



Fundusze Europejskie



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



OPOLSKIE

„Opolskie innowacyjne”

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego
w ramach Programu Fundusze Europejskie dla Opolskiego na lata 2021 – 2027
Działanie 01.02 Opolskie innowacyjne

TRANSFORMACJA CYFROWA, ZWIĄZANA Z PRZEMYSŁEM 4.0 W PRZEDSIĘBIORSTWACH W WOJEWÓDZTWIE OPOLSKIM RAPORT KOŃCOWY

Openfield





JEDNOSTKA SAMORZĄDU
Województwa Opolskiego

Zamawiający

Opolskie Centrum Rozwoju Gospodarki
ul. Krakowska 38
45-075 Opole
NIP: 745 289 87 97
REGON: 160128701

Openfield

Wykonawca

Openfield sp. z o.o.
45-062 Opole
ul. Tadeusza Kościuszki 29/4
NIP: 754-306-83-94
REGON: 161497234

Spis treści

Streszczenie	5
Summary	7
Wykaz skrótów	9
Słownik	9
Kontekst badania	11
Metodologia przeprowadzonego badania	12
Desk research.....	13
CATI/CAWI	14
Badanie właściwe – przebieg	15
Charakterystyka badanych przedsiębiorstw	16
Charakterystyka badanych firm według regionalnych specjalizacji inteligentnych	17
Aktualny stan wiedzy na temat Przemysłu 4.0 ze szczególnym uwzględnieniem sytuacji w województwie opolskim	21
Wyniki badania CATI/CAWI	30
Zakres wiedzy przedsiębiorstw na temat Przemysłu 4.0	30
Kluczowe komponenty Przemysłu 4.0	34
Ocena wpływu Przemysłu 4.0 na różnorodne obszary życia społeczno-gospodarczego.....	39
Doświadczenia opolskich przedsiębiorców związane z Przemysłem 4.0	41
Ocena zasobów firmy rozpatrywanych pod kątem rozwoju w ramach Przemysłu 4.0	49
Wiedza i doświadczenie.....	49
Kompetencje pracowników	50
Motywacja i szkolenia.....	53
Potencjalne braki kadrowe	54
Zasoby infrastrukturalne	57
Zasoby kompetencyjne absolwentów na rynku pracy	58
Potrzeby wynikające z rozwoju Przemysłu 4.0 występujące wśród badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych	60
Zapotrzebowanie występujące w RSI – technologie przemysłu maszynowego i metalowego	60
Zapotrzebowanie występujące w RSI – zrównoważone technologie budownictwa i drewna	61
Zapotrzebowanie występujące w RSI – technologie chemiczne (zrównoważone)	61
Zagrożenia i bariery związane z rozwojem Przemysłu 4.0 wśród badanych przedsiębiorstw	62
Korzystanie ze wsparcia zewnętrznego i współpraca w obszarze Przemysłu 4.0	64

Współpraca z zagranicznymi podmiotami	64
Wsparcie zewnętrzne	66
Wsparcie ze strony OCRG i oczekiwania	67
Plany rozwojowe badanych przedsiębiorstw.....	69
Podsumowanie	70
Wnioski i rekomendacje	71
Spis tabel i wykresów	76
Tabele.....	76
Wykresy.....	77
Inne	79

Streszczenie

Niniejszy raport przedstawia wyniki badania przeprowadzonego wśród przedsiębiorstw województwa opolskiego w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne (w skrócie RSI): technologie chemiczne (zrównoważone), zrównoważone technologie budownictwa i drewna oraz technologie przemysłu maszynowego i metalowego. W badaniu techniką CATI/CAWI wzięto udział 150 przedstawicieli firm (po 50 z każdej RSI) z całego województwa. Celem badania było z jednej strony określenie stopnia zaawansowania wdrażania rozwiązań Przemysłu 4.0 (w skrócie P4.0) w regionie, a z drugiej poznanie potrzeb firm i faktycznych uwarunkowań dotyczących adaptacji modelu w ramach ww. specjalizacji.

Analiza wskazuje, że świadomość z zakresu Przemysłu 4.0 wśród przedsiębiorstw jest zróżnicowana, przy czym w firmach specjalizacji obejmującej przemysł maszynowy i metalowy notuje się najwyższy poziom wiedzy (choć to zrównoważone technologie budownictwa i drewna oceniają swoją wiedzę najlepiej), podczas gdy technologie chemiczne stoją na przeciwnym biegunie, z najniższym poziomem. W dużych firmach występuje tendencja do lepszej orientacji w tej tematyce niż w przypadku małych i średnich przedsiębiorstw. Przedstawiciele firm z woj. opolskiego postrzegają Przemysł 4.0 głównie przez pryzmat automatyzacji i robotyzacji, co wskazuje na wąskie rozumienie tego zjawiska. Przedsiębiorcom brakuje szerszego zrozumienia kluczowych aspektów P4.0, takich jak rzeczywistość wirtualna i rozszerzona, BigData, technologie przyrostowe, ale także bezpieczeństwo cyfrowe.

Za najważniejsze komponenty/składowe Przemysłu 4.0 uznaje się: Internet Rzeczy (IoT), uczenie maszynowe oraz technologie ICT i ERP, które są kluczowe dla efektywności i zarządzania. Bezpieczeństwo cyfrowe wyłania się jako istotny komponent, zwłaszcza w obszarze specjalizacji obejmującej technologie przemysłu maszynowego i metalowego, gdzie wymaga dalszej edukacji i inwestycji w odpowiednie zabezpieczenia. Ponadto przemysł i produkcja są obszarem życia społeczno-gospodarczego, na które w opinii badanych RSI rozwiązania P4.0 mają największy wpływ.

W kontekście doświadczeń opolskich przedsiębiorców, wdrożenie rozwiązań Przemysłu 4.0 nie jest powszechne, szczególnie w mniejszych firmach. W przedsiębiorstwach związanych ze specjalizacjami: zrównoważone technologie budownictwa i drewna oraz technologie przemysłu maszynowego i metalowego w 14% potwierdzono zastosowanie rozwiązań P4.0. W przypadku trzeciej z analizowanych specjalizacji (tj. technologie chemiczne) odsetek ten wynosił 12%. W badanych przedsiębiorstwach wprowadzono głównie technologie ICT i ERP, technologie i rozwiązania cyberfizyczne i technologie chmury. Na podstawie niniejszych analiz, wnioskować można, że poziom wdrożenia rozwiązań przemysłu 4.0 wśród badanych RSI jest na wczesnym etapie rozwoju. Z jednej strony nie można uznać tego poziomu za bardzo niski, ponieważ pewne działania w kierunku wdrożenia technologii Przemysłu 4.0 są już podejmowane. Z drugiej strony, stopień ich zaawansowania nie jest również wysoki, co wskazuje na potrzebę dalszych prac i intensyfikacji działań w tym zakresie, a także wsparcia przedsiębiorstw w tym procesie.

Badani przedstawiciele przedsiębiorstw zostali także poproszeni o ocenę posiadanych zasobów pod względem tego, czy umożliwiają one wprowadzenie w firmach rozwiązań związanych z P4.0. W każdej z badanych RSI ponad połowa respondentów deklarowała braki związane z infrastrukturą oraz zasobami finansowymi. Zdecydowana większość badanych wskazywała także na braki kadrowe pod względem liczby pracowników. Pojawiła się także luka w wiedzy i umiejętnościach zatrudnianych pracowników, zarówno w przypadku kompetencji miękkich, jak i twardych.

Aspektem, który wymaga poprawy wśród badanych RSI, jest podejmowanie współpracy i korzystanie ze wsparcia zewnętrznego przy wdrażaniu rozwiązań Przemysłu 4.0. Choć technologie przemysłu maszynowego i metalowego podejmują współprace zagraniczne najczęściej spośród badanych RSI, jest to nadal zaledwie 24% przedsiębiorstw. Ze wsparcia zewnętrznego najczęściej korzystają firmy w ramach technologii budownictwa i drewna (22%). Widoczna jest więc niska rzeczywista styczność z sięganiem po pomoc, przy jednoczesnym znacznym wskaźniku zapotrzebowania na wsparcie. Najczęściej poszukiwanym rodzajem wsparcia we wszystkich specjalizacjach jest wsparcie finansowe, szczególnie w technologii chemicznej oraz przemyśle maszynowym i metalowym, ze względu na wysokie koszty inwestycji potrzebnych do rozwoju technologii. Wsparcie szkoleniowe jest ważne dla technologii budownictwa i drewna oraz chemicznej, co podkreśla potrzebę podnoszenia kwalifikacji pracowników. Dostęp do ekspertów jest kluczowy dla technologii budownictwa i drewna, co z kolei sugeruje potrzebę specjalistycznej wiedzy i konsultacji.

Co istotne, braki kadrowe (w tym także kompetencyjne i niechęć pracowników do zmian) oraz wysokie koszty inwestycji są kluczowymi barierami, które utrudniają adaptację nowoczesnych technologii.

Podsumowując, przemysł opolski stoi przed wyzwaniami związanymi z adaptacją Przemysłu 4.0, ze zidentyfikowanymi potrzebami w zakresie edukacji (w tym także zrozumienia istotny P4.0 oraz wynikających korzyści), wsparcia finansowego oraz lepszej infrastruktury technologicznej. Istotne jest dostosowanie strategii wdrażania nowoczesnych technologii do specyfiki poszczególnych specjalizacji, aby maksymalizować korzyści z cyfrowej transformacji.

Summary

This report presents the results of a survey conducted among companies in the Opolskie Voivodeship, divided into three regional smart specializations (RSI for short): chemical technologies (sustainable), sustainable construction and wood technologies, and machine and metal industry technologies. The CATI/CAWI survey involved 150 company representatives (50 from each RSI) from across the voivodeship. The purpose of the survey was, on the one hand, to determine the degree of progress in implementing Industry 4.0 (abbreviated as P4.0) solutions in the region, and, on the other hand, to find out the needs of companies and the actual conditions for adapting the model within the above-mentioned specializations.

The analysis shows that awareness of Industry 4.0 among companies varies, with companies in the specialization covering mechanical engineering and metalworking recording the highest level of knowledge (although it is sustainable construction and wood technologies that rate the best), while chemical technologies stand at the opposite extreme with the lowest level. There is a tendency for large companies to have a better knowledge of the subject than small and medium-sized enterprises. Representatives of companies from the Opolskie Voivodeship perceive Industry 4.0 mainly through the prism of automation and robotics, which indicates a narrow understanding of the phenomenon. Companies lack a broader understanding of key aspects of P4.0, such as virtual and augmented reality, BigData, incremental technologies, but also digital security.

The key components of Industry 4.0 are: Internet of Things (IoT), machine learning and ICT and ERP technologies, which are key to efficiency and management. Digital security is emerging as an important component, especially in specialization involving machine and metal industry technologies, where it requires further education and investment in appropriate safeguards. In addition, industry and manufacturing is the area of socio-economic life that RSI respondents believe is most affected by P4.0 solutions.

In the context of the experience of Opole entrepreneurs, the implementation of Industry 4.0 solutions is not common, especially in smaller companies. In enterprises related to the specializations: sustainable construction and wood technologies and engineering and metal industry technologies, the use of P4.0 solutions was confirmed in 14% of them. In the case of the third specialization analyzed, i.e. chemical technologies, the percentage was 12%. ICT and ERP technologies, cyber-physical technologies and solutions and cloud technologies were mainly introduced in the surveyed companies. Based on the present analyses, it can be concluded that the level of implementation of Industry 4.0 solutions among the surveyed RSIs is at an early stage of development. On the one hand, this level cannot be considered very low, as some activities towards the implementation of Industry 4.0 technologies are already being undertaken. On the other hand, their level of advancement is also not high, which indicates the need for further work and intensification of activities in this area, including support for enterprises in this process.

The surveyed enterprise representatives were also asked to assess their resources in terms of whether they enable the introduction of P4.0-related solutions in their companies. In each of the RSIs surveyed, more than half of the respondents declared deficiencies related to infrastructure and financial resources. The vast majority of respondents also indicated staff shortages in terms of the number of employees. There was also a gap in the knowledge and skills of the employees hired, both in terms of soft and hard skills.

An aspect that needs to be improved among the surveyed RSIs is the undertaking of cooperation and the use of external support when implementing Industry 4.0 solutions. Although engineering and metal industry technologies undertake foreign cooperation most often

among the surveyed RSIs, this is still only 24% of enterprises. External support is most frequently used by companies in the construction and wood technologies (22%). It is therefore apparent that there is a low level of actual reaching out for support, while at the same time there is a significant indicator of the need for support. The most frequently sought type of support in all specializations is financial support, particularly in chemical technology and engineering and metalworking, due to the high investment costs needed for technology development. Training support is important for construction and wood and chemical technology, highlighting the need to upskill workers. Access to experts is key for construction and wood technologies, which in turn suggests the need for expertise and consultation.

Importantly, staff shortages (including competency and employee reluctance to change) and high investment costs are the key barriers that hinder the adaptation of modern technologies.

In conclusion, the Opole industry faces challenges in adapting the Industry 4.0, with identified needs in terms of education (including understanding of the important P4.0 and the resulting benefits), financial support, and better technological infrastructure. It is important to adapt the strategy for the implementation of modern technologies to the specifics of individual specializations to maximize the benefits of digital transformation.

Wykaz skrótów

Skrót	Wyjaśnienie
CAWI	ang. Computer-Assisted Web Interview – Wspomagany komputerowo wywiad przy pomocy strony WWW
CATI	ang. Computer-Assisted Telephone Interview – Wspomagany komputerowo wywiad telefoniczny
P4.0	Przemysł 4.0
RSIWO 2023	Regionalna Strategia Innowacji Województwa Opolskiego 2023
RSIWO 2030	Regionalna Strategia Innowacji Województwa Opolskiego 2030
MŚP/MSP	Małe i średnie przedsiębiorstwa
ICT	Technologie informacyjno-komunikacyjne
ERP	ang. Enterprise Resource Planning – Planowanie Zasobów Przedsiębiorstwa
BIM	ang. Building Information Modeling – Modelowanie informacji o budynku
CSR	ang. Corporate Social Responsibility – Społeczna odpowiedzialność biznesu
PPHU	Przedsiębiorstwa Produkcyjno-Handlowo-Ustugowe
RSI	Regionalne Specjalizacje Inteligentne
BigData	Zarządzanie wielkimi zbiorami danych
AR	ang. Augmented reality – Rzeczywistość rozszerzona
VR	ang. Virtual reality – Rzeczywistość wirtualna
MES/MOM	Systemy realizacji produkcji (MES) i zarządzanie operacjami produkcyjnymi (MOM)
3D	Przestrzeń trójwymiarowa
IoT	ang. Internet of Things – Internet Rzeczy
AI	ang. Artificial Intelligence – Sztuczna inteligencja

Słownik

Pojęcie	Wyjaśnienie
Technologie i rozwiązania cyberfizyczne	Cyberfizyczne systemy produkcyjne łączą aspekty cyfrowe (np. oprogramowanie) z fizycznymi procesami produkcyjnymi (np. urządzenia, maszyny) w celu zoptymalizowania wydajności i monitorowania w czasie rzeczywistym.
Rzeczywistość wirtualna i rozszerzona	Wykorzystanie technologii wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości (VR/AR) do symulacji procesów produkcyjnych, szkoleń pracowników oraz projektowania produktów, co przyczynia się do poprawy efektywności i innowacyjności.
Technologia chmury	Przechowywanie, przetwarzanie i udostępnianie danych oraz aplikacji poprzez usługi online.
Internet Rzeczy i Usług	Wykorzystanie połączeń internetowych między urządzeniami oraz oferowanie nowych usług opartych na analizie danych zbieranych z tych urządzeń, co umożliwia optymalizację procesów produkcyjnych i doskonalenie obsługi klienta.
Bezpieczeństwo cyfrowe	Zapewnienie ochrony przed cyberzagrożeniami i utratą danych poprzez stosowanie zaawansowanych technologii IT.

Uczące się maszyny	Zastosowanie algorytmów uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji do analizy danych produkcyjnych, prognozowania awarii maszyn oraz optymalizacji procesów produkcyjnych na podstawie zebranych danych.
Sztuczna inteligencja	Wykorzystanie zaawansowanych algorytmów AI do podejmowania decyzji, automatyzacji procesów produkcyjnych oraz analizy danych w celu identyfikacji wzorców i optymalizacji działań.
Technologie przyrostowe 3D	Wykorzystanie technik druku 3D do szybkiego prototypowania, produkcji niestandardowych części oraz personalizacji produktów.
Technologie ICT i ERP	Wykorzystanie zaawansowanych technologii informatycznych (ICT) oraz systemów planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP) do integracji procesów biznesowych, zarządzania produkcją oraz optymalizacji łańcucha dostaw.
Zarządzanie wielkimi zbiorami danych (Big Data)	Analiza ogromnych zbiorów danych zebranych z różnych źródeł (np. czujniki, systemy IT) w celu identyfikacji trendów, prognozowania popytu oraz podejmowania decyzji biznesowych opartych na faktach i danych.

Kontekst badania

Kluczowym elementem Przemysłu 4.0 jest cyfryzacja procesów produkcyjnych. Nowoczesne technologie informacyjne odgrywają decydującą rolę w kierunkach rozwoju maszyn i środków produkcji, dążąc do integracji rzeczywistych maszyn z wirtualnym światem technologii informacyjnych. **Czwarta rewolucja przemysłowa (Przemysł 4.0), oparta na szerokim dostępie do Internetu, wprowadza na szeroką skalę nowe technologie informatyczne i mobilne, w tym uczenie maszynowe i sztuczną inteligencję.**

Chociaż nie istnieją precyzyjne kryteria oceny sukcesów Przemysłu 4.0, **kluczowe jego składniki obejmują systemy cyberfizyczne, Internet Rzeczy, Internet Usług, chmurę obliczeniową, analizę danych Big Data, sztuczną inteligencję oraz inteligentne fabryki.** W dyskusjach na temat Przemysłu 4.0 często poruszane są także zagadnienia związane z rzeczywistością wirtualną i rozszerzoną, integracją systemów, inteligentną produkcją, uczeniem maszynowym, technologiami druku 3D, symulacjami procesów oraz technologiami informacyjno-komunikacyjnymi (ICT).

W polskich badaniach naukowych coraz częściej pojawia się tematyka Przemysłu 4.0, która wskazuje, że cyfrowa transformacja przedsiębiorstw wymaga dużych inwestycji finansowych oraz znaczących zmian w strukturach organizacyjnych. **Aby skutecznie wprowadzić nowe technologie cyfrowe, przedsiębiorstwa muszą osiągnąć wysoki poziom dojrzałości cyfrowej, co wiąże się z odpowiednią infrastrukturą technologiczną oraz kompetencjami pracowników.** Przedsiębiorstwa borykają się z trudnościami w pełnym wykorzystaniu potencjału Przemysłu 4.0, co z kolei wpływa na ich konkurencyjność na rynku. Konieczne są działania wspierające zarówno rozwój kompetencji cyfrowych wśród pracowników, jak i dostępność specjalistycznych dostawców technologii, aby skutecznie przeprowadzić transformację cyfrową.

Pomimo że Przemysł 4.0 jest globalnym trendem, **jego potencjał i kierunki rozwoju mogą być znacząco uzależnione od warunków na poziomie krajowym i regionalnym.** Czynniki, które mogą wpływać na ten potencjał, to na przykład zasoby kapitału ludzkiego, poziom i profil wykształcenia pracowników, infrastruktura, tradycje przemysłowe, kapitał społeczny i wiele innych. Dotychczas w regionie nie przeprowadzono analizy tych uwarunkowań ani nie zbadano zakresu transformacji cyfrowej oraz związanych z nią potrzeb przedsiębiorstw, choć jest to niezbędne ze względu na specjalizację gospodarki regionu, zwłaszcza w kontekście regionalnych specjalizacji inteligentnych (w skrócie: RSI).

Badanie ma więc na celu **uzupełnienie tej luki i dostarczenie aktualnej wiedzy o poziomie rozwoju technologii cyfrowych w firmach w woj. opolskim oraz o ich potrzebach w kontekście wyzwań czwartej rewolucji przemysłowej.** Pozwoli to na precyzyjniejsze kształtowanie polityk regionalnych wspierających innowacyjność i przedsiębiorczość.

Ponadto wiedza pozyskana w wyniku realizacji niniejszego badania stanowi kluczowy element zarządzania strategicznego. Wyzwania Przemysłu 4.0 były podstawą do aktualizacji Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Opolskiego 2030 (RSIWO 2030), uwzględniając m.in. cyfryzację gospodarki.

Metodologia przeprowadzonego badania

Główny celem przeprowadzonego badania było:

- określenie stopnia zaawansowania wdrażania koncepcji Przemysłu 4.0. w województwie opolskim,
- poznanie potrzeb firm i faktycznych uwarunkowań dotyczących adaptacji modelu w ramach specjalizacji: technologie chemiczne (zrównoważone), zrównoważone technologie budownictwa i drewna oraz technologie przemysłu maszynowego i metalowego.

Wiedza z tego obszaru jest niezbędna przy wdrażaniu polityk w obszarach, dla których P4.0 jest istotnym uwarunkowaniem.

Całość procesu badawczego skupiała się jednak nie tylko wokół tak ogólnie ujętej tematyki, ale także na poniżej sprecyzowanych pytaniach badawczych:

1. Czym jest czwarta rewolucja przemysłowa w opiniach przedstawicieli firm w woj. opolskim oraz jakie czynniki mają znaczenie dla jej rozwoju i jakie są jej cechy charakterystyczne?
2. Jakie technologie cyfrowe i koncepcje wspierające zarządzanie produkcją charakterystyczne dla Przemysłu 4.0 są im znane? Jaki jest poziom rozpoznawalności zjawiska i sposób jego rozumienia wśród przedstawicieli firm w woj. opolskim?
3. Na jakie obszary życia społeczno-gospodarczego wpływa Przemysł 4.0 w opiniach badanych przedstawicieli podmiotów gospodarczych?
4. Jaka jest waga poszczególnych komponentów w ramach P4.0 dla badanych przedstawicieli firm (technologie i rozwiązania cyberfizyczne, rzeczywistość wirtualna i rozszerzona, technologia chmury, Internet Rzeczy i Usług, bezpieczeństwo cyfrowe, uczące się maszyny, sztuczna inteligencja, technologie przyrostowe 3D, technologie ICT i ERP, zarządzanie wielkimi zbiorami danych (BigData))?
5. Czy i jakie rozwiązania/komponenty P4.0 stosowane były/są w firmie dotychczas spośród wyżej wskazanych? Do czego zostały zastosowane? Jaka jest ocena ich funkcjonowania? Jakie korzyści czerpią firmy z ich zastosowania? Wdrożenie, którego z powyższych rozwiązań miało największy wpływ na konkurencyjność firmy? Jeśli rozwiązania nie są obecnie stosowane lub nie były stosowane to czy byłyby potrzebne w przyszłości? Jeśli tak to które? Może jakieś inne (niewymienione) rozwiązania zastosowano w firmach lub są obecnie stosowane? Jeśli tak to jakie?
6. Czy i jakie warunki musiałyby być spełnione w firmie, by rozwiązania Przemysłu 4.0 lepiej adoptowały się, przynosiły większe korzyści firmie, usprawniały działalność?
7. Na jakim etapie transformacji cyfrowej znajdują się przedsiębiorstwa w woj. opolskim?
8. Jak wygląda udział przedsiębiorstw wdrażających nowoczesne rozwiązania i modele biznesowe wśród branż w ramach badanych RSI w regionie? Która branża dominuje, a w ramach której dostrzegalne są największe luki w odniesieniu do wymagań czwartej rewolucji przemysłowej?
9. Jak wygląda różnicowanie zaawansowania technologii cyfrowych w przedsiębiorstwach w odniesieniu do ich wielkości? Czy, a jeśli tak to jakie, dostrzega się w tym zakresie zależności?
10. W którym obszarze RSI dostrzega się największy rozwój w stronę modelu Przemysłu 4.0.? Które specjalizacje wyróżniają się w zakresie wdrażania nowoczesnych rozwiązań wspierających zarządzanie oraz technologii cyfrowych, a w przypadku których dostrzegalne są w tym zakresie największe potrzeby?

11. Czy są i jakie potrzeby z zakresu P4.0 konieczne do zaspokojenia wśród firm w woj. opolskim? Czy firmom potrzeba jakichś informacji (jakich?), zasobów (jakich?), rozwiązań (jakich?), infrastruktury (jakiej?). Co jeszcze byłoby potrzebne w związku z wymaganiami w zakresie wdrażania rozwiązań w obszarze czwartej rewolucji przemysłowej?
12. Czy P4.0 to szansa, czy zagrożenie dla firmy? Jak przedstawiciele badanych firm to oceniają?
13. Czy są i jakie bariery w zakresie wdrażania P4.0 (kadrowe, know-how, organizacyjne, finansowe)?
14. Jaka jest ocena wiedzy, kompetencji i motywacji pracowników pod kątem wdrażania modelu Przemysłu 4.0.? Czy pracownicy posiadają dostateczne kompetencje, by firma mogła rozwijać i wdrażać technologie cyfrowe: kompetencje twarde – techniczne, finansowe, organizacyjne oraz miękkie – umiejętność współpracy, kontakt z klientem, twórczość, kreatywność itp.?
15. Czy w firmie zatrudniono nowych pracowników w związku z wdrażaniem modelu P4.0? Do jakiej technologii? Kogo zatrudniono? Jakich specjalistów?
16. Czy w firmach są problemy z pozyskiwaniem nowych, wykwalifikowanych pracowników w kontekście zastosowań modelu Przemysłu 4.0? Jakich kompetencji ewentualnie brakuje pracownikom? A jakich brakuje absolwentom szkół? Jakie umiejętności i kompetencje powinny być obecnie rozwijane pod kątem Przemysłu 4.0.? Jakie modele kształcenia byłyby najbardziej adekwatne dla potrzeb Przemysłu 4.0.?
17. Czy firma korzystała z jakiegokolwiek wsparcia dotychczas (doradztwo, szkolenia, transfer wiedzy, dotacja, pożyczka itd.) w zakresie rozwiązań P4.0? Z jakiego?
18. Czy firma adaptowała się do rozwiązań P4.0 jako warunek pozyskania wsparcia zewnętrznego (dla firmy/na projekt firmy/na udział w partnerstwie projektowym)?
19. Jakie rekomendacje można sformułować w świetle postępującej czwartej rewolucji przemysłowej dla Samorządu Województwa, biorąc pod uwagę takie aspekty jak: kreowanie polityki innowacyjnej, tworzenie instrumentów wsparcia przedsiębiorczości, badań i rozwoju, współpracy z otoczeniem biznesu, podnoszenia kwalifikacji zasobów pracy, wyposażenia informacyjnego, infrastrukturalnego?

W badaniu zastosowano dwa rodzaje gromadzenia informacji – **desk research** oraz **ilościową metodę zbierania danych**.

W celu uzyskania wiarygodnych danych zastosowano triangulację metodologiczną na dwóch poziomach:

- **triangulacja źródeł danych**, oznaczająca wykorzystanie różnorodnych źródeł pochodzenia materiału badawczego, od danych zastanych, niewytworzonych przez badacza (gotowe opracowania, raporty, dokumenty programowe) do danych wywołanych, czyli pochodzących od respondentów i zebranych podczas realizacji badań terenowych,
- **triangulacja perspektyw badawczych**, oznaczająca zaangażowanie całego zespołu, nie zaś jednej osoby w realizację badania, co pozwala uniknąć subiektywizmu i uzyskać wszechstronny, pogłębiony opis poddawanych badaniu zjawisk.

Desk research

Technika analizy desk research polega na **zbieraniu i analizie danych wtórnych, czyli takich, które już istnieją i zostały przygotowane przez inne podmioty**. Nie są więc wytwarzane przez badacza i nie wymagają prac w terenie, a tym samym obecności ankierów czy moderatorów. Zazwyczaj jest to analiza informacji pozyskanych z ogólnodostępnych źródeł (literatury, wyników badań naukowych i ewaluacyjnych, dokumentów, baz danych) już istniejących, wymagających jedynie scalenia i uporządkowania rozproszonego materiału

informacyjnego. **W pierwszych etapach analizy zebrany materiał jest sprawdzany pod kątem jakości i rzetelności. Dopiero po wyselekcjonowaniu wiarygodnych danych jest przeprowadzana właściwa analiza desk research.**

Wśród jej głównych zalet należy wymienić **łatwy dostęp do materiałów, rezygnację z procesu zbierania danych, a w konsekwencji skrócenie czasu badania**, a także **stosunkowo niski koszt** z uwagi na brak konieczności zatrudnienia osób do zebrania danych. Wśród głównych wad należy jednak wskazać fakt, iż pozwala wykorzystać jedynie dostępne dane, które nie zawsze wystarczają do odpowiedzi na stawiane pytania badawcze. Z tego powodu metoda ta służy częściej jako uzupełnienie procesu zbierania danych i eksploracji zagadnień badawczych – zazwyczaj łączona jest z innymi technikami w celu zebrania całego niezbędnego materiału badawczego.

CATI/CAWI

Badania ilościowe to taki rodzaj działalności badawczych, w których dokonywany jest pomiar, umożliwiający porównywanie wyników i określanie czynników mających wpływ na badane zjawisko. Metody ilościowe pozwalają odpowiedzieć na pytania dotyczące ilości, częstotliwości, a także pomagają w analizie danych liczbowych oraz wyciąganiu wniosków na temat całej populacji na podstawie próby badanej.

Badania ilościowe mają wiele korzyści. Przede wszystkim umożliwiają badanie dużej liczby osób w krótkim czasie, co skraca czas realizacji badania, a jednocześnie pozwala na uzyskanie obszernego materiału badawczego. Dodatkowo respondentom zapewniają większą anonimowość lub poufność, zwłaszcza w przypadku badań realizowanych drogą telefoniczną lub internetową. Badania ilościowe charakteryzują się również wyższym obiektywizmem, dzięki standaryzowanej formie badania, co eliminuje trudności z interpretacją danych i sugerowanie odpowiedzi respondentom.

Aby odpowiednio zrozumieć badany problem, zastosowano technikę mix-mode CATI/CAWI, łączącą w sobie **wywiad internetowy w formie kwestionariusza (CAWI)** oraz **wspomagany komputerowo wywiad telefoniczny (CATI)**. Warto więc przyjrzeć się jego charakterystyce.

Wywiad internetowy CAWI polega na **samodzielnym wypełnieniu internetowej wersji kwestionariusza przez respondenta**, który jest mu udostępniany w formie internetowego linku, przekierowującego do przygotowanych pytań. Osoba badana odpowiada kolejno na pytania, a nad poprawnością wypełnienia czuwa oprogramowanie – respondent nie będzie mógł przejść do kolejnego pytania, jeśli nie udzielił odpowiedzi na poprzednie, zaznaczył większą liczbę odpowiedzi, niż to było wskazane, bądź też odpowiedzi wzajemnie się wykluczające. Dzięki temu będzie można zachować kontrolę nad procesem zbierania danych pomimo samodzielnego wypełniania kwestionariusza przez respondenta.

