



Rzeszów
Marzec 2026

Analiza bieżących luk kompetencyjnych w przemyśle lotniczym

Raport z badań

Raport z badań

Analiza bieżących luk kompetencyjnych w przemyśle lotniczym

Niniejszy raport powstał w ramach projektu "**Sektorowa Rada ds. Kompetencji Sektor Przemysł Lotniczy**" na podstawie Umowy o dofinansowanie nr FERS.01.10-IP.09-0009/25. Projekt dofinansowany z programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus.

Autorstwo

Realizacja badań:

Anna Sadowy, Podkarpackie Centrum Innowacji Sp. z o. o.

Hubert Kawalec, Podkarpackie Centrum Innowacji Sp. z o. o.

Konsultacje merytoryczne:

Grupa robocza ds. identyfikacji potrzeb kwalifikacyjno-zawodowych w przemyśle lotniczym w składzie:

Marta Rokoszak, Lucyna Pasternak, Olga Jaśkiewicz, Sławomir Gawroński, Jerzy Pater, Tadeusz Gancarczyk, Jerzy Żółtak

zewnątrzni eksperci:

Anna Jakubowska – Polskie Zakłady Lotnicze, Timea Sulenta-Pluta – Podkarpackie Centrum Innowacji, Joanna Mierzwińska – WSK PZL-Świdnik, Jadwiga Gębka – Collins Aerospace

Justyna Pietras, Zofia Siodmiak, Iwona Uchnast

Redakcja i skład: Hubert Kawalec, Podkarpackie Centrum Innowacji Sp. z o. o.

Rzeszów, marzec 2026

Publikacja jest dostępna na licencji Creative Commons Uznanie Autorstwa 4.0.

Przystępne podsumowanie licencji jest dostępne jest na stronie

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>

a pełna licencja w języku angielskim jest dostępna na stronie

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.en>

Licencja ta pozwala na kopiowanie, zmienianie, rozprowadzanie, przedstawianie i wykonywanie utworu jedynie pod warunkiem oznaczenia autorstwa.

Z powyższej licencji wyłączone są następujące materiały użyte w publikacji:

Obraz wykorzystany w projekcie okładki autorstwa Pexels / Canva



Spis treści

Wprowadzenie.....	4
1. Propozycje kierunków tworzenia nowych rekomendacji dla przemysłu lotniczego	13
2. Charakterystyka badanej próby – badania CAWI	23
3. Poszukiwane zawody	35
4. Kwalifikacje i kompetencje	53
5. Przemysł 4.0.....	106
6. Absolwenci i edukacja	125
7. Pracownicy szczególnie zagrożeni na rynku pracy.....	156
8. Standardy.....	163
Podsumowanie	169
Bibliografia.....	181
Spis wykresów	184
Spis tabel	186

Wprowadzenie

Przemysł lotniczy w Polsce jest integralną częścią światowego sektora przemysłu lotniczego. Stanowi ważny element w globalnych łańcuchach dostaw w ramach sektora. Objawia się to zarówno przez strukturę własności jak i powiązania kooperacyjne¹ przez co obecni są w Polsce najwięksi końcowi producenci zarówno samolotów (Airbus i Boeing) jak i helikopterów (Leonardo i Sikorsky). Znaczącą pozycję w krajowym przemyśle lotniczym zajmują także producenci silników i przekładni lotniczych (Pratt&Whitney, GE Aerospace, MTU Aero Engine, Safran, Aero Gear Box). Wśród producentów obecni są także producenci awioniki oraz komponentów i wyposażenia statków powietrznych (Collins Aerospace, Recaro Aircraft Seating, Woodward). Krajowy kapitał reprezentowany jest przez podmioty należące do Polskiej Grupy Zbrojeniowej (WZL-1 i WZL-2, WSK Kalisz) oraz szereg małych i średnich przedsiębiorstw stanowiących sieć dostawców sektora. Spośród firm zajmujących się świadczeniem usług serwisowych i utrzymaniem zdolności samolotów do lotu (MRO) można wskazać spółki należące do Polskiej Grupy Lotniczej tj. LOT Aircraft Maintenance Services, LS Technics i Central European Engine Services zajmujących się obsługą samolotów, czy też firmy XEOS, EME AERO i Hamilton Sundstrandt koncentrujących się na serwisie i remontach silników lotniczych.

Analiza prognozowanych, globalnych trendów w przewozach lotniczych wskazuje na wyraźny wzrost ruchu lotniczego pasażerskiego i cargo w kolejnych latach. Wzrost ruchu lotniczego wraz z koniecznością ciągłego odnawiania floty statków powietrznych wskazuje na znaczny wzrost zamówień na statki powietrzne w skali globalnej. Wg zaktualizowanej² po pandemii COVID-19 prognozy Airbusa³ i Boeinga⁴, wzrost przewozów i wymiana floty do 2043 roku wygeneruje zapotrzebowanie na 42 430 nowych statków powietrznych, z czego 60% związane będzie ze wzrostem ruchu, zaś pozostałe 40% wynikać będzie z wymiany obecnej floty⁵. Zaspokojenie oczekiwanego wzrostu zamówień na statki powietrzne będzie możliwe tylko przez wzrost zdolności produkcyjnych i związanego z tym wzrostu zapotrzebowania na nowych wysokokwalifikowanych pracowników. Jest to niezbędne do zapewnienia ciągłości procesów produkcyjnych i serwisowych w trakcie pełnego cyklu życia wytwarzanych statków powietrznych.

Drugim wyzwaniem jest osiągnięcie do 2050 roku neutralności klimatycznej w zakresie emisji gazów cieplarnianych przez przemysł i transport lotniczy. Wymaga to rozwoju: nowych

¹ Ernst & Young, Polski Przemysł Lotniczy - Potencjał i perspektywy rozwoju, 2024,

https://www.dolinalotnicza.pl/wp-content/uploads/2024/10/Raport_SPPL_Polski-Przemysl-Lotniczy.pdf

² Tamże.

³ Airbus, Global Market Forecast, Cities, Airports & Aircraft 2019-238,2019

⁴ Boeing, Commercial Market Outlook, 2019-2038, 2019

⁵ Strategic Research and Innovation Agenda (Strategic Research and Innovation Agenda, Clean Aviation, 2021. 2024

napędów, nowych źródeł energii (baterie, wodór, SAF) jak i istotnego wzrostu efektywności energetycznej statków powietrznych⁶.

Trzecim wyzwaniem będzie efektywne wdrożenie założeń Przemysłu 4.0 oraz cyfryzacja procesów na wszystkich etapach cyklu życia statku powietrznego oraz robotyzacja procesów, jako niezbędny krok w utrzymaniu konkurencyjności i sprośtaniu wzrostowi zapotrzebowania na nowe statki powietrzne.

Czynniki te będą miały wpływ na generowanie zapotrzebowania przez przemysł lotniczy na specjalistów o zupełnie nowych kompetencjach.

Założenia metodologiczne

Główny problem badawczy został sformułowany następująco: jakie kwalifikacje i kompetencje (według podmiotów sektora przemysłu lotniczego w Polsce) są kluczowe dla obecnych i przyszłych pracowników oraz jakie działania mogą podjąć przedsiębiorstwa i system edukacji, aby sprośtać wymaganiom Przemysłu 4.0, niedopasowaniom absolwentów szkół branżowych i zmieniającym się potrzebom rynku pracy. Operacjonalizacja tego problemu obejmuje sześć wzajemnie powiązanych obszarów badawczych: (1) identyfikację kompetencji pożądaných w perspektywie krótko- i średnioterminowej; (2) ocenę wpływu wdrożenia Przemysłu 4.0 na funkcjonowanie sektora; (3) diagnozę luk w kompetencjach zawodowych; (4) analizę efektywności kształcenia zawodowego; (5) ocenę sytuacji grup szczególnie zagrożonych na rynku pracy; (6) ocenę krajowych i europejskich standardów kwalifikacyjnych i szkoleniowych.

Oto uszczegółowiona problematyka badawcza:

Tabela 1 Problematyka badawcza

Obszary badawcze	Pytania problemowe II stopnia	Pytania problemowe III stopnia	Wskaźniki
Identyfikacja kompetencji, które w perspektywie krótko- i średnioterminowej będą najbardziej pożądané na rynku pracy (połączono z obszarem: Diagnoza luk i potrzebnych zmian w kompetencjach zawodowych poprzez wskazywanie aktualnych i prognozowanych	1. Jakie kwalifikacje oraz kompetencje – zarówno techniczne (w tym cyfrowe), jak i miękkie – są uznawane przez organizację za kluczowe dla pracowników sektora przemysłu lotniczego obecnie oraz w perspektywie krótko- (3	1.1 Jakie kwalifikacje i kompetencje, zdaniem organizacji, wymagają obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród potencjalnych i zatrudnionych pracowników?	<ul style="list-style-type: none"> liczba i struktura wskaźników konkretnych kwalifikacji i kompetencji technicznych, poziom posiadanych kwalifikacji i kompetencji u kandydatów aplikujących do organizacji (ocena subiektywna),

⁶ Tamże.

Obszary badawcze	Pytania problemowe II stopnia	Pytania problemowe III stopnia	Wskaźniki	
umiejętności, zarówno tych technicznych związanych z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi cyfrowych, jak i „miękkich”, których oczekuje przemysł lotniczy od absolwentów szkół branżowych)	lata) i średnioterminowej (5 lat)?	1.2 W jakim zakresie pracownicy organizacji zgłaszają potrzeby szkoleniowe związane z rozwojem wskazanych kwalifikacji i kompetencji?	<ul style="list-style-type: none"> • natężenie potrzeb szkoleniowych zgłaszanych przez pracowników (skale ocen), 	
		1.3 Czy oraz w jaki sposób organizacja podejmuje działania wspierające rozwój i aktualizację tych kwalifikacji i kompetencji (np. szkolenia, programy rozwojowe, współpraca z instytucjami edukacyjnymi)?	<ul style="list-style-type: none"> • zakres i intensywność działań podejmowanych przez organizację w celu uzupełniania kompetencji (np. liczba form wsparcia, częstotliwość). 	
		1.4 Jakie kompetencje miękkie i społeczne są oceniane jako deficytowe wśród kandydatów i obecnych pracowników?	<ul style="list-style-type: none"> • Ocena poziomu kompetencji miękkich pracowników/kandydatów; • identyfikowane deficyty wśród obecnych pracowników/kandydatów; • waga przypisywana kompetencjom miękkim vs technicznym 	
		1.5 Jakie kompetencje według specjalistów będą najbardziej pożądane za 3-5 lat?	<ul style="list-style-type: none"> • Ocena wzrostu/spadku znaczenia określonych kompetencji • Szacunki dotyczące pojawienia się nowych kompetencji 	
		1b. Jakie strategie rekrutacji i utrzymania talentów stosują firmy sektora lotniczego?	1b.1 Jakie kanały i metody rekrutacji są oceniane jako najefektywniejsze w pozyskiwaniu specjalistów lotniczych? (obecnie i prognozy na 3-5 lat)	<ul style="list-style-type: none"> • Ranking efektywności kanałów rekrutacyjnych; • ocena skuteczności współpracy z uczelniami; • preferowane metody rekrutacji dla stanowisk specjalistycznych • prognozy trendów na 3-5lat
			1b.2 Jakie działania employer branding i retencyjne są stosowane w firmach sektora lotniczego i jak są oceniane pod względem skuteczności?	<ul style="list-style-type: none"> • Ocena intensywności działań employer branding; • skuteczność strategii retencyjnych (wynagrodzenie, benefity, rozwój, kultura organizacyjna); • wskazanie najskuteczniejszych instrumentów

Obszary badawcze	Pytania problemowe II stopnia	Pytania problemowe III stopnia	Wskaźniki
		1b.3 Jakie bariery napotykają specjaliści HR w procesie pozyskiwania i utrzymania talentów?	<ul style="list-style-type: none"> • Identyfikowane bariery w rekrutacji (konkurencja, percepcja branży, wynagrodzenia, dostępność kandydatów); • bariery w retencji (rozwój, ścieżki kariery, kultura); • ocena trudności przewyżczenia barier
Ocena wpływu wdrożenia strategii Przemysłu 4.0 na działanie sektora i określenie związanych z tym zmian w produkcji, automatyzacji procesów i usług, wdrażania systemów IT czy implementacją sztucznej inteligencji oraz zmiany popytu na zawody i kompetencje.	2. W jakim stopniu wdrożenie rozwiązań charakterystycznych dla Przemysłu 4.0 (automatyzacja, robotyzacja, systemy IT, sztuczna inteligencja) wpłynęło na funkcjonowanie organizacji, w szczególności na zapotrzebowanie na określone kwalifikacje i kompetencje pracowników?	<p>2.1 Czy na skutek wdrażania rozwiązań Przemysłu 4.0 zaszyły w organizacji zmiany w strukturze zatrudnienia (np. powstawanie nowych stanowisk, redukcja dotychczasowych ról)?</p> <p>2.2 W jakim stopniu wdrożenie Przemysłu 4.0 wpłynęło na zmianę popytu organizacji na określone kwalifikacje i kompetencje pracowników?</p> <p>2.3 Jakie kompetencje z obszaru Przemysłu 4.0 i cyfryzacji są prognozowane jako kluczowe w najbliższych 3-5 latach?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ocena stopnia wpływu wdrożenia Przemysłu 4.0 (skale porządkowe), • udział komórek organizacyjnych objętych automatyzacją i cyfryzacją, • liczba nowo utworzonych stanowisk związanych z IT, automatyką, analizą danych lub AI. • Dynamika zmian popytu w ostatnich 5 latach (np. analiza ofert pracy – w uznaniu HR-owców) • Prognozowane kompetencje przyszłościowe (AI, automatyzacja, cyberbezpieczeństwo, druk 3D); • ocena gotowości obecnych pracowników do zdobycia kompetencji do wdrożenia nowych technologii; • identyfikowane luki w przygotowaniu kadr • ocena potencjału rynku pracy (posiadania kompetencji przez kandydatów)
Określenie stopnia niedopasowania absolwentów szkół technicznych i branżowych do potrzeb i wymagań pracodawców przemysłu lotniczego i luk w systemie edukacji do potrzeb rynku w kontekście przenikania się zawodów, przywiązywania coraz większej wagi do pracy zespołowej i	3. Jak organizacja ocenia poziom wiedzy, kwalifikacji i kompetencji absolwentów szkół technicznych i branżowych w kontekście wymagań stawianych pracownikom przemysłu lotniczego?	3.1 Jak oceniany jest poziom przygotowania teoretycznego i praktycznego absolwentów podejmujących pracę w organizacji?	<ul style="list-style-type: none"> • odsetek respondentów wskazujących na niedopasowanie kompetencyjne absolwentów, • ocena stopnia niedopasowania absolwentów do potrzeb organizacji (skale ocen).

Obszary badawcze	Pytania problemowe II stopnia	Pytania problemowe III stopnia	Wskaźniki
<p>zapotrzebowania na pracowników o wielu umiejętnościach, ale rozwijanych na różnym poziomie.</p>		<p>3.2 Jakie luki kompetencyjne (techniczne i miękkie) organizacja najczęściej identyfikuje u absolwentów szkół technicznych i branżowych?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • struktura i częstość występowania wskazywanych luk kompetencyjnych,
		<p>3.3 Które z tych luk kompetencyjnych w największym stopniu utrudniają proces adaptacji zawodowej i efektywne wykonywanie pracy?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wskazanie luk kompetencyjnych w skali (od wykluczenia absolwenta do możliwości szybkiej adaptacji)
		<p>3.4 Jakie kompetencje i kwalifikacje powinny być rozwijane w systemie edukacji, aby lepiej przygotować przyszłe kadry dla sektora?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wskazanie priorytetowych kompetencji do rozwoju w edukacji; • ocena zgodności programów nauczania z potrzebami branży; • rekomendowane zmiany w programach
		<p>3.5 Jakie działania ze strony pracodawców mogłyby wspierać lepsze przygotowanie studentów i uczniów do pracy w sektorze lotniczym?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wskazanie działań wspierających przygotowanie kadr (staże, projekty, mentoring, gościnne wykłady) – ocena efektywności poszczególnych form; • ocena obecnego zaangażowania firm; bariery współpracy • wskazania na kierunki rozwoju współpracy
<p>Wskazanie barier dotyczących kształcenia zawodowego z punktu widzenia organizacji (zmieniono na: z punktu widzenia organizacji, z: z punktu widzenia szkół i nauczycieli kształcenia zawodowego)</p>	<p>4. Jak organizacja ocenia programy kształcenia zawodowego pod kątem ich zgodności z aktualnymi i przyszłymi potrzebami przemysłu lotniczego?</p>	<p>4.1 Jakie bariery i trudności organizacja identyfikuje w procesie dopasowania kompetencji absolwentów do swoich potrzeb?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • liczba i rodzaj wskazywanych barier systemowych i organizacyjnych, • odsetek respondentów identyfikujących poszczególne bariery,
		<p>4.2 Czy oraz w jakim zakresie organizacja angażuje się w projektowanie lub modyfikację programów kształcenia zawodowego?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wskazania na poszczególne działania (rady programowe, konwenty pracodawców, badania konsultacyjne, współpraca w ramach ram kształcenia praktycznego etc.)

Obszary badawcze	Pytania problemowe II stopnia	Pytania problemowe III stopnia	Wskaźniki
	4b. Jakie wyzwania i prognozy dotyczące rozwoju zasobów ludzkich identyfikują specjaliści HR w przemyśle lotniczym?	<p>4.3 Jakie działania lub zmiany w systemie kształcenia zawodowego mogłyby – zdaniem organizacji – skutecznie ograniczyć identyfikowane bariery?</p> <p>4b.1 Jakie wyzwania demograficzne i rynkowe wpływają na dostępność talentów w sektorze lotniczym?</p> <p>4b.2 Jakie kompetencje i kwalifikacje będą kluczowe w perspektywie 5-10 lat, biorąc pod uwagę rozwój technologii i zrównoważony rozwój sektora?</p> <p>4b.3 Jakie działania systemowe (np. na poziomie branżowym, regionalnym, krajowym) mogłyby wspierać budowanie potencjału kadrowego sektora lotniczego?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • katalog rekomendowanych działań naprawczych. • Identyfikacja wyzwań demograficznych (starzenie kadry, brak młodych kandydatów); • wyzwania rynkowe (konkurencja, wynagrodzenia, mobilność); • wpływ na strategię HR • Prognozowane kompetencje przyszłościowe (5-10 lat); • ocena gotowości systemu edukacyjnego; • wyzwania w pozyskiwaniu tych kompetencji; • strategię przygotowania kadr przyszłościowych • Identyfikacja potrzeb systemowych (współpraca edukacja-biznes, programy branżowe etc.); • rola instytucji publicznych;
Analiza sytuacji pracowników znajdujących się w najtrudniejszej sytuacji na rynku pracy, tj. osób powyżej 50 roku życia lub o niskich kwalifikacjach lub absolwentów rozpoczynających pracę.	5. Jakie wyzwania napotyka organizacja w zatrudnianiu i utrzymaniu pracowników należących do grup szczególnie zagrożonych na rynku pracy?	<p>5.1 Jaka jest skala zatrudnienia w organizacji osób powyżej 50. roku życia, osób o niskich kwalifikacjach oraz absolwentów rozpoczynających karierę zawodową?</p> <p>5.2 Jakie działania adaptacyjne i strategie wsparcia organizacja stosuje wobec tych grup pracowników?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • liczba i struktura wskazywanych wyzwań, • udział pracowników z analizowanych grup w strukturze zatrudnienia, • zakres i ocena efektywności stosowanych działań wsparcia (skale ocen).
Identyfikacja narodowych (w obszarze Unii Europejskiej) standardów szkolenia zawodowego i podnoszenia kwalifikacji w odpowiedzi na globalizację/ internacjonalizację,	6. Jakie krajowe i unijne standardy w zakresie kształcenia zawodowego oraz podnoszenia kwalifikacji wpływają na praktyki HR w organizacji?	6.1 W jaki sposób organizacja dostosowuje swoje programy szkoleniowe oraz politykę rozwoju kompetencji do obowiązujących	<ul style="list-style-type: none"> • liczba identyfikowanych standardów i regulacji, • stopień ich implementacji w polityce HR organizacji, • odsetek działań szkoleniowych zgodnych ze standardami UE.

Obszary badawcze	Pytania problemowe II stopnia	Pytania problemowe III stopnia	Wskaźniki
		standardów krajowych i unijnych?	

W trakcie działań związanych z budową narzędzi badawczych, zoptymalizowano liczbę problemów badawczych i wskaźników do poziomu umożliwiającego zbudowanie kwestionariusza możliwego do przeprowadzenia w zdefiniowanej próbie badawczej.

W ramach projektu zastosowano triangulację metod badawczych — połączenie ilościowej metody badań społecznych z wykorzystaniem techniki CAWI (Computer-Assisted Web Interviewing) z metodą analizy dokumentów (Desk Research). Triangulacja metod zapewniła uzyskanie wiarygodnych, wielowymiarowych wyników oraz możliwość weryfikacji ich koherencji i reprezentatywności. Wybór techniki CAWI podyktowany był jej wysoką efektywnością w badaniach prowadzonych na licznych i zróżnicowanych populacjach oraz możliwością zapewnienia pełnej standaryzacji procesu pomiaru. Proces ankietyzacji przeprowadzono z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania LimeSurvey, umożliwiające projektowanie zaawansowanych, w pełni standaryzowanych kwestionariuszy oraz ich elektroniczną dystrybucję. Badanie zrealizowano z poszanowaniem zasad równości kobiet i mężczyzn oraz równości szans i niedyskryminacji, w tym dostępności dla osób z niepełnosprawnościami; w celu zapewnienia pełnej dostępności przewidziano możliwość realizacji badania również w formule CATI (Computer-Assisted Telephone Interviewing).

Narzędzie badawcze zostało opracowane w bezpośrednim odniesieniu do sformułowanych problemów badawczych, co zapewniło spójność metodologiczną — zgodność celów badawczych, założeń teoretycznych oraz zakresu pozyskiwanych danych empirycznych. Badania CAWI uzupełniono metodą Desk Research, która posłużyła do triangulacji wyników oraz weryfikacji koherencji opinii specjalistów HR z danymi zawartymi w raportach branżowych, dokumentach strategicznych i rekomendacjach instytucjonalnych. Desk Research pozwolił na umieszczenie wyników badania w szerszym kontekście europejskich trendów i polityki gospodarczej, obejmując kluczowe dokumenty o zasięgu krajowym (Raportu E&Y, LOTKOS, Strategia Badawcza PPL) oraz międzynarodowym (OECD Learning Compass 2030, WEF Future of Jobs 2025, SkillUP, EUCASS).

Struktura raportu

Raport składa się z ośmiu rozdziałów merytorycznych, poprzedzonych niniejszym wprowadzeniem i zamkniętym podsumowaniem. Rozdział 1 „Propozycje kierunków tworzenia nowych rekomendacji dla przemysłu lotniczego” stanowi syntetyczne tło analityczne oparte na Desk Research - identyfikuje główne trendy technologiczne, regulacyjne i demograficzne kształtujące sektor oraz formułuje propozycje zakresów rekomendacji dla Sektorowej Rady ds. Kompetencji. Rozdział 2 „Charakterystyka badanej próby” prezentuje strukturę respondentów według wielkości przedsiębiorstwa, kodu PKD, segmentu branżowego, zasięgu geograficznego działalności oraz intensywności procesów rekrutacyjnych, wykazując dominację dużych firm produkcji silnikowej i komponentów strukturalnych przy relatywnie mniejszej reprezentacji MRO statków powietrznych i dopiero kształtującego się segmentu dronowego. Rozdział 3 „Poszukiwane zawody” dostarcza diagnozy struktury popytu rekrutacyjnego w pięciu obszarach: produkcja i montaż, inżynieria i projektowanie, serwis i utrzymanie (MRO), jakość i bezpieczeństwo oraz specjalizacje, uzupełnionej o analizy tabel krzyżowych weryfikujących istotne statystycznie zależności między subsektorem a priorytetami rekrutacyjnymi - m.in. potwierdzenie koncentracji zapotrzebowania na technika mechanika lotniczego w firmach MRO oraz na operatorów i programistów CNC w subsektorze silnikowym. Rozdział 4 „Kwalifikacje i kompetencje” stanowi najobszerniejszą część raportu. Obejmuje analizę deficytów wykształcenia formalnego, kwalifikacji zawodowych, certyfikatów i uprawnień, kompetencji technicznych (w tym cyfrowych), ocenę poziomu kandydatów do pracy, zapotrzebowanie na szkolenia, kompetencje miękkie oraz analizę działań rozwojowych podejmowanych przez badane przedsiębiorstwa wraz z oceną ich skuteczności. Rozdział 5 „Przemysł 4.0” to analiza realnego zakresu wdrożeń technologii czwartej rewolucji przemysłowej w badanych przedsiębiorstwach i ich wpływ na strukturę zatrudnienia, dynamikę zapotrzebowania kompetencyjnego oraz prognozy na kolejne 3–5 lat, ze szczególnym uwzględnieniem automatyzacji, robotyzacji, systemów MES/IoT, sztucznej inteligencji, cyberbezpieczeństwa OT/ICS oraz technologii Digital Twin.

Rozdział 6 „Absolwenci i edukacja” analizuje ocenę przygotowania absolwentów szkół branżowych i uczelni, efektywność form współpracy przedsiębiorstw z instytucjami edukacyjnymi oraz bariery utrudniające tę współpracę, wskazując na dominację modelu praktycznego (staże, praktyki, studia dualne) nad modelami systemowej integracji

programowej. Rozdział 7 „Pracownicy szczególnie zagrożeni na rynku pracy” poddaje analizie sytuację czterech grup defaworyzowanych: pracowników 50+, absolwentów, osób słabo wykształconych i osób z niepełnosprawnościami - w wymiarze zarówno struktury zatrudnienia, jak i typologii wyzwań deklарowanych przez pracodawców, z uwzględnieniem mechanizmów selektywnego wykluczania na etapie rekrutacji. Rozdział 8 „Standardy” diagnozuje zakres stosowania i głębokość implementacji sześciu kluczowych systemów normalizacyjnych (RODO, AS9100/ISO 9001, ISO 45001, EASA Part-66/145/147, EQF, ZSK), ujawniając trójstopniową hierarchię upowszechnienia standardów oraz strukturalny rozłam między formalną architekturą kwalifikacyjną UE a praktyką sektorową.

Raport został osadzony w kontekście analiz międzynarodowych i krajowych dokumentów strategicznych, co pozwala odnieść wyniki badań własnych do szerszych trendów transformacji kompetencyjnej w lotnictwie światowym i zapewnia koherencję analityczną całego opracowania.

1. Propozycje kierunków tworzenia nowych rekomendacji dla przemysłu lotniczego

Niniejszy rozdział stanowi podsumowanie analizy desk research przeprowadzonej w celu zidentyfikowania kierunków tworzenia nowych rekomendacji przez Sektorową Radę ds. Kompetencji w Sektorze Lotniczym (dział: produkcja, MRO, inżynieria) w bieżącej edycji działalności (2025-2029).

Analiza oparta jest na rekomendacjach Sektorowej Rady ds. Kompetencji Przemysł Lotniczo-Kosmiczny (LOTKOS) z lat 2020-2021 i ich uzupełnieniach, raportach branżowych (Raport Ernst & Young „Polski Przemysł Lotniczy – Potencjał i perspektywy rozwoju” z 2024, Strategia Przemysłu Lotniczego z 2014), dokumentach OECD Learning Compass 2030 oraz zadaniach badawczych określonych we wnioskach projektowych Rady (2025-2029).

Cel raportu: wskazanie najważniejszych luk kompetencyjnych, trendów branżowych i obszarów badawczych, które powinny stanowić podstawę do formułowania nowych rekomendacji przez Radę.

Analiza opierała się na trzech głównych kategoriach źródeł:

- **Rekomendacje Rady LOTKOS:** Rekomendacja z 2020 r. (35 kwalifikacji dla sektora lotniczego), Rekomendacja nadzwyczajna z 2021 r. (COVID-19), Uzupełnienia do rekomendacji 2020 r. (2023).
- **Dokumenty strategiczne:** Strategia Przemysłu Lotniczego 2014, Raport Ernst and Young „Polski Przemysł Lotniczy – Potencjał i perspektywy rozwoju” (2024), wnioski projektowe SRK (2025-2029).
- **Międzynarodowe ramy kompetencji:** OECD Learning Compass 2030, EASA Part 66 i Part 147, AS9100, ICAO Annex 6.

Prognozowany wzrost zatrudnienia i luki kompetencyjne

Na podstawie raportów branżowych prognozuje się wzrost produkcji nowych statków powietrznych, wzrost zapotrzebowania na serwis (MRO) floty obecnej i prognozowanej, oraz rosnące inwestycje w cyfryzację i transformację 4.0.

Szacunkowe luki kompetencyjne (na podstawie rekomendacji 2020-2021):

- SMS (Safety Management System)
- Jakość/Compliance
- Mechanicy lotniczy (MRO)
- Specjaliści ds. materiałów i obróbki
- Specjaliści ds. cyfryzacji

Potrzeby kompetencyjne zidentyfikowane na podstawie rekomendacji 2020-2021

Analiza 35 kwalifikacji zaproponowanych w rekomendacji 2020 wykazała, że większość dotyczyła obsługi naziemnej lotnisk (bagaż, DGR, pasażerowie), obsługi bezałogowych statków powietrznych, zarządzania bezpieczeństwem (SMS) i zarządzania jakością. Brakujące elementy to kompetencje techniczne dla produkcji i MRO (mechanicy, inżynierowie), kompetencje związane z Przemysłem 4.0, kompetencje w cyberbezpieczeństwie OT/ICS oraz kompetencje w logistyce lotniczej i zarządzaniu łańcuchem dostaw. Rekomendacja nadzwyczajna 2021 skupiła się na doradztwie dla organizacji lotniczych w zakresie optymalizacji zasobów, zarządzania bezpieczeństwem w warunkach kryzysu i zachowaniu ciągłości działania. Ujawniła potrzebę stałego monitorowania zmian zewnętrznych (kryzysy geopolityczne, regulacje) na „lotniczym” rynku pracy.

Nowe trendy i wyzwania w przemyśle lotniczym

Trendy technologiczne – Przemysł 4.0

Przemysł 4.0 w produkcji i MRO obejmuje wdrażanie Manufacturing Execution System (MES), IoT w monitorowaniu procesów produkcyjnych i serwisowych, predyktywną konserwację (PHM – Prognostics and Health Management), druk 3D dla części zamiennych oraz digital twin dla symulacji procesów. Implikacje dla kompetencji to rosnące zapotrzebowanie na techników i inżynierów o umiejętnościach cyfrowych, potrzeba

przekwalifikowań dla personelu tradycyjnie szkolącego się w obróbce manualnej, oraz nowe role: analityk danych w lotnictwie, specjalista ds. IoT, inżynier systemowy digital twin.

Trendy regulacyjne i bezpieczeństwo

Cyberbezpieczeństwo (OT/ICS)

Ustawa o cyberbezpieczeństwie (2019), Krajowy System Cyberbezpieczeństwa, Dyrektywa NIS2 (wdrażanie w Polsce do 2024 r.), oraz norma IEC 62443 definiują wymogi bezpieczeństwa systemów przemysłowych. Rosnące zagrożenia (ransomware, ataki na łańcuch dostaw) wymagają specjalistów ds. cyberbezpieczeństwa OT/ICS, audytów i asystentów bezpieczeństwa cybernetycznego oraz procedur reagowania na incydenty cybernetyczne.

Zielona transformacja

ICAO CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation), regulacje UE dotyczące zrównoważonego lotnictwa (SAF – Sustainable Aviation Fuels) oraz wymogi efektywności energetycznej wpływają na potrzebę wiedzy o alternatywnych paliwach lotniczych, efektywności operacyjnej oraz kompetencji w zarządzaniu środowiskowym i raportowaniu ESG.

Trendy demograficzne i rynku pracy

Migracja talentów do branż bardziej opłacalnych (automotive, tech), migracja zagraniczna oraz niedobór nauczycieli w szkołach technicznych to wyzwania wymagające programów reskillingowych, **atrakcyjnych ofert edukacyjnych**, mentoringu dla nowych pracowników oraz wsparcia dla pracowników 50+ i grup w szczególnej sytuacji poprzez **programy long life learning**.

Propozycje zakresów rekomendacji na bieżącą edycję

Priorytet 1: Zarządzanie jakością i zgodnością (Quality & Compliance)

Obszar kompetencji:

- Wiedza o systemach zarządzania jakością w przemyśle lotniczym
- Umiejętność przeprowadzania audytów procesów i systemów
- Zdolność do identyfikacji, dokumentowania i zarządzania niezgodnościami
- Rozumienie procedur certyfikacji organizacji i procesów
- Umiejętność analizy i wdrażania działań naprawczych

Uzasadnienie: Wymagania w zakresie zapewnienia, niespotykanego w innych sektorach, poziomu bezpieczeństwa produktów sektora sprawiają, że zagadnienia związane z ich jakością i zgodnością znajdują swoje odzwierciedlenie w regulacjach i procedurach jakościowych odnoszących się zarówno do procesów produkcji jak i certyfikacji. Powyższe sprawia, że kompetencje związane zarządzaniem jakością i zgodnością są istotne dla sektora.

Format wsparcia: Szkolenia certyfikujące, programy podnoszenia kwalifikacji dla pracowników mających kontakt z systemami jakości, warsztaty praktyczne dla zespołów odpowiedzialnych za compliance, mentoring dla osób przejmujących role w jakości.

Priorytet 2: Kompetencje techniczne w zakresie serwisowania i utrzymania w ruchu produktów

Obszar kompetencji:

- Diagnostyka i rozwiązywanie problemów technicznych w systemach mechanicznych i awionicznych
- Zdolność do pracy z dokumentacją techniczną (procedury, schematy, instrukcje)
- Umiejętność planowania i wykonywania przeglądów zgodnie z harmonogramami
- Wiedza o materiałach lotniczych i procesach naprawczych
- Zdolność do prognozowania awarii i zarządzania niezawodnością systemów
- Praktyczne umiejętności w obróbce, spawaniu, montażu precyzyjnym

Uzasadnienie: prognozowany wzrost zapotrzebowania na statki powietrzne w skali globalnej wygeneruje istotny wzrost zapotrzebowania na serwisowanie i obsługę produktów sektora. Aktualnie w Polsce obserwujemy dynamiczny wzrost lokowanych centrów serwisowych. Utrzymanie trendu wymaga stałego dopływu wysoko wykwalifikowanych

pracowników zapewniających możliwość świadczenie usług w wymagającym i silnie uregulowanym środowisku.

Format wsparcia: Szkolenia praktyczne w realnym środowisku zakładów MRO, programy podnoszenia kwalifikacji dla pracowników, warsztaty specjalistyczne dotyczące nowych materiałów i technologii naprawczych, mentoring od doświadczonych specjalistów.

Priorytet 3: Kompetencje cyfrowe i wdrażanie Przemysłu 4.0

Obszar kompetencji:

- Wiedza o systemach IT wspierających produkcję i utrzymanie ruchu (MES, CMMS, ERP)
- Umiejętność pracy z danymi z procesów produkcyjnych i serwisowych
- Zdolność do interpretacji i analizy danych dla poprawy procesów
- Rozumienie IoT i systemów monitorowania w czasie rzeczywistym
- Umiejętność wdrażania nowych rozwiązań cyfrowych w organizacji
- Świadomość zagrożeń cybernetycznych w środowisku produkcyjnym (OT/ICS)
- Zdolność do pracy z systemami automatyzacji i sterowania (SCADA, PLC)

Uzasadnienie: Globalne trendy rozwojowe: transformacja cyfrowa oraz robotyzacja wpływają również na działania w sektorze produkcji lotniczej. Ich wdrożenie oraz późniejsza obsługa generuje zapotrzebowanie na doskonalenie istniejących oraz nowe kwalifikacje. To one pozwolą na zwiększenie efektywności procesów, redukcji kosztów utrzymania produktów, wzrost cyberbezpieczeństwa, czy też poprawa konkurencyjności.

Format wsparcia: Szkolenia modułowe umożliwiające pracownikom nabycie umiejętności cyfrowych, e-learning, warsztaty hands-on z rzeczywistymi systemami, programy mentoringu łączące wiedzę tradycyjną z cyfrową.

Priorytet 4: Kompetencje inżynierskie i projektowe w produkcji

Obszar kompetencji:

- Wiedza o procesach projektowania systemów zgodnie z międzynarodowymi standardami i regulacjami
- Umiejętność pracy z dokumentacją techniczną i zarządzaniem konfiguracją
- Wiedza o materiałach lotniczych i ich właściwościach

- Zdolność do przygotowania i zarządzania dokumentacją do celów certyfikacji
- Umiejętność analizy zgodności rozwiązań technicznych z wymogami regulacyjnymi
- Wiedza o procesach produkcji, montażu i testowania
 - Umiejętność zarządzania projektami na poziomie wymaganych przez międzynarodowe łańcuchy dostaw

Uzasadnienie: Polski przemysł lotniczy jest integralną częścią, charakterystyczną dla sektora, globalnych łańcuchów dostaw. Powiązania kooperacyjne i właścicielskie oraz potrzeba sprostania aktualnym wyzwaniom technicznym i technologicznym (w tym neutralności klimatycznej, cyfryzacji i robotyzacji) generują zwiększone zapotrzebowanie na inżynierów mogących pracować w międzynarodowych zespołach.

Format wsparcia: Szkolenia specjalistyczne dla inżynierów, programy podnoszenia kwalifikacji, warsztaty dotyczące nowych materiałów i technologii produkcyjnych, wymiana wiedzy z partnerami międzynarodowymi, certyfikacje zawodowe.

Priorytet 5: Kompetencje w zarządzaniu bezpieczeństwem, sytuacjami kryzysowymi i cyberbezpieczeństwem

Obszar kompetencji:

- Wiedza o systemach zarządzania bezpieczeństwem (SMS) w organizacjach lotniczych
- Umiejętność identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka
- Zdolność do analizy zdarzeń i wdrażania działań zapobiegawczych
- Wiedza o regulacjach i standardach bezpieczeństwa (EASA, ICAO)
- Umiejętność zarządzania ciągłością działania w sytuacjach kryzysowych
- Zdolność do reagowania na zagrożenia cyberbezpieczeństwa w systemach produkcyjnych
- Umiejętność komunikowania zagrożeń i zmian w organizacji

Uzasadnienie: spełnienie wymagań związanych z bezpieczeństwem produktów sektora jest jednym z kluczowych działań prowadzonych przez przemysł lotniczy. Ponadto zdarzenia ostatnich lat: COVID-19, niestabilność geopolityczna (w tym wojna na Ukrainie) oraz zwiększenie intensywności ataków na systemy cyfrowe uświadomił istotność rozbudowy kompetencji w zakresie zarządzania sytuacjami kryzysowymi oraz cyberbezpieczeństwem.

Format wsparcia: Szkolenia dla kierownictwa i pracowników, programy certyfikacji, warsztaty zarządzania kryzysowego, e-learning dotyczący regulacji bezpieczeństwa i cyberbezpieczeństwa, procedury i symulacje incydentów.

Priorytet 6: Kompetencje transwersalne (cross-cutting)

Obszar kompetencji:

- Myślenie systemowe – rozumienie powiązań między wszystkimi elementami łańcucha wartości od projektu poprzez produkcję do utrzymania ruchu
- Analityczne rozwiązywanie problemów – umiejętność identyfikacji przyczyn, analiza danych, formułowanie hipotez, testowanie rozwiązań
- Bezpieczeństwo i jakość jako wartość – internalizacja, że każda czynność ma wpływ na bezpieczeństwo operacji lotniczych, konsekwentne przestrzeganie procedur
- Komunikacja techniczna – jasne i precyzyjne przekazywanie informacji w piśmie i ustnie, w tym w języku angielskim
- Współpraca zespołowa – zdolność do pracy w wielobranżowych zespołach, akceptacja różnych perspektyw, dzielenie się wiedzą
- Uczucie się przez całe życie – otwartość na nowe technologie, regulacje, metody pracy; zdolność do samodzielnego podnoszenia kwalifikacji
- Zarządzanie czasem i priorytetami – umiejętność pracy pod presją czasową bez poświęcenia bezpieczeństwa i jakości
- Postawa etyczna – świadomość odpowiedzialności za bezpieczeństwo, uczciwość, gotowość do raportowania zagrożeń i błędów

Format wsparcia: Szkolenia miękkie dla całego personelu na wszystkich poziomach, programy mentoringu, warsztaty komunikacji i pracy zespołowej, e-learning dotyczący regulacji bezpieczeństwa, budowanie kultury bezpieczeństwa w organizacjach, coaching dla liderów.

Obszary badawcze wspierające budowę nowych rekomendacji

Tabela 2 Możliwe zakresy prac badawczych

Zakres - przedsiębiorstwa	Zakres - edukacja	Zakres - bezpieczeństwo	Zakres – kompetencje miękkie
Przedsiębiorstwa branży przemysłu lotniczego	Szkoły, uczelnie, long life learning	- polityka bezpieczeństwa	- w systemie edukacji formalnej i nieformalnej
- produkcja - serwis - wyszczególnienie produkcji dronów - gotowość do zmian, innowacji, rozwoju - zielona transformacja	- nauczyciele/wykładowcy - uczniowie/studenci - programy kształcenia - kształcenie praktyczne - programy podnoszenia kompetencji	- ochrona procesów - ochrona informacji - cyberbezpieczeństwo	- kompetencje komunikacyjne, pracy w grupie, gotowości podnoszenia kwalifikacji - kompetencje zarządcze

Źródło: opracowanie własne PCI

Przykłady problematyki:

Monitoring dynamiki rynku pracy i prognozowanie zapotrzebowania

Pytania badawcze:

- Jakie grupy zawodów będą kluczowe w horyzoncie 2025-2030 w produkcji i MRO?
- Jakie są skutki kryzysów geopolitycznych dla struktury zatrudnienia?
- Jakie są realne potrzeby kadrowe w regionalnych centrach produkcyjnych?

