2% polskich przedsiębiorstw przemysłowych wdraża systemy wykorzystujące sztuczną inteligencję. Ogólnie rzecz biorąc, przedsiębiorstwa unijne w stosunkowo niewielkim stopniu korzystają z tej technologii (dotyczy to 8% z nich). Liderem w tym obszarze jest Dania, gdzie prawie jedno na trzy przedsiębiorstwa przemysłowe korzysta ze sztucznej inteligencji. Z AI chętniej korzystają duże przedsiębiorstwa – w Polsce jedno na pięć, co daje 19 miejsce w krajach Unii. Przedsiębiorstwa przemysłowe wdrażają AI w procesach produkcyjnych, celem

zapewniania bezpieczeństwa ICT lub w organizacji administracji biznesowej. Jeżeli dane przedsiębiorstwo przemysłowe używa AI, to najczęściej w procesach produkcyjnych. Wydaje się, że głównymi barierami we wprowadzaniu technologii AI są zbyt wysokie koszty oraz brak odpowiedniej wiedzy specjalistycznej.

Sztuczna inteligencja (AI) odnosi się do technologii, które umożliwiają maszynom i systemom komputerowym wykonywanie zadań, które zwykle wymagałyby ludzkiej inteligencji. Wykorzystuje różne techniki, takie jak uczenie maszynowe, głębokie uczenie, rozpoznawanie obrazu czy przetwarzanie języka naturalnego, aby maszyny mogły analizować dane, wyciągać

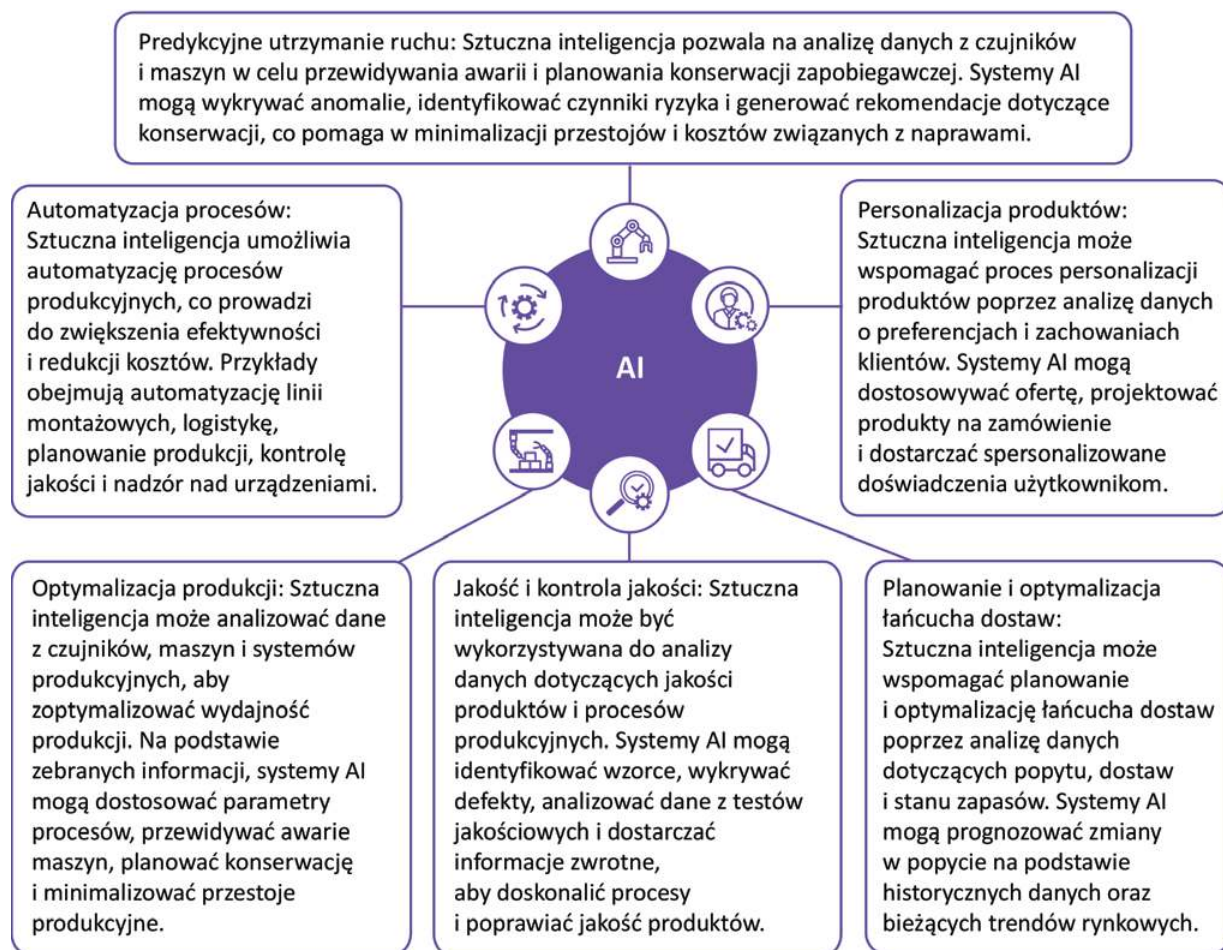


Diagram 8. Zastosowania sztucznej inteligencji w przemyśle.

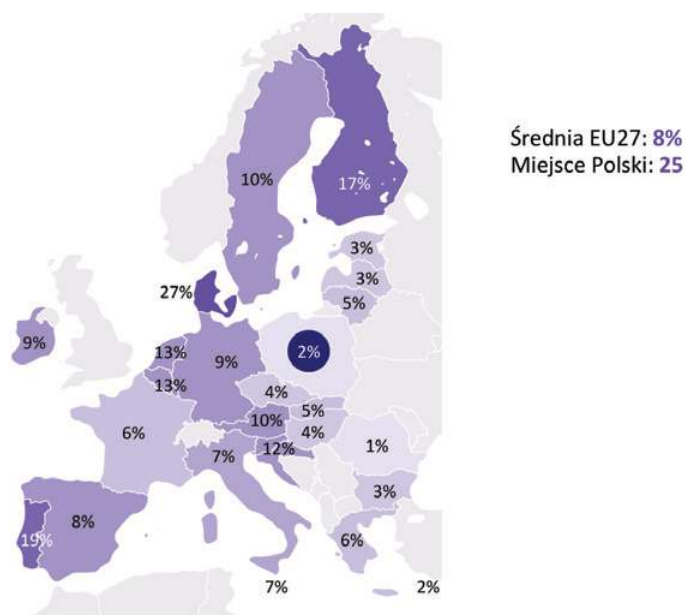
wnioski, podejmować decyzje i podejmować działania. Sztuczna inteligencja ma wiele zastosowań w produkcji – patrz Diagram 8.

Polska pozostaje w tyle w porównaniu do innych krajów europejskich pod względem wykorzystania sztucznej inteligencji przez przedsiębiorstwa. W 2021 r. jedynie 3% przedsiębiorstw ze wszystkich sekcji korzystało ze sztucznej inteligencji.

W przypadku średnich firm w Polsce jedynie 5% zadeklarowało wykorzystanie sztucznej inteligencji, a wśród małych firm jest to zaledwie 2%. Największe wykorzystanie tej technologii odnotowano w sektorze informacji i komunikacji (16%).

Polskie przedsiębiorstwa przemysłowe wykorzystują sztuczną inteligencję głównie w procesach produkcyjnych, ale ich odsetek jest dwukrotnie niższy niż średnia dla UE.

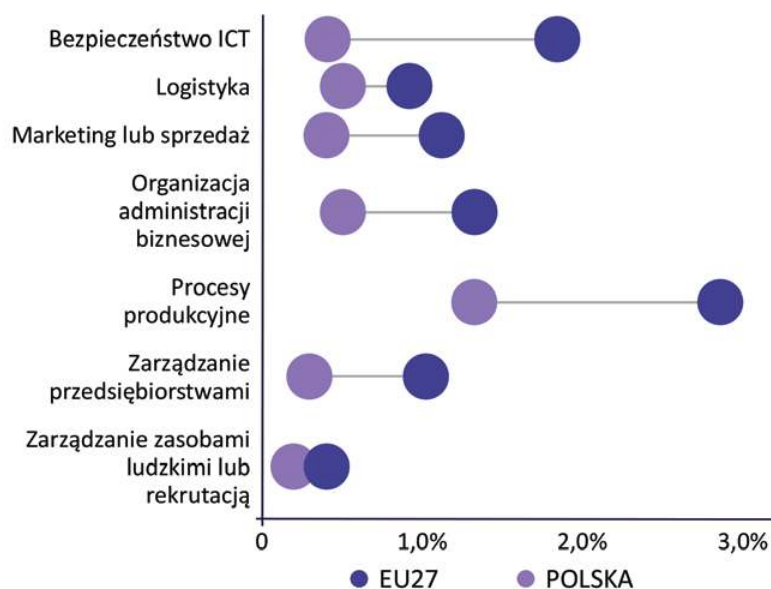
Główne przeszkody, które utrudniają wykorzystanie technologii sztucznej inteligencji przez przedsiębiorstwa, to wysokie koszty oraz brak odpowiedniej wiedzy specjalistycznej. Firmy często uważają koszty za zbyt wysokie w porównaniu do potencjalnych korzyści, co powoduje opór przed inwestycjami w tę dziedzinę. Ponadto, brak odpowiednio wykwalifikowanych specjalistów i wiedzy technicznej stanowi dodatkową barierę dla wdrażania sztucznej inteligencji w przedsiębiorstwach.



Rysunek 8A: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym używające przynajmniej jednego systemu AI (2021)

A: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym używające przynajmniej jednego systemu AI (2021)

Źródło: Eurostat. Artificial Intelligence by NACE Rev.2 activity (Enterprises use at least one of the AI technologies)



Rysunek 8B: Zastosowania AI w przedsiębiorstwach zajmujących się przetwórstwem przemysłowym (2021)

B: Zastosowania technologii AI w przedsiębiorstwach zajmujących się przetwórstwem przemysłowym (2021)

Źródło: Eurostat. Artificial Intelligence by NACE Rev.2 activity (Enterprises use AI technologies for...)



	PL	EU27
Wszystkie sekcje	2,9%	7,9%
Informacja i komunikacja	16,3%	25,5%
Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna	6,5%	17,6%
Zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i klimatyzację	4,8%	17,7%
Naprawa komputerów i sprzętu komunikacyjnego	4,9%	9,1%
Działalność w zakresie usług administracyjnych i pomocniczych	4,2%	7,3%
Przetwórstwo przemysłowe	2,3%	7,3%
Handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów mechanicznych i motocykli	3,1%	6,4%
Działalność związana z nieruchomościami	1,8%	7,3%
Zaopatrzenie w wodę; gospodarowanie ściekami, odpadami i rekultywacją	0,8%	6,3%
Transport i przechowywanie	1,8%	5,3%
Budownictwo	0,3%	4,8%
Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi	1,0%	3,6%

Rysunek 8C: Wykorzystanie technologii AI (2021)

C: Wykorzystanie technologii AI – porównanie sekcji (2021)

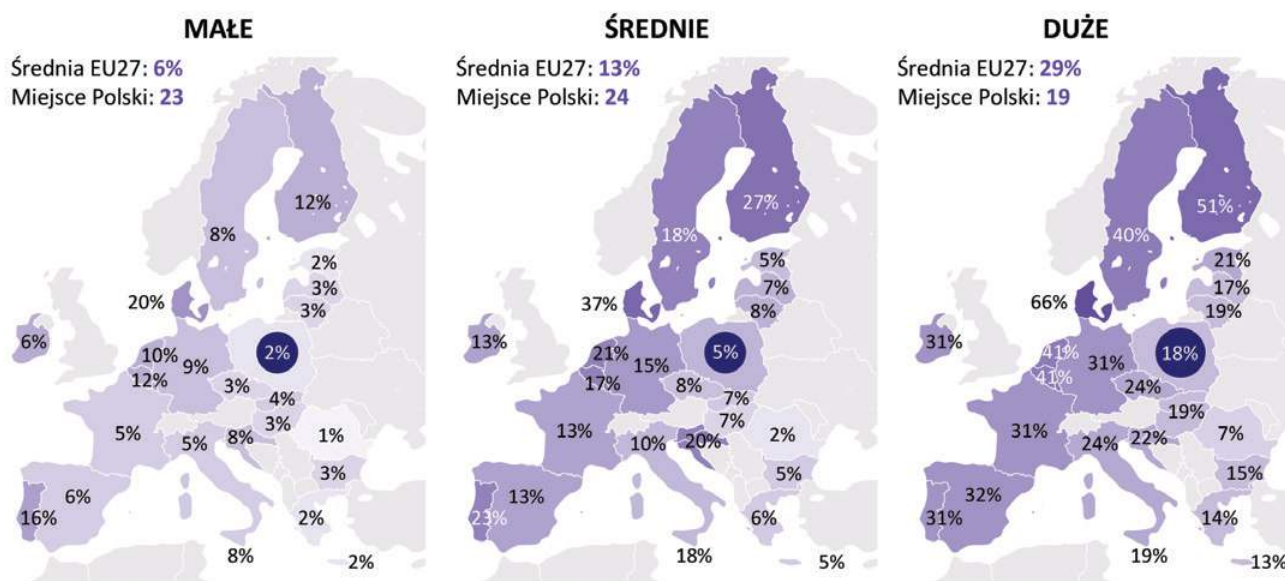
Źródło: Eurostat. *Artificial Intelligence by NACE Rev.2 activity (Enterprises use AI technologies)*



Rysunek 8D: Powody niekorzystania z technologii AI (2021)

D: Powody, dlaczego polskie przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym nie korzystają z technologii AI (2021)

Źródło: Eurostat. *Artificial Intelligence by NACE Rev.2 activity (Enterprises do not use AI technologies because of...)*



Rysunek 8E: Przedsiębiorstwa używające przynajmniej jednego systemu AI (2021)

E: Wykorzystanie technologii AI w przedsiębiorstwach (2021)

Źródło: Eurostat. *Artificial Intelligence by class size of enterprise (Enterprises use AI technologies)*

Na rysunku: Wykorzystanie technologii sztucznej inteligencji przez przedsiębiorstwa krajach EU27 (% przedsiębiorstw). Podział obejmuje przedsiębiorstwa małe (od 10 do 49 pracowników), średnie (od 50 do 249 pracowników) i duże (od 250 pracowników i więcej)

9. Druk 3D nadal jest nowinką technologiczną

Druk 3D nie jest technologią powszechnie stosowaną przez firmy przemysłowe w UE – średnio korzysta z niej co 10 przedsiębiorstwo (12%). Pod tym względem przoduje Dania, gdzie jedno na cztery przedsiębiorstwo przemysłowe drukuje w 3D. Natomiast w Polsce dotyczyło to 8% przedsiębiorstw.

Druk 3D (lub drukowanie addytywne) to proces tworzenia trójwymiarowych obiektów poprzez warstwowe nanoszenie materiałów, zwykle w formie plastiku, metalu, ceramiki lub innych materiałów. Proces ten opiera się na modelu cyfrowym obiektu, który jest podzielony na warstwy, a następnie materiał jest

nanoszony warstwa po warstwie, aż do stworzenia pełnego trójwymiarowego obiektu. Druk 3D posiada wiele zastosowań w produkcji przemysłowej. Wskazano je na diagramie 9.

W 2020 roku w Polsce jedynie 3% przedsiębiorstw średnio ze wszystkich sekcji deklarowało wykorzystanie technologii druku 3D. Jednak warto zauważyć, że druk 3D jest jedyną technologią, której wykorzystanie jest deklarowane przez większy odsetek przedsiębiorstw przemysłowych w porównaniu do innych sektorów. W sektorze produkcji przemysłowej aż 8% przedsiębiorstw przemysłowych zadeklarowało korzystanie z druku 3D; dla porównania, średnio w UE – 12%. Natomiast w Szwecji już co piąte przedsiębiorstwo przemysłowe wykorzystuje technologię druku 3D.

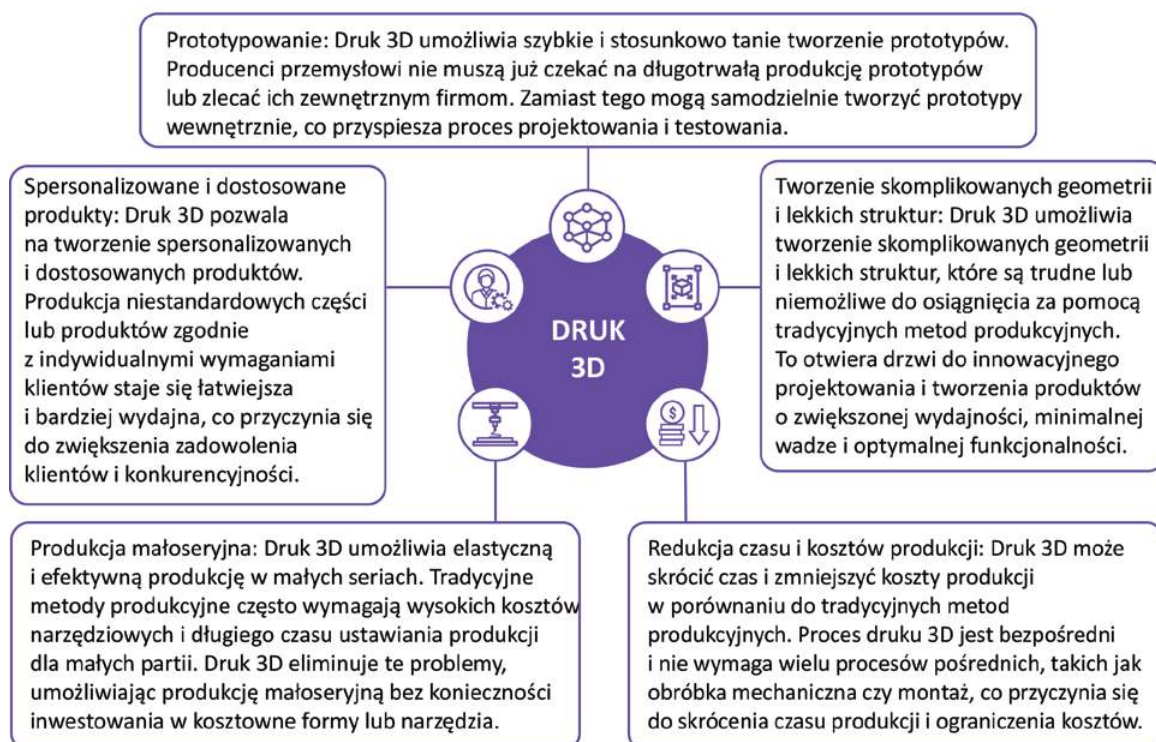
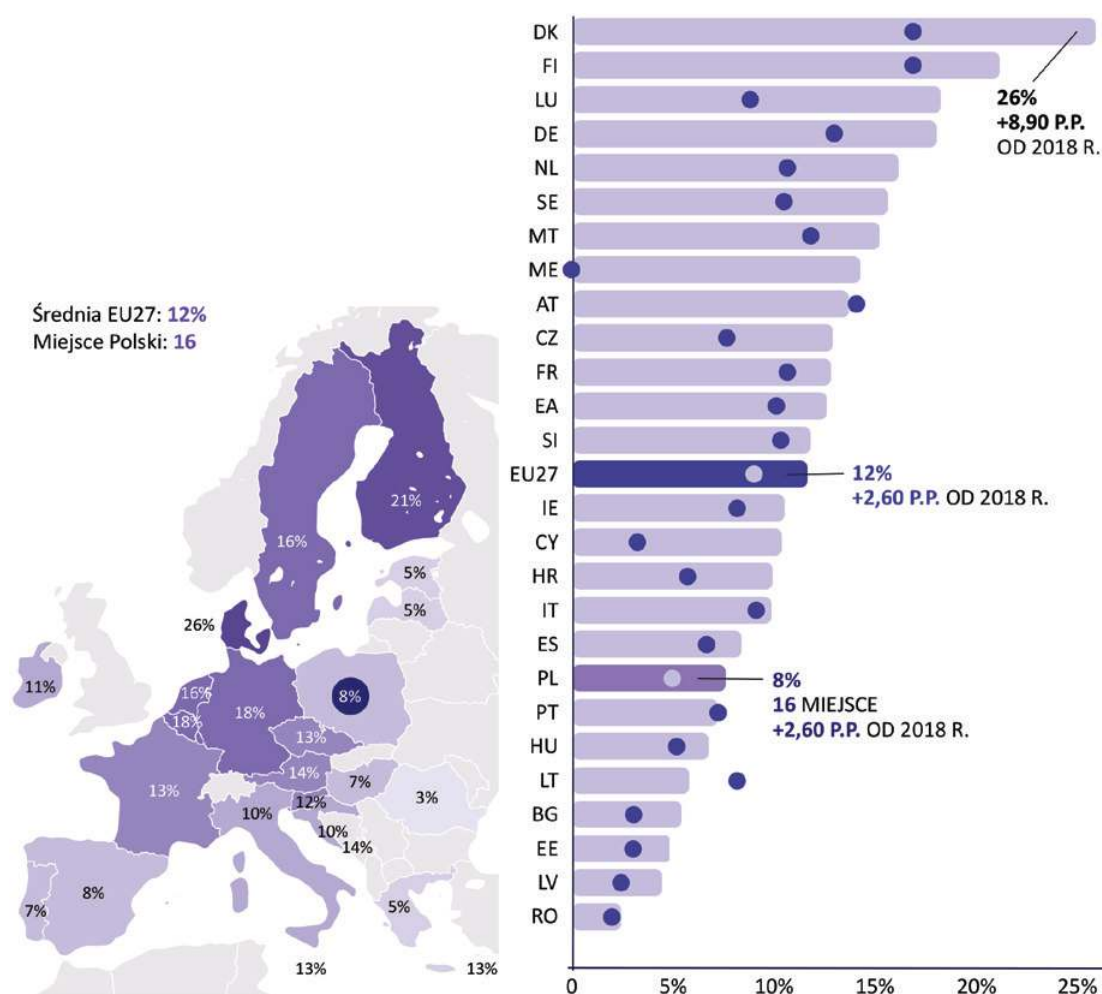


Diagram 9. Zastosowania druku 3D w przemyśle.



Rysunek 9A i 9B: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym, wykorzystujące druk 3D (2020)

A i B: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym, wykorzystujące druk 3D (2020)

Źródło: Eurostat. 3D printing and robotics by NACE Rev.2 activity (Use 3D printing)



	PL	EU27
Wszystkie sekcje	3% 1,0 p.p.	5% 1,3 p.p.
Przetwórstwo przemysłowe	8% 2,6 p.p.	12% 2,6 p.p.
Informacja i komunikacja	8% 3,3 p.p.	7% 2,6 p.p.
Naprawa komputerów i sprzętu komunikacyjnego	7% 5,6 p.p.	7% 2,2 p.p.
Handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów mechanicznych i motocykli	2% 0,1 p.p.	4% 1,2 p.p.
Budownictwo	1% 0,5 p.p.	2% 0,8 p.p.
Działalność w zakresie usług administracyjnych i pomocniczych	1% 0,7 p.p.	2% 0,2 p.p.
Transport i przechowywanie	1% 0,5 p.p.	2% 0,5 p.p.
Działalność związana z nieruchomościami	1% -0,2 p.p.	1% -0,3 p.p.
Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi	1% -0,1 p.p.	2% 1,4 p.p.

Rysunek 9C: Przedsiębiorstwa wykorzystujące druk 3D (2018-2020)

C: przedsiębiorstwa wykorzystujące druk 3D (2020)

Źródło: Eurostat. 3D printing and robotics by NACE Rev.2 activity (Use 3D printing)

10. Cyberbezpieczeństwo ma kluczowe znaczenie dla polskich przedsiębiorstw

Polskie przedsiębiorstwa przemysłowe wdrożyły przynajmniej jedno rozwiązanie z zakresu cyberbezpieczeństwa. Bezpieczeństwo systemów ICT jest priorytetem niezależnie od rozmiaru czy sektora. Backup danych (również w chmurze), silne hasła i kontrola dostępu do sieci są najczęściej stosowanymi środkami. Polskie przedsiębiorstwa przemysłowe częściej niż przeciętnie przedsiębiorstwa unijne korzystają z dwuetapowego uwierzytelniania i szyfrowania danych. Niestety co trzecie polskie przedsiębiorstwo przemysłowe doświadczyło incydentu związanego z bezpieczeństwem ICT, co przewyższa średnią w UE27. Blisko połowa dużych przedsiębiorstw w Polsce miała incydent z bezpieczeństwem ICT, co plasuje Polskę wysoko na 9. miejscu w UE27.

Środki ochrony ICT to zestaw narzędzi, technologii i procedur mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa systemów informatycznych i danych w organizacji. W procesach produkcyjnych szczególne

znaczenie mają środki umożliwiające zabezpieczenie sieci, systemów sterowania oraz danych produkcyjnych.

Ogólnie w Polsce w 2022 roku, 93% przedsiębiorstw korzystało ze środków bezpieczeństwa ICT. **Pracownie wszystkie polskie przedsiębiorstwa przemysłowe stosują środki ochrony ICT, co daje wysokie 10 miejsce wśród krajów EU27.** Wprowadzanie środków bezpieczeństwa systemów ICT jest niezależne od wielkości przedsiębiorstwa oraz sekcji. Do najczęściej stosowanych środków należy backup danych (także w chmurze), stosowanie silnych haseł, a także kontrola dostępu do sieci. Co więcej, w polskich przedsiębiorstwach przemysłowych częściej korzysta się z co najmniej dwóch etapów uwierzytelniania i technik szyfrowania danych niż średnio w pozostałych krajach Unii. Jednak 1 na 3 polskie przedsiębiorstwa przemysłowe doświadczyło incydentu związanego z bezpieczeństwem ICT, więcej niż średnio w pozostałych krajach EU27; najczęściej incydent ten polegał na braku dostępności usług ICT w rezultacie ataku Denial of Service lub awarii oprogramowania.

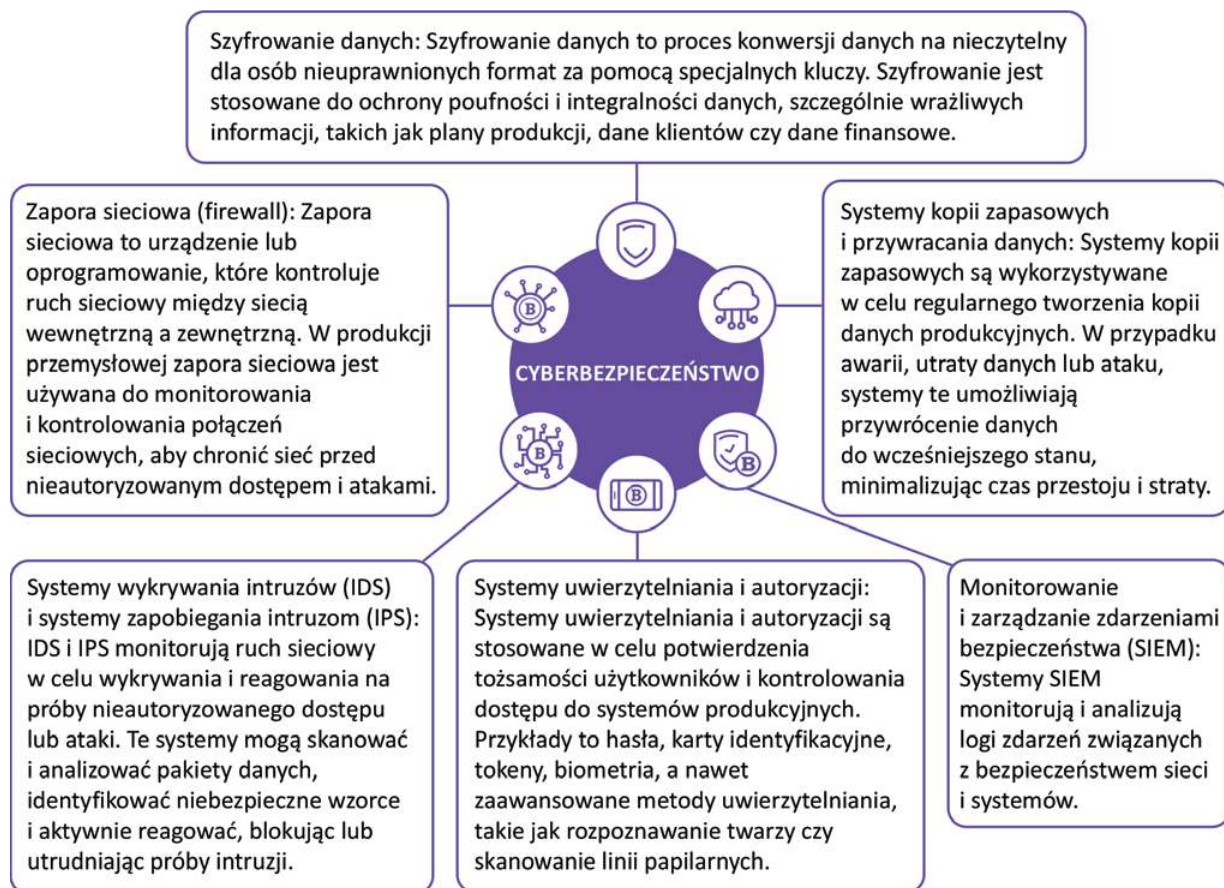
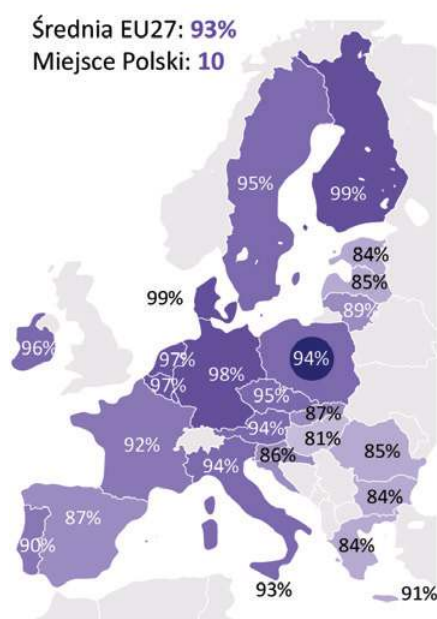


Diagram 10. Zastosowania cyberbezpieczeństwa w przemyśle.