W wywiadzie telefonicznym wspomagany komputerowo (CATI) **osoba prowadząca wywiad znajduje się przed ekranem komputera i zadaje respondentom pytania przez telefon, które wyświetlają się na ekranie monitora**. Następnie **koduje odpowiedź udzieloną przez osobę poddawaną badaniu i przystępuje do kolejnego pytania**. Każdy ankieter zostaje wcześniej przeszkolony, by dobrze rozumiał tematykę badania i sposób postępowania się oprogramowaniem komputerowym. Jego wykorzystywanie nie wymaga zaawansowanych umiejętności – każde pytanie wyświetla się na ekranie, ankieter zaznacza wskazaną przez respondenta odpowiedź i przechodzi do następnego pytania. System automatycznie filtruje pytania, nie pozwalając tym samym na pomyłki osobie prowadzącej badanie. Pozwala to na sprawną realizację badania, a także uniknięcie rozdrażnienia respondenta spowodowanego zadawaniem niepotrzebnych pytań. System sygnalizuje również niepoprawne

zaznaczenie odpowiedzi (np. dwie zamiast jednej) i nie pozwala przejść do kolejnego pytania, jeśli nie zaznaczono żadnej odpowiedzi, co wpływa na jakość uzyskanego materiału badawczego.

Wykorzystanie łącznie techniki CAWI oraz CATI wpływa w znaczny sposób na uzyskiwaną responsywność w badaniu. Podejście z wykorzystaniem łączonych technik pozyskiwania danych CAWI oraz CATI pozwoliło również na dostosowanie sposobu przeprowadzenia badania do preferencji respondenta.

Badanie właściwe – przebieg

Warto podkreślić, że okres zbierania danych przypadł na przełom kwietnia i maja 2024 roku. Narzędzie służące do zbierania danych składało się z **49 pytań**, które pozwoliły na szczegółowy opis zaistniałego zjawiska. Badaniu CAWI/CATI (z czego 4% zrealizowane zostało techniką CAWI, wykorzystywaną na życzenie respondenta) poddana została próba 150 przedsiębiorstw działających na terenie woj. opolskiego, realizujących swoją pracę w ramach trzech regionalnych specjalizacji inteligentnych:

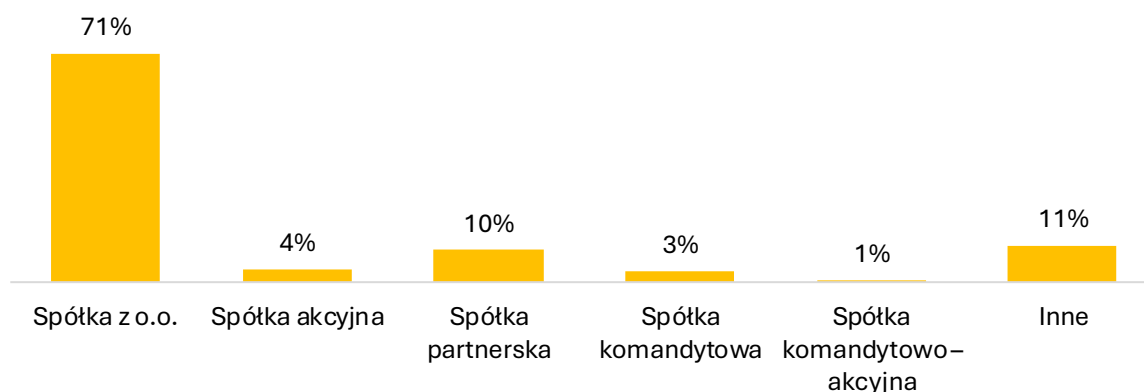
- technologie chemiczne (zrównoważone),
- zrównoważone technologie budownictwa i drewna,
- technologie przemysłu maszynowego i metalowego.

Charakterystyka badanych przedsiębiorstw

W celu odpowiedniego zrozumienia wyników niniejszego badania należy zapoznać się z opisem cech charakteryzujących badane firmy. **Próba obejmowała 150 opolskich podmiotów gospodarczych** prowadzących główną działalność w przetwórstwie przemysłowym według działów PKD, zaliczanych do trzech **regionalnych specjalizacji inteligentnych: technologie chemiczne (zrównoważone), zrównoważone technologie budownictwa i drewna oraz technologie przemysłu maszynowego i metalowego** (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej). Do rekrutacji respondentów wykorzystano operat dostarczony przez Zamawiającego.

Pierwszą istotną do podkreślenia informacją o badanej grupie jest forma prawna przedsiębiorstw. **Zdecydowana większość, gdyż aż 71% firm, to spółki z o.o.** Z kolei 10% stanowiły spółki partnerskie. Wśród odpowiedzi „inne” znajdowały się głównie PPHU, tj. Przedsiębiorstwa Produkcyjno-Handlowo-Uslugowe.

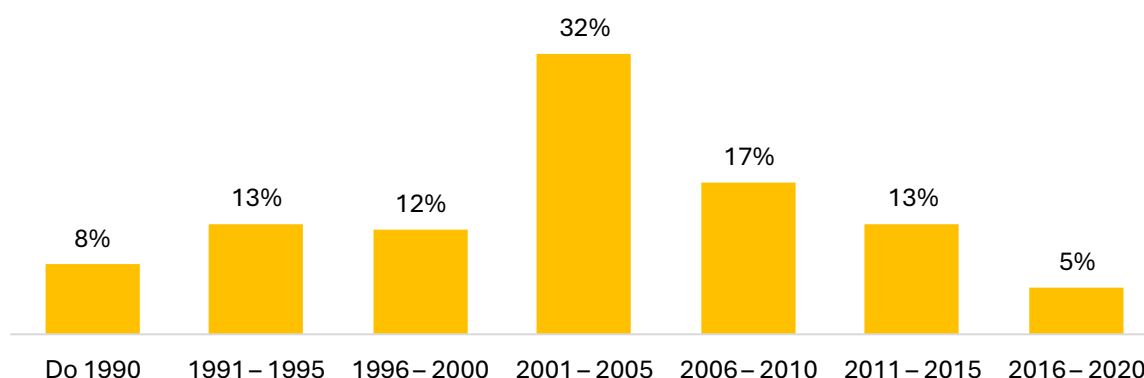
Wykres 1. Forma prawna badanych przedsiębiorstw



Źródło: badanie własne, n=150.

Ponad 57% badanych podmiotów stanowiły przedsiębiorstwa małe, podczas gdy niemal 25% to średnie firmy, a 18% – duże. Najwięcej przebadanych firm (32%) powstało pomiędzy rokiem 2001 a 2005. Ponad 15% przedsiębiorstw powstało między rokiem 2006 a 2010. Warto podkreślić, że z kolei ponad 64% badanych firm działa przynajmniej od 25 lat.

Wykres 2. Lata rozpoczęcia działalności badanych przedsiębiorstw

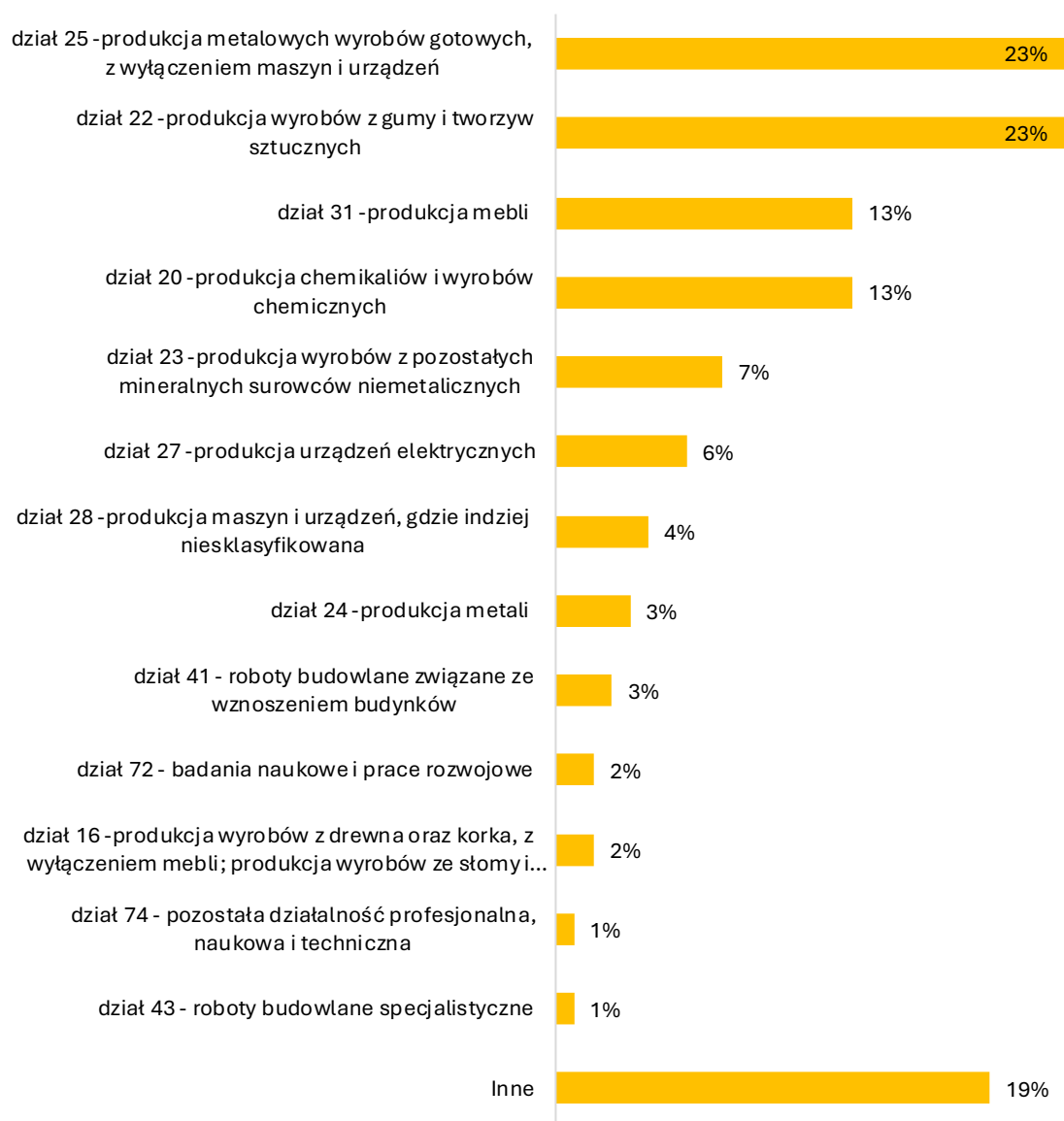


Źródło: badanie własne, n=150.

Działalność badanych opolskich firm obejmuje kilka wyszczególnionych poniżej działów PKD. Respondenci w największym stopniu wskazali, że działają w ramach **działu 25 – produkcja metalowych wyrobów gotowych, z wyłączeniem maszyn i urządzeń** oraz **działu 22 – produkcja wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych** (po 23% każda z tych kategorii). Następnie, 13% respondentów zadeklarowało działalność w **dziale 20 – produkcja chemikaliów i wyrobów chemicznych** oraz w **dziale 31 – produkcja mebli**.

Warto podkreślić, iż odpowiedzi „inne” skupiały się głównie na działach 46 – sprzedaż hurtowa realizowana na zlecenie (8%) oraz 45 – sprzedaż hurtowa i detaliczna pojazdów samochodowych, z wyłączeniem motocykli (3%). Pozostałe wskazania były jednostkowymi przypadkami.

Wykres 3. Działy klasyfikacji PKD badanych przedsiębiorstw



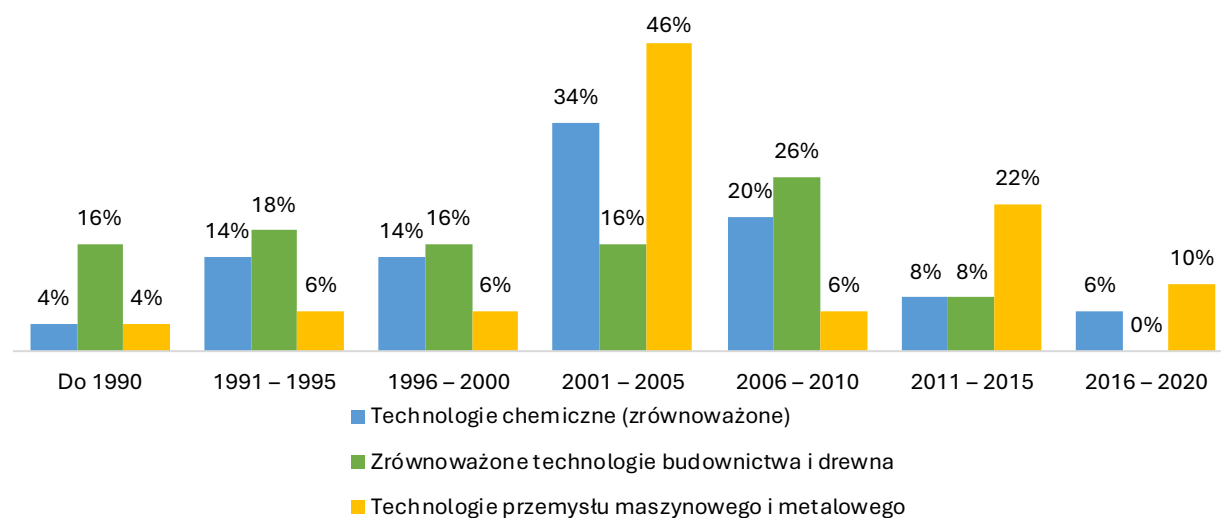
Źródło: badanie własne, $n=150$.

Charakterystyka badanych firm według regionalnych specjalizacji inteligentnych

Warto przyrzeć się także zróżnicowaniu, jakie występuje w badanych RSI pod względem danych metrykalnych. Przedsiębiorstwa w tych specjalizacjach są stosunkowo młode,

z większością firm założonych w ciągu ostatnich 25 lat, zwłaszcza w przypadku firm działających w ramach specjalizacji technologie przemysłu maszynowego i metalowego. Przedsiębiorstwa związane ze zrównoważonymi technologiami budownictwa i drewna są zdecydowanie starsze. Specjalizacja technologie chemiczne charakteryzuje się nieco mniejszą rozbieżnością i skrajnością w wynikach, a największy odsetek firm działających w ramach tej RSI został założony między 2001 a 2005 rokiem.

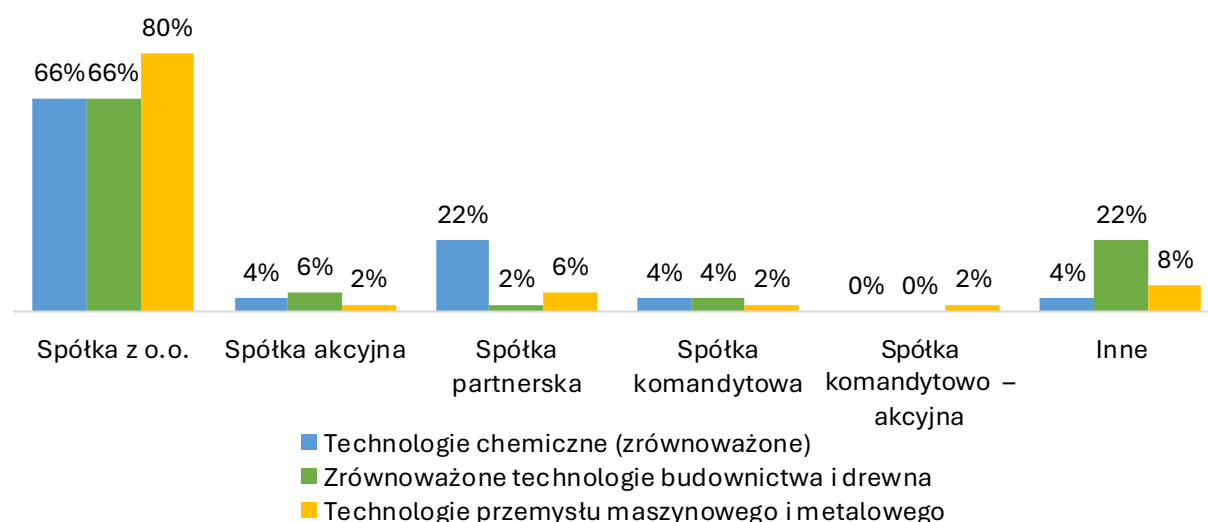
Wykres 4. Wiek przedsiębiorstwa a badane regionalne specjalizacje inteligentne



Źródło: badanie własne, $n=150$ ($n=50$ dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Na przedstawionym poniżej wykresie widoczne jest, że **dominującą formą prawną przedsiębiorstw we wszystkich RSI jest spółka z o.o.**, osiągając najwyższy wynik. Spółki akcyjne oraz spółki partnerskie mają mniejsze znaczenie w tych specjalizacjach, z udziałami zazwyczaj poniżej 10%, **z wyjątkiem spółek partnerskich w RSI technologie chemiczne (22%)**. Kategoria „inne” zyskuje na znaczeniu głównie w RSI zrównoważone technologie budownictwa i drewna – 22% (są to PPHU).

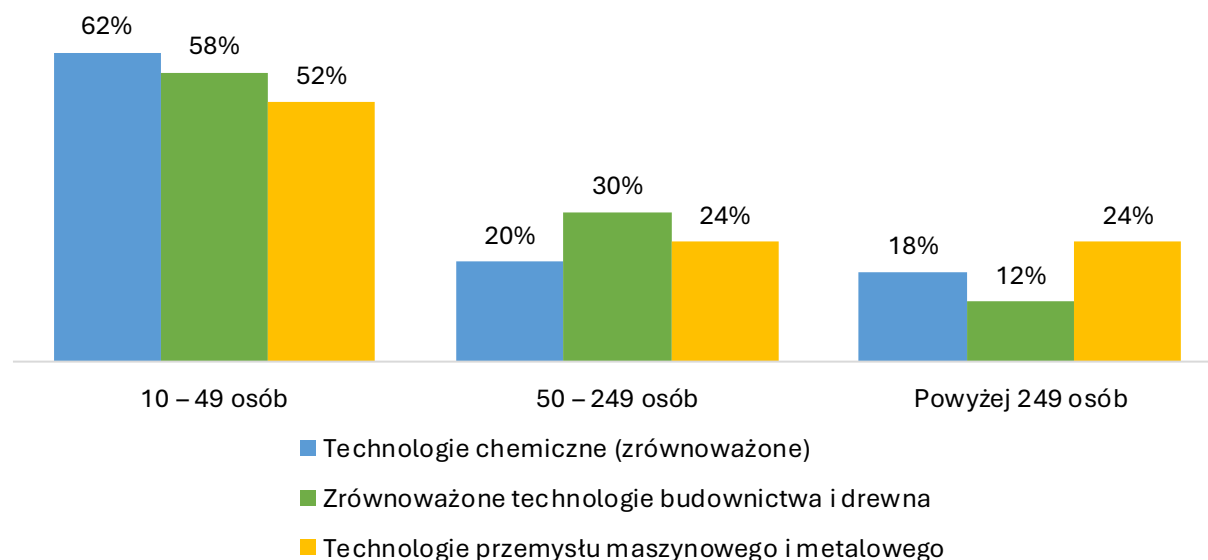
Wykres 5. Forma prawna badanych przedsiębiorstw w podziale na badane regionalne specjalizacje inteligentne



Źródło: badanie własne, $n=150$ ($n=50$ dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

W każdej z trzech specjalizacji dominują przedsiębiorstwa zatrudniające od 10 do 49 osób. Jest to szczególnie widoczne w RSI – technologie chemiczne (62%) i zrównoważone technologie budownictwa i drewna (58%). Specjalizacja technologie przemysłu maszynowego i metalowego wykazuje się największym odsetkiem dużych przedsiębiorstw (24%), co może świadczyć o większej koncentracji kapitału i infrastruktury w tej specjalizacji. **Przewaga małych i średnich przedsiębiorstw w strukturze gospodarki regionu może mieć związek ze sposobem implementacji technologii Przemysłu 4.0, ponieważ mniejsze firmy wymagają bardziej elastycznych rozwiązań, dostosowanych do ich specyficznych potrzeb i możliwości.**

Wykres 6. Liczba zatrudnionych osób w przedsiębiorstwach a badane regionalne specjalizacje inteligentne



Źródło: badanie własne, $n=150$ ($n=50$ dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Poniżej przedstawiono także trzy najczęściej deklarowane działy PKD dla każdej regionalnej inteligentnej specjalizacji – ograniczono ten wykaz do określenia kluczowych wskazań, gdyż w wielu przypadkach ich zakres liczbowy wynosił np. 1 lub 2 jednostki, co nie dawało podstaw do przełożenia na procenty.

Tabela 1. 3 kluczowe działy PKD w każdej z badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych w regionie

Technologie chemiczne (zrównoważone)		Zrównoważone technologie budownictwa i drewna		Technologie przemysłu maszynowego i metalowego	
dział 22 – produkcja wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych	54%	dział 31 – produkcja mebli	43%	dział 25 – produkcja metalowych wyrobów gotowych, z wyłączeniem maszyn i urządzeń	63%
dział 20 – produkcja chemikaliów i wyrobów chemicznych	37%	dział 23 – produkcja wyrobów z pozostałych mineralnych	16%	dział 27 – produkcja urządzeń elektrycznych	12%

Technologie chemiczne (zrównoważone)		Zrównoważone technologie budownictwa i drewna		Technologie przemysłu maszynowego i metalowego	
		surowców niemetalicznych			
dział 23 – produkcja wyrobów z pozostałych mineralnych surowców niemetalicznych	5%	dział 22 – produkcja wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych oraz dział 41 – roboty budowlane związane ze wznoszeniem budynków	8% ¹	dział 28 – produkcja maszyn i urządzeń, gdzie indziej niesklasyfikowana	7%

Źródło: badanie własne, n=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Każda z badanych specjalizacji ma swoje unikalne dominujące działy PKD, które wskazują na główne obszary działalności gospodarczej w regionie. W specjalizacji technologie chemiczne kluczowe są: produkcja wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych, a także chemikaliów i wyrobów chemicznych. W zrównoważonych technologiach budownictwa i drewna dominują produkcja mebli i wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych. Natomiast w technologii przemysłu maszynowego i metalowego przewagę stanowi produkcja metalowych wyrobów gotowych.

¹ Odsetek należy traktować jako jednakowy wynik uzyskany przez oba wskazane działy.

Aktualny stan wiedzy na temat Przemysłu 4.0 ze szczególnym uwzględnieniem sytuacji w województwie opolskim

Do tej pory w historii ludzkości **doświadczaliśmy trzech wielkich kroków milowych, które zrewolucjonizowały świat**. Były to rewolucje przemysłowe. **Pierwsza z nich miała miejsce w wieku XVIII**, gdy James Watt opatentował, a następnie zastosował po raz pierwszy w fabryce silnik parowy. Pozwoliło to znacząco przyspieszyć produkcję. **Drugi wielki przetom miał miejsce ponad 100 lat później**. Z czasem, ze względu na wyższą wydajność i mniejszy rozmiar, silniki elektryczne zaczęły wypierać napędy parowe. Druga rewolucja przemysłowa pozwoliła wprowadzić także linie montażowe. Był to pomysł fabryki Henry’ego Forda i szybko okazał się strzałem w dziesiątkę. **Trzecim przetomem była postępująca komputeryzacja fabryk, która rozpoczęła się w drugiej połowie XX wieku**. Zaczęto stosować oprogramowania, aby usprawnić procesy zarządzania, planowania i kontroli produkcji. Ponadto wprowadzono roboty przemysłowe oraz programowalne układy².

Postęp w rozwoju technologii sprawił, że **kolejne rewolucje przemysłowe następują po sobie znacznie szybciej**. Kilkadziesiąt lat po trzeciej rewolucji wchodzimy w kolejną wielką zmianę przemysłową. **Czwarta rewolucja przemysłowa, znana jest także jako Przemysł 4.0 (z języka angielskiego Industry 4.0)**. Przyczyniły się do niej **upowszechnienie się Internetu oraz gwałtowny rozwój technologiczny**. Na główne filary Przemysłu 4.0 składają się roboty autonomiczne, które są w stanie wykonać część zadań za człowieka, wspierać pracę ludzi oraz poruszać się po fabryce i podejmować pewne decyzje na podstawie analizy danych z otoczenia. Przemysł 4.0 charakteryzuje także wykorzystanie sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego. Przy projektowaniu lub przeprojektowywaniu fabryk bierze się pod uwagę modele symulacyjne i integrację horyzontalną i wertykalną. Pomaga to stworzyć kompleksowe i zintegrowane środowisko pracy, a także pozwala na szybkie prototypowanie i testowanie nowych systemów. Przemysł 4.0 to także chmura obliczeniowa i Internet Rzeczy. Chmury obliczeniowe pozwalają przetwarzać dane, a Internet Rzeczy umożliwia ich przepływ i pomiar. Firmy nie powinny też zapominać o wykorzystywaniu technik addytywnych w procesie produkcji, które umożliwiają testowanie innowacji i customizację na potrzeby klienta, ani o rozszerzonej rzeczywistości, która ułatwia pracę specjalistom i poszerza doświadczenia kupującego z produktem. Ogromnie ważnym aspektem jest też cyberbezpieczeństwo³.

² APA Group „Stan Przemysłu 4.0 w Polsce”, str. 7-8.

³ APA Group „Stan Przemysłu 4.0 w Polsce”, str. 8-9.

Rysunek 1. Komponenty Przemysłu 4.0



cyberbezpieczeństwo

Ochrona przed zagrożeniami cybernetycznymi jest kluczowa dla zapewnienia bezpieczeństwa danych, infrastruktury oraz ciągłości operacyjnej smart factories, zabezpieczając kluczowe procesy produkcyjne i dane firmowe.



rozszerzona rzeczywistość

Technologie AR i VR poprawiają efektywność i bezpieczeństwo pracy, umożliwiając pracownikom szybsze i bardziej intuicyjne wykonywanie zadań oraz wspierając procesy szkoleniowe i konserwacyjne.



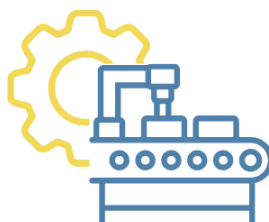
Big Data i analityka AI

AI oraz uczenie maszynowe wykorzystywane są do analizy dużych i różnorodnych zbiorów danych, co umożliwia dokładniejsze prognozowanie trendów, optymalizację procesów oraz szybsze podejmowanie decyzji na podstawie danych.



roboty autonomiczne

Automatyczne systemy robotyczne, w tym roboty mobilne, wprowadzają wysoki poziom autonomii i adaptacji w zakładach produkcyjnych, co zwiększa efektywność, bezpieczeństwo pracy oraz elastyczność w reagowaniu na zmieniające się warunki produkcji.



modele symulacyjne

Systemy wirtualne i modele symulacyjne pozwalają na dokładne testowanie nowych rozwiązań i procesów produkcyjnych przed ich wdrożeniem do rzeczywistości, co minimalizuje ryzyko błędów projektowych i usprawnia innowacje.



integracja horyzontalna i wertykalna

Integracja różnych systemów w ramach fabryki oraz między różnymi poziomami organizacyjnymi umożliwia efektywne zarządzanie produkcją, szybszą wymianę informacji oraz lepszą koordynację działań, co jest kluczowe dla zwiększenia całkowitej produktywności i konkurencyjności.



Internet Rzeczy

Połączenie urządzeń przemysłowych z siecią umożliwia zdalne monitorowanie, diagnostykę oraz optymalizację wydajności maszyn i procesów produkcyjnych, co przekłada się na redukcję kosztów oraz lepsze wykorzystanie zasobów.



chmura obliczeniowa

Wykorzystanie wspólnej infrastruktury IT do przetwarzania danych pozwala na skalowalność, elastyczność i dostępność usług potrzebnych do obsługi rosnącej ilości danych i aplikacji.



druk 3D

Druk 3D umożliwia szybkie prototypowanie, personalizację oraz produkcję na zamówienie, co odpowiada na potrzeby rynku przez dostosowanie produkcji do indywidualnych wymagań klientów.

Źródło: opracowanie na podstawie APA Group, Stan Przemysłu 4.0 w Polsce, str. 8.

Firma PwC⁴ przewiduje, że czwarta rewolucja przemysłowa będzie odbywać się w trzech etapach:

1. Faza algorytmów – obecnie w toku, obejmująca początek lat 20. XXI wieku. Skoncentrowana na automatyzacji prostych zadań obliczeniowych oraz analizie ustrukturyzowanych danych w dziedzinach takich jak finanse, informacja i komunikacja.
2. Faza rozszerzenia – również już trwająca, ale obejmie cały rynek dopiero pod koniec lat 20. Skupia się na automatyzacji powtarzalnych zadań, takich jak wypełnianie formularzy, komunikacja i wymiana informacji. Obejmuje również analizę statystyczną nieustrukturyzowanych danych w częściowo kontrolowanych środowiskach, takich jak drony i roboty.
3. Faza autonomii – rozpocznie się w latach 30. Będzie polegać na automatyzacji pracy fizycznej i manualnych czynności wykonywanych przez pracowników. Oczekuje się, że maszyny i roboty zastąpią działania w dynamicznych, rzeczywistych sytuacjach wymagających reakcji i rozwiązywania problemów, na przykład w produkcji i transporcie⁵.

Wdrożenie Przemysłu 4.0 to kompleksowy proces, który wymaga podejścia strategicznego i długofalowego. Wymaga edukacji pracowników, a także przewyrciężenia tradycyjnego funkcjonowania i postrzegania fabryk oraz linii produkcyjnych. Jest to zmiana, która musi rozpocząć się od wewnętrznego przekształcenia przedsiębiorstw. Obecnie rewolucja przemysłowa postępuje zarówno w skali globalnej, jak i regionalnej. **Wartość światowego rynku Przemysłu 4.0 ma wzrosnąć z 64,9 mld dol. w 2021 roku do 165,5 mld dol. w 2026 roku.** Analitycy prognozują średnioroczną stopę wzrostu na poziomie 21%⁶. Przemysł 4.0 także w Polsce stanowi główną ścieżkę transformacji przemysłu. Badanie przeprowadzone na zlecenie Endress+Hauser na grupie 500 przedsiębiorstw pozwoliło wskazać, że 50% respondentów ocenia automatyzację procesów produkcyjnych w swojej firmie jako zaawansowaną. Jednakże wyniki pokazały, że w praktyce jedynie co trzecia polska firma posiada strategię wdrażania rozwiązań Przemysłu 4.0⁷. Przykładowo w 2022 roku 15% przedsiębiorstw w Polsce wykorzystywało w działalności roboty przemysłowe i usługowe. Wartość ta w 2020 roku wynosiła 14%, natomiast w 2019 roku 11%⁸.

Jednym z głównych wyzwań rozwojowych, z którymi borykają się polskie przedsiębiorstwa, jest brak wdrożeń i szkoleń dla pracowników operacyjnych, co zostało wskazane przez 53% respondentów. Kolejnym problemem jest trudność w poszukiwaniu, szkoleniu i zatrzymywaniu utalentowanych pracowników, co zostało podkreślone przez 43% respondentów. Wraz z automatyzacją, umiejętności miękkie, takie jak komunikacja, rozwiązywanie problemów i kreatywność, stają się coraz bardziej istotne dla sukcesu przedsiębiorstw. Natomiast w ramach technologicznych i strategicznych barier, które stoją na drodze rozwoju Przemysłu 4.0 w polskich przedsiębiorstwach, wskazuje się brak jasności co do tego, jakie technologie należałoby wdrożyć, by najlepiej spełniały potrzeby przedsiębiorstwa (47%). Następnie podkreślano problemy budżetowe (45%) oraz ryzyko

⁴ PwC (PricewaterhouseCoopers) to globalna firma świadcząca usługi doradcze, audytorskie oraz podatkowe. Jest jedną z tzw. „Wielkiej Czwórki” firm audytorskich, do której należą także Deloitte, EY (Ernst & Young) oraz KPMG. PwC działa w ponad 150 krajach, zatrudniając setki tysięcy pracowników na całym świecie.