Wpływ Przemysłu 4.0 na kompetencje

Pytania badawcze:

- Które technologie (MES, IoT, AI, druk 3D) są wdrażane w polskim przemyśle?

- Jakie nowe role zawodowe powstają w wyniku automatyzacji?
- Jakie są luki kompetencyjne w obszarze cyfrowym?

Adekwatność systemu kształcenia

Pytania badawcze:

- Jakie są niedobory w programach nauczania dla produkcji i MRO?
- Jakie bariery utrudniają współpracę szkół z przemysłem?
- Jak skutecznie włączyć kompetencje miękkie do programów?

Rozwój Sektorowej Ramy Kwalifikacji (SRK)

Pytania badawcze:

- Które kwalifikacje z rekomendacji 2020 są aktualnie wdrażane?
- Jakie nowe kwalifikacje powinny być włączone do SRK?
- Jakie mechanizmy walidacji są efektywne w sektorze?

Międzynarodowa współpraca i transfer dobrych praktyk

Pytania badawcze:

- Jakie są standardy kompetencyjne w globalnych łańcuchach?
- Jakie inicjatywy europejskie mogą wspierać rozwój kompetencji?
- Jak Polska może być bardziej konkurencyjna?

Wnioski i rekomendacje dla rady

Główne wnioski z desk research

1. **Rekomendacje 2020-2021 obejmowały głównie sektor obsługi naziemnej**, a nie przemysł produkcyjny. Brakuje kompleksowych rekomendacji dla produkcji i MRO.
2. **Przemysł 4.0 stanowi wyzwanie** – pracownicy wymagają szkolenia w obsłudze systemów cyfrowych.

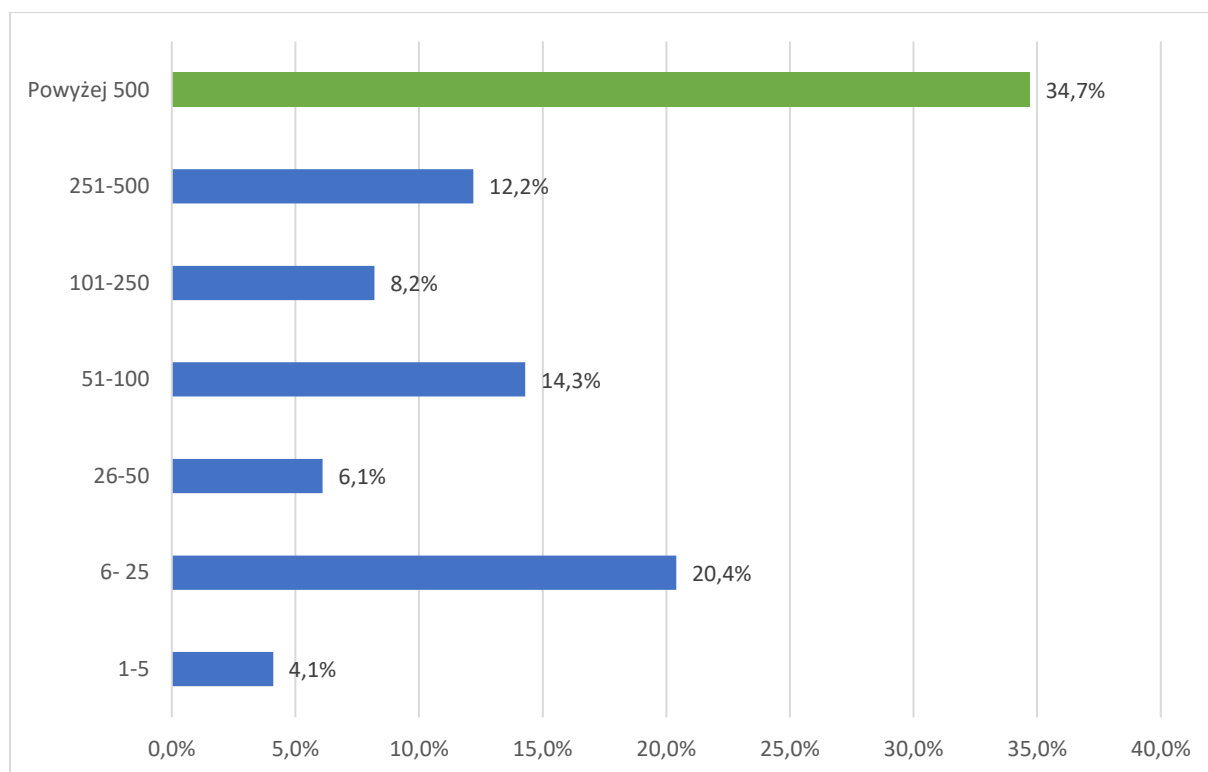
3. **Cyberbezpieczeństwo to nowy priorytet** – rosnące zagrożenia wymagają specjalistów ds. bezpieczeństwa systemów sterowania.
4. **Brakuje kompetencji transwersalnych** – przede wszystkim w komunikacji, współpracy zespołowej, adaptacyjności do zmian.
5. **System kształcenia zawodowego wymaga modernizacji** – luki między nauczaniem a wymaganiami pracodawców, tematyka staży i praktyk.
6. **Luki demograficzne** – utrata doświadczonych pracowników (emerytury, braki w nowopojawiających się kompetencjach), migracja zagraniczna, niedobór nauczycieli.
7. **Potrzeba stałego monitorowania** – zmiany regulacyjne wymagają elastyczności w formułowaniu rekomendacji.

Sugerowane działania wspierające

1. Stałe monitorowanie regulacji i zmian w wymaganiach EASA, ICAO, normach cyberbezpieczeństwa.
2. Włączenie mniejszych przedsiębiorstw – dotarcie do MŚP z sektora lotniczego.
3. Nawiązanie współpracy z instytucjami edukacyjnymi – wspólne opracowywanie programów szkoleniowych.
4. Wsparcie dla pracowników 50+ – programy reskillingu, mentoringu,
5. Benchmarking międzynarodowy – udział w europejskich sieciach, transfer dobrych praktyk.

2. Charakterystyka badanej próby – badania CAWI

Wykres 1 Liczba pracowników w badanych przedsiębiorstwach



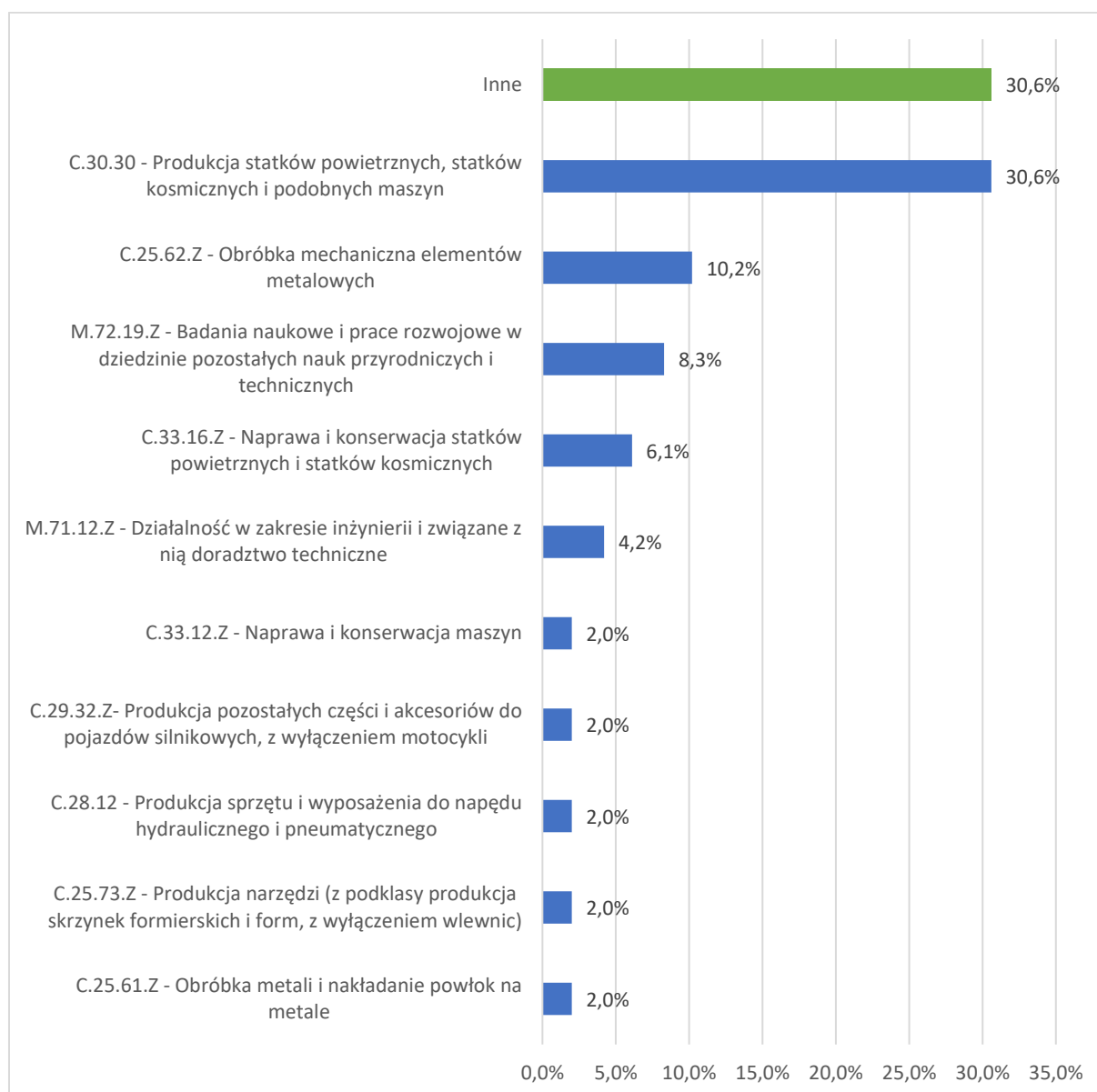
Źródło: badania własne PCI

Struktura próby jest wyraźnie przesunięta w stronę dużych firm. Najliczniejszą kategorią są przedsiębiorstwa powyżej 500 pracowników (34,7%), a łącznie firmy zatrudniające co najmniej 251 pracowników stanowią 46,9% badanych.

W próbie dominują duże organizacje. Udział firm z liczbą co najmniej 500 pracowników (34,7%) jest wyższy niż jakiegokolwiek innej kategorii, co sugeruje, że wyniki ankiety będą silniej odzwierciedlać perspektywę firm o bardziej sformalizowanych i wystandaryzowanych procesach HR (np. szkolenia, rekrutacja, ścieżki kariery).

Segment MŚP nie dominuje: firmy zatrudniające najwyżej 250 – 50 pracowników to 28,6% próby, czyli niecała 1/3. Mikro i małe podmioty mają ograniczoną reprezentację. Firmy zatrudniające najwyżej 25 pracowników to 24,5%, więc wątki typowe dla najmniejszych organizacji mogą być słabiej „dosycone” danymi. Tak jak wspomniano już wcześniej, taka struktura jest charakterystyczna dla badanej branży.

Wykres 2 Główny kod PKD zgodny z KRS/CEIDG badanych przedsiębiorstw



Źródło: badania własne PCI

Wykres dotyczący głównego kodu PKD pokazuje, że w badaniu uczestniczyły zarówno przedsiębiorstwa rdzeniowo lotnicze, jak i podmioty z szeroko rozumianego łańcucha dostaw oraz firmy o głównym PKD formalnie spoza branży lotniczej, ale realnie z branżą związane. Takie zróżnicowanie jest spójne z ujęciem sektora w raporcie „Polski Przemysł Lotniczy” EY, w którym przemysł lotniczy definiowany jest jako zbiór podmiotów uczestniczących w różnych wymiarach działań, od prac badawczo-rozwojowych, przez produkcję komponentów i statków powietrznych, po usługi serwisowe i MRO, przy jednoczesnym podkreśleniu, że

branża ta przenika się z innymi sektorami gospodarczymi.⁷str. 25 Najliczniejszą grupę stanowią firmy zaklasyfikowane do C.30.30: Produkcja statków powietrznych, statków kosmicznych i podobnych maszyn (30,6%), co wskazuje, że znaczna część próby to podmioty bezpośrednio zaangażowane w wytwarzanie statków powietrznych lub kluczowych podzespołów (segment OEM i integracja produktu). Ważną rolę odgrywają też kody: C.25.62.Z: Obróbka mechaniczna elementów metalowych (10,2%), M.72.19.Z: Badania naukowe i prace rozwojowe w dziedzinie pozostałych nauk przyrodniczych i technicznych (8,3%), C.33.16.Z: Naprawa i konserwacja statków powietrznych i statków kosmicznych (6,1%) oraz M.71.12.Z: Działalność w zakresie inżynierii i związane z nią doradztwo techniczne (4,2%). Te kody odzwierciedlają obecność podmiotów realizujących prace B+R, inżynierskie oraz serwisowe, które raport EY traktuje jako kluczowe ogniwa łańcucha wartości przemysłu lotniczego.

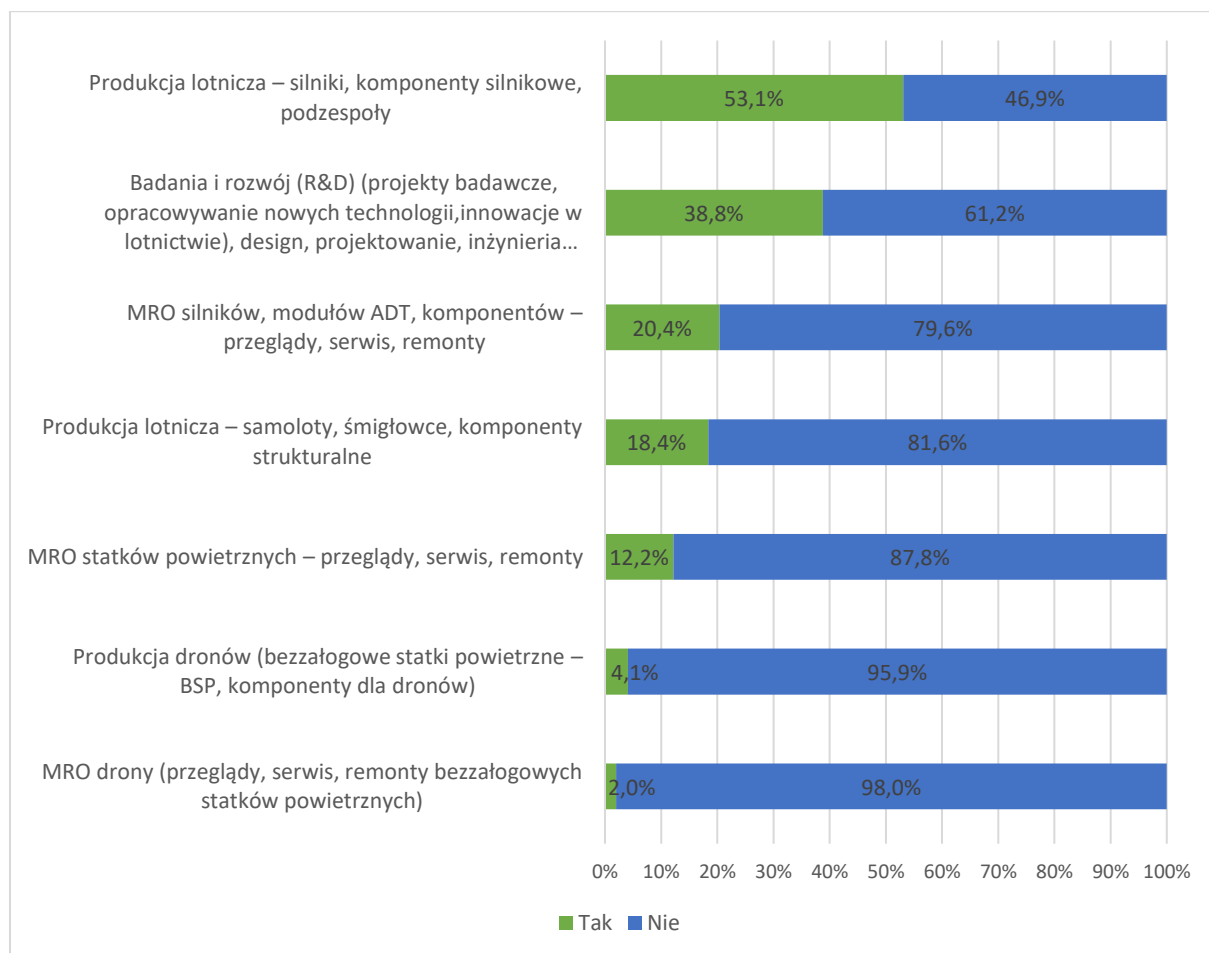
Wykres obejmuje również kilka mniejszych kategorii po 2,0% (m.in. C.25.61.Z – obróbka metali i nakładanie powłok, C.25.73.Z – produkcja narzędzi, C.28.12 – produkcja sprzętu hydraulicznego i pneumatycznego, C.29.32.Z – produkcja części i akcesoriów do pojazdów silnikowych, C.33.12.Z – naprawa i konserwacja maszyn). Kody te można interpretować jako działalności zaplecza materiałowego i procesowego, które często funkcjonują jako dostawcy dla sektora lotniczego, co dobrze wpisuje się w tezę raportu, że przemysł lotniczy korzysta z kompetencji i technologii rozwijanych również poza „wąsko” rozumianą branżą.

Istotnym elementem struktury jest kategoria „Inne” (30,6%), obejmująca przedsiębiorstwa, których główny kod PKD nie został zaliczony do branży lotniczej w przyjętej w raporcie EY definicji (tj. pozostają formalnie poza zestawieniem kodów utożsamianych z sektorem lotniczym). Odpowiedzi w pytaniu otwartym pokazują jednak, że część z tych firm faktycznie działa w sferze branży przemysłu lotniczego, choć ich główne PKD wskazuje na inne obszary. Pojawiają się m.in. opisy typu „produkcja CNC oraz spawanie TIG komponentów do silników samolotów” oraz „dystrybucja części lotniczych”, jak również kody związane z obróbką metali, odlewnictwem, produkcją wyrobów ściernych, handlem maszynami czy edukacją (np. 24.54.B, 23.91.Z, 25.52.Z, 46.69.Z, 68.20.Z, 85.42.Z). Oznacza to, że „Inne” jest kategorią

⁷ Stowarzyszenie Polskiego Przemysłu Lotniczego (SPPL), Polski Przemysł Lotniczy. Potencjał i perspektywy rozwoju, EY, kwiecień 2024, s. 17.

mieszaną. Zawiera zarówno przedsiębiorstwa, których główne PKD jest jedynie administracyjnie „pozalotnicze”, ale działalność realnie obsługuje sektor (komponenty, procesy specjalistyczne, dystrybucja części), jak i podmioty pełniące wobec lotnictwa funkcje bardziej pośrednie.

Wykres 3 Segmenty branży przemysłu lotniczego, w których działają badane przedsiębiorstwa



Źródło: badania własne PCI

Po pierwsze, trzon próby tworzą przedsiębiorstwa o kodach PKD jednoznacznie związanych z przemysłem lotniczym (C.30.30, C.33.16.Z, częściowo M.72.19.Z i M.71.12.Z). Po drugie, otoczenie sektora reprezentują liczne podmioty z obróbki metali, produkcji komponentów i usług inżynierskich. Po trzecie, kategoria „Inne” obejmuje główne PKD spoza definicji branży lotniczej przyjętej w raporcie, przy czym odpowiedzi otwarte potwierdzają, że firmy te realnie

uczestniczą w lotniczym łańcuchu dostaw. Można więc wnioskować, że PKD nie jest jedyną podstawą weryfikacji przynależności przedsiębiorstwa do sektora branży lotniczej.

Aby uzupełnić dane dotyczące zakresu działalności badanych przedsiębiorstw, zadano respondentom pytania dotyczące o funkcjonowanie reprezentowanych przez nich firm w poszczególnych segmentach przemysłu lotniczego, z założeniem że pojedyncze przedsiębiorstwo może działać w więcej niż jednym segmencie.

Rozkład odpowiedzi „Tak/Nie” pokazuje wyraźną koncentrację badanych firm w segmentach produkcyjnych i wysokospecjalistycznych. Produkcja lotnicza, taka jak silniki, komponenty silnikowe, podzespoły: to 53,1% badanych firm. Badania i rozwój (R&D), design, projektowanie, inżynieria to 38,8% wskazań. Dalej, MRO silników, modułów ADT, komponentów to 20,4%. Produkcja lotnicza w zakresie samolotów, śmigłowców, komponentów strukturalnych to 18,4%, a MRO statków powietrznych to 12,2%. Produkcja dronów (BSP, komponenty) to 4,1% i MRO dronów to 2,0%. Oznacza to, że próba jest silnie reprezentowana przez przedsiębiorstwa związane z produkcją silników i zaawansowanych komponentów oraz powiązanego z nimi R&D, przy relatywnie mniejszym udziale klasycznego MRO płatowców i dopiero kształtującego się segmentu dronowego.

Raport Ernst&Young definiuje przemysł lotniczy jako system podmiotów uczestniczących w każdej fazie życia produktu: od B+R i projektowania, przez produkcję komponentów i modułów, aż po usługi MRO. Segment „Badania i rozwój, design, projektowanie, inżynieria” odpowiada fazom 1–2 łańcucha wartości (rozwój technologii, projektowanie i prace B+R), które w raporcie wskazywane są jako klucz do budowy pozycji Polski w projektach międzynarodowych (NGF, FMTC, Clean Aviation). Produkcja lotnicza, czyli silniki i komponenty strukturalne to faza 4, wysokomarżowa produkcja włączona w globalne łańcuchy dostaw największych OEM. Segmenty MRO statków powietrznych i MRO silników reprezentują fazę 5, czyli usługi utrzymania i remontów, które raport identyfikuje jako obszar o dużym potencjale wzrostu, szczególnie przy rozbudowie infrastruktury portów i centrów serwisowych. Niewielki udział produkcji dronów i MRO dronów w badanej próbie dobrze odzwierciedla status tego rynku w Raport Ernst&Young: jest to „next big thing”, ale wciąż

rosnący, a nie dojrzały segment, wymagający inwestycji w kompetencje, regulacje i infrastrukturę U-space.⁸

Tym samym struktura badanych przedsiębiorstw potwierdza obraz polskiego sektora jako silnie osadzonego w globalnym łańcuchu dostaw silników i struktur, z rosnącym, lecz jeszcze niewielkim komponentem dronowym i relatywnie mniejszym udziałem szeroko rozumianego MRO płatowców.

Sześć firm wskazało dodatkowe obszary działalności: developer i integrator IT, obróbka elementów lotniczych, montaż modułów silnikowych, oprogramowanie dla firm lotniczych, szkolenia, narzędzia z materiałów supertwardych i oprzyrządowanie specjalne, dystrybucja części lotniczych. Te „dodatkowe” segmenty stanowią kluczowe zaplecze dla głównych ogniw łańcucha wartości:

- IT i integracja systemów – rozwój awioniki, systemów sterowania, narzędzi inżynierii cyfrowej.
- Obróbka precyzyjna, narzędzia supertwarde, oprzyrządowanie – umożliwienie produkcji elementów o wysokich wymaganiach materiałowych (monokryształy, superstopy).
- Montaż modułów silnikowych – dopięcie łańcucha od komponentu do kompletnego modułu.
- Szkolenia – rozwój i utrzymanie kadr oraz zdolności produkcyjno-serwisowe.
- Dzierżawa infrastruktury.
- Dystrybucja części – sprawne funkcjonowanie logistyki w globalnych łańcuchach dostaw.⁹

Z perspektywy polityki przemysłowej te obszary pełnią rolę „wzmacniaczy kompetencji”, które umożliwiają firmom z głównych segmentów (produkcja, MRO, R&D) osiągnięcie wyższej pozycji w łańcuchu wartości.

Analiza dokumentu Skill-UP oraz WEF Future of Jobs 2025 pozwala powiązać strukturę segmentową z wymaganiami kompetencyjnymi. Skill-UP wskazuje na rosnące znaczenie umiejętności związanych z automatyzacją, sztuczną inteligencją, analizą danych,

⁸ Tamże.

⁹ Tamże.

multimodalnymi interfejsami oraz współpracą człowiek-maszyna w lotnictwie (w tym RPAS i zautomatyzowanych systemach utrzymania).¹⁰

WEF dla Polski podkreśla wzrost zapotrzebowania na kompetencje „AI and big data”, „technological literacy”, „curiosity and lifelong learning” oraz „talent management” jako najszybciej zyskujące na znaczeniu do 2030 r. Oznacza to, że w dominujących w próbie segmentach (silniki, komponenty, R&D) kluczowe będą kompetencje cyfrowe, analityczne i inżynierskie, łączone z umiejętnością ciągłego uczenia się i zarządzania talentami.¹¹

W segmentach MRO (silniki, płatowce, drony) rozwój inteligentnego utrzymania (smart maintenance), robotyki inspekcyjnej i dronów do inspekcji wymaga łączenia wiedzy materiałowej i eksploatacyjnej z obsługą zaawansowanych systemów diagnostycznych i danych eksploatacyjnych. Skill-UP opisuje m.in. scenariusze „smart maintenance – robots and autonomous vehicles” oraz integrację RPAS w U-space, co przekłada się na rosnące znaczenie kompetencji z zakresu automatyzacji, cyberbezpieczeństwa i zarządzania ryzykiem.¹²

Jeśli chodzi o segment dronowy (produkcja i MRO), Skill-UP przewiduje przesunięcie od manualnego sterowania do wysokiej automatyzacji i autonomii, gdzie operatorzy RPAS stają się w większym stopniu planistami misji i nadzorcami systemów niż klasycznymi pilotami. To oznacza zapotrzebowanie na kompetencje w obszarze systemowego myślenia, zarządzania, integracji z U-space, cyberbezpieczeństwa i etyki automatyzacji, nawet jeśli udział tego segmentu w strukturze przychodów jest dziś jeszcze niewielki.¹³

Dane ankietowe, zestawione z Raport Ernst&Young, potwierdzają, że to właśnie produkcja silników i zaawansowanych komponentów wsparta lokalnym R&D stanowi obecnie rdzeń przewag konkurencyjnych polskiego przemysłu lotniczego. Prognozowane jest rosnące znaczenie usług MRO i kompetencji eksploatacyjnych, choć udział firm MRO w próbie jest niższy niż segmentów produkcyjnych, Raport Ernst&Young wskazuje usługi utrzymania,

¹⁰ Skill-UP Consortium, D1.1 Skills, needs and future work scenarios. Air Sector Skills Transformation Map, Deep Blue, Rzym 2021.

¹¹ World Economic Forum, The Future of Jobs Report 2025, World Economic Forum, Genewa 2025.

¹² Skill-UP Consortium, D1.1 Skills, needs and future work scenarios. Air Sector Skills Transformation Map, Deep Blue, Rzym 2021.

¹³ Tamże.

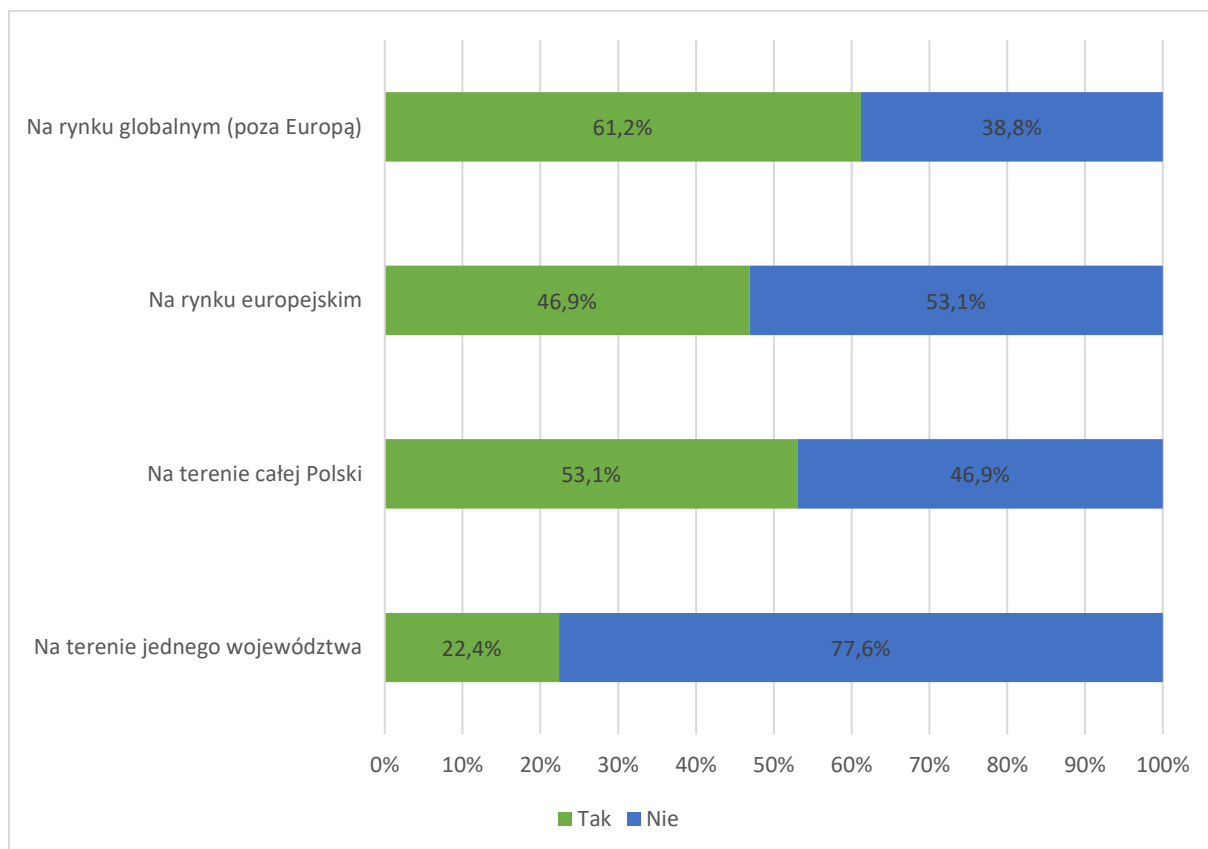
napraw i remontów jako obszar o dużym potencjale wzrostu, szczególnie w kontekście rosnącej floty i transformacji niskoemisyjnej. Niski obecnie udział firm dronowych w badaniu jest spójny z tezą, że polski sektor dopiero buduje pozycję w tym obszarze; jednocześnie wszystkie analizowane dokumenty (Raport Ernst&Young, Skill-UP, WEF) wskazują drony, autonomizację i robotykę jako kluczowe pola inwestycji w technologie i kompetencje do 2030 r. Obecność firm IT, narzędziowych, szkoleniowych i logistycznych sugeruje, że ekosystem przemysłu lotniczego w badanym regionie obejmuje nie tylko producentów i MRO, lecz także pełne zaplecze usługowe i technologiczne, co zwiększa odporność sektora i jego zdolność do absorpcji nowych projektów B+R.

Zderzenie struktury branżowej z prognozami kompetencyjnymi oznacza, że programy kształcenia i doskonalenia dla przemysłu lotniczego powinny priorytetowo rozwijać:

- zaawansowane kompetencje inżynierskie (silniki, materiały, konstrukcje),
- umiejętności cyfrowe (AI, big data, automatyzacja, cyberbezpieczeństwo),
- zdolność pracy w złożonych, zautomatyzowanych środowiskach (MRO, RPAS, smart maintenance),
- kompetencje miękkie: ciekawość, uczenie się przez całe życie, przywództwo i zarządzanie talentami.

Taka kombinacja specjalizacji technicznej i kompetencji przekrojowych jest zgodna zarówno z rekomendacjami Raport Ernst&Young (konieczność budowy centrów kompetencyjnych i zabezpieczenia kadr), jak i z globalnymi trendami rynku pracy opisanymi przez Skill-UP i WEF.

Wykres 4 Zakres geograficzny działalności badanych przedsiębiorstw



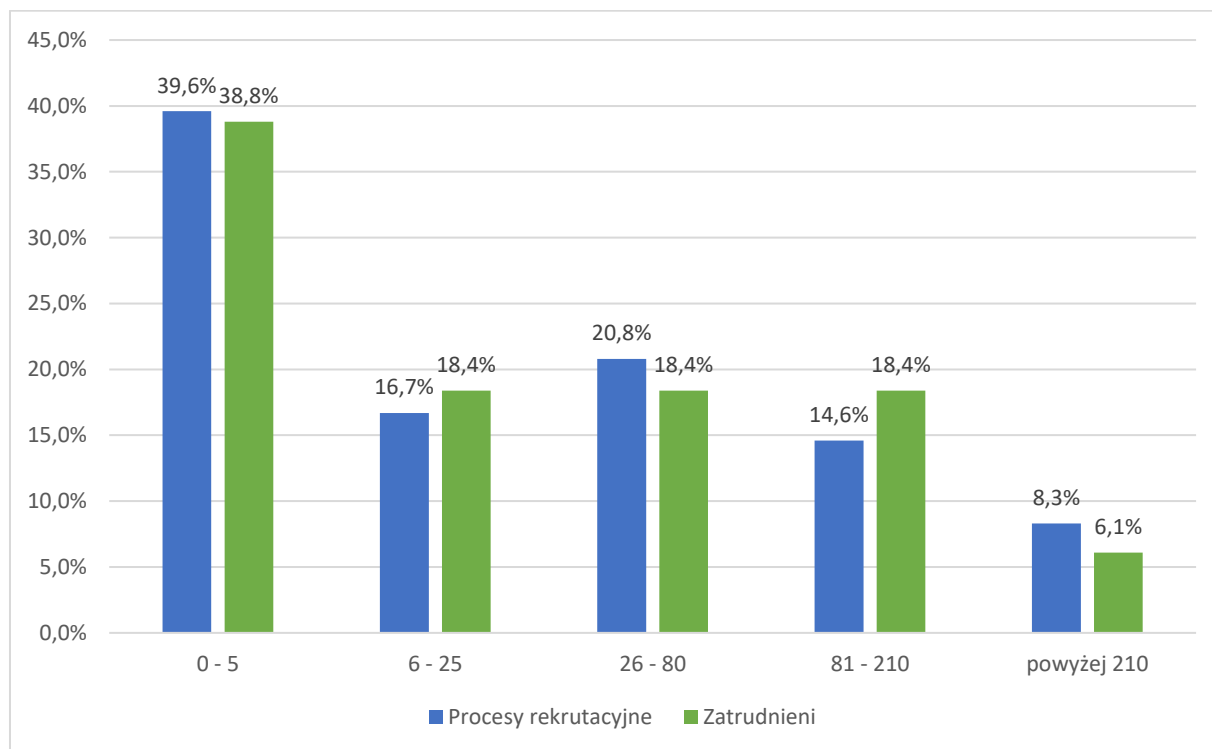
Źródło: badania własne PCI

Dane zilustrowane powyższym wykresem opisują zasięg geograficzny działalności badanych firm. Poziom regionalny – tylko 22,4% przedsiębiorstw działa wyłącznie na terenie jednego województwa, a 77,6% nie ogranicza się do tak wąskiego rynku. Większość (53,1%) firm prowadzi działalność na terenie całej Polski, co potwierdza silną orientację ogólnokrajową, a 46,9% jest obecnych na rynku europejskim, przy 53,1% nieaktywnych w tym obszarze; pokazuje to wyraźne, ale jeszcze nie powszechne umiędzynarodowienie w UE. Poziom globalny (poza Europą) to aż 61,2%. Tyle firm działa na rynkach pozaeuropejskich, a tylko 38,8% tam nie funkcjonuje; oznacza to, że znaczna część sektora ma charakter eksportowy i globalny, częściej wychodząc poza Europę niż na sam rynek europejski.

Testy istotności nie wykazały związku między wielkością przedsiębiorstwa, a zasięgiem jego działalności. Co prawda 77% największych badanych firm działa na rynku globalnym, to także spore odsetki firm mniejszych funkcjonuje w tym samym wymiarze.

Dane dotyczące procesów rekrutacyjnych w badanych przedsiębiorstwach z ostatnich 12 miesięcy pokazują wyraźną różnicę między firmami o małej i bardzo dużej skali rekrutacji.

Wykres 5 Liczby procesów rekrutacyjnych i zatrudnionych pracowników w wyniku tych procesów w ciągu ostatnich 12 miesięcy



Źródło: badania własne PCI

Średnio w tym czasie organizacje przeprowadziły ok. 90 procesów i zatrudniły ok. 69 osób, ale odchylenia standardowe są bardzo duże, co potwierdza silne zróżnicowanie (od 0 do 720 procesów, od 0 do 407 zatrudnionych).

Najwięcej firm mieści się w najniższym przedziale 0–5 procesów (ok. 40% próby) i ten segment dostarcza ok. 39% wszystkich zatrudnionych. Deklarowane liczby procesów i zatrudnionych posegregowano w przedziały i przeanalizowano odsetki obu wartości.

- 0–5 procesów: 39,6% procesów i 38,8% zatrudnień – proporcje są niemal 1:1, co sugeruje, że małe organizacje mają dużą efektywność rekrutacji: mało procesów, mało zatrudnionych, ale bez wyraźnych strat względem obu wartości.

- 6–25 procesów: 16,7% procesów i 18,4% zatrudnień – lekko wyższy udział zatrudnionych niż rekrutacji, co można odczytać jako nieco wyższą skuteczność (z jednego procesu przeciętnie zatrudnia się więcej niż jednego pracownika).
- 26–80 procesów: 20,8% procesów, 18,4% zatrudnień – tu trend zaczyna się odwracać: udział procesów jest większy niż udział zatrudnionych, więc na jednostkę procesu przypada przeciętnie mniej nowych pracowników niż w przedziałach 6–25.
- 81–210 procesów: 14,6% procesów, 18,4% zatrudnień – ta grupa „ciągnie” sporą liczbę zatrudnień; procesy są liczniejsze, a współczynnik zatrudnień na proces jest wysoki (udział zatrudnień wyższy niż udział procesów).
- Powyżej 210 procesów: 8,3% procesów, tylko 6,1% zatrudnień – tu widać wyraźnie najniższą relację zatrudnionych do liczby procesów: segment generuje bardzo dużo rekrutacji, ale w stosunku do ich liczby stosunkowo mniej zatrudnień.

Tabela 3 Statystyki opisujące procesy rekrutacyjne w badanych przedsiębiorstwach w ostatnich 12 miesiącach

Charakterystyki rekrutacji	Minimum	Maksimum	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba procesów rekrutacyjnych w ostatnich 12 miesiącach	0	720	90	167,095
Liczba osób zatrudnionych po przeprowadzeniu tychże postępowań w ciągu ostatnich 12 miesięcy	0	407	69	103,026

Źródło: badania własne PCI

Reasumując, w miarę przechodzenia do wyższych przedziałów rośnie odsetek firm wykonujących bardzo dużo rekrutacji, ale udział w ogólnej liczbie zatrudnionych nie rośnie proporcjonalnie, a w najwyższej grupie wręcz spada (8,3% firm vs 6,1% zatrudnień). Można to interpretować jako malejącą efektywność procesów rekrutacyjnych w firmach o bardzo dużej skali naboru: potrzebują wielu postępowań, by osiągnąć relatywnie mniejszą liczbę zatrudnień niż firmy rekrutujące rzadziej. Na poziomie całej próby średnio z jednego procesu wychodzi ok. 0,77 zatrudnionej osoby, ale rozkład pokazuje, że firmy prowadzące masowe

rekrutacje są poniżej tej średniej, podczas gdy segment 6–25 procesów plasuje się powyżej niej. Interpretacji nie należy zamykać jedynie do wpływu wielkości przedsiębiorstwa na skuteczność procedur naborowych. Warto w tym miejscu postawić hipotezę o wyższych wymaganiach największych przedsiębiorstw wobec kandydatów czy też o specyfice samych procesów rekrutacyjnych.

3. Poszukiwane zawody

Celem niniejszego rozdziału jest diagnoza struktury popytu na zawody w polskim sektorze lotniczym oraz identyfikacja profesji uznawanych przez pracodawców za szczególnie deficytowe i krytyczne z punktu widzenia funkcjonowania przedsiębiorstw. Analiza opiera się na wynikach badań ankietowych przeprowadzonych wśród przedstawicieli firm lotniczych, obejmujących cztery główne obszary aktywności zawodowej: produkcję i montaż, inżynierię i projektowanie, serwis i utrzymanie (MRO), jakość i bezpieczeństwo oraz wybrane specjalizacje. Dane ilościowe z pytań kafeteryjnych zostały uzupełnione materiałem jakościowym z odpowiedzi otwartych, co pozwala uchwycić zarówno dominujące, jak i emergentne profile kompetencyjne. Interpretacja wyników uwzględnia dodatkowo desk research kluczowych raportów strategicznych (Raport Ernst&Young, LOT-KOS, OECD, WEF, Skill-UP, EUCASS), co umożliwia osadzenie obserwowanych niedoborów kadrowych w szerszych procesach transformacji technologicznej i instytucjonalnej sektora lotniczego.