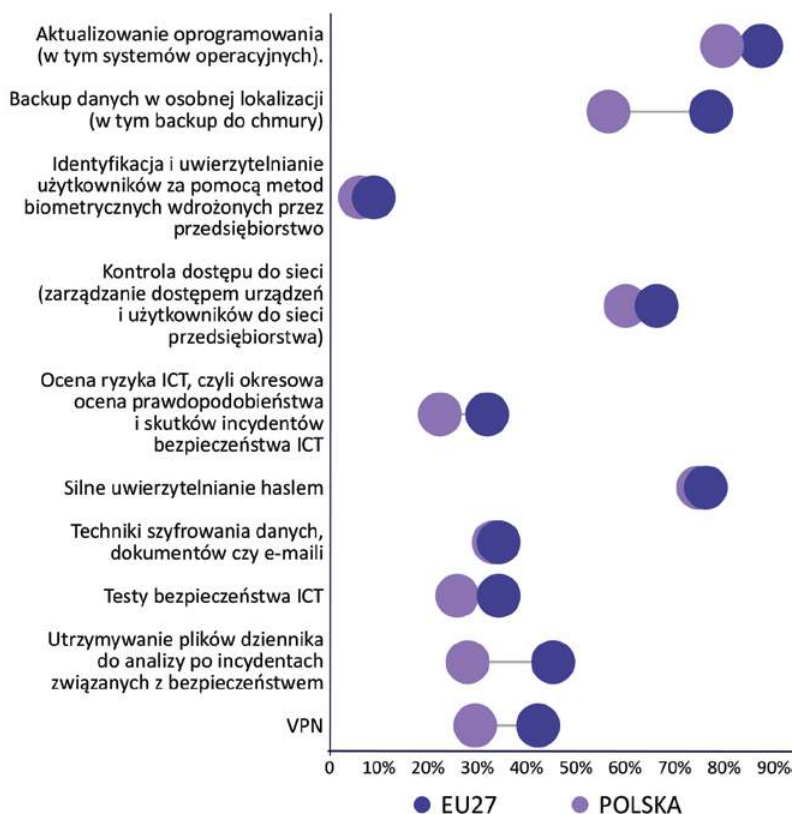


Rysunek 10A: Wykorzystanie przynajmniej jednego środka ochrony ICT (2022)

A: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym, używające przynajmniej jeden środek ochrony ICT (2022)

Źródło: Eurostat. Security policy: measures, risks and staff awareness by NACE Rev.2 activity (Enterprises using any ICT security measure)

Na rysunku: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym używające przynajmniej jeden środek ochrony ICT w krajach EU27 (% przedsiębiorstw).



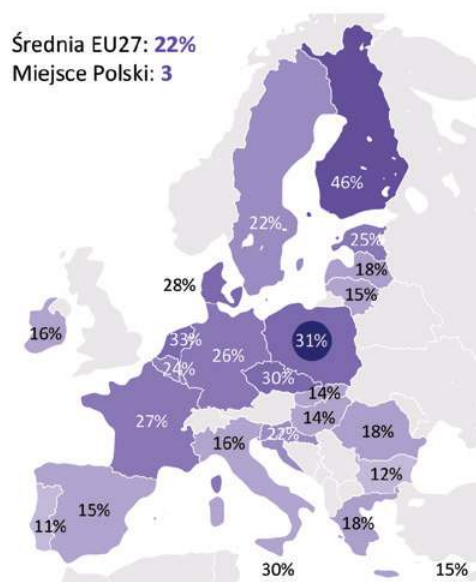
Rysunek 10B: Wykorzystywane środki ochrony ICT (2022)

B: Wykorzystywane środki ochrony ICT przez przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym (2022)

Źródło: Eurostat. Security policy: measures, risks and staff awareness by NACE Rev.2 activity (ICT security measure used...)

Na rysunku: Wykorzystywane środki ochrony ICT przez przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym – porównanie Polski i krajów EU27 (% przedsiębiorstw).

	PL	EU27
Wszystkie sekcje	93%	92%
Naprawa komputerów i sprzętu komunikacyjnego	100%	98%
Informacja i komunikacja	100%	98%
Zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i klimatyzację	98%	98%
Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna	97%	98%
Działalność związana z nieruchomościami	98%	96%
Zaopatrzenie w wodę; gospodarowanie ściekami, odpadami i rekultywacją	97%	95%
Handel hurtowy i detaliczny	94%	93%
Przetwórstwo przemysłowe	94%	93%
Transport i przechowywanie	93%	90%
Działalność w zakresie usług administracyjnych i pomocniczych	92%	91%
Budownictwo	90%	91%
Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi	89%	81%



Rysunek 10C: Przedsiębiorstwa używające przynajmniej jeden środek ochrony ICT – sekcje (2022)

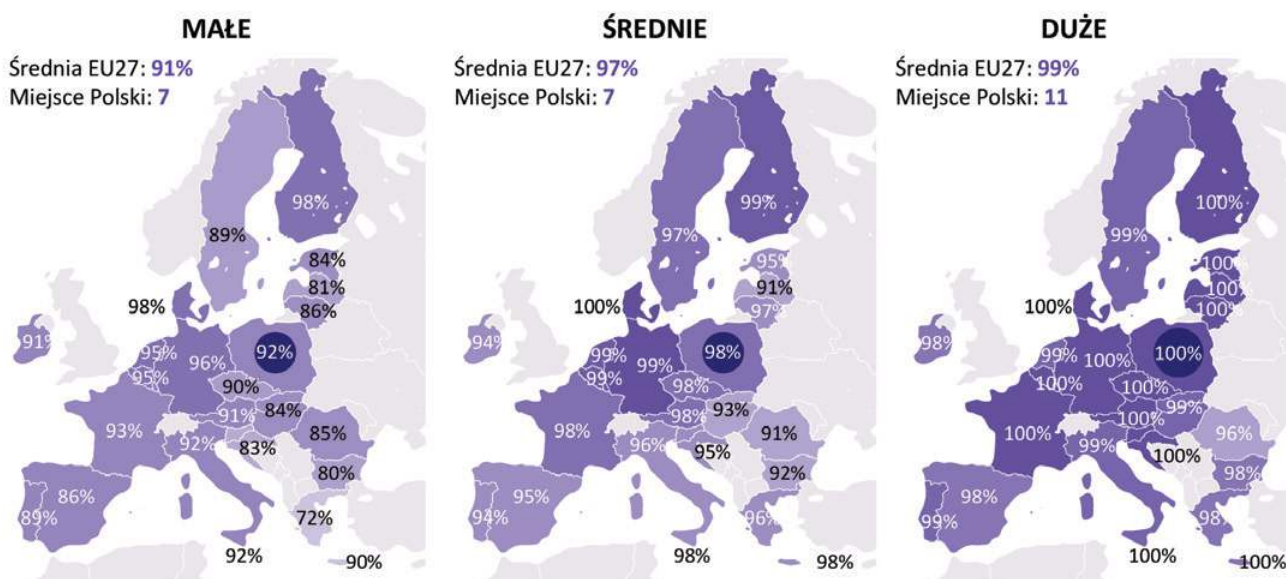
C: Przedsiębiorstwa używające przynajmniej jeden środek ochrony ICT – sekcje (2022)

Źródło: Eurostat. Security policy: measures, risks and staff awareness by NACE Rev.2 activity (Enterprises using any ICT security measure)

Rysunek 10D: Przedsiębiorstwa, w których wystąpił incydent związany z bezpieczeństwem ICT (2022)

D: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym, w których wystąpił przynajmniej jeden incydent związany z bezpieczeństwem ICT (2022)

Źródło: Eurostat. Security incidents and consequences by NACE Rev.2 activity (Enterprises experienced at least once problems due to an ICT related security incident)

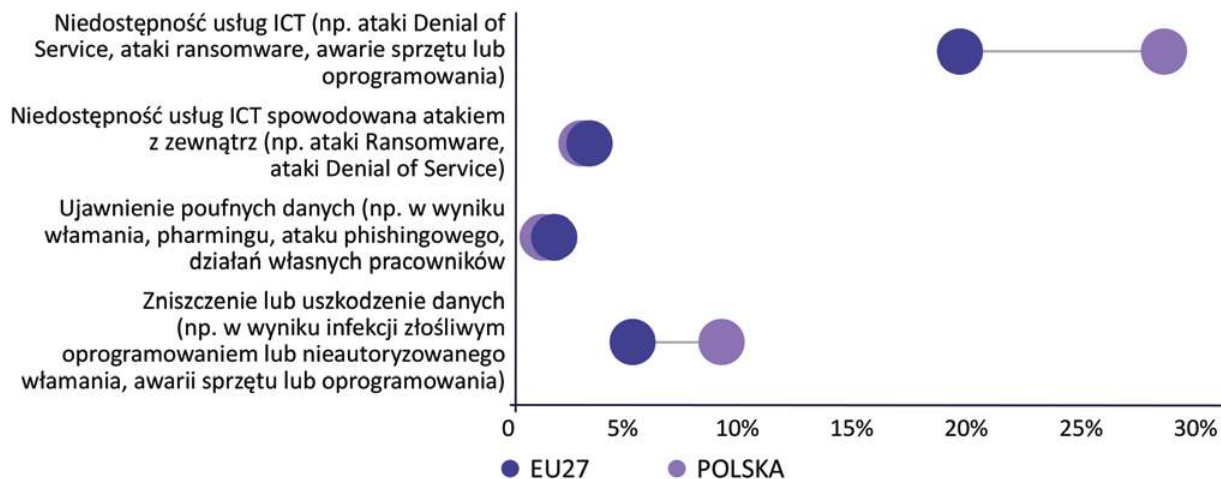


Rysunek 10E: Wykorzystanie przynajmniej jednego środka ochrony ICT (2022)

E: Przedsiębiorstwa używające przynajmniej jeden środek ochrony ICT (2022)

Źródło: Eurostat. Security policy: measures, risks, and staff awareness by class size of enterprise (Enterprises using any ICT security measure)

Na rysunku: Przedsiębiorstwa używające przynajmniej jeden środek ochrony ICT w krajach EU27 (% przedsiębiorstw). Podział obejmuje przedsiębiorstwa małe (od 10 do 49 pracowników), średnie (od 50 do 249 pracowników) i duże (od 250 pracowników i więcej).



Rysunek 10F: Incydenty występujące w przedsiębiorstwach, związane z bezpieczeństwem ICT (2022)

F: Incydenty występujące w przedsiębiorstwach zajmujących się przetwórstwem przemysłowym związane z bezpieczeństwem ICT (2022)

Źródło: Eurostat. Security incidents and consequences by NACE Rev.2 activity (Enterprises experienced ICT security related incidents leading to:...)

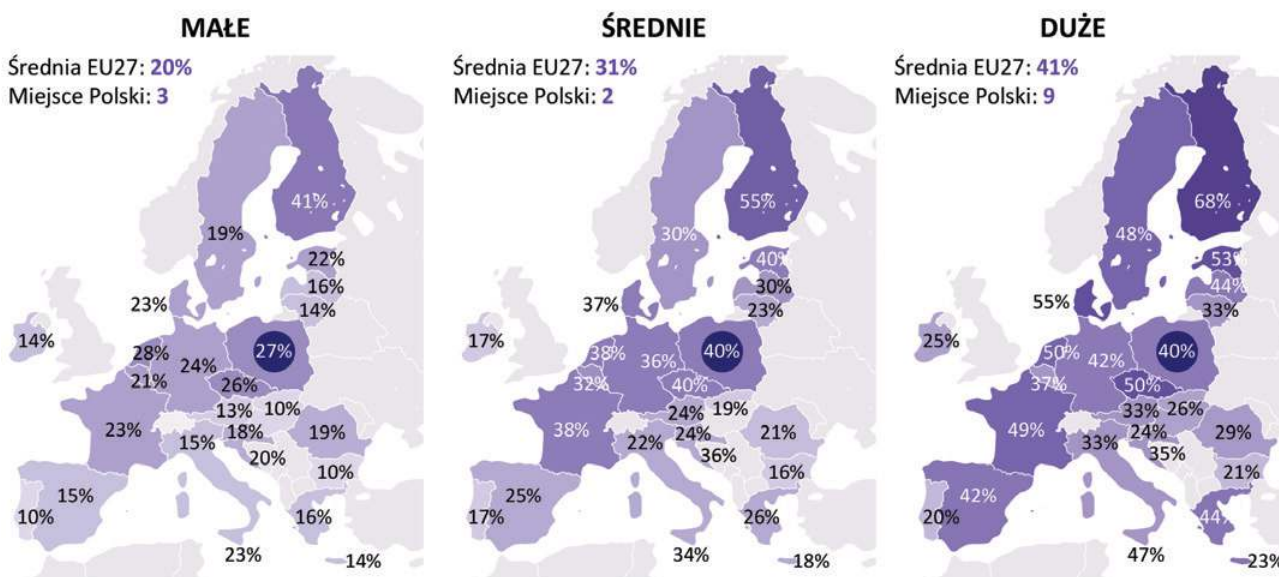
Na rysunku: Incydenty występujące w przedsiębiorstwach zajmujących się przetwórstwem przemysłowym, związane z bezpieczeństwem ICT – porównanie Polski i średniej krajów EU27 (% przedsiębiorstw).

	PL	EU27
Wszystkie sekcje	30%	22%
Naprawa komputerów i sprzętu komunikacyjnego	43%	27%
Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna	36%	31%
Informacja i komunikacja	37%	30%
Zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i klimatyzację	32%	33%
Działalność związana z nieruchomościami	32%	28%
Handel hurtowy i detaliczny	32%	24%
Zaopatrzenie w wodę; gospodarowanie ściekami, odpadami i rekultywacją	29%	25%
Przetwórstwo przemysłowe	31%	22%
Działalność w zakresie usług administracyjnych i pomocniczych	28%	22%
Transport i przechowywanie	27%	19%
Budownictwo	23%	18%
Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi	21%	16%

Rysunek 10G: Przedsiębiorstwa, w których wystąpił incydent związany z bezpieczeństwem ICT (2022)

G: Przedsiębiorstwa, w których wystąpił przynajmniej jeden incydent związany z bezpieczeństwem ICT – sekcje (2022)

Źródło: Eurostat. Security incidents and consequences by NACE Rev.2 activity (Enterprises experienced at least once problems due to an ICT related security incident)



Rysunek 10H: Przedsiębiorstwa, w których wystąpił incydent związany z bezpieczeństwem ICT (2022)

H: Przedsiębiorstwa, w których wystąpił przynajmniej jeden incydent związany z bezpieczeństwem ICT (2022)

Źródło: Eurostat. Security incidents and consequences by class size of enterprise (Enterprises experienced at least once problems due to an ICT related security incident)

Na rysunku: Przedsiębiorstwa, w których wystąpił przynajmniej jeden incydent związany z bezpieczeństwem ICT w krajach EU27 (% przedsiębiorstw). Podział obejmuje przedsiębiorstwa małe (od 10 do 49 pracowników), średnie (od 50 do 249 pracowników) i duże (od 250 pracowników i więcej).



11. Barierą rozwoju Przemysłu 4.0 w Polsce są niskie kompetencje cyfrowe pracowników polskich przedsiębiorstw

Polska zajmuje odległe 24 miejsce pod względem ucyfrowienia kapitału ludzkiego wg indeksu DESI. Jednocześnie tylko 1 na 5 przedsiębiorstw przemysłowych w Polsce zapewnia szkolenia wzmacniające kompetencje cyfrowe pracowników. Co więcej, niewiele przedsiębiorstw przemysłowych inwestuje w szkolenia specjalistów ICT.

Polska zajmuje wysokie 5 miejsce pod względem zatrudniania pracowników ICT w firmach przemysłowych (1 na 3 przedsiębiorstwa). Wyzwaniem są jednak wzrastające oczekiwania płacowe kandydatów, w mniejszym stopniu – ich dostępność. W pozostałych krajach UE najczęstszym problemem jest zbyt mała liczba aplikacji na stanowiska specjalistów ICT.

Warunkiem skutecznej transformacji cyfrowej w firmach są kompetencje i umiejętności pracowników.

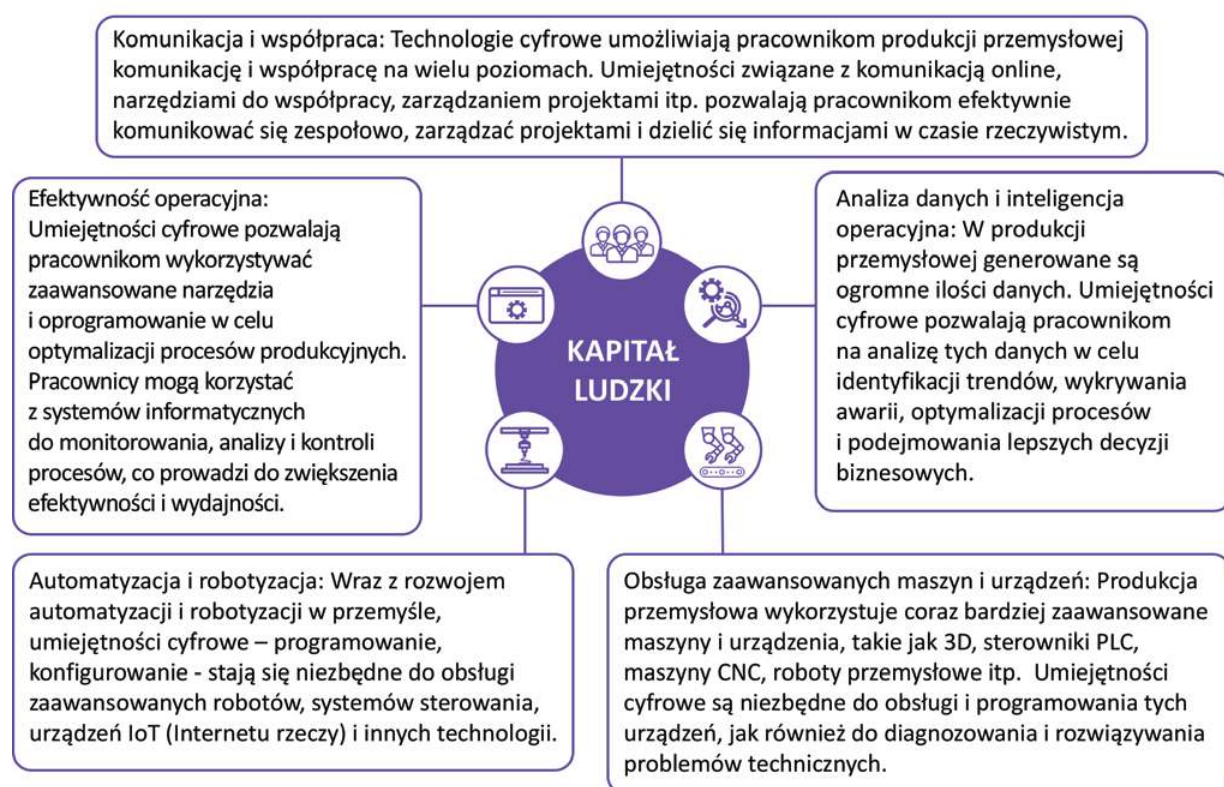


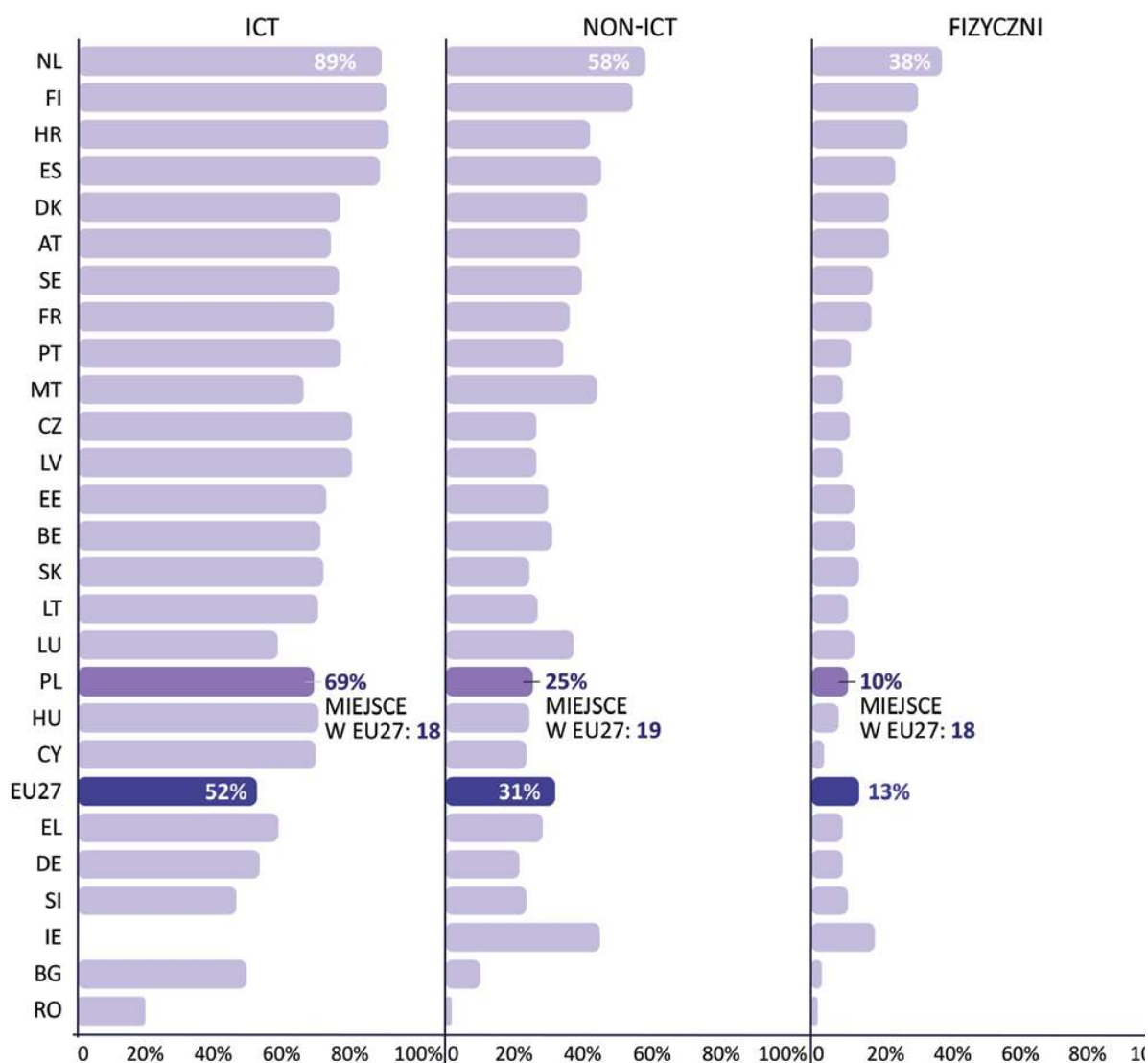
Diagram 11. Zastosowania umiejętności cyfrowych w przemyśle.

Dane wskazują, że **polscy pracownicy mają niższe kompetencje cyfrowe w porównaniu do pracowników z innych państw Unii Europejskiej**. Wynika to zarówno z indeksu kapitału ludzkiego, jak i szczegółowej analizy umiejętności pracowników ICT i non-ICT. 69% pracowników ICT ma ponadpodstawowe umiejętności cyfrowe, podczas gdy zaledwie 31% pracowników non-ICT i 13% pracowników fizycznych. Co warto podkreślić, polscy pracownicy ICT częściej wykazują podstawowe umiejętności cyfrowe niż pracownicy w innych krajach unijnych.

Dane te pokazują, że polskie przedsiębiorstwa mogą napotykać trudności w adaptacji nowych technologii i wykorzystania ich potencjału ze względu na brak pracowników z odpowiednimi kompetencjami.

Jednocześnie polskie przedsiębiorstwa przemysłowe relatywnie rzadko szkolą pracowników (dotyczy do 23% z nich). Zaledwie co dziesiąte przedsiębiorstwo przemysłowe inwestuje w rozwój pracowników ICT.

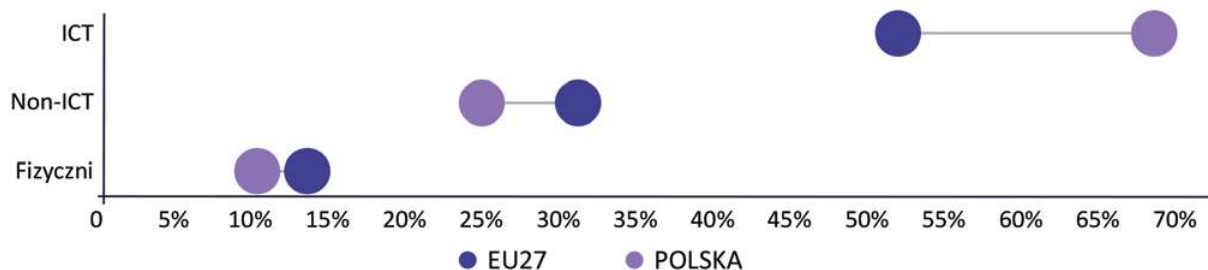
W polskich przedsiębiorstwach przemysłowych można zauważyć relatywnie wysoki odsetek zatrudnienia pracowników z branży ICT. Co trzecie przedsiębiorstwo przemysłowe w Polsce decyduje się na zatrudnienie specjalistów z tej dziedziny, co stanowi wyższy odsetek niż średnia w Unii Europejskiej, gdzie co piąte przedsiębiorstwo podejmuje taką decyzję. Jest to sygnał, który wskazuje na rozwój własnych rozwiązań cyfrowych przez przedsiębiorstwa w sektorze przemysłowym w Polsce.



Rysunek 11A: Pracownicy o ponadpodstawowych umiejętnościach cyfrowych (2021)

A: Pracownicy o ponadpodstawowych umiejętnościach cyfrowych – kraje EU 27. Umiejętności cyfrowe na ponadpodstawowym poziomie wśród pracowników ICT, non-ICT i fizycznych (2021)

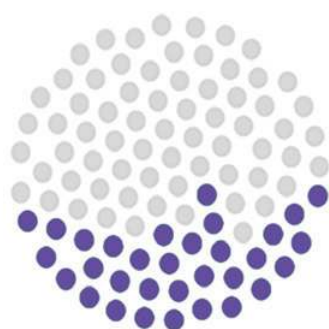
Źródło: Eurostat. (Digital Skills)



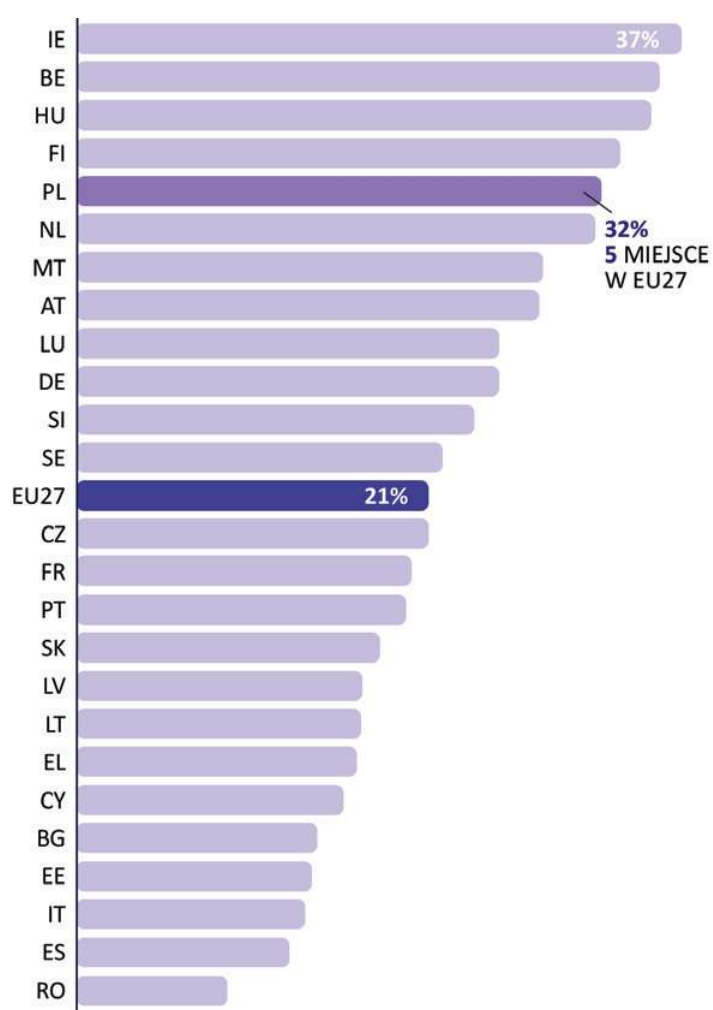
Rysunek 11B: Odległości od średniej EU27 umiejętności pracowników (2021)

B: Odległości od średniej EU27. Umiejętności cyfrowe na ponadpodstawowym poziomie wśród pracowników ICT, non-ICT i fizycznych (2021)

Źródło: Eurostat. (Digital Skills)



32%
POLSKICH PRZEDSIĘBIORSTW
PRZEMYSŁOWYCH
ZATRUDNIA SPECJALISTÓW ICT



Rysunek 11C: Zatrudnienie specjalistów ICT przez przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym (2022)

C: Zatrudnienie specjalistów ICT w przedsiębiorstwach zajmujących się przetwórstwem przemysłowym (2022).

Źródło: Eurostat. (Enterprises employ ICT specialists)



D: Odsetek przedsiębiorstw zajmujących się przetwórstwem przemysłowym zapewniających szkolenia rozwijające kompetencje cyfrowe pracowników (2022)

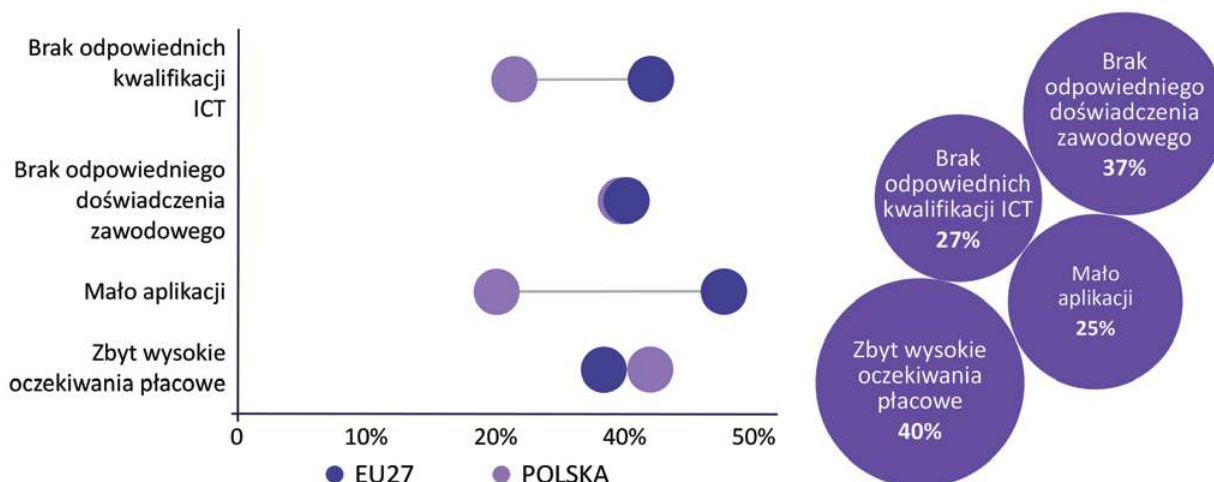
Średnia EU27: **11%**
Miejsce Polski: **12**

E: Przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem przemysłowym zapewniające szkolenia dla specjalistów ICT/IT w celu rozwijania ich umiejętności ICT (2022)

A large group of stylized human figures arranged in a circular pattern, representing a community or network. The figures are small, dark blue, and simplified in design, with some standing and some sitting. They are arranged in a circular pattern, with some figures in the center and others on the periphery, creating a sense of a large, organized group.