⁵ PARP „Czwarta rewolucja przemysłowa i jej wpływ na rynek pracy”, s. 3-4.

⁶ Endress+Hauser „Technologie, usługi i produkty zmieniające polski przemysł, Raport z badania Edycja 2022: Przemysł 4.0”, str. 24.

⁷ Ibidem, str. 6.

⁸ GUS „Rocznik Statystyczny Przemysłu”, 2023, str. 466.

cybernetyczne (43%)⁹. **Dodatkowo APA Group¹⁰ podkreśla, że wdrożenie Przemysłu 4.0 różni się w zależności od wielkości organizacji – duże firmy i MŚP mają odmienne podejście.** Wielkość wpływa na wydatki, okres zwrotu z inwestycji oraz czas, w jakim zauważalne są zmiany. Dla maksymalizacji zysków kluczowe jest opracowanie planu implementacji opartego na analizie potrzeb i celów firmy. To pozwala precyzyjnie dopasować technologie do wyzwań¹¹.

Automatyzacja pracy i wdrażanie Przemysłu 4.0 wiąże się z zagrożeniami i barierami nie tylko dla pracodawców, lecz również dla pracowników. 72% Europejczyków uważa, że Przemysł 4.0. związany z automatyką i robotyką zagraża zawodom i odbiera pracę ludziom. Najbardziej zagrożone są zawody średnio płatne. Automatyzacja i robotyka mogą zastąpić pracowników w tych sektorach. Około 5% profesji może zostać całkowicie zautomatyzowanych, a niemal 60% zawodów może być zautomatyzowanych w co najmniej 1/3. Na lepszej pozycji znajdują się profesje nisko i wysoko płatne. Pracownicy z wysokimi kwalifikacjami, związanymi z nowymi technologiami, są poszukiwani i dobrze opłacani, jednak brak możliwości przekwalifikowania się stanowi problem dla pracowników zagrożonych przez automatyzację. Konieczne jest dostosowanie polityki społecznej i edukacyjnej do nowych warunków na rynku pracy, aby umożliwić pracownikom przystosowanie się i uniknięcie dalszej polaryzacji płac¹².

Pracodawcy mogą napotkać problemy w zakresie konieczności kosztownych inwestycji. Przedsiębiorstwa muszą zwiększyć swoje wydatki na dostosowanie się do nowych technologii, automatyzację produkcji oraz na szkolenia pracowników. Przedsiębiorstwa muszą wprowadzić wiele zmian, zarówno technologicznych, jak i kadrowych. Muszą dostosować systemy produkcyjne do nowych innowacji technologicznych. Konieczne będzie również dostosowanie umiejętności pracowników do wymagań zautomatyzowanych procesów poprzez zmiany w programach szkoleniowych. **Kluczowym elementem sukcesu będzie doszkalanie pracowników i wprowadzenie kultury uczenia się w organizacji. Firmy planują skoncentrować się na przekwalifikowaniu pracowników w strategiczne umiejętności, jak programowanie i krytyczne myślenie.** Przedsiębiorstwa powinny ocenić koszty związane ze zwolnieniami i rekrutacją oraz rozważyć, czy lepiej przekwalifikować obecnych pracowników czy zatrudnić nowych¹³.

W dalszej części desk research przybliżona została sytuacja w regionie. W ostatnich latach przedsiębiorstwa w woj. opolskim **coraz bardziej włączają technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT) w swoje operacje, co znajduje odzwierciedlenie w danych udostępnianych przez GUS.** Przykładem jest systematyczny wzrost posiadania szerokopasmowego dostępu do Internetu, który w 2017 roku wynosił 93%, a w 2023 roku osiągnął niemal 100% (dokładnie: 99,6%). Podobny trend można zaobserwować w wykorzystaniu mediów społecznościowych, gdzie odsetek wzrósł z 27% w 2017 roku do 49% w 2023 roku. Posiadanie własnej strony internetowej również wykazuje stabilny wzrost, od 60% w 2017 roku do 65% w 2023 roku. Przedsiębiorstwa coraz częściej wyposażają swoich pracowników

⁹ Deloitte „Przemysł 4.0 w Polsce – rewolucja czy ewolucja? Pierwsza edycja badania Deloitte o skali i poziomie Przemysłu 4.0 w Polsce”, str. 27.

¹⁰ APA Group to polska firma technologiczna specjalizująca się w automatyzacji procesów przemysłowych, budynków oraz zarządzaniu infrastrukturą energetyczną. Przedsiębiorstwo jest jednym z wiodących dostawców rozwiązań w zakresie inteligentnych systemów zarządzania budynkami (Building Management Systems - BMS) oraz automatyki przemysłowej. APA Group ma silny związek z Przemysłem 4.0, ponieważ dostarcza technologie i rozwiązania, które są kluczowe dla realizacji koncepcji czwartej rewolucji przemysłowej.

¹¹ APA Group „Stan Przemysłu 4.0 w Polsce”, str. 13.

¹² PARP „Czwarta rewolucja przemysłowa i jej wpływ na rynek pracy”, str. 8.

¹³ Ibidem, str. 10.

w urządzenia mobilne umożliwiające dostęp do Internetu. Odsetek ten wzrósł z 65% w 2017 roku do 77% w 2021 roku. Z kolei stosowanie środków bezpieczeństwa ICT znacząco wzrosło, z 84% w 2019 roku do 96% w 2021 roku, co pokazuje rosnącą świadomość przedsiębiorstw na temat ochrony danych i cyberbezpieczeństwa.

Wzrost można zauważyć również w otrzymywaniu zamówień poprzez sieci komputerowe, z 12% w 2017 roku do 16% w 2023 roku. Mimo to adaptacja technologii sztucznej inteligencji pozostaje niska, z niewielkim spadkiem z 2,9% w 2021 roku do 2,7% w 2023 roku. Z drugiej strony znaczący wzrost zanotowano w korzystaniu z usług w chmurze obliczeniowej, które zwiększyło się z 6% do 57% w omawianych latach.

Tabela 2. Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach w województwie opolskim w latach 2017-2023

Przedsiębiorstwa:	2017	2019	2021	2023
posiadające szerokopasmowy dostęp do Internetu	93%	94%	96%	100% ¹⁴
wykorzystujące media społecznościowe	27%	34%	47%	49%
posiadające własną stronę internetową	60%	66%	67%	65%
wyposażające swoich pracowników w urządzenia przenośne (np. komputery przenośne, smartfony) pozwalające na mobilny dostęp do Internetu	65%	73%	77%	brak danych
stosujące środki bezpieczeństwa ICT (przynajmniej jeden)	brak danych	84%	96%	brak danych
zatrudniające specjalistów ICT	9%	18%	brak danych	brak danych
otrzymujące zamówienia poprzez sieci komputerowe (strony internetowe, platformy handlowe, aplikacje mobilne lub wiadomości typu EDI)	12%	16%	16%	16%
wykorzystujące technologie sztucznej inteligencji	brak danych	brak danych	3%	3%
wykorzystujące urządzenia lub systemy Internetu rzeczy	brak danych	brak danych	19%	brak danych
kupujące usługi w chmurze obliczeniowej	0%	16%	27%	57%
wykorzystujące roboty	brak danych	10%	brak danych	brak danych

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS BDL oraz publikacji GUS: Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach w: 2017, 2019, 2021, 2023 roku. Dane zostały zaokrąglone.

¹⁴ Konkretnie: 99,6%.

Podsumowując, **powyższe dane GUS wskazują na rosnące wykorzystanie technologii ICT w przedsiębiorstwach w woj. opolskim, z naciskiem na bezpieczeństwo, mobilność oraz usługi chmurowe.** Rosnąca adaptacja ICT oraz znaczenie bezpieczeństwa informacyjnego są widoczne w rosnących wskaźnikach posiadania szerokopasmowego dostępu do Internetu i stosowania środków bezpieczeństwa ICT. Wyposażenie pracowników w urządzenia mobilne oraz znaczący wzrost korzystania z usług chmury obliczeniowej wskazują na rosnącą potrzebę elastycznej pracy i skalowalnych rozwiązań IT¹⁵.

Z uwagi na fakt, że transformacja cyfrowa i Przemysł 4.0 są ze sobą ściśle powiązane, warto zwrócić uwagę także na stan pierwszej z wymienionych. **Transformacja cyfrowa przedsiębiorstw w opolskim postępuje.** Pracownicy korzystają powszechnie z komputerów w pracy, a dostęp do Internetu jest szeroko rozpowszechniony, choć niektóre firmy mogą napotykać ograniczenia. W większości przedsiębiorstw korzysta się z Internetu w kontaktach z administracją publiczną i realizuje procedury administracyjne za pomocą elektronicznych formularzy, takich jak deklaracje ZUS czy podatek VAT. Ponadto co trzecie przedsiębiorstwo uzyskuje dokumenty przetargowe oraz specyfikacje w elektronicznym systemie zamówień publicznych. W regionie istnieje zróżnicowanie geograficzne w zasięgu nowoczesnej infrastruktury szerokopasmowej oraz usług dostępu do Internetu. **Dane GUS wskazują, że prawie 97% przedsiębiorstw w woj. opolskim używa komputerów do codziennej pracy, a około co trzeci pracownik korzysta z komputera lub komputera z dostępem do Internetu przynajmniej raz w tygodniu.** Wzrasta również liczba pracowników korzystających z przenośnych urządzeń umożliwiających mobilny dostęp do Internetu, takich jak notebooki, tablety czy telefony komórkowe. Dodatkowo ponad 8% przedsiębiorstw zatrudnia specjalistów z dziedziny ICT/IT. Dostęp do Internetu jest powszechny (prawie 96% przedsiębiorstw), przy czym niecałe 82% korzysta z szerokopasmowych łączy, a około co piąte przedsiębiorstwo stosuje wysokopasmowe łącza bezprzewodowe. W około 18% firm znajduje się dostęp do Internetu o prędkości połączenia mniejszej niż 2 Mbit/s, a około 49% posiada przepustowość od 2 do 10 Mbit/s. Ponadto około co trzecie przedsiębiorstwo w regionie miało szybszy dostęp do Internetu w 2013 roku, a także poniosło koszty związane z technologiami informacyjno-telekomunikacyjnymi w 2012 roku¹⁶.

Na podstawie eksperymentalnego badania przeprowadzonego przez GUS w 2019 roku zaproponowany został wskaźnik poziomu rozwoju polskich regionów szczebla NUTS 2 w zakresie wdrażania i efektów rozwiązań charakterystycznych dla czwartej rewolucji przemysłowej (Przemysł 4.0). W ramach badania stworzony został ranking regionów pod względem dostosowania przedsiębiorstw do wymogów Przemysłu 4.0. **Co zaskakujące, badanie wykazało, że woj. opolskie przoduje w rankingu.** W opolskim zaobserwowano najwyższe wartości dziewięciu zmiennych w ramach pięciu podkryteriów:

- Wykorzystanie oprogramowania typu ERP:
 - przedsiębiorstwa, w których działania ze zbioru obejmującego pełen cykl życia wyrobu są realizowane przez ERP lub inny system informatyczny wdrożony w przedsiębiorstwie;
- Analizowanie dużych woluminów danych:
 - przedsiębiorstwa pozyskujące dane typu big data;
- Redukcja kosztów związana z wdrożeniem technologii Przemysłu 4.0:
 - redukcja kosztów związana z zastosowaniem chmury obliczeniowej;
 - redukcja kosztów związana z zastosowaniem Internetu rzeczy;

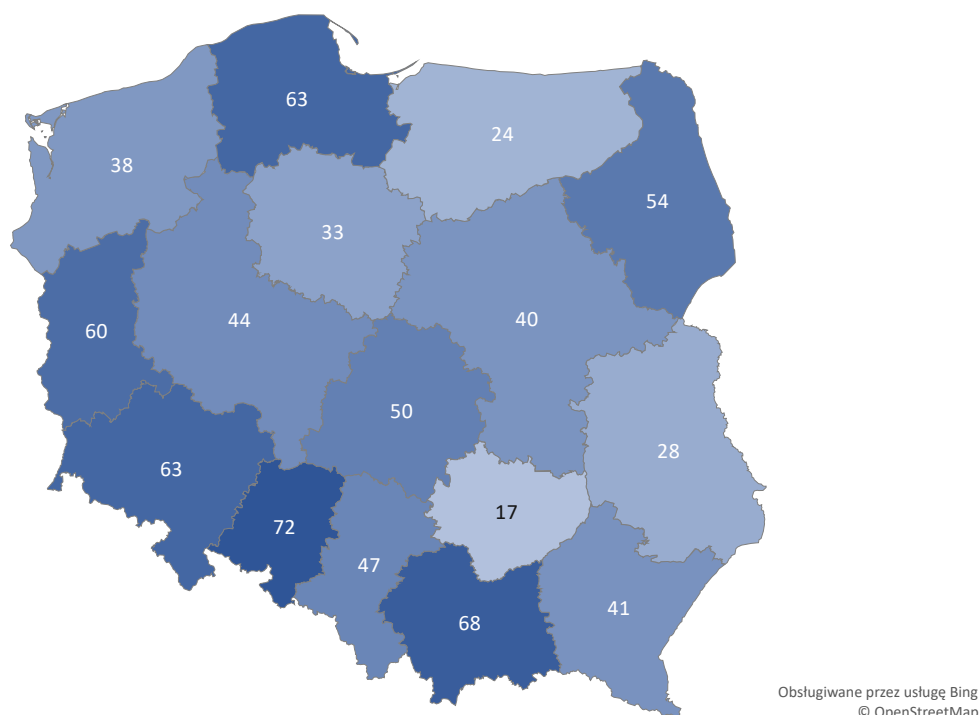
¹⁵ GUS BDL oraz publikacje GUS: Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach w: 2017, 2019, 2021, 2023 roku.

¹⁶ „Diagnoza wyzwań, potrzeb i potencjałów obszarów/sektorów objętych RPO WO 2014-2020”, str. 21.

- redukcja kosztów związana z zastosowaniem big data;
- Zatrudnienie nowych, wysoko wykwalifikowanych specjalistów:
 - zatrudnienie nowych, wysoko wykwalifikowanych specjalistów, związane z zastosowaniem chmury obliczeniowej;
 - zatrudnienie nowych, wysoko wykwalifikowanych specjalistów, związane z zastosowaniem Internetu rzeczy;
- Nakłady inwestycyjne:
 - przedsiębiorstwa, w których poziom nakładów ogółem związanych z wdrożeniem/utrzymaniem/rozbudową technologii charakterystycznych dla Przemysłu 4.0 wzrósł w ciągu ostatnich 2 lat;
 - przedsiębiorstwa planujące w ciągu najbliższych 2 lat inwestycję w rozbudowę i rozwój technologii charakterystycznych dla Przemysłu 4.0.

Ponadto region plasuje się w pierwszej piątce pod względem wskaźników zatrudnienia nowych, wysoko wykwalifikowanych specjalistów związanych z Big Data, przedsiębiorstw wykorzystujących chmurę obliczeniową oraz przedsiębiorstw wykorzystujących technologie Internetu rzeczy (odpowiednio na 2., 4. i 5. miejscu)¹⁷.

Mapa 1. Stopień wdrażania rozwiązań charakterystycznych dla Przemysłu 4.0 w Polsce – rok 2019



Źródło: A. Sokołowski, M. Markowska, „Dostosowanie przedsiębiorstw do wymogów czwartej rewolucji przemysłowej – ujęcie regionalne” str. 42-43. Dane pochodzące z GUS.

UWAGA: dla województwa mazowieckiego przedstawiono dane odpowiadające obszarowi Mazowiecki regionalny (wg. NUTS 2) Wynik ten dla regionu stołecznego Warszawy wynosił 51.

Poziom innowacyjności regionalnej gospodarki w woj. opolskim jest jednym z najniższych w kraju. Mimo że odsetek innowacyjnych przedsiębiorstw przemysłowych jest wyższy niż usługowych, udział innowacyjnych przedsiębiorstw usługowych w ostatnich latach był znacznie niższy niż średnia krajowa. Zauważa się, że niezbędne jest dokonanie przełomu w sferze

¹⁷ A. Sokołowski, M. Markowska „Dostosowanie przedsiębiorstw do wymogów czwartej rewolucji przemysłowej – ujęcie regionalne”, str. 41-43.

innowacyjności regionalnej gospodarki. Konieczne jest zatem skoncentrowanie się na przezwyciężeniu barier we wprowadzaniu innowacji oraz podnoszeniu poziomu innowacyjności w przedsiębiorstwach poprzez intensyfikację działań w tej dziedzinie. **W dokumencie Fundusze Europejskie dla Opolskiego 2021-2027 wskazano, że pomimo przeznaczenia 189,3 mln zł z RPO WO 2014-2020 na wsparcie 87 projektów innowacyjnych, region woj. opolskiego wciąż wypada najstąbiej pod względem liczby innowacyjnych przedsiębiorstw w skali kraju. Podkreślono zatem, że konieczne jest intensyfikowanie działań mających na celu pokonanie barier wprowadzania innowacji i podnoszenia ich poziomu w firmach.** Przywołane w dokumencie badanie, które miało na celu zidentyfikowanie i ocenę potencjału badawczo-rozwojowego (B+R) oraz innowacyjnego (I) przedsiębiorstw w regionie, a także ich współpracy z sektorem B+R (badawczo-rozwojowym), wykazało, że małe i średnie przedsiębiorstwa częściej angażują się w działalność badawczo-rozwojową (B+R). Podsumowano, także, że wyniki prac B+R, wspartych przez RPO WO 2014-2020, zostały wdrożone w 36% badanych firm. W 92% przypadków dotyczyło to wprowadzenia na rynek nowych produktów, a w 19% – sprzedaży technologii innym przedsiębiorstwom. Niezaprzeczalnie firmy, które konsekwentnie prowadzą działalność B+R+I, dynamicznie się rozwijają, doskonaląc swoje produkty i procesy technologiczne oraz osiągane wyniki. Jednakże, aby kontynuować ten rozwój, konieczne są inwestycje w nową infrastrukturę. Obecna infrastruktura często nie pozwala na dalszy postęp innowacyjny, jest niewystarczająca do realizacji nowych badań i działalności B+R lub w ogóle jej brakuje. Zatem wsparcie systemowe będzie ukierunkowane na budowę, rozbudowę oraz zakup wyposażenia dla zaplecza B+R w celu rozwoju działalności innowacyjnej. Ponadto skoncentruje się ono na tworzeniu oraz rozwijaniu sieci innowacyjnych przedsiębiorców i naukowców poprzez wzmacnianie współpracy, np. tworzenie interdyscyplinarnych zespołów naukowych i przedsiębiorczych wraz z wprowadzeniem programów doktoranckich wdrożeniowych, a także praktycznych prac dyplomowych, mających na celu opracowanie nowych rozwiązań technologicznych dla MŚP. Takie działania mają długoterminowo przyczyniać się do transferu wiedzy z sektora naukowego do przedsiębiorstw¹⁸.

Zastosowanie technologii Przemysłu 4.0 przynosi wiele korzyści, a jedną z najważniejszych jest wyraźny wzrost wydajności produkcji przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej jakości tworzonych produktów. Dzięki automatyzacji procesów, wykorzystaniu robotów oraz możliwości podejmowania decyzji na podstawie najbardziej aktualnych i kompleksowych danych, firmy mogą działać sprawniej, zwinniej i szybciej. W biznesie, jak wiadomo, czas to pieniądz, dlatego te technologie są niezwykle cenne dla przedsiębiorstw. Zdecydowana większość (88%) respondentów zgadza się ze stwierdzeniem, że wdrożenie Przemysłu 4.0 pozwala podnieść konkurencyjność firmy w tym obszarze. Dodatkowo co czwarty badany uważa, że transformacja cyfrowa jest niezbędnym elementem do rozwoju i przetrwania na rynku. 39% ankietowanych stwierdziło, że ich firmy rozumieją korzyści płynące z Przemysłu 4.0, jednak nie wiedzą, od czego zacząć wprowadzanie zmian ani jakie technologie wybrać do implementacji¹⁹. **Zastosowanie nowoczesnych technologii ma także wpływ na postrzeganie zakładu pracy jako atrakcyjnego miejsca, gdzie pracownicy mogą skupić się na ambitnych zadaniach wymagających merytorycznego, przygotowania, pozostawiając żmudne i powtarzalne czynności maszynom.** Dzięki temu pracownicy mogą się rozwijać, angażować w interesujące projekty i wykorzystywać swoje umiejętności w bardziej kreatywny sposób, co przyczynia się do zwiększenia motywacji i satysfakcji z pracy²⁰.

¹⁸ „Fundusze Europejskie dla Opolskiego 2021-2027”, str. 38.

¹⁹ APA Group „Stan Przemysłu 4.0 w Polsce. Transformacja cyfrowa 2024”, str. 16.

²⁰ APA Group „Stan Przemysłu 4.0 w Polsce”, str. 10.

Dalszy rozwój Przemysłu 4.0 jest nieunikniony, jednak **proces ten ze względu na występujące bariery wymaga usprawnień**. APA Group podaje, jakie elementy należy uwzględnić, by wprowadzić Przemysł 4.0 (który przyniesie większe korzyści firmie i usprawni jej działalność) w przedsiębiorstwie. W opracowaniu strategii implementacji Przemysłu 4.0 kluczowe jest **przeprowadzenie szczegółowej analizy obecnego stanu oraz otoczenia rynkowego**. Wartość wskaźnika zwiększenia wykorzystania technologii ICT w opolskim (wynosząca 29%, co jest poziomem niższym od średniej krajowej, czyli 36%) oraz wysoki udział przedsiębiorstw z szerokopasmowym dostępem do Internetu (96% w 2021 roku), stanowią istotne punkty wyjścia do określenia długu technologicznego i poziomu nowoczesności technologicznej organizacji. Pilotaż rozwiązań z zakresu technologii 4.0 jest kluczowy dla adaptacji nowych technologii i przygotowania pracowników do cyfrowej transformacji. Testowanie rozwiązań na małą skalę umożliwia szybkie wdrożenie i ocenę ich skuteczności, co jest fundamentalne przed pełną implementacją.

Analityka zebranych danych odgrywa istotną rolę w ciągłym doskonaleniu działania organizacji poprzez bieżącą analizę informacji i wyciąganie wniosków. Transformacja kultury organizacyjnej wymaga natomiast otwartości na innowacje i aktywne wsparcie liderów, którzy pełnią kluczową rolę w przekonywaniu pracowników do korzystania z nowych rozwiązań i komunikacji opartej na korzyściach. Skalowanie przetestowanych technologii, wspierane przez systemy ERP, MES/MOM oraz IoT, jest niezbędne dla szybkiego zwrotu z inwestycji. Tworzenie spójnego ekosystemu firmy, integrującego różne obszary, systemy i zasoby, prowadzi do zwiększenia elastyczności, zwinności technologicznej oraz konkurencyjności przedsiębiorstwa²¹.

²¹ APA Group „Stan Przemysłu 4.0 w Polsce”, str. 23-24.

Wyniki badania CATI/CAWI

Rozdział ten stanowi kluczową część raportu, w której przedstawione zostały szczegółowe dane zebrane podczas badań terenowych. Jest to istotny element analizy, pozwalający uchwycić realne doświadczenia i perspektywy opolskich przedsiębiorców, co umożliwi lepsze zrozumienie wyzwań i potrzeb związanych z Przemysłem 4.0.

Zawarto tu informacje na temat zakresu wiedzy o Przemysle 4.0, doświadczeń przedsiębiorców, oceny zasobów firm, ich potrzeb, zagrożeń i barier oraz zakresu korzystania ze wsparcia zewnętrznego. Analiza ta pozwoli wyciągnąć cenne wnioski dla dalszego rozwoju sektora przemysłowego w kierunku nowoczesnych technologii i zwiększenia konkurencyjności w regionie.

Uwaga

Wyniki przedstawione zostały zgodnie z wymogami Zamawiającego w podziale na odpowiadające przedsiębiorstwom trzy regionalne specjalizacje inteligentne, w których działają badani przedsiębiorcy.

Ze względu na ograniczoną liczbę dostępnych rekordów, szczegółowa analiza z uwzględnieniem wielkości przedsiębiorstw oraz działów sekcji C według PKD w ramach poszczególnych specjalizacji nie była możliwa. Dlatego jedynie w kilku pytaniach poddano analizie wielkość przedsiębiorstwa (warunkiem była krótka kafeeteria w narzędziu badawczym).

Zakres wiedzy przedsiębiorstw na temat Przemysłu 4.0

W niniejszym rozdziale raportu uwaga zostanie poświęcona analizie kluczowych komponentów Przemysłu 4.0. Pozwala ona na głębsze zrozumienie rewolucji przemysłowej, która obecnie ma miejsce – istotne jest odnotowanie, w jakim stopniu przedsiębiorstwa działające na terenie woj. opolskiego są świadome zjawiska P4.0.

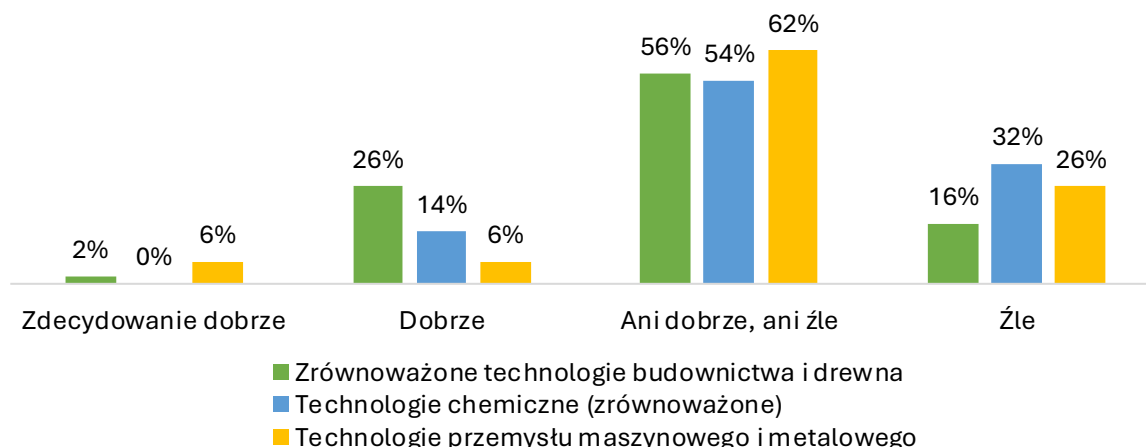
Z analizy wynika, że **w każdej z trzech badanych specjalizacji dominująca grupa respondentów ocenia swoją wiedzę jako „ani dobrze, ani źle”**, a to wskazuje na **średni poziom pewności w zakresie znajomości koncepcji Przemysłu 4.0**. Najwyższy poziom zdecydowanie pozytywnej samooceny odnotowano w RSI przemysłu maszynowego i metalowego (6%), podczas gdy **specjalizacja technologie chemiczne odznacza się największym odsetkiem respondentów oceniających swoją wiedzę negatywnie (32%)**. W specjalizacji zrównoważone technologie budownictwa i drewna, stosunkowo wysoki odsetek respondentów ocenia swoją wiedzę pozytywnie (26%), choć większość również wyraża umiarkowaną pewność w tej kwestii.

Należy podkreślić, że sumarycznie 25% ze 150 badanych przedsiębiorców określiło swoją wiedzę dotyczącą Przemysłu 4.0 jako „złą”. Dla porównania, w badaniu „Stan Przemysłu 4.0 w Polsce” przeprowadzonym na początku 2024 roku, wykazano, że **26% przedsiębiorców słyszało o tym pojęciu, ale niestety nie posiada wiedzy na jego temat**²². Na tej podstawie można stwierdzić, że wyniki w woj. opolskim są zbliżone do tych uzyskanych w całej Polsce. Ponadto badanie ogólnopolskie dostarczyło informacji na temat tego, że aż 52% przedstawicieli polskich przedsiębiorstw ma dość dobre rozeznanie w zakresie idei Przemysłu 4.0 i potrafi

²² APA Group „Stan Przemysłu 4.0 w Polsce. Transformacja cyfrowa 2024”, str. 16.

wskazać przykłady wdrożeń. Co więcej, 12% regularnie czyta publikacje polskie i zagraniczne w zakresie Przemysłu 4.0²³.

Wykres 7. Subiektywna ocena wiedzy posiadanej na temat Przemysłu 4.0 w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne



Źródło: badanie własne, n=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Co interesujące, zauważalne są różnice w tym kontekście również pod względem wielkości firm. Wśród małych przedsiębiorstw jedynie 5% dobrze ocenia swoją wiedzę na temat Przemysłu 4.0, co wskazuje na niewielką liczbę firm, których przedstawiciele czują się kompetentni w tym zakresie. Większość z nich (58%) ocenia swoją wiedzę neutralnie, a znaczący odsetek (37%) ocenia ją negatywnie, co sugeruje, że małe firmy mogą potrzebować większego wsparcia informacyjnego i szkoleniowego, aby lepiej zrozumieć i wykorzystać technologie Przemysłu 4.0. **W średnich przedsiębiorstwach zadeklarowano nieco wyższy poziom wiedzy o Przemysle 4.0 w porównaniu do małych firm.** Około 3% spośród ich przedstawicieli zdecydowanie dobrze ocenia swoją wiedzę, a 27% ocenia ją dobrze. Większość (65%) ma neutralne odczucia, a jedynie 5% ocenia swoją wiedzę negatywnie. Te wyniki sugerują, że średnie firmy mają lepsze podstawy wiedzy o Przemysle 4.0, ale nadal istnieje potrzeba zwiększenia świadomości i kompetencji w tej dziedzinie. **W dużych firmach świadomość i zrozumienie technologii Przemysłu 4.0 są największe. To może być wynikiem większych zasobów i możliwości inwestycyjnych w rozwój kompetencji w tym obszarze.** Większy odsetek badanych (11%) ocenia swoją wiedzę zdecydowanie dobrze, a 34% dobrze. Większość respondentów (44%) ma neutralne odczucia, podczas gdy 11% ocenia swoją wiedzę negatywnie.

Należy również przyjrzeć się temu, w jaki sposób czwarta rewolucja przemysłowa rozumiana jest przez opolskich przedsiębiorców. Sprawdzono ich spontaniczną świadomość dotyczącą zjawiska, prosząc o przedstawienie skojarzeń z P4.0 w pytaniu otwartym. **Automatyzacja** była najczęściej wskazywanym elementem czwartej rewolucji przemysłowej we wszystkich specjalizacjach, co sugeruje, że **jest ona postrzegana jako kluczowy komponent transformacji przemysłowej. Robotyzacja, nowoczesność oraz optymalizacja** również odgrywają istotną rolę, choć ich znaczenie różni się w zależności od specjalizacji.

²³ APA Group „Stan Przemysłu 4.0 w Polsce. Transformacja cyfrowa 2024”, str. 16.

Najbardziej spontanicznie wskazywano takie cechy Przemysłu 4.0. jak: **Internet Rzeczy** (łącznie 20%), **zrównoważony rozwój** (łącznie 16%) **oraz digitalizację** (łącznie wskazaną przez 4% respondentów, tylko w ramach przemysłu maszynowego i metalowego).