Wyniki badań dotyczące najbardziej poszukiwanych zawodów w części „Produkcja i montaż” pokazują wyraźne rozwarstwienie popytu. Wartości „Tak” mówią, jaki odsetek firm wskazał dany zawód jako obecnie najbardziej poszukiwany.

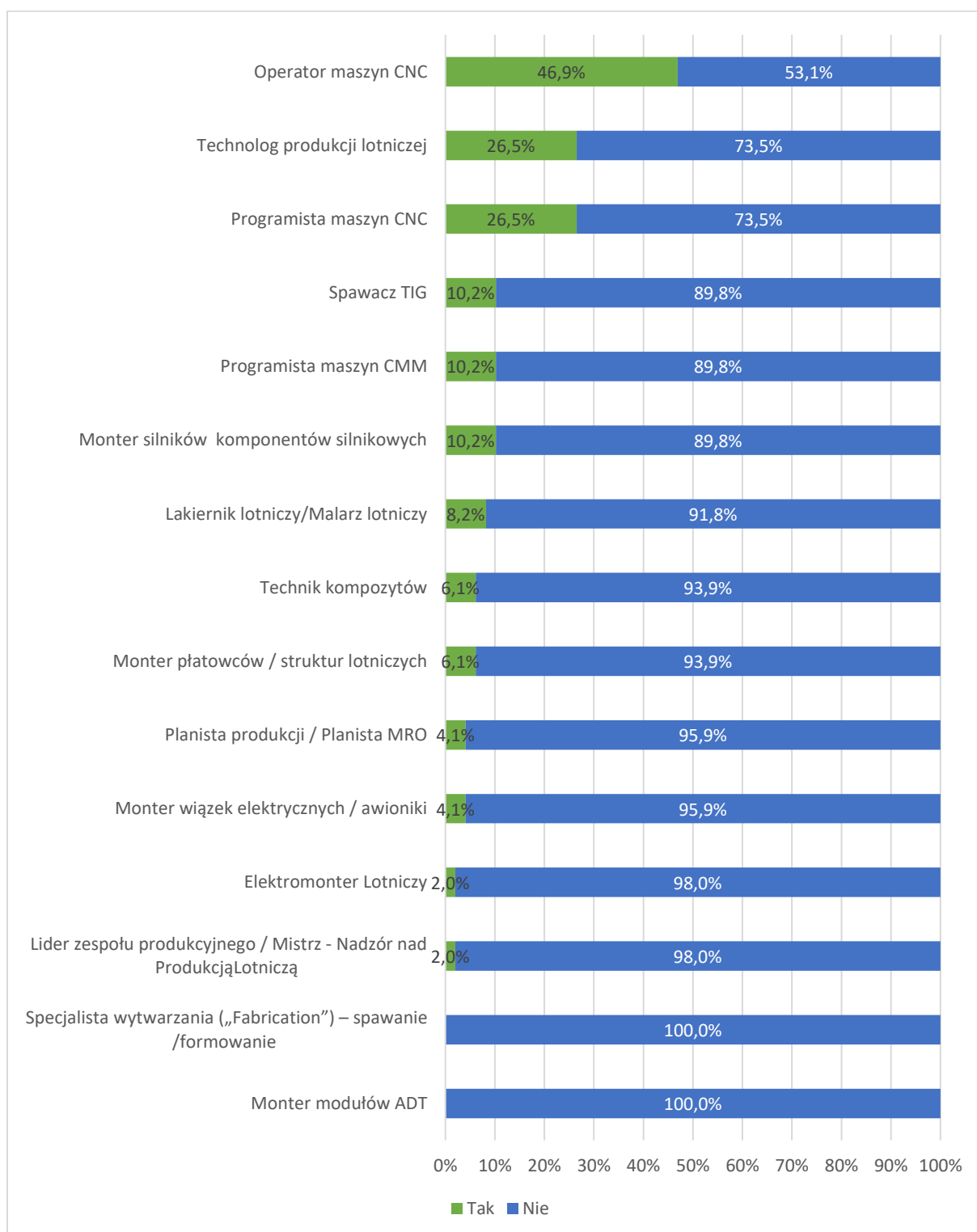
Najniżej w zestawieniu znalazły się stanowiska typowo pracownicze liniowe o wąskiej specjalizacji – Monter modułów ADT, Specjalista wytwarzania (spawanie/formowanie) – 0% wskazań, oraz np. Lider zespołu produkcyjnego, Elektromonter lotniczy – tylko 2% firm.

W środku klasyczne zawody montażowe i zawody wymagające „klasycznych” wysokich kwalifikacji: Monter płatowców, Technik kompozytów, Lakiernik, Monter silników, Programista maszyn CMM, Spawacz TIG – po 6–10% wskazań.

Najbardziej obecnie pożądaną przez przemysł lotniczy zawody to profile łączące obsługę zaawansowanych maszyn i kompetencje techniczne:

- Operator maszyn CNC – 46,9% firm.
- Programista maszyn CNC – 26,5%.
- Technolog produkcji lotniczej – 26,5%.

Wykres 6 Najbardziej poszukiwane obecnie zawody – Produkcja i montaż



Źródło: badania własne PCI

To oznacza, że prawie co druga firma pilnie poszukuje operatorów CNC, a co czwarta – programistów CNC i technologów produkcji.

Raport Ernst&Young podkreśla, że polski przemysł lotniczy opiera się na nowoczesnych technologiach wytwarzania, automatyzacji i silnym segmencie obróbki precyzyjnej (m.in. centra obróbcze, kompozyty, produkcja komponentów silnikowych).¹⁴ Rozwój tych obszarów tworzy popyt na wysoko wykwalifikowaną kadrę produkcyjną, szczególnie operatorów i programistów maszyn numerycznych oraz technologów. Dokładnie te funkcje, które w wynikach badań mają najwyższe wskazania.

Raport opisuje także rosnący udział projektów B+R i wdrażanie Przemysłu 4.0 w fabrykach lotniczych, co zwiększa zapotrzebowanie na pracowników potrafiących łączyć obsługę maszyn, czytanie dokumentacji technicznej, programowanie i rozumienie procesu technologicznego, a nie tylko manualny montaż.

Niskie wskazania dla „czysto montażowych” ról (monter modułów, specjalista spawania/formowania) mogą wynikać z dwóch kwestii:

- część firm ma już relatywnie stabilne obsady na tych stanowiskach,
- część prac jest stopniowo automatyzowana lub przenoszona do podwykonawców, co w raportach o trendach produkcyjnych w lotnictwie jest wskazywane jako typowe zjawisko – integratorzy koncentrują się na bardziej zaawansowanych etapach łańcucha wartości.

Raport WEF „Future of Jobs” przewiduje, że w przemyśle (w tym „Automotive and Aerospace”) najszybciej rosnącymi rolami są stanowiska związane z automatyzacją procesów, obsługą i programowaniem zaawansowanych systemów, inżynierią produkcji.¹⁵ Dane pokazują lokalne odzwierciedlenie tego trendu: najwyższy popyt nie na „ręczny montaż”, lecz na operatorów i programistów CNC oraz technologów, czyli pracowników, którzy są w stanie wykorzystać inwestycje w park maszynowy i automatyzację.

Reasumując, największe napięcia rekrutacyjne będą dotyczyć operatorów i programistów CNC oraz technologów – to tu firmy najczęściej zgłaszają braki. Programy szkół średnich, policealnych i studiów inżynierskich powinny szczególnie wzmacniać ścieżki

¹⁴ Stowarzyszenie Polskiego Przemysłu Lotniczego (SPPL), Polski Przemysł Lotniczy. Potencjał i perspektywy rozwoju, EY, kwiecień 2024.

¹⁵ World Economic Forum, The Future of Jobs Report 2025, World Economic Forum, Genewa 2025.

związane z obróbką skrawaniem, programowaniem CNC, metrologią i technologią produkcji lotniczej, bo to są zawody „pierwszego wyboru” dla pracodawców. Zasadne jest rozwijanie ścieżek awansu z poziomu operatora CNC do programisty/technologa oraz oferowanie intensywnego upskillingu dla obecnych pracowników produkcji, zamiast opierania się wyłącznie na rekrutacji z zewnątrz.

Raport Sektorowej Rady LOT-KOS podkreśla, że rozwój sektora jest uwarunkowany „wysoką jakością zasobów ludzkich” oraz intensywną automatyzacją, robotyzacją i cyfryzacją procesów produkcyjnych, od projektowania po montaż.¹⁶ Wprost wskazuje się na technologa jako jedno z kluczowych stanowisk „przyszłości”, na które pracodawcy najczęściej prowadzili rekrutacje w ostatnich 12 miesiącach i z którym mieli najwięcej problemów rekrutacyjnych. Wśród „kompetencji przyszłości” wymieniane są m.in. obsługa zrobotyzowanych procesów, zaawansowane IT, analiza danych i nowe technologie materiałowe (kompozyty), czyli obszary typowe właśnie dla technologów i zaawansowanej obsługi maszyn (CNC, CMM). Dane z raportu korespondują więc z wynikami niniejszych badań. Dalej, raport pokazuje, że ponad 57% zatrudnionych w przemyśle lotniczym to pracownicy produkcyjni, a co czwarty to inżynier produkcji; przy tym pracownicy mają głównie wykształcenie średnie techniczne lub wyższe techniczne. Jednocześnie w bilansie kompetencji dla branży jako stanowiska trudne obsadowo i krytyczne dla procesów wymienia się m.in. technologa, kierownika produkcji, technika mechanika lotniczego/personel potwierdzający oraz audytora jakości.¹⁷

Raport Sektorowej rady LOT-KOS jako główne trendy wskazuje m.in.:

- postępującą automatyzację, robotyzację i cyfryzację,
- rozwój materiałów kompozytowych i nowych technologii wytwarzania,
- rosnącą rolę dużych zbiorów danych i systemów IT w optymalizacji procesów produkcyjnych.

Badanie potwierdza wnioski Bilansu Kapitału Ludzkiego dla LOT-KOS: największe braki dotyczą stanowisk „technologiczno-produkcyjnych” wysokiej złożoności (technologzy, operatorzy i programiści), a nie prostych ról montażowych. Zgodnie z Raport Ernst&Young

¹⁶ Branża przemysł lotniczo-kosmiczny, Branżowy Bilans Kapitału Ludzkiego, Raport z II edycji badań, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2023.

¹⁷ Tamże.

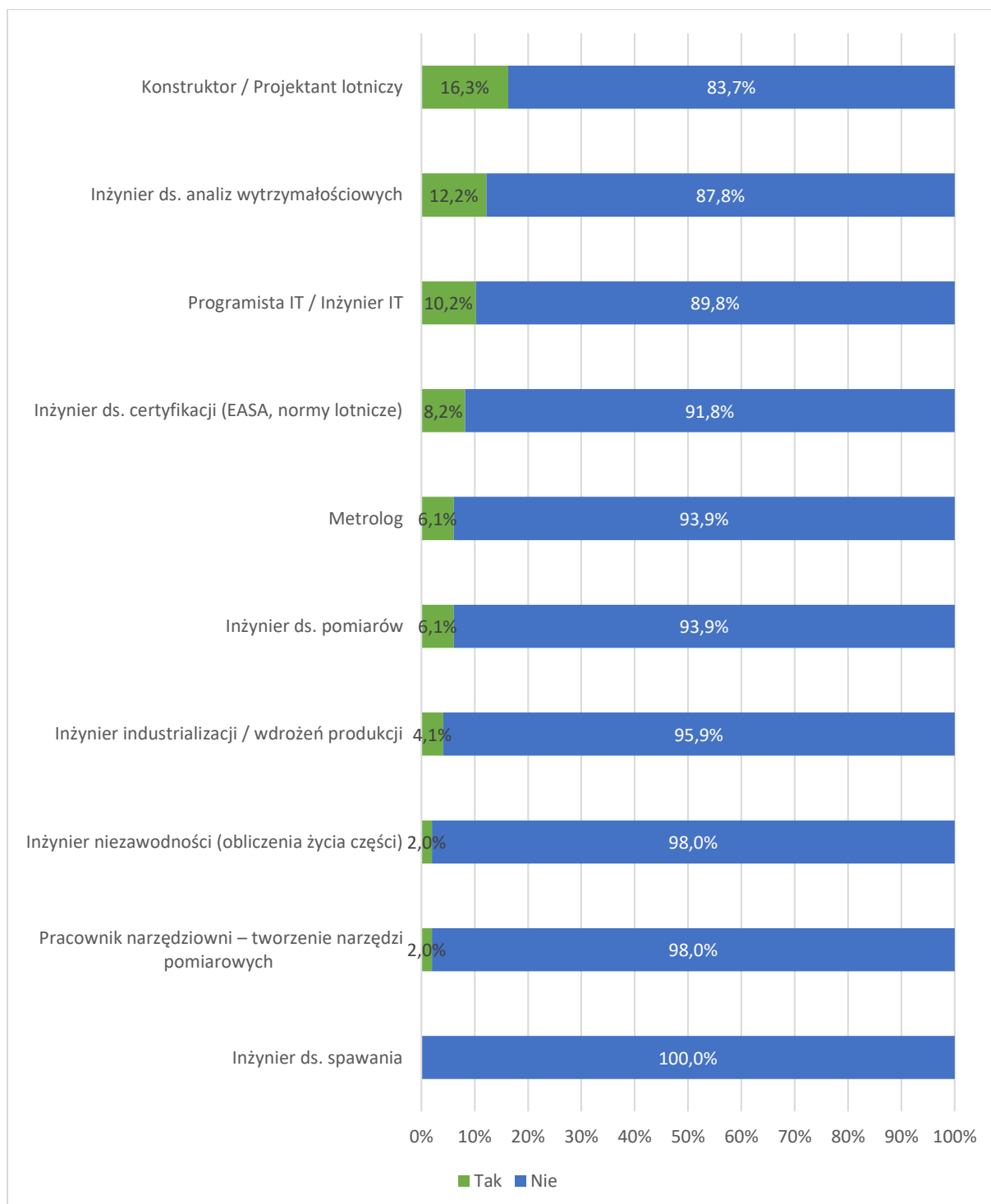
sektor lotniczy w Polsce rozwija się w kierunku nowoczesnych technologii produkcji, Przemysłu 4.0 i zaawansowanych materiałów; wymaga to pracowników łączących kompetencje manualne, cyfrowe i inżynierskie – co odzwierciedla struktura najbardziej poszukiwanych zawodów w obszarze „Produkcja i montaż”.

W części Inżynieria i projektowanie najsilniejszy popyt dotyczy ról inżynierskich „blisko produktu”, łączących zaawansowaną wiedzę techniczną z obliczeniami i IT:

- Konstruktor / projektant lotniczy to zawód wskazany przez 16,3% firm jako deficytowy (najwyższy wynik w grupie), co potwierdza rosnące zapotrzebowanie na kompetencje projektowe CAD/CAE, współpracę z klientem i integrację systemów.
- Inżynier ds. analiz wytrzymałościowych to 12,2% wskazań; rola kluczowa przy lekkich materiałach, optymalizacji masy i certyfikacji struktur, dokładnie w obszarach podkreślanych w strategii badawczej (kompozyty, nowe konfiguracje statków powietrznych).
- Programista / inżynier IT – 10,2%; to odzwierciedla cyfryzację Przemysłu 4.0 oraz wymagania projektów Skill-UP i EUCASS, gdzie nowoczesna wiedza technologiczna i AI należą do najszybciej rosnących umiejętności w lotnictwie.
- Inżynier ds. certyfikacji (EASA, normy lotnicze) to 8,2% wskazań; rosnące znaczenie zgodności i bezpieczeństwa dobrze koresponduje z naciskiem WEF na odporność, ryzyko i regulacje w sektorach high-risk.
- Niższy, ale zauważalny deficyt dotyczy specjalistów pomiarowych i industrializacyjnych (4–6%), zaś niemal brak popytu na inżyniera ds. spawania (0%) sugeruje częściową automatyzację lub jej relatywną nadpodaż.
- W zestawieniu z wynikami z produkcji i montażu (gdzie firmy sygnalizują głód operatorów CNC, monterów struktur, liderów linii i techników utrzymania ruchu) widać „podwójny garb”: z jednej strony to silny popyt na wykwalifikowanych pracowników produkcyjnych, zdolnych obsługiwać zautomatyzowane, cyfrowe gniazda wytwórcze (zgodnie z tezą Raportu Ernst&Young o Przemysle 4.0 i), a z drugiej strony to rosnący deficyt projektantów, analityków, specjalistów certyfikujących i inżynierów IT, którzy „spinają” wymagania OEM, certyfikację i zdigitalizowaną produkcję.

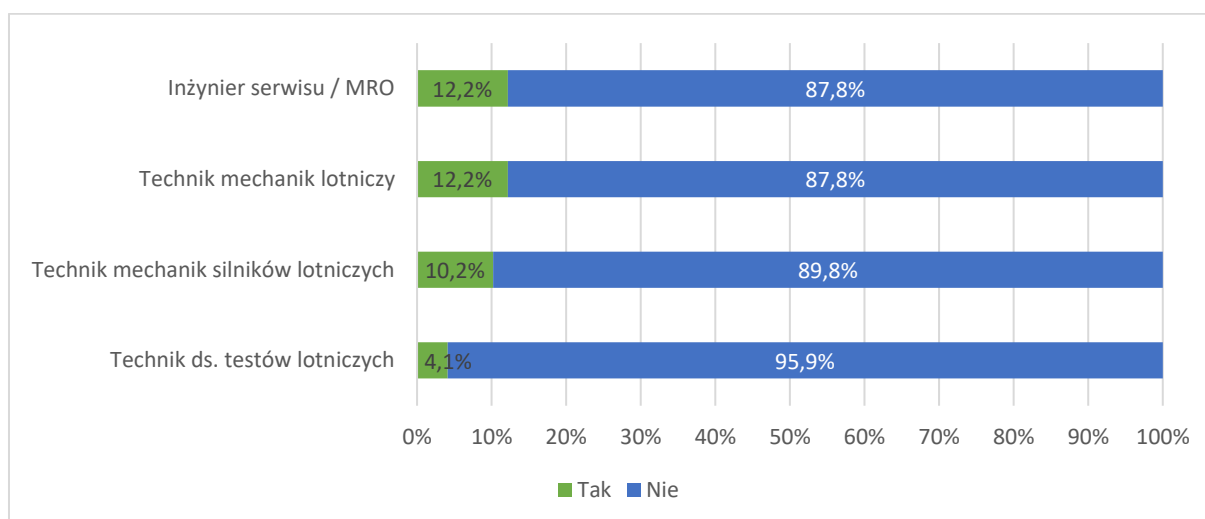
- Dokumenty OECD i WEF sugerują, że we wszystkich tych rolach kluczowe będą nie tylko twarde kompetencje inżynierskie, lecz także myślenie analityczne, adaptacyjność, współpraca i ciągłe uczenie się.

Wykres 7 Najbardziej poszukiwane obecnie zawody – Inżynieria i projektowanie



Źródło: badania własne PCI

Wykres 8 Najbardziej poszukiwane obecnie zawody – Serwis i utrzymanie (MRO)



Źródło: badania własne PCI

Struktura zapotrzebowania na zawody w obszarze Serwis i utrzymanie (MRO) wskazuje na wyraźną koncentrację deficytów zatrudnieniowych w segmentach wymagających wysokiego poziomu kapitału technicznego i operacyjnego.

Wskaźniki popytu na poszczególne profesje są zasadniczo zbliżone. Zapotrzebowanie na technika ds. testów lotniczych (4,1% wskazań „Tak” przy 95,9% „Nie”) ma charakter niszowy, co można interpretować jako rezultat wysokiej specjalizacji tej roli oraz koncentracji takich stanowisk w ograniczonej liczbie ośrodków badawczo-testowych. Z kolei trzy pozostałe kategorie – technik mechanik silników lotniczych (10,2%), technik mechanik lotniczy (12,2%) oraz inżynier serwisu/MRO (12,2%) – lokują się w najwyższym przedziale zgłaszanego deficytu w tym obszarze i pełnią funkcję rdzenia infrastruktury utrzymaniowej floty. Oznacza to, że w badanej populacji pracodawców to właśnie te zawody są najbardziej krytyczne dla zapewnienia ciągłości eksploatacji oraz realizacji zobowiązań kontraktowych w zakresie dostępności statków powietrznych.

Interpretując dane w świetle wcześniejszych wyników dotyczących Inżynierii i projektowania, można mówić o komplementarnym niedoborze zasobów ludzkich na dwóch krańcach łańcucha wartości. W obszarze projektowym deficyty dotyczą przede wszystkim konstruktorów, inżynierów analiz wytrzymałościowych, specjalistów ds. certyfikacji oraz

programistów/inżynierów IT – a więc profesje odpowiedzialnych za generowanie i walidację wiedzy technicznej oraz implementację rozwiązań cyfrowych. W obszarze MRO równoległy niedobór dotyczy zawodów implementujących tę wiedzę w praktyce utrzymania sprawności i niezawodności systemów lotniczych.

Analiza Raportu Ernst&Young dotyczącego polskiego przemysłu lotniczego pokazuje, że sektor ten charakteryzuje się istotnym znaczeniem usług serwisowych i MRO jako źródła wartości dodanej i efektów mnożnikowych w gospodarce. Z perspektywy tego dokumentu deficyt mechaników i inżynierów serwisu można więc traktować jako potencjalne wąskie gardło rozwojowe, które ogranicza możliwość pełnego wykorzystania istniejącej infrastruktury i kompetencji zakładów specjalizujących się w napędach oraz obsłudze floty.¹⁸

Włączenie do analizy perspektywy ponadnarodowej modyfikuje obraz struktury popytu na kompetencje. Raport WEF „Future of Jobs 2025” identyfikuje technologiczne umiejętności przekrojowe, w szczególności literację technologiczną, zdolność pracy z danymi oraz kompetencje z obszaru AI i big data, jako najszybciej rosnące determinanty zatrudnienia w sektorach przemysłowych, w tym w transporcie i logistyce. Projekty Skill-UP oraz EUCASS wskazują natomiast, że w obszarze utrzymania statków powietrznych obserwowana będzie intensywna dyfuzja automatyzacji, zdalnego monitoringu stanu (predictive maintenance) oraz systemów wspomagania decyzji, co przekształca tradycyjny profil kompetencyjny personelu MRO: od specjalisty manualnego ku operatorowi-analitykowi, zdolnemu do interpretacji sygnałów diagnostycznych, interakcji z systemami cyfrowymi oraz współpracy w środowisku człowiek–maszyna.

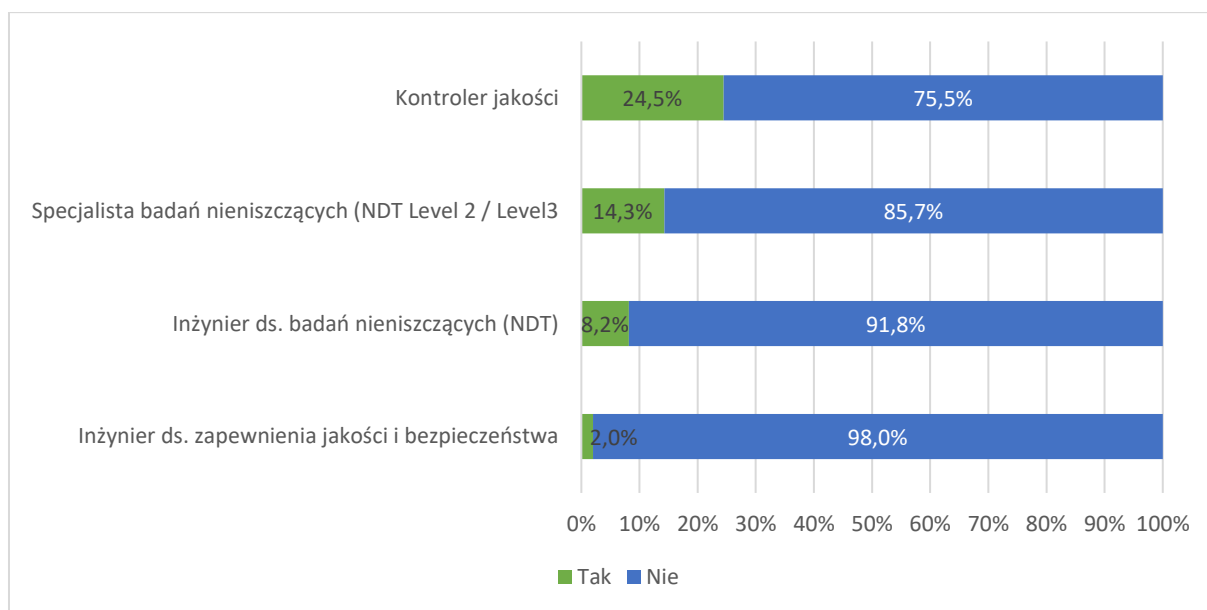
W tym kontekście obserwowany wysoki popyt na techników mechaników i inżynierów serwisu można odczytywać jako przejaw adaptacyjnego napięcia pomiędzy historycznie ukształtowanym systemem kształcenia a nowymi wymaganiami strukturalnymi. System edukacyjny – co podkreśla zarówno OECD Learning Compass 2030, jak i polska Strategia Badawcza Przemysłu Lotniczego, nadal w znacznej mierze reprodukuje model kompetencji skoncentrowany na wiedzy deklaratywnej (know-that), podczas gdy rynek pracy artykułuje zapotrzebowanie na kompetencje transformacyjne: myślenie analityczne, zdolność do pracy

¹⁸ Stowarzyszenie Polskiego Przemysłu Lotniczego (SPPL), Polski Przemysł Lotniczy. Potencjał i perspektywy rozwoju, EY, kwiecień 2024.

w warunkach niepewności, uczenie się przez całe życie oraz integrację wiedzy technicznej z umiejętnościami społecznymi i cyfrowymi.

Podsumowując, dane dla segmentu MRO, interpretowane łącznie z wcześniejszymi wynikami dotyczącymi inżynierii i projektowania oraz z analizowanymi raportami krajowymi i międzynarodowymi, wskazują na strukturalny charakter deficytów kadrowych.

Wykres 9 Najbardziej poszukiwane obecnie zawody – Jakość i bezpieczeństwo



Źródło: badania własne PCI

Struktura zapotrzebowania na zawody w obszarze Jakość i bezpieczeństwo ujawnia silną hierarchizację popytu na zasoby ludzkie pomiędzy rolami o charakterze strategiczno-systemowym a rolami operacyjnymi, zlokalizowanymi bezpośrednio przy procesach produkcyjnych i serwisowych.

Najniższy poziom zgłaszanego deficytu dotyczy stanowiska inżyniera ds. zapewnienia jakości i bezpieczeństwa (2,0% odpowiedzi „Tak”, 98,0% „Nie”). Można to interpretować jako relatywnie niewielką liczebnie, ale silnie zinstytucjonalizowaną grupę ról „nadzorczych”, w których pojedynczy etat obsługuje szeroki zakres procesów, a rekrutacja ma charakter incydentalny. Jednocześnie rola ta jest kluczowa dla utrzymania zgodności z reżimem regulacyjnym EASA i systemami SMS/Quality Management, o których znaczeniu dla

konkurencyjności sektora przypominają zarówno Raport Ernst&Young, jak i Strategia Badawcza Przemysłu Lotniczego.

Wyższy poziom popytu zaobserwowano w przypadku inżyniera ds. badań nieniszczących (8,2% „Tak”) oraz, w jeszcze większym stopniu, specjaliści badań nieniszczących NDT Level 2/3 (14,3% „Tak”). Oznacza to, że pracodawcy odczuwają szczególnie dotkliwy niedobór wysoko wyspecjalizowanych kadr „średniego szczebla”, posiadających zarówno certyfikację formalną, jak i praktyczne doświadczenie w stosowaniu zaawansowanych technik NDT. Z perspektywy analiz Raportu Ernst&Young, gdzie podkreśla się rosnący udział kompozytów i skomplikowanych struktur w polskim przemyśle lotniczym, niedobór tych specjalistów stanowi potencjalne ograniczenie dla utrzymania wymaganych standardów niezawodności oraz dla transferu technologii w obszarze nowych materiałów.¹⁹

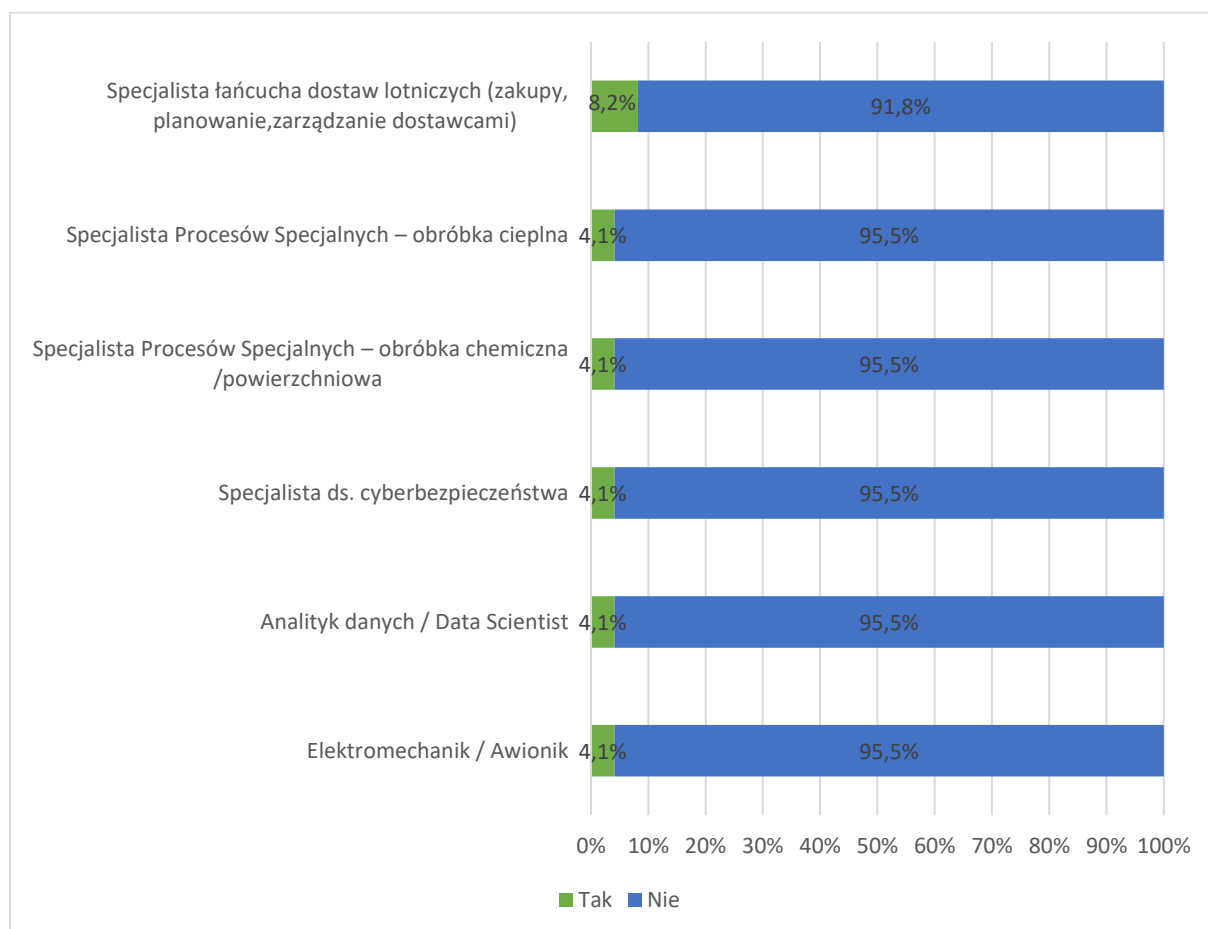
Najsilniejszy deficyt dotyczy kontrolerów jakości (24,5% „Tak”, 75,5% „Nie”). Jest to najwyższa z raportowanych wartości nie tylko w obrębie „Jakości i bezpieczeństwa”, lecz także w całym zestawie analizowanych obszarów zawodowych. Kontroler jakości pełni funkcję „ostatniej linii obrony” pomiędzy procesem wytwórczym a klientem; wymaga to połączenia kapitału technicznego (znajomość technologii produkcji, norm, procedur) z kapitałem kulturowym i społecznym (świadomość odpowiedzialności, asertywność w relacjach z produkcją, zdolność raportowania niezgodności). W świetle raportu WEF oraz dokumentów OECD, które akcentują znaczenie myślenia analitycznego, odporności psychicznej, odpowiedzialności i etyki działania jako kompetencji transformacyjnych, można mówić o niedoborze pracowników zdolnych do internalizacji tych norm w warunkach presji czasowej i kosztowej typowej dla łańcuchów dostaw aerospace.

Porównując te wyniki z poprzednimi analizami dla obszarów Inżynieria i projektowanie oraz Serwis i utrzymanie (MRO), można dostrzec systemowy wzorzec: najwyższe deficyty występują w rolach ulokowanych bezpośrednio na styku człowiek–technologia–bezpieczeństwo, a więc tam, gdzie błędy jednostkowe mogą generować konsekwencje o wysokiej wartości ekonomicznej i ryzyku dla życia. Konstruktorzy, inżynierowie analiz wytrzymałościowych, mechanicy i inżynierowie MRO oraz kontrolerzy jakości tworzą wspólny „pas krytyczny” odpowiadający za projektowanie, materializację i weryfikację bezpieczeństwa

¹⁹ Tamże.

produktu. Raporty Skill-UP i EUCASS pokazują, że w tego typu rolach nastąpi gwałtowne nasycenie pracy technologiami cyfrowymi, systemami wspomagania decyzji oraz automatyzacją procesów kontroli, co podnosi wymagania wobec kompetencji kognitywnych (interpretacja danych, podejmowanie decyzji w warunkach niepewności) i społecznych (współpraca w zespołach interdyscyplinarnych).

Wykres 10 Najbardziej poszukiwane obecnie zawody – Specjalizacje



Źródło: badania własne PCI

Struktura zapotrzebowania na specjalizacje ujawnia dwa istotne zjawiska: relatywnie niski, selektywny popyt na wyspecjalizowany kapitał techniczny oraz wyraźnie wyższy popyt na kompetencje zarządzania łańcuchem dostaw, kluczowe dla funkcjonowania sektora w globalnych sieciach produkcji.

W przypadku pięciu pierwszych kategorii – elektromechanik/awionik, analityk danych/Data Scientist, specjalista ds. cyberbezpieczeństwa, specjaliści procesów specjalnych (obróbka

chemiczna/powierzchniowa oraz ciepła) – odsetek pracodawców deklarujących deficyt lokuje się na poziomie 4,1% (przy 95,5% „Nie”). Wskazuje to na niszowy, ale strategiczny charakter tych ról: są one liczebnie ograniczone, skoncentrowane w określonych typach organizacji (np. duże zakłady OEM, centra kompetencyjne, wyspecjalizowane MŚP), a rekrutacja ma charakter punktowy, często o wysokiej barierze wejścia (wymóg certyfikacji, doświadczenia projektowego, biegłości w narzędziach cyfrowych). Jednocześnie wszystkie te profesje odpowiadają obszarom, które w raportach WEF, Skill-UP oraz EUCASS identyfikowane są jako wektory przyszłej transformacji: cyfryzacja (analityk danych), cyberbezpieczeństwo, automatyzacja i zaawansowane procesy specjalne w Przemysle 4.0. Niski odsetek zgłaszanego aktualnego popytu nie oznacza zatem braku znaczenia, lecz raczej wczesną fazę rozwoju rynku pracy, w której tylko część podmiotów jest już gotowa absorbować tego typu kompetencje.

Na tym tle wyróżnia się specjalista łańcucha dostaw lotniczych, dla którego odsetek „Tak” osiąga 8,2% (91,8% „Nie”). Jest to najbardziej deficytowa rola w grupie Specjalizacje i jedna z istotniejszych w całym badanym spektrum zawodów. W świetle Raportu Ernst&Young, opisującego silną integrację polskiego przemysłu lotniczego z globalnymi łańcuchami dostaw (87% przychodów z eksportu, dominująca pozycja Polski jako poddostawcy dla OEM-ów), rosnący popyt na specjalistów ds. zakupów, planowania i zarządzania dostawcami jest logiczną konsekwencją wzrostu złożoności relacji między firmami, wymagań jakościowych oraz wymogów terminowości. Ten typ roli łączy elementy kapitału technicznego (rozumienie procesów produkcyjnych i specyfiki części lotniczych) z kapitałem społecznym i kulturowym (kompetencje negocjacyjne, międzykulturowe, biegłość w językach obcych) – zgodnie z akcentem, jaki OECD i WEF kładą na kompetencje transformacyjne: współpracę, komunikację, odpowiedzialność za decyzje i myślenie systemowe.

Badani mogli także samodzielnie wymienić deficytowe, według nich, zawody nieujęte w kafeteriach pytań.

Lista odpowiedzi otwartych potwierdza i uszczegóławia wzorce ujawnione w analizie kafeterii zawodów; jednocześnie wprowadza kilka nowych, lecz logicznych z punktu widzenia struktury sektora, kategorii.

Analizy wykazały, że zapotrzebowanie na poszczególne zawody jest specyficzne, jeśli chodzi o gałęzie przemysłu lotniczego. Na przykład, wśród firm przynależących do branży produkcji lotniczej aż 66,7% wskazuje technika mechanika lotniczego jako priorytet rekrutacyjny. To właśnie te firmy strukturalnie potrzebują tego profilu. Wśród firm nieprzynależących do produkcji lotniczej priorytet ten deklaruje tylko 11,6%, a 88,4% go nie wskazuje.

Wniosek płynący z tej analizy: silna, statystycznie potwierdzona heterogeniczność popytu na ten profil zawodowy w zależności od subsektora stanowi argument za segmentowanym planowaniem kształcenia zawodowego dla sektora lotniczego.

Potwierdzeniem tej tezy są kolejne analizy dotyczące zapotrzebowania na specjalistów związanych z programowaniem i obsługą maszyn CNC w przypadku przedsiębiorstw produkujących silniki i ich komponenty.

Tabela 4 Priorytet rekrutacyjny Technik mechanik lotniczy a branża – produkcja lotnicza

Branża: Produkcja lotnicza – samoloty, śmigłowce, komponenty strukturalne	Priorytet rekrutacyjny: Technik mechanik lotniczy		Ogółem
	Nie	Tak	
Brak przynależności do branży	88,4%	33,3%	81,6%
Przynależność do branży	11,6%	66,7%	18,4%
Ogółem	100,0%	100,0%	100,0%
Istotność statystyczna	Chi ² = 10,638, df=1, p=0,001		

Źródło: badania własne

Tabela 5 Priorytet rekrutacyjny Programista maszyn CNC a branża – silniki

Produkcja lotnicza – silniki, komponenty silnikowe, podzespoły	Priorytet rekrutacyjny: Programista maszyn CNC		Ogółem
	Nie	Tak	
Brak przynależności do branży	58,3%	15,4%	46,9%
Przynależność do branży	41,7%	84,6%	53,1%
Ogółem	100,0%	100,0%	100,0%
Istotność statystyczna	Chi ² = 7,074, df=1, p=0,008		

Źródło: badania własne PCI

Tabela 6 Priorytet rekrutacyjny Operator maszyn CNC a branża – silniki

Produkcja lotnicza – silniki, komponenty silnikowe, podzespoły	Priorytet rekrutacyjny: Operator maszyn CNC		Ogółem
	Nie	Tak	
Brak przynależności do branży	69,2%	21,7%	46,9%
Przynależność do branży	30,8%	78,3%	53,1%
Ogółem	100,0%	100,0%	100,0%
Istotność statystyczna	Chi ² = 11,052, df=1, p<0,001		

Źródło: badania własne PCI

Obie tabele analizują zależność między przynależnością firmy do branży produkcji silnikowej a priorytetem rekrutacyjnym na dwa kluczowe stanowiska CNC.

W obu przypadkach kierunek zależności jest identyczny i bardzo wyraźny. Wśród firm przynależących do branży silnikowej odsetek wskazujący programistę CNC jako priorytet wynosi 84,6%, a operatora CNC 78,3%. Wśród firm spoza tej branży wartości te spadają odpowiednio do 15,4% i 21,7%. Rozpiętość między grupami wynosi zatem około 57–69 punktów procentowych, co stanowi jeden z najwyższych efektów różnicowania zaobserwowanych w całym badaniu.

Obie zależności są istotne statystycznie na poziomie $p < 0,01$, przy czym zależność dla operatora CNC jest silniejsza ($\chi^2 = 11,052$, $p < 0,001$) niż dla programisty ($\chi^2 = 7,074$, $p = 0,008$). Oznacza to, że przynależność do branży silnikowej jeszcze bardziej precyzyjnie przewiduje zapotrzebowanie na operatora CNC niż na programistę, co jest logicznie spójne ze specyfiką produkcji silnikowej: wymaga ona masowego, wysokoprecyzyjnego wytwarzania komponentów (łopatki turbin, wały, obudowy), gdzie operatorzy CNC stanowią najliczniejszą grupę na halach produkcyjnych, a programiści, choć kluczowi, są mniej liczni i bardziej wyspecjalizowani.

Branża silnikowa charakteryzuje się dominacją obróbki skrawaniem, co strukturalnie wytwarza koncentrację popytu na kompetencje CNC niespotykanego w innych subsektorach lotniczych. Wynik ten jest spójny z innymi analizami raportu, w których programowanie CNC 5-osiowe wskazywano jako jeden z najczęściej deficytowych obszarów kompetencyjnych (44,9% firm zgłaszało brak tego profilu). Zestawienie obu tabel wskazuje, że deficyt CNC jest nie tylko powszechny sektorowo, ale szczególnie dotkliwy właśnie w subsektorze silnikowym, gdzie popyt na te profile jest statystycznie potwierdzony jako nieproporcjonalnie wysoki względem reszty sektora.