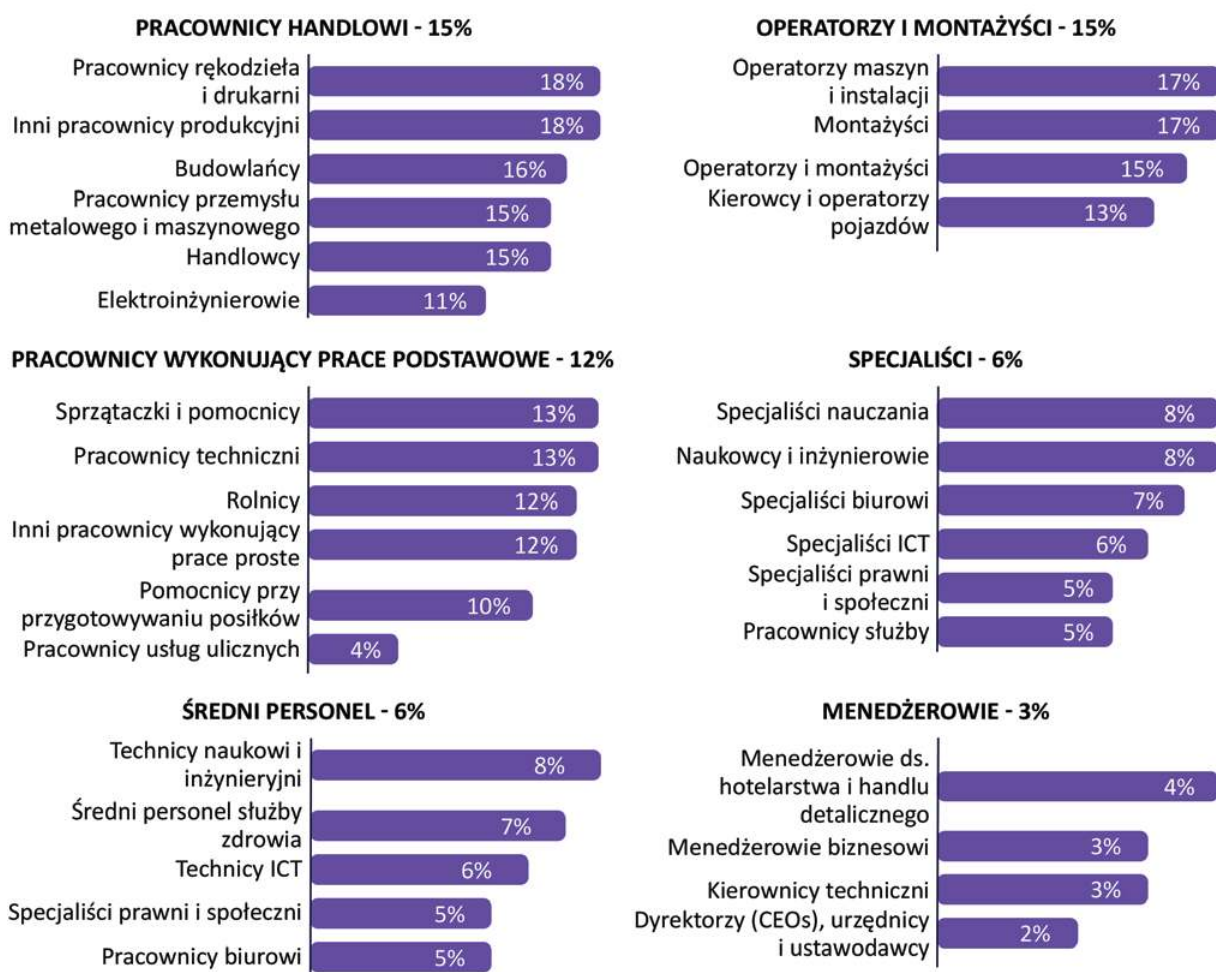
23%

POLSKICH PRZEDSIĘBIORSTW PRZEMYSŁOWYCH
ZAPEWNIŁO SZKOLENIA WZMACNIAJĄCE
UMIEJĘTNOŚCI CYFROWE PRACOWNIKÓW

**Rysunek 11F i Rysunek 11G: Problemy związane z zatrudnieniem specjalistów ICT**

F i G: Problemy związane z zatrudnieniem specjalistów ICT w zajmujących się przetwórstwem przemysłowym – porównanie Polski i średniej krajów EU27 (2022).

Źródło: Eurostat. (Enterprises do not employ ICT specialists...)

**Rysunek 11H: Zawody o wysokim ryzyku automatyzacji (2020)**

H: Udziały zawodów w EU27 o wysokim ryzyku automatyzacji (2020)

Źródło: Cedefop (<https://www.cedefop.europa.eu/en/tools/skills-intelligence/automation-risk-occupations#1>). Wskaźnik ryzyka automatyzacji oblicza odsetek osób pracujących w różnych zawodach, których stanowiska pracy są jednocześnie narażone na wysoki poziom automatyzacji zadań, a jednocześnie nie mają dostępu do odpowiednich szkoleń.

Szczegółowy opis wskaźnika i metodologia (rozdział 5): https://www.cedefop.europa.eu/files/automation_risk_in_the_eu_labour_market.pdf



Specyfika procesów wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0 w polskich firmach przemysłowych





1. Przebieg procesu wdrożenia determinuje gotowość cyfrowa firmy

O specyfice obecnej fazy rozwoju przemysłowego w Polsce decyduje kilka powiązanych ze sobą czynników. Przedstawiciele firm przemysłowych jednoznacznie wskazują na wyczerpanie się dotychczasowego modelu rozwoju gospodarczego w Polsce, który opierał się głównie na możliwości proponowania konkurencyjnych cen zarówno na rynku krajowym, jak i rynkach międzynarodowych dzięki niewysokim kosztom pracy oraz na bezpośrednich inwestycjach zagranicznych ulokowanych na środkowych poziomach w łańcuchu wartości dodanej. Innymi słowy, inwestowano głównie w te obszary produkcji, które generowały niską wartość dodaną, a jednocześnie wymagają dużych nakładów pracy ludzkiej. Wzrost aspiracji płacowych sprawia, że polskie firmy nie są w stanie zapewniać stosunkowo niskich cen za swoje produkty i usługi.

Obecnie firmy muszą zacząć szukać nowych źródeł rentowności oraz nastawić się na budowanie przewag konkurencyjnych w większym stopniu w oparciu o wysoką jakość oferowanych produktów i usług, a nie tylko ich cenę. Takie możliwości oferuje automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych wsparta cyfryzacją procesów administracyjnych i biznesowych.

Obecnie jedynym sposobem konkurowania i dostarczania na światowym rynku jest możliwość oferowania różnorodnych produktów. Istotne znaczenie ma przy tym możliwość produkowania w dużych seriach, aby możliwe było zastosowanie robotyzacji i automatyzacji. (D1)

Wśród zbadanych firm przemysłowych dominowały dwie motywacje do wdrażania nowych technologii cyfrowych: reakcja na malejącą dostępność pracowników (patrz p. 3) oraz dążenie do podtrzymania i rozbudowania przewagi konkurencyjnej na rynku w oparciu o **wysoką jakość produktu i jego powtarzalność/przewidywalność**. Firmy dążyły do uniknięcia strat wizerunkowych wynikających z sytuacji, gdy klient/odbiorca końcowy otrzymuje produkt niskiej jakości. Z tej perspektywy zwłaszcza automatyzacja i robotyzacja zwiększają precyzję produkcji oraz jakość wykonywanych detali.

Rynek jest coraz bardziej wybredny, musimy produkować szybciej, taniej, wyższej jakości, w krótszych seriach, z wysoką dostępnością, często też z dużymi opcjami personalizacji. Jest to niemożliwe bez wsparcia rozwiązań cyfrowych. (D3)

Rosnąca niepewność i zmienność otoczenia zewnętrznego, uwypuklone przez pandemię koronawirusa

i wojnę w Ukrainie, uwypukliły również kwestie **elastyczności**: cena przestała być jedynym wyznacznikiem konkurencyjności firmy, coraz większe znaczenie zyskuje umiejętność przystosowywania się do zmieniających się w sposób nieprzewidywalny warunków i utrzymanie ciągłości produkcji mimo kruchych sieci dostaw. W sukces firmom przysługują wówczas szczególnie systemy automatycznego planowania produkcji i dostaw. Systemy typu ERP, MES czy CRM przynoszą firmom przełomowe korzyści w wielu aspektach funkcjonowania.

MES (*Manufacturing Execution System*) skupia się na zarządzaniu produkcją w czasie rzeczywistym i optymalizacji procesów produkcyjnych (obejmuje monitorowanie produkcji w czasie rzeczywistym, śledzenie operacji, zbieranie danych dotyczących wydajności, jakości i zgodności, harmonogramowanie produkcji, zarządzanie zasobami produkcyjnymi i kontrolę produkcji), podczas gdy ERP (*Enterprise Resource Planning*) obejmuje szerszy zakres funkcji biznesowych i służy do zarządzania całym przedsiębiorstwem (zarządzanie finansami, zasobami ludzkimi, magazynem, sprzedażą, zamówieniami, obsługą klienta), zaś CRM (*Customer Relationship Management*), skupia się na zarządzaniu relacjami z klientami. Te trzy systemy mają swoje unikalne cechy i mogą uzupełniać się nawzajem, aby zapewnić kompleksowe zarządzanie operacjami przedsiębiorstwa, w celu integracji i wymiany danych dotyczących produkcji, jakości, harmonogramowania i zasobów. Integracja ta pozwala na lepszą koordynację między produkcją a innymi obszarami biznesowymi i administracyjnymi przedsiębiorstwa, umożliwiając pełniejszy przepływ danych i optymalizację procesów. Pełna integracja systemów i danych prowadzi do integracji poziomej i pionowej procesów i jest jednym z kluczowych obszarów w budowaniu wysokiej dojrzałości cyfrowej.

Dzięki zastosowaniu systemów informatycznych, firmy stały się bardziej odporne na niesprzyjające warunki. Mogą szybko reagować na zmieniającą się sytuację, ponieważ informacje o zewnętrznym świecie są automatycznie przekazywane do systemu. Na przykład, system może pokazać możliwy termin realizacji lub dostawy danego materiału, a także zarządzać zasobami na hali, uwzględniając aktualnie dostępne zasoby. To wszystko dzieje się automatycznie, eliminując konieczność długich narad i planowania. Hala produkcyjna może dynamicznie dostosowywać się do sytuacji i podejmować odpowiednie decyzje. (D7)

Firmy przemysłowe zwracały również uwagę na to, że wprowadzanie systemów cyfrowych zarówno w obszarze administracji, jak i produkcji prowadzi do

spadku kosztów funkcjonowania. Na przykład, monitorowanie procesu zakupowego pozwala wykryć błędy i niezgodności, które mogłyby prowadzić do opóźnień i dodatkowych kosztów. Nowoczesne systemy umożliwiają również konserwację predykcyjną, w której wykorzystuje się analizę danych i techniki prognostyczne do przewidywania potencjalnych awarii lub usterek w maszynach i urządzeniach. Dzięki temu możliwe jest planowanie i wykonanie konserwacji lub napraw z wyprzedzeniem, aby minimalizować przestój maszyn oraz koszty związane z naprawami. Rosnące ceny surowców, w tym energii i kosztów pracy, prowadzą do obniżenia marży i zachęcają do poszukiwania oszczędności poprzez zmianę struktury produkcyjnej i wykorzystanie potencjału dającego datafikację procesu produkcji. Istotne znaczenie ma również dążenie do optymalizacji zużycia energii poprzez wprowadzanie inteligentnych systemów w budynkach. Z przeprowadzonego badania wynika, że niektóre firmy zdecydowały się na wdrożenie systemów MES lub nowoczesnych i intuicyjnych systemów ERP z powyższych powodów.

Co ciekawe, w wypowiedziach przedstawicieli zbadanych firm produkcyjnych rzadko pojawiał się bezpośredni motyw zwiększania wydajności i produktywności. Warto podkreślić, że były to firmy aktywnie wdrażające technologie cyfrowe i mające już różnorodne doświadczenia w tym obszarze. Jednocześnie były to firmy, które przeszły przez proces identyfikacji własnych potrzeb rozwojowych i dostrzegające konieczność wprowadzania zmian w celu przekroczenia granic wzrostu. „Są to klienci, którzy zrozumieli, że bez digitalizacji nie będą w stanie optymalizować produkcji, że osiągnęli szklany sufit i dalej już nie pójdą” (D4).

Często przekonanie, że lepsze jest wrogiem dobrego, powoduje opór przed wprowadzaniem nowych rozwiązań. Czasem jednak pojawia się uwarunkowanie zewnętrzne, które uniemożliwia kontynuowanie działalności w dotychczasowy sposób. (D13)

Z doświadczeń dostawców technologii cyfrowych wynika jednak, że niewiele polskich firm wykazuje wystarczającą gotowość do wprowadzania zaawansowanych rozwiązań. Jak zauważył jeden z rozmówców, „w Polsce chcemy budować Przemysł 4.0 zanim zbudowaliśmy Przemysł 1.0, 2.0 czy 3.0” (D5). Nierzadko firmy przemysłowe decydują się na wdrażanie technologii podążając za swoistymi modami, nie biorąc pod uwagę rzeczywistych możliwości ich wykorzystania w swoim cyklu produkcyjnym.

Wielu ludzi często entuzjastycznie podchodzi do Przemysłu 4.0, starając się wprowadzić te

technologie do swoich firm, czasem nawet na siłę. Później przychodzi rozczarowanie, gdy te rozwiązania nie działają zgodnie z oczekiwaniami. Tymczasem to nie jest magiczna różdżka, która sama z siebie przyniesie sukces. Te technologie są jedynie dodatkowym narzędziem, które wymaga odpowiedniej bazy i infrastruktury, aby móc efektywnie działać. (D5)

Wdrożenie nowych technologii cyfrowych wymaga podjęcia dużego wysiłku organizacyjnego: uporządkowania lub zmiany procesów produkcyjnych, przeszkolenia załogi, czasami również zmiany strategii biznesowej. Jednak najważniejszym uwarunkowaniem transformacji cyfrowej jest tzw. jakość kapitału ludzkiego: kompetencje pracowników, wiedza i chęć wprowadzania zmian po stronie zarządu.

Nasza technologia jest innowacyjna i wymaga znaczącego zaangażowania ze strony klienta. Aby ją wdrożyć, potrzebne są odpowiednie zasoby inwestycyjne, odwaga i umiejętności implementacyjne. (D2)

Kluczowe znaczenie mają również dostępne zasoby finansowe oraz materialne zasoby w postaci infrastruktury internetowej, przede wszystkim jednak liczy się dobrze zidentyfikowany powód wprowadzania technologii – biznesowe uzasadnienie dla wdrożenia pod kątem potrzeb firmy. Wiele firm nie dostrzega potrzeby wprowadzania zmian w modelu operacyjnym, kierując się krótkowzrocznym przekonaniem, że obecny model musi być dobry, skoro gwarantował firmie przetrwanie na przestrzeni ostatnich trzech dekad. Paradoksalnie, jeśli taka firma zdecyduje się na wdrożenie technologii, często stawia wygórowane oczekiwania w zakresie szybkiego i wysokiego zwrotu z inwestycji. Ponieważ jednak niechętnie inwestuje w rozwiązania umożliwiające pełne wykorzystanie tej technologii (np. dostosowywanie systemu do zmieniających się potrzeb, dostosowanie innych procesów w firmie pod kątem nowych systemów) oraz zakłada zbyt niski koszt związany z utrzymaniem systemu, efektem jest nierzadko nie tylko rozczarowanie, ale nawet zarzucanie już wdrożonych technologii.

Jednocześnie przedstawiciele firm dostarczających rozwiązania technologiczne podkreślali, że z ich perspektywy sposób, w jaki koncepcja Przemysłu 4.0 jest opisywana w mediach, przez firmy doradcze i instytucje publiczne może w istocie ograniczać skłonność do podejmowania wysiłku modernizacyjnego. Złazszcza małym firmom wdrożenie nowych technologii cyfrowych jawi się jako kosztowny i czasochłonny proces, wymagający zaawansowanych kompetencji cyfrowych po stronie pracowników produkcji oraz kadry menedżerskiej. Firmy często nie są w stanie



przekładać abstrakcyjnych haseł dotyczących „digitalizacji”, „datafikacji”, „platformizacji”, „Przemysł 4.0” (czy nawet „5.0”) i wykorzystania AI na codzienną praktykę produkcyjną. Nie rozumieją również konieczności radykalnego przearanżowania procesów i organizacji, które są postrzegane jako nieodłączna część koncepcji „inteligentnej fabryki” i związanej z nią udanej transformacji cyfrowej.

Dla części firm Przemysł 4.0 jest swoistym imperatywem – mają one poczucie, że bez wprowadzenia systemów cyfrowych i robotyzacji/automatyzacji ich firma pozostanie w tyle. Nie wiąże się to jednak z podejściem strategicznym. W rezultacie wdrożenia przeprowadzane są w sposób mało systematyczny i niewpisujący się w strategię biznesową firmy, co powoduje ich zarzucanie w momencie, gdy nie przynoszą one szybkich i solidnych zysków. Paradoksem wdrożeń technologii cyfrowych jest często występujący wzrost jakości produktu przy jednoczesnym spadku wydajności, co powoduje rozczarowanie klienta oczekującego szybkiego i mierzalnego zwrotu z inwestycji.

2. Skalę procesu robotyzacji i automatyzacji linii produkcyjnych determinuje specyfika polskiego przemysłu

Dane ilościowe pokazują **niski poziom robotyzacji w polskich firmach**. Tymczasem robotyzacja i automatyzacja przynoszą firmom wiele korzyści. Roboty odciążają pracowników od niebezpiecznych i/lub rutynowych, nużących czynności, umożliwiając im skupienie się na bardziej wartościowych działaniach. Jednocześnie robotyzacja przyczynia się do zwiększenia precyzji wykonania oraz niezawodności procesów, co przekłada się na lepszą jakość produktu, a w konsekwencji – zadowolenie klientów i lepsze wyniki sprzedaży.

Korzyści te są jednak zależne od szeregu czynników, z których decydujące znaczenie ma powtarzalność procesu produkcyjnego w ramach dużych serii. Integratorzy rozwiązań robotycznych wspominali, że często stawiają czoła niezadowoleniu klientów, którzy po wdrożeniu nie dostrzegają wyraźnego związku wydajności produkcji, ponieważ konieczność przebrania lub przeprogramowania robota wydłuża czas wykonywania czynności produkcyjnych. **Nie w każdej firmie implementacja rozwiązania robotycznego przełoży się na wzrost wydajności.** Dotyczy to zwłaszcza firm, które produkują krótkie serie produktów o wysokim poziomie personalizacji. Niejednokrotnie firmy przekonują się, że bardziej opłacalne jest korzystanie z parku maszynowego zewnętrznych kontrahentów.

Specjalizujemy się w produkcji „high mix, low volume”, co oznacza dużą różnorodność asortymentu i krótkie, niewielkie zamówienia. Stosowane przez nas technologie nie są łatwe do automatyzacji, co determinuje charakter transformacji cyfrowej w naszej firmie. (P10)

W przypadku małych i średnich firm część procesów może zostać zautomatyzowana przy wykorzystaniu systemów i maszyn, w tym również prostych w obsłudze robotów. Dla średnich firm, w których istnieje większa złożoność procesów, coraz większego znaczenia nabiera wprowadzenie systemów ERP i MES.

Analizując nasze obserwacje z ostatnich kilku lat, doszliśmy do wniosku, że lepiej inwestować w systemy. Robotyzacja jest ostatnim elementem rozważanym, zwłaszcza jeśli nie mamy dużych serii produkcji. W przypadku produkcji jednostkowej, na przykład przy maszynach dostosowanych do konkretnego projektu, koszt przestawienia może być porównywalny do czasu potrzebnego na wykonanie wszystkich pozostałych operacji obróbki. Lepiej korzystać z usług innych firm, które mają już odpowiedni park maszynowy. (P9)

Specyfikę produkcji w polskich firmach determinuje ich ułożenie w międzynarodowych łańcuchach wartości. Polskie firmy przemysłowe specjalizują się w produkcji krótkich serii, lokując się na średnich pozycjach w łańcuchu wartości. Zarówno projektowanie, jak i sprzedaż produktu końcowego są ułożone poza granicami Polski. Rzadko zdarza się, by cały cykl produkcyjny był wykonywany przez polskie firmy w oparciu o polską myśl technologiczną. Produkcja krótkoseryjna znacznie trudniej poddaje się automatyzacji i robotyzacji: sam proces podlega ciągłym zmianom, a koszt i czas przebrania urządzeń między poszczególnymi partiami produkcji obniża jego wydajność. Proces wymaga też większych nakładów siły roboczej, a praca często odbywa się w trudnych lub nawet szkodliwych dla zdrowia warunkach.

W rezultacie **polskie firmy częściej robotyzują pojedyncze wycinki procesu produkcyjnego**, integrując nowoczesne roboty ze zautomatyzowanymi liniami produkcyjnymi lub z pracą wykonywaną ręcznie i wdrażając systemy do zarządzania produkcją, które pozwalają na łączenie starszych rozwiązań technologicznych z najnowszymi technologiami. Rzadziej też decydują się na wprowadzanie holistycznych rozwiązań w rodzaju inteligentnej fabryki. Tymczasem firmy zachodnie skupiają się na produkcji wielkoseryjnej, znacznie lepiej poddającej się automatyzacji i robotyzacji i wymagającej mniejszych nakładów siły roboczej, do której jest coraz trudniejszy dostęp ze względu na rosnące koszty pracy i wzrost aspiracji społecznych.

Kraje takie jak Niemcy czy Francja preferują robotyzację i produkcję powtarzalnych serii, natomiast Polska specjalizuje się w produkcji cięższych serii, które są trudniejsze do zautomatyzowania. Ten opór w zakładach produkcyjnych wobec wprowadzania nowych technologii i robotyzacji nie wynika tylko z braku wiedzy pracowników, ale również z faktu, że Polska otrzymuje zamówienia na mniej powtarzalne serie, które są przekazywane przez inne kraje, skupiające się na produkcji masowej i powtarzalnej. Kraje te mają świadomość techniczną, że produkcja powtarzalna jest łatwiejsza, prostsza i tańsza, co w efekcie pozwala im płać wyższe wynagrodzenia pracownikom. Polska z kolei jest określana jako „spawalnica Europy”, co oznacza, że specjalizujemy się w bardziej złożonych i nietypowych produkcjach. (D11)

Jednocześnie przedstawiciele firm przemysłowych ubolewali nad niskim, ich zdaniem, poziomem patriotyzmu gospodarczego, polegającego na wspieraniu polskiej myśli technologicznej, polskich produktów i polskich firm w konkurencji na rynku krajowym i rynkach międzynarodowych.

Tworzenie czegoś od podstaw, opracowywanie własnych pomysłów, budowanie zespołu oraz skuteczne promowanie i wdrożenie tego produktu – to jest coś, w czym nieco nam brakuje umiejętności. Niewielka świadomość istnienia naszych produktów oraz korzyści wynikających z ich zakupu w Polsce jest problemem zarówno na rynku krajowym, jak i zagranicznym. Niewiele osób zdaje sobie sprawę, że nasza działalność przyczynia się do rozwoju gospodarczego kraju, generuje miejsca pracy i wpływy podatkowe, a także wspiera wzrost polskich firm. W trakcie rozmów z innymi przedsiębiorstwami wyrażaliśmy nasze zaniepokojenie związane z faktem, że często decydują się oni na zakup produktów niemieckich, pomijając nasze oferty. Jest mało działań promocyjnych, które zachęcałyby do wspierania polskiej gospodarki i rozwijania lokalnych firm. (P4)

Okazjonalnie w wywiadach pojawiał się także temat blokowania zmian w polskich filiach przez zagraniczne firmy-matki, jednak rozmówcy nie byli w stanie ustalić przyczyn takiej sytuacji. Natomiast często poruszany był niedobór rodzimej myśli technologicznej, który utrudniał skupienie na etapie projektowania produktów i usług. Po stronie dostawców technologii pojawiały się natomiast głosy, że polskie firmy powinny mniej skupiać się na resentymentach pod adresem swoich zachodnich odpowiedników, a w większym stopniu próbować wykorzystać to specyficzne ułożenie w łańcuchach wartości do budowy swojej przewagi konkurencyjnej.

Potrzebujemy pomysłu na strategię polskiej gospodarki, identyfikującą naszą obecną pozycję i wskazującą, gdzie chcemy być za 5 i 10 lat. Wiele firm zachodnich przetransferowało do Polski proces spawania, które jest postrzegane jako wyjątkowo trudny i brudny proces. Nie powinniśmy się na to obrażać, lecz raczej szukać sposobów, by robotyzować stanowiska spawalnicze i szkolić pracowników, którzy będą obsługiwali te roboty, a jednocześnie negocjować sprawiedliwszy podział marży z zachodnimi kontrahentami. To powinno stać się naszą lokalną filozofią rozwoju przemysłowego. (D11)

3. Impulsem do robotyzacji i automatyzacji jest malejąca dostępność pracowników

Przeprowadzone przez nas badania **rozprawiają się z mitem robotyzacji i automatyzacji przyczyniającej się do wzrostu bezrobocia wśród pracowników firm przemysłowych**. Dla większości zbadanych firm robotyzacja i automatyzacja procesów produkcyjnych oraz cyfryzacja procesów biznesowych stanowią rozwiązania pozwalające na lepsze zarządzanie zasobami pracowniczymi w dobie kryzysu demograficznego, który skutkuje zmniejszeniem puli pracowników na rynku pracy. Na niską dostępność odpowiednio wykształconych pracowników ma również wpływ dłu-goletni kryzys w obszarze kształcenia zawodowego oraz inżynierskiego. Jeden z przedstawicieli firmy przemysłowej postawił sprawę wprost: „wygląda na to, że jako państwo zatraciliśmy umiejętność kształcenia technicznego”.

„Dziś trzeba robić wszystko, by być atrakcyjnym pracodawcą” – zauważył właściciel jednej z badanych firm przemysłowych. Rosnące aspiracje społeczne zniechęcają młodych ludzi wchodzących na rynek pracy do podejmowania pracy w zawodach wymagających nadmiernego wysiłku fizycznego, w warunkach trudnych i szkodliwych dla zdrowia (hałas, zanieczyszczenie powietrza). Młodzi pracownicy są też szczególnie niechętni do pracy zmianowej.

Zwłaszcza młodzi ludzie nie chcą zajmować się takimi monotonnymi zadaniami, jak przekładanie słoików na taśmę. Wolą, aby tego rodzaju prace wykonywał ktoś inny. Te prace są uważane za nudne, mało interesujące, męczące i szkodliwe dla kręgosłupa. Ponadto, młode pokolenie nie jest skłonne pracować na trzy zmiany. (D3)

Wysoka rotacja pracowników firm przemysłowych wynika też częściowo z niechęci do wykonywania pracy, która jest uważana za mało satysfakcjonującą



w kontekście rozwoju zawodowego i osobistego. „Chcesz zatrzymać automatyka – kup mu robota” – zwięźle wyjaśnił przedstawiciel jednej z firm integrujących rozwiązania robotyczne.

Praca w dziale utrzymania ruchu staje się coraz mniej atrakcyjna. Nasi klienci napotykają problemy z zapewnieniem odpowiedniego personelu, więc podejmują różne działania, aby temu przeciwdziałać. Jednym z trendów jest połączenie pracy związanej z utrzymaniem ruchu z projektami lub wdrażaniem innowacji. Osoby pracujące w utrzymaniu ruchu są angażowane zarówno jako wykonawcy, jak i nadzorujący zewnętrzne firmy wdrażające. Drugi trend, który obserwujemy, to próba uatrakcyjnienia pracy poprzez wprowadzenie nowych narzędzi i środków, takich jak systemy do zarządzania utrzymaniem ruchu oraz wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości. Chodzi o to, aby osoby odpowiedzialne za utrzymanie parku maszynowego czy proces technologiczny miały styczność z nowoczesnymi i atrakcyjnymi technologiami. (D2)

Niektóre firmy przemysłowe nie ukrywają, że do zastąpienia pracy ludzkiej pracą maszyn w niektórych obszarach funkcjonowania firmy motywuje ich chęć zapewnienia większej stabilności operacyjnej. Z tej perspektywy **robotyzacja i automatyzacja służą zwiększaniu bezpieczeństwa i powtarzalności procesu produkcyjnego oraz uniezależnienia się od zmiennej dostępności pracowników**. „Wprowadzenie robotów może być nie tylko tańsze, ale także bardziej przewidywalne, szczególnie w kontekście pandemii i innych kryzysów” (D8).

Robotyzacja, automatyzacja i cyfryzacja na ogół nie pociągają za sobą zwolnień pracowników, wywołują natomiast **restrukturyzację zatrudnienia** w ramach danego zakładu produkcyjnego. Osoby wykonujące czynności powtarzalne i rutynowe są oddelegowywane do innych zadań, które wymagają niekiedy większej lub mniejszej zmiany kwalifikacji lub podniesienia kompetencji. Pracownicy są przenoszeni na inne stanowiska, które są mniej „brudne, trudne i niebezpieczne”, gdzie otrzymują zadania związane z nadzorem maszyn i systemów; „maszyna wykonuje rozkazy, a człowiek staje się nadzorcą, zarządcą parku maszynowego” (D13).

Na palcach jednej ręki można policzyć sytuacje, w których wprowadzenie automatyzacji czy robotyzacji powodowało, że w danym zakładzie produkcyjnym mało zatrudnienie. Na ogół ci pracownicy są delegowani do innych zadań, do innych obszarów, które jeszcze nie zostały zautomatyzowane albo z jakichś względów na ten moment nie będą zautomatyzowane. (D2)

Taka restrukturyzacja zatrudnienia pozwala na uniknięcie utraty miejsc pracy w wyniku automatyzacji oraz umożliwia ciągłe doskonalenie umiejętności pracowników i dostosowywanie ich do zmieniających się wymagań rynku. Wdrożenie nowych technologii staje się korzyścią zarówno dla firm, jak i pracowników, którzy zyskują nowe możliwości rozwoju zawodowego i podnoszenia swoich kwalifikacji. Roboty i zautomatyzowane systemy przejmują zadania wykonywane w warunkach szkodliwych dla zdrowia, ciężkich fizycznie lub nużących psychicznie. Jeden z naszych respondentów trafnie zauważył, że zwłaszcza robotyzacja sprawia, że **praca w zakładach produkcyjnych staje się bardziej „humanitarna”**. Według menedżera jednej ze zbadanych firm, pracownicy szybko pojmują, że priorytetem powinno być „pracuj mądrzej, a nie ciężiej” (P2), a cyfryzacja bardzo to ułatwia.