Tabela 3. Spontanicznie wskazywane kategorie odpowiedzi określające, czym jest Przemysł 4.0. według badanych przedsiębiorców w podziale na regionalne specjalizacje inteligentne

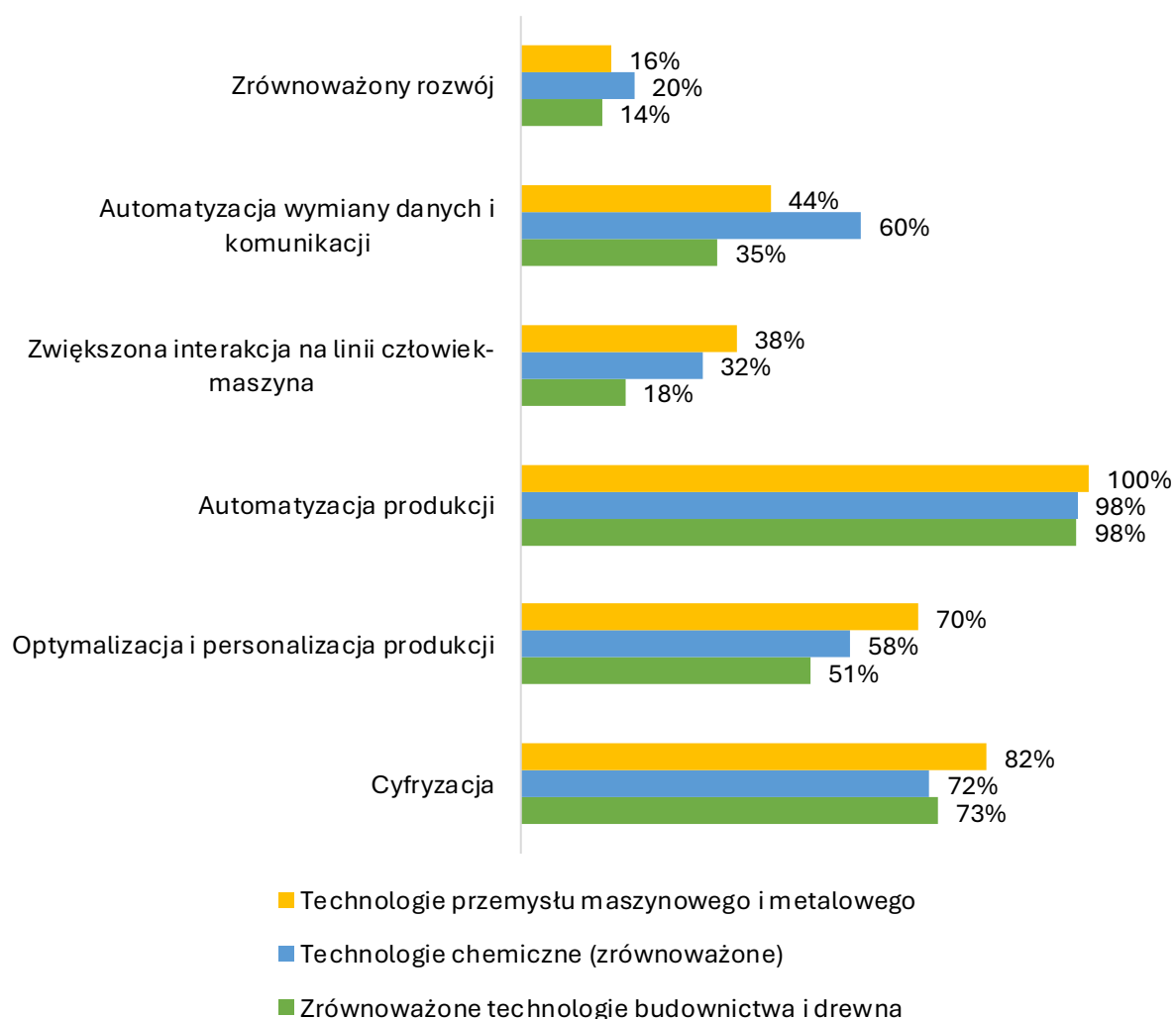
Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
brak wiedzy	8%	16%	20%
automatyzacja	96%	64%	44%
robotyzacja	60%	44%	28%
cyfryzacja	16%	12%	36%
digitalizacja	0%	0%	4%
innowacyjność	2%	28%	20%
BigData	36%	12%	28%
informatyzacja/ komputeryzacja	40%	16%	24%
inteligentne specjalizacje	0%	8%	20%
nowoczesność	64%	24%	12%
optymalizacja	20%	28%	36%
zrównoważony rozwój	4%	12%	0%
rozwój	20%	16%	0%
AI	20%	12%	16%
Internet rzeczy	12%	0%	8%
współpraca	28%	0%	16%
zastąpienie człowieka	20%	4%	8%

Źródło: badanie własne, n=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej). 3 najczęściej wskazywane cechy P4.0. w każdej z RSI zostały oznaczone kolorem zielonym, z kolei najbardziej wskazywane opcje oznaczono kolorem czerwonym.

Trzeba jednak pamiętać, że wiedza na temat Przemysłu 4.0 jest ograniczona – przedsiębiorcy w opolskim postrzegają Przemysł 4.0 głównie przez pryzmat automatyzacji i robotyzacji. Jest to dość wąskie spojrzenie, które nie w pełni oddaje charakter tej rewolucji, dla której charakterystyczne są m.in. cyfryzacja, big data czy sztuczna inteligencja. **Odsetek przedsiębiorstw przyznających się do braku wiedzy na temat Przemysłu 4.0 sugeruje potrzebę dalszej edukacji i zwiększania świadomości, aby przedsiębiorstwa mogły w pełni wykorzystać możliwości oferowane przez nowoczesne technologie.**

Opolscy przedsiębiorcy z trzech badanych specjalizacji inteligentnych zgodnie uznają **automatyzację produkcji** za najważniejszą cechę Przemysłu 4.0, co pokrywa się ze spontanicznym postrzeganiem zjawiska. **Cyfryzacja i optymalizacja oraz personalizacja produkcji** są również postrzegane jako kluczowe. **Automatyzacja wymiany danych i komunikacji oraz zwiększona interakcja na linii człowiek-maszyna** mają istotne znaczenie, choć różnią się w zależności od RSI. **Zrównoważony rozwój** jest postrzegany jako mniej istotny, jednak wciąż ważny, zwłaszcza w specjalizacji technologii chemicznych.

Wykres 8. Cechy Przemysłu 4.0. w podziale na regionalne specjalizacje inteligentne

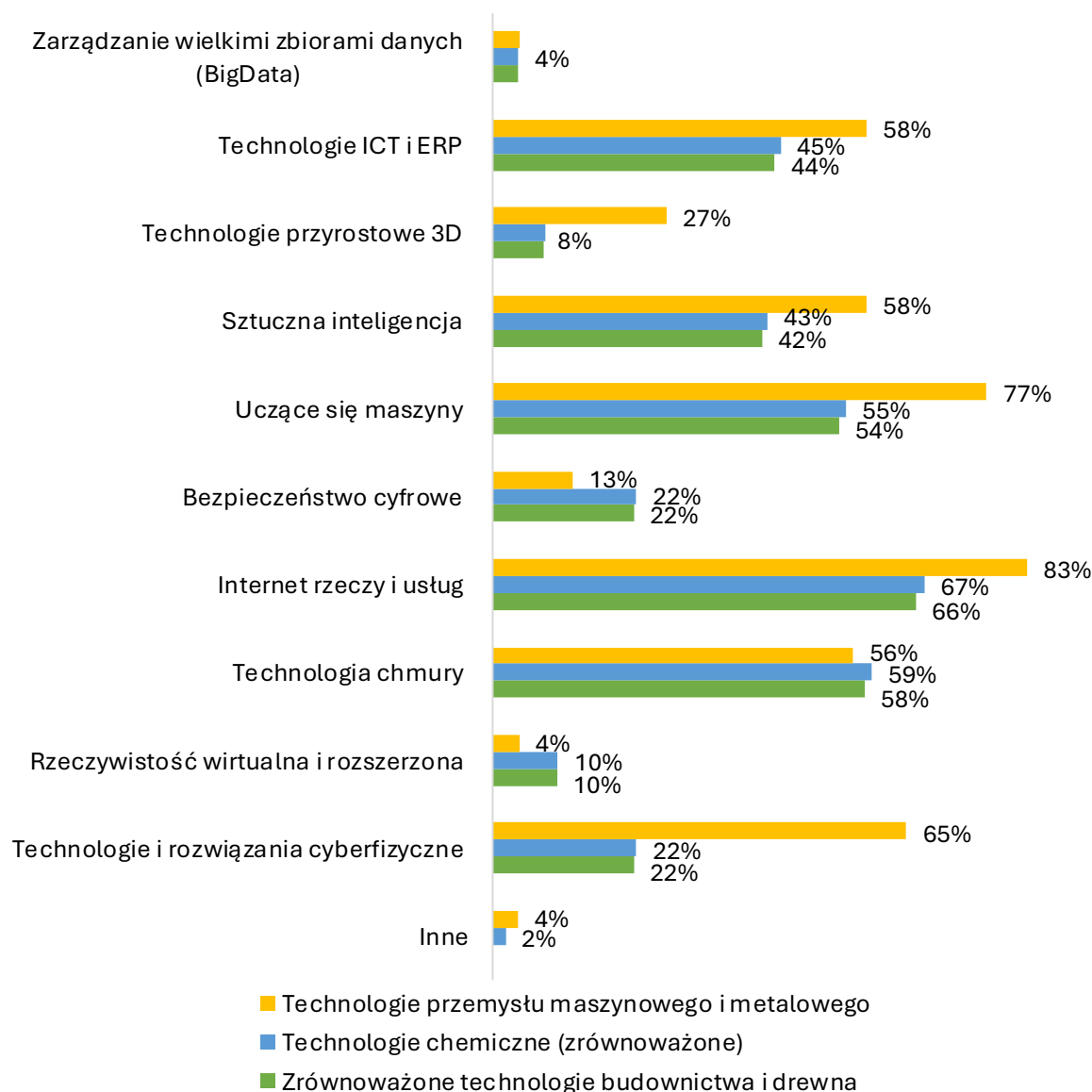


Źródło: badanie własne, $n=150$ ($n=50$ dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Znajomość technologii cyfrowych i koncepcji wspierających zarządzanie produkcją jest różnorodna w zależności od inteligentnych specjalizacji. Najbardziej rozpoznawalne technologie to: **Internet Rzeczy i Usług, technologia chmury** oraz **uczące się maszyny**. **Sztuczna inteligencja** i **technologie ICT i ERP** również są dobrze znane. Mniej popularne są: **rzeczywistość wirtualna i rozszerzona, technologie przyrostowe 3D** (choć firmy przemysłu maszynowego i metalowego wyróżniają się znacznie większą znajomością tego pojęcia), oraz **zarządzanie wielkimi zbiorami danych** (BigData).

Relatywnie **niska znajomość bezpieczeństwa cyfrowego**, zwłaszcza w RSI przemysłu maszynowego i metalowego (13%), może być powodem do zaniepokojenia, sugerując potrzebę większej edukacji i inwestycji w zabezpieczenia cyfrowe.

Wykres 9. Technologie cyfrowe i koncepcje wspierające zarządzanie produkcją znane firmom w ramach regionalnych specjalizacji inteligentnych



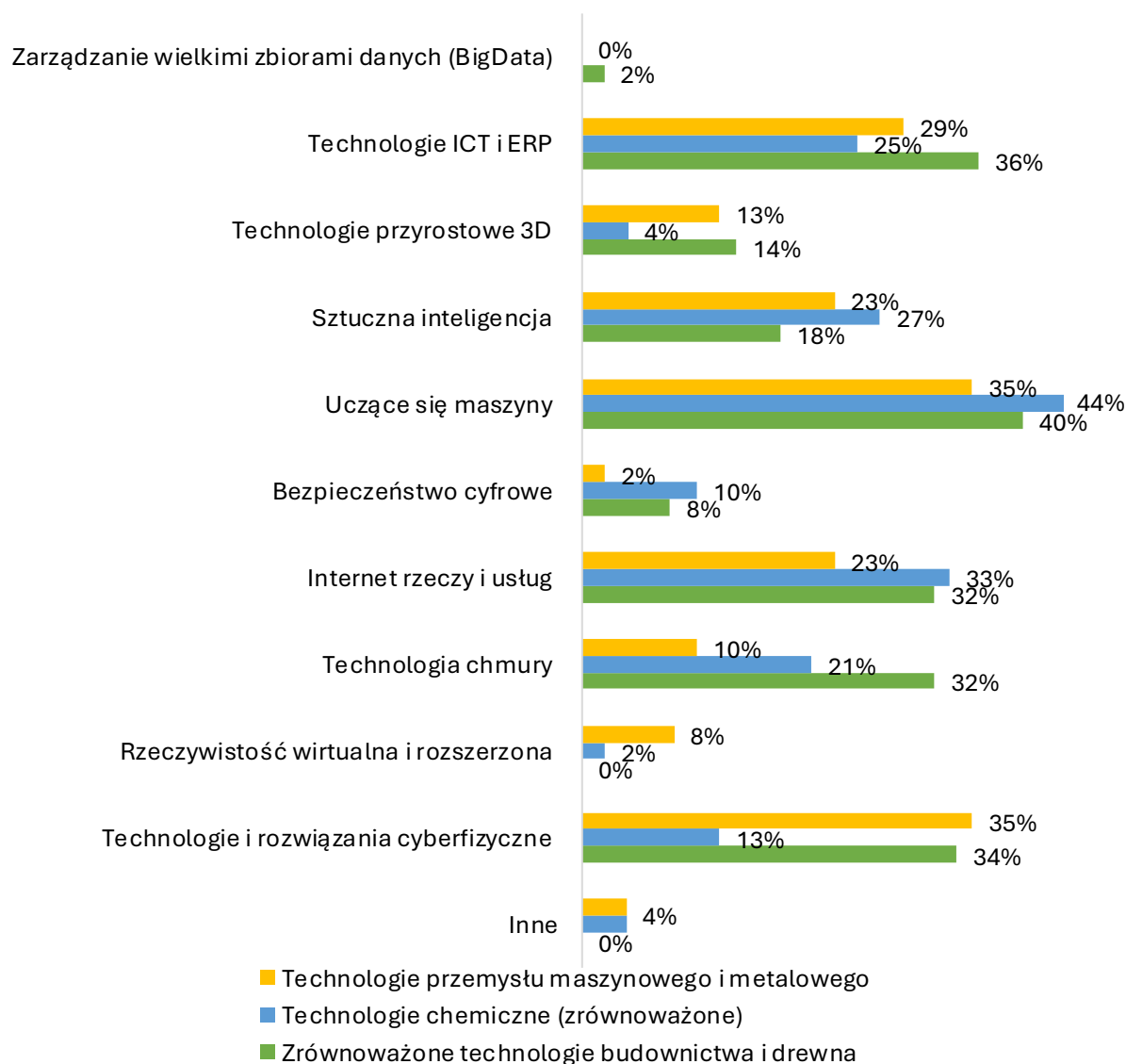
Źródło: badanie własne, $n=150$ ($n=50$ dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Warto zauważyć, że **przedsiębiorstwa ze specjalizacji obejmującej technologie przemysłu maszynowego i metalowego, wykazują najwyższą znajomość większości ze wskazanych technologii**, co może podkreślać ich większe zaawansowanie technologiczne.

Kluczowe komponenty Przemysłu 4.0

Analizując wyniki dotyczące kluczowych komponentów Przemysłu 4.0, zauważalna jest **interesująca rozbieżność pomiędzy poziomem znajomości a oceną istotności poszczególnych technologii**. Internet Rzeczy i Usług (IoT) wyróżnia się jako najbardziej znana kategoria technologiczna wśród respondentów, jednak nie jest ona oceniana jako najważniejszy komponent Przemysłu 4.0. W przypadku wszystkich trzech badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych (RSI), **najwyższą rangę w kontekście istotności przypisano uczącym się maszynom oraz technologiom ICT i ERP**. Taki wynik można interpretować jako odzwierciedlenie aktualnych priorytetów przedsiębiorstw w zakresie automatyzacji i optymalizacji procesów produkcyjnych oraz zarządzania zasobami.

Wykres 10. Najważniejsze komponenty Przemysłu 4.0 w opinii badanych przedsiębiorców w ramach trzech regionalnych specjalizacji inteligentnych



Źródło: badanie własne, $n=150$ ($n=50$ dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Uczące się maszyny, obejmujące zaawansowane algorytmy sztucznej inteligencji i systemy samodoskonalące się, są kluczowe dla przedsiębiorstw, które dążą do zwiększenia wydajności oraz elastyczności produkcji. Z kolei technologie ICT i ERP, będące fundamentem efektywnego zarządzania informacjami i zasobami przedsiębiorstwa, pozwalają na lepszą integrację i koordynację działań operacyjnych, co jest niezwykle istotne w kontekście dynamicznych zmian rynkowych i technologicznych.

Warto zwrócić uwagę na różnice występujące pomiędzy wynikami w ramach poszczególnych specjalizacji. Poza kategorią uczących się maszyn, będących kluczowym aspektem dla każdej z nich, w przypadku **technologii przemysłu maszynowego i metalowego** istotne okazały się **technologie i rozwiązania cyberfizyczne (35%)**. Integracja systemów fizycznych i cyfrowych jest kluczowa dla osiągnięcia wysokiej efektywności operacyjnej. Technologie te umożliwiają zdalne monitorowanie i sterowanie procesami produkcyjnymi, co zwiększa elastyczność i wydajność. Z kolei **33% badanych firm działających w ramach technologii chemicznych (zrównoważonych)** wskazały **Internet Rzeczy i Usług**. IoT może być kluczowe przy monitorowaniu procesów chemicznych w czasie rzeczywistym. Umożliwia

zbieranie danych z różnych urządzeń i sensorów, co wspiera zarządzanie zasobami i procesami produkcyjnymi w sposób zintegrowany i optymalny.

Co więcej, przedstawiciele firm z obszaru **zrównoważonych technologii budownictwa i drewna zwrócili szczególną uwagę na technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT) oraz systemy zarządzania zasobami przedsiębiorstwa (ERP)** – są niezbędne dla efektywnego zarządzania operacjami, zasobami i informacjami. W specjalizacji związanej z budownictwem i drewnem mogą one być kluczowe dla koordynacji działań, planowania produkcji i zarządzania projektami.

Istotne jest jednak nie tylko to, które ze wskazanych komponentów są najważniejsze, ale również to, dlaczego są one ważne dla badanych opolskich specjalizacji.

Uwaga

Dane dotyczące uzasadnienia istotności poszczególnych komponentów dla każdej specjalizacji zostały przedstawione bez danych liczbowych z uwagi na różnorodność N w podgrupach. Uzasadnienia skategoryzowane zostały od najczęściej do najrzadziej wskazywanych.

W przypadku technologii i rozwiązań cyberfizycznych badani najczęściej zwracali uwagę na fakt, iż komponent ten pozwala na optymalizację oraz automatyzację produkcji (połowa przedstawicieli podmiotów z RSI technologii budownictwa i drewna oraz technologii chemicznych wybrała te dwie odpowiedzi). Z kolei wśród przedsiębiorstw wliczających się w inteligentną specjalizację technologii przemysłu maszynowego i metalowego, podkreślała istotność powyższego komponentu, z racji na możliwość monitorowania danych.

Tabela 4. Uzasadnienie istotności komponentu P4.0, jakim jest technologia i rozwiązania cyberfizyczne

	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
1	optymalizacja produkcji	optymalizacja produkcji	monitoring danych
2	automatyzacja produkcji	automatyzacja produkcji	optymalizacja produkcji
3	jakość produkcji	monitoring danych	wsparcie organizacji produkcji
4	wsparcie organizacji produkcji	wsparcie organizacji produkcji	automatyzacja produkcji

Uzasadniając, dlaczego technologia chmury jest szczególnie istotnym komponentem P4.0, respondenci z reguły stwierdzali, że jest ona przydatna do zdalnego, nieograniczonego terytorialnie dostępu i zarządzania (większość przedstawicieli podmiotów z RSI technologii chemicznych oraz technologii przemysłu maszynowego i metalowego wybrało tę odpowiedź). Dane ilościowe pokazują, że za podobnym stwierdzeniem opowiada się również ponad połowa przedstawicieli firm w specjalizacji technologii budownictwa i drewna.

Tabela 5. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim jest technologia chmury

	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
1	zdalny, nieograniczony terytorialnie dostęp/ zarządzanie	zdalny, nieograniczony terytorialnie dostęp/ zarządzanie	zdalny, nieograniczony terytorialnie dostęp/ zarządzanie

	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
2	ułatwia relacje biznesowe (dzielenie się danymi)	gromadzenie danych (zdalne)	gromadzenie danych (zdalne)
3	gromadzenie danych (zdalne)	zabezpieczenie/ przechowywanie danych poza firmą	zabezpieczenie/ przechowywanie danych poza firmą
4	wsparcie procesów produkcji	ułatwia relacje biznesowe (dzielenie się danymi)	-

Tłumacząc istotność Internetu Rzeczy i usług w ramach Przemysłu 4.0, przedstawiciele przedsiębiorstw w ramach specjalizacji technologie przemysłu maszynowego i metalowego wskazują głównie na zdalny dostęp do danych. Z kolei w przypadku inteligentnej specjalizacji technologii budownictwa i drewna, badane podmioty podkreślały, że szczególnie ważnym dla nich aspektem, jest kontakt zdalny z pracownikami i klientami.

Tabela 6. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim jest Internet Rzeczy i Usług

	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
1	kontakt zdalny	zdalny dostęp do danych	zdalny dostęp do danych
2	zdalny dostęp do danych	zdalna wymiana danych	kontakt zdalny
3	zdalna wymiana danych	kontakt zdalny	zdalna obsługa urządzeń
4	zarządzanie zdalne	zdalna obsługa urządzeń	zdalna wymiana danych

Biorący udział w badaniu przedstawiciele podmiotów stwierdzają, że duża istotność bezpieczeństwa cyfrowego w ramach P4.0 wynika głównie z potrzeby do ochrony zasobów firmy. Ważnym aspektem tego komponentu czwartej rewolucji przemysłowej jest również ochrona know-how firmy.

Tabela 7. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim jest bezpieczeństwo cyfrowe

	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
1	ochrona zasobów firmy	ochrona know-how	ochrona zasobów firmy
2	podnoszenie świadomości pracowników	ochrona zasobów firmy	-
3	ochrona know-how	podnoszenie świadomości pracowników	-
4	RODO	-	-

Dane ilościowe pokazują, że w ramach Przemysłu 4.0 uczące się maszyny są szczególnie istotne w kontekście podnoszenia elastyczności produkcji. Kolejnym ważnym aspektem tego komponentu, na który często wskazywano, jest **zastępowanie czynnika ludzkiego.**

Tabela 8. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim są uczące się maszyny

	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
1	wydajność/ efektywność produkcji (poprawa)	zastępuje człowieka	elastyczność produkcji
2	powtarzalne czynności	elastyczność produkcji	zastępuje człowieka
3	zastępuje człowieka	poprawa jakości	poprawa jakości, wydajności i efektywności produkcji
4	elastyczność produkcji	wydajność/ efektywność produkcji (poprawa)	powtarzalne czynności
5	automatyzacja produkcji	powtarzalne czynności	automatyzacja produkcji

Argumentując, dlaczego sztuczna inteligencja odgrywa ważną rolę w czwartej rewolucji przemysłowej, w biorących udział w badaniu przedsiębiorstwach stwierdzano, że pomaga ona we wspieraniu procesów i maszyn (głównie w specjalizacji technologii chemicznych). Dane ilościowe pokazują, że innym ważnym aspektem AI, jest **zastąpienie pracy człowieka**, na co wskazała ponad połowa firm wliczających się do inteligentnej specjalizacji technologii budownictwa i drewna.

Tabela 9. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim jest sztuczna inteligencja

	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
1	zastąpienie pracy człowieka	wsparcie procesów/ maszyn	wsparcie procesów/ maszyn
2	powtarzalne/ proste prace/procesy	zastąpienie pracy człowieka	wsparcie pracy człowieka
3	obsługa klienta	powtarzalne/ proste prace/procesy	zastąpienie pracy człowieka
4	wsparcie procesów/ maszyn	obsługa klienta	powtarzalne/ proste prace/procesy
5	wsparcie pracy człowieka	wsparcie pracy człowieka	elastyczność

Kolejnym istotnym w komponentem czwartej rewolucji przemysłowej jest **przyrostowa technologia 3D**. Najczęściej wykorzystywana przez podmioty wliczające się do przemysłu maszynowego i metalowego, **służy do wielu celów, jednakże w tej specjalizacji najważniejszym z nich jest analiza danych**. W pozostałe specjalizacjach korzysta się z tego komponentu głównie do tworzenia prototypów.

Tabela 10. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim jest przyrostowa technologia 3D

	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
1	tworzenie prototypów	tworzenie prototypów	analiza danych
2	projektowanie prototypów	optymalizacja kosztów tworzenia nowych produktów	system

	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
3	optymalizacja kosztów tworzenia nowych produktów	szybkość użytkowania	tworzenie prototypów
4	-	-	inne ²⁴

Ostatnimi ważnymi komponentami P4.0, na które zwrócono uwagę w badanych firmach są technologie ICT i ERP. W przypadku technologii budownictwa i drewna – zdaniem wielu badanych – obydwie te technologie są wykorzystywane do wspierania zarządzania. Podobną sytuację można zauważyć w inteligentnej specjalizacji technologii chemicznych.

Tabela 11. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim są technologie ICT oraz ERP

	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
1	wspieranie zarządzania	analiza danych	analiza danych
2	wsparcie procesów i decyzji	system	system i program
3	gromadzenie i analiza danych	wspieranie zarządzania	obieg dokumentów
4	system	gromadzenie danych	wsparcie procesów i decyzji
5	obieg dokumentów	wsparcie procesów i decyzji	wspieranie zarządzania

Ocena wpływu Przemysłu 4.0 na różnorodne obszary życia społeczno-gospodarczego

Przemysł 4.0 ma szeroki wpływ na różnorodne obszary życia społeczno-gospodarczego, z najbardziej wyraźnym oddziaływaniem na przemysł i produkcję. Wspólne dla wszystkich specjalizacji jest również znaczenie wpływu czwartej rewolucji przemysłowej na **procesy zachodzące na rynku pracy**, choć największy wpływ odczuwają **zrównoważone technologie budownictwa i drewna**. W przedsiębiorstwach działających w ramach tej specjalizacji odnotowuje się także wpływ P4.0. na rozwój technologiczny i innowacyjność (72%).

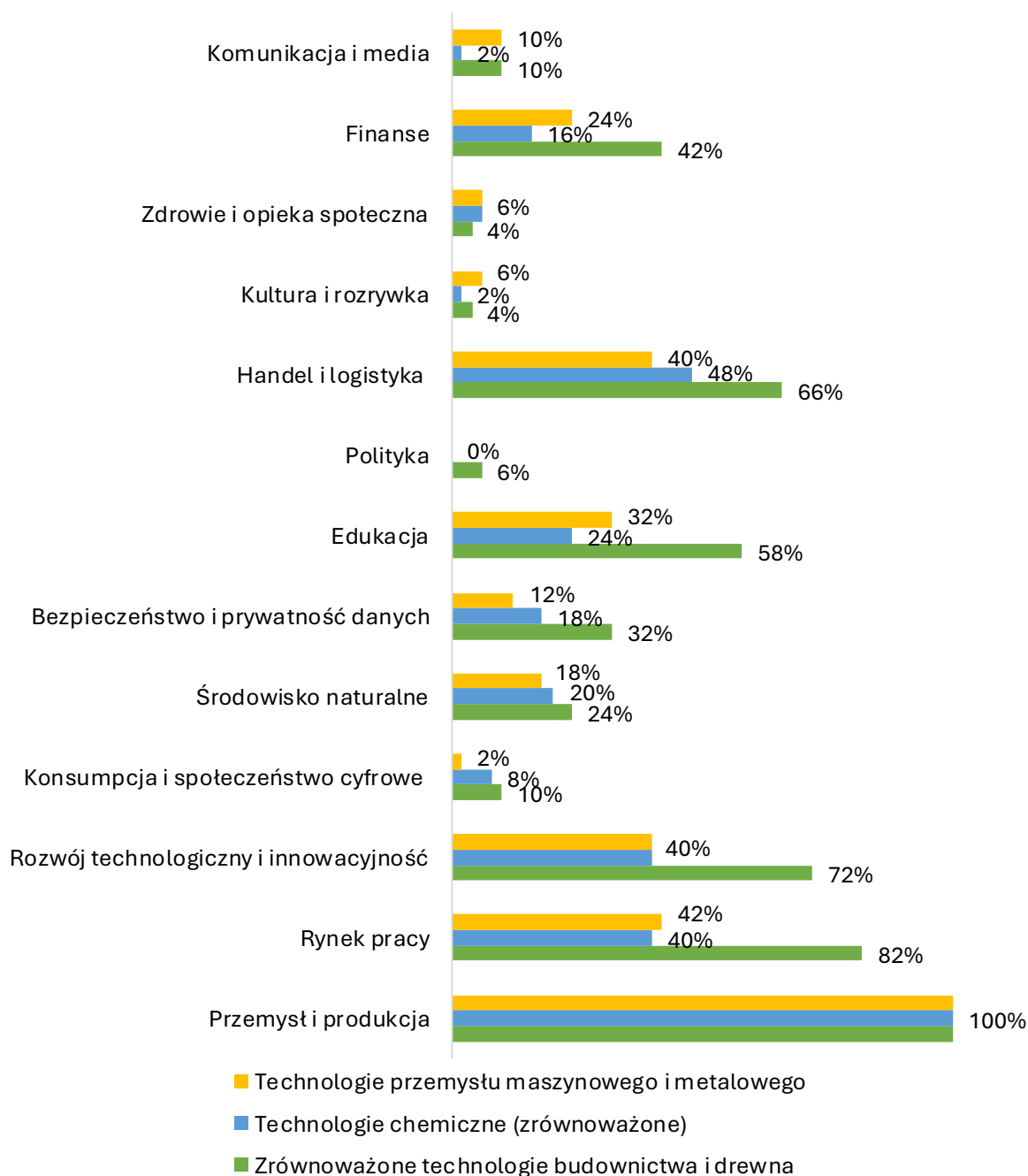
Dla **technologii chemicznych (zrównoważonych)** kluczowym powiązaniem między czwartą rewolucją przemysłową a życiem społeczno-gospodarczym, poza wspomnianymi wyżej, **był handel i logistyka (48%)**, jak również **rozwój technologiczny wraz z innowacyjnością (40%)**. Podobnie sprawa ma się w **przypadku technologii przemysłu maszynowego**.

Co ciekawe, odnotowywany jest bardzo **niski wpływ Przemysłu 4.0. na obszary takie, jak kultura i rozrywka, zdrowie i opieka społeczna oraz polityka**. Sektory te są bardziej zorientowane na **interakcje międzyludzkie i wartości społeczne**, które nie mogą być łatwo zautomatyzowane lub zastąpione przez technologie przemysłowe. W tych obszarach kluczowe są aspekty humanistyczne, które nie zawsze mogą być odtworzone lub poprawione przez zaawansowane technologie. W sektorach takich, jak polityka i zdrowie, istnieje większy opór przed wprowadzeniem nowych technologii ze względu na potencjalne konsekwencje dla prywatności, etyki i norm społecznych. Ponadto wynik ten może wiązać się ze specyfiką

²⁴ Wśród „innych” znalazły się takie kwestie, jak m.in. wsparcie badań, wsparcie procesów i decyzji, wspieranie zarządzania, obieg dokumentów.

badanych przedsiębiorstw, która nie była mocno związana ze wskazanymi obszarami, co może prowadzić do niskiej świadomości respondentów względem tej tematyki.