Podobnie jak w analizie technika mechanika lotniczego wyniki te potwierdzają, że agregacja danych bez kontroli subsektora prowadzi do systematycznego rozmycia popytu na specjalistyczne profile zawodowe. Planowanie kształcenia CNC dla sektora lotniczego powinno zatem uwzględniać szczególne zapotrzebowanie klastra silnikowego jako odrębnego segmentu o najwyższej intensywności tego deficytu.

Poniższa analiza wykazuje kontrast wobec wcześniejszych wyników i stanowi istotny przypadek potwierdzający hipotezę o silnej subsektorowej heterogeniczności popytu na profil operatora CNC. Wartość $\chi^2 = 2,516$ przy $df = 1$ i $p = 0,113$ nie pozwala odrzucić hipotezy zerowej o niezależności zmiennych na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Oznacza to, że przynależność firmy do branży MRO statków powietrznych nie różnicuje w statystycznie istotny sposób prawdopodobieństwa wskazania operatora CNC jako priorytetu rekrutacyjnego.

Tabela 7 Priorytet rekrutacyjny Operator maszyn CNC a branża – MRO statków powietrznych

MRO statków powietrznych – przeglądy, serwis, remonty	Priorytet rekrutacyjny: Operator maszyn CNC		Ogółem
	Nie	Tak	
Brak przynależności do branży	80,8%	95,7%	87,8%
Przynależność do branży	19,2%	4,3%	12,2%
Ogółem	100,0%	100,0%	100,0%
Istotność statystyczna	Chi ² = 2,516, df=1, p=0,113		

Źródło: badania własne PCI

Kierunek rozkładu jest przy tym odwrotny niż w branży silnikowej. Spośród firm, które nie wskazują operatora CNC jako priorytetu, 19,2% należy do MRO – to relatywnie niska wartość. Spośród firm, które wskazują operatora CNC jako priorytet, do MRO należy zaledwie 4,3%.

MRO statków powietrznych koncentruje się na przeglądach, serwisie i remontach gotowych platform lotniczych. Działalność ta wymaga przede wszystkim personelu obsługi technicznej, a nie operatorów maszyn wytwórczych. Obróbka skrawaniem będąca domeną operatora CNC ma w MRO więc charakter marginalny i incydentalny.

Zestawienie Tabel 4, 5 i 6 tworzy kompletny dowód analityczny na subsektorową segmentację popytu na profil CNC w sektorze lotniczym:

Różnica ta to jakościowo odmienne wnioski: w branży silnikowej przynależność subsektorowa jest silnym wskaźnikiem zapotrzebowania na operatora CNC, w MRO nie ma żadnej predykcyjnej wartości. Potwierdza to, że ogólnosektorowy agregat wskazań na operatora CNC jest de facto wskaźnikiem popytu subsektora silnikowego, nie sektora lotniczego jako całości, co ma bezpośrednie implikacje dla projektowania kierunków kształcenia zawodowego i alokacji zasobów edukacyjnych.

Podsumowując niniejszy rozdział, można wysunąć następujące wnioski. Po pierwsze, część wskazań wyraźnie duplikuje bądź rozwija pozycje z listy zamkniętej. Konstruktor / Projektant lotniczy oraz mechanik lotniczy były już identyfikowane jako zawody o relatywnie wysokim deficycie w obszarze inżynierii/projektowania i MRO; pojawienie się ich ponownie w pytaniu otwartym wskazuje na ich centralne znaczenie w zestawieniu kadrowym sektora i potwierdza, że braki w tych zawodach mają charakter strukturalny, a nie incydentalny. Podobnie operator maszyn CNC, operator procesów specjalnych (obróbka cieplna, chemiczna, powierzchniowa), pracownik narzędziowni czy specjalista ds. obsługi obrabiarek laserowych korespondują z wcześniej analizowanymi kategoriami „produkcji i montażu” oraz „specjalizacji” – są to w istocie bardziej precyzyjne nazwy funkcji już ujętych w kafeterii (np. specjaliści procesów specjalnych, pracownicy narzędziowni, operatorzy maszyn).

Po drugie, pojawiają się kategorie, które rozszerzają pole analizy o funkcje wspierające i przekrojowe: magazynier, specjalista ds. BHP, specjalista ds. wsparcia systemów IT, pilot-instruktor. Wskazuje to, że respondenci, zwłaszcza z większych organizacji, postrzegają deficyty kadrowe nie tylko w „rdzeniu technologicznym”, lecz również na peryferiach łańcucha wartości, odpowiedzialnych za bezpieczeństwo pracy, logistykę wewnętrzną i infrastrukturę cyfrową. Jest to spójne z ustaleniami Raportu Ernst&Young, gdzie podkreśla się znaczenie usług wspierających (handel, logistyka, usługi biznesowe) jako głównych beneficjentów mnożników sektora lotniczego.

Po trzecie, część wskazań dotyczy zaawansowanych ról technologicznych o charakterze niszowym, niewyeksponowanych w kafeterii, lecz silnie obecnych w analizach międzynarodowych: inżynier materiałowy, metalurg, technolog odlewnik, automatyk/programista robotów, inżynier oprogramowania. Są to profile zawodowe bezpośrednio związane z megatrendami „next big thing” opisywanymi w raportach

Ernst&Young, WEF i Skill-UP: rozwój nowych materiałów (kompozyty, stopy zaawansowane), automatyzacja i robotyzacja produkcji, cyfryzacja procesów i rozwój oprogramowania przemysłowego. Fakt, że pojawiają się one jako pojedyncze wskazania, można interpretować jako sygnał wczesnej fazy kształtowania się popytu, są one brane pod uwagę przez część pracodawców, zwłaszcza tych najbardziej zaawansowanych technologicznie, lecz nie osiągnęły jeszcze masowej skali.

Wreszcie, odpowiedzi otwarte ujawniają pewne spektrum pracy w sektorze: obok wysokospecjalistycznych ról pojawiają się takie jak magazynier czy pracownik produkcji (zaczyszczacz, obróbka wykańczająca). Świadczy to o świadomości, że efektywne funkcjonowanie przemysłu lotniczego wymaga nie tylko elitarnych kompetencji inżynierskich, ale także stabilnego zaplecza pracowników wykonawczych, których praca, choć często niewidoczna w narracjach strategicznych, jest niezbędna dla utrzymania rytmu produkcji i jakości wyrobu końcowego. Zbiega się to z wnioskami raportów OECD i WEF, które akcentują potrzebę podnoszenia kompetencji w całej strukturze hierarchicznej organizacji, a nie tylko w jej „górnym piętrze”.

Podsumowując, odpowiedzi otwarte w znacznej mierze potwierdzają wnioski z pytań zamkniętych, ale również wskazują na wyłaniające się nisze kompetencyjne związane z materiałoznawstwem, automatyzacją i cyfryzacją. Z punktu widzenia projektowania polityk kadrowych i edukacyjnych oznacza to konieczność jednoczesnego wzmacniania masowych ścieżek kształcenia w zawodach już dziś deficytowych (konstruktorzy, mechanicy, kontrolerzy jakości, specjaliści MRO, logistycy łańcucha dostaw) oraz tworzenia wyspecjalizowanych, często interdyscyplinarnych programów dla emergentnych kompetencji materiałowo-cyfrowych, które będą kluczowe dla konkurencyjności polskiego przemysłu lotniczego w horyzoncie najbliższych kilkunastu lat.

Przedstawione analizy pokazują, że struktura popytu na zawody w sektorze lotniczym ma charakter głęboko zróżnicowany, lecz zarazem wewnętrznie spójny. Najsilniejsze deficyty koncentrują się w profesjach „technologiczno-produkcyjnych” wysokiej złożoności (operatorzy i programiści CNC, technolodzy, specjaliści procesów specjalnych), w rolach inżynierskich blisko produktu (konstruktorzy, analitycy wytrzymałości, inżynierowie IT i certyfikacji), w segmentach utrzymania floty (mechanicy i inżynierowie MRO) oraz w

obszarze jakości i bezpieczeństwa (kontrolerzy jakości, specjaliści NDT). Uzupełniająco ujawnia się rosnące znaczenie ról zarządzania łańcuchem dostaw oraz emergentnych specjalizacji materiałowo-cyfrowych. Z perspektywy polityk kadrowych i edukacyjnych oznacza to konieczność równoległego wzmocnienia masowych ścieżek kształcenia w zawodach już dziś trudnych obsadowo oraz rozwijania interdyscyplinarnych programów odpowiadających na megatrendy automatyzacji, cyfryzacji i rozwoju nowych materiałów. Tylko takie podejście, spójne z rekomendacjami Raportu Ernst&Young, LOT-KOS oraz ramami kompetencyjnymi OECD i WEF, pozwoli ograniczyć strukturalne niedobory kapitału ludzkiego i utrzymać konkurencyjność polskiego przemysłu lotniczego w perspektywie najbliższej dekady.

4. Kwalifikacje i kompetencje

Dynamiczny rozwój polskiego przemysłu lotniczego, napędzany rosnącą integracją krajowych przedsiębiorstw z globalnymi łańcuchami dostaw w przemyśle lotniczym oraz postępującą transformacją technologiczną w duchu Przemysłu 4.0, stawia coraz wyższe wymagania wobec kapitału ludzkiego sektora. Międzynarodowe raporty, w tym analizy World Economic Forum (WEF), OECD Learning Compass 2030, Skill-UP, a także opracowania krajowe, w tym dokumenty branżowe Raport Ernst&Young i LOT-KOS zgodnie wskazują, że w przemyśle lotniczym przyspiesza zapotrzebowanie na kompetencje łączące zaawansowaną wiedzę techniczną z umiejętnościami cyfrowymi, analitycznymi i przekrojowymi (komunikacja, zarządzanie projektami, myślenie systemowe). Jednocześnie realia rynku pracy, zarówno w wymiarze krajowym, jak i europejskim, sygnalizują pogłębiające się niedobory wykwalifikowanych kadr, szczególnie w zawodach o wysokiej złożoności technologicznej: operatorów i programistów CNC, technologów produkcji, konstruktorów, specjalistów NDT, kontrolerów jakości oraz inżynierów automatyki.

W tym kontekście niniejszy rozdział prezentuje wyniki badań empirycznych przeprowadzonych wśród przedsiębiorstw branży przemysłu lotniczego, których celem było wielowymiarowe rozpoznanie stanu kwalifikacji i kompetencji, zarówno pracowników aktualnie zatrudnionych, jak i kandydatów aplikujących do pracy. Analiza obejmuje sześć wzajemnie powiązanych obszarów tematycznych:

- Kwalifikacje wymagające uzupełnienia lub pogłębienia – w wymiarze wykształcenia formalnego, kwalifikacji zawodowych, certyfikatów i uprawnień oraz specjalizacji.
- Kompetencje techniczne wymagające rozwoju – w podziale na kompetencje techniczno-mechaniczne, procesy wytwórcze, systemy CAD/CAM/CAE, prawo i normy lotnicze, kompetencje elektryczne i awioniczne, kompetencje cyfrowe oraz języki obce.
- Ocena poziomu kwalifikacji i kompetencji kandydatów do pracy – obejmująca kompetencje techniczno-mechaniczne, prawne i dokumentacyjne, pomiarowe, cyfrowe oraz jakościowe i językowe.

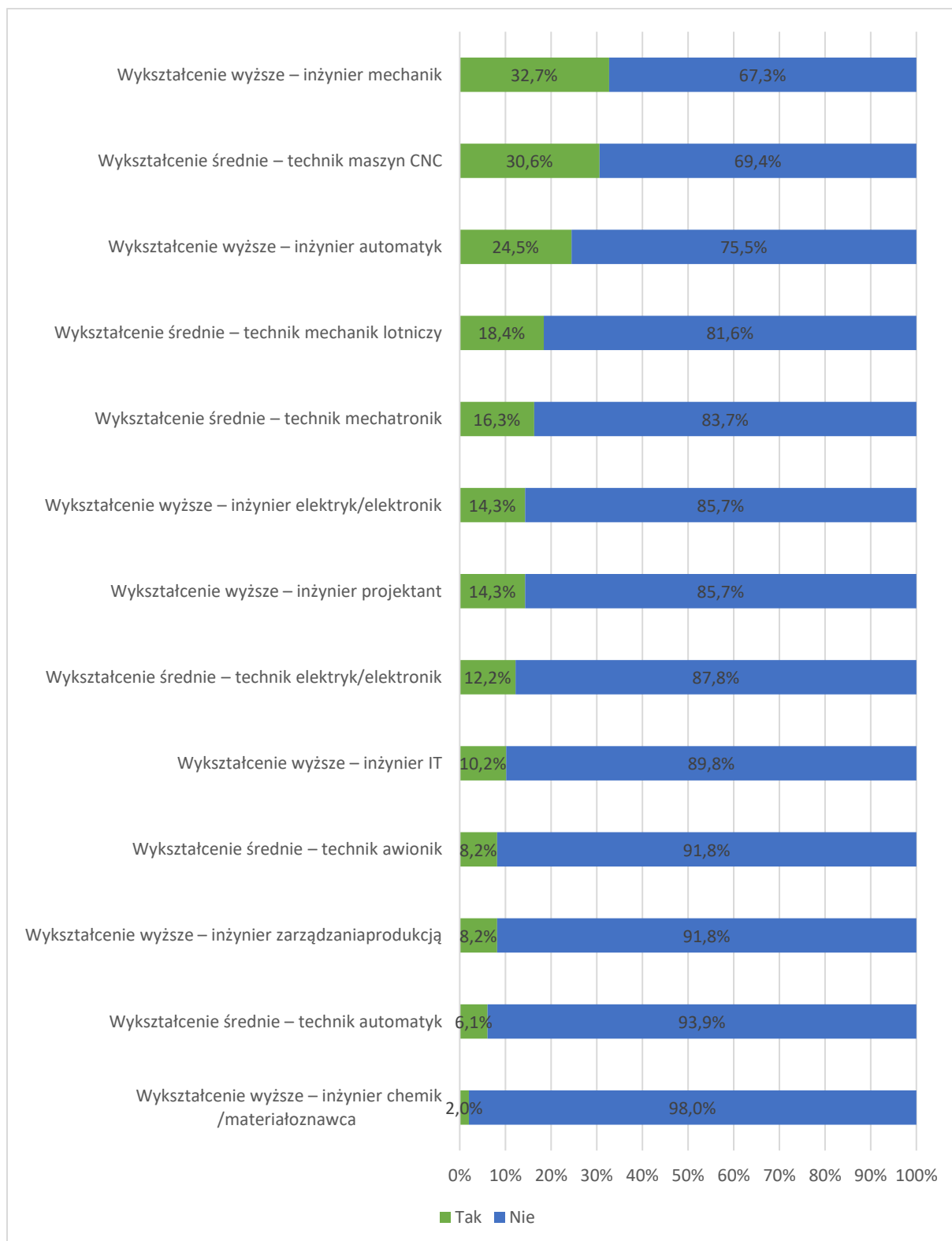
- Zapotrzebowanie na szkolenia zgłaszane przez pracowników – wraz z identyfikacją zjawiska „luki percepcyjnej” między obiektywnym deficytem a subiektywną oceną potrzeb.
- Działania wspierające rozwój pracowników i ich ocena skuteczności – od szkoleń wewnętrznych i zewnętrznych, przez kursy certyfikacyjne i mentoring, po coaching, rotację stanowiskową i e-learning.
- Kompetencje miękkie kandydatów oraz relacja znaczenia kompetencji technicznych i miękkich w ocenie wartości pracownika.

Każdy z analizowanych bloków został osadzony w kontekście raportów międzynarodowych (OECD, WEF, Skill-UP, EUCASS) oraz krajowych dokumentów strategicznych (Raport Ernst&Young, LOT-KOS, Strategia Badawcza PPL), co pozwala odnieść wyniki badań własnych do szerszych trendów transformacji kompetencyjnej w lotnictwie światowym. Przyjęta struktura od diagnozy formalnych kwalifikacji, przez analizę kompetencji technicznych i cyfrowych, ocenę kandydatów, potrzeby szkoleniowe, aż po kompetencje miękkie, umożliwia uchwycenie pełnego obrazu luki kompetencyjnej: jej skali, struktury, przyczyn oraz kierunków niezbędnych interwencji.

Wskaźniki dotyczące wykształcenia formalnego pokazują, że deficyty nie rozkładają się równomiernie. Pracodawcy najwyraźniej odczuwają braki przede wszystkim w klasycznych profilach mechanicznych i automatycznych, które stanowią fundament całego procesu produkcji w lotnictwie.

Na dole zestawienia znajdują się kierunki wyspecjalizowane, ale o wąskiej niszy zastosowań: inżynier chemik/materiałoznawca (2% wskazań „Tak”) oraz technik automatyk (6,1%). Można to interpretować jako relatywnie niewielką skalę zatrudnienia w tych profilach oraz częściowe pokrywanie potrzeb przez inne specjalności (np. inżynierów mechaników czy technologów, którzy przejmują zadania materiałoznawcze i automatyczne). Podobnie umiarkowany poziom wskazań dotyczy inżyniera zarządzania produkcją i technika awionika (po 8,2%) oraz inżyniera IT (10,2%) – role te są ważne z punktu widzenia cyfryzacji i Przemysłu 4.0, ale wciąż obsadzone raczej punktowo niż masowo, co koresponduje z wnioskami Skill-UP i WEF o wczesnej fazie upowszechniania kompetencji data/AI w przemyśle lotniczym.

Wykres 11 Kwalifikacje wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród potencjalnych i zatrudnionych pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Wykształcenie formalne



Źródło: badania własne PCI

Środkową strefę stanowią profile elektryczne i mechatroniczne: technik elektryk/elektronik (12,2%), inżynier projektant i inżynier elektryk/elektronik (po 14,3%), technik mechatronik (16,3%) oraz technik mechanik lotniczy (18,4%). To właśnie z tych kierunków rekrutują się kluczowe zawody zidentyfikowane wcześniej jako deficytowe: konstruktorzy, inżynierowie analiz wytrzymałości, mechanicy MRO, specjaliści NDT i operatorzy procesów specjalnych. Raport Ernst&Young wskazuje, że ponad połowa zatrudnionych w przemyśle lotniczym to pracownicy produkcyjni o wykształceniu średnim technicznym, a co czwarty – inżynier produkcji; obecne dane pokazują, że pracodawcy dostrzegają potrzebę dalszego pogłębiania kwalifikacji właśnie w tych profilach, aby sprostać rosnącej złożoności technicznej i regulacyjnej sektora.

Najwyższe odsetki „Tak” dotyczą inżyniera automatyka (24,5%), technika maszyn CNC (30,6%) oraz inżyniera mechanika (32,7%). Jest to bezpośrednio spójne z analizą zawodów z części „Produkcja i montaż”: operatorzy i programiści CNC oraz technolodzy produkcji zostali wskazani jako najbardziej poszukiwane zawody, a ich profile edukacyjne to właśnie technik maszyn CNC i inżynier mechanik/automatyk. Raport Ernst&Young i LOT-KOS, akcentujące automatyzację, robotyzację i rozwój zaawansowanych technologii obróbki, wskazują technologa i inżyniera produkcji jako stanowiska krytyczne i trudne obsadowo; obecne dane pokazują, że luka nie dotyczy wyłącznie liczby etatów, ale także jakości i głębokości wykształcenia formalnego. Pracodawcy oczekują dalszego uzupełniania i aktualizacji kompetencji w tych kierunkach, zarówno u kandydatów, jak i u osób już zatrudnionych.

W szerszej perspektywie międzynarodowych raportów OECD i WEF można stwierdzić, że struktura „pożądanych kierunków wykształcenia” odzwierciedla przejście od modelu opartego na wąsko rozumianych umiejętnościach manualnych do modelu wymagającego integracji wiedzy mechanicznej, elektrycznej i cyfrowej. Inżynier mechanik i automatyk, technik CNC czy technik mechanik lotniczy to profile, w których zgodnie z tymi raportami, konieczne jest wzmacnianie nie tylko kompetencji technicznych, lecz także myślenia analitycznego, adaptacyjności, pracy z danymi i współpracy w złożonych zespołach projektowo-produkcyjnych. Obecne wyniki można więc odczytywać jako wyraźny sygnał dla systemu edukacji i polityk publicznych: priorytetem powinno być zwiększanie podaży absolwentów na kluczowych kierunkach mechanicznych i automatycznych oraz tworzenie mechanizmów ciągłego doskonalenia (up-/reskillingu) dla osób już pracujących w zawodach

technicznych, aby odpowiadać na wymagania Przemysłu 4.0 i kompetencji przyszłości w lotnictwie.

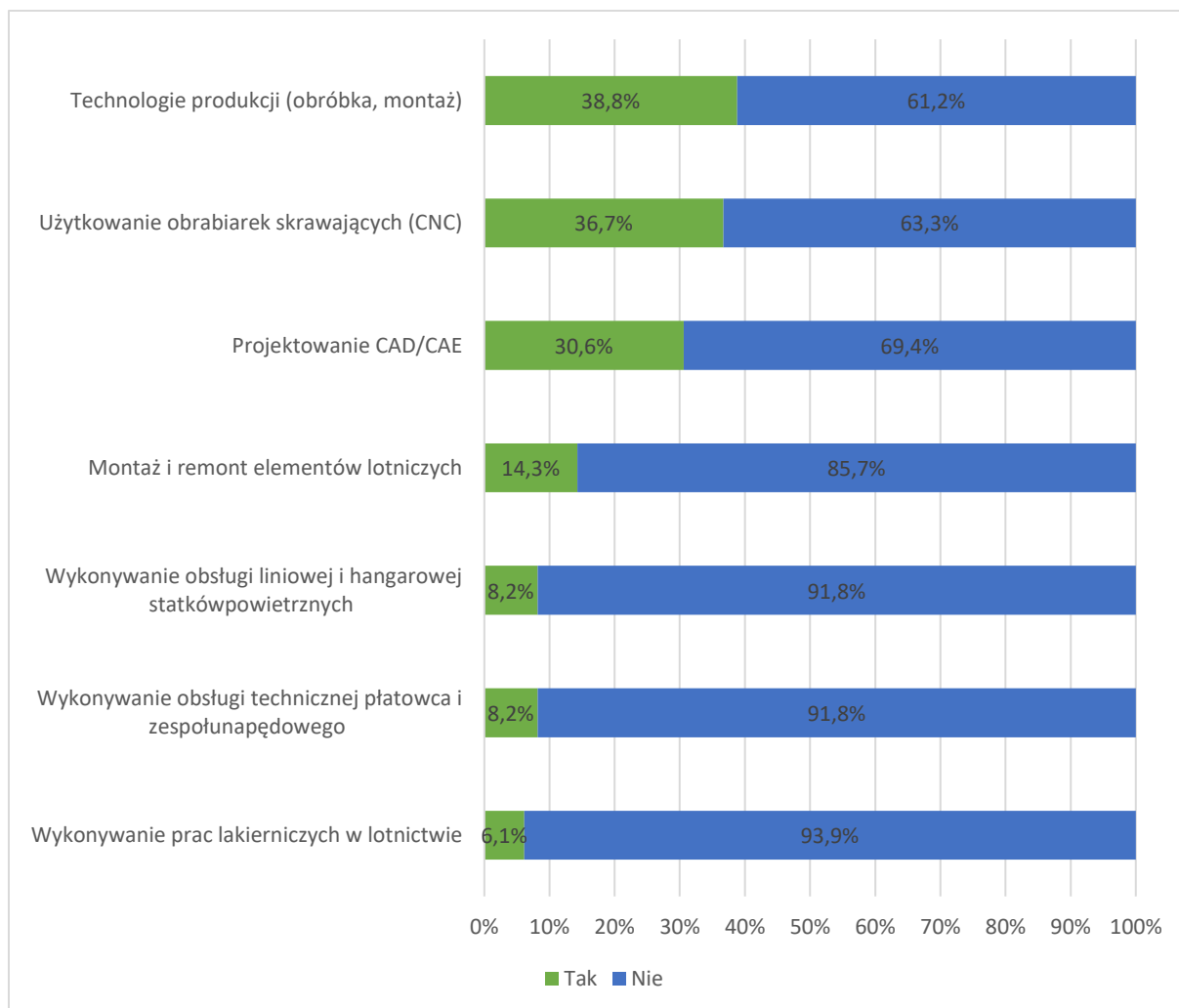
Struktura wskazań dotyczących kwalifikacji zawodowych wymagających uzupełnienia pokazuje wyraźne przesunięcie akcentów z kompetencji obsługowo-remontowych w stronę kompetencji związanych z nowoczesnymi technologiami wytwarzania i projektowania.

Na dole zestawienia znajdują się umiejętności tradycyjnie kojarzone z obsługą i naprawą statków powietrznych: prace lakiernicze (6,1% „Tak”), obsługa techniczna płatowca i zespołu napędowego oraz obsługa liniowa i hangarowa (po 8,2%). Relatywnie niskie wskazania sugerują, że większość firm dysponuje już stabilną bazą pracowników o takich kompetencjach lub że są one szerzej dostępne na rynku pracy, co koresponduje z danymi o mniejszym niedoborze stricte „remontowych” ról w porównaniu z zawodami wysokiej złożoności technologicznej.

Zauważalnie wyższy odsetek wskazań dotyczy montażu i remontu elementów lotniczych (14,3%), co wpisuje się w obraz silnego popytu na wykwalifikowanych pracowników produkcyjnych, zdolnych pracować w warunkach wysokich wymagań jakościowych i procedur lotniczych. Jednak kluczowa oś deficytów ujawnia się w trzech ostatnich kategoriach: projektowanie CAD/CAE (30,6%), użytkowanie obrabiarek skrawających CNC (36,7%) oraz szeroko rozumiane technologie produkcji (obróbka, montaż) – aż 38,8% wskazań. To one stanowią „rdzeń” kwalifikacji, które zdaniem badanych, wymagają dziś najbardziej intensywnego pogłębienia u obecnych i potencjalnych pracowników.

Zbieżność tych wyników z wcześniejszymi analizami zawodów oraz z raportami Ernst&Young, LOT-KOS i WEF jest uderzająca. W obszarze zawodów najbardziej poszukiwane były stanowiska operatorów i programistów CNC oraz technologów produkcji; teraz wprost widać, że braki dotyczą nie tylko liczby osób, ale również jakości ich przygotowania, szczególnie w zakresie obsługi nowoczesnych obrabiarek, rozumienia procesów technologicznych i posługiwania się narzędziami CAD/CAE. Raport Ernst&Young opisuje rosnący udział projektów B+R, automatyzacji i Przemysłu 4.0, a LOT-KOS wskazuje technologa jako jedną z ról najbardziej problematycznych rekrutacyjnie; WEF i Skill-UP podkreślają z kolei, że w przemyśle lotniczym przyspiesza zapotrzebowanie na kompetencje związane z obsługą zrobotyzowanych procesów, analizą danych procesowych oraz integracją IT z produkcją.

Wykres 12 Kwalifikacje wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród potencjalnych i zatrudnionych pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Kwalifikacje zawodowe



Źródło: badania własne PCI

Dane te można interpretować jako wskaźnik „luki transformacyjnej” między tradycyjnym modelem kształcenia zawodowego a wymaganiami nowoczesnego przemysłu lotniczego. System edukacji dostarcza pracowników zdolnych wykonywać klasyczne czynności obsługowe i montażowe, natomiast brakuje pogłębionych kwalifikacji w obszarze technologii produkcji, programowania i projektowania cyfrowego. Raporty OECD i WEF sugerują, że rozwiązanie tego problemu wymaga łączenia nauczania praktycznych umiejętności technicznych z rozwijaniem kompetencji analitycznych, cyfrowych i zdolności do uczenia się przez całe życie; niniejsze wyniki pokazują, że bez takiej integracji przedsiębiorstwa lotnicze nie będą w stanie

w pełni wykorzystać inwestycji w park maszynowy, automatyzację i nowe technologie materiałowe.

Dla przykładu potwierdzającego zróżnicowanie zapotrzebowania na kwalifikację ze względu na gałąź przemysłu, dokonano niniejszego zestawienia.

Tabela 8 Potrzeba podnoszenia kwalifikacji dla techników maszyn CNC a gałąź sektora – Produkcja lotnicza – silniki, komponenty silnikowe, podzespoły

Produkcja lotnicza – silniki, komponenty silnikowe, podzespoły	Kwalifikacje wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród potencjalnych i zatrudnionych pracowników Wykształcenie średnie – technik maszyn CNC		Ogółem
	Nie	Tak	
Nie	58,8%	20,0%	46,9%
Tak	41,2%	80,0%	53,1%
Ogółem	100,0%	100,0%	100,0%
Istotność statystyczna	Chi ² = 6,299, df=1, p=0,012		

Źródło: badania własne PCI

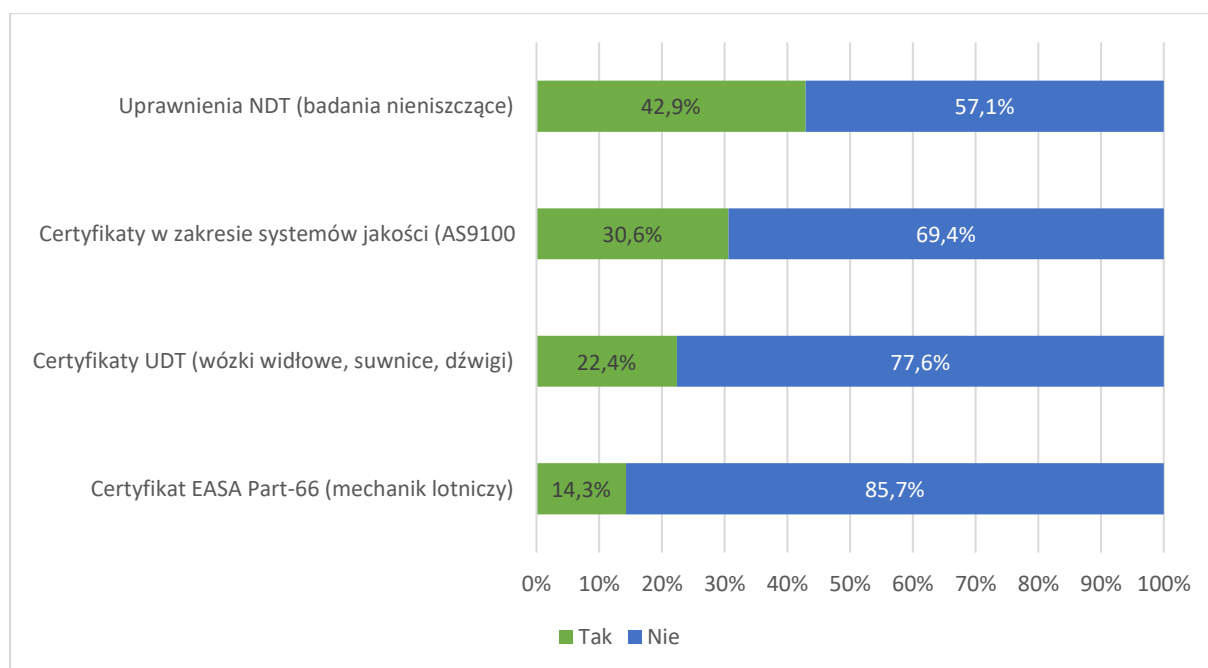
Wśród firm przynależących do branży silnikowej 80,0% deklaruje potrzebę uzupełnienia kwalifikacji w profilu technika maszyn CNC, a jedynie 20,0% nie zgłasza takiej potrzeby. W grupie firm spoza branży silnikowej proporcja jest odwrócona: 58,8% nie wskazuje tej potrzeby, a 41,2% ją potwierdza. Rozpiętość między grupami wynosi blisko 39 punktów procentowych na korzyść branży silnikowej. Wartość $\chi^2 = 6,299$ przy $df = 1$ i $p = 0,012$ pozwala odrzucić hipotezę zerową o niezależności na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Zależność jest zatem statystycznie istotna. Przynależność do subsektora silnikowego jest istotnym wskaźnikiem identyfikowania deficytu kwalifikacji w profilu technika CNC na poziomie wykształcenia średniego.

Wynik stanowi kolejny element analizy dotyczącej specyfiki subsektora silnikowego i kompetencji CNC. Poprzednie analizy wykazały, że firmy silnikowe istotnie częściej wskazują programistę i operatora CNC jako priorytet rekrutacyjny. Niniejsza analiza dopełnia ten obraz, pokazując, że te same firmy równolegle identyfikują bieżący deficyt kwalifikacji w tym profilu na poziomie wykształcenia średniego technicznego. Łącznie obie perspektywy – popytowa (rekrutacja) i luki (kwalifikacje) są ze sobą spójne i wzajemnie się wzmacniają:

przedsiębiorstwa te nie tylko intensywnie poszukują techników CNC, lecz jednocześnie uznają, że dostępni kandydaci i zatrudnieni pracownicy wymagają uzupełnienia kompetencji w tym zakresie.

Jest to zarazem empiryczne potwierdzenie wcześniejszego wniosku o asymetrii między popytem a podażą kwalifikacji CNC w sektorze lotniczym: deficyt nie ma charakteru przejściowego ani losowego, lecz jest strukturalnie skoncentrowany w subsektorze o najwyższych wymaganiach obróbczych, gdzie luka między oczekiwaniami pracodawców a rzeczywistymi kompetencjami kandydatów jest najgłębsza i najtrudniejsza do zniwelowania w krótkim horyzoncie czasowym.

Wykres 13 Kwalifikacje wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród potencjalnych i zatrudnionych pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Certyfikaty i uprawnienia

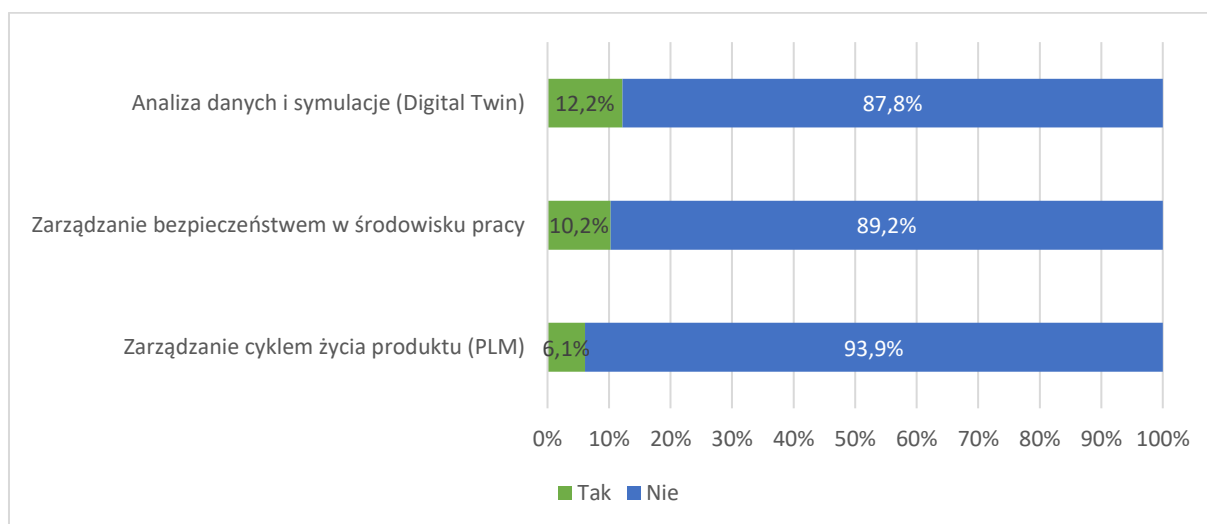


Źródło: badania własne PCI

W analizowanym obszarze Certyfikaty i uprawnienia widoczna jest wyraźna hierarchia deficytów: od uprawnień ściśle lotniczych do szerszej stosowanych, ale kluczowych certyfikacji jakościowych i NDT.

Najniższy poziom wskazań dotyczy certyfikatu EASA Part-66 (14,3% „Tak”), co można interpretować jako efekt stosunkowo wąskiej liczby stanowisk wymagających formalnego statusu mechanika licencjonowanego lub część firm ma już obsadzone tego typu pozycje odpowiednio wykwalifikowanymi pracownikami. Wyższy poziom zapotrzebowania dotyczy certyfikatów UDT (22,4%), które są niezbędne dla bezpiecznej eksploatacji wózków, suwnic i dźwigów wykorzystywanych w procesach produkcyjnych i MRO. Ich brak ogranicza elastyczność organizacji pracy na hali, stąd relatywnie częste wskazania.

Wykres 14 Kwalifikacje wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród potencjalnych i zatrudnionych pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Specjalizacje



Źródło: badania własne PCI

Najsilniejsze braki dotyczą jednak dwóch kategorii ściśle powiązanych z bezpieczeństwem i wymaganiami branży aerospace: certyfikaty w zakresie systemów jakości (AS9100 – 30,6% „Tak”) oraz uprawnienia NDT (aż 42,9%). Wpisuje się to bezpośrednio w wyniki części „Jakość i bezpieczeństwo”, gdzie kontroler jakości i specjaliści NDT byli wskazywani jako zawody najbardziej deficytowe, oraz w wymagania Raportu Ernst&Young i norm lotniczych, podkreślających centralne znaczenie certyfikowanych systemów jakości i badań nieniszczących dla utrzymania konkurencyjności i dostępu do globalnych łańcuchów dostaw. W praktyce oznacza to, że przedsiębiorstwa potrzebują nie tylko pracowników o odpowiednich kwalifikacjach technicznych, lecz także osób posiadających formalne

uprawnienia potwierdzające ich kompetencje w obszarach krytycznych z punktu widzenia bezpieczeństwa i audytów klientów.

Na tle analizowanych wcześniej raportów międzynarodowych (WEF, Skill-UP, EUCASS) można te wyniki odczytywać jako przejaw rosnącej „formalizacji” kapitału ludzkiego w lotnictwie: wraz ze wzrostem automatyzacji, złożoności materiałów i globalizacji łańcuchów dostaw rośnie znaczenie nie tylko faktycznych umiejętności, ale także ich udokumentowania w postaci certyfikatów jakościowych i NDT, które stają się warunkiem uczestnictwa w bardziej zaawansowanych segmentach rynku.

Wskazania dotyczące specjalistycznych kwalifikacji (PLM, BHP, Digital Twin) są relatywnie niskie, ale ich struktura dobrze pokazuje kierunek modernizacji sektora. Zarządzanie cyklem życia produktu (PLM) to 6,1% firm wskazujących potrzebę pogłębienia tych kompetencji; oznacza to, że PLM jest dziś domeną wąskiej grupy przedsiębiorstw, głównie większych integratorów i zakładów silnie osadzonych w globalnych łańcuchach dostaw, gdzie wymagana jest ścisła integracja danych od fazy projektowej po MRO, co opisuje m.in. Raport Ernst&Young i LOT-KOS.

Zarządzanie bezpieczeństwem w środowisku pracy to 10,2% wskazań. Tu popyt jest wyższy, co koresponduje z silnym deficytem kontrolerów jakości i specjalistów NDT oraz z rosnącymi wymaganiami regulacyjnymi EASA i systemów SMS/Quality Management, podkreślanymi w raportach krajowych.

Analiza danych i symulacje (Digital Twin) to najwyższy odsetek w tej grupie (12,2%) i wyraźny sygnał, że część firm wchodzi w fazę implementacji koncepcji cyfrowego bliźniaka, zgodnie z prognozami WEF i Skill-UP, które wskazują data/AI, symulacje i zaawansowaną analitykę jako kluczowe wektory transformacji w lotnictwie.

Z punktu widzenia całości analizy, specjalizacje te nie są jeszcze masowo wymagane, ale tworzą „awangardę kompetencyjną”. W logice OECD i WEF można uznać je za obszary, w których szczególnie silnie potrzebne będą kompetencje transformacyjne (myślenie systemowe, praca z danymi, adaptacyjność), a zatem odpowiednie programy kształcenia i reskillingu powinny być projektowane z wyprzedzeniem, zanim deficyt stanie się masowy.

Odpowiedzi na pytanie otwarte będące uzupełnieniem kafeterii dotyczących różnych wymiarów kwalifikacji bardzo dobrze dopełniają wcześniej zidentyfikowany obraz deficytów – zarówno przez doprecyzowanie istniejących kategorii, jak i wskazanie nowych, wysoko wyspecjalizowanych wymagań formalnych.

Po pierwsze, część wpisów jest bezpośrednim rozwinięciem już analizowanych obszarów. „Obsługa maszyn CNC i CMM”, „metrolog” i „obsługa i programowanie robotów” wzmocniają wniosek, że kluczowy niedobór dotyczy kompetencji technologiczno-produkcyjnych w Przemysle 4.0: obsługi zautomatyzowanych gniazd obróbczych, pomiarów CMM i robotyki, które raporty Ernst&Young i LOT-KOS wskazują jako centralne dla nowoczesnych zakładów lotniczych. Podobnie „specjalista do systemów jakości PART” oraz „Certyfikat EASA Part 45; Human Factor; EWIS” pogłębiają wcześniej zidentyfikowaną lukę w obszarze jakości i bezpieczeństwa: oprócz AS9100 i NDT firmy potrzebują też specjalistycznej wiedzy regulacyjnej w zakresie certyfikacji i czynników ludzkich, co potwierdza strategiczne znaczenie ról jakościowych w łańcuchu dostaw aerospace.