4. Warunkiem udanej transformacji cyfrowej jest zmiana kultury organizacyjnej

W procesie transformacji cyfrowej, również takiej, której efektem ma być realizacja wizji Przemysłu 4.0, kluczowe znaczenie ma **kultura organizacyjna charakteryzująca się otwartością na zmianę** i gotowością do eksperymentowania, podejmowania ryzyka i działania nakierowanego na osiągnięcie niewymierzonych korzyści. Firmy, które są otwarte na innowację, łatwiej osiągają przewagę nad konkurencją i rozwijają się szybciej. Liderzy w dojrzałych organizacjach budują kulturę organizacyjną, która jest otwarta, komunikatywna i promuje współpracę między zespołami. Otwartość dotyczy również podchodzenia do porażek i uczenia się na błędach. Interdyscyplinarne zespoły otrzymują uprawnienia do zarządzania zasobami w ramach krótkoterminowych i długoterminowych zadań oraz projektów. Tworzenie zespołów odbywa się w elastyczny i zwinny sposób, umożliwiający szybką reakcję na bieżące problemy i wyzwania. Ponadto, organizacje te budują wspólną bazę wiedzy, co pozwala na wyciąganie wniosków z doświadczeń i kontynuowanie rozwoju opartego na zdobytej wiedzy.

Przedstawiciele zbadanych firm wskazują na kilka czynników, które hamują innowacyjność i utrudniają wprowadzanie nowych rozwiązań technologicznych. Po pierwsze, inwestycje w nowoczesne technologie, badania i rozwój oraz szkolenia pracowników wymagają nakładów finansowych, które nie zawsze są dostępne dla polskich firm, zwłaszcza tych mniejszych. Brak wystarczających środków może ograniczać możliwość zakupu nowoczesnego sprzętu, licencji na oprogramowanie czy zatrudniania specjalistów w danej dziedzinie. Ograniczone zasoby ludzkie prowadzą do problemów z zastąpieniem pracowników

uczestniczących w szkoleniu. W rezultacie polskie firmy często preferują utrzymanie stabilności i utrzymywanie obecnych praktyk biznesowych – są mało skłonne do zmiany i podejmowania przedsięwzięć, które wiążą się z większym ryzykiem. Ważnym czynnikiem jest również niedostatek kompetencji menedżerskich. Wdrożenie nowych technologii wymaga odpowiedniej wiedzy i umiejętności zarządzania projektami, ryzykiem oraz zmianami organizacyjnymi.

Nie sposób przeprowadzić skutecznego procesu cyfrowej transformacji bez trudności. To, w jaki sposób firma radzi sobie z tymi wyzwaniami, pokazuje jej gotowość i determinację do osiągnięcia sukcesu. Nieprawdziwe jest przekonanie, że istnieje firma, która odnosi wyłącznie sukcesy we wdrażaniu nowych technologii. Ważne jest, aby być świadomym faktu, że nie wszystko zawsze pójdzie zgodnie z planem. Należy być gotowym na ewentualne niepowodzenia, ponieważ są one nieodłączną częścią procesu. Ważne jest, aby się uczyć na błędach, nie zwalniać pracowników, którym coś się nie udało, i być gotowym na inwestowanie w szkolenia. Dopiero wtedy można być gotowym do stałego rozwoju firmy, wprowadzania nowych technologii cyklicznie, z roku na rok i z kwartału na kwartał. (D4)

W firmach nastawionych na transformację cyfrową kultura organizacyjna staje się bardziej zdecentralizowana, oparta na delegacji zadań i otwarta na eksperymentowanie.

Dajemy sobie przestrzeń na popełnianie błędów. Nie obawiamy się ich, nie chowamy ich pod dywan. Jest to swojego rodzaju samoregulujący się mechanizm, który powoduje, że ludzie poczuwają się do brania pod lupę ukrytych problemów. Identyfikujemy ich źródło, a następnie poszukujemy rozwiązań, wprowadzamy je, testujemy i w końcu docieramy do takich, które sprawdzają się doskonale. (P10)

Wprowadzenie nowych systemów i urządzeń cyfrowych nie jest cudownym rozwiązaniem, które automatycznie podnosi wydajność i konkurencyjność przedsiębiorstwa. Transformacja cyfrowa wymaga już na samym początku uporządkowania procesów w firmie, a w dalszym etapie niesie za sobą konieczność wprowadzenia szeregu zmian organizacyjnych.

Jeżeli na samym początku projektu mamy jasno określone potrzeby lub konkretny cel końcowy, to istnieje większa szansa na sukces i pomyślne zrealizowanie projektu. Czasami jednak zdarza się, że klient nie jest w pełni świadomy tego, czego dokładnie potrzebuje, ale ma jasno określony

zamierzony rezultat. W takich sytuacjach może być trudniej osiągnąć powodzenie projektu, ponieważ brakuje jasnych wytycznych co do sposobu realizacji czy kosztów związanych z tym projektem. W takich przypadkach projekty często nie dochodzą do skutku. (D16)

Dla wielu firm konieczność porządkowania procesów administracyjnych, biznesowych czy produkcyjnych urasta do rangi wielkiego przedsięwzięcia, które – jak to ujął jeden z przedstawicieli firm dostarczających rozwiązania – sprawia, że „z rozmaitych szaf zaczynają wypadać trupy” (D7). Innymi słowy, na jaw wychodzą rozmaite problemy, które dotychczas były zamaskowane lub nie były uważane za istotne. Inny dostawca technologii stwierdził, że klienci często podchodzą do wdrożeń technologii cyfrowych jak do magicznego rozwiązania dla wszystkich trudności organizacyjnych i procesowych. Tymczasem wdrożenie systemów cyfrowych to znacznie więcej niż tylko zastosowanie narzędzia technologicznego: wymaga zidentyfikowania zasobów, analizy bieżących procesów i potencjalnych barier oraz przygotowania odpowiednich strategii. „Jeśli nie wykonamy odpowiednich przygotowań, po nałożeniu narzędzia cyfrowego na **problemy procesowe, te zamienią się w systemowe**, i firma znajdzie się w gorszej sytuacji niż na wejściu” (D4).

5. Polskie firmy przemysłowe nie wykorzystują potencjału danych

W gospodarce cyfrowej dane stają się niezwykle cennym zasobem, który pozwala na podejmowanie decyzji opartych na faktach, identyfikowanie obszarów do doskonalenia oraz tworzenie bardziej efektywnych i elastycznych procesów. W przypadku polskich firm głównym wyzwaniem jest ich niewystarczający poziom datafikacji, czyli brak umiejętności w zakresie zbierania, analizowania i wykorzystywania danych generowanych w codziennej działalności firm oraz pozyskiwanych z otoczenia. Przedsiębiorstwa zazwyczaj nie dostrzegają konieczności monitorowania nawet najbardziej podstawowych parametrów dotyczących cykli produkcyjnych i oceny wydajności poszczególnych procesów, polegając raczej na wieloletnim doświadczeniu i intuicji niż na analizie danych.

Często okazuje się, że w firmach, z którymi zaczynamy współpracę, nikt nie jest w stanie policzyć rzeczywistej produktywności. Często posiadamy pewne informacje na temat czasu i wydajności pracowników, czasami otrzymujemy od firm raporty dotyczące ilości przerobionego materiału na danym oddziale. Jednak trudno jest jednoznacznie stwierdzić, czy ta produktywność mieści się w pożądanym zakresie czy też nie. Dopiero po



pewnym czasie działania systemu otrzymujemy rzeczywiste informacje, które możemy porównać z raportami dotyczącymi ilości pracy wykonanej przez poszczególnych pracowników w określonym czasie. (D10)

Wywiady przeprowadzone z dostawcami wskazały, że przedsiębiorcy często mają zawyżone oczekiwania w stosunku do procesu cyfryzacji, zakładając, że rozwiąże on wszystkie problemy w firmie. Tymczasem wdrożenie złożonego systemu cyfrowego w warunkach braku wiedzy na temat podstawowych wskaźników wydajności oraz nieuporządkowanych procesów biznesowych i produkcyjnych może przynieść skutki przeciwne do zamierzonych:

Jeżeli mamy problemy procesowe i nałożymy na to system, to zamienimy problemy procesowe w systemowe, które często jest jeszcze trudniej wykorzystać z uwagi na to, że jest obciążone tą warstwą technologii, potem trzeba jeszcze inwestować, żeby to zmieniać. Więc jedną korzyścią wdrożenia cyfryzacji jest często standaryzacja. (D4)

Z tej perspektywy kluczowym czynnikiem udanej transformacji cyfrowej jest zrozumienie znaczenia danych w organizacji oraz inwestycje w umiejętności pracowników pozwalające wykorzystać ten potencjał danych. Jeden z naszych rozmówców przyrównał ten proces do karmienia smoka, żeby ział ogniem: tylko te firmy, które nadadzą priorytet datafikacji, będą w stanie wykorzystać potencjał cyfryzacji. Z tej perspektywy kluczowe znaczenie w procesie wdrożenia ma dbałość o higienę danych.

Naszym największym wyzwaniem było wprowadzanie danych przez ludzi. Jednak tam, gdzie było to możliwe, wyeliminowaliśmy czynnik ludzki i zaczęliśmy gromadzić dane bezpośrednio z maszyn. Przez długi czas pracowaliśmy nad świadomością pracowników na temat znaczenia higieny danych. (P11)

6. Polskie firmy przemysłowe nie wykorzystują metodologii szacowania opłacalności inwestycji w technologie cyfrowe

Proces wdrożeń utrudnia fakt, że **polskie firmy rzadko korzystają z metodologii służących do oszacowania opłacalności wdrożenia nowych technologii**. Zwykle takie wyliczenia są dokonywane przez dostawców technologii, które nierzadko zapewniają firmom przemysłowym wsparcie konsultingowe w ramach własnej działalności lub za pośrednictwem zaufanych

partnerów. Wsparcie konsultingowe rozpoczyna się najczęściej od opomiarowania podstawowych procesów produkcyjnych w celu oszacowania możliwych zysków w zakresie produktywności. Dostawcy technologii prezentują również zainteresowanym klientom przypadki udanych zastosowań swoich rozwiązań w polskich warunkach produkcyjnych.

Dostawcy technologii są zgodni co do tego, że firmy na ogół łatwiej jest przekonać do wdrożenia robotyzacji/automatyzacji linii produkcyjnych niż wprowadzenia cyfrowego systemu planowania i zarządzania pracą czy łańcuchami dostaw. Dodatkowo, wdrożenia systemów informatycznych zawsze niosą pewne ryzyko i mogą być trudne do uzasadnienia pod względem opłacalności.

Zazwyczaj łatwiej jest uzasadnić wprowadzenie robota, ponieważ można konkretnie zmierzyć jego wydajność, zwrot z inwestycji i inne namacalne wskaźniki. Można przeprowadzić dowód koncepcji, obliczyć te wartości i przedstawić je decydentom. Natomiast trudniej jest przeformułować zmianę procesową wspieraną przez system informatyczny, ponieważ samo narzędzie nie gwarantuje osiągnięcia pożądanego efektu. Wymaga to zaangażowania ludzi, odpowiednich narzędzi oraz dostosowania procesów. (D4)

Główne pytanie, które się pojawia, dotyczy opłacalności takiej inwestycji. Osoby odpowiedzialne za zakup robota muszą wziąć na siebie odpowiedzialność za osiągnięcie zwrotu z inwestycji. Podjęcie decyzji o alokacji budżetu na zakup robota wiąże się z konkretnymi zobowiązaniami wobec właścicieli firmy, zarządu lub osób odpowiedzialnych za finanse. Naszym zadaniem jest przekonywanie naszych partnerów, że taka inwestycja będzie opłacalna i spełni ich oczekiwania. (D9)

Niektórzy dostawcy lub integratorzy rozwiązań technologicznych proponują własne modele oceny efektywności wdrożeń. Firma Astor proponuje wskaźnik Indeks Technologiczny ASTOR (ITA) mierzący relację nakładów na kapitał technologiczny do wydatków na siłę roboczą w kapitale produkcyjnym przedsiębiorstwa (<https://www.astor.com.pl/biznes-i-produkcja/kapital-technologiczny-przedsiębiorstwa-i-wskaznik-ita/>). Firma Robotpol upowszechnia np. indeks produktywności robota (robot productivity index, RPI), który pozwala określić stosunek liczby detali wyprodukowanych przez robota do liczby detali wyprodukowanych w tym samym czasie przez spawacza.

Trudność oceny opłacalności wdrożenia wynika nie tylko z niskiego poziomu opomiarowania systemu produkcyjnego. Faktem jest, że wdrożenia nowych

technologii cyfrowych najczęściej nie przekładają się na szybkie i łatwe do zaobserwowania wzrosty wydajności czy wymierne korzyści finansowe. Transformacja cyfrowa to znacznie więcej niż tylko wprowadzanie technologii. Chociaż implementacja rozwiązań technologicznych jest istotna, nie jest to wystarczający warunek. Transformacja cyfrowa to kompleksowa zmiana sposobu myślenia, działania, zarządzania i organizacji pracy. Samo przeprowadzenie projektów wdrożeniowych, nawet innowacyjnych i udanych, nie gwarantuje automatycznego przekształcenia funkcjonowania firmy. Kluczowe znaczenie mają zmiany w procesach (zarówno integracja pozioma, jak i pionowa) oraz w organizacji (względem przywództwa, strategii, struktury, rozwoju talentów, kształtowania kompetencji przyszłości, nowych form współpracy i kultury organizacyjnej). Transformacja cyfrowa powinna być traktowana jako proces, a nie jako cel sam w sobie. Wymaga elastycznego podejścia, które uwzględni dynamiczny charakter postępu technologicznego, zamiast stosowania podejścia statycznego, które sprawdziło się na wcześniejszych etapach rozwoju technologicznego. Transformacja cyfrowa nie gwarantuje również wzrostu sprzedaży czy udziału w rynku, zwłaszcza gdy zbiega się w czasie z kryzysem gospodarczym. Cyfryzacja przynosi korzyści bardziej rozproszone, długofalowe i jakościowe w zakresie stabilności funkcjonowania firmy, standardów pracy oraz pozycji firmy w otoczeniu.

Jednym z głównych wyzwań jest właściwe zrozumienie przez firmy w jaki sposób informacja może generować wartość i przyczyniać się do budowy przewagi konkurencyjnej. Jeśli ktoś nie jest w stanie tego zrozumieć lub nie potrafi tego oszacować, trudno jest go przekonać do zainwestowania konkretnych środków finansowych. (D7)

Cyfrowe systemy poprawiają jakość produktu i jego powtarzalność, a zatem korzystnie wpływają na wizerunek firmy w oczach klientów. Poprawie ulegają warunki pracy, co ogranicza niechcianą rotację pracowników. Systemy te pozwalają także na lepsze planowanie w warunkach niemożliwych do przewidzenia kryzysów, takich jak pandemia czy wojna, które przyczyniają się do kruchości sieci dostaw.

Obecnie systemy informatyczne są nieodzowne do efektywnej pracy. Gdy mamy do czynienia z dużą liczbą zleceń, człowiek nie byłby w stanie tego wszystkiego ogarnąć. Dlatego istotne jest posiadanie odpowiedniego systemu, który automatycznie przeliczy i monitoruje wszystkie dane, sprawdzi stan magazynu i uruchomi odpowiednie zlecenia. Dzięki temu możliwe jest bardziej efektywne zarządzanie i kontrola procesów. (P9)

Dostawcy technologii często przywoływali jako analogię dla imperatywu cyfryzacji opłacalność ubezpieczeń – nie przekładają się one na zyski, ale stanowią niezbędny warunek funkcjonowania firm w warunkach niestabilnego otoczenia zewnętrznego.

Wdrażane przez nas rozwiązania nie zarabiają w prosty sposób. Nie wprowadzamy dodatkowego strumienia pieniędzy. **Nie budujemy budki sprzedającej hot dogi.** Rozwiązania te najczęściej przyczyniają się do ograniczenia kosztów – np. redukcji czasu poświęcanego na wykonanie danego zadania – ale nie jest łatwo wykazać, w jaki sposób ten proces zachodzi. (D1)

Wdrażanie nowych technologii może przyczynić się do poprawy efektywności i wydajności pod warunkiem uporządkowania/optimalizacji procesów biznesowych oraz wprowadzenia zmian organizacyjnych, m.in. w zakresie zarządzania kompetencjami pracowników, co może zająć więcej czasu niż sam techniczny proces wdrożenia technologii.

Wiele firm nie osiągnęło oczekiwanych korzyści z tytułu Przemysłu 4.0, co utrudnia przekonanie zarządów do podjęcia działań w tym zakresie. W naszej firmie zawsze, niezależnie od oczekiwań klientów, podejmujemy decyzje o uczestnictwie w projektach na podstawie zwrotu z inwestycji (ROI). Przed podjęciem decyzji musimy mieć pewność, że projekt będzie opłacalny. Nie angażujemy się w projekty, w których nie widzimy potencjału ROI. Mamy przywilej, że możemy sobie na to pozwolić, ale zdajemy sobie sprawę, że to ma ogromne znaczenie dla naszych klientów – żeby projekt przynosił zwrot. Takie projekty zazwyczaj szybko się zwracają, ale aby to osiągnąć, musimy najpierw zrozumieć rzeczywiste potrzeby i zidentyfikować obszary, w których system może przynieść poprawę. Sam system w sobie nie generuje wartości, nie zwiększy efektywności parku maszynowego o 5, 10 lub 20%. **Jest to narzędzie, które przy właściwym wykorzystaniu i w oparciu o właściwych ludzi może przynieść ogromne korzyści.** (D3)

7. Wdrożenia technologii cyfrowych w polskich firmach blokuje brak dostępu do finansowania

Polskie firmy przemysłowe często nie mają dostępu do wystarczającego kapitału, aby angażować się w bardziej zaawansowane lub ryzykowne wdrożenia. Jak wspomniano wyżej, decyzja o wdrożeniu z reguły jest podejmowana w oparciu o ocenę sytuacji opartą na dotychczasowym doświadczeniu i intuicji, a nie



w odniesieniu do precyzyjnych pomiarów, a główne skrzypce w procesie decyzyjnym grają osoby odpowiedzialne za zarządzanie finansami. Co najważniejsze, firmy oczekują, że inwestycja zwróci się w ciągu dwóch lub najwyżej trzech lat.

Na podstawie naszych doświadczeń można stwierdzić, że okres dwóch lat stanowi istotną granicę, można powiedzieć – próg bólu. W przypadku zwrotu z inwestycji powyżej dwóch lat trudno jest przekonać klientów do podjęcia wdrożeń. W takiej sytuacji klient często decyduje się na częściowe rozwiązanie, skoncentrowane na obszarze, gdzie korzyści są natychmiastowe, lub też całkowicie rezygnuje z projektu i poszukuje alternatywnych rozwiązań w innej dziedzinie. (D2)

Ludzi, którzy naprawdę dostrzegają korzyści płynące z automatyzacji i wdrażania Przemysłu 4.0 w Polsce, jest niewiele. Kiedy przedstawiamy firmom naszą ofertę, wiele z nich po prostu odrzuca ją, twierdząc, że to albo chyba jakiś błąd w wyliczeniach, albo że to nie ma sensu, ponieważ ich kolega zrobił to za połowę ceny. Wszystko sprowadza się do kwestii finansowych. (D11)

Menedżerowie zbadanych firm przemysłowych często wskazywali na problem uzasadnienia potrzeby inwestycji w związku z trudnością precyzyjnego oszacowania zwrotu z niej w krótkim lub średnim okresie.

Pokazanie zwrotu z inwestycji w system MES jest możliwe, ale często nie przemawia to do zarządu. Z perspektywy zarządzania przedsiębiorstwem i możliwości, jakie ten system oferuje, korzyści są ogromne, ale trudno jest jednoznacznie pokazać zwrot z inwestycji. (P11)

Przeróbki i udoskonalenia zazwyczaj wiążą się z wyższymi kosztami niż zbudowanie całej nowej linii produkcyjnej. Jednak dla firm, które posiadają już nowoczesne linie produkcyjne i urządzenia, podejmowanie decyzji o inwestycji w nowe rozwiązania nie jest łatwe. Nowe linie produkcyjne nie są dostępne od ręki, ale wymagają konfiguracji i budowy. Decyzja dotycząca inwestycji w przeróbki, udoskonalenia lub nowe linie produkcyjne jest złożona i wymaga uwzględnienia wielu czynników, takich jak koszty, dostępność, czas konfiguracji oraz możliwość rozbudowy. Firmy muszą dokładnie przeanalizować te czynniki i ocenić, które rozwiązanie najlepiej odpowiada ich potrzebom i możliwościom. (P5)

Przedstawiciele firm dostarczających rozwiązania technologiczne podkreślają, że w publicznych schematach finansowania często brakuje dofinansowań

na rozwój bazowego potencjału firmy, a nie tylko przełomowych innowacji. Z perspektywy zbadanych firm przemysłowych bolączką jest fakt, że fundusze są często przyznawane firmom, które wyspecjalizowały się w pisaniu wniosków projektowych, w których atrakcyjnie prezentują specyficzne wdrożenia innowacji. Z drugiej strony brakuje dofinansowań na projekty obciążone dużym ryzykiem, takie jak rozwój sztucznej inteligencji.

Obecnie rozwijając te technologie, znajdujemy się na wczesnym etapie, co wiąże się z dużymi inwestycjami i wysokim ryzykiem niepowodzenia. Dofinansowanie umożliwiłoby przedsiębiorstwom i organizacjom śmiało podejście do rozwoju technologicznego, przyczyniając się do badań, testów i rozwoju w obszarze AI i innych zaawansowanych technologii. Jednak konieczne jest odpowiednie ocenianie ryzyka, aby uniknąć marnowania środków publicznych i skupić się na projektach o największym potencjale sukcesu. (D9)

Dofinansowanie w odpowiedniej formie umożliwiłoby przedsiębiorstwom śmielsze podejście do rozwoju technologicznego, zwłaszcza w obszarze sztucznej inteligencji i innych zaawansowanych technologii. Jednak ważne jest precyzyjne ocenienie ryzyka, aby skupić się na projektach o największych szansach na powodzenie i uniknąć marnowania publicznych funduszy.

8. Za sukcesem transformacji cyfrowej stoi cyfrowy lider

„Trzeba wiedzieć, dokąd się płynie” – trzeźwo zauważył przedstawiciel jednej z firm dostarczających rozwiązania cyfrowe. Dojrzała organizacja cyfrowa posiada jasno sformułowaną strategię cyfrową, która określa główne cele strategiczne i operacyjne. Ta strategia nie tylko służy jako narzędzie do planowania i realizacji celów firmy, ale również informuje pracowników o priorytetach i kierunkach rozwoju.

Wprowadzenie systemu 4.0 do procesów produkcyjnych rzeczywiście wprowadza nowe wyzwania i wymaga większej pracy organizacyjnej. Nie jest to sytuacja, w której można spać spokojnie i pozwolić systemowi działać samodzielnie. Przeciwnie, wymaga to zaangażowania, nadzoru i aktywnego poszukiwania rozwiązań. (P5)

W dojrzałej organizacji cyfrowej liderzy dobrze orientują się w trendach technologicznych i kierunkach rozwoju Przemysłu 4.0. To właśnie oni wyznaczają wizję transformacji cyfrowej i potrafią uzasadnić, dlaczego organizacja podjęła się transformacji cyfrowej,



jakie korzyści i cele ma osiągnąć oraz w jakim tempie będą przebiegać wdrożenia.

Pracownicy muszą być świadomi, że są prowadzeni przez osobę, która utożsamia się z nimi, posiada wizję i wierzy w sens tych wszystkich zmian. Powinni odczuć, że te zmiany przyniosą im realne korzyści. W naszym przypadku priorytetem jest praca inteligentna, niekoniecznie ciężka. (P4)

Jasna komunikacja celu i kierunku zmiany pozwala budować zaufanie i zrozumienie wśród wszystkich zaangażowanych stron, a także mobilizować zespoły do skutecznego działania i współpracy w procesie transformacji cyfrowej.

Przekonujemy zarząd oraz kadrę managerską do współpracy z pracownikami w procesie wdrożenia. Zachęcamy ich do tłumaczenia i prowadzenia sesji dotyczących ich obaw, nawet w ekstremalnych sytuacjach. Nie jest to całkowicie nasza rola, ponieważ przede wszystkim należy to do zakresu odpowiedzialności kultury organizacyjnej oraz działów związanych z zasobami ludzkimi i pokrewnych. (D4)

Przeprowadzone przez nas badania potwierdzają, że za sukcesem wdrożeń zawsze stoi sprawny, kompetentny i zaangażowany menadżer, czerpiący wiedzę i umiejętności z bogatego doświadczenia zawodowego, umiejący przeprowadzić proces zmiany w sposób skuteczny i efektywny. Ważne, by jego działania miały pełne poparcie zarządu. Doświadczony menedżer potrafi przygotować załogę do zmiany oraz osłabić obawy związane z wdrożeniem technologii. Dzięki planowaniu można na przykład rozciągnąć wdrożenie nowych technologii w czasie, co pozwoli przyzwyczaić pracowników do zmiany, co jest szczególnie ważne w przypadku wprowadzania rozwiązań, które znacznie zmieniają sposób pracy. Jeden z dostawców technologii przytoczył znamiennej historię wdrożenia systemu MES w firmie przemysłowej. Doświadczony menedżer, wyczuwając duże zdystansowanie załogi co do wprowadzanych zmian, na początku skłonił pracowników, by tylko logowali się do systemu; gdy przyzwyczaili się do tej czynności, dołączył obowiązek rejestrowania zleceń. Nadal jednak większość pracowników była przekonana, że system jest niepotrzebny i że byliby w stanie wykonywać swoje zadania znacznie szybciej w dotychczasowy sposób, rejestrując zlecenia na kartkach.

Jednak pewnego dnia jeden z kontrahentów zażądał raportu śledzenia dla kilkuset produktów. Okazało się, że tylko połowa z tych produktów została wyprodukowana pod nadzorem systemu MES,

a druga połowa była produkowana na dotychczasowych zasadach. W rezultacie dla tej pierwszej grupy raporty można było wygenerować w kilkanaście minut, podczas gdy dokumentacji dla pozostałych produktów szukano przez kolejne dwa tygodnie. (D3)

Brak odpowiedniego zarządzania zmianą może spowodować opór załogi np. pod postacią strajku włoskiego: jeśli pracownicy czują się nadmiernie kontrolowani przez systemy, mogą wykonywać zadania w sposób nadmiernie skrupulatny. Dostawcy technologii często wspominali też o celowym sabotowaniu pracy systemów automatycznych czy robotycznych: zapyłaniu czujników, przecinaniu przewodów, otwieraniu drzwi kabiny robota w celu chwilowego przerwania jego pracy, sprawdzaniu czy autonomiczny wózek widłowy udźwignie człowieka, zastawianiu drogi robotowi, w nadziei, że obniży to wydajność systemu i przyczyni się do jego zarzucenia. W takiej sytuacji kluczowe znaczenie mają działania komunikacyjne: pracownicy powinni wiedzieć, jakich zmian w zakresie swoich obowiązków mogą się spodziewać, pod jakimi względami wprowadzenie systemu poprawi jakość ich pracy, w jakim stopniu (o ile w ogóle) wdrożenie systemu może wpłynąć na bezpieczeństwo zatrudnienia.

Cyfrowe przywództwo jest szczególnie ważne w przypadku firm, które konsekwentnie transformują swoją działalność i podejmują wysiłek kolejnych wdrożeń cyfrowych.

Najbardziej wymagające są wdrożenia w organizacjach, które mają już za sobą projekty wdrożeniowe i zerwały nisko wiszące owoce. Z jednej strony nie ma już wielu łatwych projektów, a kultura organizacyjna niekoniecznie jest gotowa na zmiany. To już nie jest moment natychmiastowej gratyfikacji, teraz nadchodzą trudności. Powstaje więc taki syndrom, gdzie firma mówi sobie: „Już coś zrobiliśmy, już się poprawiliśmy, jesteśmy z siebie zadowoleni, to może już wystarczy”. Naprawdę trudno jest przedstawić kolejne inicjatywy i przekonać do nich. Właśnie tutaj kluczowym czynnikiem jest wyraźne przywództwo w organizacji, które umożliwi dalszy rozwój w tym kierunku. (D3)

Warto dodać, że cyfryzacji zdaje się sprzyjać zmiana pokoleniowa. Ogromna większość firm w Polsce to firmy rodzinne, obecnie stojące przed wyzwaniem sukcesji. Kolejne pokolenie właścicieli i członków zarządu często posiada wykształcenie kierunkowe w obszarze zarządzania, zna nowe metodologie projektowe i jest otwarte na wprowadzanie nowych technologii, które zoptymalizują prowadzenie firmy.



9. Transformacja cyfrowa firm przemysłowych opiera się na nowym profilu kompetencji pracowników

W procesie transformacji cyfrowej konieczne jest również inwestowanie w rozwój i szkolenie pracowników, aby zwiększyć ich kompetencje i zdolności do przeprowadzania eksperymentów i wprowadzania innowacji. Dotyczy to nie tylko inżynierów, techników czy członków zarządu, ale również pracowników fizycznych.

Praca w ramach systemu 4.0 jest często bardziej analityczna, niżeli wykonawcza. Wymaga analizy danych, prognozowania, komunikacji i współpracy z osobami odpowiedzialnymi za nadzór i kontrolę procesów. Ważne jest przewidywanie potencjalnych zagrożeń i rozwiązywanie problemów na bieżąco. (P5)

Badane firmy budują swoje przewagi w oparciu o dbałość o rozwój kompetencji pracowników, w tym ich kompetencje cyfrowe. Datafikacja procesu produkcyjnego opiera się na elastycznym sieciowaniu ludzi, maszyn, produktów i usług, na kompleksowym gromadzeniu i analizie danych, czemu przyświeca cel podnoszenia wydajności i efektywności oraz rozwiązywania problemów za pomocą danych. Oznacza to, że pracownicy na wszystkich szczeblach muszą wykazywać się umiejętnościami rozumienia i wykorzystywania danych i informacji (*data literacy*). Dodatkowo ważny staje się rozwój kompetencji poznawczych (pozwalających na uczenie się, krytyczne myślenie, samodzielność w podejmowaniu decyzji), jak i społecznych (ułatwiających współpracę w elastycznych zespołach projektowych, właściwe komunikowanie, samodyscyplinę czy radzenie sobie ze zmianą oraz konfliktami). Wymaga to rozwoju nowego profilu kompetencji, łączącego kompetencje techniczne, cyfrowe i miękkie. Obsługa nowych maszyn może wymagać znajomości specjalistycznych programów lub zdolności do interpretacji danych i wykonywania skomplikowanych analiz.

Obecnie na rynek pracy wchodzi osoby, którym obsługa cyfrowych urządzeń nie sprawia większych kłopotów. Pracownicy coraz chętniej wykorzystują swoje doświadczenia z korzystania z cyfrowych urządzeń w sferze prywatnej do wykonywania zadań zawodowych. Młodzi pracownicy raczej domagają się od pracodawcy możliwości wykonywania zadań za ich pośrednictwem niż sprzeciwiają wprowadzaniu nowych systemów i urządzeń.