Wykres 11. Obszary życia społeczno-gospodarczego, na które wpływa Przemysł 4.0. w opinii badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych

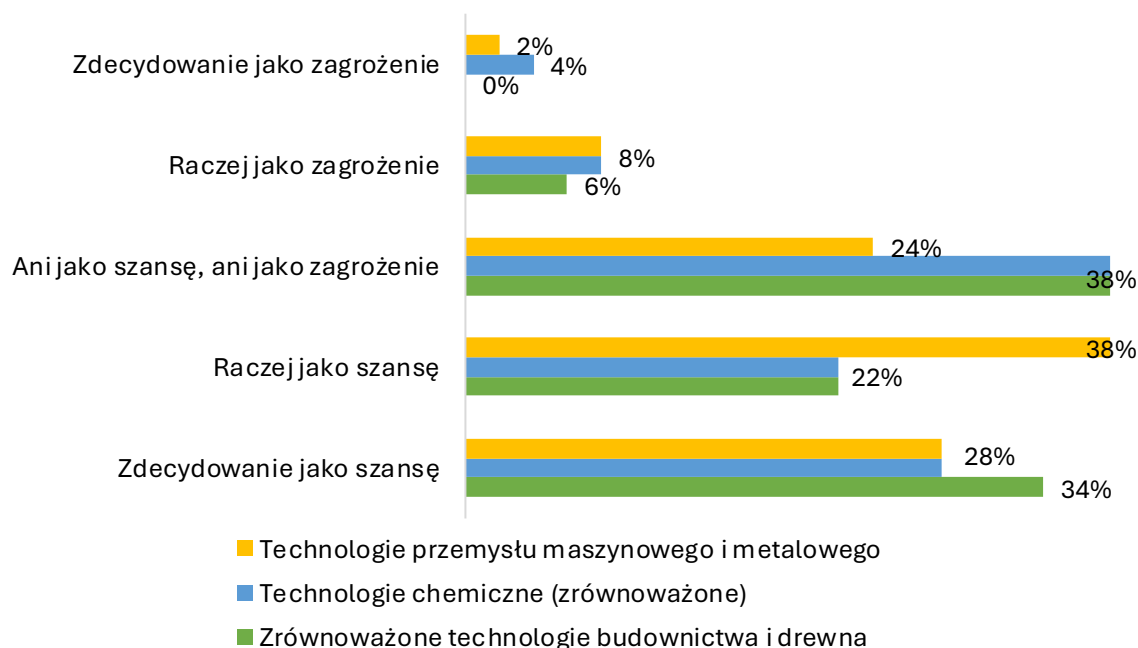


Źródło: badanie własne, $n=150$ ($n=50$ dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Analiza wyników wskazuje także na to, że **w każdej z badanych specjalizacji większość przedsiębiorców widzi cyfryzację i automatyzację jako szansę lub jest neutralnie nastawiona**. Entuzjazm wykazują badani ze specjalizacji zrównoważone technologie budownictwa i drewna, gdzie aż 56% respondentów uważa cyfryzację za szansę. W technologii przemysłu maszynowego i metalowego odsetek ten jest jeszcze wyższy (66%), co sugeruje większe otwarcie na innowacje w tym obszarze. Przedstawiciele specjalizacji technologie chemiczne wykazują najwięcej obaw (12% respondentów postrzegających cyfryzację jako

zagrożenie), co może wynikać z większej niepewności i ryzyka związanego z implementacją nowych technologii w tej dziedzinie.

Wykres 12. Ocena zmian w RSI w kontekście cyfryzacji i automatyzacji



Źródło: badanie własne, $n=150$ ($n=50$ dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

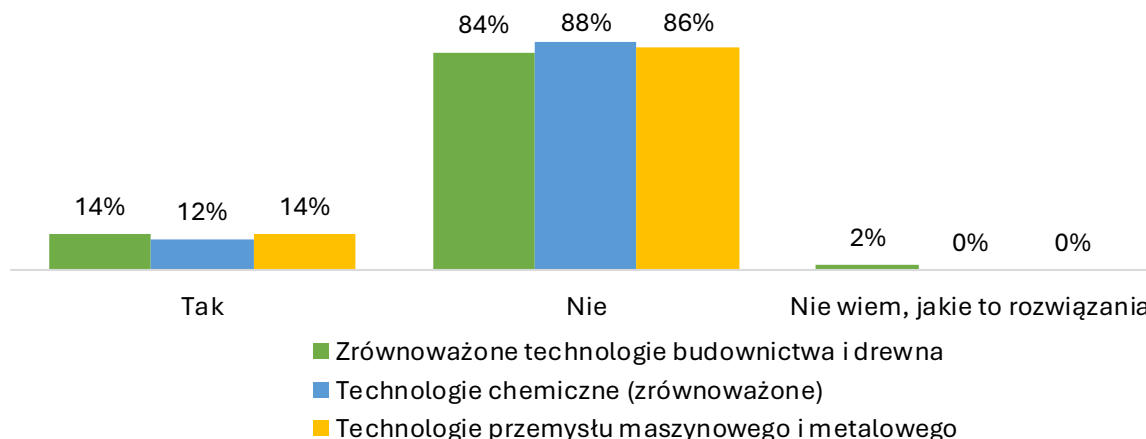
Istotne jednak jest również to, że pod względem wielkości badanych przedsiębiorstw, to właśnie głównie przedstawiciele **dużych firm postrzegają zwiększenie poziomu cyfryzacji i automatyzacji jako szansę – 93%**. Zaledwie 7% ma podejście neutralne. Z kolei w przypadku firm małych i średnich, odsetek wskazań pozytywnych wynosi odpowiednio 33% oraz 89%. Co więcej, **wyłącznie w małych firmach odbiera się ten proces jako zagrożenie (4%)**.

Doświadczenia opolskich przedsiębiorców związane z Przemysłem 4.0

W celu odpowiedniego zapoznania się ze stanem zaawansowania czwartej rewolucji przemysłowej wśród przedsiębiorstw w opolskim należy skupić się również na doświadczeniach respondentów w kontekście wprowadzania różnorodnych rozwiązań tożsamyh z Przemysłem 4.0.

Należy zwrócić uwagę na to, że **14% przedstawicieli przedsiębiorstw** związanych ze zrównoważonymi **technologiami budownictwa i drewna** oraz **technologiami przemysłu maszynowego i metalowego zadeklarowało zastosowanie w swoich przedsiębiorstwach takowych rozwiązań**. W przypadku trzeciej z analizowanych specjalizacji **odsetek ten wynosił 12%**. Widoczny jest więc **początkowy etap zaawansowania czwartej rewolucji przemysłowej** wśród badanych trzech regionalnych inteligentnych specjalizacji na terenie woj. opolskiego.

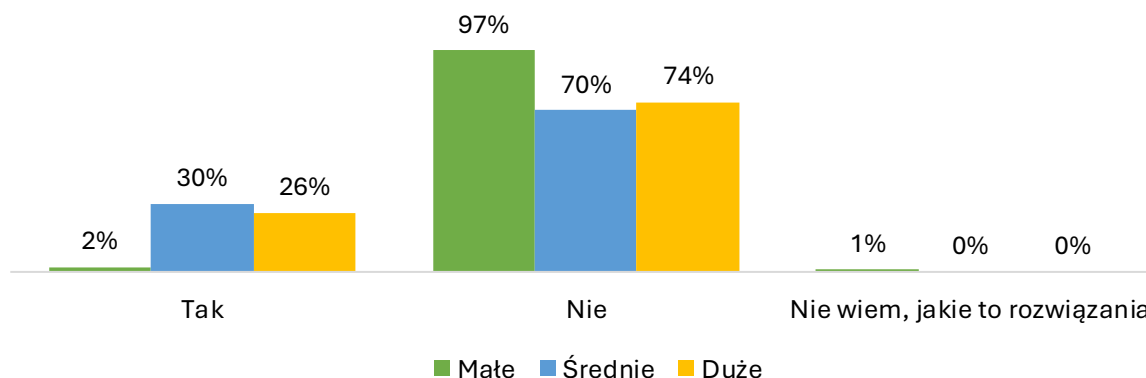
Wykres 13. Deklaracja wprowadzenia w swojej firmie rozwiązań będących komponentami Przemysłu 4.0.



Źródło: badanie własne, $n=150$ ($n=50$ dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Analiza poziomu zaawansowania wprowadzania rozwiązań Przemysłu 4.0 wśród opolskich przedsiębiorstw w zależności od ich wielkości ujawnia znaczące różnice między małymi, średnimi i dużymi firmami. **W małych przedsiębiorstwach jedynie 2% wdrożyło rozwiązania związane z Przemysłem 4.0 w ciągu ostatnich trzech lat.** Zdecydowana większość, bo aż 97%, nie wprowadziła takich rozwiązań, a 1% nie jest świadoma, czym są te technologie. Wyniki te wskazują na bardzo niski poziom zaawansowania technologicznego wśród małych firm, co może wynikać z ograniczonych zasobów finansowych i kadrowych, braku odpowiedniej wiedzy, ale także z braku takich potrzeb. Przedstawiciele średnich przedsiębiorstw wykazują znacznie wyższy poziom zaawansowania w zakresie wdrażania Przemysłu 4.0. Aż 30% z nich wprowadziło w swoich firmach rozwiązania technologiczne związane z tą koncepcją, co wskazuje na większą gotowość do adaptacji nowoczesnych technologii. **W dużych przedsiębiorstwach wykazano wyższy poziom zaawansowania niż małe firmy, choć nieco niższy niż średnie firmy (26%).**

Wykres 14. Deklaracja wprowadzenia w swojej firmie rozwiązań będących komponentami Przemysłu 4.0. w zależności od wielkości firmy

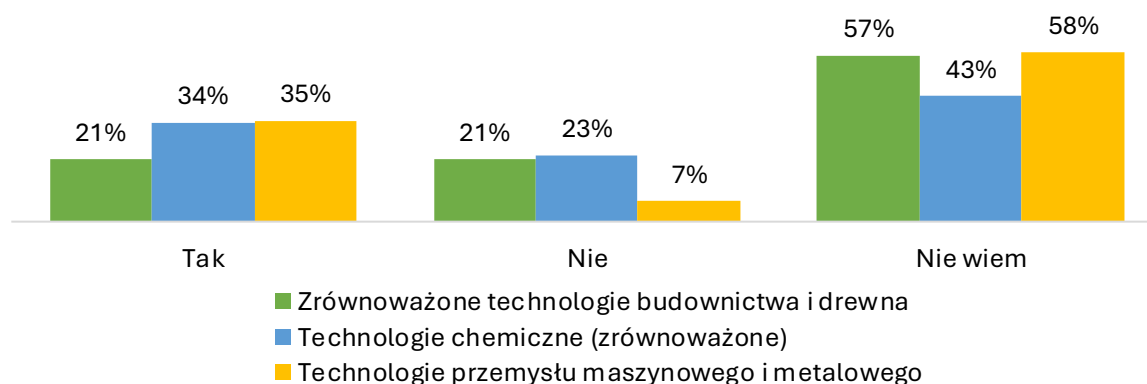


Źródło: badanie własne, $n=150$.

Wyniki pokazują również, że chociaż istnieje pewna gotowość do wprowadzania rozwiązań Przemysłu 4.0, to wciąż znaczna część przedsiębiorstw jest niezdecydowana lub nieświadoma korzyści płynących z tych technologii. Firmy, w których przedstawiciele zadeklarowali, że nie wprowadzono w nich tych rozwiązań, zapytano o ich zamierzenia.

W specjalizacji chemicznej oraz przemyśle maszynowym i metalowym wykazuje się większe zainteresowanie wdrożeniem tych technologii (odpowiednio 34% oraz 35%) w porównaniu do specjalizacji związanej z budownictwem i drewnem (21%). Niezdecydowanie dużego odsetka przedsiębiorstw podkreśla potrzebę edukacji i wsparcia w zakresie zrozumienia i implementacji rozwiązań Przemysłu 4.0.

Wykres 15. Deklaracje chęci wprowadzenia rozwiązań charakterystycznych dla Przemysłu 4.0



Źródło: badanie własne, $n=129$ (Tech. bud i drew. $N=42$; tech. chem. $N=44$; tech. przemysł. $N=43$)

Co interesujące, ze wspomnianego wcześniej badania „Stan Przemysłu 4.0 w Polsce” wyniknęło, że **32% polskich przedsiębiorstw planuje wprowadzić rozwiązania związane z P4.0 lub jest w trakcie pilotażu mającego na celu wdrożenie tych nowości**²⁵. Wśród przedsiębiorstw branych pod uwagę w niniejszym badaniu wynik ten plasuje się na łącznym poziomie 30% (tylu respondentów wskazało, że zamierzają wprowadzić w swojej firmie takie rozwiązania).

Badanych, którzy wykazali brak zamiarów dotyczących zastosowania Przemysłu 4.0. w swoich firmach, zapytano o powód takiej decyzji. Głównymi przeszkodami w implementacji nowych technologii są **zbyt mała skala działalności firm oraz wysokie koszty inwestycji**. Małe przedsiębiorstwa, zwłaszcza w specjalizacji zrównoważonych technologii budownictwa i drewna oraz technologii chemicznych, mają ograniczone zasoby finansowe i organizacyjne, co utrudnia wdrażanie zaawansowanych technologii. Ponadto **niepewność wyników tych działań oraz specyfika niektórych biznesów** dodatkowo hamują proces modernizacji.

Tabela 12. Powody braku planów dotyczących wprowadzenia rozwiązań związanych z Przemysłem 4.0.

	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
małe przedsiębiorstwo	7	6	3
brak funduszy/zbyt duży koszt	4	4	1
niska rentowność	0	3	0
nieznane obszary/ ryzykowna inwestycja, nie wiadomo jaki będzie jej efekt	1	2	0

²⁵ APA Group „Stan Przemysłu 4.0 w Polsce. Transformacja cyfrowa 2024”, str. 18.

	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
nie ma potrzeby	1	1	0
specyfika biznesu nie wymaga takich rozwiązań	1	2	1

Źródło: badanie własne, n=21 (Tech. bud i drew. N=9; tech. chem. N=9; tech. przemysł. N=3).

Uwaga: niniejsze dane zostały przedstawione w formie liczbowej, nie odsetkowej, z uwagi na niskie N w każdej z podgrup.

Wracając jednakże do tych firm, które **zadeklarowały chęć wprowadzenia w swojej działalności omawianych rozwiązania**, należy zwrócić uwagę na różnice pomiędzy omawianymi specjalizacjami. Wśród firm działających w ramach zrównoważonych **technologii budownictwa i drewna**, największe zainteresowanie wzbudzają:

1. Technologia chmury (56%)
2. Technologie i rozwiązania cyberfizyczne (33%)
3. Bezpieczeństwo cyfrowe (33%)
4. Technologie ICT i ERP (33%)

Przedsiębiorstwa z RSI **technologie chemiczne** wykazują największe zainteresowanie:

1. Sztuczną inteligencją (33%)
2. Technologiami ICT i ERP (20%)
3. Technologią chmury (27%)

Z kolei w firmach w ramach specjalizacji technologie **przemysłu maszynowego i metalowego** wskazuje się na największe zapotrzebowanie w zakresie:

1. Technologii ICT i ERP (47%)
2. Technologii przyrostowych 3D (40%)
3. Technologii i rozwiązań cyberfizycznych (20%)

Główne wnioski z analizy wskazują na zróżnicowane priorytety technologiczne w zależności od specjalizacji. W firmach zaliczających się do **zrównoważonych technologii budownictwa i drewna** kładzie się nacisk na **elastyczność, skalowalność i bezpieczeństwo danych**. W przedsiębiorstwach **technologii chemicznych** koncentruje się na **sztucznej inteligencji i technologii chmury**, co wynika z potrzeby automatyzacji i optymalizacji procesów chemicznych oraz zarządzania dużymi zbiorami danych. Firmy zaliczające się do **przemysłu maszynowego i metalowego** priorytetowo traktują **technologie ICT i ERP oraz druk 3D**, co odzwierciedla ich dążenie do innowacyjności, optymalizacji produkcji i integracji cyfrowych narzędzi zarządzania. Wysokie zainteresowanie technologią chmury we wszystkich specjalizacjach wskazuje na wspólną potrzebę skalowalnych, elastycznych rozwiązań do przechowywania i przetwarzania danych.

Należy również poświęcić uwagę komponentom czwartej rewolucji przemysłowej, **które zostały zastosowane w opolskich firmach**. Wśród przedsiębiorstw działających w ramach **zrównoważonych technologii chemicznych** najczęściej wskazywano zastosowanie **technologii chmury i technologii ICT oraz ERP**. W przypadku firm działających w RSI budownictwa i drewna nie wystąpiły wyróżniające się odpowiedzi – zastosowano **rozwiązania cyberfizyczne, technologię chmury oraz bezpieczeństwo cyfrowe**. Z kolei technologie ICT i ERP najczęściej występują w przypadku RSI **technologie przemysłu maszynowego i metalowego**.

Co interesujące, wśród odpowiedzi wykraczających poza zakres zaproponowanej kafeterii pojawiły się takie komponenty czwartej rewolucji przemysłowej, jak:

1. B+R,
2. BIM (Building Information Modeling)²⁶,
3. CSR (Corporate Social Responsibility)²⁷.

W kwestii zastosowania wymienionych powyżej komponentów należy podkreślić, iż przy tak szacunkowym wyniku, trudno jest wnioskować na większą skalę. Przedstawione zostaną więc te sposoby, które zostały wymienione względem poszczególnych rozwiązań – wraz z uśrednionym wynikiem ich ocen. Zapoznając się z poniższymi danymi, należy wziąć pod uwagę, że dane te zostały przedstawione liczbowo (nie procentowo), ponieważ podgrupy nie były liczne – oznacza to np., że w 1 firmie działającej w ramach RSI technologie przemysłu maszynowego i metalowego wprowadzono komponent P4.0, jakim są technologie i rozwiązania cyberfizyczne.

Najstabilniej ocenianym rozwiązaniem proponowanym w ramach Przemysłu 4.0 jest więc bezpieczeństwo cyfrowe, z kolei przynoszącymi najlepsze rezultaty komponentami były: Internet Rzeczy i Usług, uczące się maszyny, technologie ICT i ERP.

Tabela 13. Rozwiązania Przemysłu 4.0., które zostały wprowadzone w opolskich przedsiębiorstwach w podziale na regionalne specjalizacje inteligentne wraz z uzasadnieniem ich zastosowania i oceną przydatności

	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego	Średnia przydatności zastosowanych komponentów²⁸
Technologie i rozwiązania cyberfizyczne	2	1	1	4,0
Uzasadnienie	Automatyzacja produkcji	Zarządzanie sprzedażą oraz usługami	Automatyzacja produkcji	
Technologia chmury	2	4	0	4,5
Uzasadnienie	Gromadzenie danych	Gromadzenie danych, zdalny dostęp do danych, obsługa B2B	-	
Internet Rzeczy i usług	0	1	1	5,0
Uzasadnienie	-	Gromadzenie danych	Komunikacja między firmami	
Uczące się maszyny	0	1	1	5,0

²⁶ BIM (Building Information Modeling) to zaawansowana technologia zarządzania informacjami o budynku. Pozwala na współpracę wszystkich uczestników projektu na każdym etapie, od koncepcji, przez projektowanie i budowę, aż po użytkowanie i rozbiorę.

²⁷ Społeczna odpowiedzialność biznesu (CSR – Corporate Social Responsibility) to strategia zarządzania, w której firmy dobrowolnie uwzględniają interesy społeczne, kwestie ekologiczne oraz relacje z różnymi grupami interesariuszy, w tym szczególnie z pracownikami.

²⁸ Ocena funkcjonalności/przydatności poszczególnych rozwiązań respondenci dokonywali na podstawie skali 1-5, gdzie 1 to bardzo niefunkcjonalne rozwiązanie, a 5 to bardzo funkcjonalne rozwiązanie.

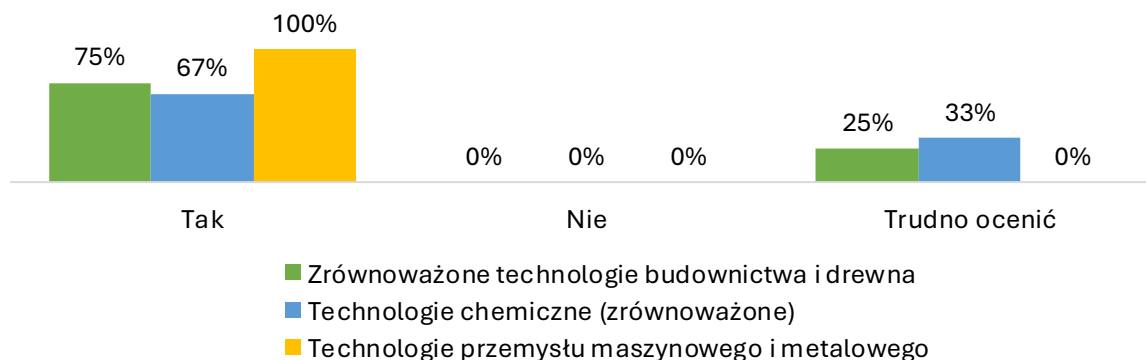
	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego	Średnia przydatności zastosowanych komponentów ²⁸
Uzasadnienie	-	Automatyzacja produkcji	Automatyzacja produkcji	
Technologie ICT i ERP	0	5	4	5,0
Uzasadnienie	-	System raportowania, automatyzacja obiegu dokumentów, obsługa B2B, system operacyjny optymalizacji logistyki	Analizy zasobów, cyfryzacja działalności, gromadzenie danych, współprace B2B	
Bezpieczeństwo cyfrowe	2	0	0	3,5
Uzasadnienie	Systemy sterowania oraz zabezpieczenie infrastruktury	-	-	
Sztuczna inteligencja	1	0	0	4,0
Uzasadnienie	Zebranie danych na potrzeby nadeń naukowych		-	
Inne	2	1	2	5,0

Źródło: badanie własne, n=20 (Tech. bud i drew. N=7; tech. chem. N=6; tech. przemysł. N=7).

Uwaga: niniejsze dane zostały przedstawione w formie liczbowej, nie odsetkowej, z uwagi na niskie N w każdej podgrupie.

Ponadto spośród respondentów, którzy wprowadzili w swoich działalnościach rozwiązania czwartej rewolucji przemysłowej, **zdecydowana większość określiła, iż odnotowują korzyści płynące z takiej decyzji. Najniższy odsetek występuje jednak wśród zrównoważonych technologii chemicznych, co może łączyć się z niższymi ocenami w komponentach wskazywanych przez tę RSI** (tabela 4).

Wykres 16. Deklaracja odnotowania korzyści z wprowadzenia komponentów Przemysłu 4.0



Źródło: badanie własne, n=21 (Tech. bud i drew. N=8; tech. chem. N=6; tech. przemysł. N=7).

Istotne są więc rodzaje korzyści wskazywane przez przedstawicieli badanych przedsiębiorstw. Poniższe wyniki przedstawione zostały w odniesieniu do ilości wskazań.

Poprawa efektywności i wydajności jest jedną z najważniejszych korzyści odczuwanych we wszystkich specjalizacjach. Technologie Przemysłu 4.0 pomagają firmom optymalizować procesy produkcyjne i operacyjne, co prowadzi do zwiększenia wydajności. Wprowadzenie zaawansowanych technologii pozwala firmom na **lepsze gromadzenie i analizowanie danych**, oraz **zwiększenie innowacyjności**, będącej kluczowym elementem konkurencyjności rynkowej. Interesujące jest jednak to, że **szybka adaptacja do zmian na rynku oraz zmniejszenie wpływu na środowisko okazały się najrzadziej wskazywanymi korzyściami**. Oznacza to, że opolskie przedsiębiorstwa nie odnotowują znacznej poprawy działania firmy pod tymi względami.

Tabela 14. Korzyści odczuwane w związku z wprowadzeniem do swojej działalności rozwiązań związanych z Przemysłem 4.0

	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego	Suma
Poprawa efektywności i wydajności	5	3	5	13
Lepsze decyzje biznesowe	5	2	6	13
Zwiększenie innowacyjności	3	3	6	12
Elastyczność produkcji	4	2	4	10
Zwiększenie konkurencyjności	1	2	6	9
Zwiększenie satysfakcji klienta	2	1	5	8
Poprawa bezpieczeństwa i ochrony danych	4	2	2	8
Obniżenie kosztów produkcji	2	1	4	7
Ulepszenie zarządzania i współpracy	4	0	3	7
Personalizacja produktów i usług	4	1	1	6
Skrócenie czasu dostawy	3	0	2	5
Ułatwienie współpracy w firmie dzięki narzędziom cyfrowym	1	2	1	4
Szybka adaptacja do zmian na rynku	2	1	0	3
Zmniejszenie wpływu produkcji na środowisko	0	1	1	2

Źródło: badanie własne, n=17 (Tech. bud i drew. N=6; tech. chem. N=4; tech. przemysł. N=7).
Uwaga: niniejsze dane zostały przedstawione w formie liczbowej, nie odsetkowej, z uwagi na niskie N w każdej podgrupie.

W opinii badanych, którzy wprowadzili w swojej firmie wskazane rozwiązania, **najlepsze rezultaty dotyczące konkurencyjności działalności w przypadku technologii chemicznych oraz technologii przemysłu maszynowego i metalowego** przyniosło **wprowadzenie technologii ICT oraz ERP**. Jeśli chodzi o **zrównoważone technologie budownictwa i drewna**, częściej wskazywano **zarządzanie wielkimi zbiorami danych oraz rozwiązania cyberfizyczne**.

Tabela 15. Komponenty Przemysłu 4.0. najlepiej wpływające na konkurencyjność firmy

	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego	Suma
Technologie ICT i ERP	3	0	3	6
Zarządzanie wielkimi zbiorami danych (BigData)	0	2	2	4
Technologie i rozwiązania cyberfizyczne	0	2	1	3
Technologia chmury	2	0	0	2
Internet Rzeczy i Usług	1	0	0	1
Bezpieczeństwo cyfrowe	0	1	0	1
Uczące się maszyny	0	0	1	1
Sztuczna inteligencja	0	1	0	1

Źródło: badanie własne, n=20 (Tech. bud i drew. N=7; tech. chem. N=6; tech. przemysł. N=7).
Uwaga: niniejsze dane zostały przedstawione w formie liczbowej, nie odsetkowej, z uwagi na niskie N w każdej podgrupie.

Warto również dodać, że w kwestii wprowadzania nowoczesnych modeli biznesowych, specjalizacja technologie chemiczne oraz technologie przemysłu maszynowego i metalowego są bardziej zaawansowane, co może wynikać z ich większej potrzeby innowacyjności i konkurencyjności. W obu tych obszarach 66% firm wdrożyło nowoczesne modele biznesowe, co sugeruje ich otwartość na cyfrowe transformacje i adaptacje nowych technologii, takich jak platformy cyfrowe, subskrypcje i usługi na żądanie, e-commerce i dropshipping. W specjalizacji zrównoważonych technologii budownictwa i drewna w 58% firmach wdrożono nowoczesne modele biznesowe, co również jest znaczącym wskaźnikiem, ale nieco niższym w porównaniu do pozostałych dwóch. Może to wynikać z mniejszych zasobów lub innej specyfiki działalności, która mniej intensywnie wymaga implementacji takich modeli.

Ciekawym aspektem jest także odsetek firm, w których nie wiadomo, czym są nowoczesne modele biznesowe. W specjalizacji przemysłu maszynowego i metalowego jest to 6%, co może wskazywać na potrzebę większej edukacji i świadomości w tej dziedzinie. W RSI technologie chemiczne 2% przedstawicieli firm wykazało brak świadomości tych modeli.

Rozważając tę kwestię z perspektywy wielkości firm, należy podkreślić, że to w dużych firmach wskazywano wprowadzenie tych rozwiązań najczęściej – 93%. Zaledwie 1% mniej wskazań dotyczyło odpowiedzi firm średnich, podczas gdy wśród najmniejszych przedsiębiorstw

udział ten wyniósł 42%. **Ponadto tylko wśród małych przedsiębiorstw pojawiły się odpowiedzi (5%) świadczące o problemach ze zrozumieniem, czym są nowoczesne modele biznesowe.** Sugeruje to, że małe firmy mogą potrzebować dodatkowego wsparcia edukacyjnego i doradczego, aby lepiej zrozumieć i wykorzystać potencjał nowoczesnych modeli biznesowych.

Ocena zasobów firmy rozpatrywanych pod kątem rozwoju w ramach Przemysłu 4.0

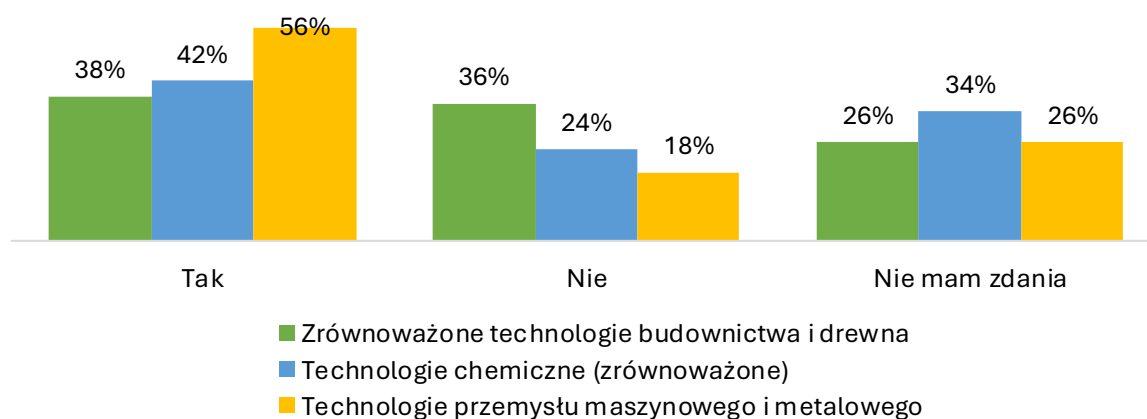
Respondentom zadano szereg pytań skupiających się na potencjale kadrowym i infrastrukturalnym ich firm w celu zdiagnozowania silnych i słabych stron każdej z trzech badanych specjalizacji.

Wiedza i doświadczenie

W firmach działających w ramach RSI **technologie przemysłu maszynowego i metalowego**, w najwyższym stopniu deklaruje się, że ich **kadra pracownicza posiada odpowiednią wiedzę do rozwoju i wdrażania P4.0**. Badanie wykazało, że jest to aż 56% badanych przedsiębiorstw. Z kolei w ramach RSI związanej z technologiami chemicznymi odnotowano największy odsetek odpowiedzi potwierdzających brak zdania – aż 34%.

Największe deficyty wiedzy kadry pracowniczej w zakresie rozwoju i wdrażania Przemysłu 4.0 są deklarowane w inteligentnej specjalizacji skupiającej **technologie budownictwa i drewna**. Aż 36% badanych w tej specjalizacji stwierdza, że nie posiada wiedzy wymaganej do rozwoju i wdrażania P4.0.

Wykres 17. Deklaracje posiadania pracowników z odpowiednią wiedzą potrzebną do rozwoju i wdrażania P4.0.