Po drugie, pojawiają się kwalifikacje, które rozszerzają perspektywę na kompetencje przekrojowe. „Język angielski” i „zarządzanie projektami” odpowiadają na potrzebę funkcjonowania w międzynarodowych, wielofirmowych projektach rozwojowych. Dokładnie w tym kierunku wskazują raporty OECD i WEF, które podkreślają znaczenie współpracy, komunikacji, odpowiedzialności i pracy w złożonych sieciach jako kluczowych kompetencji transformacyjnych. „Pilot instruktor” natomiast koresponduje z wcześniej odnotowanymi pojedynczymi wskazaniem na funkcje szkoleniowe w MRO i operacjach lotniczych, pokazując, że część organizacji postrzega brak kadr nie tylko w obszarze „robienia”, ale także „uczenia innych”.

Po trzecie, wpis „Inżynier/specjalista ds. wykonywania badań w locie” oraz wyeksponowane „WYKSZTAŁCENIE FORMALNE: Wykształcenie wyższe – inżynier projektant [...] aby projektować statki powietrzne od A do Z” wskazują na najbardziej zaawansowany poziom aspiracji sektora: od roli poddostawcy komponentów do pełnych kompetencji projektowo-walidacyjnych dla całych statków powietrznych. Jest to w pełni zgodne z celami Strategii Badawczej PPL, która zakłada budowę krajowych zdolności w obszarze projektowania, badań i certyfikacji kompletnych konstrukcji lotniczych. Pojawienie się tych

postulatów w pytaniu otwartym świadczy o tym, że część firm widzi niedobory nie tylko w bieżącej produkcji, lecz także w kompetencjach koniecznych do wejścia na wyższy szczebel łańcucha wartości.

Łącznie odpowiedzi otwarte potwierdzają więc trzy główne wnioski z wcześniejszych analiz:

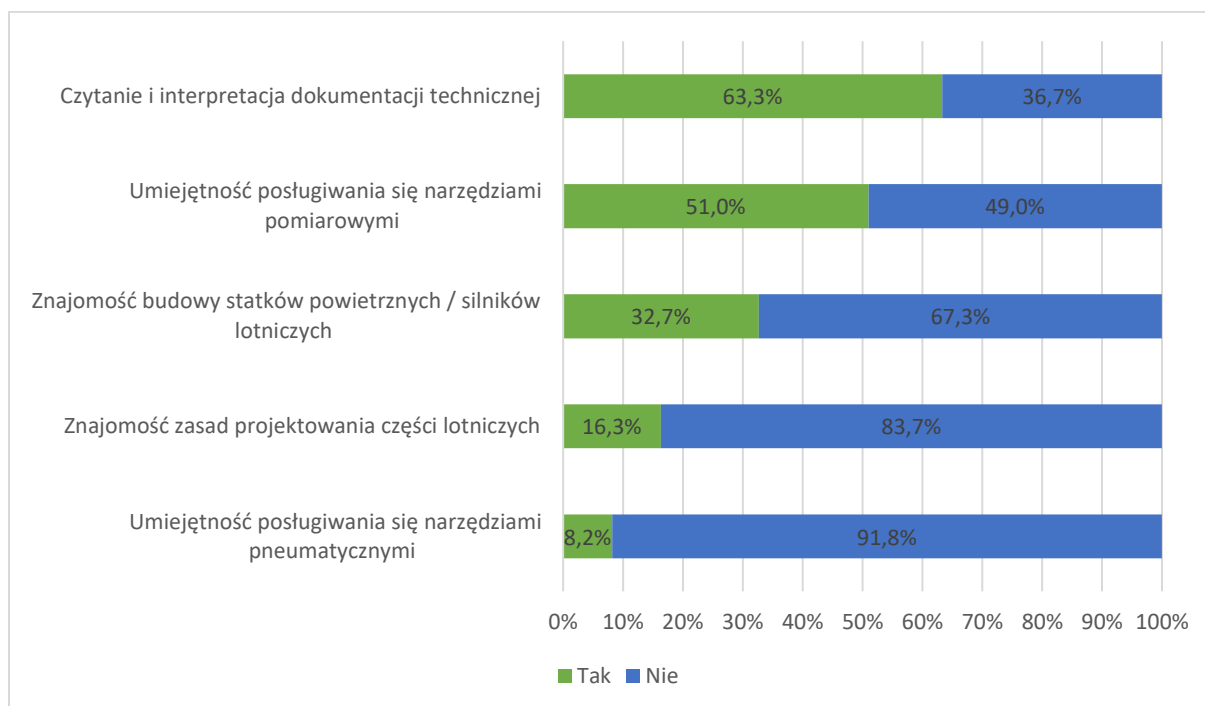
(1) trwały deficyt kompetencji technologiczno-produkcyjnych wysokiej złożoności (CNC, CMM, robotyka, metrologia), (2) rosnące znaczenie formalnych uprawnień jakościowo-regulacyjnych (Part-66, Part-145/21, NDT, AS9100, Human Factor, EWIS) oraz (3) potrzebę rozwijania kompetencji przekrojowych: językowych i projektowych, umożliwiających udział w międzynarodowych projektach B+R i pełnieniu ról integratorów, o czym szeroko traktują raporty Ernst&Young, LOT-KOS, OECD i WEF.

Analizując zgłaszane przez badanych luki kompetencyjne (w zakresie kompetencji technicznych) pracowników badanych przedsiębiorstw można zauważyć, że najwyraźniejsze napięcia kompetencyjne dotyczą nie wąsko rozumianych umiejętności manualnych, lecz zdolności do rozumienia i „czytania” technicznej logiki systemów lotniczych.

Umiejętność posługiwania się narzędziami pneumatycznymi (8,2%) oraz znajomość zasad projektowania części lotniczych (16,3%) są relatywnie rzadziej wskazywane jako obszary wymagające pogłębienia. Można to interpretować jako efekt względnie dobrego opanowania tych umiejętności przez obecne kadry lub ich mniejszej niezbędności w codziennych operacjach produkcyjnych.

Znajomość budowy statków powietrznych / silników lotniczych (32,7%) jest już wskazywana przez około jedną trzecią pracodawców; odzwierciedla to rosnące wymagania wobec pracowników produkcji, MRO i jakości, którzy zgodnie z raportami Ernst&Young i LOT-KOS, mają funkcjonować nie tylko jako wykonawcy zadań, lecz jako świadomi uczestnicy złożonych procesów w łańcuchu wartości aerospace.

Wykres 15 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Kompetencje techniczno-mechaniczne



Źródło: badania własne PCI

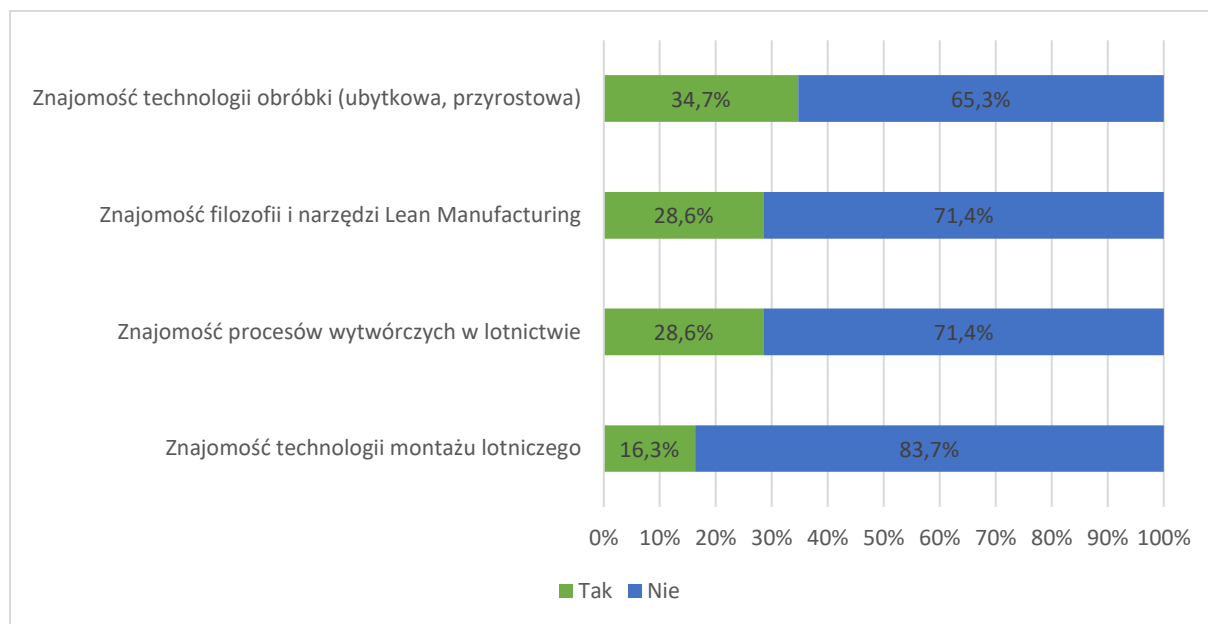
Kluczowe są jednak dwie ostatnie pozycje: umiejętność posługiwania się narzędziami pomiarowymi (51% „Tak”) oraz czytanie i interpretacja dokumentacji technicznej (63,3%). To właśnie one są najczęściej wskazywanym deficytem i bezpośrednio korespondują z wcześniejszymi wynikami dotyczącymi wysokiego popytu na operatorów CNC, metrologów, kontrolerów jakości i specjalistów NDT – ról, w których praca opiera się na precyzyjnym pomiarze, analizie wyników i pracy z dokumentacją rysunkową oraz procedurami jakościowymi.

W świetle raportów OECD i WEF można stwierdzić, że są to kompetencje „progowe” dla wejścia w logikę Przemysłu 4.0: wymagają myślenia analitycznego, dokładności, zdolności operowania abstrakcyjnymi reprezentacjami (rysunek, model 3D) i przekładania ich na działania praktyczne. Łączą więc wiedzę deklaratywną z praktyczną i wpisują się w katalog kompetencji transformacyjnych opisanych w Learning Compass 2030 i Future of Jobs.²⁰ Z perspektywy polityki kadrowej oznacza to, że programy kształcenia i szkoleń wewnętrznych

²⁰ Learning Compass 2030 i Future of Jobs

powinny w pierwszej kolejności wzmacniać właśnie te „fundamentalne” umiejętności techniczno-mechaniczne, bo bez nich trudno będzie zapełnić luki na bardziej zaawansowanych stanowiskach technologów, programistów CNC, metrologów czy specjalistów jakości, które badanie identyfikowało jako najbardziej deficytowe.

Wykres 16 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Procesy wytwórcze

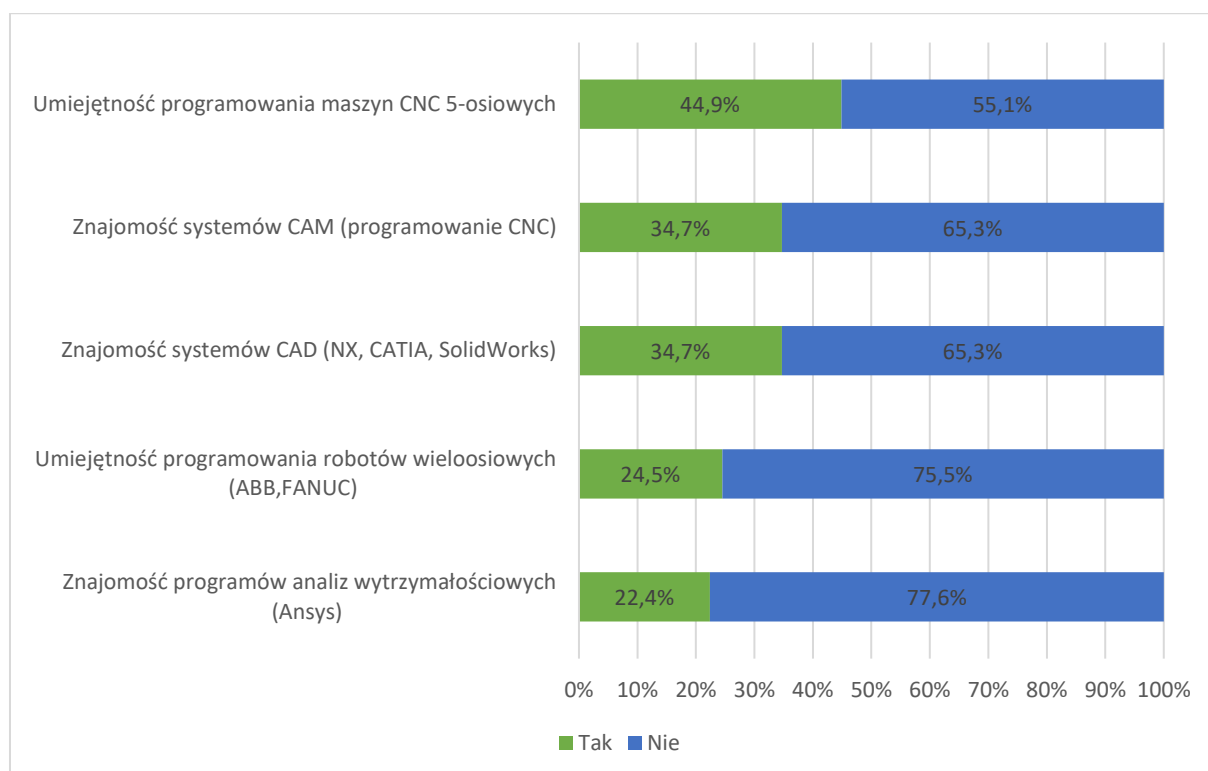


Źródło: badania własne PCI

Struktura odpowiedzi dotyczącej części związanej z procesami wytwórczymi wskazuje, że największe braki dotyczą kompetencji związanych z nowoczesnymi technologiami obróbki oraz systemowym rozumieniem procesów, a w mniejszym stopniu samego montażu. Znajomość technologii montażu lotniczego jest wskazywana przez 16,3% pracodawców, co sugeruje, że zasadnicze umiejętności montażowe są w dużej mierze dostępne na rynku lub względnie dobrze rozwinięte wewnątrz firm. Znacznie częściej wskazywana jest potrzeba pogłębienia znajomości procesów wytwórczych w lotnictwie (28,6%) oraz filozofii i narzędzi Lean Manufacturing (28,6%), co odzwierciedla przejście od prostego wykonawstwa do zarządzania przepływem wartości, optymalizacji kosztów i czasu, zgodnie z kierunkiem opisanym w raportach Ernst&Young i LOT-KOS (Przemysł 4.0, ciągłe doskonalenie, integracja z globalnymi łańcuchami dostaw). Najwyższy odsetek „Tak” dotyczy jednak znajomości

technologii obróbki (ubytkowa, przyrostowa) – 34,7% firm deklaruje, że wymaga ona uzupełnienia lub pogłębienia; jest to spójne z wcześniejszym silnym popytem na operatorów i programistów CNC oraz technologów produkcji, a także z międzynarodowymi raportami WEF i Skill-UP, które wskazują zaawansowane technologie obróbki i addytywne jako kluczowe „next big thing” w lotnictwie.

Wykres 17 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Systemy CAD/CAM/CAE



Źródło: badania własne PCI

Dane pokazują, że największe luki kompetencyjne w obszarze systemów CAD/CAM/CAE koncentrują się na bazie cyfrowej produkcji: programowaniu CNC (zwłaszcza 5-osiowym) oraz biegłej pracy w środowiskach CAD/CAM. Najrzadziej wskazywana jest potrzeba pogłębienia znajomości programów analiz wytrzymałościowych (Ansys) to wskazania 22,4% firm, oraz umiejętności programowania robotów wieloosiowych (24,5%). Można to interpretować jako fakt, że są to na razie kompetencje obecne głównie w wąskiej grupie przedsiębiorstw realizujących złożone projekty R&D lub zaawansowaną robotyzację,

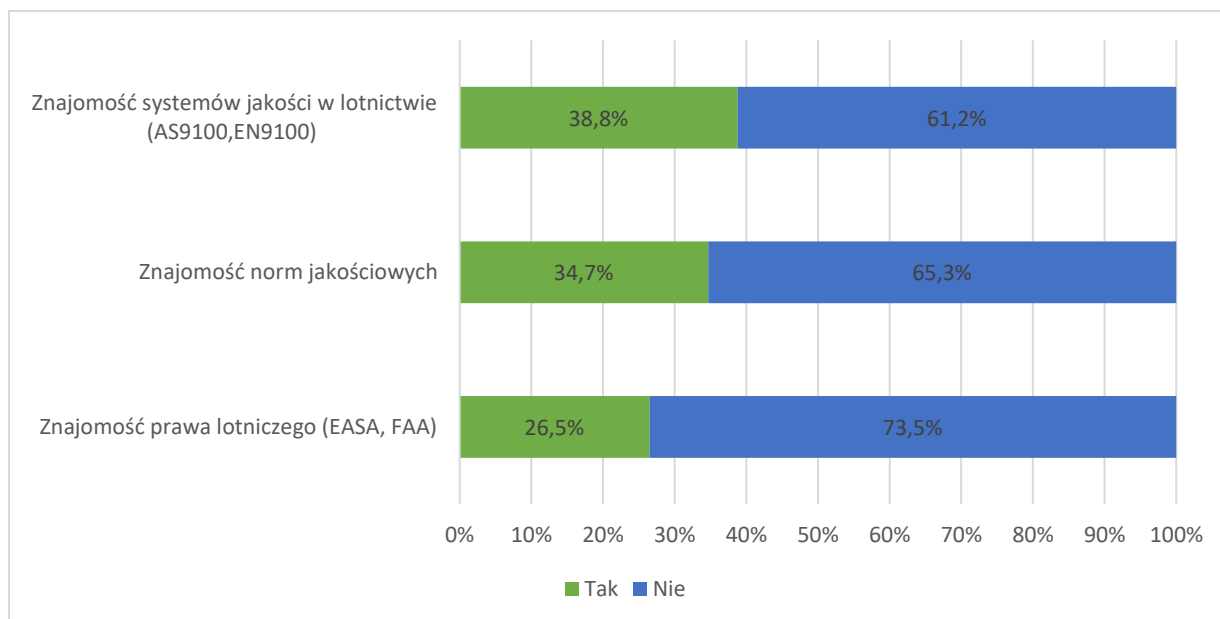
co jest zgodne z raportami Ernst&Young, LOT-KOS i Skill-UP, które opisują te obszary jako „wschodzące” w polskim sektorze lotniczym. Zdecydowanie częściej pracodawcy wskazują potrzebę rozwijania znajomości systemów CAD (NX, CATIA, SolidWorks) i CAM (programowanie CNC) – po 34,7% wskazań na „Tak”. To bezpośrednio koresponduje z wysokim popytem na konstruktorów/projektantów i programistów CNC oraz z wynikami dotyczącymi kwalifikacji zawodowych, gdzie projektowanie CAD/CAE i użytkowanie obrabiarek skrawających były jednymi z najczęściej wymienianych obszarów wymagających uzupełnienia.

Najsilniejszy deficyt dotyczy jednak umiejętności programowania maszyn CNC 5-osiowych – aż 44,9% firm deklaruje, że kompetencje te wymagają pogłębienia. W świetle raportów WEF i Ernst&Young jest to logiczne: nowoczesny przemysł lotniczy opiera się na obróbce wieloosiowej skomplikowanych geometrii (łopatki, elementy strukturalne, części silnikowe), a wykorzystanie potencjału takiego parku maszynowego wymaga wysoko wykwalifikowanych programistów i technologów.

Wskaźniki w obszarze „Prawo i normy lotnicze” pokazują, że przedsiębiorstwa szczególnie silnie odczuwają braki w wiedzy normatywno-jakościowej, a nieco słabiej w znajomości samego prawa lotniczego. Znajomość prawa lotniczego (EASA, FAA) wymaga uzupełnienia w ocenie 26,5% firm. Sugeruje to, że bazowa świadomość regulacji istnieje, ale brakuje pogłębionej, operacyjnej znajomości przepisów. Kluczowej zwłaszcza dla ról związanych z certyfikacją i nadzorem nad zdatnością do lotu, które w badaniu były wskazywane jako deficytowe.

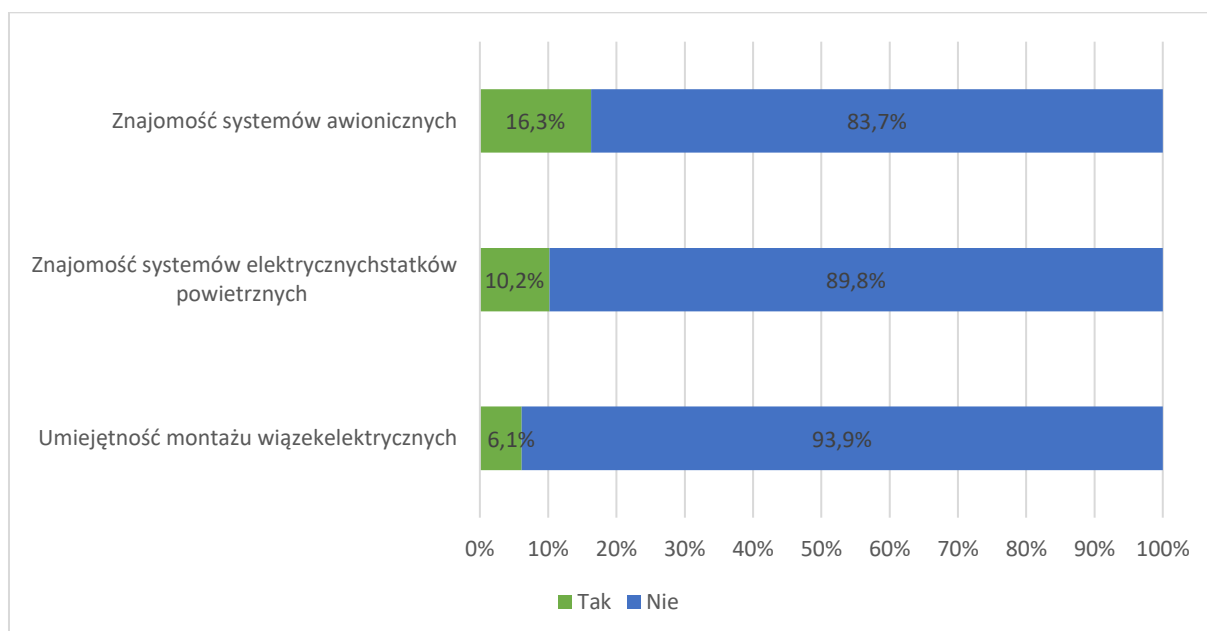
Znajomość norm jakościowych (34,7%) oraz, jeszcze częściej zaznaczana, znajomość systemów jakości w lotnictwie (AS9100, EN9100 – 38,8%) jest wyraźnie wskazywana jako obszar wymagający rozwoju. Jest to spójne z wcześniejszymi wynikami dotyczącymi dużego popytu na kontrolerów jakości, specjalistów NDT i posiadaczy certyfikatów jakości (AS9100) oraz z Raportem Ernst&Young, który podkreśla, że funkcjonowanie w globalnych łańcuchach dostaw aerospace jest możliwe tylko przy pełnej zgodności z rygorystycznych systemów jakości.

Wykres 18 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – znajomość systemów, norm i prawa lotniczego



Źródło: badania własne PCI

Wykres 19 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Kompetencje elektryczne i awioniczne



Źródło: badania własne PCI

W szerszym kontekście analiz OECD, WEF i LOT-KOS oznacza to, że transformacja technologiczna (CNC, automatyzacja, kompozyty) musi być równolegle wspierana przez rozwój kompetencji regulacyjnych: rozumienia prawa lotniczego, norm i systemów jakości jako integralnej części pracy inżynierów, technologów, pracowników produkcji i MRO, a nie wyłącznej domeny wąskiej grupy specjalistów ds. compliance.

Odsetki wskazań dla kompetencji elektrycznych i awionicznych są relatywnie niskie w porównaniu z innymi obszarami technicznymi, ale ich struktura ujawnia ważne przesunięcie akcentów od prostych czynności montażowych ku wiedzy systemowej. Najbardziej jako obszar kompetencji wymagający pogłębienia wskazywana jest umiejętność montażu wiązek elektrycznych (6,1% „Tak”). Można to interpretować jako względnie dobrą dostępność tej kompetencji na rynku pracy lub jej stosunkowo niski poziom złożoności w porównaniu z innymi wymaganiami sektora. Zbliżony, choć nieco wyższy odsetek dotyczy znajomości systemów elektrycznych statków powietrznych (10,2%), co sugeruje, że podstawowa wiedza o instalacjach elektrycznych jest obecna w kadrach, choć część firm widzi potrzebę jej aktualizacji w związku z rosnącą kompleksowością systemów pokładowych.

Najwyższy poziom wskazań dotyczy znajomości systemów awionicznych (16,3%), a więc najbardziej zaawansowanej warstwy architektury pokładowej (nawigacja, komunikacja, systemy zarządzania lotem, integracja z sieciami danych). W świetle raportów Ernst&Young i LOT-KOS, które opisują przesuwanie się polskiego przemysłu w stronę bardziej zaawansowanych technologicznie segmentów, oraz analiz Skill-UP wskazujących na rosnącą rolę cyfryzacji, systemów pokładowych i automatyzacji w lotnictwie, taki wynik można odczytywać jako sygnał wczesnego, ale ważnego deficytu systemowych kompetencji elektryczno-awionicznych.

Z perspektywy wcześniejszych analiz zawodów i kwalifikacji oznacza to, że główne napięcia kadrowe wciąż koncentrują się na mechanice, obróbce, CNC i jakości, ale równolegle zaczyna się ujawniać luka w obszarze wysokopoziomowych kompetencji elektronicznych i awionicznych, niezbędnych do obsługi nowoczesnych statków powietrznych, integracji systemów oraz wdrażania rozwiązań takich jak Digital Twin czy zaawansowane systemy monitoringu stanu. W logice raportów OECD i WEF są to obszary, w których szczególnie silnie potrzebne będzie łączenie wiedzy technicznej z kompetencjami cyfrowymi, analitycznymi i

zdolnością pracy w interdyscyplinarnych zespołach projektowych, stąd zasadność wczesnego inwestowania w kształcenie i reskilling także w tym segmencie kompetencji.

Rozkład wskazań w obszarze kompetencji cyfrowych pokazuje, że przedsiębiorstwa postrzegają cyfryzację przede wszystkim jako potrzebę rozwoju umiejętności użytkowych (ERP, analiza danych), a dopiero w dalszej kolejności zaawansowanych kompetencji IT (programowanie, Digital Twin, PLM).

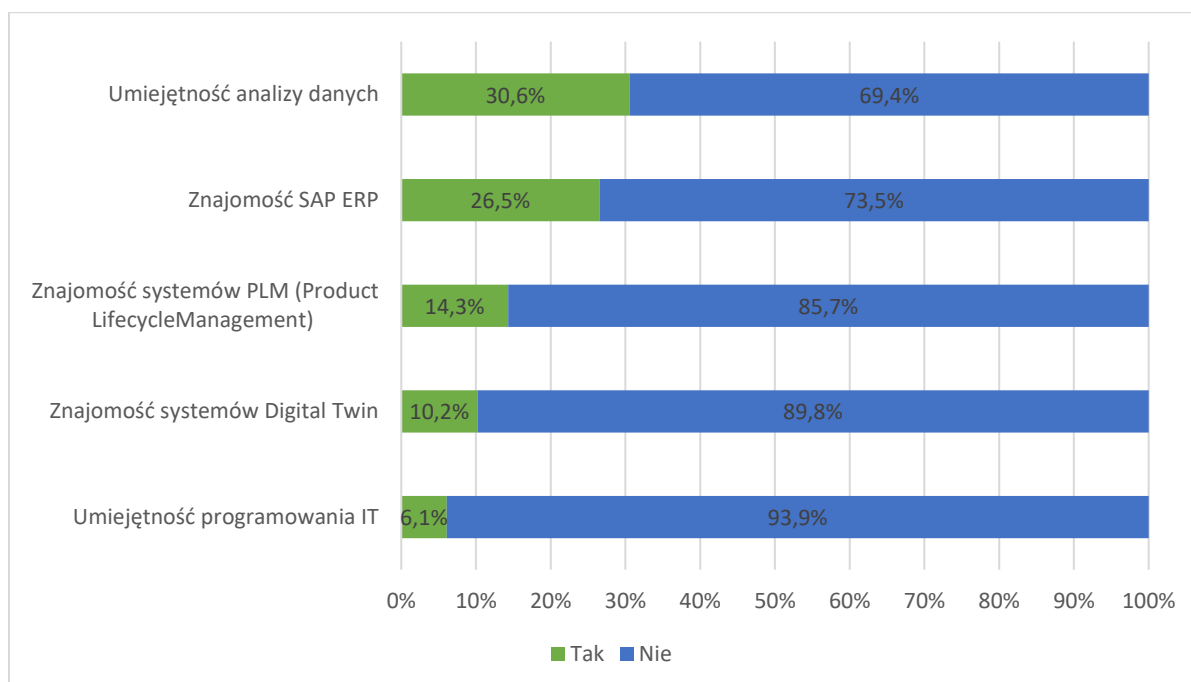
Najbardziej jako wymagające pogłębienia wskazywane są umiejętność programowania IT (6,1%) oraz znajomość systemów Digital Twin (10,2%). Oznacza to, że większość firm nie oczekuje, by szeroka grupa pracowników posiadała kompetencje programistyczne; potwierdza to raczej model, w którym wąska grupa specjalistów IT i dostawcy zewnętrzni odpowiadają za rozwój oprogramowania, co jest zgodne z obserwacjami EUCASS dotyczącymi „outsourcingu” części zadań cyfrowych w aeronautyce. Niski, choć wyższy od poprzednich pozycji odsetek dla Digital Twin sugeruje z kolei, że tylko niewielka część zakładów jest już na etapie wdrażania tego typu rozwiązań. Dokładnie tak, jak opisują to raporty WEF i Skill-UP, traktując cyfrowego bliźniaka jako technologię wschodzącą, a nie jeszcze powszechną.

Znajomość systemów PLM (14,3%) wskazywana jest częściej, co odzwierciedla potrzebę lepszej integracji danych w całym cyklu życia produktu, od projektowania po MRO, akcentowaną w raportach Ernst&Young i LOT-KOS. Jeszcze wyraźniejsze są jednak potrzeby w obszarze kompetencji w postaci znajomości SAP ERP (26,5%) oraz umiejętność analizy danych (30,6%) to najczęściej wymieniane luki cyfrowe. Oznacza to, że firmy oczekują przede wszystkim zdolności do świadomego korzystania z istniejących systemów zarządzania zasobami i danych (ERP, systemy produkcyjne, jakościowe), a także do interpretacji i wykorzystania danych w decyzjach operacyjnych, co jest w pełni spójne z diagnozą WEF, gdzie „technologiczna literacja” i „AI & big data” należą do najszybciej rosnących umiejętności przekrojowych w przemyśle.

W zestawieniu z wcześniejszymi wynikami (wysoki popyt na operatorów/programistów CNC, technologów, kontrolerów jakości, specjalistów NDT, logistyki łańcucha dostaw) widać, że sektor potrzebuje przede wszystkim „cyfrowych praktyków”: pracowników technicznych zdolnych do pracy z danymi i systemami ERP/PLM, a niekoniecznie programistów czy twórców zaawansowanych modeli. Z perspektywy ram OECD 2030 można więc interpretować

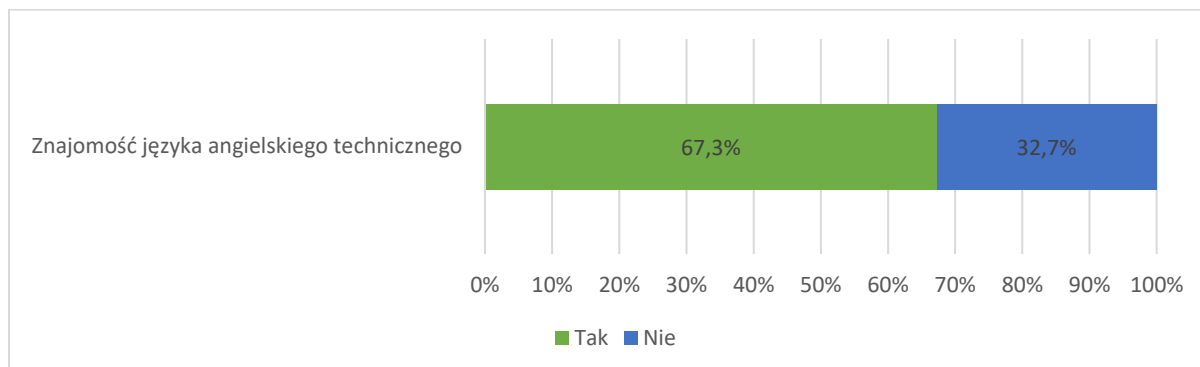
te wyniki jako wołanie o rozwój kompetencji transformacyjnych w wymiarze cyfrowym typu umiejętności analizy danych, rozumienia systemów informatycznych i wykorzystywania ich do podejmowania decyzji, które powinny stać się integralnym elementem kształcenia technicznego w lotnictwie, obok klasycznych przedmiotów inżynierskich.

Wykres 20 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Kompetencje cyfrowe



Źródło: badania własne PCI

Wykres 21 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Języki obce



Źródło: badania własne PCI

Wynik 67,3% „Tak” dla potrzeby uzupełnienia znajomości technicznego języka angielskiego jest jednym z najwyższych w całym bloku kompetencji technicznych i ma charakter przekrojowy – dotyka praktycznie wszystkich analizowanych wcześniej obszarów. Tak wysoki odsetek oznacza, że dwie trzecie badanych przedsiębiorstw ocenia, iż poziom znajomości angielskiego technicznego wśród pracowników jest niewystarczający względem aktualnych wymagań. Jest to spójne z odpowiedziami otwartymi we wcześniejszych analizach, w których „język angielski” pojawiał się obok takich pozycji jak metrolog, obsługa CNC, systemy jakości czy projektowanie, co pokazuje, że firmy postrzegają go jako podstawowe narzędzie funkcjonowania w środowisku międzynarodowych norm, dokumentacji, audytów i projektów. W świetle raportów Ernst&Young i LOT-KOS, opisujących silną integrację polskiego przemysłu lotniczego z globalnymi łańcuchami dostaw, a także analiz OECD i WEF, które wskazują komunikację międzykulturową jako jedną z kluczowych kompetencji transformacyjnych, wynik ten potwierdza, że bez systemowego wzmacniania znajomości angielskiego technicznego trudno będzie efektywnie rozwijać bardziej zaawansowane kompetencje (np. w obszarze cyfryzacji, R&D, jakości czy certyfikacji).

Odpowiedzi na uzupełniające pytanie otwarte bardzo dobrze uzupełniają blok pytań o kompetencje techniczne i cyfrowe, pokazując, w jakich konkretnych rolach i kierunkach rozwoju firmy widzą największe luki oraz aspiracje.

Po pierwsze, powtórzone także tu wskazanie na „inżyniera/specjalistę ds. wykonywania/prowadzenia badań w locie” oraz „licencje lotnicze wydane zgodnie z EASA” rozszerzają obszar kompetencji regulacyjno-jakościowych, który wcześniej ujawnił się w wysokim zapotrzebowaniu na systemy jakości (AS9100/EN9100), NDT i znajomość prawa lotniczego. Te wpisy sugerują, że część przedsiębiorstw nie poprzestaje na roli podwykonawcy komponentów, ale aspiruje do prowadzenia własnych programów prób w locie i procesów certyfikacyjnych, co jest spójne z celami strategicznymi polskiego sektora opisanymi w Raplocie Ernst&Young i dokumentach strategicznych PPL. Oznacza to zapotrzebowanie na unikalny zestaw kwalifikacji: techniczne zrozumienie konstrukcji, znajomość przepisów EASA/FAA, umiejętność planowania i dokumentowania prób, a także formalne licencje i uprawnienia pilota/inżyniera prób.

Po drugie, wskazanie „kompetencji w zakresie sztucznej inteligencji i technologii autonomicznych” oraz potrzeby znajomości programów analiz wytrzymałościowych „nie tylko Ansys” pokazuje, że część firm myśli już o kolejnej fali transformacji – od klasycznych narzędzi CAD/CAE do zaawansowanej analityki, symulacji wielkoskalowych i wykorzystania AI w projektowaniu, optymalizacji oraz systemach pokładowych. To bezpośrednio koresponduje z trendami opisanymi w raportach WEF, Skill-UP i EUCASS, gdzie AI, autonomy i advanced simulation wskazywane są jako kluczowe umiejętności w lotnictwie. Na tle wyników zamkniętych pytań (umiarkowane zapotrzebowanie na Ansys, Digital Twin, PLM) odpowiedzi te można traktować jako głos bardziej zaawansowanej podgrupy firm, które już teraz widzą konieczność wyjścia poza pojedyncze narzędzia ku szerokiemu spektrum metod numerycznych i algorytmów AI.

Po trzecie, rozbudowany wpis „zarządzanie projektami, szacowanie ryzyka, critical judgement i planowanie produkcji, komunikacja i definiowanie oczekiwań” wzmacnia wniosek, że obok kompetencji czysto technicznych rośnie znaczenie kompetencji przekrojowych (transwersalnych). Wcześniejsze wyniki dotyczące języka angielskiego technicznego (67,3% „Tak”), zarządzania bezpieczeństwem, znajomości systemów ERP/PLM oraz odpowiedzi otwarte o „zarządzaniu projektami” wskazują, że firmy potrzebują inżynierów zdolnych pełnić role koordynatorów i liderów w złożonych, międzynarodowych projektach B+R i produkcyjnych. Jest to dokładnie ten profil kompetencyjny, który OECD i WEF opisują jako połączenie myślenia systemowego, podejmowania decyzji w warunkach niepewności (critical judgement), współpracy i komunikacji międzykulturowej – fundament nowoczesnej kariery w sektorach high-tech.

Łącznie odpowiedzi otwarte pokazują więc trzy „warstwy” ponad to, co ujawniły pytania zamknięte: (1) aspirację części firm do pełnokrwistego udziału w projektowaniu i certyfikacji kompletnych statków powietrznych (badania w locie, licencje EASA), (2) potrzebę wejścia na wyższy poziom wykorzystania narzędzi cyfrowych – od klasycznego CAE do szeroko rozumianych symulacji, AI i autonomii – oraz (3) rosnące znaczenie kompetencji projektowych, zarządczych i komunikacyjnych, bez których nie da się efektywnie wykorzystać potencjału technicznego i cyfrowego w realnych projektach przemysłowych.

Badani oceniali poziom kwalifikacji i kompetencji kandydatów do pracy w reprezentowanych przez nich przedsiębiorstwach. Rozkład ocen pokazuje, że kandydaci do pracy w firmach branży przemysłu lotniczego relatywnie najlepiej wypadają w kompetencjach podstawowych (czytanie dokumentacji, obsługa narzędzi pomiarowych), natomiast największe luki występują tam, gdzie wymagana jest głęboka specjalizacja lotnicza czy cyfrowa.

1. Kompetencje techniczno-mechaniczne i materiałowe.

- Znajomość budowy i zasad działania silników oraz modułów lotniczych.

Wysokie oceny ma bardzo mały odsetek kandydatów (2,1% „bardzo wysoki”, 4,2% „raczej wysoki”), ale aż 33,3% firm w ogóle nie potrzebuje tej kompetencji, więc realny deficyt dotyczy węższego segmentu przedsiębiorstw specjalizujących się w napędach. Wśród firm, które rekrutują na takie stanowiska, dominuje przeświadczenie o niskim poziomie (31,3% „bardzo niski”, 8,3% „raczej niski”), co oznacza lukę jakościową bardziej w niszy silnikowej, a nie w całym sektorze.

- Znajomość materiałów, procesów wytwórczych, czynników kosztotwórczych i Lean.

Tylko 22,9% przedstawicieli firm zaznaczyło, że te kompetencje nie są brane pod uwagę w ich procesach rekrutacyjnych, więc dla większości to realne wymaganie. W tej grupie rozkład jest rozciągnięty: ok. 10% ocen wysokich, 25,1% „średni” i ponad 40% ocen niskich. Pokazuje to, że dla szerokiego kręgu pracodawców kandydaci znają podstawy, ale rzadko mają rozwiniętą świadomość kosztową i praktyczną znajomość narzędzi Lean – luka ma więc charakter systemowy.

2. Prawo, bezpieczeństwo, dokumentacja.

- Znajomość prawa lotniczego, procedur oraz zasad BHP/ergonomii.

Odpowiedź „nie dotyczy” wybrało 22,9% firm, lecz w pozostałych 77,1% jest to ważne kryterium. W tej grupie nie ma ocen „bardzo wysoki”, tylko 6,3% „raczej wysoki”, za to ponad połowa wyników to „raczej niski” lub „bardzo niski”. Oznacza to, że tam, gdzie prawo i procedury są wymagane, kandydaci są bardzo słabo przygotowani – stąd w poprzednich modułach silne sygnały potrzeby doszkalania z EASA/FAA i standardów bezpieczeństwa.

- Czytanie i interpretacja dokumentacji technicznej oraz norm jakościowych.

Tu „nie dotyczy” pojawia się tylko w 4,2% firm, więc praktycznie cały sektor branży przemysłu lotniczego wskazuje na to wymaganie. Dominują oceny „średnie” (54,2%), umiarkowanie jest ocen wysokich (12,5%), a niespełna 30% to oceny niskie. Jest to więc kompetencja powszechnie oczekiwana i przeciętnie opanowana. Wystarczająca do rozpoczęcia pracy, ale niewystarczająca, by samodzielnie prowadzić złożone zadania jakościowe czy projektowe, co wyjaśnia wysokie zapotrzebowanie na jej pogłębienie u zatrudnionych.