Jednocześnie producenci tych systemów i urządzeń dokładają starań, by ich obsługa była intuicyjna i przyjazna, co skraca też czas, który trzeba poświęcić na

szkolenia techniczne. „Nabywanie tych kompetencji nie wymaga dużego nakładu pracy. Na ogół zapoznanie się z narzędziem wdraża również wiedzę dotyczącą wywoływanych przez nie zmian procesowych” (D2). Obsługa robotów, niegdyś wymagająca znajomości hermetycznych języków programowania, obecnie staje się znacznie prostsza dzięki wykorzystaniu systemów wizyjnych, programowania obrazkowego (blokowego) za pośrednictwem przyjaznego interfejsu oraz wykorzystania sztucznej inteligencji. „Praktycznie każdy, kto używa smartfona, będzie w stanie zaprogramować lub przeprogramować robota”. (D6)

Projektowanie systemów i interfejsów jest dostosowywane do nowych oczekiwań pracowników, którzy są przyzwyczajeni do korzystania z urządzeń mobilnych i przeglądarek internetowych. W przeszłości dominowało uproszczone podejście, które miało na celu naśladowanie wagi na warzywa w sklepie – dużych obrazków, dużych przycisków i kilku kliknięć obsługi. Jednak obecnie, w odpowiedzi na zmieniające się preferencje użytkowników, interfejsy stają się bardziej zgodne z mobilnymi standardami. Pracownicy oczekują możliwości skanowania NFC i kodów QR, a także łatwego zgłaszania problemów za pomocą swoich telefonów komórkowych. Nowe podejście do projektowania systemów ma na celu zwiększenie zaangażowania pracowników, umożliwiając im rozwiązywanie problemów na bieżąco. Kolejnym przełomem będzie możliwość komunikacji z robotami za pomocą języka naturalnego. Dzięki wykorzystaniu zaawansowanej sztucznej inteligencji opartej na dużych modelach językowych, roboty będą w stanie rozumieć i wykonywać polecenia wydawane w sposób naturalny. To umożliwi bardziej intuicyjną i efektywną interakcję człowieka z maszynami. Intuicyjne interfejsy sprawiają, że na ogół wdrożenie nowego systemu produkcyjnego wymaga zaledwie kilkudniowego szkolenia bazującego na podstawowych kompetencjach cyfrowych załogi. Coraz częściej szkolenia są przeprowadzane za pomocą rozwiązań wykorzystujących wirtualną lub rozszerzoną rzeczywistość.

W procesie edukacji przykładamy dużą wagę do szkoleń, aby pracownicy szybko zrozumieli, że automatyzacja jest narzędziem, które może im pomóc, a nie przeszkodzić. (D16)

Natomiast wielu pracodawców podkreśla, że system edukacyjny w Polsce nie wyposaża młodych pracowników w kompetencje poznawcze czy społeczne.

Dla polskich firm przemysłowych coraz większym wyzwaniem staje się brak wykwalifikowanych pracowników posiadających dobre umiejętności techniczne na poziomie średnim lub zawodowym. Wielu naszych rozmówców wyrażało zaniepokojenie

stanem polskiego systemu szkolnictwa zawodowego i technicznego. Dodatkowo, istnieje niedobór pracowników posiadających umiejętności analityczne, które umożliwiałyby efektywne wykorzystanie zgromadzonych danych firmowych przez systemy i maszyny.

Co zaskakujące, zbadane firmy na ogół nie postrzegały braku specjalistów IT na rynku pracy jako poważnego wyzwania. W tych firmach, gdzie informatycy byli zatrudnieni, pełnili oni głównie rolę służb utrzymywania infrastruktury cyfrowej. Powszechnie występuje też dystans między działami IT a działem OT (operation technology, czyli zastosowania technologii w procesie produkcyjnym). Działy IT często przeciwstawiają się zmianom, a nierzadko nie dysponują kompetencjami koniecznymi, by wdrażać zaawansowane technologie produkcyjne.

Po dostarczeniu urządzeń klientom i przeprowadzeniu początkowych uruchomień, eliminujemy wszelkie błędy i niedoskonałości, które mogą wystąpić na początku. W rezultacie, urządzenia nie wymagają specjalnego nadzoru ani zatrudniania wykwalifikowanych pracowników do utrzymania ich sprawności. Faktycznie wiele zakładów radzi sobie bez takiego dodatkowego wsparcia informatycznego. Nie ma teraz takiej potrzeby i konieczności, żeby zatrudniać w zakładach liczną załogę utrzymania ruchu. (D16)

Kompetencje informatyczne przestają być krytycznie ważne: małe i średnie firmy mogą je zdobywać na zewnątrz. Znacznie bardziej przydatne są szerokie kompetencje interdyscyplinarne. Dzieje się tak również dlatego, że firmy dostarczające zaawansowane technologicznie systemy i urządzenia dokładają starań, by były one nieskomplikowane w obsłudze.

10. Polskie firmy przemysłowe najczęściej realizują model selektywnej lub modułowej transformacji cyfrowej

Przemysł 4.0. to nośne i medialne hasło konotujące całościową rewolucję technologiczną – czwartą rewolucję przemysłową. W trakcie naszych badań mogliśmy zaobserwować, że w przypadku polskich firm przemysłowych, zwłaszcza tych małych i średnich, etykieta "Przemysłu 4.0" była traktowana jako ograniczająca. Polskie firmy wykonują imponujący wysiłek w zakresie wdrażania nowych cyfrowych technologii, jednak nieczęsto mogą się pochwalić wdrożeniem całościowych rozwiązań wpisujących się w modelowy scenariusz zakładu produkcyjnego funkcjonującego w oparciu o inteligentną automatyzację. Procesy cyfryzacji są często fragmentaryczne i wprowadzane ostrożnie, na wybranym odcinku

procesu produkcyjnego, jednak nawet wówczas stanowią istotny krok na drodze transformacji cyfrowej.

Polskie firmy z reguły dysponują ograniczonym kapitałem inwestycyjnym, co wpływa na ich mniejszą skłonność do eksperymentowania z nowymi technologiami oraz na niższą gotowość do ponoszenia kosztów związanych z ich wdrożeniem. Transformacja cyfrowa zazwyczaj następuje stopniowo. Jak trafnie zauważył przedstawiciel jednej z badanych firm, „nie możemy sobie pozwolić na to, żeby wszystko zmieniać na raz”. W większości zbadanych firm występował duży dług technologiczny: niewiele firm stać na wymianę całego parku maszynowego. Zamiast tego firmy kupują nowe maszyny i systemy, które następnie, na zasadzie patchworku i za pośrednictwem rozwiązań pomostowych, integrują z maszynami i systemami starszego typu. Dług technologiczny może utrudniać wprowadzanie integracji procesów produkcyjnych opartej na datafikacji, ale nie jest tak, że ją uniemożliwia. Datafikacja procesu produkcyjnego często nie wymaga dużych lub bardzo złożonych danych; na ogół potrzebne są dane proste, ale dobrze skalibrowane.

Transformacja modułowa to podejście, które nie wymaga likwidacji izolowanych struktur organizacyjnych. Zamiast tego skupia się na tworzeniu funkcjonalnych nakładek systemowych, które wspierają komunikację, koordynację i współpracę. To podejście stymuluje innowacyjne impulsy na różnych poziomach organizacji i odsuwa się od koncepcji scentralizowanego ujednolicenia systemów informatycznych. Ważne jest, że granice modułów nie są określane przez formalne podziały organizacyjne, takie jak oddziały czy departamenty, ale przez specyfikę i odrębność procesów technologicznych i biznesowych, przy jednoczesnej integracji na poziomie całej organizacji. Stopniowe wprowadzanie wdrożeń pozwala również obniżyć lęk przed zmianą oraz dokonywać korekt wdrożenia w celu osiągnięcia lepszych wyników.

Nasze rozwiązania są oparte na modularnej strukturze, co oznacza, że oferujemy wiele różnych funkcjonalności wbudowanych w naszą aplikację. W rzeczywistości, wdrożenia często mają charakter częściowy, gdzie skupiamy się na implementacji konkretnego elementu, który jest najbardziej potrzebny danej firmie. (D1)

Transformacja modułowa ma charakter stopniowy i ewolucyjny. Najczęściej przedsiębiorstwa podejmują jednostkowe inicjatywy cyfrowe, które są łatwe do wdrożenia i przynoszą szybkie, widoczne korzyści. Mogą to być na przykład projekty z zakresu automatyzacji procesów, wprowadzenia systemów monitoringu czy wdrożenia podstawowych rozwiązań informatycznych.



Nie mamy jeszcze wystarczającego kapitału ani doświadczenia, generalnie brakuje nam też pracowników, którzy potrafią patrzeć systemowo. Dlatego tak projektujemy strukturę naszego zakładu produkcyjnego, żeby móc go w razie potrzeby zmodyfikować. Wchodzimy w transformację powoli, punktowo. W ten sposób ograniczamy ryzyko. (D10)

Co ważne, dostawcy technologii często – i z niemałą satysfakcją – zauważali, że nawet punktowe zmiany technologiczne wprowadzane w jednym obszarze działania firmy zaczynają oddziaływać na jej całokształt funkcjonowania, zachęcając do rozszerzania wdrożeń.

Z biegiem czasu zauważamy, że klienci oczekują coraz większej ilości raportów i angażują się w nowe obszary, o których wcześniej nie myśleli, ponieważ mają na to teraz czas. Zamiast spędzać czas na przygotowywaniu raportów, mogą skupić się na pracy analitycznej. To są ogromne zmiany. Dodatkowo, dzięki systemowi, fabryka staje się bardziej transparentna. Ekrany umieszczone w różnych miejscach pozwalają nam na bieżąco śledzić wyniki produkcyjne, zobaczyć, na jakim etapie jest produkcja i kiedy zostanie zakończona. To samo dotyczy globalnych projektów, gdzie możemy porównywać wyniki z różnych zakładów. Wdrożenie systemu pomaga również w ustandaryzowaniu procesów, aby wszystko odbywało się w sposób jednolity i aby liczenie współczynników odbywało się w taki sam sposób dla każdego zakładu. Dzięki temu możemy podejmować decyzje na poziomie globalnym, a także na poziomie lokalnym, ponieważ system dostarcza nam odpowiednie dane. Na podstawie tych danych możemy stwierdzić, na przykład, że maszyna wymaga naprawy, linia produkcyjna potrzebuje remontu, a dział utrzymania ruchu wymaga większej liczby pracowników. Dzięki temu jesteśmy w stanie podejmować właściwe decyzje dotyczące produkcji. W rezultacie system pomaga nam w podejmowaniu odpowiednich decyzji na różnych poziomach – zarówno na poziomie globalnym, jak i lokalnym – związanych z optymalizacją produkcji. (D3)

Kiedy ktoś zaobserwuje skuteczność punktowego rozwiązania, zaczyna chcieć go również dla siebie. Wówczas kolejne działy w organizacji wyrażają chęć skorzystania z tego rozwiązania i jednocześnie dostrzegają, że mamy także inne rozwiązanie, które jeszcze bardziej im pomoże. W ten sposób rozpoczyna się kolejny etap, pojawiają się nowi czempioni, czyli osoby bardzo pozytywnie nastawione na zmianę, które są niezbędne do jej wdrożenia. (D14)

Przykładem tego jest sytuacja, gdy firma ma wdrożony system na jednym obszarze, ale jeszcze nie na drugim. Kiedy pracownicy przechodzą z obszaru z systemem na ten, gdzie go brakuje, odczuwają jego brak i zdają sobie sprawę, że system byłby im pomocny w rozwiązaniu problemów. System staje się więc potężnym źródłem danych, które są operacyjnie wykorzystywane w produkcji. Ponadto, wprowadzenie systemu powoduje zmianę w sposobie komunikacji w zakresie produkcji. Dzięki systemowi dane są przekazywane w czasie rzeczywistym w obie strony – operatorzy mają dostęp do aktualnego planu i są informowani o ewentualnych zmianach w czasie rzeczywistym. Managerowie również widzą, co się dzieje na produkcji w czasie rzeczywistym. Komunikacja w zakresie utrzymania ruchu również ulega zmianie – awarie i problemy są zgłaszane w systemie, a informacje są przekazywane niemal natychmiastowo za pomocą telewizorów i innych form powiadomień. Wcześniej wymagało to biegania, pisania kartek, dzwonienia i oczekiwania. Widać zatem, że fabryka jest teraz znacznie lepiej skomunikowana na różnych poziomach. Wraz z wdrożeniem systemu zmienia się również rola managerów i analityków. Zamiast spędzać dużo czasu na tworzeniu raportów, teraz skupiają się na pracy z danymi, szukaniu optymalizacji i udoskonalaniu procesów. Przesuwany jest ciężar pracy z tworzenia raportów na analizę danych. To ogromna zmiana, która staje się widoczna po wdrożeniu systemu. (D4)

Dostawcy technologii szczególnie podkreślają tendencję do oszczędzania na dodatkowym sprzęcie i oprogramowaniu, które mogłoby przyczynić się do bardziej efektywnego wykorzystania systemów cyfrowych. Brak holistycznego podejścia do transformacji cyfrowej i skupienie się tylko na pojedynczych inicjatywach może prowadzić do ograniczonego wpływu na całą firmę. Holistyczne podejście wspiera przygotowanie strategii cyfryzacji z określeniem celów, wartości i sposobów jej realizacji. Firmy przemysłowe muszą zdawać sobie sprawę, że transformacja cyfrowa to proces kompleksowy, który obejmuje zarówno technologiczne aspekty, jak i procesowe, kulturowe i organizacyjne zmiany.

Chcieliśmy, aby narzędzia automatyzowały wiele procesów i ułatwiły nam pracę. Niestety, okazało się, że wdrożenie wszystkich tych systemów naraz było zbyt ambitne. Większość z nich porzuciliśmy, zamiast ich wdrożenia. W zakresie planowania zasobów ludzkich doszliśmy do doskonałej sprawności i nie widzimy potrzeby angażowania kolejnego systemu w ten obszar. Wykorzystujemy system tam, gdzie napotykamy konkretne problemy i potrzebujemy wsparcia. Jednak są obszary, które nadal realizujemy w sposób tradycyjny. (P7)

Tabela 1. Przegląd zastosowań technologii z zakresu Przemysłu 4.0 w wybranych polskich firmach wraz ze wskazaniem dobrych praktyk

Aparator (Toruń)	Charakterystyka firmy	Apator jest jednym z polskich liderów wśród firm zajmujących się wdrażaniem zaawansowanych technologicznie produktów i usług w zakresie pomiaru energii elektrycznej, wody, ciepła i gazu, które uwzględniają procesy automatyzacji i robotyzacji. Firma specjalizuje się w usprawnianiu takich procesów, jak np. montaż zrobotyzowany, pakowanie, testy szczelności czy paletyzacja i depaletyzacja.
	Rodzaj zastosowania technologii	Rozwój inteligentnej produkcji
	Dobra praktyka z zakresu wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0	Przebieg transformacji cyfrowej w firmie Aparator uwypukla znaczenie cyfrowego przywództwa : osób z zarządu i kierownictwa, które w oparciu o własne doświadczenie zawodowe i ciągle aktualizowaną wiedzę potrafią przeprowadzić organizację przez proces zmiany, dbając nie tylko o efektywność i terminowość wdrożenia technologicznego, ale też rozwój kompetencji pracowników i ich zaangażowanie. Liderzy cyfrowej zmiany w firmie kładą nacisk na wspieranie pracowników w procesie uczenia się przez całe życie (<i>life-long learning</i>), szczególnie w obszarze współpracy z maszynami i systemami cyfrowymi. W tym aspekcie kluczowe znaczenie ma umiejętność pokonywania początkowej niechęci do zmian wśród załogi poprzez włączanie pracowników w proces zmiany . Liderzy przywiązują dużą wagę do higieny danych oraz sposobów zarządzania danymi, jak również do obalania silosów organizacyjnych uniemożliwiających płynną wymianę danych i informacji w przedsiębiorstwie. Dużo wysiłku wkładają w rozwój współpracy między działami IT i OT. Firmę wyróżnia też dobrze wyartykułowana, choć nieskodyfikowana strategia cyfryzacji obejmująca długoterminowy plan wdrażania kolejnych systemów cyfrowych w celu zwiększenia wydajności i poprawy jakości pracy.
BASE Group (Koszwały)	Charakterystyka firmy	Do specjalizacji firmy Base Group należy produkcja maszyn i spawanych konstrukcji dla przemysłu, która uwzględnia wykorzystanie nowoczesnych systemów do zarządzania procesami. Tym, co wyróżnia ją na rynku jest szeroka gama produktów oferowanych przez spółki grupy, szczególnie urządzenia wysokiego napięcia, gadżety reklamowe oraz spawane konstrukcje przemysłowe.
	Rodzaj zastosowania technologii	Tworzenie inteligentnej fabryki
	Dobra praktyka z zakresu wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0	Strategicznie firma kieruje się ambitnym celem stworzenia fabryki przyszłości , ale realizuje go pragmatycznie w ramach modułowej transformacji cyfrowej, dopasowując wdrażanie rozwiązań do możliwości budżetowych oraz zdolności wchłaniania zmiany przez organizację. Przypadek firmy BASE unaocznia znaczenie cyfrowego przywództwa , któremu towarzyszy umiejętność zarządzania zmianą w organizacji: na jej czele od kilku lat stoi osoba dobrze zorientowana w trendach gospodarki cyfrowej i rozumiejąca potrzebę cyfryzacji opartej o datafikację. Zarząd kładzie również duży nacisk na rozwój kompetencji cyfrowych i miękkich pracowników w procesie transformacji cyfrowych.



Tabela 1. cd.

Drobex (Solec Kujawski)	Charakterystyka firmy	Firma Drobex jest jednym z czołowych producentów mięsa drobiowego, wyróżniającym się w branży dzięki korzystaniu z nowoczesnych rozwiązań produkcyjnych, do których należą inteligentne systemy wspomagania produkcji. Dzięki nim zachodzi porządkowanie procesów oraz optymalizacja funkcjonowania maszyn i ludzi, które zwrótnie zwiększają produktywność.
	Rodzaj zastosowania technologii	Rozwój elastycznej fabryki
	Dobra praktyka z zakresu wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0	Znaczenie cyfrowego przywództwa uwidacznia się również w przypadku transformacji cyfrowej formy Drobex. Zmiany technologiczne są wprowadzane odważnie, choć zawsze z uwzględnieniem perspektywy zwrotu z inwestycji w krótkim i średnim okresie. Kadra kierownicza jest otwarta na zmiany i nastawiona na szukanie pragmatycznych rozwiązań w oparciu o uznane metodologie zarządzania projektami. Wykazuje też duże zrozumienie dla specyfiki transformacji cyfrowej jako ciągłego procesu zmiany, a nie próba osiągnięcia predefiniowanego celu. Łączy się z tym akceptacja faktu, że w tym procesie będą występować bariery i trudności, a niekiedy również porażki. Duży nacisk jest też kładziony na włączanie pracowników w proces zmiany : kadra zarządzająca umiejętnie pokonuje wstępny opór pracowników przed wprowadzaniem nowych technologii, których zastosowanie wymaga nabycia nowych kompetencji cyfrowych, przede wszystkim zaś – umiejętności korzystania z danych. W krótkim czasie pracownicy przekonują się, że systemy cyfrowe dają im zupełnie nowy ogląd procesu produkcyjnego, który nie tylko pozwala na optymalizację tego procesu, ale też przyczynia się namacalnie do poprawy warunków ich pracy.
Neotech (Białystok)	Charakterystyka firmy	Firma jest producentem elementów indukcyjnych: cewek, dławików, elementów RFID i innych produkowanych na indywidualne zamówienie klienta.
	Rodzaj zastosowania technologii	Produkcja sterowana zamówieniem
	Dobra praktyka z zakresu wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0	Firma prowadzi inkrementalny, ale konsekwentny proces cyfryzacji wykorzystującej zaawansowane rozwiązania automatyzacyjne i robotyczne . Do produkcji elementów indukcyjnych firma wprowadziła automatykę i na bazie swoich doświadczeń wypracowała rozwiązania dla linii technologicznych. Swoje know-how wykorzystała dalej do rozwoju kolejnej działalności, polegającej na produkcji takich linii technologicznych.



Tabela 1. cd.

Parys (Lublin)	Charakterystyka firmy	Działalność firmy opiera się na sprzedaży hurtowej i produkcji chemii motoryzacyjnej, w której uwzględniony jest szereg systemów cyfrowych, systematycznie przyczyniających się do rozwoju zarządzania opartego na danych. Parys jest konkurencyjny ze względu na daleko posuniętą kwantyfikację procesu produkcyjnego i wysoko zautomatyzowany zakład produkcyjny, wyróżniający się systemem zbierania danych.
	Rodzaj zastosowania technologii	Produkcja sterowana zamówieniem
	Dobra praktyka z zakresu wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0	W przypadku firmy Parys można mówić o pragmatycznym i stopniowym wdrażaniu rozwiązań cyfrowych, kierowanym dobrym rozpoznaniem potrzeb firmy i jej przewag konkurencyjnych. W firmie wprowadzono szereg systemów cyfrowych (system WMS, czyli inteligentny system zarządzania magazynem, ERP i MES), które systematycznie przyczyniają się do rozwoju zarządzania opartego na danych. Proces produkcyjny jest też systematycznie datafikowany, a zbierane dane służą budowaniu transparentności, istotnej ze względu na wymagania klientów krajowych i zagranicznych. Firma postawiła na rozwiązania automatyczne, które umożliwiają rzetelne opomiarowanie procesu rozlewania produktu, który dotychczas był realizowany ręcznie. Wyśrubowana kwantyfikacja procesu produkcyjnego przekłada się na wysokiej jakości produkty, konkurencyjne rynkowo. Precyzyjne dozowanie, sterowane systemowo, radykalnie ogranicza straty w procesie produkcji, a potencjał częściowej rekonfiguracji linii produkcyjnej umożliwia zmianę składu poszczególnych produktów pod kątem wymagań klienta. Firmę wyróżnia również umiejętność łączenia najnowszych rozwiązań robotycznych i automatycznych ze starszym parkiem maszynowym. Firma kładzie też nacisk na zmianę kompetencji pracowników oraz ich zakresu zadań.
Polcomm (Lubartów)	Charakterystyka firmy	Firma specjalizuje się w produkcji narzędzi skrawających dostarczając je zarówno do małych, jak i dużych przedsiębiorstw. Przez ponad dwie dekady stopniowo rozszerzała i unowocześniała działalność, wprowadzając kolejne maszyny, budując zakład produkcyjny oraz inwestując w park maszynowy. Polcomm wspiera m.in. podmioty w przemyśle lotniczym, kolejowym, motoryzacyjnym, elektrotechnicznym czy zbrojeniowym. Wśród swoich atutów firma wyróżnia m.in. laboratorium metalograficzne, biuro konstrukcyjne, wydział narzędzi prasowniczych, wydział spiekania oraz wydział powlekania. Każdy z tych elementów przyczynia się do ulepszenia produkcji.
	Rodzaj zastosowania technologii	Produkcja sterowana zamówieniem
	Dobra praktyka z zakresu wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0	Zarząd firmy poświęca wiele czasu i wysiłku zbieraniu wiedzy na temat najnowszych trendów w cyfryzacji, co wpływa na sposób podejścia do kwestii wdrażania nowych technologii oraz zarządzania zmianą w organizacji. Firma stopniowo rozszerza zakres zbierania i analizy danych z produkcji, obecnie skupiając się na datafikacji procesu laboratoryjnego. Firma eksperymentuje z nowymi ceramikami (węgiel spiekany próżniowo), które są wykorzystywane w płytkach wielostrzowych, zbierając dane z procesu produkcji i przeprowadzając analitykę w celu wyłonienia optymalnych parametrów. Autorskie projekty technologiczne pozwalają dostosować konstrukcję wytwarzanych narzędzi do warunków najbardziej wymagających aplikacji. Projektowanie odbywa się przy pomocy systemu CAD wykorzystującego możliwości wirtualnej symulacji przestrzennej 3D, który umożliwia testowanie wymiarowania. Firma podkreśla znaczenie szkoleń dla pracowników w procesie wdrażania nowych technologii, jak również konieczność zapewnienia dobrych warunków pracy. Pragmatycznie podchodzi do wymogów robotyzacji i automatyzacji w kontekście stosunkowo łatwego dostępu do pracowników w regionie.



Tabela 1. cd.

Polpharma (Starogard Gdański)	Charakterystyka firmy	Zakłady Farmaceutyczne Polpharma są jednym z największych producentów kapsułek twardych, tabletek oraz roztworów i emulsji w Europie, a jednocześnie jednym z pionierów w usprawnianiu pracy poprzez wykorzystywanie systemów komputerowych. Polpharmę wyróżnia wysokie zaawansowanie procesu transformacji cyfrowej, które uwzględnia wykorzystanie m.in. robotów usprawniających produkcję i nowoczesnego laboratorium, które zbierają dane z procesów, pozwalają na ich integrację i ciągły monitoring procesów.
	Rodzaj zastosowania technologii	Tworzenie inteligentnej fabryki
	Dobra praktyka z zakresu wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0	Zakład Polpharmy w Starogardzie Gdańskim stanowi przykład inkrementalnego, ale konsekwentnego podejścia do transformacji cyfrowej. Firma przygotowuje się do wprowadzenia systemu zarządzania produkcją, a w procesie produkcyjnym są już wdrożone roboty umożliwiające osiągnięcie większej precyzji i efektywności , co ma ogromne znaczenie w przypadku produkcji leków. Zaawansowanie procesu transformacji cyfrowej w Polpharmie uwidacznia się szczególnie w obszarze badań laboratoryjnych. Firma dysponuje zaawansowanymi urządzeniami w nowoczesnym laboratorium, które zbierają dane z procesów, pozwalają na ich integrację i ciągły monitoring procesów. Firma wykorzystuje różne narzędzia do zbierania danych, ich organizacji i archiwizacji oraz ich analizy; tworzy również repozytoria danych i opracowuje sposoby ich organizacji tak, by mogły być one wykorzystane na potrzeby kolejnych projektów. Firma sprawdza również rozwiązania technologiczne (w toku), które pozwalałyby skalibrować funkcjonowanie robota emulującego pracę człowieka w procesie przygotowywania i rozcieńczania próbek do analizy laboratoryjnej.
Promotech (Białystok)	Charakterystyka firmy	Podstawową działalnością firmy Promotech jest produkcja i dostarczanie szerokiej gamy produktów, w tym profesjonalnych elektronarzędzi, wiertarek na podstawie elektromagnetycznej, ukosowarek do blach i rur, wózków do automatyzacji spawania i cięcia, spawalniczych systemów portalowych i innych maszyn. Firma wyróżnia się inwestowaniem w innowacje i konsekwentnym dążeniem do automatyzacji i robotyzacji produkcji oraz wdrażaniem systemów informatycznych, takich jak IPO, CRM i DTOOffice, w celu usprawnienia procesów decyzyjnych, oszczędności czasu i lepszego kontrolowania kosztów.
	Rodzaj zastosowania technologii	Produkcja sterowana zamówieniem
	Dobra praktyka z zakresu wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0	Firma Promotech zdecydowała się na wdrożenie systemu pozwalającego na opomiarowanie zadań wykonywanych przez pracowników , co z kolei pozwala znacznie efektywniej wykorzystać ich potencjał. W Promotech funkcjonują zarówno linie technologiczne obsługiwane przez operatorów, jak i stanowiska pracy, gdzie zadania są wykonywane przez techników. W obydwu przypadkach zadaniowanie przez system umożliwia priorytetyzowanie zadań. System pozwala opomiarować takie zdarzenia, jak wydanie zadania, raport cząstkowy dotyczący postępów w wykonywaniu zadania, zakończenie zadania; opomiarowane mogą też być materiały i półprodukty potrzebne w procesie produkcyjnym. System pozwala planować zadania na podstawie zlecenia wprowadzonego do systemu; zadania te mogą być następnie automatycznie zmienione w wyniku zmiany priorytetów (np. wyższy priorytet zlecenia dla dużego klienta), wystąpienia braków magazynowych lub absencji pracowników. W ten sposób Promotech zarządza ryzykiem związanym z dostawą surowców i półproduktów, niezależnie od tego, co dzieje się w łańcuchu dostaw. Dzieje się to w czasie realnym, w dużej mierze automatycznie, czyli bez ingerencji pracowników. Wprowadzenie systemu przekłada się na kompetencje pracowników , które stają się znacznie bardziej elastyczne. Zmienia się również zakres obowiązków osób nadzorujących pracę/menedżerów.



Tabela 1. cd.

Radmot (Jedlińsk)	Charakterystyka firmy	Radmot to producent średnio i wielko-seryjnych elementów mechanicznych przy pomocy toczenia i frezowania CNC. Firma oferuje kompleksowe rozwiązania techniczne oraz inwestuje w nowoczesny park maszynowy z zaawansowanymi rozwiązaniami robotycznymi, przy równoczesnym akcentowaniu rozwoju kompetencji pracowników i współpracy z lokalnymi szkołami technicznymi. Radmot obsługuje zróżnicowane branże, w tym m.in. przemysł medyczny (dostarcza elementy do sprzętu medycznego), samochodowy (np. części baterii do samochodów elektrycznych) czy elektrotechniczny. Firma produkuje również części anodowane oraz elementy do zróżnicowanych urządzeń na życzenie klienta.
	Rodzaj zastosowania technologii	Wsparcie dla operatora w procesie produkcji
	Dobra praktyka z zakresu wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0	Przedsiębiorstwo posiada 80 obrabiarek, z których większość jest zautomatyzowana; konsekwentnie unowocześnia park maszynowy, integrując w jego ramach zaawansowane rozwiązania robotyczne. Możliwość korzystania z takiego sprzętu jest równoznaczna z wyższą wydajnością produkcji. Firmę wyróżnia również pragmatyczne podejście do kwestii zbierania danych z maszyn . Firma zdaje sobie sprawę ze znaczenia kompetencji pracowników w zakładach dysponujących nowoczesnym parkiem maszynowym. Kierownictwo firmy przykładą wagę nie tylko do szkolenia pracowników, ale też do współpracy ze szkołami technicznymi i do rozwoju edukacji dualnej w regionie . Dodatkowo firma organizuje staże dla uczniów i jest otwarta na pokazy zastosowania robotów w specjalnie przygotowanym showroomie.
Technology Applied (Sobolewo)	Charakterystyka firmy	Technology Applied jest małym przedsiębiorstwem, ale wyróżniającym się pionierskim wykorzystaniem zaawansowanej technologii druku 3D, szczególnie w technologii SLS, umożliwiającej produkcję gotowych elementów o dużych gabarytach, przy jednoczesnym ekologicznym podejściu poprzez możliwość ponownego wykorzystania materiałów. Firma skupia się głównie na przemyśle, oferując swoje usługi branżom budowy maszyn, wojskowej i medycznej.
	Rodzaj zastosowania technologii	Produkcja sterowana zamówieniem
	Dobra praktyka z zakresu wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0	Przypadek Technology Applied jest przykładem wdrażania najnowszych koncepcji w zakresie druku 3D – jednej z koronnych technologii Przemysłu 4.0 – przez małe podmioty gospodarcze. Obecne maszyny pozwalają na przejęcie całej linii technologicznej przez drukarkę 3D. Rewolucjonizuje to podejście do projektowania, produkcji, zarządzania jakością i serwisu.



Tabela 1. cd.