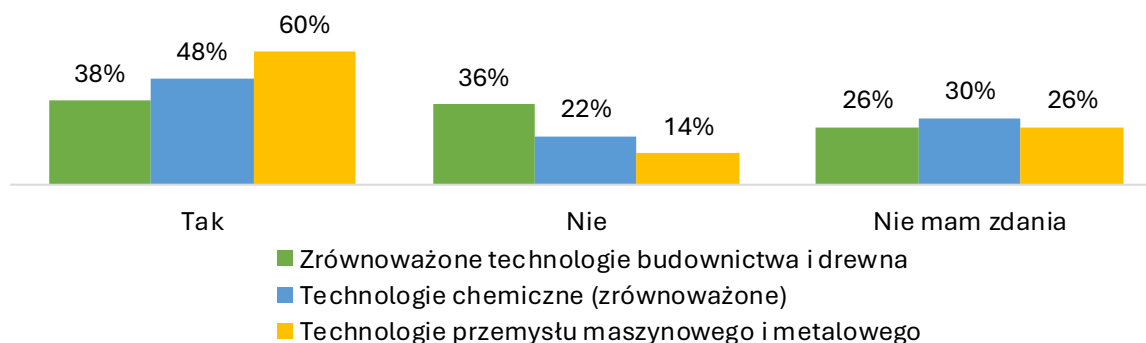
Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Respondentów pytano również, czy zatrudnieni w ich firmach **pracownicy posiadają odpowiednie wykształcenie potrzebne do rozwoju i wdrażania P4.0**. Zdecydowanie najlepiej w tej kwestii po raz kolejny wypada RSI **technologie przemysłu maszynowego i metalowego**. **Aż w 56% firm w tej grupie stwierdzono, że pracownicy są adekwatnie wykształceni.** Odwrotna sytuacja prezentuje się w RSI zrównoważone technologie budownictwa i drewna, gdzie aż 39% badanych określiło wykształcenie swojej kadry pracowniczej jako nieodpowiednie.

Badanie wykazało, że największa liczba **pracowników posiadających odpowiednie umiejętności praktyczne potrzebne do rozwoju i wdrażania P4.0** znajduje się w firmach wpisujących się w **specjalizacje technologie przemysłu maszynowego i metalowego** – **jest to aż 60%**. RSI technologie budownictwa i drewna wypada w tym względzie najgorzej na tle

dwóch pozostałych specjalizacji. Zdaniem 38% przedstawicieli firm, ich kadra nie posiada wystarczających umiejętności praktycznych w tym zakresie.

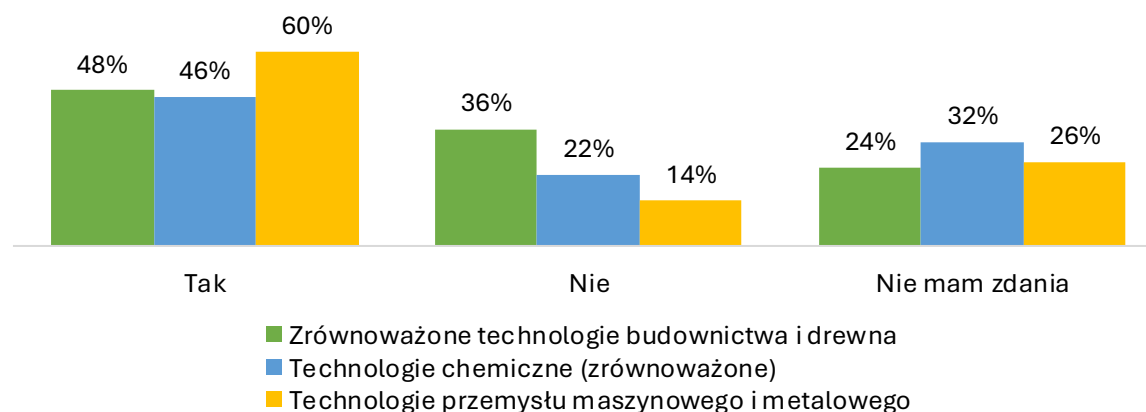
Wykres 18. Deklaracje posiadania pracowników z odpowiednimi umiejętnościami praktycznymi potrzebnymi do rozwoju i wdrażania P4.0.



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Dane ilościowe pokazują również, że w firmach wpisujących się w ramy inteligentnej specjalizacji **technologie przemysłu maszynowego i metalowego** najczęściej deklarowano posiadanie **odpowiedniego doświadczenia zawodowego (aby móc rozwijać i wdrażać P4.0) wśród kadry pracowniczej**. Jest to aż 60%. Z kolei specjalizacja najczęściej deklarująca nieposiadanie odpowiedniej ilości doświadczenia zawodowego w swojej kadrze **pracowniczej (38,3%), to zrównoważone technologie budownictwa i drewna**.

Wykres 19. Deklarowana liczba pracowników z odpowiednim doświadczeniem zawodowym potrzebnym do rozwoju i wdrażania P4.0.



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

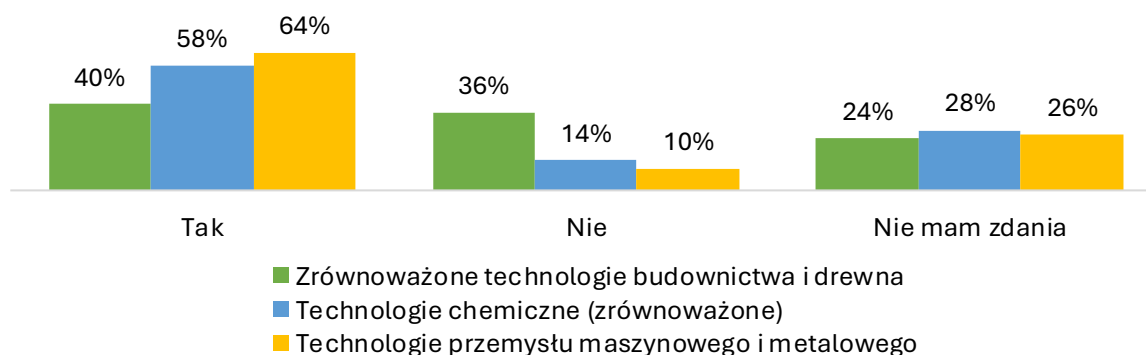
Widoczna jest więc tendencja do deklarowania większego stopnia przygotowania pracowników (pod względem wiedzy i doświadczenia zawodowego) do rozwoju i wdrażania Przemysłu 4.0 wśród przedsiębiorstw technologii przemysłu maszynowego. Najniższy stopień występuje w specjalizacji technologie chemiczne (zrównoważone).

Kompetencje pracowników

W kwestii **posiadania przez kadrę pracowniczą badanych firm odpowiednich kompetencji twardych** można zauważyć, że RSI **technologie przemysłu maszynowego i metalowego** po raz kolejny znajduje się w najlepszej sytuacji. **W aż 64% przedsiębiorstwach**

w tej specjalizacji stwierdzono, że kadra posiada odpowiednie umiejętności techniczne, finansowe lub organizacyjne, potrzebne do wdrażania rozwiązań cyfrowych. Warto również zauważyć, że RSI zrównoważone technologie budownictwa i drewna kolejny raz wyraźnie odstaje od dwóch pozostałych, jako że aż 38% badanych firm deklaruje brak wyżej wskazanych kompetencji.

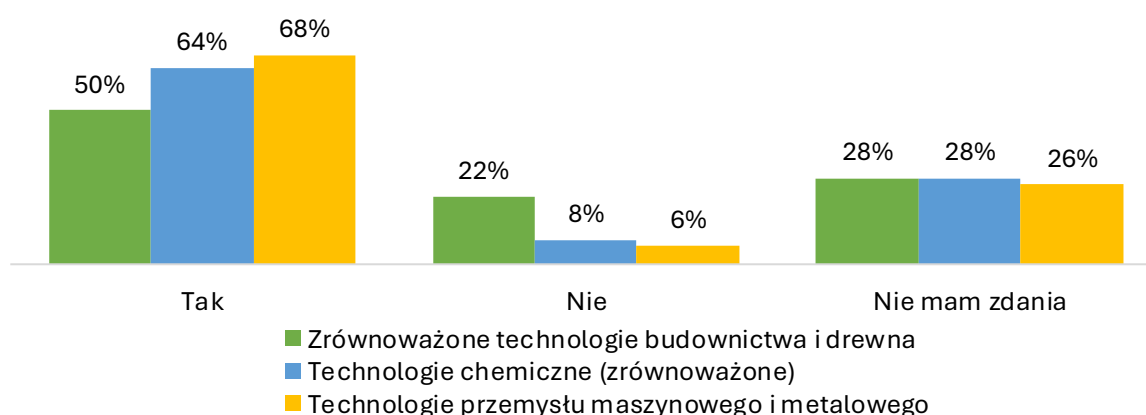
Wykres 20. Deklaracje posiadania pracowników z odpowiednimi kompetencjami twardymi potrzebnymi do rozwoju i wdrażania P4.0.



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Zebrane dane ilościowe pokazują, że **przedstawiciele badanych firm we wszystkich specjalizacjach posiadają dostateczne kompetencje miękkie (kreatywność, twórczość, kontakt z klientem)** pozwalające na skuteczne rozwijanie i wdrażanie technologii cyfrowych. We wszystkich trzech inteligentnych specjalizacjach poziom deklaracji tychże umiejętności przekracza – w ocenie przedstawicieli firm – 50% wszystkich odpowiedzi.

Wykres 21. Deklaracje posiadania pracowników z odpowiednimi kompetencjami miękkimi potrzebnymi do rozwoju i wdrażania P4.0.



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Widoczna jest jednak tendencja do braku pełnego zadowolenia z posiadanych kompetencji pracowników. Respondentom zadano pytanie, **jakich kompetencji najbardziej brakuje ich pracownikom**. Badani **najczęściej wskazywali na brak skłonności do zmian i elastyczności**. W przypadku przemysłu maszynowego i metalowego aż 44% podmiotów wskazuje na brak tychże umiejętności w swoich kadrach. Co interesujące, wśród zrównoważonych technologii budownictwa i drewna oraz technologii chemicznych istotnym brakiem okazały się także umiejętność szybkiego uczenia się i adaptacji oraz obsługa nowoczesnej technologii (co łączy się z barierami uniemożliwiającymi wprowadzenie rozwiązań

zgodnych z P4.0, które opierają się na potrzebie rozwijania swoich umiejętności i styczności z technologią).

Warto zaznaczyć, że **bardzo mały odsetek badanych firm zwraca uwagę na brak kompetencji miękkich takich jak np. kontakt z klientem lub komunikacja, jako że w żadnej RSI odsetek tych odpowiedzi nie przekroczył 2%.**

Choć kluczowa może tu okazać się informacja o tym, że w przypadku każdej RSI co najmniej 30% badanych wskazało, że ich pracownikom nie brakuje żadnych istotnych kompetencji.

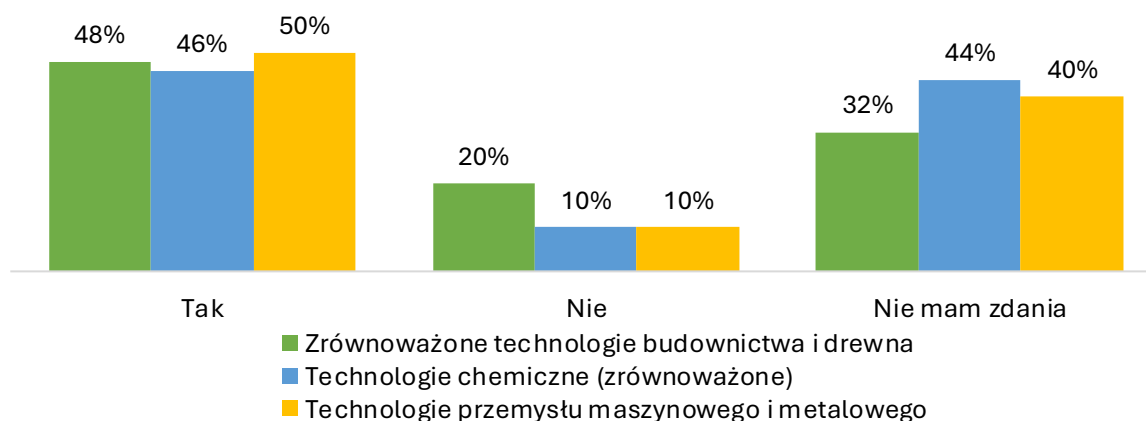
Tabela 16. Kompetencje deklarowane jako brakujące wśród pracowników opolskich przedsiębiorstw w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne

Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
Umiejętność szybkiego uczenia się i adaptacji	22%	18%	10%
Komunikacja	2%	2%	0%
Zrozumienie celów firmy, wyzwań jej rozwoju	16%	14%	16%
Kontakt z klientem	2%	0%	2%
Obsługa nowoczesnej technologii	22%	22%	6%
Organizacyjne	2%	2%	6%
Kreatywność i innowacyjność	12%	12%	10%
Umiejętność pracy z maszyną	0%	4%	6%
Świadomość cyfrowa i bezpieczeństwo danych	6%	12%	12%
Skłonność do zmian, elastyczność	28%	42%	44%
Umiejętność analizy danych	0%	8%	8%
Umiejętności specjalistycznych	2%	0%	4%
Żadnych	30%	34%	38%

Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej)

Respondenci byli również pytani o to, **czy ich kadra pracownicza aktywnie dąży do poszerzania swojej wiedzy i umiejętności.** Odpowiedzi udzielone w tej kwestii pokazują, że swoje kompetencje najczęściej rozwijają pracownicy firm w specjalizacji technologii przemysłu maszynowego i metalowego (50%). Warto jest również zauważyć, że znaczna część respondentów nie miała zdania w tej kwestii (RSI technologii chemicznych 44%).

Wykres 22. Deklaracje aktywnego poszerzenia kompetencji pracowników badanych firm w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne

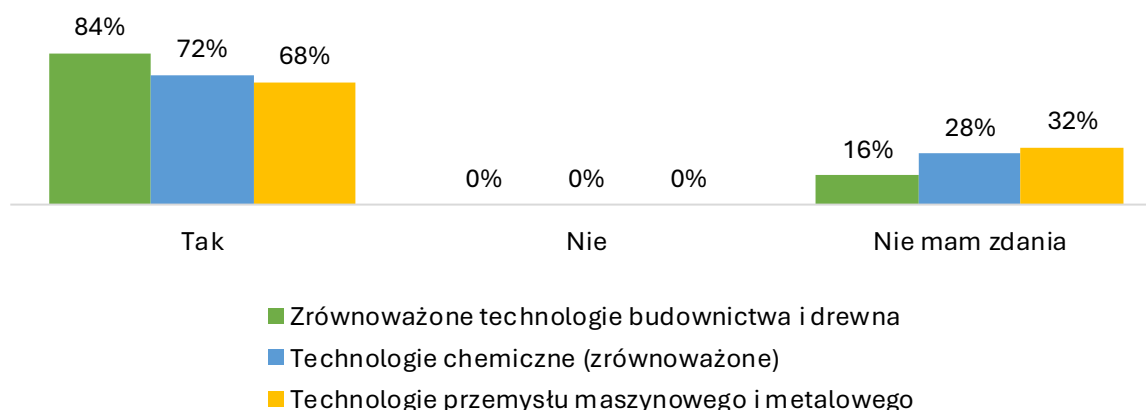


Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Motywacja i szkolenia

Analiza danych pokazuje, że pracownicy firm biorących udział w badaniu są odpowiednio **zmotywowani do wykonywania swoich obowiązków**. W przypadku zrównoważonych technologii budownictwa i drewna, aż 85% badanych zadeklarowało wysoki poziom motywacji do pracy. Warto również podkreślić, że w tej kwestii w żadnej z trzech badanych grup nie pojawiła się ani jedna odpowiedź twierdząca, że pracownicy danej firmy nie czują motywacji w pracy.

Wykres 23. Deklaracje motywacji do wykonywania obowiązków służbowych przez pracowników badanych firm w trzech regionalnych specjalizacjach inteligentnych

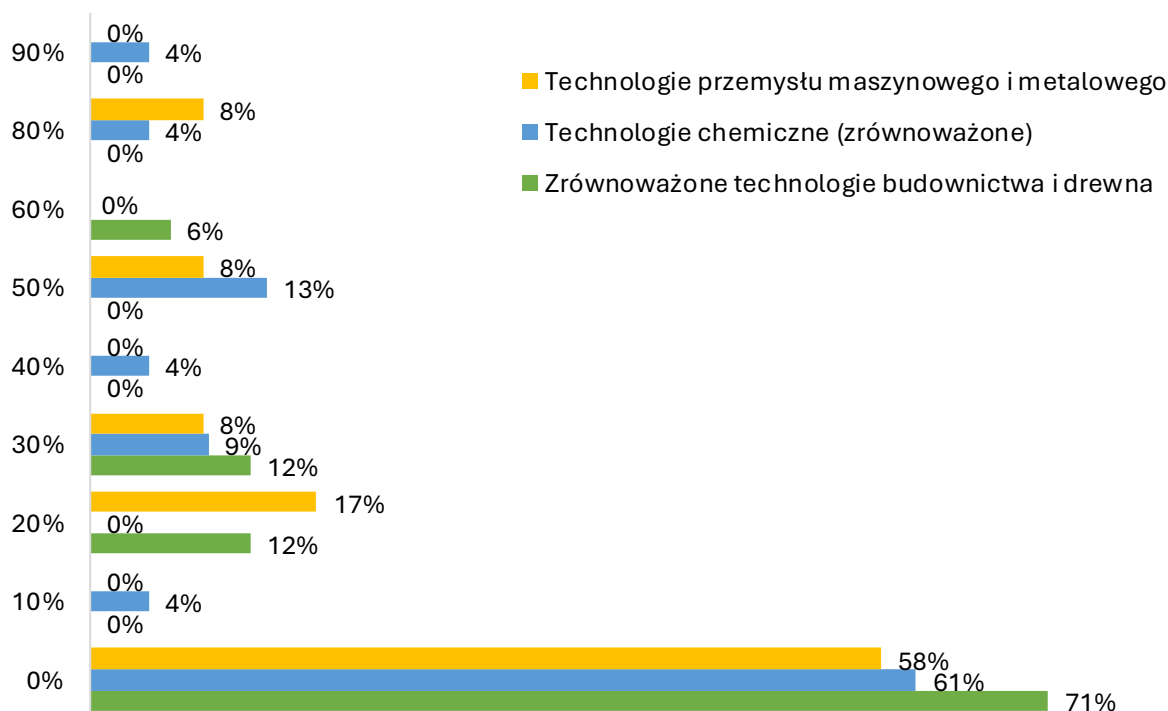


Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Biorące udział w badaniu podmioty pytane były również, jaki **procent zatrudnionych w ich firmie osób był w ciągu ostatnich 3 lat oddelegowany na przynajmniej jedno szkolenie związane z nowymi technologiami w przemyśle**. W tej kwestii znaczna część respondentów nie posiadała informacji pozwalających na podanie konkretnego progu procentowego. W przypadku technologii przemysłu maszynowego i metalowego, aż 76% nie było w stanie udzielić odpowiedzi.

Warto również podkreślić, że nawet ci respondenci, którzy zdecydowali się podać konkretną wartość procentową, najczęściej wskazywali na 0%. Sytuację taką można zauważyć najbardziej w przypadku inteligentnej specjalizacji technologii budownictwa i drewna, jako że aż 71% przedstawicieli badanych firm (którzy byli w stanie podać konkretną liczbę) stwierdziło, iż ich pracownicy nie brali udziału w tego typu szkoleniach.

Wykres 24. Deklarowany odsetek pracowników, którzy w ciągu ostatnich 3 lat wzięli udział w chociaż 1 szkoleniu związanym z nowymi technologiami w przemyśle, w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne

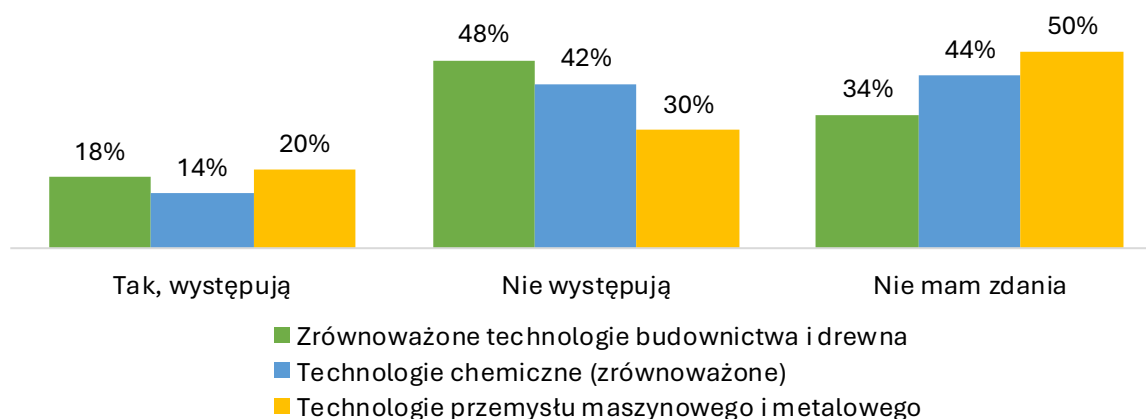


Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Potencjalne braki kadrowe

Przedstawiciele badanych firm zapytani zostali o potencjalne braki kadrowe wynikające z potrzeb przemysłu 4.0, stosunkowo rzadko stwierdzając, że mogą takowe zauważyć. W przypadku specjalizacji zrównoważonych technologii budownictwa i drewna aż 49% badanych stwierdziło, że nie odnotowało braków kadrowych spowodowanych przez P4.0. Podobną sytuację można zauważyć w firmach związanych z inteligentną specjalizacją technologii chemicznych, w których to 42% respondentów również nie zauważa braków, a 44% nie ma zdania w tej kwestii.

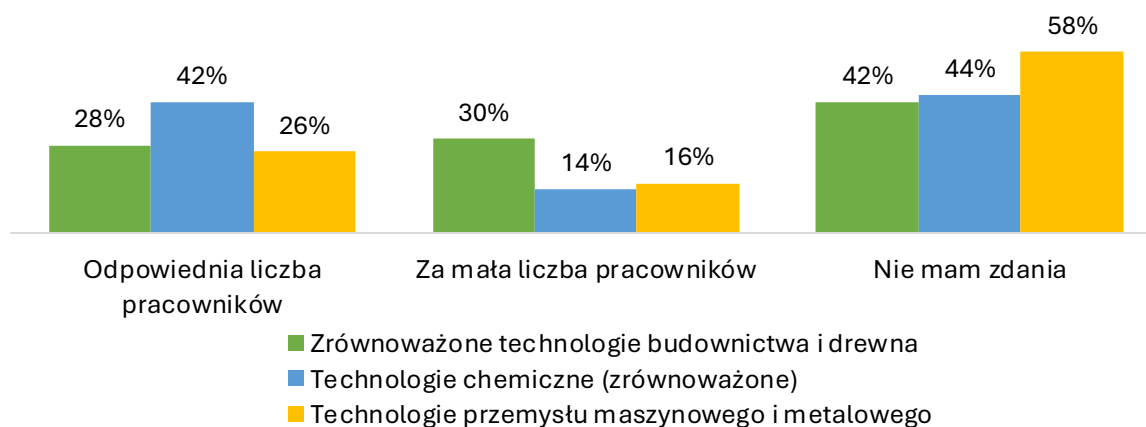
Wykres 25. Deklaracje występowania braków kadrowych wynikających z zapotrzebowania przemysłu 4.0 w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Badanie pokazuje, że opolskie firmy wykazują dosyć duże niezdecydowanie, jeśli chodzi o to, **czy zatrudniają wystarczającą liczbę pracowników, aby skutecznie rozwijać i wdrażać technologie cyfrowe, czy też nie**. W przypadku inteligentnej specjalizacji **technologie przemysłu maszynowego i metalowego, aż 58% badanych nie ma zdania w tej kwestii**. Podobnie prezentuje się sytuacja w przedsiębiorstwach zajmujących się technologiami chemicznymi, gdzie 44% badanych nie jest w stanie udzielić twierdzącej lub przeczącej odpowiedzi. Patrząc jednak na składane deklaracje, w **42% przedsiębiorstwach działających w ramach RSI zrównoważone technologie chemiczne zadeklarowano gotowość kadrową do podjęcia działań w tym kierunku rozwoju**.

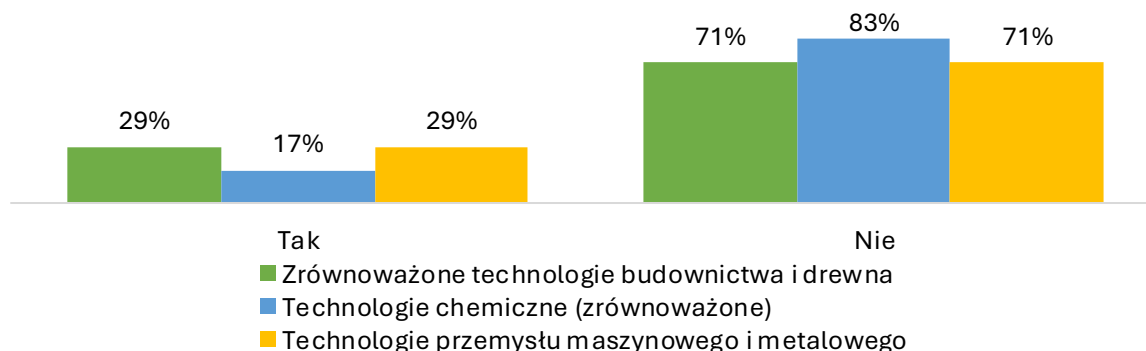
Wykres 26. Deklaracje posiadania odpowiedniej liczby pracowników do skutecznego rozwoju i wdrażania nowych technologii cyfrowych w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Co więcej, zdecydowana większość respondentów (którzy wykazali wprowadzenie P4.0. w swojej firmie) we wszystkich badanych specjalizacjach stwierdziła, że **nie zatrudniała żadnych nowych pracowników w związku z wdrażaniem modelu P4.0**. Dla inteligentnej specjalizacji technologii chemicznych było to aż 83% firm.

Wykres 27. Zatrudnienie nowych pracowników w związku z wprowadzeniem rozwiązań związanych z P4.0. w firmie w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne



Źródło: badanie własne, n=20 (Tech. bud. i drew. N=7, Tech. chem. N=6, Tech. przem. masz. i met N=7)

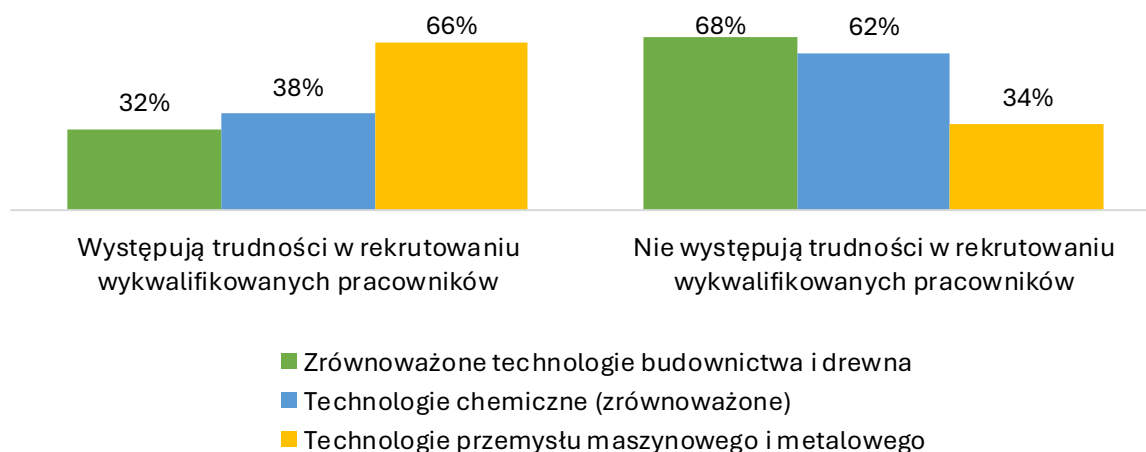
W pojedynczych przypadkach **powodem, dla którego zdecydowano się zatrudnić nowych pracowników, było zapotrzebowanie na dodatkową pomoc związaną z technologiami i rozwiązaniami cyberfizycznymi oraz przyrostowymi technologiami 3D**.

Badanie pokazuje, że podmioty zatrudniały konkretnych specjalistów w pojedynczych przypadkach (n=5). W ramach zrównoważonych technologii budownictwa

i drewna zatrudniono ekspertów z zakresu IT oraz ds. projektowania. Z kolei firmy wliczające się w inteligentną specjalizację technologii przemysłu maszynowego i metalowego, zaczęły współpracę z konstruktorem oraz programistą.

Ostatnim wątkiem w kwestii zasobów kadrowych badanych firm są **trudności w pozyskiwaniu nowych, wykwalifikowanych pracowników w kontekście zastosowań modelu P4.0**. Podmioty zaliczające się zarówno do obszarów **zrównoważonych technologii budownictwa i drewna, jak i technologii chemicznych**, w większości przypadków **nie napotykają problemów w zakresie rekrutacji** (odpowiednio 68% i 62%). Odmienną sytuację można zauważyć w **technologiach przemysłu maszynowego i metalowego, w ramach których to aż 66% badanych deklaruje trudności w tej kwestii**.

Wykres 28. Trudności w kontekście zrekrutowania wykwalifikowanych pracowników w wyniku potrzeb stawianych przez P4.0 w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Respondenci, którzy faktycznie napotykają pewne trudności ze znajdowaniem odpowiednich specjalistów na rynku pracy, **zwracają uwagę, że najbardziej brakuje automatyków**. Dane ilościowe pokazują, że deficyt ten najczęściej dotyka specjalizację technologii chemicznych – w aż 53% firm biorących udział w badaniu zauważono ten problem. W przypadku inteligentnej specjalizacji technologii budownictwa i drewna, badane podmioty stwierdzają, że aktualnie najtrudniej jest im odnaleźć specjalistów ds. obsługi maszyn i urządzeń.

Tabela 17. Zapotrzebowanie na specjalistów (przedstawione w kolejności od najczęściej wskazywanych) wśród trzech regionalnych specjalizacji inteligentnych

Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
specjalista obsługi maszyn i urządzeń / operator maszyn	automatyk	konstruktor
informatyk	programista	programista
automatyk	informatyk	mechanik
programista	specjalista obsługi maszyn i urządzeń / operator maszyn	automatyk
specjalista cyberbezpieczeństwa	konstruktor	specjalista obsługi maszyn i urządzeń / operator maszyn
projektant	mechanik	informatyk
specjalista utrzymania ruchu	specjalista utrzymania ruchu	elektryk

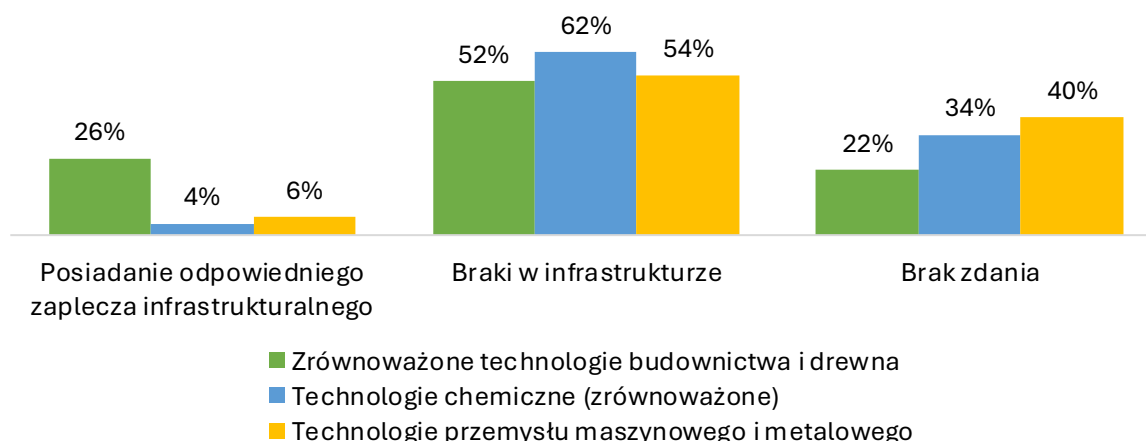
Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
		projektant
		specjalista utrzymania ruchu
		frezer
		konstruktor

Źródło: badanie własne, n=68 (Tech. bud. i drew. N=16, Tech. chem. N=19, Tech. przem. masz. I met N=33)

Zasoby infrastrukturalne

Kolejną ważną kwestią, o którą respondenci byli pytani w trakcie realizacji badania, jest **dostępność zaplecza technicznego, które zapewnia odpowiednie funkcjonowanie firmy oraz umożliwia rozwijanie i wdrażanie technologii cyfrowych**. Zdecydowana większość podawanych odpowiedzi wskazuje, że badane podmioty nie posiadają wystarczających zasobów sprzętowych.