3. Narzędzia pomiarowe i warsztat produkcyjny.

- Obsługa narzędzi pomiarowych, pneumatycznych i diagnostycznych maszyn.

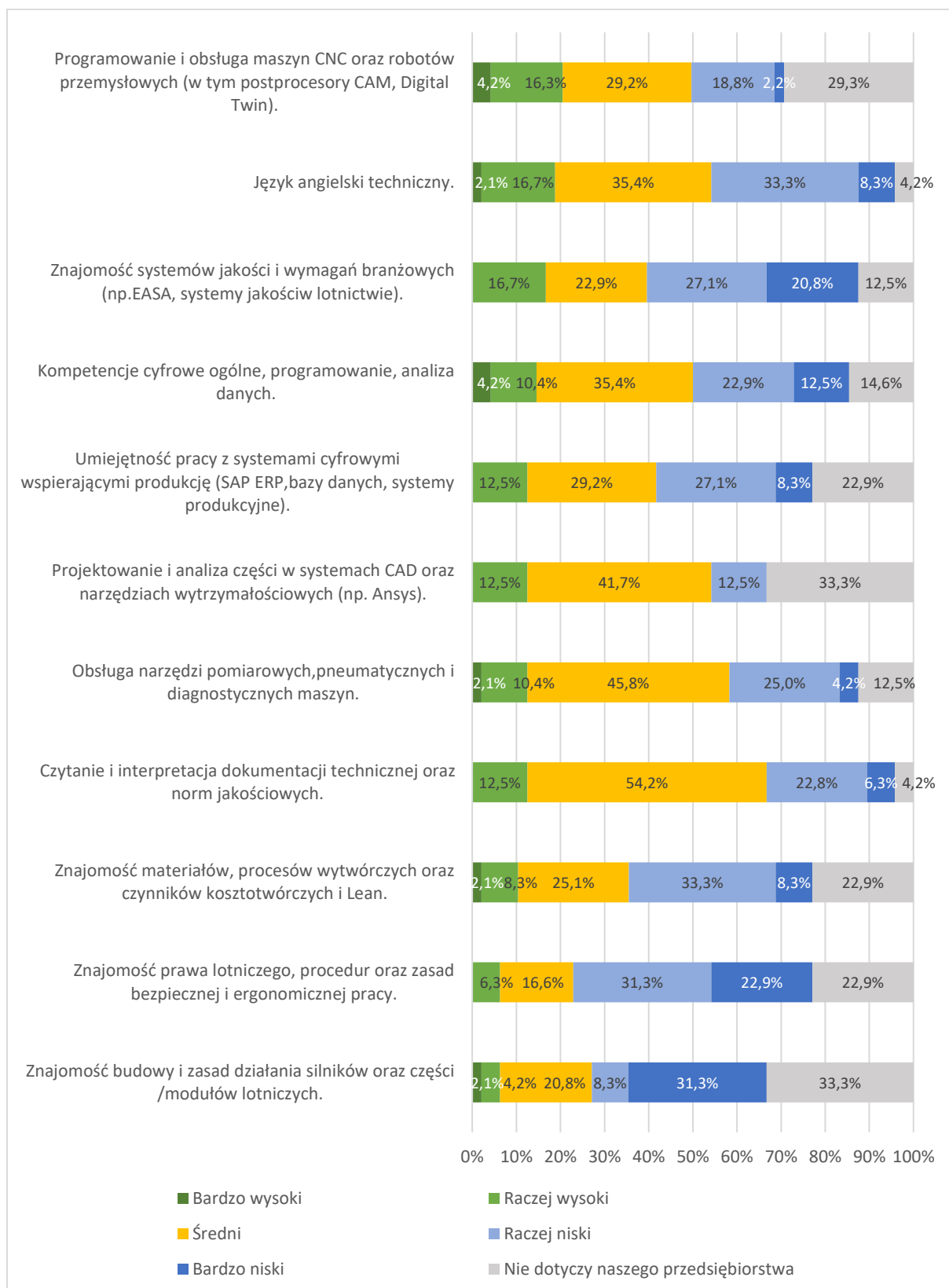
12,5% firm zaznacza „nie dotyczy”, zatem w zdecydowanej większości przedsiębiorstw jest to realny wymóg. W tej grupie 45,8% kandydatów oceniono na poziom „średni”, ok. 12,5% na wysoki, a 29,2% na niski. Kandydaci mają więc powszechnie podstawowe umiejętności pomiarowe, ale w firmach, które potrzebują zaawansowanych metrologów i diagnostów, relatywnie rzadko udaje się znaleźć poziom wysoki. To lokalizuje lukę raczej w górnej części skali kompetencji.

4. CAD/CAE, CNC, systemy cyfrowe.

- Projektowanie i analiza części w systemach CAD/CAE.

33,3% firm wskazuje „nie dotyczy”, więc tylko 2/3 rynku realnie poszukuje projektantów i analityków. W tej grupie 12,5% ocen to poziom „raczej wysoki”, 41,7% „średni” i 12,5% „raczej niski”, przy braku ocen „bardzo wysoki”. To znaczy, że kandydaci z podstawami CAD/CAE istnieją, lecz dla firm prowadzących złożone projekty konstrukcyjne brakuje specjalistów na poziomie senior/ekspert, co potwierdza wcześniejsze postulaty o kluczowej roli inżyniera-projektanta.

Wykres 22 Ocena ogólnego poziomu kwalifikacji i kompetencji technicznych u kandydatów do pracy w badanych przedsiębiorstwach



Źródło: badania własne PCI

- Umiejętność pracy z systemami cyfrowymi wspierającymi produkcję (SAP ERP, bazy danych, systemy produkcyjne).

22,9% to wskazania na odpowiedź „nie dotyczy”, a więc ok. 3/4 firm realnie oczekuje tej kompetencji. W tej grupie 12,5% ocen „raczej wysoki”, 29,2% „średni” i 35,4% ocen niskich. Oznacza to, że w większości przedsiębiorstw kandydaci mieli kontakt z systemami, ale rzadziej potrafią je wykorzystywać w sposób maksymalny (analiza danych, planowanie, raportowanie) – luka dotyczy głębszego, a nie czysto operacyjnego korzystania z narzędzi cyfrowych.

- Kompetencje cyfrowe ogólne (programowanie, analiza danych)

14,6% „nie dotyczy”, więc dla około 85% firm jest to istotny atut. W tej grupie 4,2% ocen „bardzo wysoki” i 10,4% „raczej wysoki” wskazuje na niewielką, ale ważną grupę kandydatów z zaawansowanymi umiejętnościami data/IT, natomiast ponad 35% ocen niskich pokazuje, że dla większości ta sfera wymaga rozwoju. W zestawieniu z poprzednimi wynikami (wysokie potrzeby w zakresie analizy danych i Digital Twin) to właśnie tu widać rodzącą się „lukę transformacyjną” Przemysłu 4.0.

5. Systemy jakości, normy branżowe, język angielski.

- Znajomość systemów jakości i wymagań branżowych (EASA, systemy jakości w lotnictwie).

Tylko 12,5% przedstawicieli firm wybrało odpowiedź „nie dotyczy”, co potwierdza, że większość przedsiębiorstw funkcjonuje pod presją wymogów branżowych. W tej grupie ponad połowa ocen to „raczej niski” lub „bardzo niski”, a wysokie oceny pojawiają się rzadko. Oznacza to, że braki w wiedzy o systemach jakości nie są niszowe, ale dotyczą masowo kandydatów na stanowiska, gdzie compliance jest codziennością (jakość, produkcja certyfikowana, MRO).

- Język angielski techniczny

Odpowiedź „Nie dotyczy” pojawia się tylko w przypadku 4,2% badanych, a więc praktycznie cały sektor uważa tę kompetencję za potrzebną przy rekrutacji. W tej grupie jedynie ok. 19% kandydatów otrzymuje oceny wysokie, 35,4% „średni”, a ponad 40% – niskie. Oznacza to, że słaba znajomość angielskiego technicznego jest jedną z głównych barier wejścia do wielu zawodów związanych z przemysłem lotniczym. To w pełni tłumaczy, dlaczego wcześniejszy wykres dotyczący języków obcych pokazał 67,3% firm deklarujących potrzebę uzupełniania tej kompetencji.

- Programowanie i obsługa maszyn CNC oraz robotów (CAM, Digital Twin).

29,3% badanych wskazało odpowiedź „nie dotyczy”, więc zaawansowane kompetencje i kwalifikacje z zakresu CNC/robotyka to realne wymagania ponad 70% firm branży przemysłu lotniczego. W tej grupie 4,2% „bardzo wysoki”, 16,3% „raczej wysoki” i 29,2% „średni” pokazuje, że istnieje spory zasób kandydatów z podstawami, ale wciąż niewielu ekspertów, co wcześniej uwidoczniło się jako największy deficyt w obszarze kwalifikacji zawodowych (użytkowanie CNC, technologie produkcji).

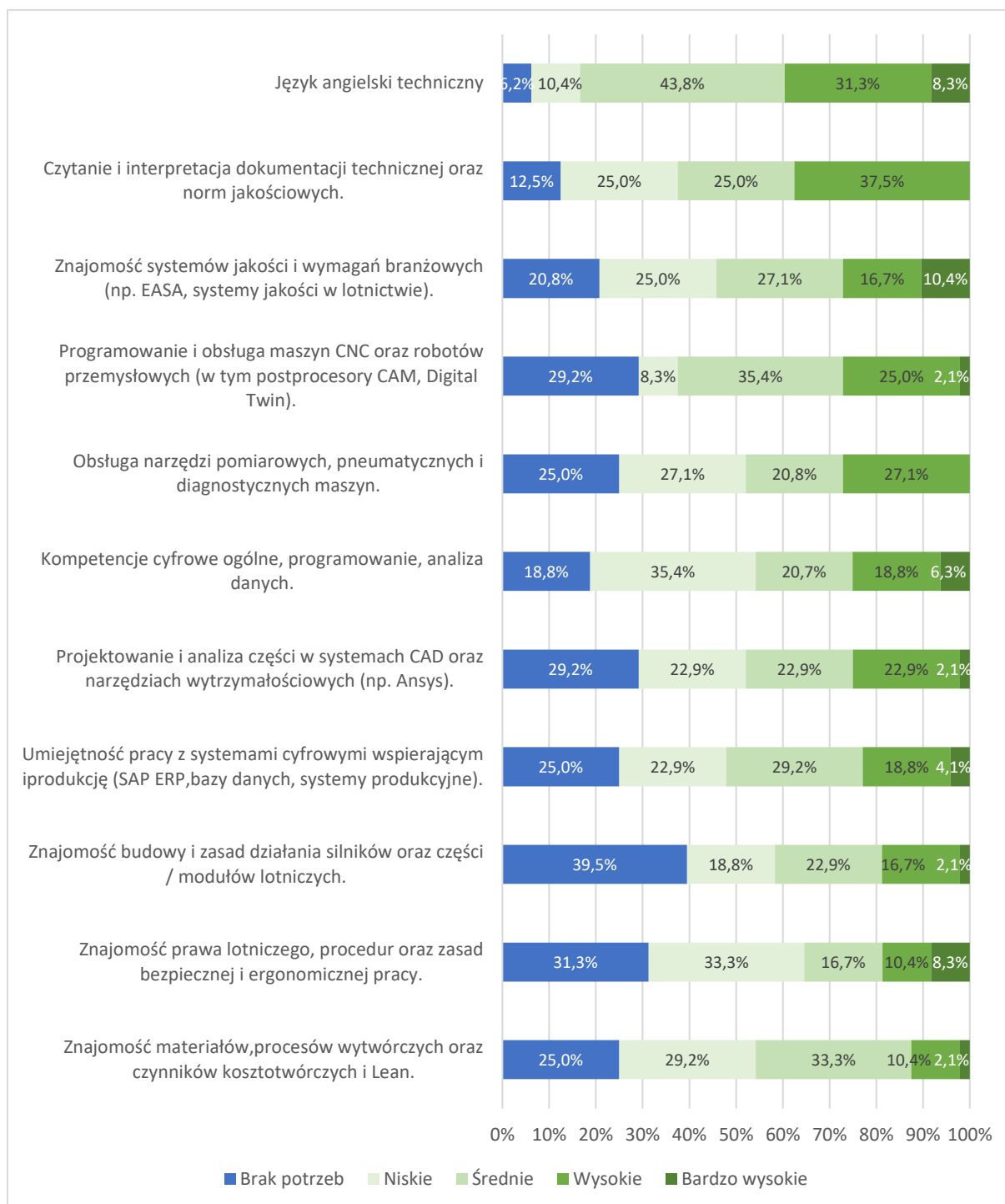
Reasumując, część najgłębszych luk (silniki, zaawansowane CAD/CAE, CNC 5-osi) dotyczy węższych, wysoko wyspecjalizowanych segmentów rynku, natomiast kompetencje takie jak czytanie dokumentacji, metrologia, systemy jakości, prawo lotnicze, systemy cyfrowe oraz angielski techniczny są powszechnie wymagane i w tych obszarach przeciętny poziom kandydatów jest niższy od deklarowanych wymagań wynikających z potrzeb sektora.

Respondenci wypowiedzieli się także w kwestii zapotrzebowania na szkolenia zgłaszanego przez pracowników reprezentowanych przez nich przedsiębiorstw. Pytanie z zamkniętą kafeterią kompetencji zostało uzupełnione pytaniem otwartym z prośbą o wpisanie przez respondentów nieujętych kompetencji, które pojawiają się w kontekście zapotrzebowania na szkolenia w ich przedsiębiorstwach. Rozkład odpowiedzi wskazuje, że zgłaszane przez pracowników potrzeby szkoleniowe koncentrują się na kompetencjach horyzontalnych (język angielski techniczny, dokumentacja, systemy jakości, kompetencje cyfrowe), natomiast w wielu obszarach stricte technicznych manifestuje się efekt „nieuświadomionej luki”, tj. relatywnie wysoki odsetek odpowiedzi „brak potrzeb” przy jednocześnie niskiej ocenie poziomu tych samych kompetencji u kandydatów do pracy dokonanej przez respondentów (przeanalizowanej powyżej).

1. Kompetencje techniczno-produkcyjne.

- Znajomość materiałów, procesów wytwórczych, czynników kosztotwórczych i Lean. Poziom potrzeb układu się równomiernie: 25% „brak potrzeb”, 29,2% „niskie”, 33,3% „średnie”, 12,5% „wysokie i bardzo wysokie”. Oznacza to umiarkowaną świadomość znaczenia tej wiedzy. Przeważa zapewne przekonanie, że wystarczy utrzymanie bieżących kompetencji, podczas gdy wcześniejsze wyniki o kompetencjach technicznych wskazywały znaczące niedobory w obszarze procesów wytwórczych i Lean u kandydatów i pracowników.

Wykres 23 Poziom zgłaszania potrzeb szkoleniowych przez pracowników badanych przedsiębiorstw



Źródło: badania własne PCI

Tę rozbieżność można interpretować jako klasyczny przykład „luki percepcyjnej”: pracownicy nie identyfikują deficytu w obszarze, który w ocenie kadry ZZL jest kluczowy dla produktywności i kosztów.

- Znajomość budowy i zasad działania silników oraz części/modułów lotniczych

39,5% respondentów deklaruje „brak potrzeb”, a tylko 18,8% „wysokie” i „bardzo wysokie” potrzeby. Ten wzorzec jest spójny z faktem, że tylko część zakładów realizuje prace przy silnikach; dla pozostałych pracowników te kompetencje są marginalne bądź zbędne. Jednocześnie w przedsiębiorstwach zajmujących się napędami w pytaniach otwartych pojawiają się postulaty szkoleń z manualnych napraw, czyszczenia części silnika oraz systemów adaptacyjnych w lotnictwie (AI, systemy autonomiczne, diagnostyczne), co wskazuje, że w tej niszy potrzeby są jakościowo bardzo zaawansowane.

- Obsługa narzędzi pomiarowych, pneumatycznych i diagnostycznych maszyn.

25% „brak potrzeb”, 27,1% „niskie”, 20,8% „średnie” oraz aż 27,1% „wysokie”. W porównaniu z oceną poziomu kompetencji technicznych (gdzie umiejętności pomiarowe oceniano głównie na poziomie średnim), tutaj pracownicy częściej dostrzegają potrzebę doskonalenia, co może wynikać z rosnących wymagań jakościowych i częstszego wykorzystania zaawansowanej aparatury diagnostycznej.

- Programowanie i obsługa maszyn CNC oraz robotów (CAM, Digital Twin).

29,2% „brak potrzeb” – prawdopodobnie odzwierciedla to fakt, że nie wszyscy badani pracują przy CNC. Wśród pracowników, których ta kompetencja dotyczy, rozkład jest zdecydowanie „ambitny”: 35,4% wskazuje potrzeby „średnie”, 25% „wysokie” i 2,1% „bardzo wysokie”. Jest to zbieżne z wcześniejszą diagnozą sektora, gdzie CNC i programowanie 5-osiowe zostały uznane za jedne z najbardziej deficytowych kompetencji; tu widać, że sami pracownicy dostrzegają konieczność podnoszenia kwalifikacji i aktualizowania wiedzy (CAM, Digital Twin). Odpowiedź otwarta „praktyczna umiejętność posługiwania się obrabiarkami CNC oraz CMM” dodatkowo potwierdza znaczenie tego obszaru.

2. Prawo lotnicze, systemy jakości i normy

- Znajomość prawa lotniczego, procedur oraz zasad bezpiecznej i ergonomicznej pracy

Aż 31,3% deklaruje „brak potrzeb”, a 33,3% jedynie „niskie”, natomiast 18,7% „wysokie i bardzo wysokie”. Biorąc pod uwagę wcześniejsze wyniki, które pokazały niski poziom

znajomości prawa lotniczego wśród kandydatów oraz duże zapotrzebowanie na szkolenia z Part-145 i innych regulacji, można wnioskować, że znaczna część pracowników nie zdaje sobie sprawy ze złożoności wymogów normatywnych; świadomość potrzeby szkoleń występuje głównie w jednostkach mocniej związanych z procesami certyfikacji i obsługi. Potwierdza to odpowiedź otwarta wprost postulująca szkolenia z Part-145 oraz interpretacji przepisów EASA dotyczących organizacji projektujących, produkujących i remontowych.

- Znajomość systemów jakości i wymagań branżowych (EASA, systemy jakości w lotnictwie).

Tylko 20,8% wskazuje „brak potrzeb”, znaczna część deklaruje potrzeby co najmniej „średnie” (27,1%) lub „wysokie” (16,7%) i „bardzo wysokie” (10,4%). Oznacza to relatywnie wysoką świadomość znaczenia systemów jakości, wyższą niż w przypadku samego prawa lotniczego, co koreluje z wcześniejszymi wynikami o dużej wadze certyfikatów AS9100, NDT i uprawnień jakościowych. Wzmianka w pytaniu otwartym o „szkoleniach jakościowych (normy) wymaganych w branży lotniczej” wzmacnia interpretację, że systemy jakości są centralnym obszarem oczekiwanych szkoleń.

- Czytanie i interpretacja dokumentacji technicznej oraz norm jakościowych.

Jedynie 12,5% badanych deklaruje „brak potrzeb”, 25% „niskie”, a aż 62,5% „średnie” i „wysokie” (z czego 37,5% „wysokie”). Ta pozycja jest jedną z najsilniej „uświadomionych”. Respondenci widzą, że trudność dokumentacji (w tym anglojęzycznej) rośnie i wymagane są bardziej zaawansowane kompetencje interpretacyjne. To dobrze koresponduje z danymi o brakach w czytaniu dokumentacji po stronie kandydatów oraz z otwartą odpowiedzią o „ogólnym, niższym stanie kultury technicznej” i braku zdolności analitycznego przewidywania skutków działań.

3. Kompetencje cyfrowe i systemy informatyczne.

- Umiejętność pracy z systemami cyfrowymi wspierającymi produkcję (ERP, bazy danych, systemy produkcyjne).

25% „brak potrzeb”, ale aż 52,1% deklaruje potrzeby „średnie” lub wyższe (29,2% „średnie”, 18,8% „wysokie”, 4,1% „bardzo wysokie”). To wskazuje na rosnącą świadomość, że efektywne

korzystanie z SAP ERP, systemów produkcyjnych czy baz danych staje się warunkiem sprawnego funkcjonowania w nowoczesnej organizacji. Zbieżne wyniki pojawiły się we wcześniejszych analizach, gdzie badani oceniali poziom tych kompetencji jako co najwyżej przeciętny.

- Kompetencje cyfrowe ogólne (programowanie, analiza danych)

Tylko 18,8% wskazań na „brak potrzeb”; 35,4% ocenia potrzeby jako „niskie”, ale 20,7% „średnie” i 25,1% „wysokie/bardzo wysokie”. Sugeruje to, że znaczna część pracowników dostrzega konieczność rozwoju w kierunku pracy z danymi, prostego programowania i ogólnej biegłości cyfrowej. Zgodnie z globalnymi trendami wskazywanymi przez OECD i WEF, gdzie data literacy i programowanie są wymieniane jako kompetencje przyszłości w przemyśle 4.0. Odpowiedzi otwarte dotyczące systemów AI, technologii autonomicznych oraz projektowania bezzałogowych systemów powietrznych pokazują, że w części organizacji potrzeby są już na wyższym, poziomie.

4. Język angielski techniczny i komunikacja

- Język angielski techniczny

Tylko 6,2% pracowników deklaruje „brak potrzeb”, co oznacza, że w zdecydowanej większości organizacji znajomość języka angielskiego technicznego jest uznawana za obszar wymagający doskonalenia. Łącznie 83,4% wskazuje potrzeby „średnie”, „wysokie” lub „bardzo wysokie”, z wyraźnym maksimum na poziomie „średnim” (43,8%) i wysoką frakcją „wysokich” (31,3%). Jest to w pełni spójne z wcześniejszymi danymi, gdzie badani zarówno oceniali poziom tej kompetencji u kandydatów jako niewystarczający, jak i wskazywali ją jako jeden z najważniejszych obszarów do uzupełnienia. Odpowiedź otwarta „Task-Based Technical English for Repair Mechanics” uszczegóławia tę potrzebę, przesuwając ją z ogólnej biegłości językowej w stronę bardzo konkretnych kontekstów zadaniowych (instrukcje naprawcze, komunikacja w MRO).

5. Kompetencje specjalistyczne sygnalizowane w pytaniu otwartym

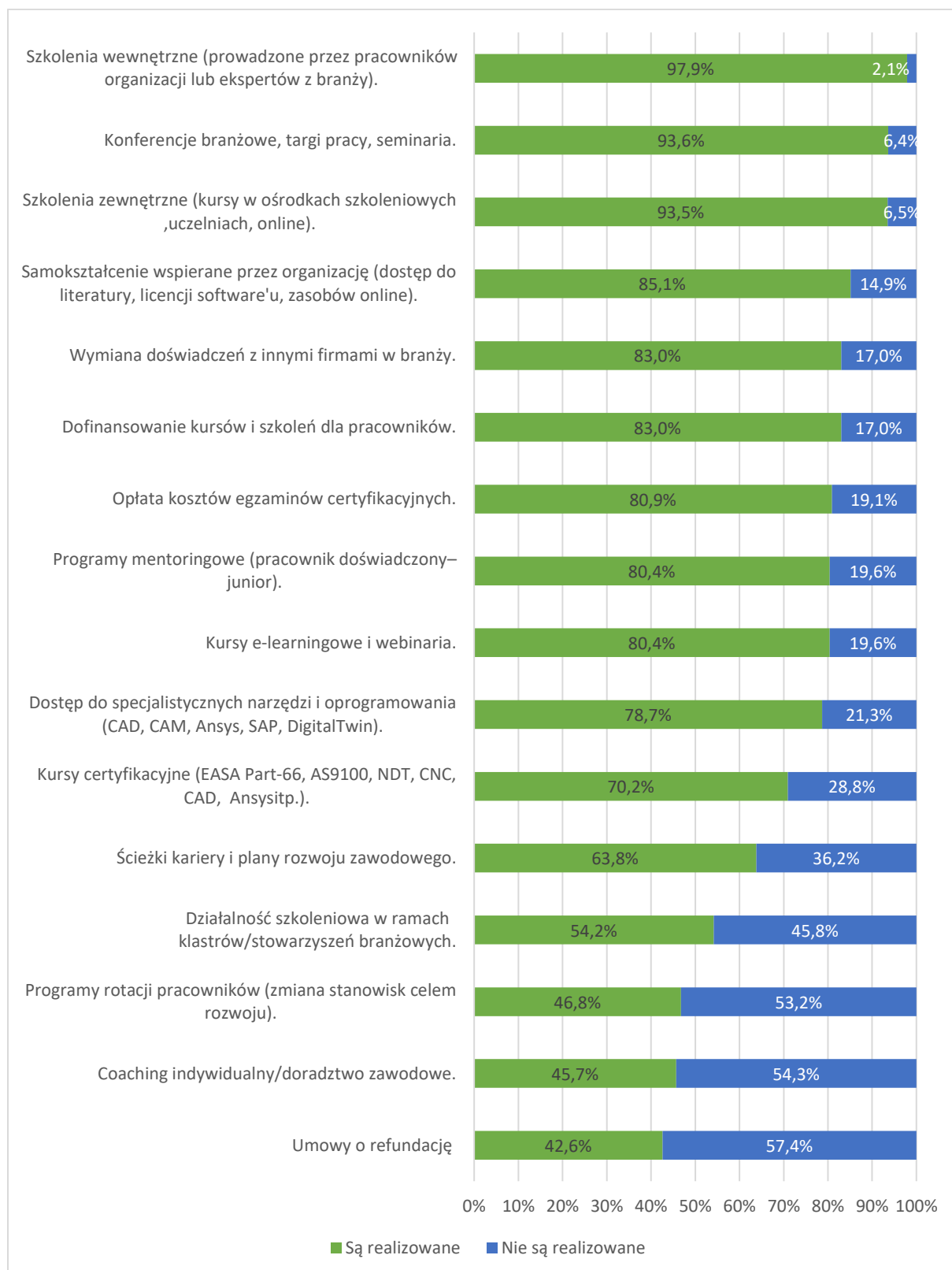
Odpowiedzi własne respondentów rozszerzają obraz o bardzo wyspecjalizowane potrzeby, które nie mogły zostać uchwycone w kafeterii:

- Technologie materiałowe i procesowe: nakładanie powłok lakierniczych, metody addytywne, technologie kompozytowe, inżynieria systemów – pokazują przesunięcie sektora ku zaawansowanym materiałom i procesom, zgodnie z trendami opisanymi w literaturze przedmiotu.
- Specjalistyczne uprawnienia i normy: uprawnienia UDT, ESP, NDT, spawanie, szkolenia jakościowe, Part-145 – potwierdzają, że obok wiedzy ogólnej kluczowe są formalne autoryzacje, bez których pracownik nie może wykonywać krytycznych dla bezpieczeństwa zadań.
- Zaawansowane systemy lotnicze i bezpieczeństwo informacyjne: systemy adaptacyjne i autonomiczne, systemy komunikacji jawnej i kryptograficznej, anty-jamming/anty-spoofing to sygnał, że część przedsiębiorstw uczestniczy w zaawansowanych programach obronnych i potrzebuje kadr łączących wiedzę lotniczą z cyberbezpieczeństwem i AI.

Reasumując, konwergencja potrzeb pracodawców i pracowników w obszarach horyzontalnych, szczególnie dla języka angielskiego technicznego, czytania dokumentacji, systemów jakości i kompetencji cyfrowych ogólnych obserwujemy wysoką zgodność: pracodawcy identyfikują je jako krytyczne luki, a pracownicy deklarują wysokie potrzeby szkoleniowe. To obszary, w których interwencje szkoleniowe powinny przynieść najszybszy efekt systemowy.

Zauważalna jest rozbieżność percepcji w kompetencjach „produkcyjno-procesowych” w zakresie znajomości materiałów, procesów wytwórczych, Lean oraz prawa lotniczego. Część badanych raportuje brak potrzeb, mimo że poziom tych kompetencji u kandydatów został wcześniej oceniony jako niski. Wskazuje to na konieczność lepszego komunikowania wymogów strategicznych organizacji (np. oczekiwań efektywności, zgodności z normami), a także na potrzebę wykorzystania narzędzi oceny kompetencji opartych na obiektywnych kryteriach, a nie tylko autoewaluacji.

Wykres 24 Działania wspierające rozwój pracowników podejmowane przez badane przedsiębiorstwa



Źródło: badania własne PCI

Dalej, widoczna jest silna segmentacja specjalistyczna. Odpowiedzi otwarte odsłaniają zaawansowane nisze kompetencyjne (naprawy silnikowe, technologie kompozytowe, systemy autonomiczne, Part-145), w których zapotrzebowanie jest wysokie, lecz liczebnie skoncentrowane w kilku podmiotach. Z punktu widzenia polityki sektorowej uzasadnia to podejście modułowe: szerokie programy podnoszenia kompetencji horyzontalnych dla całej populacji pracowników oraz dedykowane, wysoko wyspecjalizowane ścieżki dla firm zaawansowanych technologicznie.

Kolejna poruszona w niniejszych badaniach kwestia to działania wspierające rozwój pracowników podejmowane przez badane przedsiębiorstwa. Struktura działań rozwojowych wskazuje, że badane przedsiębiorstwa wykształciły rozbudowany, wielokanałowy system kształcenia ustawicznego, przy czym najwyższy poziom instytucjonalizacji dotyczy klasycznych form szkoleniowych i transferu wiedzy, a najniższy – działań wymagających złożonych rozwiązań organizacyjno-finansowych.

1. Działania o niskim stopniu upowszechnienia
 - Umowy o refundację kosztów kształcenia są realizowane jedynie w 42,6% organizacji, co oznacza, że większość firm nie stosuje formalnych kontraktów zabezpieczających zwrot inwestycji szkoleniowych. W literaturze zarządzania zasobami ludzkimi instrument ten bywa interpretowany jako mechanizm ograniczający ryzyko oportunistów pracowników, ale także mogący obniżać ich subiektywne poczucie autonomii; niski poziom jego stosowania sugeruje, że badane przedsiębiorstwa częściej polegają na miękkich narzędziach retencji niż na rozwiązaniach kontraktowych.
 - Coaching indywidualny i doradztwo zawodowe (45,7%) oraz programy rotacji stanowiskowej (46,8%) również pozostają poniżej progu 50%. Oznacza to, że działania rozwojowe o charakterze silnie spersonalizowanym i wymagające zaawansowanych kompetencji HR (projektowanie ścieżek rotacyjnych, praca coachingowa) są mniej rozpowszechnione niż klasyczne formy szkoleń. Z perspektywy teorii rozwoju kariery można to interpretować jako dominację modelu „szkoleniowego”, a nie „doświadczeniowego” w planowaniu rozwoju.
2. Instrumenty sieciowe i planowanie karier

- Ponad połowa przedsiębiorstw prowadzi działalność szkoleniową w ramach klastrów i stowarzyszeń branżowych (54,2%). Włączenie się w struktury sieciowe (klastry lotnicze) sprzyja dyfuzji wiedzy specjalistycznej, co jest spójne z wcześniejszymi wynikami dotyczącymi korzystania z zewnętrznych ośrodków szkoleniowych oraz konferencji branżowych.
 - Ścieżki kariery i formalne plany rozwoju funkcjonują w 63,8% firm. Oznacza to, że w większości organizacji istnieje przynajmniej podstawowy system planowania rozwoju kompetencji, co stanowi istotny warunek efektywnego wykorzystania zidentyfikowanych potrzeb szkoleniowych (np. w obszarze języka angielskiego, systemów jakości, kompetencji cyfrowych).
3. Certyfikacja i dostęp do infrastruktury kompetencyjnej
- 70,2% przedsiębiorstw realizuje kursy certyfikacyjne (EASA Part-66, AS9100, NDT, CNC, CAD, Ansys itd.), a 80,9% finansuje koszty egzaminów certyfikacyjnych. W kontekście silnego znaczenia formalnych uprawnień w lotnictwie (NDT, UDT, Part-145/66, systemy jakości) wskazuje to na wysoki poziom instytucjonalnego wsparcia dla budowy „kapitału licencyjnego” pracowników, co jest zgodne z wcześniejszymi sygnałami o deficycie certyfikowanych specjalistów.
 - Jeszcze wyższy odsetek (78,7%) zapewnia dostęp do specjalistycznych narzędzi i oprogramowania (CAD, CAM, Ansys, SAP, Digital Twin). W świetle zidentyfikowanych luk w kompetencjach CAD/CAM/CAE oraz systemach ERP takie działania można interpretować jako tworzenie „infrastruktury uczenia się” – pracownicy mają realnym dostęp do narzędzi, ale pełne wykorzystanie ich potencjału wymaga równoległych inwestycji w kompetencje cyfrowe i analityczne.
4. Formy kształcenia organizacyjnego i samokształcenia
- Kursy e-learningowe i webinaria oraz programy mentoringowe są realizowane w 80,4% firm. Łączne występowanie tych dwóch form wskazuje na hybrydowy model rozwoju: łączenie rozwiązań skalowalnych (e-learning) z transferem wiedzy poprzez relacje mistrz–uczeń. Jest to zgodne z założeniami teorii uczenia się organizacyjnego, gdzie akcentuje się komplementarność wiedzy jawnej i ukrytej.
 - Bardzo wysoki odsetek przedsiębiorstw (83%) deklaruje dofinansowanie kursów i szkoleń oraz wymianę doświadczeń z innymi firmami w branży. To sugeruje, że

organizacje świadomie inwestują w rozwój pracowników poza własnymi strukturami, co sprzyja aktualizacji kompetencji wobec szybko zmieniających się technologii (CNC 5-osi, kompozyty, Digital Twin, systemy autonomiczne).

- 85,1% firm wspiera samokształcenie poprzez dostęp do literatury, licencji software'u i zasobów online. W połączeniu z wysoką dostępnością narzędzi cyfrowych można mówić o tworzeniu środowiska „self-directed learning”, choć wcześniejsze wyniki o niedostatkach kultury technicznej sugerują, że sama dostępność zasobów nie gwarantuje wysokiej intensywności samodzielnego uczenia się.
5. Dominacja klasycznych form szkoleń
- Najwyższe wskaźniki dotyczą szkoleń zewnętrznych (93,5%), konferencji branżowych, targów pracy, seminariów (93,6%) oraz szkoleń wewnętrznych (97,9%). Oznacza to, że praktycznie wszystkie badane przedsiębiorstwa korzystają z tradycyjnych form kształcenia, zarówno w modelu outsourcingowym (ośrodki szkoleniowe, uczelnie), jak i w modelu wewnętrznym (eksperci zakładowi, trenerzy wewnętrzni). Z punktu widzenia teorii kapitału ludzkiego wskazuje to na wysoką gotowość organizacji do ponoszenia kosztów bezpośrednich szkoleń, co jest spójne z wcześniejszymi danymi o intensywnym zgłaszaniu potrzeb szkoleniowych w zakresie języka, jakości, cyfryzacji i kompetencji technicznych.

Analizowany profil działań rozwojowych można scharakteryzować jako wysoko rozwinięty system formalnego kształcenia, częściowo uzupełniony elementami zarządzania karierą i mentoringu, lecz relatywnie słabiej wsparty przez narzędzia indywidualizacji ścieżek (coaching, rotacje, umowy refundacyjne). W zestawieniu z wcześniej zidentyfikowanymi lukami kompetencyjnymi oznacza to, że:

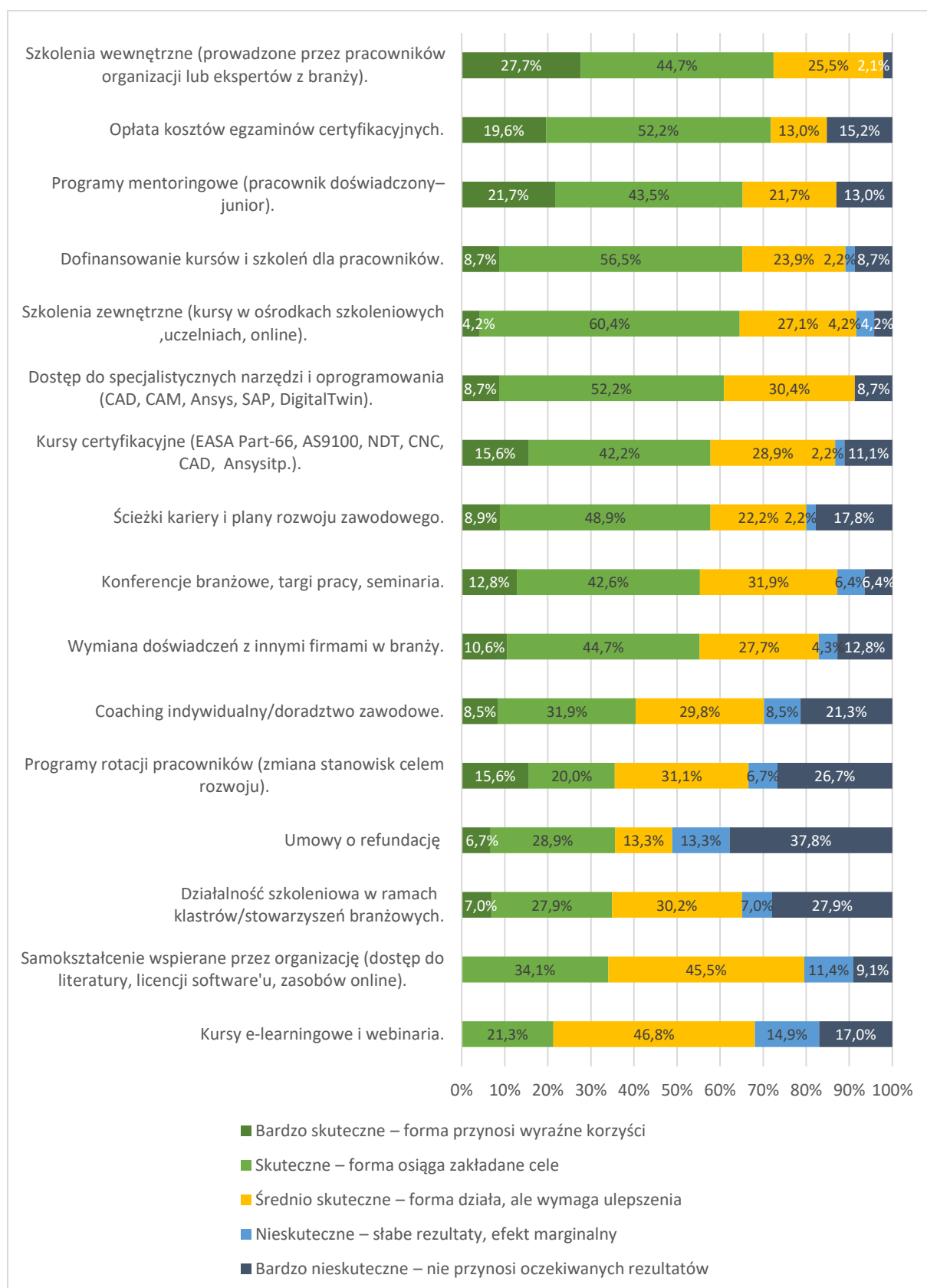
- organizacje dysponują bogatym instrumentarium do podnoszenia kwalifikacji w obszarach twardych (certyfikaty, systemy jakości, CAD/CAM, język angielski),
- kluczowym wyzwaniem staje się nie tyle dostępność szkoleń, ile ich strategiczne ukierunkowanie (dopasowanie do realnych luk, unikanie „szkoleń ogólnych” przy deficytach specjalistycznych) oraz budowanie mechanizmów, które zwiększają odpowiedzialność pracowników za rozwój (coaching, planowanie kariery, samosterowne uczenie się),

- niski poziom upowszechnienia narzędzi takich jak rotacja stanowisk czy coaching może ograniczać rozwój kompetencji refleksyjnych, systemowych i przywódczych, które – zgodnie z raportami OECD i WEF – są kluczowe dla efektywnego wykorzystania zaawansowanych technologii w przemyśle lotniczym.

Badani dokonali także oceny działań wspierających pod kątem ich efektywności i realizacji zamierzonych celów. Ocena skuteczności poszczególnych form rozwoju kompetencji, zestawiona z wcześniejszymi danymi o częstości ich stosowania, pozwala zarysować dość spójny profil efektywności polityki szkoleniowej badanych przedsiębiorstw.