Tytax (Brusy)	Charakterystyka firmy	Firma Tytax jest małą firmą, ale wyróżnia się innowacyjnym podejściem do produkcji personalnych siłowni, które są ciągle udoskonalane i dostosowywane do indywidualnych potrzeb klienta. Wykorzystanie nowoczesnych technologii, takich jak roboty spawalnicze i platforma YouTube z instruktażowymi filmami, umożliwiają lepszą jakość produktu, co zapewnia firmie rozwój i sukces na globalnych rynkach.
	Rodzaj zastosowania technologii	Rozwój usług w powiązaniu z produktem
	Dobra praktyka z zakresu wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0	Innowacyjny produkt oparty na rodzimej myśli wynalazczej właściciela firmy jest bezustannie udoskonalany, rekonfigurowany i dostosowywany do wymagań klienta (np. w reakcji na prośbę klienta wyrażoną w mejlu). Proces wytwarzania produktu został udoskonalony poprzez wprowadzenie dopasowanych do potrzeb producenta robotów spawalniczych (rozwiązania firmy Yaskawa dostarczane przez Robotpol), przy czym główną korzyścią jest wyższa jakość produktu (wynikająca z lepszej jakości spawów), a dopiero na drugim miejscu – wyższa wydajność. W firmie uwidaczniają się zmiany związane z koniecznością nabywania nowych kompetencji przez część załogi (umiejętności obsługi/programowania robota). Kluczową innowacją jest jednak ściśle powiązanie produktu z usługą polegającą na udostępnieniu dziesiątków szczegółowych filmów instruktażowych na platformie YouTube, które prezentują liczne funkcje urządzenia. Sposób prezentacji produktu nadaje mu wiarygodność poprzez odwołania do wiedzy medycznej i rehabilitacyjnej. Filmy te są niezwykle łatwe w odbiorze, a przy tym zostały nakręcone w profesjonalnej jakości w małym studiu filmowym powstałym przy zakładzie produkcyjnym. Firma reklamuje się również za pośrednictwem Facebooka i Google Ads. Przypadek firmy Tytax uwypukla znaczenie świadomego i odważnego lidera transformacji cyfrowej – również w małych firmach. Właściciel firmy odważnie sięga po różne rozwiązania, rozwija własną wiedzę w zakresie e-marketingu i korzysta z szerokiego wachlarza możliwości zdobywania wiedzy i doświadczenia (uczestniczy w szkoleniach i spotkaniach dotyczących transformacji cyfrowej).
Wedel (Warszawa)	Charakterystyka firmy	Firma Wedel to renomowane przedsiębiorstwo z ponad 160-letnią historią, specjalizujące się w produkcji wysokiej jakości wyrobów czekoladowych i cukierniczych. W ramach ciągłego doskonalenia procesów i innowacyjności, firma koncentruje się na automatyzacji, zapewniając skuteczność i efektywność produkcji. Jako część międzynarodowego koncernu Lotte, japońskiego potentata na rynku słodczy, firma Wedel łączy tradycję z nowoczesnymi rozwiązaniami.
	Rodzaj zastosowania technologii	Tworzenie inteligentnej fabryki
	Dobra praktyka z zakresu wdrażania technologii z zakresu Przemysłu 4.0	Zastosowanie nowoczesnych technologii, w tym robotyzacji, jest widoczne również w firmie Wedel, wytwarzającej wyroby czekoladowe i cukiernicze. Firma koncentruje się na automatyzacji procesów , w celu zastąpienia monotonna i ciężkich prac manualnych przez urządzenia, co przyczynia się do optymalizacji kosztów. Wedel wprowadza kolejne zespoły maszyn do produkcji pralinek, tabliczek czekoladowych i innych produktów. Wprowadzone rozwiązania automatyzacyjne obejmują między innymi roboty pick&place, które są wykorzystywane w produkcji pianek Ptasie Mleczko. Dzięki nim pianki są uszczelniane w czekoladzie za pomocą folii, co przedłuża trwałość produktu. Firma korzysta również z zaawansowanych technologii, takich jak napęd magnetyczny oparty na technologii firmy Rockwell Itrack oraz narzędzia oparte na algorytmach firmy IBM, takich jak Ilog, które optymalizują parametry wejściowe łańcucha dostaw i przyczyniają się do redukcji kosztów.

11. Kluczową rolę w procesie wdrożenia odgrywają firmy dostarczające rozwiązania cyfrowe

Przeprowadzone badania wykazały, że kluczowym czynnikiem sukcesów we wdrażaniu nowych technologii w polskich firmach przemysłowych jest postawa firm dostarczających rozwiązania technologiczne oraz pełniących rolę integratora. W odróżnieniu od dużych korporacji, zazwyczaj proponujących rozwiązania zaawansowane, ale też stosunkowo mało elastyczne, polscy dostawcy technologii budują swoją przewagę konkurencyjną na umiejętności dopasowywania rozwiązań do rzeczywistych potrzeb i możliwości danej firmy.

Podstawą dla daleko posuniętej personalizacji rozwiązań jest precyzyjna identyfikacja potrzeb poszczególnych firm. Dlatego też zdecydowana większość zbadanych dostawców poprzedzała wdrożenia technologiczne wnikliwym procesem oceny gotowości firmy na przyjęcie oferowanego rozwiązania pod kątem potencjału infrastrukturalnego, umiejętności wykorzystania danych, poziomu uporządkowania procesów, kultury organizacyjnej, przygotowania kadry menedżerskiej oraz potrzeb szkoleniowych. Dostawcy często deklarowali, że budują z klientami długotrwałe relacje oparte na zaufaniu.

Warto podkreślić, że z przeprowadzonych wywiadów często przebijał specyficzny patriotyzm gospodarczy: dostawcy oryginalnych rozwiązań technologicznych podkreślali swój wkład w tworzenie innowacyjnej polskiej gospodarki i zdolność do reagowania na potrzeby rodzimych firm. Firmy zajmujące się integracją technologii dostarczanych przez firmy zagraniczne (dotyczyło to zwłaszcza firm oferujących rozwiązania robotyczne) akcentowały swoją rolę w upowszechnianiu tych technologii na polskim rynku, dostosowywaniu ich do specyficznych wymogów małych i średnich przedsiębiorstw oraz zaangażowanie w edukację przedsiębiorców i potencjalnych pracowników firm przemysłowych w kwestii korzyści płynących z robotyzacji.

Skuteczność i tempo robotyzacji sprowadza się do jakości naszych integratorów. To właśnie od umiejętności integratora zależy, jak skutecznie zidentyfikuje problem i dobierze odpowiednią technologię. (D11)

Zbadane przez nas polskie firmy dostarczające rozwiązania cyfrowe:

- Zdają sobie sprawę z faktu, że ograniczanie wdrożenia tylko do aspektów technologicznych jest przepięsem na jego porażkę, w związku z tym kładą nacisk na aspekty procesowe i organizacyjne transformacji cyfrowej.

Naszym celem jest budowanie trwałych relacji z klientami, osiąganie wspólnego sukcesu i rozwijanie się razem z nimi. Dlatego skupiamy się na dbaniu o ich wzrost i rozumieniu kontekstu biznesowego oraz celów organizacji. Nie ograniczamy się tylko do dostarczania oprogramowania, ale patrzymy szerzej na całą organizację, aby dostarczyć narzędzia i wsparcie, które są dla niej potrzebne. Nasza kadra pracownicza różni się od typowych programistów i informatyków. Zatrudniamy osoby z doświadczeniem w dziedzinie automatyki, budowy maszyn, elektrotechniki czy elektroniki. Są to najczęściej młode osoby, które mają pasję i nie boją się zaangażować w proces. Przy projektach często pojawiają się na miejscu, aby zobaczyć proces działania i obserwować, jak pracownicy z nim współpracują. Uważamy, że nawet najlepszy system biurowy może nie sprawdzić się w rzeczywistych warunkach produkcyjnych. Dlatego nasza obecność na miejscu i bliski kontakt z pracownikami są niezwykle istotne. Nie boimy angażować się w spotkania, warsztaty czy dyskusje. Czasami musimy wprowadzić pewne zmiany czy wywołać dyskusję. Wierzymy w cyfrową transformację, a ona nie sprowadza się do jednorazowego dostarczenia gotowego rozwiązania. Pragniemy rozwijać się wraz z naszymi klientami, zapewniając im kompleksowe wsparcie na każdym etapie cyfrowej transformacji. (D3)

- Ponieważ rozumiemy znaczenie datafikacji dla udanej transformacji cyfrowej, w pierwszej kolejności zajmują się wprowadzeniem opomiarowania podstawowych procesów oraz udrożnieniem przepływu danych w danej firmie.

Cyfrizacja przedsiębiorstw nie polega na natychmiastowym wdrożeniu zaawansowanych rozwiązań typu uczenie maszynowe czy sztuczna inteligencja. To proces, który angażuje ludzi w kolejne etapy i rozwija się stopniowo. Informacje zaczynają przepływać w sposób sensowny, co jest bardzo satysfakcjonujące. Obserwujemy, jak firmy i ludzie zmieniają się w wyniku tych procesów cyfrowych. Często po wdrożeniu rozwiązania pojawia się prośba o dodanie kolejnych funkcji, aby pozbyć się dodatkowych arkuszy Excela. W takich przypadkach analizujemy, jak możemy zrealizować te potrzeby poprzez dodanie odpowiednich modułów. Ważne jest, aby dane płynęły w sposób spójny i aby pracownicy mieli wgląd w to, co się dzieje. (D6)

- Są nastawione na ciągły własny rozwój – mają świadomość, że konkurencja na rynku jest ostra, w związku z tym nie boją się eksperymentować z nowymi



podejściami, nietypowymi rozwiązaniami, najnowszymi technologiami.

- Są świadome faktu, że przewagę konkurencyjną mogą zbudować tylko w oparciu o dodatkową wartość, jaką oferują klientowi, którą najczęściej stanowią konkurencyjna cena, wysoka jakość rozwiązań i ich personalizację oraz intensywniejsze wsparcie okołodrożeńiowe.

Oferujemy gotowe produkty, ale zawsze podkreślamy, że jesteśmy otwarci na zmiany i dostosowanie ich do potrzeb rynku. Szukamy niszy, która przyciągnie uwagę rynku i w nią inwestujemy nasze wysiłki. Wchodzimy na rynek, rozmawiamy z klientami i patrzymy, w którą stronę rozmowa zmierza. W przypadku mniejszych polskich firm takie podejście jest niezbędne, ponieważ brakuje im skali, a koszty jednostkowe są wyższe niż dla dużych firm. Muszą więc wykazać się jakąś zaletą, która przekona klientów do wyboru ich produktu. My posiadamy duże doświadczenie w dziedzinie rozwoju hardware'u i komunikacji bezprzewodowej oraz jesteśmy elastyczni. Możemy negocjować terminy, warunki współpracy i realizować niestandardowe zamówienia. W przeciwieństwie do dużych producentów, jesteśmy otwarci na dużą elastyczność i zmiany. (D14)

- Za jedną ze swoich podstawowych funkcji uważają koordynację procesu wdrożenia na poziomie procesowym i organizacyjnym.

Obecnie na rynku istnieje trend do tworzenia dużych projektów, często z udziałem wielu podwykonawców. Jako firma koordynująca, posiadająca wiedzę technologiczną, angażujemy się w różne dziedziny, staramy się połączyć te elementy w całość. Nasza firma działa jak zintegrowana jednostka. Od samego początku projektu mamy jasne wyobrażenie celu. Nie traktujemy tego procesu jako chaotycznego układania losowych klocków, ale jako planowy i spójny proces. Dążymy do osiągnięcia zamierzonego celu, opierając się na wieloletnim doświadczeniu. (D16)

- Często łączą dogłębną znajomość specyfiki produkcji przemysłowej z kompetencjami programistycznymi: albo same definiują się jako firmy technologiczne, albo angażują się w proces nabywania wiedzy na temat funkcjonowania danej firmy w okresie przedwdrożeńiowym; są nastawione na bezustanne poszerzanie swojego doświadczenia projektowego.

Nasza firma nie jest typową firmą programistyczną, lecz raczej technologiczną, która ma zdolność do realizacji projektów dla klientów. (D16)

W tym procesie wspólnego rozwoju oprogramowania uczymy się na bieżąco specyfiki przemysłu, dzięki czemu nasze oprogramowanie staje się bardziej konkurencyjne. (D4)

Część zbadanych przez nas firm przemysłowych miała doświadczenie współpracy z firmami zajmującymi się konsultingiem w procesie wdrożenia. Często zwracano jednak uwagę na problem niedopasowania ich podejścia do sytuacji małych i średnich firm przemysłowych. Proponowane rozwiązania, zgodne z popularnymi modelami przeprowadzania zmian organizacyjnych w kontekście transformacji cyfrowej w dużych firmach lub korporacjach, okazywały się zbyt drogie lub nie brały pod uwagę ograniczonych zasobów mniejszych firm. Częstym problemem był również brak doświadczenia firm z taką formułą współpracy.

Można skorzystać z usług konsultingowych, ale kluczowe jest jasne określenie celów. Należy pamiętać, że nie wszystkie konsultingowe podejścia są skuteczne. Często zdarza się, że ktoś słyszy o danej metodzie i bezrefleksyjnie próbuje ją wdrożyć, nie zważając na kontekst. To nie przynosi żadnych rezultatów. Kluczowym elementem jest zrozumienie tematu i umiejętność połączenia świata operacyjnego oraz produkcyjnego z aspektami finansowymi. A firmom zajmującym się czystym konsultingiem brakuje tej wiedzy i umiejętności przełamania barier. (P11).

Podobne zastrzeżenia dotyczyły firm skupiających się na dostarczaniu rozwiązań informatycznych, bez uwzględniania szerszego kontekstu organizacyjnego.

Firmy zajmujące się wdrażaniem systemów i rozwiązań informatycznych często nie mają pojęcia o pracy firm produkcyjnych. Brakuje im wiedzy i zrozumienia kontekstu. Mimo naszych wyjaśnień są przekonani, że informatycy poradzą sobie z każdym problemem, a ostatecznie okazuje się, że jest to niemożliwe. (P7)

- Uwzględniają ograniczenia budżetowe małych firm przemysłowych, w związku z czym dostosowują się do stopniowego/modułowego charakteru transformacji cyfrowej i przywiązują wagę do integracji nowych, punktowo wprowadzanych rozwiązań ze starszym parkiem maszynowym.

Naszym celem jest znalezienie równowagi pomiędzy wprowadzaniem nowych rozwiązań, a wykorzystaniem już istniejących. Działając krok po kroku, możemy dostarczać klientowi wartość dodaną na każdym etapie, reagując elastycznie na jego potrzeby i zapewniając skuteczną realizację projektu. (D4)

Tabela 2. Przegląd doświadczeń firm zajmujących się dostarczaniem rozwiązań technologicznych

AMAGE Systems (Kraków)	Profil firmy	AMAGE Systems (https://www.amagesystems.com/) to firma informatyczna dostarczająca rozwiązania bazujące na technologiach cyfrowych dla branży budowlanej oraz firm przemysłowych. Celem tych rozwiązań jest wsparcie klientów w procesie zarządzania zasobami na budowie lub w zakładzie produkcyjnym poprzez przekazywanie dokładnych informacji dla koordynatorów obszarów. System AMAGE składa się z poszczególnych aplikacji, które mogą być wykorzystywane jako rozwiązanie w chmurze zarządzanej przez firmę (SaaS), jako dedykowane rozwiązanie dla klienta, który może wybrać rozwiązanie na chmurze prywatnej (SaaS Private) lub na prywatnej infrastrukturze IT klienta (On Premises). Rozwiązania oferowane dla branży budowlanej obejmują systemy, dzięki którym możliwa jest realizacja prac od momentu powstania planu i zapytań ofertowych, realizację zamówień, dostaw i montażu urządzeń, prefabrykatów i materiałów budowlanych. Firma oferuje monitoring wykonywanych prac oraz wsparcie w usprawnianiu przepływu informacji. W przypadku zakładów przemysłowych (szczególnie tych posiadających produkcję o charakterze ciągłym) proponowane rozwiązania koncentrują się na wsparciu operacyjnym pracowników liniowych i efektywnej koordynacji wykonywanych prac.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	• Udań wdrożenia polega na dopasowaniu rozwiązania do rzeczywistych potrzeb klienta poprzez wspólne wypracowywanie nowych funkcjonalności. Wdrażane technologie powinny się wpisywać w strategię całościowego rozwoju firmy, a ich istotą powinno być ułatwianie przepływu informacji oraz budowanie potencjału analitycznego. Rozwiązania informatyczne mają na celu usprawnienie procesów zarządzania, umożliwienie podejmowania odpowiednich decyzji, monitorowanie wydajności oraz zapewnienie niezawodności działania obiektów. • Tworzone rozwiązania powinny być intuicyjne, łatwe w obsłudze, praktyczne i maksymalnie dostosowane do potrzeb klientów. Optymalne rozwiązanie cechuje się minimalizmem i prostotą rozwiązań, co ułatwia adaptację technologii w organizacji i ułatwia kolejne wdrożenia. Dotyczy to np. ilości danych, które trzeba wprowadzać do systemu; firmy często operują dziesiątkami parametrów, ale rolą dostawcy technologii jest zapewnić funkcjonalność rozwiązania i możliwie jak najniższe koszty jego utrzymania. • Wdrożenia powinny mieć charakter stopniowy: rozpoczynać się od prostych rozwiązań, które następnie są uzupełniane o kolejne procesy i funkcje. Pozwala to lepiej zarządzić procesem zmiany i przyzwyczaić do niej pracowników.
AMAZEMET (Warszawa)	Profil firmy	Spółka AMAZEMET została założona w 2019 roku, ale powstała na bazie prac badawczo rozwojowych prowadzonych od 2016 roku na Politechnice Warszawskiej. Została ona powołana z inicjatywy wynalazców z Wydziału Inżynierii Materiałowej oraz Wydziału Inżynierii Produkcji, którzy objęli udziały razem z Instytutem Badań Stosowanych Politechniki Warszawskiej. Firma prowadzi współpracę naukową z uczelniami i firmami na całym świecie, koncentrując się na druku 3D z metalu, szczególnie w zakresie nowych materiałów, R&D i industrializacji. AMAZEMET specjalizuje się głównie w wysokotemperaturowych technologiach ultradźwiękowych i urządzeniach do atomizacji proszków metali. Dostarczane rozwiązania bazują na technologii wytwarzania nowoczesnych materiałów oraz usprawnień obecnych procesów produkcyjnych.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	• Utrudnieniem dla rozwoju nowoczesnego przemysłu wykorzystującego najnowsze technologie cyfrowe jest niedostatek krajowej myśli technologicznej. W Polsce produkuje się stosunkowo niewiele kompletnych i wysoko technologicznych produktów. Większość produkcji koncentruje się na komponentach dla przemysłu, na przykład dla sektora lotniczego, ale rzadko kiedy cały produkt jest tworzony i projektowany w Polsce. W rezultacie firmy takie jak Amazamet szukają partnerów do współpracy głównie poza granicami kraju. • Rozwój Przemysłu 4.0 wymaga solidnych podstaw infrastrukturalnych: rozwiązania cyfrowe na ogół są dodatkiem, który działa na już istniejącej bazie technologicznej. Polskie firmy podchodzą do wdrożeń technologicznych zbyt entuzjastycznie, kierując się modą, a nie własnymi potrzebami rozwojowymi i próbując wprowadzać je na siłę.



Tabela 2. cd.

ANT Solutions (Kraków)	Profil firmy	Firma ma w swojej ofercie zróżnicowane produkty, wśród których można wymienić m.in. systemy umożliwiające monitorowanie efektywności produkcji (OEE); systemy zarządzania danymi produkcyjnymi (PDMS); system zarządzania energią (EMS); systemy do zaawansowanego planowania i harmonogramowania (APS) oraz systemy do monitorowania efektywności produkcji. Celem wszystkich działań w ramach wdrożenia jest automatyzacja procesów i, w konsekwencji, zwiększenie wydajności danego przedsiębiorstwa. Rozwiązania z zakresu Przemysłu 4.0 oferowane przez ANT Solutions są dostosowywane do potrzeb klientów.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	• Podstawową rolą wdrażanych systemów informatycznych jest zbieranie danych dotyczących produkcji. Zbieranie danych samo w sobie nie przynosi wartości, dopóki nie zostaną one odpowiednio przeanalizowane i wykorzystane do podejmowania decyzji. Punktem wyjścia dla wdrożeń, zwłaszcza systemów MES, jest stworzenie komunikacji z maszynami i gromadzenie rzeczywistych danych z produkcji, które są niezbędne do monitorowania i optymalizacji procesów produkcyjnych. Kluczowe jest opracowanie odpowiednich narzędzi i metodologii analizy danych, aby przekształcić je w użyteczne informacje, które pomogą w podejmowaniu decyzji i optymalizacji produkcji. • Proces wdrożenia technologii wymaga zarządzania zmianą na wielu poziomach organizacji oraz partycypacyjnego włączenia wszystkich użytkowników. System informatyczny może przynieść ogromne korzyści tylko wtedy, gdy jest odpowiednio wykorzystywany przez odpowiednio przeszkolony personel. Zwłaszcza zarząd musi rozumieć cel wdrożenia systemu, a użytkownicy końcowi, czyli operatorzy na produkcji, muszą rozumieć, dlaczego system jest wdrażany. Właściwe podejście i zarządzanie procesem zmiany organizacyjnej są kluczowe. Istotne jest zaangażowanie różnych osób na różnych poziomach organizacji, umożliwienie im wpływu na funkcje i działanie systemu, oraz uwzględnienie ich opinii co do tego, co byłoby pomocne. • Systemy informatyczne zapewniają transparentność funkcjonowania organizacji i obiektywizację zbieranych danych. Ta własność jest doceniana zwłaszcza przez operatorów na produkcji, ponieważ system dostarcza wiarygodne dane w czasie rzeczywistym, pomagając w optymalizacji produkcji i identyfikowaniu obszarów problemowych. • Warunkiem rozpoczęcia wdrożenia powinien być potencjał zwrotu z inwestycji. W pierwszym rzędzie firma dostarczająca rozwiązanie musi zidentyfikować potrzeby klienta i zdefiniować obszary do optymalizacji. System sam w sobie nie generuje wartości, ale przy właściwym zrozumieniu jego potencjału może przynieść ogromne korzyści.

Tabela 2. cd.

ASTOR (Kraków)	Profil firmy	Dzięki wieloletniemu doświadczeniu i wizjonerskiemu podejściu do cyfryzacji firma Astor stała się czołowym dostawcą nowoczesnych technologii z zakresu automatyzacji, robotyzacji i cyfryzacji procesów produkcyjnych dla polskich i zagranicznych przedsiębiorstw przemysłowych. W jej ofercie znajdują się m.in. systemy sterowania o różnej wielkości, systemy wizualizacji SCADA, systemy zarządzania wydajnością i systemy MES, systemy monitoringu i transmisji bezprzewodowej, a także systemy zrobotyzowane. W firmie zatrudnionych jest około 100 specjalistów, w tym ponad 60 ekspertów w dziedzinie automatyki, robotyki i informatyki. Rozwiązania oferowane przez ASTOR opierają się na umiejętnościach zarządzania bogatym ekosystemem kontrahentów (m.in. integratorzy systemów automatyki) i dostawców. Co ważne, rozwiązania te wspierane są przez usługi, których zadaniem jest ułatwić wybór, proces wdrażania i eksploatację kompletnych systemów automatyzacji procesów produkcyjnych i przemysłowych. Firma kładzie duży nacisk na budowanie relacji z klientami, a procesu wdrożenia nie ogranicza do aspektów technologicznych.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	- Kluczowe znaczenie dla powodzenia wdrożenia ma wsparcie konsultacyjne ze strony firmy dostarczającej technologię, znacznie wykraczające poza czyste wdrożenie technologiczne. Wpływ systemu na funkcjonowanie firmy zależy od zarządzania danymi podstawowymi oraz przepływem informacji i komunikacją. Dlatego też na pierwszym etapie należy przeprowadzić analizę procesów w firmie, a dopiero później zaangażować się w poszukiwanie rozwiązań informatycznych, które wspierają proces transformacji. Diagnoza i planowanie powinny zawsze poprzedzać proces implementacji. - Firmy przystępujące do wdrożeń powinny zakładać, że ich przebieg może być utrudniony ze względu na konieczność uporządkowania procesów. Ogromną rolę odgrywa doświadczenie osób zarządzających firmą w prowadzeniu procesu zmiany. Sukces wdrożenia zależy od kompetencji zespołu zarządzającego. - Częstym wyzwaniem jest identyfikowanie potencjału, jakie dane wdrożenie informatyczne wnosi w kontekście całościowego funkcjonowania firmy w wymiarze procesowym i organizacyjnym. Wdrożenie narzędzia do monitorowania efektywności nie gwarantuje automatycznego wzrostu efektywności i natychmiastowego zwrotu z inwestycji zgodnie z oczekiwaniami klienta. Firma dostarczająca rozwiązanie może pomóc w identyfikowaniu potencjału wdrożenia w poszczególnych obszarach i wspierać klienta w maksymalnym jego wykorzystaniu, jednak ostateczny rezultat zależy od skutecznej integracji narzędzia z już funkcjonującymi rozwiązaniami, odpowiedniego zaangażowania zespołu oraz optymalizacji procesów. - Firmy przystępujące do wdrożeń powinny uwzględniać „krzywą adaptacji”, gdy po pewnym czasie od zakończenia wdrożenia następuje pewien spadek efektywności, będący naturalnym elementem procesu adaptacji, gdy organizacja wchłania nowe rozwiązanie i zaczyna z nim eksperymentować. W organizacjach bardziej dojrzałych cyfrowo ten spadek może być mniej zauważalny ze względu na doświadczenie w adaptacji do nowych warunków. Ważne, by firma dostarczająca rozwiązanie, towarzyszyła klientowi w tym procesie i pracowała nad udoskonalaniem rozwiązania, aż do momentu, gdy firma będzie zadowolona z osiągniętych dzięki niemu korzyści. - W sytuacji, gdy firmy nie są w stanie finansować dużych wdrożeń technologicznych, lepszym rozwiązaniem jest stopniowe ulepszanie i usprawnianie procesów. Duże, jednorazowe inwestycje w przestarzałe rozwiązania są bardziej narażone na niepowodzenie z powodu niedostatecznego doświadczenia polskich firm w adaptacji zmiany. Samo wdrożenie technologii, nawet najbardziej nowoczesnych, nie jest gwarancją sukcesu.

Tabela 2. cd.

ControlTec (Wrocław)	Profil firmy	ControlTec jest spółką od ponad dekady dostarczającą nowoczesne rozwiązania w branżach automatyki i elektryki. Specjalizuje się w realizacji projektów związanych z modernizacją i optymalizacją układów automatyki procesów przemysłowych i wytwórczych (w tym także bloków energetycznych). Do wybranych realizacji ControlTec należy m. in. wykonanie projektu i realizacja automatycznej paletyzacji z wykorzystaniem robota przemysłowego, czy automatyzacja linii rozładunku, magazynowania i dozowania na produkcję składników chemicznych. W ofercie firmy znajdują się m. in. instalacje AKPiA, elektryczne systemy sterowania czy układy bezpieczeństwa i systemy ESD. ControlTec jest certyfikowanym integratorem firm Siemens oraz Wonderware, dysponującym własnym zapleczem warsztatowym pozwalającym na samodzielną prefabrykację maszyn przemysłowych, oraz szaf i podzespołów automatyki. We współpracy z partnerami utworzono laboratorium wyposażone w roboty przemysłowe (typu delta, sześciokoosowe, roboty mobilne), oraz własny park maszynowy, dzięki czemu możliwe jest testowanie proponowanych rozwiązań pod kątem efektywności i wydajności oraz budowanie prototypów rozwiązań.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	- Decydujące znaczenie dla powodzenia wdrożenia mają umiejętność dostosowywania oferty do potrzeb klienta oraz nastawienie na długoterminową współpracę opartą na zaufaniu i wymianie wiedzy nawet po zakończeniu wdrożenia. - Kluczowe znaczenie w procesie wdrażania nowych technologii cyfrowych w firmach przemysłowych ma budowanie świadomości na temat niezaprzeczalnych korzyści płynących z cyfryzacji. Przede wszystkim, systemy odcciążają pracowników od wykonywania monotonnych, powtarzalnych zadań: systemy inspekcyjne mogą zastąpić człowieka w procesie oceny zgodności produktów z określonymi wymaganiami; systemy zarządzania produkcją automatycznie generują raporty, które wcześniej pracownicy musieli samodzielnie przygotowywać w arkuszach kalkulacyjnych dużym nakładem pracy. W rezultacie pracownicy zyskują czas na inne zadania, co w ostatecznym rozrachunku zwiększa ich efektywność. Zyskują też możliwość zdobywania nowych kompetencji. - Automatyzacja procesów produkcyjnych nie pociąga za sobą bezrobocia technologicznego, lecz może wymagać zmiany zakresu zadań pracowników. Przedstawiciele firmy podkreślają, że w praktyce można wskazać niewiele przypadków, w których wprowadzenie automatyzacji lub robotyzacji skutkowało redukcją zatrudnienia w danej organizacji, jednostce lub zakładzie produkcyjnym. Zazwyczaj pracownicy są przenoszani do innych zadań lub obszarów, które jeszcze nie zostały zautomatyzowane lub z różnych powodów nie będą zautomatyzowane w najbliższej przyszłości. - Warunkiem sukcesu wdrożenia jest dobrze przeprowadzony proces komunikacji zmiany w organizacji („trzeba zarazić entuzjazmem do zmiany jak największą liczbę pracowników w firmie”) oraz umiejętność wykorzystania przez zarząd potencjału danych zbieranych w procesie produkcyjnym do optymalizacji funkcjonowania oraz poszerzania oferty. Często zdarza się, że klienci uzyskują dostęp do danych i narzędzi analitycznych, jednak nie wykazują chęci do kreatywnego ich wykorzystania do optymalizacji swojego funkcjonowania. Firmy często gromadzą dane jako specyficzny zasób, do którego sięgają jedynie w przypadku sytuacji awaryjnej (np. reklamacji ze strony klienta, niewyjaśnionych przestojów w produkcji). - Ważnym czynnikiem powodzenia wdrożenia jest nastawienie na integrację nowych rozwiązań z tymi, które funkcjonują w danej firmie.

Tabela 2. cd.