Wykres 29. Posiadanie odpowiednich zasobów infrastrukturalnych potrzebnych do rozwoju i wdrażania nowych technologii cyfrowych w badanych firmach w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne

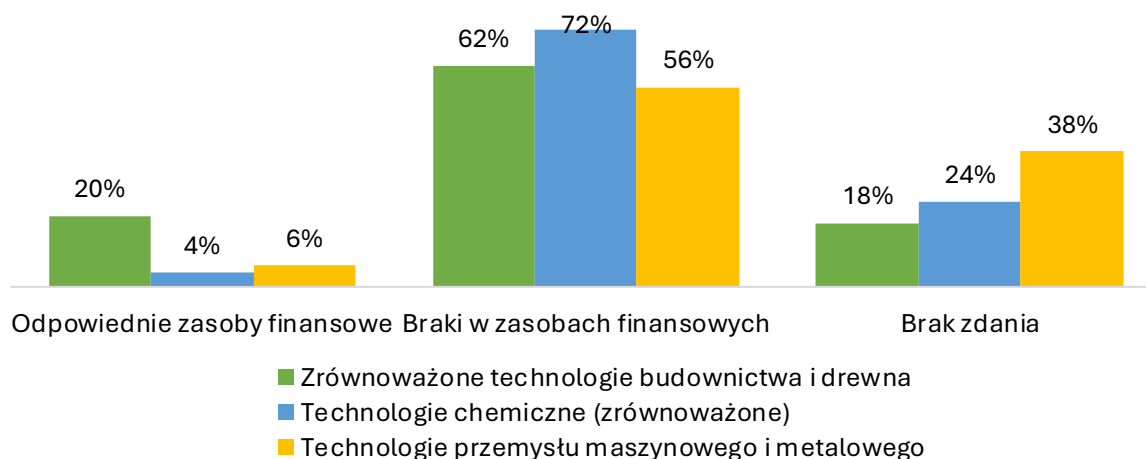


Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

W najtrudniejszej sytuacji znajduje się RSI **technologie chemiczne**, w ramach której aż **62% przedstawicieli badanych podmiotów wskazuje braki w zakresie urządzeń technicznych**.

Badani często wskazywali, że **nie posiadają wystarczających środków finansowych, które mogliby przeznaczyć na rozwój i wdrażanie technologii cyfrowych**. W przypadku specjalizacji **technologie chemiczne (zrównoważone)** było to aż **72% badanych firm**. W podobnej sytuacji znajduje się znaczna część badanych przedsiębiorstw związanych z inteligentną specjalizacją **technologii budownictwa i drewna**, w ramach której to, aż **62% osób zauważa deficyty finansowe**.

Wykres 30. Posiadanie odpowiednich zasobów finansowych potrzebnych do rozwoju i wdrażania nowych technologii cyfrowych w badanych firmach w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Respondenci **bardzo często nie mają potrzeby tworzyć nowych stanowisk pracy lub powiększać dostępnej przestrzeni, aby efektywnie rozwijać i wdrażać technologie cyfrowe.** W przypadku firm działających w ramach **inteligentnej specjalizacji technologii chemicznych jest to aż 76%.** Podobną sytuację można zauważyć wśród przedsiębiorstw związanych z technologiami **przemysłu maszynowego i metalowego, gdzie 72% respondentów jest tego samego zdania.** W ostatniej z badanych specjalizacji wynik ten wyniósł 64%.

Zasoby kompetencyjne absolwentów na rynku pracy

Poddano analizie również kwestie braków pewnych umiejętności wśród absolwentów na rynku pracy – osób mogących w każdej chwili stać się pracownikami firm, które badano. W tej kwestii szczególnie często wskazywano na **braki w umiejętnościach komunikacji (w specjalizacji technologii budownictwa i drewna – 50%)** oraz **skłonności do zmiany i elastyczności (44% osób w ramach inteligentnej specjalizacji przemysłu maszynowego i metalowego).** Dla przedstawicieli zrównoważonych technologii chemicznych kluczowym problemem jest brak wiedzy wśród młodych ludzi.

Tabela 18. Kompetencje deklarowane przez respondentów jako brakujące wśród absolwentów na rynku pracy, w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne

Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
Umiejętność szybkiego uczenia się i adaptacji	22%	16%	10%
Komunikacja	50%	20%	16%
Finansowe	0%	0%	6%
Zrozumienie celów firmy, wyzwań jej rozwoju	22%	18%	18%
Umiejętność współpracy	30%	22%	12%
Kontakt z klientem	30%	14%	8%
Obsługa nowoczesnej technologii	6%	6%	8%

Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
Organizacyjne	30%	20%	14%
Kreatywność i innowacyjność	16%	18%	26%
Umiejętność pracy z maszyną	16%	24%	40%
Świadomość cyfrowa i bezpieczeństwo danych	10%	14%	14%
Skłonność do zmian, elastyczność	28%	18%	44%
Umiejętność analizy danych	0%	8%	4%
Brak wiedzy	22%	28%	16%
Żadnych	6%	0%	4%

Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Warto zaznaczyć, że pytając przedstawicieli badanych podmiotów o to, **jakie umiejętności powinny być szczególnie rozwijane w celu lepszego dostosowania się do P4.0**, znaczna część nie była w stanie udzielić konkretnej odpowiedzi.

Niemniej kompetencje, które w przypadku inteligentnej **specjalizacji przemysłu maszynowego i metalowego** uważane są za szczególnie ważne, to **wiedza praktyczna i doświadczenie** (30%). Z kolei dla dwóch pozostałych specjalizacji, **najistotniejsze jest rozwijanie specjalistycznej wiedzy** (stwierdzono tak w 14% firm związanych z technologiami budownictwa i drewna oraz technologiami chemicznymi).

Tabela 19. Kompetencje deklarowane przez respondentów jako te, które należy rozwijać wśród młodych ludzi wkraczających na rynek pracy, w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne

Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
brak wiedzy na ten temat wykazany przez respondentów	26%	38%	22%
wiedza praktyczna/doświadczenie	8%	6%	30%
elastyczność do zmian	8%	8%	2%
kompetencje miękkie (w tym kreatywność)	12%	4%	6%
komunikacja	12%	2%	2%
umiejętność pracy w zespole	10%	4%	14%
zaangażowanie w pracę	12%	8%	12%
specjalistyczna wiedza	14%	14%	20%
bezpieczeństwo cyfrowe/ bezpieczeństwo danych	10%	8%	12%
obsługa programów informatycznych	2%	2%	0%
obsługa maszyn	2%	6%	6%
robotyka	10%	8%	0%
cyfrowe kompetencje	2%	0%	2%

Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
automatyka	4%	8%	0%
świadomość środowiskowa	0%	4%	0%

Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Potrzeby wynikające z rozwoju Przemysłu 4.0 występujące wśród badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych

W dobie dynamicznego rozwoju technologicznego, zrozumienie potrzeb przedsiębiorców jest kluczowe dla skutecznej pomocy w implementacji innowacyjnych rozwiązań, które mogą znacząco poprawić efektywność, konkurencyjność i zrównoważony rozwój firm. Analiza ta zostanie przedstawiona w podziale na poszczególne specjalizacje oraz z uwzględnieniem aspektów takich jak: wzbogacenie wiedzy i zakresu informacji, zasoby, nowe rozwiązania możliwe do zastosowania w firmie oraz infrastruktura.

Zapotrzebowanie występujące w RSI – technologie przemysłu maszynowego i metalowego

Wśród przedsiębiorstw działających w ramach technologii przemysłu maszynowego i metalowego kluczową potrzebą w zakresie poszerzania wiedzy i posiadanych informacji jest doradztwo w kwestii polepszenia funkcjonowania firmy (w tym analiza ekspercka). Przedstawiciele przedsiębiorstw potrzebują także wsparcia w tworzeniu szczegółowych kosztorysów (mogących przyjąć formę biznesplanów), które uwzględniają wydatki związane z rozwojem technologii i modernizacją infrastruktury. Istotną potrzebę wykazano również w kontekście zakresu infrastruktury, gdzie wskazano zapotrzebowanie na nowe urządzenia i sprzęty (w tym komputery), licencje, serwery oraz ulepszenie posiadanej już infrastruktury.

Tabela 20. Zapotrzebowanie wykazane przez przedstawicieli firm działających w ramach specjalizacji technologie przemysłu maszynowego i metalowego

Zakres potrzeb	Odsetek wskazań tych potrzeb	Szczegóły
Wiedza i zakres informacji	42%	Doradztwo w kwestii polepszenia funkcjonowania firmy (w tym analiza ekspercka)
		Pomoc w stworzeniu kosztorysu planów rozwojowych firmy
		Organizacja szkoleń dla pracowników
		Pomoc w zapewnieniu bezpieczeństwa danych
		Zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników
		Działania z zakresu B+R
Infrastruktura	28%	Urządzenia i sprzęty (w tym komputery)
		Licencje
		Serwery

Zakres potrzeb	Odsetek wskazań tych potrzeb	Szczegóły
		Pomoc w ulepszeniu posiadanej infrastruktury

Źródło: badanie własne, n=50.

Zapotrzebowanie występujące w RSI – zrównoważone technologie budownictwa i drewna

Przedstawiciele firm działających w ramach specjalizacji zrównoważone technologie budownictwa i drewna w regionie opolskim zgłaszają znaczące zapotrzebowanie na wiedzę i informacje, zasoby finansowe, doradztwo w zakresie nowych rozwiązań oraz infrastrukturę. Kluczowe potrzeby obejmują doradztwo eksperckie, pomoc w tworzeniu kosztorysów, organizację szkoleń, zapewnienie bezpieczeństwa danych, dostęp do funduszy, wsparcie w zakresie aktywów trwałych oraz nowoczesne programy i urządzenia.

Tabela 21. Zapotrzebowanie wykazane przez przedstawicieli firm działających w ramach specjalizacji zrównoważone technologie budownictwa i drewna

Zakres potrzeb	Odsetek wskazań tych potrzeb	Szczegóły
Wiedza i zakres informacji	34%	Doradztwo w kwestii polepszenia funkcjonowania firmy (w tym analiza ekspercka)
		Pomoc w kosztorysie rozwoju
		Organizacja szkoleń dla pracowników
		Pomoc w zapewnieniu bezpieczeństwa danych
Zasoby	12%	Fundusze
		Aktywa trwałe
Nowe rozwiązania możliwe do zastosowania w firmie	14%	Doradztwo w kontekście możliwości rozwoju firmy
		Pomoc w stworzeniu kosztorysu planów rozwojowych firmy
		Pomoc w rozwoju już działających w firmie rozwiązań
Infrastruktura	6%	Programy
		Urządzenia i sprzęty

Źródło: badanie własne, n=50.

Zapotrzebowanie występujące w RSI – technologie chemiczne (zrównoważone)

Firmy działające w specjalizacji zrównoważonych technologii chemicznych w woj. opolskim wykazują istotne zapotrzebowanie na wiedzę i informacje, zasoby finansowe oraz ludzkie, doradztwo w zakresie nowych rozwiązań, a także nowoczesną infrastrukturę. Kluczowe potrzeby obejmują doradztwo eksperckie, pomoc w tworzeniu kosztorysów, organizację szkoleń, zapewnienie bezpieczeństwa danych, dostęp do funduszy, wykwalifikowanych specjalistów oraz nowoczesne programy i urządzenia.

Tabela 22. Zapotrzebowanie wykazane przez przedstawicieli firm działających w ramach specjalizacji technologie chemiczne (zrównoważone)

Zakres potrzeb	Odsetek wskazań tych potrzeb	Szczegóły
Wiedza i zakres informacji	38%	Doradztwo w kwestii polepszenia funkcjonowania firmy (w tym analiza ekspercka)
		Pomoc w stworzeniu kosztorysu planów rozwojowych firmy
		Organizacja szkoleń dla pracowników
		Pomoc w zapewnieniu bezpieczeństwa danych
		Zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników
Zasoby	10%	Fundusze
		Specjaliści w danej dziedzinie
Nowe rozwiązania możliwe do zastosowania w firmie	10%	Doradztwo w kontekście możliwości rozwoju firmy
		AI
Infrastruktura	8%	Programy
		Urządzenia i sprzęty
		Licencje
		Serwery
		Pomoc w ulepszeniu posiadanej infrastruktury

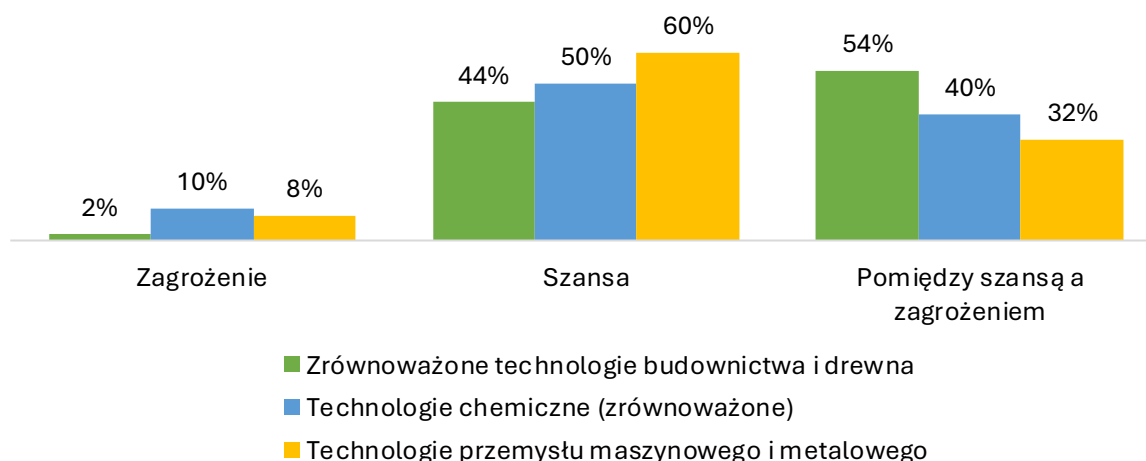
Źródło: badanie własne, n=50.

Realizacja tych potrzeb jest niezbędna dla wspierania innowacyjności, efektywności i zrównoważonego rozwoju opisywanych specjalizacji, umożliwiając firmom optymalizację procesów operacyjnych, poprawę wydajności oraz lepsze wykorzystanie nowych technologii, w tym sztucznej inteligencji.

Zagrożenia i bariery związane z rozwojem Przemysłu 4.0 wśród badanych przedsiębiorstw

Respondenci próbując odpowiedzieć na pytanie, czym dla ich firmy jest czwarta rewolucja przemysłowa, najczęściej określali ją jako **szansa na rozwój**. W przypadku RSI technologii przemysłu maszynowego i metalowego było to 60% badanych. Warto również zauważyć, że dla wielu firm powyższe pytanie jest kwestią sporną. Duży odsetek biorących udział w badaniu osób, stwierdzał, że czwarta rewolucja przemysłowa jest dla nich **czymś pomiędzy zagrożeniem a szansą**. W przypadku RSI zrównoważone technologie budownictwa i drewna aż 54% badanych udzieliło takiej odpowiedzi.

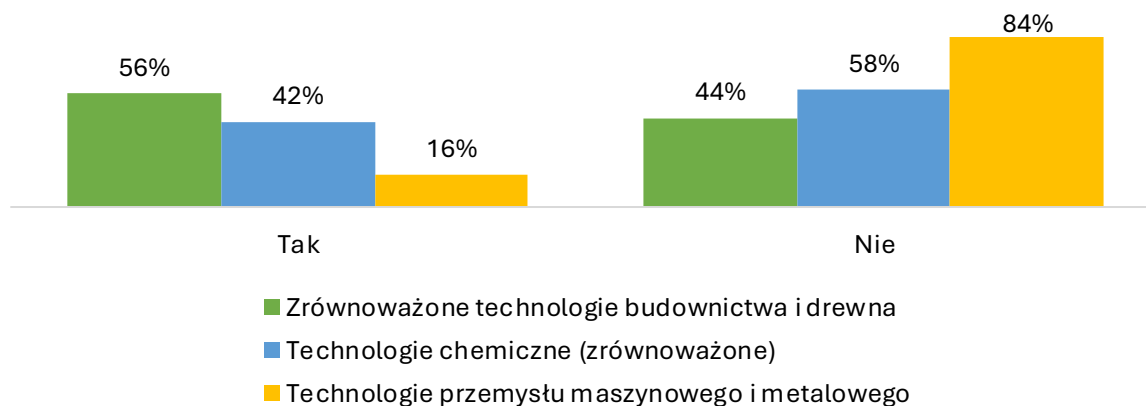
Wykres 31. Odbieranie P4.0. jako szansy na rozwój lub zagrożenie



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Zebrane dane ilościowe pokazują, że przedstawiciele firm mają bardzo zróżnicowane zdanie **odnośnie do zauważanych w trakcie wdrażania przemysłu 4.0 barier**. W podmiotach wliczających się do technologii **przemysłu maszynowego i metalowego** 84% respondentów stwierdziło, że **nie widzą takich barier**. Z kolei **inteligentna specjalizacja technologii budownictwa i drewna** znajduje się w o wiele trudniejszej sytuacji, jako że aż **56% badanych wskazało, iż napotyka pewne bariery**. Jest to jedyna specjalizacja, w której przeważają odpowiedzi twierdzące. W przypadku firm klasyfikujących się do technologii chemicznych większość badanych podmiotów nie zauważa żadnych barier (58%).

Wykres 32. Fakt odnotowywania barier przy wdrażaniu P4.0



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

W trakcie realizacji badania bardzo istotne było również określenie, **jakie bariery w zakresie wdrażania Przemysłu 4.0 są kluczowe** dla badanych podmiotów. Naturalnie każda z RSI cechuje się swoją własną specyfiką, toteż zebrane odpowiedzi są silnie zróżnicowane.

W przypadku **inteligentnej specjalizacji zrównoważone technologie budownictwa i drewna**, biorący udział w badaniu przedstawiciele firm **najczęściej wskazywali na niechęć pracowników do wprowadzania zmian (71%)**. Dla firm z tej specjalizacji istotną barierą jest również brak odpowiednich kompetencji (57%). Innymi napotykanymi trudnościami przez firmy wliczające się do tej specjalizacji, są problemy z finansowaniem (w tym zbyt duże koszty potrzebnych zmian w stosunku do zasobów firmy) oraz brak specjalistów.

Zdecydowanie najtrudniejszą do pokonania barierą w przypadku **specjalizacji technologie chemiczne** jest **konieczność szkolenia pracowników**. Zebrane dane ilościowe pokazują, że **aż 61%** respondentów napotyka trudności w tej kwestii. Kolejną kluczową dla większości badanych barierą jest brak odpowiednich kompetencji (48%). W kwestii innych barier napotykanых przez przedsiębiorstwa z tej inteligentnej specjalizacji badane podmioty zwracają uwagę na trudności z finansowaniem oraz brak specjalistów.

W firmach skupionych w ramach specjalizacji technologie przemysłu maszynowego i metalowego najczęściej napotyka się problem związany z niechęcią pracowników do zmian. Wyniki badania pokazują, że aż **75% respondentów** uznaje to za **kluczową barierę w zakresie wdrażania rozwiązań P4.0**. Drugą najczęściej wskazywaną trudnością jest konieczność szkolenia pracowników, która tworzy komplikacje dla 38% badanych przedsiębiorstw. Warto również podkreślić, że zaznaczając odpowiedź „inne”, respondenci z tej specjalizacji zwracali uwagę na problemy z finansowaniem oraz brak specjalistów.

Tabela 23. Bariery napotykane przy wdrażaniu P4.0 w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne

Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
Brak odpowiednich kompetencji	57%	48%	13%
Niechęć pracowników do zmian	71%	35%	75%
Luka pokoleniowo-technologiczna	39%	26%	13%
Konieczność szkolenia pracowników	5%	61%	38%
Finansowanie	21%	22%	25%
Brak specjalistów	4%	9%	13%

Źródło: badanie własne, n=59 (Tech. bud. i drew. N=28, Tech. chem. N=23, Tech. przem. masz. i met N=8)

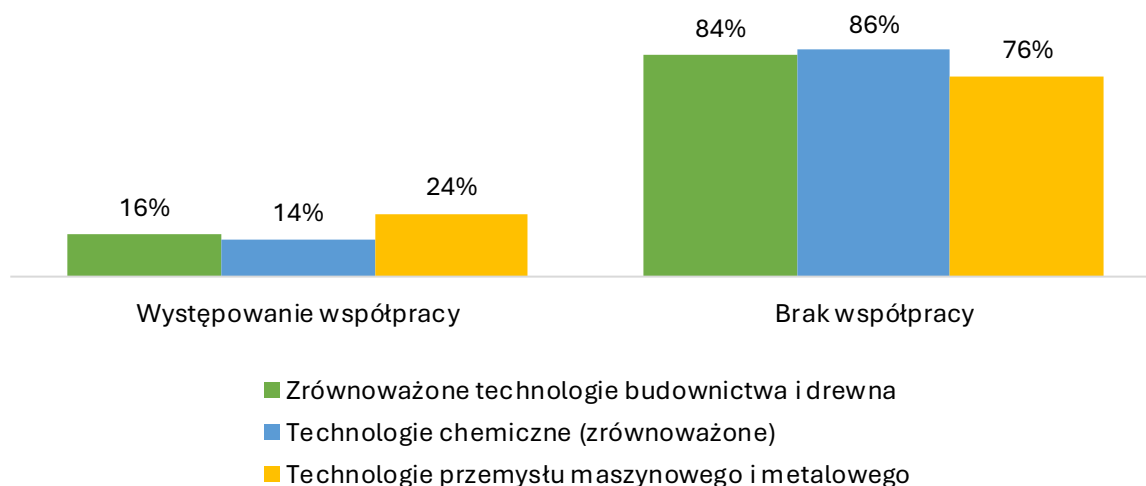
Korzystanie ze wsparcia zewnętrznego i współpraca w obszarze Przemysłu 4.0

Kwestia korzystania firm ze wsparcia zewnętrznego oraz podejmowanych współprac w obszarze P4.0 jest kluczowa w kontekście czwartej rewolucji przemysłowej. Dzieje się tak głównie ze względu na jej dynamiczny i skomplikowany charakter. Wprowadzenie zaawansowanych technologii, takich jak sztuczna inteligencja, Internet Rzeczy czy technologie cyberfizyczne, wymaga specjalistycznej wiedzy oraz umiejętności, które nie zawsze są dostępne wewnątrz przedsiębiorstwa. Wsparcie zewnętrzne pozwala firmom na szybkie adaptowanie się do nowych technologii i optymalizację procesów produkcyjnych. Należy więc rozważyć tę kwestię również w przypadku wyników niniejszego badania.

Współpraca z zagranicznymi podmiotami

Respondenci pytani byli o to, czy **współpracują z zagranicznymi podmiotami/partnerami w obszarze transformacji cyfrowej**. Jak pokazują to zebrane dane **zdecydowana większość badanych firm nie prowadzi tego rodzaju współpracy**. Poziom kooperacji z zagranicznymi kontrahentami jest **szczególnie niski w przypadku technologii chemicznych** (aż 86% przedsiębiorstw w tej specjalizacji nie prowadzi zagranicznej współpracy).

Wykres 33. Deklaracje współpracy innymi podmiotami/partnerami w obszarze transformacji cyfrowej w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Firmy współpracujące z zagranicznymi partnerami były również proszone o **wskazanie konkretnych krajów, w których owa współpraca prowadzona jest najczęściej**. Dane ilościowe pokazują, że w przypadku inteligentnej specjalizacji **technologii chemicznych**, firmy szczególnie często prowadzą swoje zagraniczne działania **w krajach europejskich** (to aż 67% badanych przedsiębiorstw). Zarówno w przypadku technologii **budownictwa i drewna**, jak i **technologii przemysłu maszynowego i metalowego**, najczęściej wskazywanym krajem docelowym, w którym prowadzone są wspólne działania, są **Niemcy** (odpowiednio 57% i 58%).

Tabela 24. Kraje, z którymi opolskie przedsiębiorstwa współpracują w obszarze transformacji cyfrowej

Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
Kraje europejskie (ogólnie ujęte)	14%	67%	25%
USA	0%	0%	25%
Niemcy	57%	17%	58%
Norwegia	14%	0%	0%
Szwecja	14%	0%	8%
Anglia	14%	17%	8%
Włochy	14%	0%	8%
Austria	14%	0%	0%

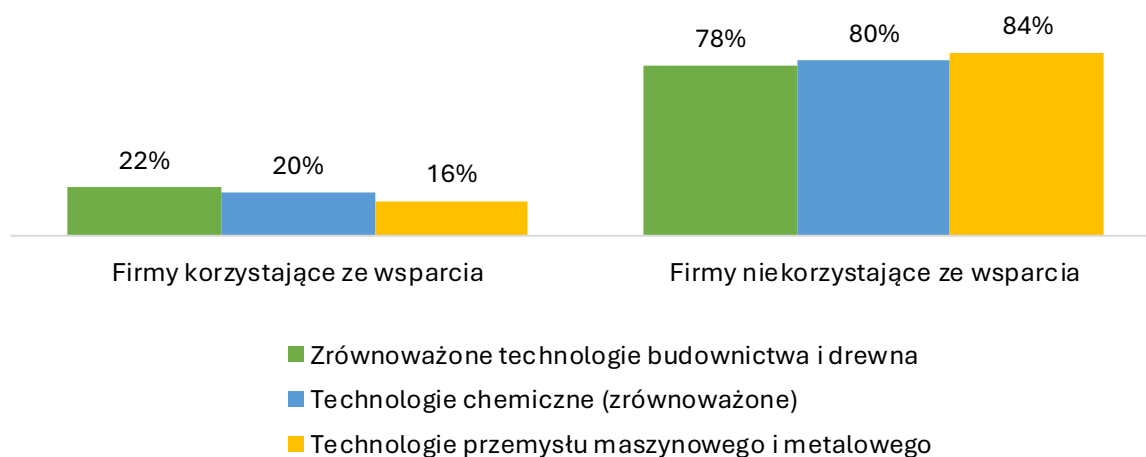
Źródło: badanie własne, n=27 (Tech. bud. i drew. N=8, Tech. chem. N=7, Tech. przem. masz. i met N=12)

Współprace zagraniczne w obszarze P4.0 w przypadku badanych przedsiębiorstw polegają głównie na wymianie informacji. W przypadku technologii przemysłu maszynowego i metalowego jest to 70% tego typu działań. Stosunkowo rzadko z kolei prowadzone są działania związane z zarządzaniem zasobami przedsiębiorstw (w żadnej specjalizacji odsetek odpowiedzi nie przekroczył 20%).

Wsparcie zewnętrzne

Dane ilościowe pokazują, że w zdecydowanej **większości podmiotów biorących udział w badaniu nie korzystano dotychczas z żadnego wsparcia zewnętrznego w zakresie rozwiązań P4.0**. W przypadku technologii przemysłu maszynowego i metalowego jest to aż 84% badanych firm. Inteligentna specjalizacja, w ramach której **po zewnętrzne wsparcie sięgano najczęściej, to zrównoważone technologie budownictwa i drewna (22%)**.

Wykres 34. Korzystanie ze wsparcia zewnętrznego w obszarze transformacji cyfrowej w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Niemniej w przypadku firm, które korzystały z zewnętrznych źródeł wsparcia, można zauważyć, że **we wszystkich badanych specjalizacjach szczególnie często korzystano z dotacji i dofinansowań** (w przypadku technologii przemysłu maszynowego i metalowego, 100% podmiotów korzystających ze wsparcia zewnętrznego zaznaczyło tę odpowiedź). Dane pokazują również, że biorące udział w badaniu firmy bardzo rzadko wykorzystują zewnętrzne wsparcie do współpracy z partnerami biznesowymi (w przypadku RSI technologie budownictwa i drewna było to zaledwie 10% podmiotów).

Tabela 25. Rodzaje wsparcia zewnętrznego, z których skorzystano w firmach skupionych w ramach badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych

Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
Doradztwo konsultingowe	60%	30%	38%
Szkolenia pracowników	20%	20%	13%
Transfer wiedzy między placówkami (np. współpraca)	20%	30%	13%
Dotacje i dofinansowanie	70%	80%	100%
Współpraca z partnerami biznesowymi	10%	0%	0%
Raportowanie	10%	0%	0%
B+R	0%	0%	25%

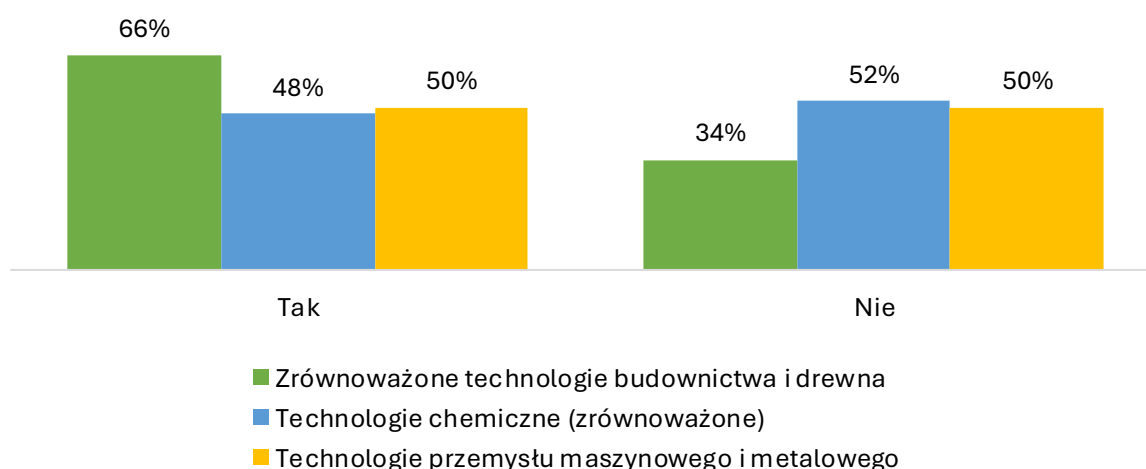
Źródło: badanie własne, n=28 (Tech. bud. i drew. N=10, Tech. chem. N=10, Tech. przem. masz. i met N=8)

Bardzo rzadko deklarowano również podjęcie adaptacji do rozwiązań Przemysłu 4.0 jako warunek pozyskania wsparcia zewnętrznego. Taka sytuacja pojawiła się tylko w przypadku technologii chemicznych i stanowiła zaledwie 10% udzielonych w tym pytaniu odpowiedzi. Warto jest również zaznaczyć, że duża część firm próbujących udzielić odpowiedzi, nie posiadała żadnych konkretnych informacji w tej kwestii. W inteligentnej specjalizacji technologii przemysłu maszynowego i metalowego, aż 63% respondentów, których firmy korzystały z zewnętrznego wsparcia, wybrało odpowiedź „nie wiem”.