1. Formy tradycyjne i certyfikacyjne – wysoka zgodność stosowania i oceny.
 - Szkolenia wewnętrzne są jednocześnie najpowszechniej stosowane (97,9% firm) i najwyżej oceniane: 27,7% respondentów uznaje je za „bardzo skuteczne”, 44,7% za „skuteczne”, a brak jest ocen „nieskuteczne”, a „bardzo nieskuteczne” na poziomie 2,1%. Wysoka dyfuzja i wysoka skuteczność wskazuje, że wewnętrzny transfer wiedzy (eksperti zakładowi, instruktorzy) stanowi rdzeń systemu rozwoju kompetencji technicznych, co jest szczególnie istotne w kontekście specyficznych wymagań lotnictwa (procedury, normy, kultura bezpieczeństwa).
 - Kursy certyfikacyjne (EASA Part-66, AS9100, NDT, CNC, CAD, Ansys itd.) są realizowane w 70,2% przedsiębiorstw, a ich efektywność oceniana jest wysoko: 15,6% „bardzo skuteczne”, 42,2% „skuteczne”, tylko 2,2% „nieskuteczne” i 11,1% „bardzo nieskuteczne”. W połączeniu z wysokim odsetkiem firm pokrywających koszty egzaminów (80,9% stosowania; 19,6% ocenia opłacanie egzaminów jako „bardzo skuteczne”, 52,2% jako „skuteczne”) można mówić o silnie zinstytucjonalizowanym modelu budowy kapitału certyfikacyjnego, uznawanym przez organizacje za efektywny instrument domykania luk w obszarze uprawnień formalnych.
 - Szkolenia zewnętrzne (ośrodki szkoleniowe, uczelnie, kursy online) i dofinansowanie kursów również charakteryzują się wysoką zgodnością stosowania i oceny: ponad 93% firm je stosuje, a łącznie ok. 65% uznaje za „bardzo skuteczne” lub „skuteczne”, przy

Wykres 25 Ocena działań wspierających rozwój pracowników



Źródło: badania własne PCI

marginalnym udziale ocen negatywnych. Oznacza to, że organizacje pozytywnie weryfikują opłacalność inwestycji w zewnętrzną ofertę szkoleniową, zwłaszcza tam, gdzie brakuje kompetencji wewnętrznych (np. zaawansowane narzędzia cyfrowe, nowe regulacje).

2. Formy budujące środowisko uczenia się to umiarkowana ocena mimo wysokiej dostępności.
 - Dostęp do specjalistycznych narzędzi i oprogramowania jest stosowany przez 78,7% firm i oceniany przeważnie jako „skuteczny” (52,2%) lub „średnio skuteczny” (30,4%), ale relatywnie rzadko jako „bardzo skuteczny” (8,7%). Rozkład ten sugeruje, że sama dostępność narzędzi (CAD, CAM, Ansys, SAP, Digital Twin) jest warunkiem koniecznym, lecz niewystarczającym do wygenerowania silnych efektów rozwojowych; kluczowe są równoległe działania szkoleniowe, bez których oprogramowanie pozostaje częściowo niewykorzystane. To dobrze koresponduje z wcześniejszymi wynikami o umiarkowanym poziomie kompetencji cyfrowych pracowników.
 - Samokształcenie wspierane przez organizację (85,1% stosowania) jest oceniane bardziej ambiwalentnie: brak ocen „bardzo skuteczne”, 34,1% „skuteczne”, aż 45,5% „średnio skuteczne” i łącznie ponad 20% ocen negatywnych. Interpretując to w świetle wcześniejszej diagnozy o „niższej kulturze technicznej” i niedostatkach myślenia analitycznego, można założyć, że organizacje dostrzegają ograniczoną skuteczność modeli, które przenoszą odpowiedzialność za uczenie się głównie na pracownika, bez silnego wsparcia strukturalnego (strukturyzowane programy, mentoring, jasne cele rozwojowe).
 - Kursy e-learningowe i webinaria (80,4% stosowania) oceniane są jeszcze chłodniej: brak ocen „bardzo skuteczne”, tylko 21,3% „skuteczne”, dominacja kategorii „średnio skuteczne” (46,8%) i łącznie 31,9% ocen negatywnych. Wskazuje to, że przy obecnym sposobie implementacji e-learning ma charakter raczej uzupełniający niż transformacyjny; bywa postrzegany jako obowiązek formalny, a nie intensywne doświadczenie edukacyjne.
3. Działania relacyjne i kariery – wysoka ocena przy umiarkowanym stosowaniu
 - Programy mentoringowe są stosowane w 80,4% firm, a ich efektywność oceniana jest bardzo wysoko: 21,7% „bardzo skuteczne”, 43,5% „skuteczne”, brak ocen

„nieskuteczne” i tylko 13% „bardzo nieskuteczne”. W zestawieniu z wysokim poziomem zgłaszanych potrzeb w obszarach praktycznych (CNC, CMM, NDT) wskazuje to, że relacja mistrz–uczeń jest postrzegana jako jedna z najefektywniejszych dróg transferu wiedzy, przy czym w praktyce jej intensywność może być ograniczana zasobami czasowymi ekspertów.

- Ścieżki kariery i plany rozwoju zawodowego (63,8% stosowania) uzyskują łącznie 57,8% ocen „bardzo skuteczne” lub „skuteczne” przy niewielkim odsetku ocen „nieskuteczne” (2,2%). Jednocześnie aż 17,8% uznaje je za „bardzo nieskuteczne”, co może świadczyć o silnym zróżnicowaniu jakości implementacji: być może tam, gdzie ścieżki są realnie powiązane z awansami, szkoleniami i projektami, są oceniane wysoko; tam, gdzie mają charakter formalny („papierowe” procedury), budzą rozczarowanie.
4. Wymiana międzyorganizacyjna i wydarzenia branżowe
- Wymiana doświadczeń z innymi firmami (83% stosowania) jest postrzegana głównie jako „skuteczna” (44,7%) lub „średnio skuteczna” (27,7%), przy niewielkim odsetku ocen skrajnych. Sugeruje to, że instrument ten pełni rolę ważnego, ale pomocniczego źródła inspiracji i benchmarkingu, raczej wzmacniającego niż zastępującego klasyczne szkolenia.
 - Konferencje, targi pracy i seminaria (93,6% stosowania) są oceniane podobnie: 12,8% „bardzo skuteczne”, 42,6% „skuteczne”, 31,9% „średnio skuteczne”. Wyniki te potwierdzają, że wydarzenia branżowe są postrzegane bardziej jako źródło aktualizacji trendów i tworzenia sieci kontaktów niż jako główny nośnik pogłębionego uczenia się; ich wysoka skuteczność wynika w dużej mierze z funkcji informacyjno-relacyjnych.
5. Instrumenty kontraktowe i organizacyjne są stosowane rzadziej, przy spolaryzowanej ocenie.
- Umowy o refundację kosztów kształcenia są stosunkowo rzadko używane (42,6% firm), a ich ocena jest najbardziej spolaryzowana: tylko 6,7% uznaje je za „bardzo skuteczne”, 28,9% za „skuteczne”, natomiast 13,3% za „nieskuteczne” i aż 37,8% za „bardzo nieskuteczne”. W połączeniu z niskim poziomem upowszechnienia wskazuje to, że instrument ten jest często postrzegany jako źródło napięć (ograniczenie mobilności pracownika, skomplikowana obsługa formalna) przy niejasnych

korzyściach rozwojowych. Można go interpretować raczej jako narzędzie zarządzania ryzykiem retencyjnym niż jako realny katalizator rozwoju.

- Programy rotacji stanowiskowej (46,8% stosowania) uzyskują łącznie 35,6% ocen „bardzo skuteczne” i „skuteczne”, ale równocześnie 26,7% „bardzo nieskuteczne”. Oznacza to, że rotacja jest narzędziem o wysokim potencjale (tam, gdzie jest dobrze zaplanowana, pozwala budować przekrojową wiedzę o procesach), lecz jej efektywność silnie zależy od jakości wdrożenia (czas trwania, dopasowanie stanowisk, wsparcie mentorsko-szkoleniowe).
6. Coaching indywidualny i doradztwo
- Coaching/doradztwo zawodowe stosowane jest w 45,7% firm; łącznie 40,4% respondentów ocenia je jako „bardzo skuteczne” lub „skuteczne”, 29,8% jako „średnio skuteczne”, a prawie 30% jako nieskuteczne lub bardzo nieskuteczne. Wskazuje to na dużą zmienność jakości interwencji coachingowych w badanych organizacjach – w niektórych przypadkach są one prawdopodobnie ściśle powiązane z celami rozwojowymi i planami karier, w innych mogą mieć charakter ad hoc, bez wyraźnego przełożenia na rezultaty kompetencyjne.

Zestawiając dane dotyczące stosowania i ocen poszczególnych rozwiązań, można sformułować trzy kluczowe obserwacje:

- Konwergencja w obszarze szkoleń strukturalnych, tj. formy o najwyższej częstotliwości stosowania (szkolenia wewnętrzne, zewnętrzne, kursy certyfikacyjne, dofinansowanie szkoleń, pokrywanie kosztów egzaminów) są równocześnie oceniane jako najbardziej skuteczne. Oznacza to, że przedsiębiorstwa racjonalnie alokują środki w te działania, które z ich perspektywy realnie przyczyniają się do domykania zidentyfikowanych luk kompetencyjnych (język techniczny, systemy jakości, cyfryzacja, kompetencje techniczne).
- Rozbieżność w obszarze e-learningu i samokształcenia, czyli mimo wysokiego poziomu wdrożenia, obie formy uzyskują oceny nieprzekładające się na silne efekty rozwojowe. W kontekście wcześniej zdiagnozowanych niedostatków kultury technicznej i kompetencji analitycznych sugeruje to potrzebę przeglądu tych form: większej personalizacji, silniejszego powiązania z praktyką (projekty, zadania) oraz

integracji z mentoringiem

i szkoleniami stanowiskowymi.

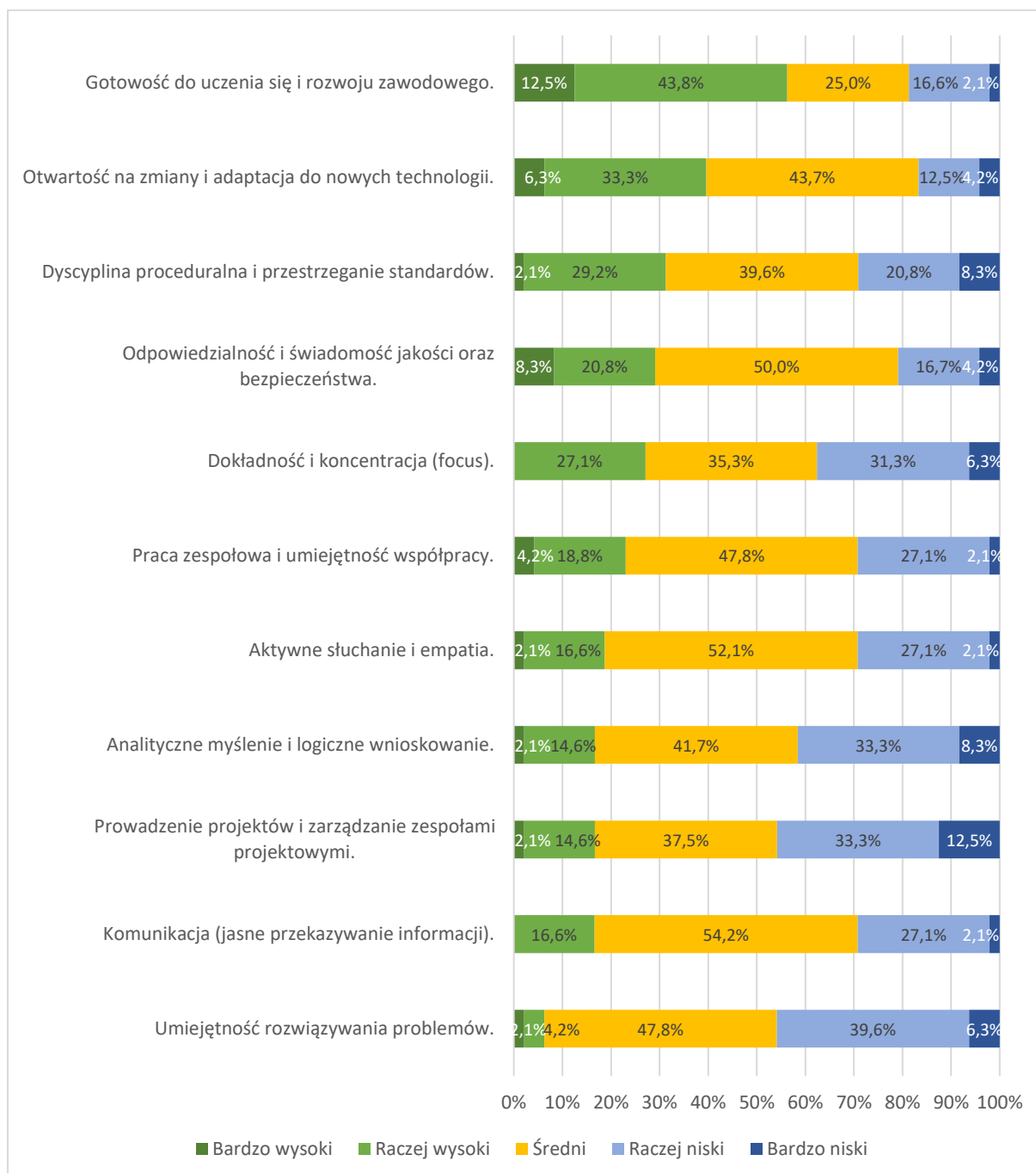
- Wysokie zróżnicowanie jakości instrumentów „miękkich” i kontraktowych, czyli umowy o refundację, rotacja, coaching i (w mniejszym stopniu) ścieżki kariery wykazują duże rozproszenie ocen, co wskazuje, że nie są one jeszcze dojrzałymi, stabilnymi elementami systemu rozwoju w całym sektorze. Ich potencjał jest wysoki, ale wymaga bardziej spójnej koncepcji HR-owej, łączącej planowanie strategiczne, zarządzanie talentami i kulturę organizacyjną z konkretnymi mechanizmami uczenia się w pracy.

Struktura ocen kompetencji miękkich kandydatów, jaką dokonali respondenci, wskazuje na wyraźną dychotomię: relatywnie wysoka jest gotowość do uczenia się, współpracy i adaptacji, natomiast słabsze pozostają zdolności analityczne, przywódcze i kultura bezpieczeństwa, czyli te elementy, które raporty OECD, WEF i branżowe definiują jako kluczowe dla organizacji wysokiego ryzyka w dobie Przemysłu 4.0.

1. Kompetencje poznawcze i rozwiązywanie problemów.

- Umiejętność rozwiązywania problemów oraz analityczne myślenie/logiczne wnioskowanie są oceniane głównie na poziomie „średnim” (odpowiednio 47,8% i 41,7%) oraz „raczej niskim” (39,6% i 33,3%), przy marginalnym udziale ocen „bardzo wysokich” (po 2,1%). Taki profil wskazuje na dominację schematycznego, odtwórczego sposobu działania u kandydatów, z ograniczoną zdolnością do diagnozowania przyczyn problemów i przewidywania konsekwencji decyzji. Jest to spójne z wcześniejszymi wypowiedziami otwartymi respondentów, którzy wskazywali na „niższy ogólny stan kultury technicznej” oraz brak „analitycznego i krytycznego przewidywania następstw działań” przy pracy z nowymi technologiami i procesami wytwórczymi. W kontekście potrzeb szkoleniowych z zakresu analizy danych, Digital Twin i zaawansowanych systemów diagnostycznych oznacza to, że potencjał wdrażanych technologii cyfrowych może być ograniczany przez niedostatki kompetencji poznawczych, nie tylko czysto technicznych.

Wykres 26 Poziom kompetencji miękkich u kandydatów aplikujących do pracy w badanych przedsiębiorstwach w opinii respondentów



Źródło: badania własne PCI

2. Kompetencje społeczne i komunikacyjne.

- W obszarze kompetencji społecznych obraz jest bardziej zróżnicowany. Komunikacja oceniana jest jako przeciętna (54,2% „średni”, 27,1% „raczej niski”), przy braku ocen „bardzo wysokich”; natomiast aktywne słuchanie i empatia oraz praca zespołowa

uzyskują nieco lepsze wyniki, tj. łącznie ok. 70% ocen „średni” i „raczej wysoki”, przy niskim udziale ocen skrajnie negatywnych. Można więc mówić o pewnym paradoksie: kandydaci są postrzegani jako zdolni do współpracy i gotowi do bycia „częścią zespołu”, ale mają trudności z precyzyjnym, jednoznacznym przekazywaniem informacji, co w środowisku lotniczym, silnie zorientowanym na bezpieczeństwo i procedury, ma znaczenie krytyczne. Wynik ten dobrze koresponduje z wysokimi potrzebami szkoleniowymi

w zakresie technicznego języka angielskiego oraz czytania i interpretacji dokumentacji; brak biegłości w języku i w pracy na dokumentach technicznych może bowiem przekładać się na postrzeganą niespójność i „nieprecyzyjność” komunikacji.

3. Kultura bezpieczeństwa, jakości i dyscyplina.

- Relatywnie korzystnie wypada wskaźnik „odpowiedzialności i świadomości jakości oraz bezpieczeństwa”: połowa kandydatów oceniana jest na poziomie „średnim”, a blisko 30% na poziomie „raczej wysokim” lub „bardzo wysokim”. W zestawieniu z wcześniejszymi danymi, np. niską znajomością prawa lotniczego i systemów jakości przy jednocześnie wysokim zapotrzebowaniu na certyfikacje AS9100, NDT oraz Part-66/145 sugeruje to, że kandydaci deklarują (i są postrzegani jako posiadający) pozytywne postawy wobec bezpieczeństwa, lecz brakuje im ugruntowanej wiedzy normatywnej i proceduralnej. Innymi słowy, „intencja jakościowa” jest obecna, natomiast nie jest podparta wystarczającą socjalizacją w kulturze bezpieczeństwa specyficznej dla lotnictwa.
- Dyscyplina proceduralna i przestrzeganie standardów lokują się na nieco niższym poziomie: 39,6% „średni”, 29,2% „raczej wysoki”, ale już 29,1% ocen niskich. Jest to istotne w świetle wcześniejszych diagnoz dotyczących braków w znajomości systemów jakości, norm branżowych i dokumentacji. Taki profil oznacza konieczność intensywnego kształtowania postaw proceduralnych w procesie onboardingu oraz dużą rolę mentoringu i wzorców organizacyjnych.

4. Dokładność, koncentracja i gotowość do uczenia się.

- Dokładność i koncentracja (focus) są oceniane umiarkowanie: brak ocen „bardzo wysokich”, 27,1% „raczej wysoki”, 35,3% „średni” i niemal 38% ocen niskich. W zestawieniu z wysokim udziałem prac wymagających precyzyjnej obsługi CNC, CMM, NDT czy montażu komponentów o wysokiej krytyczności można to interpretować jako

potencjalne ryzyko błędów wykonawczych, które wymaga silnego wsparcia w postaci nadzoru, standardów pracy i szkoleń stanowiskowych.

- Jednocześnie wskaźnik „gotowości do uczenia się i rozwoju zawodowego” jest wyraźnie najwyższy: 12,5% ocen „bardzo wysoki” i aż 43,8% „raczej wysoki”, co łącznie daje ponad połowę kandydatów postrzeganych jako silnie pro-rozwojowych. Jest to kluczowe w kontekście wcześniejszych wyników, gdzie pracownicy zgłaszali wysokie potrzeby szkoleniowe w zakresie języka, systemów jakości, kompetencji cyfrowych i technologii produkcji, a pracodawcy intensywnie inwestują w szkolenia wewnętrzne, zewnętrzne i certyfikacyjne. Można więc mówić o potencjale do budowy, o ile zostaną zapewnione struktury rozwojowe (planowanie karier, mentoring, coaching) i adekwatne treści szkoleniowe.
5. Otwartość na zmiany i adaptacja technologiczna.
- Otwartość na zmiany i adaptacja do nowych technologii jest oceniana stosunkowo pozytywnie: 6,3% „bardzo wysoki”, 33,3% „raczej wysoki” i 43,7% „średni”, łącznie więc ponad 80% kandydatów plasuje się co najmniej w środku skali. Ten wynik dobrze koresponduje z deklarowanymi przez badanych „średnimi” i „wysokimi” potrzebami szkoleniowymi w obszarze kompetencji cyfrowych, pracy z ERP, CAD/CAM/CAE oraz wątków takich jak AI, systemy autonomiczne czy Digital Twin, które pojawiały się w odpowiedziach otwartych. Z punktu widzenia teorii transformacji cyfrowej jest to ważny zasób. Choć aktualny poziom kompetencji technologicznych jest ograniczony, postawy wobec zmian wydają się raczej sprzyjające, co zwiększa prawdopodobieństwo skutecznego wdrażania nowych rozwiązań pod warunkiem odpowiedniej architektury szkoleń.
6. Kompetencje przywódcze i zarządzanie projektami
- Wyraźnie najniższą kategorią są kompetencje przywódcze: „prowadzenie projektów i zarządzanie zespołami projektowymi” jest oceniane w ponad 45% przypadków jako „raczej niskie” lub „bardzo niskie”, a jedynie 16,7% respondentów wskazuje na poziom „raczej wysoki” lub „bardzo wysoki”. W połączeniu z wcześniejszymi wynikami, w których respondenci podkreślali znaczenie zarządzania projektami, szacowania ryzyka i krytycznej oceny dla prowadzenia złożonych przedsięwzięć B+R i produkcyjnych,

można stwierdzić, że podaż kandydatów zdolnych do pełnienia ról liderów projektów jest szczególnie ograniczona. Jest to zgodne z obserwacjami raportów WEF i Ernst&Young, w których kompetencje przywódcze i zarządzanie złożonymi projektami w sektorach high-tech są wskazywane jako jedne z najbardziej deficytowych.

Odnosząc wyniki do poprzednich części badania, można wskazać kilka kluczowych powiązań:

Silna gotowość do uczenia się oraz umiarkowanie wysoka otwartość na technologie dobrze współgrają z bogatym zestawem działań rozwojowych stosowanych przez pracodawców (szkolenia wewnętrzne i zewnętrzne, kursy certyfikacyjne, mentoring, e-learning). Oznacza to, że istnieje dobra baza motywacyjna do procesów reskillingu i upskillingu w obszarach zidentyfikowanych jako deficytowe (CNC, systemy jakości, język angielski techniczny, kompetencje cyfrowe).

Z drugiej strony, relatywnie niskie wyniki w zakresie analitycznego myślenia, rozwiązywania problemów, przywództwa projektowego i dyscypliny proceduralnej mogą ograniczać efektywność zaawansowanych narzędzi rozwojowych, takich jak szkolenia z AI, Digital Twin, systemów autonomicznych czy złożonych norm jakościowych. Bez wzmocnienia tych kompetencji istnieje ryzyko, że szkolenia techniczne będą skutkować jedynie powierzchownym opanowaniem narzędzi, a nie głęboką transformacją sposobu pracy.

Dalej, wyniki te korespondują z perspektywą OECD Learning Compass 2030, która akcentuje konieczność równoległego rozwijania kompetencji poznawczych, społeczno-emocjonalnych i metakompetencji (self-regulation, agency) jako warunku skutecznego funkcjonowania w gospodarkach opartych na wiedzy. W badanych przedsiębiorstwach widać, że komponenty motywacyjne (gotowość do uczenia się, otwartość na zmiany) są stosunkowo silne, natomiast komponenty analityczne i przywódcze wymagają systematycznego wzmocnienia, aby w pełni wykorzystać potencjał inwestycji w technologie i systemy szkoleniowe.

Respondenci zostali poproszeni o rozdzielenie 10 punktów między kompetencje techniczne i miękkie, odzwierciedlając ich znaczenie dla pozycji pracownika w reprezentowanych przez nich organizacjach.

Średnie i rozkład wag potwierdzają wyraźną, lecz nie skrajną preferencję badanych przedsiębiorstw dla kompetencji technicznych przy jednoczesnym uznaniu wysokiej, ale niższej rangi kompetencji miękkich/społecznych.

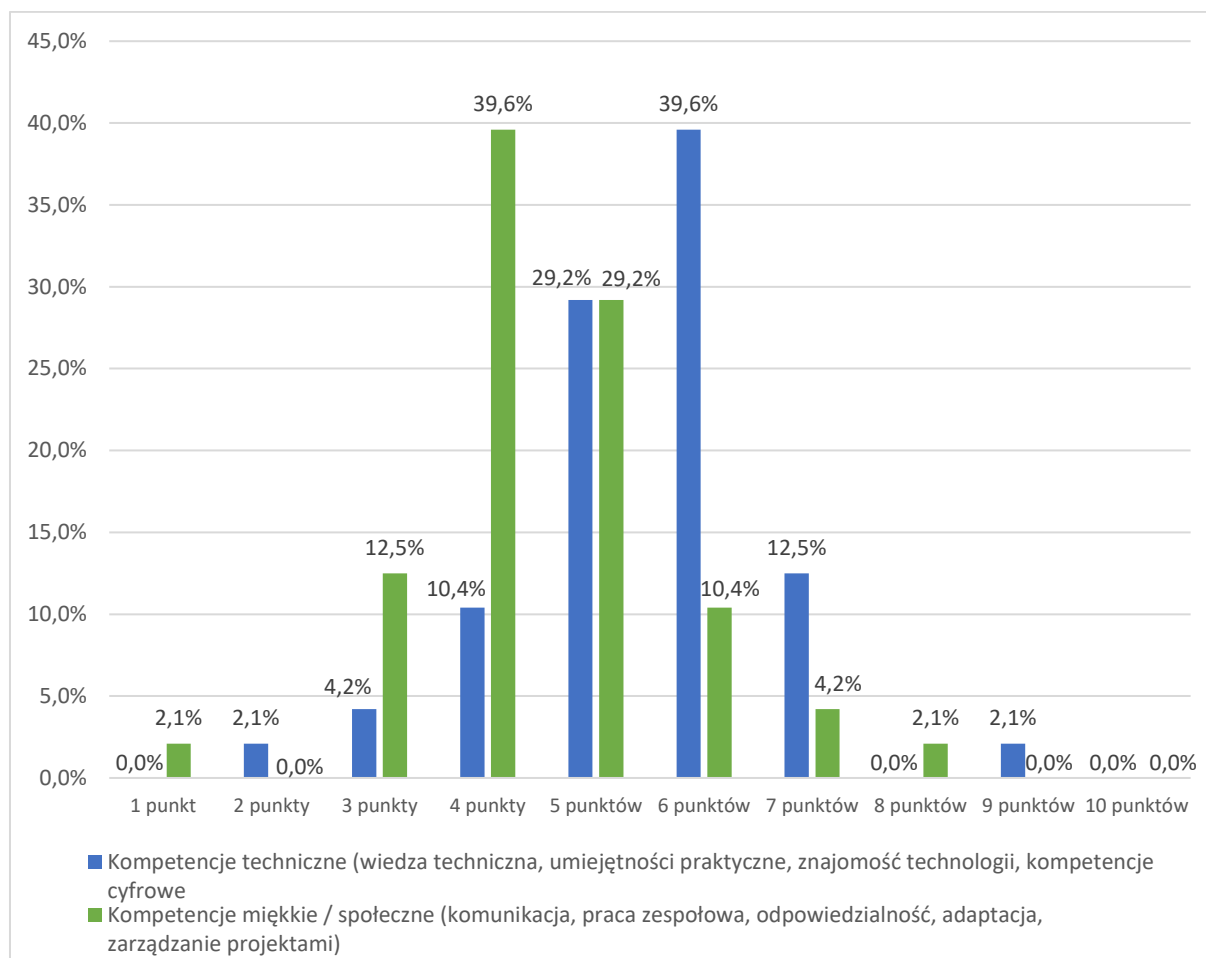
Kompetencje techniczne: średnia 5,48 punktu, przy minimum 2 i maksimum 9 oraz odchyleniu standardowym 1,220. Oznacza to typowy rozkład wokół wartości nieco powyżej środka skali, z niewielką grupą firm nadających kompetencjom technicznym wagę skrajnie wysoką (9 punktów) i brakiem wskazań skrajnie niskich (1 punkt). Kompetencje miękkie/społeczne: średnia 4,52 punktu, minimum 1, maksimum 8, to samo odchylenie standardowe (1,220). Świadczy to o symetrycznej, ale przesuniętej o jeden punkt w dół ocenie. Kompetencje miękkie są postrzegane jako nieco mniej ważne niż techniczne, jednak o podobnej różnorodności opinii między firmami.

Wspólne odchylenie standardowe sugeruje, że zróżnicowanie między organizacjami jest podobne w obu wymiarach: część podmiotów silniej premiuje technikę, część bardziej równoważy oba komponenty, a niewielka mniejszość przyznaje wyjątkowo wysoką wagę kompetencjom miękkim (8 punktów).

W przypadku kompetencji technicznych dominują wagi 6 (39,6% wskazań) oraz 5 (29,2%), z dodatkową grupą 7-punktową (12,5%) i nielicznymi ocenami 2–4 i 9 punktów. Około 80% respondentów lokuje kompetencje techniczne w przedziale 5–7 punktów, co odpowiada „wiodącej, ale nie absolutnej” roli tej kategorii w ocenie wartości pracownika.

W przypadku kompetencji miękkich dominują wagi 4 (39,6%) i 5 (29,2%), dalej 3 punkty (12,5%), przy pojedynczych wskazaniach 1 i 8 punktów. Około 81% odpowiedzi mieści się w przedziale 3–5 punktów, co oznacza, że miękkie kompetencje są konsekwentnie ujmowane jako komponent ważny, lecz drugorzędny wobec rdzenia technicznego.

Wykres 27 Relacja znaczenia kompetencji technicznych i miękkich w badanych przedsiębiorstwach



Źródło: badania własne PCI

Brak przydziałów 10 punktów na którąkolwiek kategorię oraz marginalna liczba ekstremów (1, 2, 8, 9) potwierdzają, że respondenci odrzucają logikę „monoprofilu”, praktycznie wszystkie organizacje uznają niezbędność obu rodzajów kompetencji.

Kandydaci charakteryzują się najczęściej średnim lub niskim poziomem wielu kluczowych kompetencji technicznych (CAD/CAE, CNC, systemy jakości, prawo lotnicze, język angielski techniczny, kompetencje cyfrowe), a przedsiębiorstwa intensywnie inwestują w szkolenia wewnętrzne, zewnętrzne i kursy certyfikacyjne, oceniane jako bardzo skuteczne.

W obszarze kompetencji miękkich kandydaci wypadają relatywnie lepiej w gotowości do uczenia się i adaptacji, gorzej natomiast w zakresie analitycznego myślenia, rozwiązywania

problemów, zarządzania projektami oraz dyscypliny proceduralnej; te właśnie elementy pojawiają się w odpowiedziach otwartych jako brakujące (critical judgement, przewidywanie skutków działań, kultura bezpieczeństwa).

Na tym tle średnia 5,48 dla kompetencji technicznych odzwierciedla przekonanie, że są one głównym nośnikiem wartości pracownika w sektorze o wysokiej intensywności technologicznej i silnej regulacyjności (EASA/Part-66, AS9100, NDT, UDT itd.). Ich niedobór ma bezpośrednie konsekwencje dla zdolności realizacji projektów, utrzymania certyfikacji i konkurencyjności, co uzasadnia wysoką wagę przyznawaną w analizowanym zadaniu oraz silną koncentrację działań rozwojowych na obszarach technicznych i cyfrowych.

Średnia 4,52 dla kompetencji miękkich jest z kolei zgodna z wynikami, które pokazały, że pracownicy i kandydaci wykazują wysoką gotowość do uczenia się i otwartość na zmiany, co ułatwia wdrażanie licznych programów szkoleniowych. Jednak braki w myśleniu krytycznym, zarządzaniu projektami, komunikacji technicznej i dyscyplinie proceduralnej ograniczają zdolność do pełnego wykorzystania inwestycji technologicznych i szkoleniowych, co wskazują również analizy OECD Learning Compass 2030 i WEF dotyczące roli kompetencji przekrojowych w Przemysle 4.0. W konsekwencji przedsiębiorstwa widzą kompetencje miękkie jako konieczny czynnik wzmacniający kompetencje techniczne, lecz rzadziej jako samodzielne kryterium wartości pracownika; stąd niższa, ale wciąż wysoka średnia waga.

Z perspektywy projektowania programów kształcenia i szkoleń sektorowych nie można redukować profilu „idealnego pracownika lotniczego” ani do czystej techniki, ani do samych soft skills. Optymalny profil, zgodnie z przydzielonymi wagami, to około 55% komponentu technicznego i 45% miękkiego. Ponieważ luka w kompetencjach technicznych jest większa (niższy poziom wejściowy kandydatów, a jednocześnie wyższa wymagalność normatywna), działania rozwojowe powinny nadal priorytetowo adresować obszary: systemy jakości i prawo lotnicze, CNC/CAM/Digital Twin, CAD/CAE, kompetencje cyfrowe i język techniczny, przy równoległym wbudowywaniu w te szkolenia elementów rozwijających problem-solving, myślenie analityczne i pracę projektową.

Przeprowadzona w niniejszym rozdziale wielowymiarowa analiza kwalifikacji i kompetencji w przedsiębiorstwach branży przemysłu lotniczego pozwala sformułować kilka kluczowych wniosków, które w spójny sposób integrują wyniki wszystkich badanych obszarów.

Najsilniejsze i najkonsekwentniej potwierdzone w kolejnych blokach analizy niedobory dotyczą kompetencji związanych z nowoczesnymi technologiami wytwarzania i projektowania. Programowanie maszyn CNC 5-osiowych (44,9% wskazań na potrzebę pogłębienia), systemy CAD/CAM (po 34,7%), technologie obróbki ubytkowej i przyrostowej (34,7%) oraz szeroko rozumiane technologie produkcji (38,8%) stanowią rdzeń luki kompetencyjnej sektora. Deficyt ten widoczny jest na każdym etapie: w strukturze pożądanego wykształcenia formalnego (dominacja inżyniera mechanika – 32,7%, technika CNC – 30,6%), w ocenie poziomu kandydatów (brak ekspertów w obszarze CNC i CAD/CAE), a także w potrzebach szkoleniowych zgłaszanych przez pracowników. Raporty Ernst&Young i LOT-KOS potwierdzają, że operatorzy i programiści CNC oraz technolodzy produkcji należą do stanowisk krytycznych i najtrudniejszych do obsadzenia.

Drugim filarowym wnioskiem jest wyraźna hierarchia deficytów w obszarze certyfikatów i uprawnień, z najsilniejszymi brakami w zakresie NDT (42,9% wskazań), systemów jakości AS9100/EN9100 (30,6–38,8%) oraz, w mniejszym stopniu, certyfikatów EASA Part-66 (14,3%) i UDT (22,4%). Znajomość systemów jakości w lotnictwie oraz norm jakościowych jest wskazywana jako jeden z najważniejszych obszarów wymagających rozwoju zarówno w bloku kwalifikacji zawodowych, jak i kompetencji technicznych. Odpowiedzi otwarte rozszerzają ten obraz o specjalistyczną wiedzę regulacyjną (Part-145, Human Factor, EWIS), potwierdzając tezę o rosnącej „formalizacji” kapitału ludzkiego – wraz ze wzrostem złożoności technologicznej i globalizacją łańcuchów dostaw rośnie znaczenie nie tylko faktycznych umiejętności, ale także ich udokumentowania w postaci uznawanych międzynarodowo certyfikatów.

Analiza kompetencji techniczno-mechanicznych ujawniła, że najczęściej wskazywanymi deficytami nie są wąsko rozumiane umiejętności manualne, lecz zdolności o charakterze fundamentalnym: czytanie i interpretacja dokumentacji technicznej (63,3%) oraz posługiwanie się narzędziami pomiarowymi (51%). Kompetencje te, w świetle ram OECD Learning Compass 2030, pełnią rolę „progową”: bez nich niemożliwe jest efektywne funkcjonowanie na stanowiskach technologów, programistów CNC, metrologów czy specjalistów jakości, które badanie identyfikowało jako najbardziej deficytowe. Język angielski techniczny, z wynikiem 67,3% wskazań na potrzebę uzupełnienia i jednym z

najwyższych odsetków w całym bloku kompetencji, dopełnia ten obraz jako przekrojowa bariera wejścia do wielu zawodów lotniczych.

Profil zidentyfikowanych potrzeb cyfrowych wskazuje, że sektor oczekuje przede wszystkim umiejętności użytkowych: analizy danych (30,6%), obsługi SAP ERP (26,5%) i znajomości systemów PLM (14,3%), podczas gdy zapotrzebowanie na kompetencje stricte programistyczne (6,1%) czy zaawansowane technologie Digital Twin (10,2%) pozostaje na razie niszowe. Oznacza to, że transformacja cyfrowa w polskim lotnictwie przebiega raczej w logice „cyfrowych praktyków” – pracowników technicznych zdolnych do pracy z danymi i systemami ERP/PLM – niż w modelu wymagającym masowego zatrudniania programistów. Jednocześnie odpowiedzi otwarte sygnalizują, że pewna grupa firm myśli już o kolejnej fali: sztucznej inteligencji, technologiach autonomicznych i symulacjach wielkoskalowych.

Zestawienie ocen kompetencji kandydatów dokonanych przez kadrę zarządzającą z zapotrzebowaniem na szkolenia deklarowanym przez samych pracowników ujawnia zjawisko „nieuświadomionej luki”. W obszarach horyzontalnych (język angielski, dokumentacja, systemy jakości, kompetencje cyfrowe) obie perspektywy zbiegają się. Zarówno pracodawcy, jak i pracownicy identyfikują te same deficyty. Natomiast w kompetencjach produkcyjno-procesowych (znajomość materiałów, procesów wytwórczych, Lean, prawo lotnicze) znaczna część pracowników deklaruje „brak potrzeb” szkoleniowych, mimo że obiektywna ocena poziomu tych kompetencji wskazuje na wyraźne niedostatki. Ta rozbieżność niesie istotne implikacje dla polityki szkoleniowej: skuteczne interwencje wymagają nie tylko udostępniania szkoleń, ale także budowania świadomości strategicznych wymogów organizacji oraz stosowania obiektywnych narzędzi oceny kompetencji.

Badane przedsiębiorstwa dysponują wielokanałowym systemem kształcenia ustawicznego, z dominacją klasycznych form szkoleniowych: szkolenia wewnętrzne (97,9%), konferencje branżowe (93,6%), szkolenia zewnętrzne (93,5%) oraz kursy certyfikacyjne (70,2%). Formy te są jednocześnie najwyżej oceniane pod kątem skuteczności, wraz z mentoringiem (80,4% stosowania, wysoka ocena). Wyraźnie słabiej wypadają natomiast instrumenty wymagające większej indywidualizacji: e-learning i samokształcenie (oceniane jako „średnio skuteczne”), coaching (45,7% stosowania przy spolaryzowanych ocenach), rotacja stanowiskowa (46,8%) oraz umowy o refundację kosztów (42,6%, najwyższy odsetek ocen negatywnych).

Kluczowym wyzwaniem nie jest zatem dostępność szkoleń, lecz ich strategiczne

ukierunkowanie – dopasowanie do zidentyfikowanych luk, unikanie „szkoleń ogólnych” przy deficytach specjalistycznych oraz wzmacnianie mechanizmów rozwijających odpowiedzialność pracowników za własny rozwój.

Ocena kompetencji miękkich kandydatów ujawnia wyraźną dychotomię. Z jednej strony, gotowość do uczenia się i rozwoju zawodowego jest oceniana najwyżej (ponad 56% kandydatów na poziomie „raczej wysokim” lub „bardzo wysokim”), a otwartość na zmiany i adaptacja technologiczna plasują się stosunkowo wysoko (ok. 40% ocen „raczej wysoki” lub „bardzo wysoki”). Z drugiej strony, analityczne myślenie, rozwiązywanie problemów, dyscyplina proceduralna, a zwłaszcza kompetencje przywódcze i zarządzanie projektami (ponad 45% ocen niskich) stanowią najłabsze ogniwa profilu kompetencyjnego. W kontekście przydziału wag przez respondentów (średnia 5,48 dla kompetencji technicznych i 4,52 dla miękkich, co odpowiada proporcji ok. 55/45%) oznacza to, że firmy widzą kompetencje miękkie jako konieczny czynnik wzmacniający kompetencje techniczne, lecz braki w myśleniu krytycznym, zarządzaniu projektami i komunikacji technicznej mogą ograniczać zdolność do pełnego wykorzystania inwestycji technologicznych i szkoleniowych.

Całość wyników rozdziału prowadzi do trzech głównych rekomendacji:

- Priorytetowe wzmocnienie podaży kompetencji technologiczno-produkcyjnych – zwiększanie liczby absolwentów kluczowych kierunków mechanicznych i automatycznych, z równoległym tworzeniem mechanizmów ciągłego up- i reskillingu dla osób już zatrudnionych, szczególnie w obszarach CNC/CAM, technologii obróbki, metrologii, systemów CAD/CAE oraz systemów jakości i prawa lotniczego.
- Systemowe budowanie kompetencji horyzontalnych i progowych – język angielski techniczny, czytanie dokumentacji, analiza danych i obsługa systemów ERP/PLM powinny stać się integralnym elementem kształcenia technicznego w lotnictwie, a nie oddzielnym „dodatkiem” do programu nauczania, ponieważ bez nich efektywne pełnienie ról technicznych i jakościowych w globalnych łańcuchach dostaw aerospace jest niemożliwe.
- Równoległy rozwój kompetencji analitycznych, przywódczych i projektowych – zgodnie z ramami OECD Learning Compass 2030 i WEF Future of Jobs, optymalny profil pracownika lotniczego wymaga integracji komponentu technicznego (ok. 55%) z komponentem miękkim/przekrojowym (ok. 45%); działania rozwojowe powinny

zatem wbudowywać elementy rozwijające myślenie analityczne, rozwiązywanie problemów i pracę projektową bezpośrednio w szkolenia techniczne, a nie traktować je jako odrębny strumień kształcenia.