DBR77 (Toruń)	Profil firmy	Innowacyjny model DBR77 opiera się m.in. na platformach tworzących <i>marketplace</i> , który pozwala na spotkanie się wielu uczestników rynku skłonnych do wymiany informacji i zawierania transakcji. Jedną z nich jest platforma robotów DBR77.com, która oferuje idealne dopasowanie rozwiązań robotycznych dostępnych na rynku, tak aby spełnić specyficzne potrzeby klienta. Platforma działa na zasadzie B2B - łączy zakłady produkcyjne, które opisują swoje oczekiwania i dotychczasowe warunki pracy, z dostawcami kompletnych stanowisk robotycznych, którzy projektują stanowisko pracy wykorzystując narzędzia 3D, a następnie dobierają roboty zgodnie z potrzebami klienta. Ostatecznie oferty dostawców robotów są analizowane przez firmę DBR77 pod kątem efektywności operacyjnej i finansowej, a następnie prezentowane klientom. Dzięki możliwości porównania warunków technicznych oraz finansowych oferowanych rozwiązań, cykl projektowy znacznie się skraca, składane propozycje są lepiej dopasowane, a ostateczny proces instalacji robotów jest tańszy i bardziej efektywny.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	• Kluczowe znaczenie dla udanego procesu wdrożenia technologicznego ma podejście do kwestii zbierania i wykorzystywania danych. Tymczasem większość polskich firm nie stosuje opomiarowania podstawowych procesów produkcyjnych, zwłaszcza w obszarze planowania produkcji. • Polskie firmy przemysłowe zbyt często utożsamiają Przemysł 4.0 lub transformację cyfrową z robotyzacją, tymczasem holistyczna robotyzacja jest możliwa tylko w przypadku tych firm, które prowadzą masową, wieloseryjną produkcję. • Robotyzacji najlepiej poddają się procesy o jasno wyznaczonej procedurze działania. • Polskie firmy przemysłowe są w coraz większym stopniu pogodzone z faktem, że aby utrzymać się na rynku, muszą przystąpić do wdrażania technologii cyfrowych. Problemem jest jednak niewielka wiedza na temat specyfiki rozwiązań cyfrowych i niskie zrozumienie korzyści płynących z wdrażania, dlatego tak istotne znaczenie ma wsparcie konsultacyjno-wdrożeniowe ze strony firm dostarczających rozwiązania cyfrowe. • Impulsem do wprowadzenia rozwiązań z zakresu zaawansowanej automatyzacji lub robotyzacji będzie niedostatek pracowników o odpowiednim modelu kompetencji, przy czym równie deficytowe będą umiejętności techniczne. • Barięą dla polskich przedsiębiorstw przemysłowych jest brak dostępu do finansowania, dlatego warto stawiać na inicjatywy w rodzaju „Bonu na robotyzację” wspieranego przez PFR lub ulgi robotycznej w ramach podatku dochodowego. • Polskie firmy wstrzymują wdrożenia cyfrowe oparte na wykorzystaniu najnowszych rozwiązań chmurowych zasłaniając się kwestiami cyberbezpieczeństwa. Problem w tym, że bardzo często wynika to z niewłaściwego rozumienia specyfiki tych technologii oraz skali płynących z nich korzyści. • Ważnym czynnikiem powodzenia wdrożenia jest odpowiednia komunikacja zmian skierowana do pracowników.

Tabela 2. cd.

Elgór + Hansen (Chorzów)	Profil firmy	Podstawową działalnością firmy Elgór + Hansen jest projektowanie, produkcja i dostarczanie urządzeń elektrycznych, układów zasilania, układów automatyzacji procesów przemysłowych oraz rozwiązań IT, takich jak infrastruktura IT i wyposażenie serwerowni. Firma wyróżnia się zróżnicowaną ofertą dopasowywaną pod konkretnego klienta oraz wykorzystywaniem zaawansowanych technologii, takich jak systemy automatyzacji, transmisji danych i sterowania obiektami przemysłowymi. Firma ma w ofercie produkty, jak i usługi (autorskie i innych marek) z obszaru elektroniki, energoelektroniki, zasilania oraz rozdziału energii, a także automatyzacji. Przedsiębiorstwo specjalizuje się w projektowaniu i produkcji m.in. urządzeń elektrycznych, układów zasilania czy układów automatyzacji procesów przemysłowych. Zajmuje się również projektowaniem rozwiązań IT (np. infrastruktura IT, wyposażenie serwerowni), przeglądami sprzętu oraz jego remontami. Firma jest częścią grupy Famur. Oferta firmy jest zróżnicowana i dopasowywana pod konkretnego klienta. Można w niej jednak znaleźć przykłady wykorzystywania zaawansowanych technologii np. systemów automatyzacji, transmisji danych, ich gromadzenia i wizualizacji, a także sterowania obiektami przemysłowymi.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	• Kluczowe znaczenie dla sukcesu wdrożenia ma zrozumienie, w jaki sposób dostęp do wiarygodnych informacji na temat procesów wewnętrznych może wytwarzać przewagę konkurencyjną. W przypadku górnictwa wyzwaniem, wbrew pozorom, nie jest automatyzacja i robotyzacja pracy fizycznej, lecz cyfryzacja procesów biznesowych. Zarządzanie polega na monitorowaniu i optymalizacji pracy tysięcy maszyn i urządzeń w celu zwiększenia ich efektywności i wydajności, co wymaga szybkiego podejmowania decyzji. • W górnictwie automatyzacja i robotyzacja stają się koniecznością ze względu na coraz bardziej dojmujący brak pracowników. Roboty są coraz częściej wykorzystywane w prostych zadaniach montażowych, w obsłudze i transporcie, jednak nie stanowią realnego zagrożenia dla miejsc pracy. Zastępowanie ludzi maszynami w wykonywaniu zadań trudnych, brudnych i niebezpiecznych jest ze wszech miar pożądane i powinno być priorytetem wspieranym przez państwo.



Tabela 2. cd.

ELPLC (Tarnów)	Profil firmy	Podstawową działalnością firmy ELPLC jest projektowanie, budowa i rozwijanie zaawansowanych maszyn, linii technologicznych oraz oprogramowania z zakresu automatyzacji i robotyzacji dla różnych branż, w tym motoryzacyjnej, ceramicznej, chemicznej i elektronicznej. Firma wyróżnia się wysokim poziomem zaawansowania w zakresie Przemysłu 4.0, posiadając status centrum badawczo-rozwojowego, oraz oferując innowacyjne rozwiązania, takie jak system monitorowania ELPLC Smart Factory, wykorzystujący technologie takie jak rozszerzona rzeczywistość, internet rzeczy, przetwarzanie dużych ilości danych czy rozwiązania chmurowe. ELPLC wyróżnia się spośród analizowanych firm dzięki zaawansowaniu w dziedzinie Przemysłu 4.0 oraz posiadanemu statutowi centrum badawczo-rozwojowego, który został przyznany przedsiębiorstwu w 2021 roku. ELPLC rozwija różnorodne rozwiązania związane z Przemysłem 4.0. ELPLC oferuje kompleksowe tworzenie linii technologicznych i montażowych, wykorzystujących roboty i manipulatory, zintegrowane z zaawansowanymi rozwiązaniami programistycznymi oraz systemami wizyjnymi opartymi na głębokim uczeniu maszynowym. Wszystkie te rozwiązania posiadają czytelne i intuicyjne interfejsy, które ułatwiają współpracę między człowiekiem a maszyną. Koronnym rozwiązaniem firmy jest ELPLC Smart Factory – system monitorujący procesy w fabryce. Dzięki gromadzeniu danych możliwe jest stworzenie cyfrowego odzwierciedlenia rzeczywistego stanu, co umożliwia bardziej efektywne zarządzanie przedsiębiorstwem poprzez ograniczenie nadprodukcji oraz lepszą konserwację sprzętu. System ten zbiera dane, analizuje aktualne i historyczne parametry linii produkcyjnej, monitoruje wydajność oraz przewiduje potencjalne awarie. ELPLC Smart Factory charakteryzuje się również minimalnym wykorzystaniem papieru – dokumentacja generowana w ramach systemu jest dostępna w formie cyfrowej i regularnie aktualizowana poprzez zdalny serwer lub rozwiązania chmurowe przedsiębiorstwa. Cyfrowe odzwierciedlenie rzeczywistości przedsiębiorstwa rozszerza również możliwości szkoleniowe. Firma konsekwentnie wprowadza rozwiązania oparte na rozszerzonej rzeczywistości, umożliwiając szkolenia operatorów maszyn poprzez specjalne gogle.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	• Kluczowe znaczenie dla sukcesu wdrożenia ma wsparcie udzielone klientowi w obszarze porządkowania procesów, przy jednoczesnym zachowaniu zasady kontroli klienta nad całością funkcjonowania firmy oraz dopasowanie działania systemu do rzeczywistych potrzeb klienta. Firma dostarczająca technologię powinna wykorzystywać dotychczasowe doświadczenia, by sugerować klientowi optymalne rozwiązania procesowe. • Wykorzystanie nowych technologii, takich jak rozszerzona rzeczywistość i sztuczna inteligencja, rewolucjonizuje proces szkolenia i pozwala reagować na wyzwania związane z częstą rotacją pracowników, powodujące dezorganizację procesu produkcyjnego. Okulary VR ułatwiają szkolenie nowych pracowników: mogą oni poznać specyfikę zadania, zapamiętać procedury i rozpocząć pracę bez konieczności inwestowania czasu i zasobów menedżerskich. • Technologia okularów VR rozszerza i optymalizuje dostęp do zdalnego wsparcia technicznego dla klientów na całym świecie. Eliminuje to konieczność wysyłania zespołu technicznego w teren; zdalne wsparcie jest szybkie i skuteczne, a przy tym oszczędza czas i zasoby obydwu stron.



Tabela 2. cd.

Inovatica (Łódź)	Profil firmy	Firma Inovatica to softwarehouse specjalizujący się w dostarczaniu rozwiązań IT, takich jak serwisy www, aplikacje mobilne, systemy nawigacji wewnątrz-budynkowej oraz usługi projektowania graficznego i UX. Jej działalność obejmuje obsługę klientów zarówno w Polsce, jak i za granicą, w tym startupów, instytucji rządowych i przedsiębiorstw, a firma angażuje się również w projekty badawczo-rozwojowe oraz lokalne wydarzenia branżowe, co świadczy o jej zaangażowaniu w innowacyjność i rozwój technologiczny. Firma Inovatica dostarcza rozwiązania informatyczne w szerokim zakresie, od aplikacji mobilnych po usługi UX, jednak jej najbardziej wyróżniającym się produktem są zaawansowane systemy nawigacji wewnątrz-budynkowej, wdrożenia TYPO3 czy autonomiczne pojazdy transportu wewnętrznego. Na zlecenie warszawskiego lotniska im. Chopina firma wykonała złożony system lokalizacji oraz aplikację mobilną w celu usprawnienia obsługi podróżnych i ułatwienia im poruszania się. Na potrzeby tego zlecenia zostały opracowane m.in. dedykowane mapy wnętrz o wysokiej precyzji, gdzie każde miejsce opisane jest za pomocą obrazów, tekstów i poszczególnych atrybutów, a także algorytmy do znajdowania drogi po zdefiniowanych ścieżkach. Spółka opracowała technologię autonomicznych wózków widłowych i dostarcza ją firmom przemysłowym oraz logistycznym. Technologia ta polega na wyposażeniu zwykłego wózka widłowego manualnego, obsługiwanego przez operatora, w odpowiednie komponenty elektroniczne, informatyczne, komputery oraz sensory niezbędne do stworzenia pojazdu autonomicznego. Dzięki temu wózek może brać udział w obiegu palet w magazynie lub zakładzie produkcyjnym, przewożąc towary w ramach procesu logistycznego transportu wewnętrznego. Firma przywiązuje również dużą wagę do budowania długoterminowych relacji z klientami.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	• Wprowadzenie nowoczesnych rozwiązań, takich jak autonomiczne wózki widłowe, radykalnie zmienia środowisko pracy. Z jednej strony staje się ono bardziej „humanitarne” ze względu na poprawę warunków pracy, z drugiej – powstają nowe wymagania pod adresem pracowników, którzy muszą się nauczyć funkcjonować w obecności takich maszyn i skutecznie z nimi współpracować. • Wdrożenia technologii cyfrowych zmieniają sposób wykonywania zadań przez pracowników, co wymaga nabycia przez nich nowych kompetencji w ramach szkoleń. Na przykład w przypadku wprowadzenia autonomicznych wózków widłowych przeszkolenie dotyczy wszystkich pracowników mających kontakt z robotem, nie tylko operatorów czy kierowników procesu, którzy nadzorują pracę i definiują procedury. Wszyscy pracownicy powinni umieć wchodzić w interakcje z robotem w ramach danego procesu, np. umieć go zatrzymać, odpowiednio wywoływać określonego zadania oraz rozumieć specyfikę jego funkcjonowania (np. zapamiętać, że robot zawsze ma pierwszeństwo na ścieżce). • Robotyzacja i automatyzacja przynoszą korzyści nie tylko organizacji, ale także poszczególnym pracownikom, sprawiając, że ich praca staje się łatwiejsza i mniej szkodliwa dla zdrowia. Wdrożenia technologiczne nie przyczyniają się do spadku zatrudnienia, lecz do zmiany charakteru wykonywanych zadań. Praca w firmach logistycznych często jest monotonna, zmianowa i wykonywana w trudnych warunkach. Na automatyzację warto spojrzeć z perspektywy osób, które nie muszą już wykonywać najbardziej niewdzięcznych zadań i zaczynają się realizować w innych obszarach.

Tabela 2. cd.

IPOSystem (UIBS Teamwork) (Rybnik)	Profil firmy	Oferowany przez firmę IPOsystem umożliwia zarządzanie na halach produkcyjnych bez udziału dodatkowych pracowników, takich jak np. planiści. System wdrożono w 50 fabrykach. Na tle innych systemów planistycznych IPOsystem wyróżnia się m.in. wykorzystaniem sztucznej inteligencji do procesów decyzyjnych, wysoką elastycznością i dostosowywaniem się do zmian oraz podejmowaniem autonomicznych decyzji. System sam podejmuje decyzje o wykonywanych w fabryce zadaniach i przydziela je poszczególnym pracownikom (Forbes, 2020). Pracownik kontaktuje się z systemem przy pomocy zróżnicowanych narzędzi, takich jak m.in. tablety, terminale czy smartfony, a gromadzone dane analizowane są w czasie rzeczywistym (Forbes, 2022). Celem wdrożenia IPOsystemu w przedsiębiorstwie jest redukcja kosztów oraz podniesienie efektywności. Rozwiązanie jest wykorzystywane m.in. w Mennicy Polskiej i w opisywanej powyżej firmie Promotech.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	- Korzyści wynikające z wdrożenia systemów cyfrowych są wielorakie, m.in. uporządkowanie procesów, dotrzymywanie terminów, dostęp do bieżących danych, wyeliminowanie pomyłek czy redukcja zadań osób zarządzających fabryką. System zarządza fabryką bez udziału pracowników np. zajmujących się przygotowaniem harmonogramów, a w konsekwencji usprawnia pracę przedsiębiorstwa. - Dzięki wdrożeniu systemu planowania pracy zmienia się sposób rozdzielania obowiązków między pracowników, co przekształca zakres zadań menedżerów. W mniejszym stopniu zajmują się oni szczegółowym kontrolowaniem pracy, a w większym stopniu zajmują się zapewnianiem płynności procesów i rozwiązywaniem wyjątkowych problemów (np. brak narzędzi, nieprawidłowe przypisanie zadania). - Sposób rozdziału pracy staje się bardziej zobiektywizowany i mniej zależny od osobistych preferencji.
MAGMA S.A.P. (Grajewo)	Profil firmy	Firma Magma S.A.P. specjalizuje się w produkcji maszyn oraz urządzeń dla przemysłu spożywczego, farmaceutycznego i chemicznego. Firma posiada ponad dwunastoletnie doświadczenie w konstruowaniu urządzeń przemysłowych oraz zajmuje się automatyką przemysłową w różnych branżach. Firma oferuje technologie umożliwiające kontrolę czystości w zakładzie produkcyjnym, optymalizację systemu rurociągów oraz usprawniające czas produkcji alkoholi. Spółka proponuje także rozwiązania w zakresie wdrażania Przemysłu 4.0 (Industry 4.0), poprzez m.in. wsparcie we wdrażaniu czujników, sterowników PLC, a także systemy Business Intelligence.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	- Przewagę konkurencyjną firmy tworzą mało awaryjne rozwiązania, które nie wymagają intensywnego wsparcia obsługi ruchu po zakończeniu okresu wdrożenia – produkt „nietani, ale wartościowy”. Urządzenia po przeprowadzaniu pierwszych uruchomień nie wymagają szczególnego nadzoru ze strony specjalnie wykształconych pracowników. Sporadyczne awarie firma coraz częściej rozwiązuje za pośrednictwem zdalnego nadzoru lub zdalnych porad. W rezultacie rozwiązuje to jeden z poważniejszych problemów, z jakimi borykają się firmy przemysłowe, to jest brak wykwalifikowanych pracowników w obszarze utrzymania ruchu. - Wprowadzenie nowego systemu informatycznego na ogół wiąże się z inwestycją i kosztami związanymi z jego implementacją, szkoleniem pracowników oraz dostosowaniem infrastruktury. Rozwiązania, które wymagają niewielkiej obsługi ze strony ludzi i działają przez długi czas bez większej ingerencji, są na ogół znacznie droższe. Firmy, które rozumieją potencjał Przemysłu 4.0, które potrafią oszacować koszt takiej inwestycji i dobrze ją zaplanować, ponoszą znacznie niższe koszty eksploatacji. Istotne znaczenie dla powodzenia wdrożenia ma zarządzanie procesem zmiany, a zwłaszcza szkolenia dla pracowników. Szczególnie istotne są szkolenia dotyczące wskaźnika OEE (Overall Equipment Effectiveness, Całkowita Efektywność Wyposażenia): sposobów mierzenia oraz czynników, które wpływają na wskaźniki (np. zła jakość wyrobów, przyczyna zatrzymania systemu). Słabe zrozumienie tego wskaźnika sprawia, że operatorzy nie rejestrują informacji, które mają istotny wpływ na jego wydajność, co z kolei może obniżyć chęć do korzystania z systemu.

Tabela 2. cd.

Robotpol (Gdynia)	Profil firmy	Firma Robotpol specjalizuje się w dostarczaniu spersonalizowanych rozwiązań robotycznych dla małych i średnich firm w sektorze produkcyjnym. Jej wyróżnikiem jest nie tylko dostarczanie infrastruktury maszynowej i systemowej, ale także zaangażowanie w edukację, szkolenia techniczne oraz działania mające na celu zwiększenie dostępności odpowiednio wykwalifikowanej kadry pracowniczej w dziedzinie automatyki przemysłowej. Jednak z perspektywy rozwoju nowoczesnego przemysłu w Polsce znacznie istotniejsze jest otwarte, wizjonerskie i zaangażowane podejście do kwestii braku pracowników o odpowiednim profilu kompetencji. Właściciel firmy osobiście zorganizował i prowadzi zajęcia z automatyki w zaprzyjaźnionym technikum. Firma prowadzi również programy szkoleniowe dla pracowników firm, w których wdrażane są rozwiązania robotyczne. Robotpol zajmuje się m.in. integracją rozwiązań oferowanych przez firmę Yaskawa, która zajmuje się sprzedażą, wsparciem technicznym, serwisem i szkoleniami z zakresu technologii napędów, automatyki przemysłowej i robotyki. Firma wyróżnia się jako oficjalny oddział międzynarodowego producenta Yaskawa, zapewniając kompleksowe rozwiązania dla klientów, w tym czołowych producentów maszyn w Polsce oraz dużych krajowych firm, i działając jako centrum edukacyjne i badawczo-rozwojowe w ramach Yaskawa Academy, budując lokalne kompetencje i realizując innowacyjne projekty.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	• Ze względu na wysoki koszt rozwiązań często potrzebna jest edukacja klienta pod kątem możliwych korzyści. Przejęcie przez roboty zadań dotychczas wykonywanych przez ludzi może budzić opór zarówno wśród pracowników fizycznych, jak i kadry menedżerskiej. Firmy dostarczające technologie wkładają mnóstwo wysiłku w upowszechnianie wiedzy na temat korzyści wynikających z wdrożeń, również w ramach bezpośrednich spotkań. • Rola integratora jest szczególnie istotna w przypadku firm wytwarzających unikatowe produkty w krótkich seriach. Konfiguracja systemu musi być w takim przypadku dobrze ustawiona i zintegrowana z procesami w przedsiębiorstwie. Wymaga to od integratora precyzyjnego zidentyfikowania potrzeb klienta i objęcia opieką procesu wdrożenia poprzez przygotowanie zakładu na instalację robota. Najczęściej wymaga to ścisłej obserwacji procesu produkcji (sposobu przygotowania elementów, które później zostaną zautomatyzowane przez system), ale też oceny kultury organizacyjnej (otwartości pracowników na nabywanie nowych kompetencji, umiejętność dostosowania się do pracy z robotem, gotowości na wprowadzanie modyfikacji procesu produkcyjnego, akceptacji czasochłonnego charakteru wdrożenia, zwłaszcza jeśli zakład produkcyjny nie korzystał wcześniej z rozwiązań robotycznych).

Tabela 2. cd.

SEZO (Gdynia)	Profil firmy	SEZO jest dostawcą rozwiązań wykorzystujących technologię IoT dostosowywanych do potrzeb klienta. Oferowane urządzenia oparte są o sieć LoRaWAN, która została zaprojektowana w celu bezprzewodowej komunikacji urządzeń zasilanych bateryjnie o małej mocy (np. czujniki SEZO) z aplikacjami podłączonymi do Internetu za pomocą bezprzewodowych połączeń o dużym zasięgu. Dana technologia oparta jest o specyfikację Internetu Rzeczy (IoT), przykładowo bezpieczeństwo typu end-to-end i usługi lokalizacyjne. Jedną z zalet wykorzystywania LoRaWAN jest brak opłat licencyjnych i abonamentowych, ponieważ wykorzystuje częstotliwości radiowe. Urządzenia korzystające z danej sieci wysyłają informacje w wyniku zdarzenia (np. ruchu) lub według ustalonego harmonogramu (co określoną długość czasu). Jak wskazuje firma, żywotność baterii danych urządzeń jest przedłużona (działają nawet kilka lat), ponieważ dane wysyłane są w razie potrzeby bez nadprogramowego łączenia się z siecią. SEZO proponuje także technologie mobilne. W ofercie firmy SEZO znajduje się szeroka gama produktów, które klienci mogą wykorzystywać m.in. do pomiaru temperatury, wilgotności, ruchu, ciśnienia powietrza.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	- Rozwiązania technologiczne powinny być zrozumiałe dla użytkowników, niezależnie od ich poziomu wiedzy technicznej. Interfejsy użytkownika powinny być intuicyjne i łatwe w obsłudze, co minimalizuje bariery w procesie adaptacji i wykorzystywania technologii. Mądra inżynieria skupia się na usunięciu zbędnej złożoności i skomplikowanych procedur, aby użytkownicy mogli łatwo korzystać z nowych narzędzi. Firmy stale się rozwijają i ewoluują, dlatego istotne jest, aby technologia była elastyczna i skalowalna. Rozwiązania powinny być projektowane w taki sposób, aby łatwo dostosować się do zmieniających się wymagań i zapewnić wsparcie dla długoterminowego rozwoju firmy. - Wymagania techniczne związane z cyfryzacją mogą wiązać się z pewnymi ryzykami i stałymi kosztami. Firmy wstrzymują się z wdrożeniami cyfrowymi ze względu na brak pracowników dysponujących kompetencjami techniczno-informatycznymi i ich częstą rotację. Obawiają się, że w razie awarii zaawansowanych narzędzi czy urządzeń nie będą w stanie samodzielnie ich naprawić, a koszty naprawy przez zewnętrzną firmę przekroczą korzyści płynące z użytkowania. - Firmy powinny starannie ocenić korzyści płynące z wdrożenia cyfryzacji. Muszą wziąć pod uwagę zarówno krótkoterminowe, jak i długoterminowe korzyści oraz zrozumieć, jakie koszty i ryzyka są związane z tym procesem. Na ogół korzyści związane z cyfryzacją, takie jak zwiększona efektywność, poprawa jakości, lepsze zarządzanie danymi czy automatyzacja procesów, przewyższają ewentualne ryzyka i koszty. Ważne jest, aby podejście do cyfryzacji było strategiczne i dobrze przemyślane. - Firmy, które potrafią dostarczyć produkty lub usługi, które są zarówno gotowe do użycia, jak i elastyczne pod kątem dostosowania ich do indywidualnych potrzeb klientów, zyskują przewagę konkurencyjną.

Tabela 2. cd.

Transition Technologies PSC (Łódź)	Profil firmy	Firma PSC (Poland Solution Center), spółka-córka globalnej firmy Transition Technologies, koncentruje się na rozwiązaniach przeznaczonych dla Przemysłu 4.0. Obejmują one zarówno zarządzanie cyklem życia produktu (PLM), co stanowi fundament każdej firmy przemysłowej i główne źródło informacji o produkcie, a także Internet of Things (IoT), sztuczną inteligencję i rozwiązania chmurowe. Innowacyjnym rozwiązaniem stworzonym przez TT PSC, wykorzystującym technologię rozszerzonej rzeczywistości i wspierającym się sztuczną inteligencją, jest SkillWorx. Jest to asystent szkoleń i prac technicznych wykorzystujący technologię AR, przeznaczony dla kontrolerów jakości, serwisantów i monterów. Rozwiązanie wspiera szybkie i bezpieczne wdrażanie nowych pracowników lub przekwalifikowywanie na nowe stanowisko pracy. Rozwiązanie jest użyteczne także w pracach terenowych, ponieważ za jego pomocą możliwe jest połączenie z ekspertem oddalonym o setki lub tysiące kilometrów. Urządzenie RealWear HMT-1 jest wyposażone w technologię inteligencji przestrzennej, dzięki której pracownicy mogą zobaczyć sekwencję kroków do wykonania i jak należy je wykonać. Dodatkowo, możliwy jest głosowy dostęp do informacji technicznych, co usprawnia proces wyszukiwania niezbędnych informacji.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	• Nowoczesne rozwiązania łączące rozszerzoną rzeczywistość i sztuczną inteligencję wprowadzają swoistą standaryzację zadań w firmie, zwiększając elastyczność pracownika, który zyskuje zdolność wykonywania zadań różnego typu bez przeszkolenia lub po krótkim instruktażu. Nawet nie znając konkretnej instalacji, pracownik poradzi sobie z jej obsługą dzięki zdigitalizowanym instrukcjom oraz możliwości skontaktowania się ze współpracownikami za pośrednictwem systemu. Technologia ta może też służyć do cyfryzacji cennej wiedzy organizacyjnej. Doświadczony pracownik wyposażony w specjalny zestaw z kamerą może rejestrować wykonywanie zadania krok po kroku, tworząc w ten sposób film instruktażowy dla współpracowników i nowych pracowników. • Warunkiem udanego wdrożenia jest dobre dopasowanie rozwiązania do potrzeb klienta, szacunek dla jego budżetu, zaufanie do jego wizji rozwoju biznesu oraz wsparcie w procesie wprowadzania rozwiązania i testowania jego możliwości. • O sukcesie wdrożenia decyduje możliwość stopniowego wprowadzania, pozwalającego na ciągłą weryfikację kierunku zmian oraz integrację najnowszych rozwiązań z rozwiązaniami już wykorzystywanymi przez klienta. Doświadczony integrator rozumie potrzeby biznesowe klienta i stojące przed nim wyzwania, i jest w stanie zaproponować rozwiązanie, które nie zaburzy istniejącej infrastruktury IT. Wspólnie z klientem pracuje nad dostosowaniem produktu do jego potrzeb, tworząc dedykowane funkcjonalności.

Tabela 2. cd.

Virtual Power Plant (Łódź)	Profil firmy	VPPlant specjalizuje się w optymalizacji wykorzystania energii w budynkach poprzez aktywne sterowanie energią przy wsparciu sztucznej inteligencji, przy uwzględnieniu celów ESG i kosztów dla klientów, oferując zaawansowane technologicznie rozwiązania, takie jak ECO, Energy Blockchain czy Demand Side Response. Firma wyróżnia się ponad 30-letnim doświadczeniem, wiodącą pozycją na rynku oraz osiągnięciem oszczędności energetycznych na poziomie 10-30% dla klientów. VPPlant świadczy usługi optymalizacji wykorzystania energii w budynkach dostosowując zużycie energii elektrycznej. Misją firmy stanowi usługa aktywnego sterowania energią w budynkach przy wsparciu sztucznej inteligencji, jednocześnie biorąc pod uwagę strategię celów ESG i koszty ponoszone przez klientów. Firma posiada ponad 30 lat doświadczenia w działalności i obecnie jest wiodącym dostawcą zaawansowanych technologicznie rozwiązań zwiększających m.in. efektywność energetyczną i poprawę wskaźników ciągłości procesów w zakładach produkcyjnych. Jednym z rozwiązań oferowanych przez firmę jest ECO (Energy & Comfort Optimizer), polegające na zarządzaniu systemami ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji (HVAC). Efektami w wykorzystaniu danego rozwiązania jest m.in. oszczędność eksploatacji urządzeń HVAC oraz zużycia mediów i w konsekwencji obniżenie śladu węglowego budynków. Do innych rozwiązań oferowanych przez VPPlant należą Energy Blockchain czy Umowa zakupu energii elektrycznej (Power Purchase Agreement – PPA). W ramach prac badawczo-rozwojowych (jako część programu BRIDGE Alfa, organizowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju) nad zastosowaniem Demand Side Response (DSR) w budynkach wielokubaturowych, VPPlant opracowało technologię Enabler DSR. Jest to inteligentny algorytm rozszerzający istniejącą automatykę budynku, który pozwala na zarządzanie procesami ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji, dopasowując parametry sterowania do charakterystyki cieplnej budynków, warunków pogodowych czy ilości osób przebywających wewnątrz. Dane rozwiązanie polega na przejęciu kontroli nad systemami automatyki budynkowej (BMS) i wprowadza optymalne algorytmy sterowania. Firma wskazuje, że zastosowanie danej technologii przyniosło ich klientom oszczędność na poziomie 10-30% kosztów energii elektrycznej i ciepła. Do innych oferowanych technologii należą OHT, będący inteligentnym optymalizatorem dla układów wentylacji, który monitoruje tworzenie się rakotwórczych związków THM oraz ich usuwanie z basenów krytych, a także drive2e oferujący platformę do zarządzania usługami ładowania samochodów elektrycznych w powiązaniu z optymalizowaną na bieżąco infrastrukturą energetyczną budynku. VPPlant buduje także inteligentne oprogramowanie pozwalające stworzyć wirtualną elektrownię, będącą systemem informatycznym zapobiegającym blackoutom poprzez krótkoterminowe zautomatyzowane redukcje zużycia energii wykonywane po stronie jej odbiorców. Rozwiązania oferowane przez VPP nie tylko generują oszczędności, lecz również zwiększają bezpieczeństwo funkcjonowania danej firmy.
	Wnioski dotyczące procesu wdrażania rozwiązań technologicznych w polskich firmach	- Kluczowe znaczenie dla sukcesu wdrożenia ma kultura organizacyjna otwarta na zmianę, zwłaszcza postawa zarządu i menedżerów wyższego szczebla, którzy są skłonni do szukania nowych rozwiązań i potrafią zaakceptować zmianę dotychczasowego sposobu działania. - Sukces wdrożeń wymaga podejścia interdyscyplinarnego, to znaczy umiejętności integrowania różnych obszarów funkcjonowania firmy. - W pełni ucyfrowionych firmach procesy są optymalizowane na bieżąco. W przypadku mniej ucyfrowionych firm konieczne jest zwłaszcza łączenie oddzielnie funkcjonujących systemów w celu zapewnienia efektywnej komunikacji. Często nawet zautomatyzowane systemy nie tylko nie są zintegrowane, ale wręcz kolidują ze sobą (np. grzeją i chłodzą jednocześnie). Wdrożenie rozwiązań pomostowych pozwala na osiągnięcie oszczędności.