Wsparcie ze strony OCRG i oczekiwania

W trakcie realizacji badania biorące w nim udział przedsiębiorstwa pytane były również o to, czy dotychczas zdarzyło im się korzystać ze wsparcia oferowanego przez OCRG. Zebrane dane pokazują, że **największym beneficjentem oferty Opolskiego Centrum Rozwoju Gospodarki są przedsiębiorstwa należące do inteligentnej specjalizacji zrównoważonych technologii budownictwa i drewna (66%).** Najrzadziej ze wsparcia OCRG korzystały firmy zajmujące się technologiami chemicznymi (48%), choć specjalizacja technologie przemysłu maszynowego i metalowego uzyskała wynik wyższy zaledwie o 2%.

Wykres 35. Deklaracja korzystania ze wsparcia OCRG w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne



Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Najczęściej korzystano ze wsparcia OCRG w kwestiach związanych z organizacją wyjazdów na targi. Jednak w przypadku firm z obszaru technologii przemysłu maszynowego i metalowego przewyższył odsetek wskazań programów stażowych – skorzystało z nich aż 76% badanych firm, które współpracowały z OCRG. Po pomoc oferowaną przez tę jednostkę sięgano również w ramach programów stażowych (50% firm zajmujących się technologiami chemicznymi). **Dofinansowanie inwestycji w B+R** jest najważniejsze dla firm z RSI technologie chemiczne (42%), co może wynikać z konieczności intensywnych prac badawczo-rozwojowych w tej specjalizacji. **Z kolei wsparcie dla klastrów, konsorcjów, grup branżowych i sieci współpracy** jest znaczące dla specjalizacji zrównoważone technologie budownictwa i drewna (36%), co sugeruje, że firmy w tej specjalizacji szczególnie cenią sobie współpracę i wymianę doświadczeń w ramach branżowych grup. Najrzadziej wybieranym pakietem wsparcia OCRG jest dofinansowanie usług doradczych.

Tabela 26. Formy wsparcia OCRG, z których korzystały badane podmioty w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne

Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
Wyjazdy na targi	64%	50%	68%
Dofinansowanie do szkoleń, studiów podyplomowych	30%	29%	32%
Wizyty studyjne	18%	0%	12%
Programy stażowe	21%	50%	76%
Dofinansowanie do inwestycji w B+R	27%	42%	16%
Dofinansowanie do inwestycji w cyfryzację i digitalizację	9%	13%	12%
Dofinansowanie do usług doradczych	6%	8%	0%
Giełdy kooperacyjne	27%	8%	12%
Wsparcie dla klastrów, konsorcjów, grup branżowych i sieci współpracy	36%	0%	0%

Źródło: badanie własne, n=82 (Tech. bud. i drew. N=33, Tech. chem. N=24, Tech. przem. masz. i met N=25)

W trakcie realizacji badania respondenci pytani byli również o to, czy **oczekiwaliby wsparcia od OCRG lub Samorządu Województwa w związku z wdrażaniem rozwiązań Przemysłu 4.0**. Badanie ilościowe wykazało, że aż 68% przedstawicieli firm działających w ramach technologii budownictwa i drewna odpowiedziało na powyższe pytanie twierdząco. Odwrotną sytuację można zauważyć w przypadku inteligentnej specjalizacji przemysłu maszynowego i metalowego, w której to 68% badanych stwierdziło, że nie oczekuje takiego wsparcia. W trzeciej z badanych specjalizacji odsetek ten plasował się na poziomie 54% odpowiedzi twierdzących.

Wsparcie finansowe jest najczęściej poszukiwanym rodzajem pomocy w każdej z badanych RSI, szczególnie w specjalizacji technologie chemiczne (85%) oraz technologii przemysłu maszynowego i metalowego (80%). Wynika to z potrzeby dużych nakładów inwestycyjnych, które są niezbędne do rozwoju i wdrażania innowacyjnych technologii.

Z kolei wsparcie szkoleniowe jest istotne przede wszystkim dla specjalizacji zrównoważone technologie budownictwa i drewna (30%) oraz technologie chemiczne (30%), co wskazuje na potrzebę podnoszenia kwalifikacji pracowników oraz ciągłego doskonalenia kompetencji w tych specjalizacjach. **Dostęp do ekspertów** jest ważny szczególnie dla **zrównoważonych technologii budownictwa i drewna (30%)**, co może wskazywać na potrzebę specjalistycznej wiedzy i konsultacji eksperckich w celu poprawy funkcjonowania firmy i wdrażania innowacji.

Tabela 27. Zapotrzebowanie na wsparcie pochodzące z OCRG lub Samorządu Województwa w firmach należących do badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych

Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
finansowe	64%	85%	80%
szkoleniowe	30%	30%	7%
doradztwo	3%	4%	7%
dotarcie/dostęp do ekspertów	30%	11%	13, %
wsparcie merytoryczne	18%	11%	20%
kontynuacja działań/współpracy	18%	11%	20%
pisanie wniosków	3%	4%	0%
infrastruktura	0%	4%	0%
wsparcie mniejszych firm	6%	0%	0%

Źródło: badanie własne, n=77 (Tech. bud. i drew. N=34, Tech. chem. N=27, Tech. przem. masz. i met N=16)

Plany rozwojowe badanych przedsiębiorstw

Istotne jest również zapoznanie się z planami rozwojowymi badanych przedsiębiorstw (na okres najbliższych 3 lat).

Analiza danych ilościowych pokazała, że w każdej z badanych specjalizacji **najczęściej planuje się wprowadzenie na rynek nowego lub wyraźnie ulepszanego – w skali firmy – produktu (w każdej RSI tę odpowiedź zaznaczyło co najmniej 42% badanych)**. Warto również zaznaczyć, że na wprowadzeniu na rynek nowego lub usprawnionego produktu najbardziej skupione są przedsiębiorstwa wliczające się w zrównoważone technologie chemiczne, jako że aż 48% respondentów w tej grupie wybrało tę odpowiedź. **Prace badawczo-rozwojowe w celu udoskonalenia produktów są również istotne zwłaszcza w specjalizacjach technologie przemysłu maszynowego i metalowego (38%) oraz technologie chemiczne (28%)**. Sugeruje to, że firmy w tych obszarach inwestują w ciągłe doskonalenie swoich produktów.

Tabela 28. Plany rozwojowe w firmach należących do badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych

Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
Wprowadzenie na rynek nowego lub wyraźnie ulepszanego, w skali firmy, produktu	42%	48%	42%
Wdrożenie nowego, w skali firmy, procesu produkcyjnego	0%	6%	2%
Automatyzacja procesu produkcyjnego	4%	12%	8%
Prace badawczo-rozwojowe w celu udoskonalenia produktu	24%	28%	38%
Prace badawczo-rozwojowe w celu udoskonalenia produkcji	6%	10%	0%

Kategoria	Zrównoważone technologie budownictwa i drewna	Technologie chemiczne (zrównoważone)	Technologie przemysłu maszynowego i metalowego
Wejście na nowe rynki zagraniczne	28%	24%	24%
Żadne z powyższych	12%	20%	8%
Nie wiem	18%	8%	26%

Źródło: badanie własne, N=150 (n=50 dla każdej regionalnej specjalizacji inteligentnej).

Przedstawiciele badanych firm zdecydowanie najrzadziej interesują się wdrażaniem nowego procesu produkcyjnego (w przypadku technologii przemysłu maszynowego i metalowego jest to 2%). **Generalnie znaczny odsetek firm, które nie mają sprecyzowanych planów rozwojowych** lub nie wiedzą, jakie działania podjąć (zwłaszcza w specjalizacji technologii przemysłu maszynowego i metalowego – 26%), wskazuje na potrzebę lepszego doradztwa i wsparcia w planowaniu strategicznym.

Podsumowanie

Niniejszy raport przedstawia wyniki badania przeprowadzonego wśród przedsiębiorstw województwa opolskiego, koncentrując się na trzech regionalnych specjalizacjach inteligentnych: technologie chemiczne (zrównoważone), zrównoważone technologie budownictwa i drewna oraz technologie przemysłu maszynowego i metalowego.

Co istotne, najważniejsze wnioski z analizy wskazują, że specjalizacja technologie przemysłu maszynowego i metalowego wyróżnia się jako najbardziej rozwinięta w kontekście Przemysłu 4.0. Firmy w tej RSI charakteryzują się najwyższym poziomem wiedzy i umiejętności w zakresie nowoczesnych technologii, co przekłada się na ich zdolność do skutecznego wdrażania innowacyjnych rozwiązań oraz niski stopień zapotrzebowania na wsparcie. Wysoki odsetek pracowników z doświadczeniem zawodowym oraz inwestycje w rozwój sprzyjają automatyzacji i robotyzacji procesów produkcyjnych, co jest kluczowe dla efektywności operacyjnej. W porównaniu do innych specjalizacji, takich jak technologie chemiczne, które wykazują niższy poziom wiedzy i zaawansowania, przemysł maszynowy i metalowy staje się liderem w kwestii modelu Przemysłu 4.0.

Podsumowując całość zamieszczonych w raporcie danych, cel badania, jakim było zrozumienie stopnia zaawansowania wdrażania rozwiązań Przemysłu 4.0 oraz identyfikacja potrzeb i wyzwań, z jakimi borykają się firmy w regionie, został osiągnięty. Wyniki badania dostarczają cennych informacji, które mogą wspierać dalszy rozwój sektora przemysłowego w kierunku nowoczesnych technologii oraz zwiększenia konkurencyjności w regionie. Raport podkreśla również znaczenie wsparcia edukacyjnego i informacyjnego dla przedsiębiorstw, szczególnie w kontekście adaptacji do dynamicznie zmieniającego się otoczenia technologicznego.

Wnioski i rekomendacje

Tabela 29. Kluczowe wnioski wraz z rekomendacjami

Wniosek	Rekomendacje
Zakres wiedzy i rozumienie P4.0	
Wiedza i rozumienie Przemysłu 4.0 wśród przedsiębiorstw w województwie opolskim prezentują się na dość niskim poziomie, z tendencją do umiarkowanego. Wśród małych firm jedynie 5% badanych ocenia swoją wiedzę na temat Przemysłu 4.0 dobrze, a aż 37% negatywnie. W średnich firmach poziom ten jest nieco lepszy, natomiast w dużych firmach 11% przedstawicieli ocenia swoją wiedzę zdecydowanie dobrze, 34% dobrze, a jednocześnie 11% określa ją negatywnie. Spontaniczne skojarzenia z Przemysłem 4.0 najczęściej obejmują automatyzację, robotyzację, nowoczesność i optymalizację, natomiast digitalizacja jest rzadziej wymieniana. Odnotowywane są jednak również pewne trudności w rozumieniu tego pojęcia.	Widoczna jest potrzeba dotycząca wspierania inicjatyw edukacyjnych i doradczych, szczególnie dla małych i średnich przedsiębiorstw. Rekomenduje się więc podjęcie prac związanych ze zwiększeniem zakresu zrozumienia Przemysłu 4.0 przez opolskich przedsiębiorców. Wśród działań możliwych do realizacji są: • Organizacja warsztatów i szkoleń dotyczących podstaw i zaawansowanych aspektów Przemysłu 4.0, z udziałem ekspertów z różnych dziedzin. Wsparcie dla edukacji w Przemysle 4.0 na różnych poziomach, w tym wśród uczniów szkół ponadpodstawowych oraz wyższych, co pozwoli zwiększyć wiedzę w tym zakresie w grupie absolwentów wkraczających na rynek pracy. • Tworzenie i promowanie materiałów edukacyjnych, takich jak e-booki, webinaria, case studies, które wyjaśniają korzyści i możliwości wynikające z wdrożenia Przemysłu 4.0. Kampanie mogą być skierowane zarówno do właścicieli firm, jak i pracowników.
Wdrożenie P4.0 wśród badanych RSI	
Analiza poziomu zaawansowania wdrażania technologii Przemysłu 4.0 w opolskich przedsiębiorstwach pokazuje znaczące różnice w zależności od wielkości firmy. Tylko 2% małych firm wdrożyło rozwiązania P4.0, co może wskazywać na ograniczone zasoby finansowe i kadrowe oraz brak odpowiedniej	Oferowane wsparcie w obszarze transformacji cyfrowej przedsiębiorstw powinno być dostosowane do zróżnicowanych potrzeb przedsiębiorców, a co za tym idzie elastyczne i obejmujące wiele różnorodnych form. Szczególną uwagę należy skoncentrować na wsparciu w postaci grantów i dotacji dla

Wniosek	Rekomendacje
wiedzy w obszarze P4.0 w tej grupie. W przypadku średnich przedsiębiorstw 30% z nich zaadaptowało technologie Przemysłu 4.0, co świadczy o większej gotowości do innowacji. Duże firmy wykazują wyższy poziom zaawansowania niż małe, jednak nadal nieco niższy niż średnie. Wyszczególniając te wyniki w podziale na RSI, należy podkreślić, że poziom zaawansowania wdrażania P4.0 nie różni się diametralnie pomiędzy specjalizacjami. Stopień ten jest najwyższy w RSI zrównoważone technologie budownictwa i drewna oraz technologie przemysłu maszynowego i metalowego (w 14% przedsiębiorstw w ramach każdej z nich wdrożono rozwiązania będące komponentami P4.0). Technologie chemiczne (zrównoważone) charakteryzują się tym wynikiem na poziomie 12%. W opolskich przedsiębiorstwach wprowadzono głównie technologie i rozwiązania cyberfizyczne, technologie chmury oraz ICT i ERP (choć w przypadku specjalizacji chemicznej, istotniejsze od tego komponentu było bezpieczeństwo cyfrowe). Najbardziej pożądanymi rozwiązaniami P4.0, które chcieliby wprowadzić w swoich firmach badani, są technologie chmury (kluczowa dla RSI technologie budownictwa i drewna), sztuczna inteligencja (kluczowa dla RSI technologie chemiczne) oraz technologie ICT i ERP (kluczowa dla RSI przemysłu maszynowego i metalowego). W zakresie nowoczesnych modeli biznesowych, 66% przedstawicieli firm w specjalizacji technologii chemicznych oraz specjalizacji technologii przemysłu maszynowego i metalowego zadeklarowało wdrożenie takich rozwiązań, co podkreśla ich zaawansowanie technologiczne i otwartość na innowacje.	małych firm, które mają największe trudności we wdrażaniu nowych technologii. Zapewnienie przedsiębiorcom wsparcia w postaci doradztwa, konsultacji, dostępności ekspertów i pomocy w implementacji nowoczesnych modeli biznesowych i technologii – mogłoby znacząco przyspieszyć proces transformacji. Ponadto promocja sukcesów firm, które z powodzeniem wdrożyły technologie Przemysłu 4.0, mogłaby zachęcić inne przedsiębiorstwa do podjęcia podobnych działań. Szczególnie pomocne w tym zakresie byłoby pokazywanie przypadków, w których wdrożone zmiany przełożyły się na lepsze wyniki działalności przedsiębiorstwa – operując językiem korzyści, można zwiększyć skuteczność działań zmierzających do upowszechniania procesów związanych z transformacją cyfrową, jak i samych zagadnień Przemysłu 4.0 wśród przedsiębiorców. Ułatwienia w dostępie do technologii i specjalistycznych szkoleń mogą również przyczynić się do zwiększenia poziomu zaawansowania w całym regionie.

Wniosek	Rekomendacje
Zasoby posiadane przez badane RSI	
Analiza zasobów firm w kontekście braków w kompetencjach ujawnia znaczące różnice między specjalizacjami. W RSI technologicie przemysłu maszynowego i metalowego 64% przedstawicieli firm deklaruje posiadanie odpowiednich kompetencji twardych, co świadczy o solidnym zapleczu technicznym i wiedzy specjalistycznej. W przeciwieństwie do tego, w RSI zrównoważone technologie budownictwa i drewna, 38% badanych wskazuje na brak tych kompetencji, co może wynikać z dynamicznie rozwijającej się specjalizacji i konieczności ciągłego doskonalenia. Pomimo że pracownicy ponad 50% respondentów we wszystkich specjalizacjach posiadają dostateczne kompetencje miękkie, to jednak brak skłonności do zmian i elastyczności stanowi wyzwanie, hamując adaptację do nowych technologii i zmieniających się warunków rynkowych. Szczególnie niski odsetek pracowników uczestniczył w szkoleniach z nowych technologii w specjalizacji związanej z budownictwem i drewnem (76%), co może dodatkowo ograniczać zdolność firm do innowacji i wdrażania nowoczesnych rozwiązań.	Aby skutecznie zaradzić brakom w kompetencjach, niezbędne jest wprowadzenie programów szkoleniowych z zakresu elastyczności i adaptacji do zmian technologicznych (lub propagowanie na większą skalę możliwości, jaką stanowią gotowe, już funkcjonujące rozwiązania, np. Baza Usług Rozwojowych). Szkolenia mogłyby pomóc firmom w zwiększeniu zdolności do szybkiego reagowania na nowe wyzwania i możliwości. Współpraca z instytucjami edukacyjnymi i tworzenie programów partnerskich może dodatkowo zwiększyć dostępność i atrakcyjność szkoleń, przyczyniając się do wzrostu kompetencji zarówno twardych, jak i miękkich w całym regionie.
Wskazane zagrożenia i bariery w planach rozwojowych badanych RSI wraz z zapotrzebowaniem	
Analiza doświadczeń opolskich przedsiębiorców, ich zapotrzebowania na wsparcie i odnotowywanych barier związanych z wdrażaniem rozwiązań P4.0 w przedsiębiorstwach regionu, ujawnia kilka kluczowych obszarów wymagających interwencji. Kwestia korzystania firm ze wsparcia zewnętrznego oraz podejmowanych współprac w obszarze P4.0 jest kluczowa w kontekście czwartej rewolucji przemysłowej ze względu na dynamiczny i skomplikowany charakter – w przypadku badanych przedsiębiorców, wyniki te są	Aby skutecznie zaspokoić potrzeby wsparcia i przezwyciężyć istniejące bariery, konieczne jest wdrożenie kilku kluczowych działań. Przede wszystkim, warto rozważyć utworzenie programów dotacyjnych na modernizację technologii i wdrażanie rozwiązań Przemysłu 4.0, które będą dostępne dla firm w ramach różnych specjalizacji. Wsparcie szkoleniowe powinno obejmować organizowanie regularnych szkoleń i warsztatów dla pracowników na różnych poziomach zaawansowania, co pozwoli

Wniosek	Rekomendacje
niestety niskie. Najczęściej ze współprac z innymi krajami korzystają firmy w ramach RSI technologie przemysłu maszynowego i metalowego, choć jest to nadal tylko 24%. Sytuacja ma się odwrotnie, jeśli chodzi o korzystanie ze wsparcia zewnętrznego – RSI zróżnicowane technologie budownictwa i drewna ma najwyższy wynik, nadal będący bardzo niskim – 22%. Co istotne, aż 68% firm działających w ramach RSI zrównoważone technologie budownictwa i drewna oczekuje wsparcia ze strony OCRG lub Samorządu Województwa. W pozostałych dwóch specjalizacjach wynik ten wynosi 54% (technologie chemiczne) oraz 32% (technologie przemysłu maszynowego i metalowego). Wsparcie finansowe jest najczęściej pożądane wśród przedstawicieli RSI technologie chemiczne (85%) oraz RSI przemysłu maszynowego i metalowego (80%), co sugeruje wysokie koszty modernizacji technologii oraz wdrażania innowacji w tych specjalizacjach. Z kolei szkolenia są szczególnie istotne dla specjalizacji związanej z budownictwem i drewnem (30%) oraz technologiami chemicznymi (30%), gdzie istnieje duże zapotrzebowanie na rozwój kompetencji pracowników. Powyższe zapotrzebowanie jest istotne również przez wzgląd na plany rozwojowe badanych firm. Wszystkie trzy specjalizacje planują koncentrować się na wprowadzeniu nowych lub ulepszonych produktów, z naciskiem na RSI technologie chemiczne (48%). Również prace badawczo-rozwojowe, szczególnie w specjalizacjach technologii przemysłu maszynowego i metalowego (38%) oraz chemicznych (28%), są kluczowe dla ciągłego doskonalenia produktów. Powyższe plany i potrzeby należy jednak rozpatrywać przez wzgląd na występujące zagrożenia. Wśród głównych barier dotyczących wdrażania rozwiązań Przemysłu 4.0 wymienia się brak odpowiednich kompetencji, niechęć pracowników do zmian, lukę pokoleniowo-technologiczną	na rozwój kompetencji i przygotowanie kadr do pracy z nowymi technologiami. Należy również podkreślić, iż przez wzgląd na wąski sposób postrzegania zjawiska Przemysłu 4.0, wskazane przez badane RSI potrzeby mogą się okazać zbyt ogólne. Należy zapewnić firmom również doradztwo w zakresie możliwych rozwiązań i ścieżek rozwoju. Wykazanie zapotrzebowania na szkolenia jest istotne, ale pomoc badanym RSI w zrozumieniu, jakich szkoleń i jakiego wsparcia ogólnie mogliby potrzebować, może się okazać równie kluczowe. Ważne jest więc zwiększenie dostępu do specjalistycznych konsultacji i doradztwa, aby firmy mogły skorzystać z wiedzy ekspertów w procesie transformacji technologicznej. Długoterminowo, inwestycje w edukację oraz współpraca z otoczeniem – instytucjami akademickimi i placówkami prowadzącymi kształcenie zawodowe mogą pomóc w zmniejszeniu luki pokoleniowo-technologicznej, przygotowując przyszłe pokolenia do pracy w dynamicznie zmieniającym się środowisku przemysłowym. Obecność w tym procesie przedsiębiorców, sprawi dodatkowo, że kształcone kadry będą w większym stopniu odpowiadały potrzebom pracodawców. Warto włączyć w ten proces również propagowanie współprac nie tylko z jednostkami szkoleniowymi, ale także pomiędzy przedsiębiorcami. Przepływ wiedzy, doświadczeń, a także wspólnie prowadzone działania na rzecz rozwoju kadr w poszczególnych specjalizacjach, powinny kierunkować sposoby kształcenia z uwzględnieniem technologii przemysłu 4.0. W dłuższej perspektywie zaowocuje to pożądanymi zmianami nie tylko w zakresie kompetencji, ale również postaw pracowników, którzy wiedząc, że dynamiczny rozwój technologiczny jest wpisany w ich specjalizację, będą świadomi również tego, że w ich zawodzie niezbędna jest gotowość do bieżącej aktualizacji swoich umiejętności i kwalifikacji. Ponadto rekomenduje się również pogłębienie dokonanych w ramach niniejszego badania

Wniosek	Rekomendacje
oraz konieczność szkolenia pracowników. Te bariery stanowią znaczące wyzwania, które mogą utrudniać efektywne wdrażanie nowych technologii i modernizacji procesów w firmach.	analiz, w celu poznania szerszego kontekstu zapotrzebowania na wsparcie względem rozwoju technologicznego w opolskich przedsiębiorstwach.

Spis tabel i wykresów

Tabele

Tabela 1. 3 kluczowe działy PKD w każdej z badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych w regionie.....	19
Tabela 2. Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach w województwie opolskim w latach 2017-2023	25
Tabela 3. Spontanicznie wskazywane kategorie odpowiedzi określające, czym jest Przemysł 4.0. według badanych przedsiębiorców w podziale na regionalne specjalizacje inteligentne	32
Tabela 4. Uzasadnienie istotności komponentu P4.0, jakim jest technologia i rozwiązania cyberfizyczne	36
Tabela 5. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim jest technologia chmury	36
Tabela 6. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim jest Internet Rzeczy i Usług	37
Tabela 7. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim jest bezpieczeństwo cyfrowe	37
Tabela 8. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim są uczące się maszyny ..	38
Tabela 9. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim jest sztuczna inteligencja	38
Tabela 10. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim jest przyrostowa technologia 3D.....	38
Tabela 11. Uzasadnienie istotności komponentu Przemysłu 4.0, jakim są technologie ICT oraz ERP	39
Tabela 12. Powody braku planów dotyczących wprowadzenia rozwiązań związanych z Przemysłem 4.0.....	43
Tabela 13. Rozwiązania Przemysłu 4.0., które zostały wprowadzone w opolskich przedsiębiorstwach w podziale na regionalne specjalizacje inteligentne wraz z uzasadnieniem ich zastosowania i oceną przydatności	45
Tabela 14. Korzyści odczuwane w związku z wprowadzeniem do swojej działalności rozwiązań związanych z Przemysłem 4.0.....	47
Tabela 15. Komponenty Przemysłu 4.0. najlepiej wpływające na konkurencyjność firmy	48
Tabela 16. Kompetencje deklarowane jako brakujące wśród pracowników opolskich przedsiębiorstw w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	52
Tabela 17. Zapotrzebowanie na specjalistów (przedstawione w kolejności od najczęściej wskazywanych) wśród trzech regionalnych specjalizacji inteligentnych	56
Tabela 18. Kompetencje deklarowane przez respondentów jako brakujące wśród absolwentów na rynku pracy, w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	58
Tabela 19. Kompetencje deklarowane przez respondentów jako te, które należy rozwijać wśród młodych ludzi wkraczających na rynek pracy, w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	59

Tabela 20. Zapotrzebowanie wykazane przez przedstawicieli firm działających w ramach specjalizacji technologie przemysłu maszynowego i metalowego	60
Tabela 21. Zapotrzebowanie wykazane przez przedstawicieli firm działających w ramach specjalizacji zrównoważone technologie budownictwa i drewna	61
Tabela 22. Zapotrzebowanie wykazane przez przedstawicieli firm działających w ramach specjalizacji technologie chemiczne (zrównoważone)	62
Tabela 23. Bariery napotymane przy wdrażaniu P4.0 w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	64
Tabela 24. Kraje, z którymi opolskie przedsiębiorstwa współpracują w obszarze transformacji cyfrowej	65
Tabela 25. Rodzaje wsparcia zewnętrznego, z których skorzystano w firmach skupionych w ramach badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych	66
Tabela 26. Formy wsparcia OCRG, z których korzystały badane podmioty w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	68
Tabela 27. Zapotrzebowanie na wsparcie pochodzące z OCRG lub Samorządu Województwa w firmach należących do badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych	69
Tabela 28. Plany rozwojowe w firmach należących do badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych	69
Tabela 29. Kluczowe wnioski wraz z rekomendacjami	71

Wykresy

Wykres 1. Forma prawna badanych przedsiębiorstw	16
Wykres 2. Lata rozpoczęcia działalności badanych przedsiębiorstw	16
Wykres 3. Działy klasyfikacji PKD badanych przedsiębiorstw	17
Wykres 4. Wiek przedsiębiorstwa a badane regionalne specjalizacje inteligentne	18
Wykres 5. Forma prawna badanych przedsiębiorstw w podziale na badane regionalne specjalizacje inteligentne	18
Wykres 6. Liczba zatrudnionych osób w przedsiębiorstwach a badane regionalne specjalizacje inteligentne	19
Wykres 7. Subiektywna ocena wiedzy posiadanej na temat Przemysłu 4.0 w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	31
Wykres 8. Cechy Przemysłu 4.0. w podziale na regionalne specjalizacje inteligentne	33
Wykres 9. Technologie cyfrowe i koncepcje wspierające zarządzanie produkcją znane firmom w ramach regionalnych specjalizacji inteligentnych	34
Wykres 10. Najważniejsze komponenty Przemysłu 4.0 w opinii badanych przedsiębiorców w ramach trzech regionalnych specjalizacji inteligentnych	35
Wykres 11. Obszary życia społeczno-gospodarczego, na które wpływa Przemysł 4.0. w opinii badanych regionalnych specjalizacji inteligentnych	40
Wykres 12. Ocena zmian w RSI w kontekście cyfryzacji i automatyzacji	41

Wykres 13. Deklaracja wprowadzenia w swojej firmie rozwiązań będących komponentami Przemysłu 4.0.	42
Wykres 14. Deklaracja wprowadzenia w swojej firmie rozwiązań będących komponentami Przemysłu 4.0. w zależności od wielkości firmy	42
Wykres 15. Deklaracje chęci wprowadzenia rozwiązań charakterystycznych dla Przemysłu 4.0	43
Wykres 16. Deklaracja odnotowania korzyści z wprowadzenia komponentów Przemysłu 4.0 ...	46
Wykres 17. Deklaracje posiadania pracowników z odpowiednią wiedzą potrzebną do rozwoju i wdrażania P4.0.	49
Wykres 18. Deklaracje posiadania pracowników z odpowiednimi umiejętnościami praktycznymi potrzebnymi do rozwoju i wdrażania P4.0.	50
Wykres 19. Deklarowana liczba pracowników z odpowiednim doświadczeniem zawodowym potrzebnym do rozwoju i wdrażania P4.0.....	50
Wykres 20. Deklaracje posiadania pracowników z odpowiednimi kompetencjami twardymi potrzebnymi do rozwoju i wdrażania P4.0.	51
Wykres 21. Deklaracje posiadania pracowników z odpowiednimi kompetencjami miękkimi potrzebnymi do rozwoju i wdrażania P4.0.	51
Wykres 22. Deklaracje aktywnego poszerzenia kompetencji pracowników badanych firm w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne.....	53
Wykres 23. Deklaracje motywacji do wykonywania obowiązków służbowych przez pracowników badanych firm w trzech regionalnych specjalizacjach inteligentnych	53
Wykres 24. Deklarowany odsetek pracowników, którzy w ciągu ostatnich 3 lat wzięli udział w chociaż 1 szkoleniu związanym z nowymi technologiami w przemyśle, w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	54
Wykres 25. Deklaracje występowania braków kadrowych wynikających z zapotrzebowania przemysłu 4.0 w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	54
Wykres 26. Deklaracje posiadania odpowiedniej liczby pracowników do skutecznego rozwoju i wdrażania nowych technologii cyfrowych w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	55
Wykres 27. Zatrudnienie nowych pracowników w związku z wprowadzeniem rozwiązań związanych z P4.0. w firmie w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	55
Wykres 28. Trudności w kontekście zrekrutowania wykwalifikowanych pracowników w wyniku potrzeb stawianych przez P4.0 w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	56
Wykres 29. Posiadanie odpowiednich zasobów infrastrukturalnych potrzebnych do rozwoju i wdrażania nowych technologii cyfrowych w badanych firmach w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	57
Wykres 30. Posiadanie odpowiednich zasobów finansowych potrzebnych do rozwoju i wdrażania nowych technologii cyfrowych w badanych firmach w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	58
Wykres 31. Odbieranie P4.0. jako szansy na rozwój lub zagrożenie	63
Wykres 32. Fakt odnotowywania barier przy wdrażaniu P4.0.....	63
Wykres 33. Deklaracje współpracy innymi podmiotami/partnerami w obszarze transformacji cyfrowej w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	65

Wykres 34. Korzystanie ze wsparcia zewnętrznego w obszarze transformacji cyfrowej w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	66
Wykres 35. Deklaracja korzystania ze wsparcia OCRG w podziale na trzy regionalne specjalizacje inteligentne	67

Inne

Rysunek 1. Komponenty Przemysłu 4.0	22
Mapa 1. Stopień wdrażania rozwiązań charakterystycznych dla Przemysłu 4.0 w Polsce – rok 2019	27