Dalsze perspektywy rozwoju Przemysłu 4.0





Przemysł 4.0 jest dynamicznym procesem, który będzie nadal ewoluował. Organizacje muszą być gotowe na ciągłe dostosowywanie się do nowych technologii i zmieniających się warunków rynkowych. Wymaga to elastyczności, innowacyjności i umiejętności współpracy zarówno na poziomie wewnętrznym, jak i zewnętrznym, oraz odporności na ciągłe zmiany, niepewne efekty i porażki, których nie da się uniknąć, a które są wspaniałymi okazjami do uczenia się w tym procesie transformacji cyfrowej gospodarki.

Od kilku miesięcy wyobraźnię mediów rozpala nowa odsłona sztucznej inteligencji określana mianem generatywnej. Jej podstawę tworzą duże modele językowe, które generują odpowiedzi w oparciu o statystyczne prawdopodobieństwo wystąpienia danego słowa. Najnowsza klasa generatywnych systemów sztucznej inteligencji wyłoniła się z modeli podstawowych – wielkoskalowych modeli głębokiego uczenia wytrenowanych na ogromnych, nieustrukturyzowanych zbiorach danych (takich jak tekst i obrazy), które generowane są różnymi kanałami. Z powodu „rozumienia” przez nie różnych rodzajów danych i wykorzystywania ich równocześnie do generowania odpowiedzi modele te określa się mianem multimodalnych. Dzięki temu systemy mogą czerpać dane z wielu zasobów, urządzeń i kanałów sensorycznych, porządkować je, znajdować zależności i wzory oraz budować modele asocjacyjne czy predykcyjne. Dlatego też aplikacje oparte na GAI „halucynują”: udzielają odpowiedzi, które brzmią wiarygodnie, ale są nieprawdziwe lub błędne, a przy tym nie potrafią wskazać źródeł informacji.

Ta specyfika generatywnej sztucznej inteligencji bez wątplenia powinna skłaniać firmy do ostrożnego podejścia do integracji jej z istniejącymi systemami. Ostrożność nie powinna jednak hamować sondowania potencjalnych zastosowań. GAI to technologia o przełomowym, choć nadal trudnym do określenia

wpływie. Jej zastosowanie wpłynie na całą gospodarkę: proces ten nie ominie żadnej branży, redefiniując czynniki przewagi konkurencyjnej i przekształcając reguły rynkowe. Od kilku miesięcy miliony osób i przedsiębiorstw testują tę technologię, poznając jej potencjał, znajdując dla niej nowe zastosowania, ale też doświadczając jej ograniczeń oraz ryzyk, które ze sobą niesie.

Generatywna sztuczna inteligencja będzie łatwa w użyciu dla szerokiej grupy pracowników o podstawowych kompetencjach cyfrowych, nie tylko dla wąskiej grupy programistów i automatyków. Ta własność przesądza o jej dużym potencjale wdrożeniowym z perspektywy firm, które dotąd ograniczał brak kompetentnych pracowników. GAI będzie mogła być wykorzystywana do porządkowania procesów, zarządzania nimi, automatyzacji podejmowania decyzji, znajdowania błędów czy braku efektywności. Rozwój tej technologii będzie oznaczał automatyzację wielu zadań i autonomizację procesów w przedsiębiorstwach, które dotąd były uważane za domenę ludzi – i to ludzi wykształconych i dysponujących wysokim poziomem kompetencji poznawczych¹. Przewagę konkurencyjną będzie jednak zapewniać umiejętność łączenia potencjału GAI z ludzkimi kompetencjami.

W kontekście kolejnego przewrotu technologicznego wnioski płynące z przeprowadzonego badania nabierają jeszcze mocniejszego wydźwięku: polski przemysł ma szansę stać się kołem zamachowym rozwoju gospodarczego opartego na nowych technologiach. Warunkiem jest jednak uwzględnienie specyfiki przebiegu wdrożeń, zwłaszcza w małych i średnich przedsiębiorstwach oraz wsparcie instytucjonalne i finansowe, skoncentrowane na rzeczywistych potrzebach tych firm z perspektywy ich miejsca w łańcuchu wartości oraz specyfiki oferowanych przez nie produktów i usług.

¹ <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/generative-ai-is-here-how-tools-like-chatgpt-could-change-your-business?stcr=738AC24D41C14C898CCA8FCF18A6796F&cid=other-eml-alt-mip-mck&hlkid=dfabeadf29e94a6b81e1eb09120bf040&hctky=11366164&hdpid=7a27a3cb-937f-46ee-93fe-f976901d743c>



Rekomendacje dotyczące uwarunkowań finansowania wdrożeń z zakresu Przemysłu 4.0



1. Obecna dyskusja o Przemysle 4.0 skupia się na standardowych wzorcach (przypadkach zastosowań, tzw. use case) transformacji cyfrowej, głównie na tworzeniu inteligentnych fabryk, cechujących się zaawansowaną integracją pionową i poziomą systemów cyfrowych i angażujących najnowocześniejsze technologie cyfrowe. Takie podejście, kładące nacisk na skalę przedsięwzięcia i potrzebnego finansowania, może jednak onieśmielać mniejsze firmy, a przy tym być w niewielkim stopniu dostosowane do ich potrzeb i modelu biznesowego. Tymczasem w przypadku MŚP duże korzyści może przynieść wprowadzenie podstawowego systemu ERP czy MES lub robotyzacja wycinaka procesu produkcyjnego. **Kluczowe znaczenie dla rozwoju nowoczesnego przemysłu w Polsce ma upowszechnianie wiedzy na temat korzyści płynących z wdrażania nowych technologii w sposób dostosowany do specyfiki polskich firm i ich miejsca w łańcuchach wartości, a zatem pod postacią transformacji modułowej/selektywnej, na bazie stosunkowo prostych rozwiązań, finansowo dostępnych dla małych i średnich przedsiębiorstw.**
2. W przypadku MŚP wdrażanie nowych technologii z zakresu Przemysłu 4.0 w zdecydowanej większości przypadków nie przekłada się na masowe zwolnienia, tworzy jednak konieczność zmiany kwalifikacji i podnoszenia kompetencji. **Rozwój nowoczesnego przemysłu w Polsce jest niemożliwy bez radykalnych zmian w systemie edukacyjnym**, prowadzących do powstania otwartego ekosystemu edukacyjnego umożliwiającego uczenie się i nabywanie kompetencji przez całe życie.
 - a. Ekosystem ten powinien tworzyć szkoły zawodowe, uczelnie techniczne, wydziały zarządzania na pozostałych uczelniach, firmy szkoleniowe, firmy konsultingowe, firmy dostarczające rozwiązań cyfrowych i firmy produkcyjne oraz instytucje finansowe.
 - b. Ekosystem ten powinien wspierać rozwój kompetencji cyfrowych pracowników na każdym szczeblu – pod tym względem Polska pozostaje daleko w tyle za innymi państwami unijnymi, co jest podstawową barierą rozwoju polskiej gospodarki. Podstawowy nacisk na każdym etapie edukacji powinien dotyczyć umiejętności pracy z danymi („data literacy”).
3. **Wsparcie finansowe dla przedsiębiorstw powinno obejmować nie tylko wdrożenie konkretnej technologii, lecz również zmiany procesowe i organizacyjne w firmie**, w tym systematyzowanie i porządkowanie procesów oraz szkolenia dla pracowników i kadry zarządzającej.
4. Decydując się na wdrożenie technologii cyfrowej firmy powinny umieć ocenić skutki wdrożenia w wymiarze **jakościowym** (jakie zmiany organizacyjne i procesowe wywoła dane wdrożenie) oraz **ilościowym** (jaka jest spodziewana stopa zwrotu z inwestycji i w jakim okresie). Nie istnieje – i ze względu na charakterystyczny dla każdego przypadku charakter procesu cyfryzacji istnieć nie może – ujednolicona metodologia oceny opłacalności wdrożenia, jednak **firma musi dysponować przybliżoną oceną wpływu wdrożenia na swój model biznesowy i operacyjny**.
 - a. Pierwszym krokiem na drodze transformacji cyfrowej powinno być wprowadzenie podstawowego opomiarowania podstawowych aspektów funkcjonowania firmy, zaczynając od prostych mierników oceny efektywności pracy maszyn oraz produktywności pracy ludzkiej.
 - b. Kolejnym krokiem powinien być przegląd i usystematyzowanie procesów produkcyjnych, biznesowych i administracyjnych.
 - c. Firmy przemysłowe mogą odwoływać się do prostych narzędzi do samooceny gotowości i dojrzałości cyfrowej (np. takich jak upowszechniane przez Platformę Przemysłu Przyszłości, PFR lub EEN)
 - d. Wsparcia dla firm w tym obszarze mogą udzielać firmy oferujące rozwiązania cyfrowe lub firmy konsultingowe. W każdym przypadku firma rozważająca wdrożenie powinna jednak kierować się własnym rachunkiem korzyści i kosztów. Firmy oferujące rozwiązania cyfrowe mają oczywisty interes w naświetlaniu korzyści płynących z danego wdrożenia, z kolei firmy czysto konsultingowe często nie dysponują wiedzą techniczną pozwalającą im ocenić konsekwencje wdrożenia.
 - e. Dobrym rozwiązaniem byłoby uruchomienie przez odpowiednie instytucje powszechnie dostępnych szkoleń online dla przedsiębiorstw z zakresu oceny opłacalności wdrożeń technologicznych. Wskazany jest również dalszy rozwój metodologii mierzenia dojrzałości cyfrowej przedsiębiorstw, budowania map drogowych transformacji i rozwój ilościowych i jakościowych miar dostosowanych do specyfiki polskich MŚP.
5. Przeprowadzone przez nas badania uwypuklają **znaczenie kultury organizacyjnej dla powodzenia wdrożeń technologicznych**. Rekomendujemy, aby ocena zasadności finansowania wdrożeń



z zakresu Przemysłu 4.0 w firmach brała pod uwagę:

- a. Rolę liderów zmiany: osób z zarządu lub menedżerów wyższego i średniego stopnia, którzy dysponują niezbędną i aktualną wiedzą na temat najnowszych trendów technologicznych i potrafią ocenić płynące z nich korzyści z perspektywy rozwoju ich organizacji. Lider zmiany rozumie potencjał, jaki niesie wykorzystywanie danych do analizy procesów wewnętrznych i otoczenia zewnętrznego firmy w celu ich optymalizacji. Potrafi również zarządzać zmianą: komunikować ją w zrozumiały sposób, włączać pracowników w proces jej wdrażania, tonować obawy związane z restrukturyzacją pracy i zmianą kwalifikacji.
 - b. Istnienie strategii cyfryzacji w firmie, która może przybierać różną postać: od dobrze wyartykułowanej mapy drogowej cyfryzacji po zgrubnie określone cele, w każdym wszakże przypadku pozwalające ocenić, czy liderzy zmiany w danym przedsiębiorstwie rozumieją wpływ wdrożeń technologicznych na model organizacyjny i biznesowy i czy podchodzą do tej kwestii w sposób zaplanowany i systematyczny.
 - c. Zakres wdrożenia obejmujący nie tylko wprowadzenie nowego systemu lub maszyn, ale przede wszystkim zmiany na poziomie procesów oraz organizacji pracy.
 - d. Sposób, w jaki firma dotychczas rozwiązywała trudności pojawiające się na wcześniejszych etapach wdrożeń technologicznych i w jaki sposób wykorzystywała płynące z nich wnioski. Czy kultura organizacyjna w firmie akcentuje konieczność ciągłego uczenia się w oparciu o doświadczenia? Czy porażki są omawiane i wyciągane są z nich wnioski?
6. **Nieodłącznym elementem wdrożeń technologicznych powinny być szkolenia dla pracowników,** obejmujące nie tylko umiejętności cyfrowe i techniczne, lecz również szersze kompetencje pozwalające sprawnie funkcjonować w coraz bardziej ucyfrowionym środowisku pracy.
- a. Wiedza na temat Przemysłu 4.0 powinna być upowszechniana w ramach krótkich form szkoleniowych dla zarządów i menedżerów oraz włączana do programów studiów podyplomowych z zakresu zarządzania (szczególnie w obszarze zarządzania zmianą); powinna obejmować aspekt zarządzania restrukturyzacją zatrudnienia pod wpływem

automatyzacji/robotyzacji i koniecznością kształtowania nowych kompetencji pracowników.

- b. Firmy powinny dbać o wykorzystanie potencjału młodych pracowników pod kątem ich kompetencji cyfrowych (oswojenia z systemami cyfrowymi, umiejętnościami ich obsługi); dotyczy to również nowego pokolenia inżynierów i automatyków, którzy często wnoszą nowe pomysły dotyczące wykorzystania nowych technologii.
 - c. Działy IT, o ile są wyodrębnione w firmach, są ważnymi, ale niekluczowymi partnerami i beneficjentami transformacji cyfrowej. Cyfryzacja dotyczy całej organizacji i powinna angażować pracowników na wszystkich szczeblach i w poprzek działów.
7. Przeprowadzone na potrzeby tego raportu badania wykazały, że **w przypadku małych i średnich przedsiębiorstw najlepiej sprawdza się ścieżka transformacji modułowej/selektywnej:** stopniowego wdrażania nowych systemów i maszyn przy zachowaniu integracji z dotychczasowym parkiem maszynowym opartym na przepływie danych. Pozwala to rozłożyć w czasie wysiłek finansowy i organizacyjny oraz skupić się na dostosowaniu wdrożenia do rzeczywistych potrzeb przedsiębiorstwa.
- a. W pierwszym rzędzie firmy powinny wprowadzić podstawowe systemy ERP, CRM i MES, pozwalające planować i mierzyć skutki wprowadzania kolejnych wdrożeń technologicznych.
 - b. Podstawą dla wdrożeń technologicznych z zakresu Przemysłu 4.0 jest dobra jakość infrastruktury sprzętowej oraz łączności (dobry dostęp do internetu), jak również kwestie cyberbezpieczeństwa.
8. Zwłaszcza w przypadku małych i średnich przedsiębiorstw **kluczowe znaczenie dla powodzenia wdrożenia ma wybór dostawcy rozwiązania cyfrowego.** Z doświadczeń zbadanych firm przemysłowych wynika, że najlepsze rezultaty przynosi taka współpraca, w ramach której firma dostarczająca wdrożenie potrafi:
- a. zapewniać wsparcie okołowdrożeniowe nie tylko pod kątem technologicznym, lecz również procesowo-organizacyjnym
 - b. wspierać firmę w procesie rozszerzania wdrożeń technologicznych na kolejne obszary funkcjonowania
 - c. wspierać firmę wdrażającą w procesie oceny opłacalności wdrożenia



- d. zapewniać wsparcie szkoleniowe dla wszystkich grup pracowników w firmie, nie wyłączając zarządu i kadry menedżerskiej
 - e. dostosowywać zakres wdrożenia do możliwości budżetowych klienta
 - f. elastycznie dostosowywać (personalizować) rozwiązanie do rzeczywistych potrzeb klienta i pod kątem perspektyw jego rozwoju
 - g. zapewniać możliwość wprowadzania nowego systemu cyfrowego w warunkach, gdy firma nie ma własnego działu IT lub doświadcza trudności z zatrudnianiem pracowników IT
 - h. wspierać integrację nowego rozwiązania ze starszym parkiem maszynowym.
 - i. zapewniać integrację danych czerpanych z systemów i urządzeń różnego typu.
9. Przy ocenie zasadności finansowania wdrożeń z zakresu Przemysłu 4.0 warto brać pod uwagę następujące czynniki:
- a. Jaką wiedzę na temat rozwiązań z zakresu Przemysłu 4.0 dysponuje zarząd i kadra menadżerska w danej firmie? Czy zarząd i kadra menadżerska potrafią oszacować korzyści, koszty i ryzyka związane z konkretnym wdrożeniem? Czy zarząd i kadra menadżerska dysponują wiedzą i doświadczeniem w zakresie zarządzania zmianą organizacyjną?
 - b. W jaki sposób firma korzysta z danych produkcyjnych i biznesowych? Jakie systemy wykorzystuje? Czy potrafi ocenić potencjał płynący z analizy danych w obszarze produkcyjnym, biznesowym i administracyjnym?
 - c. Jaki jest stopień uporządkowania procesów produkcyjnych, biznesowych i organizacyjnych w firmie? W jakim stopniu procesy te są zintegrowane wertykalnie i horyzontalnie?
 - d. Czy firma posiada wyartykułowaną strategię cyfrową/plan rozwoju w oparciu o nowe technologie? Czy rozważa zmianę modelu operacyjnego i/lub biznesowego w wyniku wdrożenia nowych technologii?
 - e. W jaki sposób firma przygotowuje się do wdrożenia technologicznego? Jak przygotowywana jest kadra menedżerska i szeregowi pracownicy? W jakim zakresie przewidywane są szkolenia dla poszczególnych grup pracowników? W jakim zakresie szkolenia te obejmują, poza umiejętnościami technicznymi, szeroko rozumiane kompetencje cyfrowe, zwłaszcza umiejętność pracy w ucyfrowionym środowisku oraz pracy z danymi?
 - f. Jak firma zamierza wykorzystać potencjał datafikacji związany z nowym wdrożeniem? W jaki sposób nowe systemy/urządzenia zostaną zintegrowane ze starym parkiem maszynowym?
 - g. Czy firma jest przygotowana do wdrożenia pod kątem infrastrukturalnym oraz w zakresie cyberbezpieczeństwa? W jaki sposób firma zapewnia sobie obsługę informatyczną? W jakim zakresie firma korzysta z rozwiązań chmurowych?
 - h. W jaki sposób firma zamierza dokonać wyboru dostawcy rozwiązania? Jak uzasadnia ten wybór? Jakiego wsparcia oczekuje od dostawcy rozwiązania?
 - i. W jaki sposób firma szacuje opłacalność wdrożenia? Jakiego wsparcia potrzebuje w tym zakresie? Gdzie szuka tego wsparcia?
 - j. Czy firma ma doświadczenia w zakresie wdrażania nowych technologii? Czy wdrożenia te uznaje za udane? Jeśli nie, jakie wnioski na przyszłość wyciągnęła z wdrożeń, które nie spełniły oczekiwań?



Słownik pojęć

Przemysł 4.0

Złożony proces transformacji technologicznej, procesowej i organizacyjnej przedsiębiorstw, związany ze zmianą ich modelu biznesowego i integracją łańcucha wartości w całościowym cyklu życia produktu. Warunkiem tej transformacji jest zaawansowane wykorzystanie rozwiązań cyfrowych oraz zasobów danych, a do jej celów należą: wzrost produktywności, redukcja kosztów, masowa personalizacja wytwarzania towarów i usług w odpowiedzi na zindywidualizowane potrzeby klientów i ogólna poprawa doświadczenia odbiorcy, a także zrównoważony rozwój (Śledziwska, Włoch 2020).

Transformacja cyfrowa

Cyfrowa transformacja to kompleksowa zmiana w funkcjonowaniu organizacji (firm i instytucji publicznych), możliwa dzięki technologiom cyfrowym, której efektem jest model operacyjny i biznesowy zbudowany w oparciu o datafikację i sieci. W szerszym znaczeniu, oddzielne wielokrotne transformacje cyfrowe uzupełniają kompleksową transformację cyfrową gospodarki i społeczeństwa, rozumianą jako zmiana paradygmatu zasad rządzących działalnością gospodarczą i społeczną.

Gospodarka cyfrowa

Gospodarka cyfrowa powstaje w wyniku niezliczonych, różnorodnych, rozproszonych i nierównomiernych procesów transformacji cyfrowej, które polegają na zmianie sposobu funkcjonowania konsumentów, pracowników, rynków, przedsiębiorstw i innych organizacji. Jest to możliwe dzięki rozwojowi i wdrażaniu przełomowych technologii wytwarzania, gromadzenia, przetwarzania, analizowania i wykorzystywania danych, takich jak podłączone mobilne urządzenia cyfrowe, Internet Rzeczy i chmura, a przede wszystkim algorytmy sztucznej inteligencji. Informacje pozyskane z obfitych danych analizowane taniej, szybciej i wydajniej przez inteligentne algorytmy budują nową warstwę ekonomiczną gospodarki cyfrowej poprzez wprowadzanie nowych i coraz bardziej

spersonalizowanych produktów cyfrowych (towarów i usług) oraz rozwój nowych modeli biznesowych opartych na stale rozwijające się sieci połączonych ludzi, organizacji i maszyn (takich jak platformy) oraz priorytety zarządzania zgodnie z zasadą „najpierw dane, potem sztuczna inteligencja”.

Datafikacja

Sprowadza się do czerpania wartości (ekonomicznej, społecznej i politycznej) z danych generowanych masowo za pomocą urządzeń cyfrowych i analizowanych w coraz wydajniejszy, szybszy i tańszy sposób przez inteligentne algorytmy. Wartość może polegać na autonomizacji procesów (np. planowania, produkcji, zarządzania) lub na personalizacji produktów (towarów i usług), czyli dostosowanych do potrzeb i oczekiwań klientów. Datafikacja we wszystkich sektorach gospodarki, w tym w produkcji i usługach, wspiera platformizację, szczególnie w sprzedaży, dystrybucji i logistyce. Platformy wykorzystują obfite dane i inteligentne algorytmy, aby skutecznie łączyć producentów z dostawcami, wykonawcami, dostawcami i klientami. Duże firmy będą miały tendencję do budowania własnych ekosystemów platform, podczas gdy mniejsze firmy będą korzystały z infrastruktury zapewnianej przez firmy technologiczne.

Datafikacja procesu produkcyjnego

Sprowadza się do czerpania wartości z opomiarowania i zbierania, przetwarzania, analizowania i wizualizowania danych w całym procesie produkcyjnym. Dane mogą być generowane przez systemy (APS, MES, ERP itp.), urządzenia i maszyny, ale też przez pracowników. Wartość może polegać na autonomizacji procesów (np. planowania, produkcji, zarządzania), wprowadzania oszczędności i zwiększania produktywności/efektywności procesu produkcyjnego i lepszego/efektywniejszego wykorzystywania zasobów (kapitału fizycznego i ludzkiego, materiałów, ale też energii) lub na personalizacji i kastomizacji linii produkcyjnej pod zamówienia, czyli dostosowanych do potrzeb i oczekiwań klientów.



Bibliografia

Informacje o firmach znaleziono na ich stronach internetowych oraz w rejestrach KRS i CEIDG. Wszystkie inne źródła podano w bibliografii.

ACATECH (2013). *Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group.* Forschungsunion.

ACATECH (2020). *Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020.* <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/>

Bendzera, M. (2022, 25 listopada). Famur inwestuje w zielone rozwiązania, ale nie wyrzeka się górniczego dziedzictwa. Rozmowę przeprowadził Jakub Lachert. *Wnp.pl.* <https://www.wnp.pl/gornictwo/famur-inwestuje-w-zielone-rozwiazania-ale-nie-wyrzeka-sie-gorniczego-dziedzictwa,645689.html>.

Budde L., Hänggi R., Friedli T., Rüedy A. (2023). *Smart Factory Navigator Identifying and Implementing the Most Beneficial Use Cases for Your Company—44 Use Cases That Will Drive Your Operational Performance and Digital Service Business,* Springer.

Chui M. i in. (2022). **Generative AI is here: How tools like ChatGPT could change your business.** McKinsey. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/generative-ai-is-here-how-tools-like-chatgpt-could-change-your-business?stcr=738AC24D41C14C898CA8FCF18A6796F&cid=other-eml-alt-mip-mck&hlkid=fabeadf29e94a6b81e1eb09120bf040&hctky=11366164&hdpid=7a27a3cb-937f-46ee-93fe-f976901d743c> [Dostęp 29.05.2023]

Controlling Systems (b.d.). System controllingowy w Drobex. *Controlling systems.* <https://www.controlling-systems.pl/gwarancje/przyklady/system-controllingowy/>.

Delmia (2023). *Top 10 Use Cases for Augmented Reality in Industry.* <https://discover.3ds.com/sites/default/files/2023-01/top-10-use-cases-for-augmented-reality-in-industry-en.pdf>

Dudała, J. (2022, 4 października). The Best of Industry 4.0. Oto liderzy przemysłu przyszłości. *Wnp.pl.* <https://www.wnp.pl/tech/the-best-of-industry-4-0-oto-liderzy-przemyslu-przyszlosci,629412.html>.

wnp.pl/tech/the-best-of-industry-4-0-oto-liderzy-przemyslu-przyszlosci,629412.html.

Eciepło.pl (2022, 26 października). Robotyzacja i automatyzacja w zakładach produkcyjnych grupy Apator. *Eciepło.pl.* <https://ecieplo.pl/automatyka/robotyzacja-i-automatyzacja-w-zakladach-produkcyjnych-grupy-apor/>.

Endress+Hauser (2022). When production repeatability is key – implementation of an automation system at PPH Parys, Poland. *YouTube.com.*

ERP24.pl (2012, 6 listopada). Drobex z systemem Business Intelligence. *ERP24.pl.* <https://www.erp24.pl/business-intelligence/17921-drobex-z-systemem-business-intelligence.html>.

Filipowicz, O. (2022, 14 listopada). Maszyny, automaty i my. Co z polską robotyzacją? *Wnp.pl.* <https://www.wnp.pl/artykuly/maszyny-automaty-i-my-co-z-polska-robotyzacja,632081.html>.

Forbes (2020, 12 maja). Robot, który samodzielnie zarządza produkcją. *Forbes.* <https://www.forbes.pl/robot-ktory-samodzielnie-zaradza-produkcja/hrhj6fs>.

Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.) (2022). "Identifying and understanding gaps in the implementation of Industrie 4.0"

Gałązka, D. (2018, 28 grudnia). Farmaceutyczna potęga ze Starogardu Gdańskiego. *Wyborcza.pl* <https://trojmiasto.wyborcza.pl/trojmiasto/7,35612,24314907,100-firm-na-100-lecie-polski-farmaceutyczna-potega-ze-starogardu.html>.

„German Standardization Roadmap Industry 4.0”. <https://www.din.de/resource/blob/65354/1bed7e8d800cd4712d7d1786584a7a3a/roadmap-i4-0-e-data.pdf>.

Klaster Obróbki Metali (2022, 31 października). *Zagraniczne spółki Promotechu wobec nowych wyzwań. Klaster Obróbki Metali.* <https://www.metalklaster.pl/news/zagraniczne-spolki-promotechu-wobec-nowych-wyzwan>.

Klaster Obróbki Metali (b.d.). *Klaster Obróbki Metali. Krajowy Klaster Kluczowy.* https://metalklaster.pl/sites/default/files/zalaczniki/2021-11/KOM_2021.pdf.



Klaster Obróbki Metalu (2018, 24 lipca). Promotech inwestuje w robotyzację i cyfryzację. *Klaster Obróbki Metalu*. <https://www.metalklaster.pl/news/promotech-inwestuje-w-automatyzacje-i-robotyzacje>.

Kosz-Koszevska, M. (2016, 29 lipca). Drukują w 3D dla wojska i przemysłu. To nie są proste zabawki. *Wyborcza.pl*. <https://bialystok.wyborcza.pl/bialystok/7,87318,20469853,drukuj-w-3d-dla-wojska-i-przemyslu-to-nie-sa-proste-zabawki.html>.

Łania-Pietrzak, B. (2018). *Mapa rozwoju rynków i technologii dla leków, w tym leków z wysoką wartością dodaną*. PARP Grupa PFR. https://smart.gov.pl/images/BTR_Farmaceutyczny_Final.pdf.

Małecka, J. (2022, 31 maja). W nowej fabryce Apatora. *Sukces po poznańsku*.

Miech, K. (2021, 12 listopada). Jak zweryfikować, czy firma jest zarejestrowana? *Inewi.pl*

Platforma Przemysłu Przyszłości (2021a, 16 stycznia). Lean management krok po kroku. *Platforma Przemysłu Przyszłości*. <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/lean-management-krok-po-kroku/>.

Plattform industrie 4.0. <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/EN/Services-Results/Industrie-4-0-Map/industrie-4-0-map.html>

Polski Przemysł (2021, 26 maja). FAMUR modyfikuje kierunki strategiczne i przekształca się w holding inwestujący w zieloną transformację. *Polski Przemysł*. <https://polskiprzemysl.com.pl/wiadomosci/famur-inwestuje-w-zielona-transformacje/>.

Portal Przemysłowy (2019, 17 stycznia). Świat kupuje białostockie narzędzia. Promotech z najwyższą sprzedażą w historii. *Portal Przemysłowy*. <https://portalprzemyslowy.pl/przemysl-gospodarka/gospodarka-produkcja/swiat-kupuje-bialostockie-narzedzia-promotech-z-najwyzsza-sprzedaza-w-historii/>.

PWN (2023), Hasło: Przemysł: <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/przemysl;3963491.html>

Pytel, J. (2017, 16 stycznia). Technology Applied „Najlepszą Nową Polską Firmą 2016”! *Białostocki Park Naukowo-Technologiczny*. <https://bpnt.bialystok.pl/PL/aktualnosci/technology-applied-najlepsza-nowa-polska-firma-2016>.

RAControls (b.d.). Gdy powtarzalność produkcji jest kluczowa. Case study. *RA Controls. Promotor Innowacji w Przemysle*. <https://racontrols.pl/bazawiedzy/gdy-powtarzalnosc-produkcji-jest-kluczowa-case-study/>.

Rawicz-Mańkowski, G. (b.d.). Jakie są różnice pomiędzy systemami Business Intelligence a hurtownią danych i aplikacjami Performance Management? *Controlling Systems*. <https://www.controlling-systems.pl/blog-o-controllingu/jakie-sa-roznice-pomiedzy-systemami-business-intelligence-a-hurtownia-danych-i-aplikacjami-performance-management/>.

Śledziwska, K., Włoch, R. (2018). *Farmacja 4.0. Znaczenie Polpharmy w budowaniu innowacyjnej gospodarki*. https://www.delab.uw.edu.pl/wp-content/uploads/2020/08/Raport_DELabUW_Farmacja4.0.pdf.

Śledziwska K. Włoch R. (2020). *Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat*, WUW

Śledziwska K. Włoch R. (2021). *The Economics of Digital Transformation. The Disruption of Markets, Production, Consumption, and Work*. Routledge.

WEF. <https://www.weforum.org/whitepapers/global-light-house-network-the-playbook-for-responsible-industry-transformation/>

Wyborcza.biz (2016). Parys i FAWAG zainwestują łącznie ok. 46 mln zł w Podstrefie Lublin mieleckiej SSE. *Wyborcza.biz*. <https://wyborcza.biz/biznes/7,100969,20571372,parys-i-fawag-zainwestuja-laczenie-ok-46-mln-zl-w-podstrefie-lublin.html>.

Industry 4.0

VECTOR ILLUSTRATION



Raport przygotowany na zlecenie Fundacji
Warszawski Instytut Bankowości



PROGRAM
ANALITYCZNO
BADAWCZY