5. Przemysł 4.0

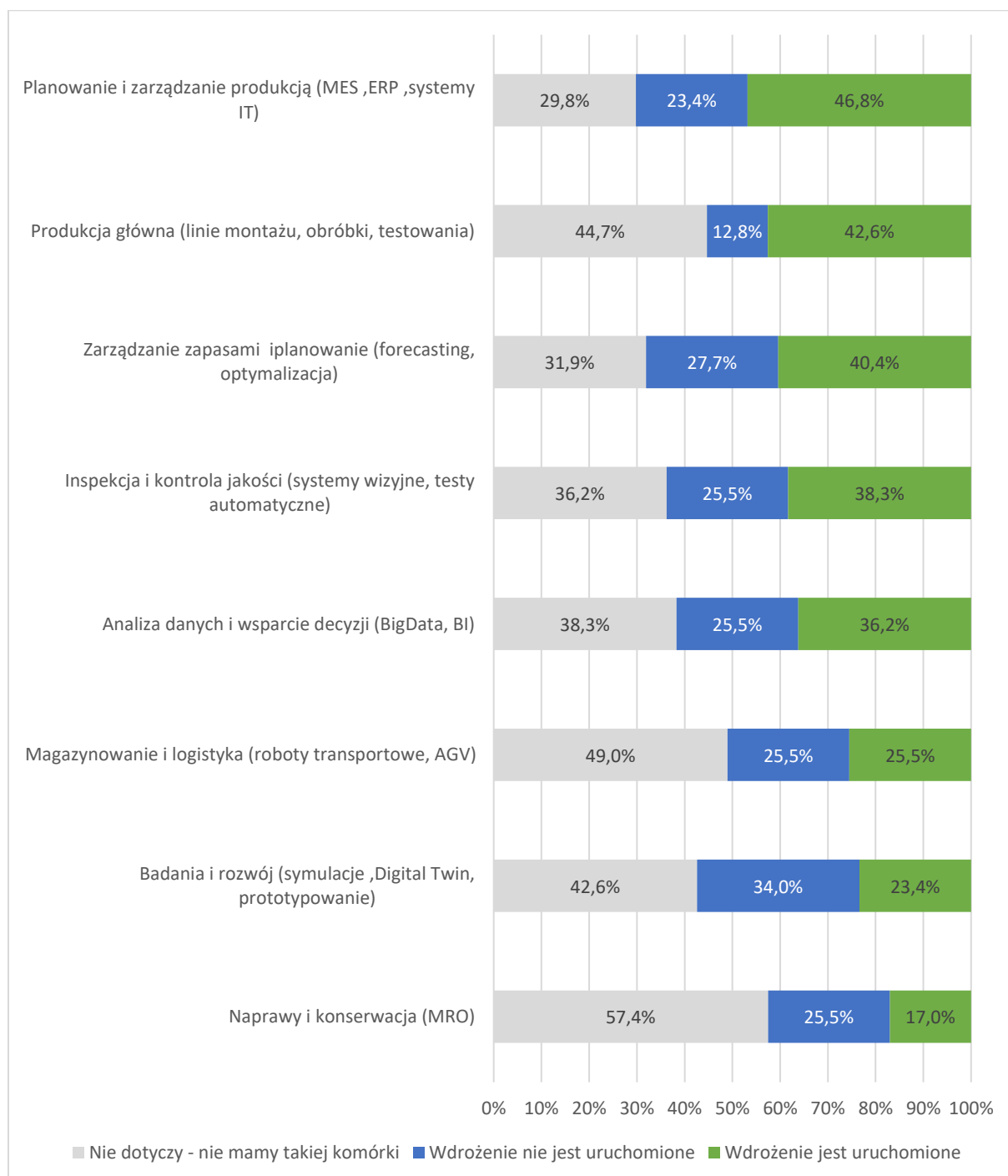
W niniejszym rozdziale przedstawiono, w jaki sposób przedsiębiorstwa polskiego sektora lotniczego realnie wdrażają rozwiązania Przemysłu 4.0 oraz jakie konsekwencje ma to dla struktury organizacyjnej, zatrudnienia i profilu kompetencyjnego kadr. Analiza obejmuje zarówno stopień cyfryzacji poszczególnych komórek organizacyjnych, jak i wpływ wdrożeń na liczbę i charakter stanowisk pracy, ze szczególnym uwzględnieniem powstawania nowych ról „4.0” oraz losu tradycyjnych stanowisk manualnych i operatorskich.

W dalszej części rozdziału zaprezentowano dynamikę zapotrzebowania na kompetencje w dwóch horyzontach czasowych: wstecznie – z perspektywy ostatnich pięciu lat – oraz prospektywnie, w perspektywie kolejnych 3–5 lat, co pozwala uchwycić przejście od cyfryzacji skoncentrowanej na „kręgosłupie operacyjnym” (MES/ERP, produkcja, jakość) do bardziej zaawansowanych zastosowań opartych na analizie danych, sztucznej inteligencji, cyberbezpieczeństwie i integracji człowiek–maszyna. Rozdział osadzony jest w szerszym kontekście wcześniejszych części raportu, które zidentyfikowały istotne luki kompetencyjne w obszarze nowoczesnych technologii wytwarzania, systemów CAD/CAM/CAE, kompetencji cyfrowych oraz języka angielskiego technicznego, a także odwołuje się do wniosków raportów OECD, WEF, Raport Ernst&Young, LOTKOS i projektów unijnych (m.in. Skill-UP), wskazujących na rosnące znaczenie kompetencji transformacyjnych w lotnictwie.

W badanych przedsiębiorstwach wdrażanie rozwiązań Przemysłu 4.0 ma charakter wyraźnie selektywny i koncentruje się przede wszystkim na „kręgosłupie operacyjnym” organizacji: planowaniu i zarządzaniu produkcją, samej produkcji, zarządzaniu zapasami oraz kontroli jakości. W tych obszarach odsetek firm z uruchomionymi wdrożeniami sięga 40–47%, co wskazuje, że cyfryzacja jest motywowana bezpośrednim wpływem na efektywność, koszty i zgodność z wymaganiami jakościowymi. Jednocześnie wyniki ujawniają znaczące ograniczenia strukturalne dla bardziej zaawansowanych zastosowań Przemysłu 4.0. Ponad połowa firm w ogóle nie posiada wyodrębnionych komórek MRO, a około 40–50% – działów badań i rozwoju czy logistyki zrobotyzowanej, co przekłada się na bardzo niski poziom wdrożeń w obszarze predykcyjnego utrzymania ruchu, symulacji typu Digital Twin czy

robotów transportowych. Rozwiązania te pozostają domeną wąskiej grupy większych przedsiębiorstw o wyższej dojrzałości technologicznej i bardziej rozbudowanej strukturze funkcjonalnej.

Wykres 28 Wdrożenie rozwiązań Przemysłu 4.0 w komórkach organizacyjnych badanych przedsiębiorstw



Źródło: badania własne PCI

Tabela 9 Wpływ wdrożenia rozwiązań Przemysłu 4.0 na strukturę zatrudnienia w badanych przedsiębiorstwach

Komórki w organizacji	Nie ma wpływu – nie wdrażamy rozwiązań Przemysłu 4.0	Minimalny wpływ – wdrażamy pilotażowo, brak znaczących zmian w strukturze	Umiarkowany wpływ – pojawiły się nowe stanowiska, likwidacja niektórych ról, zmiana zakresu pracy	Znaczący wpływ – znaczna reorganizacja, duża liczba nowych stanowisk, redukcja pracowników na stanowiskach tradycyjnych	Bardzo znaczący wpływ – transformacja całej organizacji, radykalne zmiany w strukturze zatrudnienia
Planowanie i zarządzanie produkcją (MES ,ERP ,systemy IT)	38,3%	21,3%	23,4%	10,6%	6,4%
Zarządzanie zapasami i planowanie (forecasting, optymalizacja)	44,7%	19,1%	23,4%	8,5%	4,3%
Analiza danych i wsparcie decyzji (BigData, BI)	42,6%	19,1%	27,7%	10,6%	-
Produkcja główna (linie montażu, obróbki, testowania)	48,9%	23,4%	21,3%	6,4%	-
Inspekcja i kontrola jakości (systemy wizyjne, testy automatyczne)	48,9%	21,3%	23,4%	2,1%	4,3%
Badania i rozwój (symulacje ,Digital Twin, prototypowanie)	51,1%	17,0%	25,5%	4,3%	2,1%
Magazynowanie i logistyka (roboty transportowe, AGV)	66,0%	12,8%	17,0%	2,1%	2,1%
Naprawy i konserwacja (MRO)	80,9%	8,5%	8,5%	0,0%	2,1%

Źródło: badania własne PCI

Na szczególną uwagę zasługuje rozkład odpowiedzi w kolumnie „wdrożenie nie jest uruchomione”. Stosunkowo wysokie wartości w zarządzaniu zapasami, analizie danych (Big Data, BI) i logistyce świadczą o tym, że w wielu firmach procesy transformacji są już zaplanowane lub rozpoczęte, lecz znajdują się na etapie przygotowań, pilotaży bądź ograniczonych testów. Można to interpretować jako wskaźnik zbliżającej się „drugiej fali” cyfryzacji, w której nacisk przesunie się z samej automatyzacji produkcji na integrację danych, optymalizację przepływów materiałowych oraz zaawansowane wsparcie decyzyjne.

Dane sugerują, że sektor lotniczy w Polsce znajduje się w fazie przejścia od modelu opartego na wyspowych inwestycjach w systemy MES/ERP i automatyzację linii do bardziej spójnej architektury Przemysłu 4.0. O skali i tempie tego przejścia decydować będzie jednak nie tylko dostęp do technologii, lecz także zdolność przedsiębiorstw do tworzenia wyspecjalizowanych komórek (MRO, R&D, analityka danych) i wyposażania ich w odpowiednie kompetencje, co wprost koresponduje z zidentyfikowanymi wcześniej lukami kwalifikacyjnymi i potrzebami szkoleniowymi w obszarze cyfryzacji, jakości oraz zarządzania procesami.

Odsetek odpowiedzi „nie dotyczy – nie mamy takiej komórki” wyznacza mapę funkcjonalną badanych firm. Najczęściej brak występuje w obszarze napraw i konserwacji (MRO) – 57,4%, co sugeruje, że duża część próby obejmuje zakłady typowo produkcyjne, bez własnych struktur serwisowych. Wysokie wartości pojawiają się także w magazynowaniu i logistyce (49,0%) oraz w badaniach i rozwoju (42,6%), co wskazuje, że niemal połowa firm nie posiada wyodrębnionych komórek odpowiedzialnych za te funkcje, realizując je w sposób szczątkowy, rozproszony lub zlecając na zewnątrz. Najniższy udział odpowiedzi „nie dotyczy” obserwuje się w obszarach bezpośrednio związanych z podstawową działalnością produkcyjną: planowanie i zarządzanie produkcją (MES/ERP, 29,8%) oraz zarządzanie zapasami i planowanie (31,9%).

Taka struktura oznacza, że realny potencjał wdrażania rozwiązań Przemysłu 4.0 jest z natury większy w obszarach „rdzeniowych” (planowanie/produkcja, zarządzanie zapasami) niż w wyspecjalizowanych segmentach (MRO, R&D), które w wielu firmach w ogóle nie występują jako samodzielne jednostki organizacyjne.

Najwyższy odsetek odpowiedzi „wdrożenie jest uruchomione” dotyczy czterech komórek, które można uznać za trzon transformacji cyfrowej:

- Planowanie i zarządzanie produkcją (MES, ERP, systemy IT) – 46,8%.
- Produkcja główna (linie montażu, obróbki, testowania) – 42,6%.
- Zarządzanie zapasami i planowanie (forecasting, optymalizacja) – 40,4%.
- Inspekcja i kontrola jakości (systemy wizyjne, testy automatyczne) – 38,3%.

Wspólnym mianownikiem tych obszarów jest ich bezpośredni wpływ na efektywność operacyjną, przepływ materiałów i zgodność jakościową, czyli parametry, które w przemyśle lotniczym są krytyczne dla konkurencyjności i spełnienia wymogów certyfikacyjnych.

Z punktu widzenia logiki Przemysłu 4.0 oznacza to, że firmy znajdują się na etapie konsolidacji tzw. „cyfrowego kręgosłupa”, czyli integrują systemy planistyczne i produkcyjne, rozwijają automatyczną kontrolę jakości oraz implementują rozwiązania wspierające optymalizację zapasów i planowania.

W kilku komórkach dominuje struktura „podzielona”: znaczny odsetek przedsiębiorstw ma wdrożenie uruchomione, ale równie duża grupa zapewne dopiero planuje jego uruchomienie, co może świadczyć o fazie intensywnego, lecz niejednorodnego upowszechniania.

Analiza danych i wsparcie decyzji (Big Data, BI): 36,2% wdrożonych, 25,5% nieuruchomionych, przy 38,3% firm, które w ogóle nie mają takiej komórki. Oznacza to, że tam, gdzie funkcja analityczna istnieje, stosunkowo często opiera się już na rozwiązaniach klasy BI, ale w skali całego sektora jest to nadal domena ograniczonej podgrupy podmiotów.

Inspekcja i kontrola jakości oraz magazynowanie/logistyka (roboty transportowe, AGV) charakteryzują się identycznym udziałem wdrożeń i braku wdrożeń (po 25,5% w logistyce, 25,5% w kontroli jakości), co wskazuje na stan „pół na pół” wśród firm dysponujących tymi komórkami.

Te wyniki sugerują, że polski sektor lotniczy wchodzi w etap selektywnej automatyzacji procesów pomocniczych. Część firm intensywnie inwestuje w roboty transportowe, zaawansowaną analitykę danych i systemy wizyjne, podczas gdy inne pozostają na etapach wcześniejszych, opierając się na klasycznych rozwiązaniach magazynowo-logistycznych i tradycyjnej analityce.

Najniższe wskaźniki wdrożeń dotyczą:

- Napraw i konserwacji (MRO) – tylko 17,0% firm deklaruje uruchomione rozwiązania Przemysłu 4.0, przy 25,5% wdrożeń nieuruchomionych i aż 57,4% odpowiedzi „nie dotyczy”.
- Badań i rozwoju (symulacje, Digital Twin, prototypowanie) – 23,4% wdrożonych, 34,0% nieuruchomionych, 42,6% „nie dotyczy”.

Tak niskie wartości oznaczają, że zastosowania typowo kojarzone z „zaawansowanym Przemysłem 4.0” – takie jak symulacje cyfrowego bliźniaka, prototypowanie wirtualne czy predykcyjne utrzymanie ruchu – pozostają poza głównym nurtem praktyki większości badanych przedsiębiorstw. W przypadku MRO dodatkowym czynnikiem jest struktura sektora: działalność remontowo-serwisowa jest skoncentrowana w relatywnie wąskiej grupie wyspecjalizowanych podmiotów, podczas gdy znaczna część firm produkcyjnych nie posiada własnych komórek MRO.

W obszarze R&D dane potwierdzają wnioski z wcześniejszych analiz, że polski sektor lotniczy funkcjonuje w dużej mierze jako dostawca komponentów w ramach globalnych łańcuchów wartości, a pełne kompetencje projektowo-walidacyjne (w tym Digital Twin) dopiero zaczynają się kształtować w wąskiej „awangardzie” przedsiębiorstw.

Kolumna „wdrożenie nie jest uruchomione” odzwierciedla obszary, w których świadomość potrzeby inwestycji zapewne już istnieje, ale projekty są na etapie przygotowań lub wstrzymane. Wysokie wartości pojawiają się m.in. w:

- B+R (34,0%),
- Zarządzaniu zapasami i planowaniu (27,7%),
- Analizie danych i BI (25,5%),
- Magazynowaniu i logistyce (25,5%).

Cyfryzacja skoncentrowana jest w „kręgosłupie operacyjnym” przedsiębiorstw – najwyższe wskaźniki wdrożeń dotyczą planowania i zarządzania produkcją, głównej produkcji, zarządzania zapasami oraz kontroli jakości, co jest spójne z presją na wydajność, terminowość i zgodność jakościową w lotnictwie.

Rozwiązania najbardziej kojarzone z Przemysłem 4.0 (Digital Twin, zaawansowane R&D, predykcyjne MRO) pozostają wąską niszą, ograniczoną do niewielkiej grupy firm; większość sektora znajduje się na wcześniejszym etapie transformacji, skoncentrowanym na digitalizacji i automatyzacji procesów operacyjnych.

Istnieje wyraźny potencjał dalszej transformacji w obszarach analityki danych, zarządzania zapasami i logistyki, o czym świadczą wysokie odsetki „wdrożeń nieuruchomionych” przy stosunkowo niskim poziomie odpowiedzi „nie dotyczy”.

Struktura komórek organizacyjnych stanowi istotne ograniczenie dla upowszechniania Przemysłu 4.0 – brak wyodrębnionych jednostek MRO czy R&D w dużej części przedsiębiorstw powoduje, że zaawansowane rozwiązania cyfrowe są implementowane fragmentarycznie, często jako funkcje pomocnicze, a nie jako spójne, wyspecjalizowane centra kompetencji.

Dokonano także analizy danych dotyczących tego, jak wdrażanie rozwiązań Przemysłu 4.0 w badanych przedsiębiorstwach przekłada się na strukturę zatrudnienia. Wykazano, że proces ten jest wyraźnie zróżnicowany pomiędzy poszczególnymi komórkami organizacyjnymi, przy czym dominują efekty o charakterze umiarkowanym, a transformacje radykalne pozostają rzadkie.

W obszarach stanowiących „cyfrowy kręgosłup” działalności operacyjnej: planowanie i zarządzanie produkcją (MES, ERP, systemy IT) oraz zarządzanie zapasami i planowanie, odsetek wskazań na umiarkowany lub wyższy wpływ (suma kategorii „umiarkowany”, „znaczący” i „bardzo znaczący”) wynosi odpowiednio 40,4% i 36,2%. Oznacza to, że w znacznej części firm wdrożenia systemów klasy MES/ERP oraz narzędzi forecastingu i optymalizacji prowadzą już do tworzenia nowych stanowisk (np. planistów ds. danych, administratorów systemów, analityków produkcyjnych), modyfikacji zakresu obowiązków (przesunięcie od ręcznego harmonogramowania ku pracy na danych i interfejsach systemowych) oraz stopniowej redukcji ról o charakterze czysto ewidencyjnym. Jednocześnie relatywnie wysoki udział odpowiedzi „nie ma wpływu – nie wdrażamy rozwiązań Przemysłu 4.0” (38,3% i 44,7%) potwierdza, że część przedsiębiorstw wciąż funkcjonuje w paradygmacie tradycyjnego planowania, co koresponduje z wcześniejszymi wynikami Wykresu 23, gdzie właśnie w tych komórkach obserwowano znaczące, lecz nie powszechne wdrożenia.

Podobny, choć nieco słabszy wzorzec ujawnia się w obszarze analizy danych i wsparcia decyzji (Big Data, BI). Dla 27,7% firm wdrożenia w tej sferze mają już umiarkowany wpływ na strukturę zatrudnienia, a kolejne 10,6% wskazuje na wpływ znaczący. Można to interpretować jako przejaw wyłaniania się wyspecjalizowanych ról analitycznych, które wcześniej były rozproszone lub w ogóle nie występowały w organizacji. Zestawienie z danymi z poprzedniego rozdziału, gdzie analityka danych należała do obszarów o dość wysokim poziomie uruchomionych wdrożeń, ale także znacznym odsetku firm bez tej komórki sugeruje, że tam, gdzie funkcja analityczna została formalnie wyodrębniona i wyposażona w narzędzia klasy BI, następuje realne przeformułowanie profili stanowisk i podziału pracy, natomiast na poziomie całego sektora mamy do czynienia raczej z wczesną fazą tej transformacji.

Produkcja główna oraz inspekcja i kontrola jakości to obszary, w których analizy wykazały jedno z najwyższych odsetków uruchomionych wdrożeń Przemysłu 4.0, które charakteryzują się z kolei relatywnie ostrożną oceną wpływu na strukturę zatrudnienia. W produkcji 48,9% respondentów wskazuje brak wpływu (co wynika częściowo z braku wdrożeń), a 21,3% – wpływ umiarkowany; tylko 6,4% firm raportuje wpływ znaczący, a żadna nie wskazuje na transformację „bardzo znaczącą”. W kontroli jakości struktura jest nieco bardziej spolaryzowana: 48,9% brak wpływu, 23,4% umiarkowany, 2,1% znaczący i 4,3% bardzo znaczący. Oznacza to, że automatyzacja linii produkcyjnych, systemy wizyjne i testy automatyczne w większości przedsiębiorstw pełnią na razie funkcję wspierającą, prowadząc do subtelnych zmian zakresów zadań (np. przejścia od ręcznej inspekcji do nadzoru nad systemami), a nie do masowych redukcji czy radykalnej przebudowy struktury zatrudnienia.

Najniższy poziom oddziaływania na zatrudnienie obserwuje się w komórkach napraw i konserwacji (MRO) oraz magazynowania i logistyki. W MRO aż 80,9% firm deklaruje brak wpływu, a tylko 8,5% – wpływ umiarkowany i 2,1% – bardzo znaczący. Wynik ten pozostaje w ścisłej relacji z powyższą analizą, gdzie MRO należało do najslabiej „ucyfrowionych” obszarów, z dominacją odpowiedzi „nie dotyczy” i niskim odsetkiem uruchomionych wdrożeń. Jak już wspomniano, sugeruje to ograniczone występowanie komórek MRO – przede wszystkim w jedynie w przedsiębiorstwach wyspecjalizowanych w tym obszarze, być może także predykcyjne utrzymanie ruchu, zdalna diagnostyka czy wsparte danymi planowanie przestoju pozostają w polskim sektorze lotniczym rozwiązaniami niszowymi,

wpływającymi na strukturę zatrudnienia jedynie w pojedynczych, najbardziej zaawansowanych organizacjach. Podobnie w magazynowaniu i logistyce 66,0% przedsiębiorstw nie dostrzega wpływu wdrożeń na zatrudnienie, a suma wpływu umiarkowanego, znaczącego i bardzo znaczącego wynosi jedynie 21,2%, co potwierdza, że roboty transportowe i AGV są implementowane raczej punktowo niż systemowo.

Interesujący jest także profil oddziaływania w komórkach badań i rozwoju (symulacje, Digital Twin, prototypowanie). Choć w powyższej analizie obszar ten charakteryzował się stosunkowo niskim poziomem uruchomionych wdrożeń oraz wysokim udziałem odpowiedzi „nie dotyczy”, to w firmach, które faktycznie inwestują w te rozwiązania, wpływ na strukturę zatrudnienia jest wyraźnie silniejszy: 25,5% wskazuje wpływ umiarkowany, 4,3% znaczący, a 2,1% bardzo znaczący. Można to interpretować jako oznakę tworzenia nowych, wysoko wyspecjalizowanych ról (np. inżynierów symulacji, specjalistów ds. cyfrowych bliźniaków) oraz stopniowego przesuwania części zadań projektowych z fazy fizycznego prototypowania do środowisk wirtualnych.

Z perspektywy całego sektora analizowane dane potwierdzają, że wdrożenia Przemysłu 4.0 w polskich przedsiębiorstwach lotniczych mają obecnie przede wszystkim charakter ewolucyjny, a nie rewolucyjny. W większości komórek dominuje kategoria „brak wpływu” lub „minimalny wpływ”, natomiast udziały odpowiedzi „znaczący” i „bardzo znaczący” pozostają jednocyfrowe. W połączeniu z wynikami powyższymi oznacza to, że choć technologie Przemysłu 4.0 są już realnie obecne w kluczowych procesach (planowanie, produkcja, jakość), to ich rola polega częściej na wspieraniu i uszczelnianiu istniejących struktur niż na ich radykalnym przeprojektowaniu.

W konsekwencji transformacja zatrudnienia przebiega głównie poprzez: (1) stopniową zmianę profilu kompetencyjnego istniejących ról (np. operatorów maszyn, planistów, kontrolerów jakości), (2) tworzenie wąskich nisz nowych stanowisk wysokospecjalistycznych (analitycy danych, inżynierowie symulacji, administratorzy systemów MES/ERP) oraz (3) ograniczoną, sektorowo zróżnicowaną redukcję stanowisk o charakterze czysto manualnym lub ewidencyjnym. Skala radykalnych reorganizacji jest na razie niewielka, co sugeruje, że w perspektywie najbliższych lat głównym wyzwaniem dla przedsiębiorstw nie będzie masowa restrukturyzacja zatrudnienia, lecz konsekwentne podnoszenie kompetencji technicznych i

cyfrowych pracowników oraz budowa nowych ścieżek rozwoju zawodowego w kierunku ról „przemysłu 4.0”, opisanych w poprzednich częściach raportu.

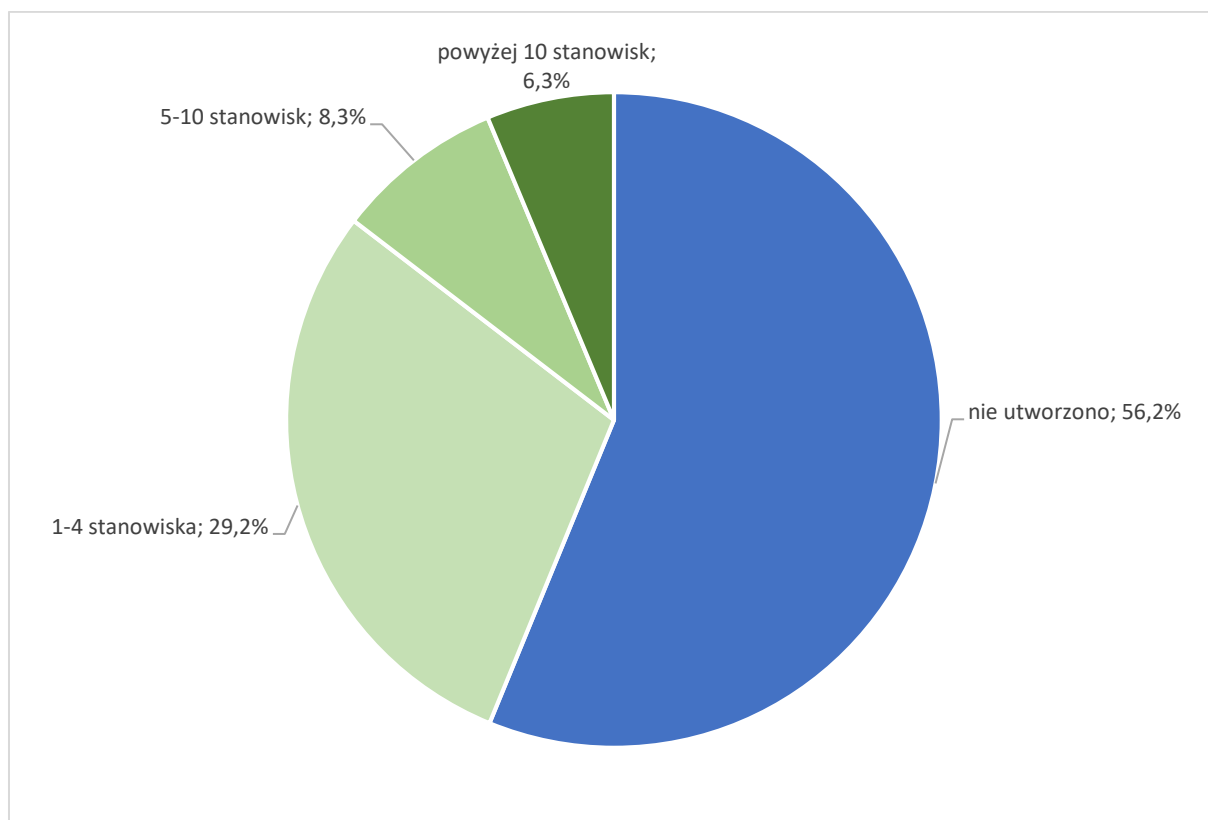
Dane wskazują, że w ostatnich trzech latach ponad połowa badanych przedsiębiorstw w ogóle nie utworzyła nowych stanowisk pracy bezpośrednio związanych z Przemysłem 4.0 (56,2%). Oznacza to wykazany już brak wdrożeń, ale też mimo obserwowanych wdrożeń systemów MES/ERP, automatyzacji produkcji czy rozwiązań analitycznych, w wielu organizacjach zmiany te były absorbowane głównie poprzez modyfikację zakresów obowiązków na istniejących etatach, a nie poprzez kreowanie odrębnych ról „4.0”.

W grupie firm, które tworzyły nowe stanowiska 29,2% wskazuje na powstanie 1–4 etatów związanych z Przemysłem 4.0, natomiast 8,3% – na 5–10 stanowisk. Tylko 6,3% przedsiębiorstw deklaruje utworzenie „powyżej 10” takich miejsc pracy, co można interpretować jako wąską podgrupę liderów transformacji – raczej dużych przedsiębiorstw, budujących już wyspecjalizowane zespoły (np. ds. analityki danych, integracji systemów, symulacji czy automatyki). Struktura ta dobrze koresponduje z wcześniejszą analizą, gdzie wpływ wdrożeń Przemysłu 4.0 na strukturę zatrudnienia oceniano najczęściej jako brak lub umiarkowany, a transformacje radykalne pozostawały zjawiskiem marginalnym.

Łącznie dane potwierdzają, że w polskich przedsiębiorstwach lotniczych Przemysł 4.0 jest w przeważającej mierze implementowany w logice ewolucyjnej adaptacji organizacji, a nie gwałtownej przebudowy zatrudnienia. Nowe role powstają, ale głównie w ograniczonej liczbie i w tych firmach, które – jak pokazały wcześniejsze wyniki – posiadają bardziej zaawansowane wdrożenia w obszarach planowania produkcji, analityki danych czy badań i rozwoju.

Dane pokazują, że w zdecydowanej większości badanych przedsiębiorstw wdrażanie rozwiązań Przemysłu 4.0 nie przełożyło się dotychczas na redukcję tradycyjnych stanowisk pracy. Aż 85,4% respondentów zadeklarowało brak redukcji, wskazując, że zatrudnienie zostało utrzymane na dotychczasowym poziomie lub wręcz wzrosło. Jedynie 8,3% firm odnotowało minimalne ograniczenie zatrudnienia (1–5% poprzedniej kadry), a 6,3% – umiarkowaną redukcję rzędu 6–15% kadry; żaden z respondentów nie wskazał na redukcję znaczną (16–30%) ani bardzo znaczną (powyżej 30%).

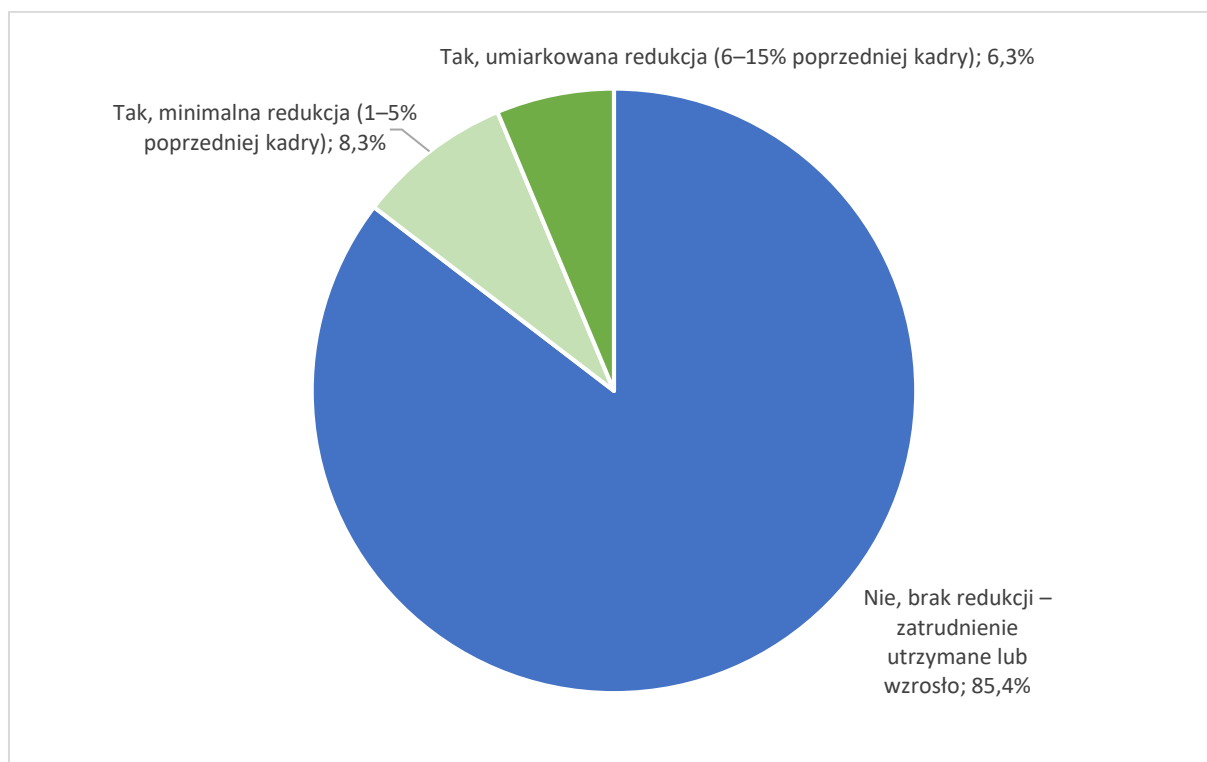
Wykres 29 Liczba stanowisk związanych z Przemysłem 4.0 utworzonych w badanych przedsiębiorstwach w ostatnich 3 latach



Źródło: badania własne PCI

W połączeniu z wynikami poprzedniej analizy, gdzie ponad połowa przedsiębiorstw nie utworzyła nowych stanowisk związanych z Przemysłem 4.0, a pozostałe tworzyły je głównie w skali kilku etatów, dane te potwierdzają, że transformacja technologiczna w polskim sektorze lotniczym ma obecnie charakter adaptacyjny, a nie substytucyjny. Technologie 4.0 są wprowadzane przede wszystkim jako narzędzia podnoszące efektywność i jakość pracy istniejącej załogi, prowadząc do zmiany profilu kompetencyjnego stanowisk (większy udział zadań cyfrowych, nadzorczych, analitycznych), a nie do masowej eliminacji ról manualnych czy operatorskich.

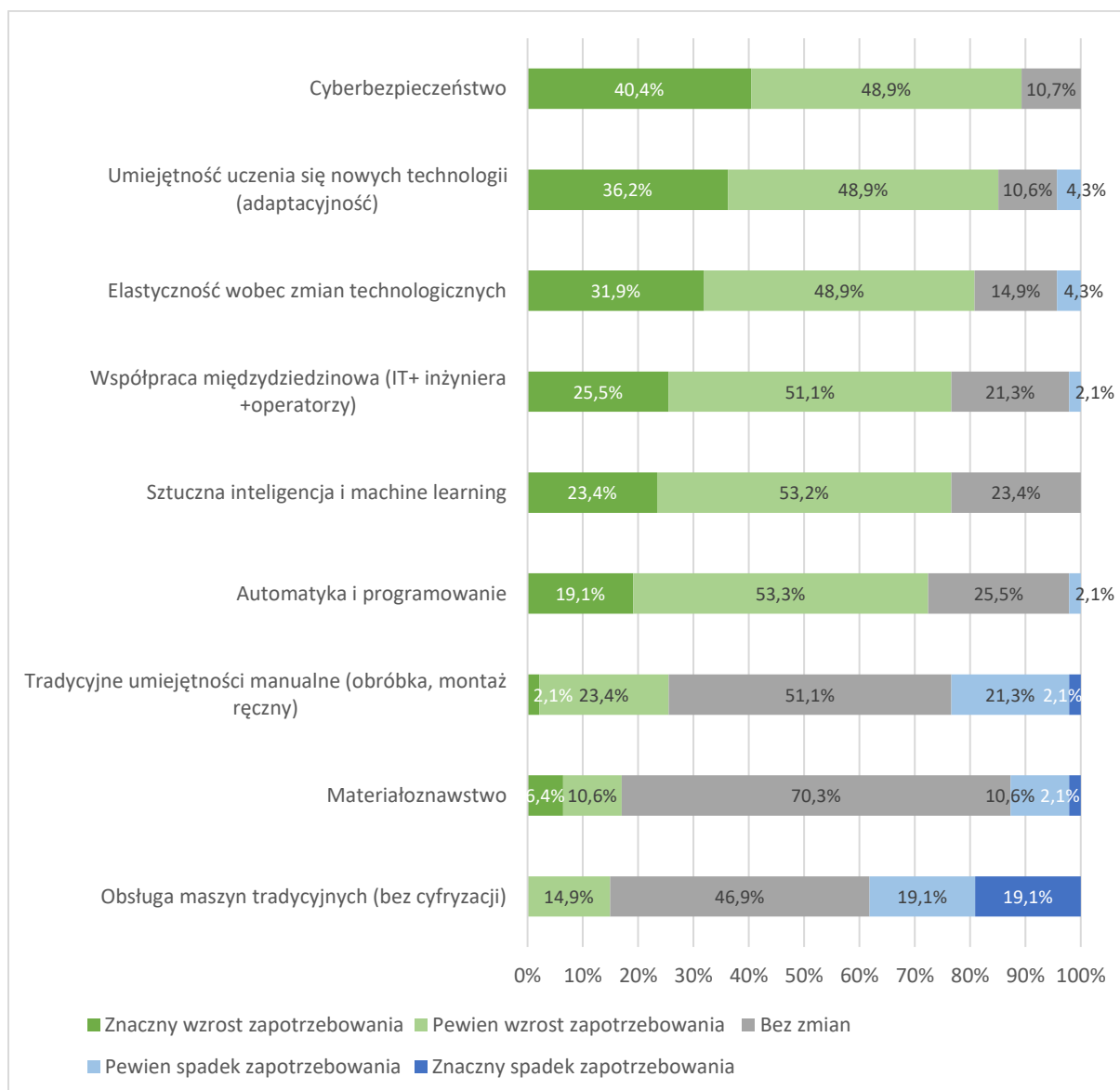
Wykres 30 Wpływ Przemysłu 4.0 na redukcję stanowisk tradycyjnych w badanych przedsiębiorstwach



Źródło: badania własne PCI

Ta struktura odpowiedzi dobrze koresponduje również z analizą w której wpływ Przemysłu 4.0 na strukturę zatrudnienia w większości komórek organizacyjnych oceniano jako żaden lub umiarkowany. Można zatem wnioskować, że w badanych przedsiębiorstwach zachodzi proces stopniowego przeprofilowania pracy, polegający na łączeniu tradycyjnych zadań produkcyjnych z obsługą systemów MES/ERP, urządzeń zautomatyzowanych i narzędzi analizy danych. W perspektywie krótkoterminowej nie generuje on masowych zwolnień, lecz wymaga intensywnego podnoszenia kwalifikacji i przekwalifikowania pracowników, co jest spójne z wcześniej zidentyfikowanymi lukami kompetencyjnymi oraz wysokim zapotrzebowaniem na szkolenia w obszarze kompetencji technicznych i cyfrowych.

Wykres 31 Ocena dynamiki zapotrzebowania na kompetencje w ciągu ostatnich 5 lat w związku z wdrażaniem Przemysłu 4.0



Źródło: badania własne PCI

Dane wskazują dynamikę zapotrzebowania na kompetencje w badanych przedsiębiorstwach: podczas gdy popyt na tradycyjne umiejętności techniczne i manualne stabilizuje się lub spada, kompetencje cyfrowe, automatyka oraz kompetencje transformacyjne odnotowują jednoznaczny wzrost.

W obszarze kompetencji tradycyjnych dominują odpowiedzi „bez zmian” oraz „spadek zapotrzebowania”. Obsługa maszyn tradycyjnych (bez cyfryzacji) w ocenie 46,9% badanych utrzymuje się na niezmiennym poziomie, ale u łącznie 38,2% (19,1% „pewien spadek”,

19,1% „znaczny spadek”) zapotrzebowanie maleje. Podobny, choć łagodniejszy wzorzec dotyczy tradycyjnych umiejętności manualnych, takich jak obróbka czy montaż ręczny: 51,1% wskazuje brak zmian, 23,4% na pewien wzrost, lecz aż 23,4% – spadek. Materiałoznawstwo pozostaje relatywnie stabilne (70,3% „bez zmian”), z tylko umiarkowanym wzrostem popytu (17% sumarycznie) i marginalnym spadkiem (12,7%). Dane te dobrze współgrają z wcześniejszymi wynikami analiz, gdzie luki kompetencyjne częściej dotyczyły nowoczesnych technologii wytwarzania, systemów CAD/CAM/CAE czy NDT niż klasycznych umiejętności warsztatowych. Te ostatnie są potrzebne, ale przestają być czynnikiem różnicującym konkurencyjność.

Zupełnie odmienną dynamikę obserwuje się w przypadku kompetencji automatyki i programowania oraz kompetencji cyfrowych w wąskim sensie. Dla automatyki i programowania 19,1% respondentów wskazuje „znaczny wzrost zapotrzebowania”, a 53,3% – „pewien wzrost”; spadki są praktycznie nieobecne (2,1% odpowiedzi „pewien spadek”, brak „znacznego spadku”). Jeszcze silniejszy sygnał pochodzi z obszaru sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego: 23,4% wskazuje znaczny, a 53,2% – pewien wzrost zapotrzebowania, przy zerowym udziale odpowiedzi o spadku. Najbardziej dynamicznie według badanych rośnie popyt na kompetencje z zakresu cyberbezpieczeństwa – 40,4% respondentów ocenia go jako znaczny, a 48,9% jako umiarkowany wzrost, co odzwierciedla rosnącą świadomość ryzyk związanych z integracją systemów MES/ERP, zdalnym dostępem do infrastruktury produkcyjnej i przetwarzaniem dużych wolumenów danych. Taka struktura w pełni koreluje z opisanymi wcześniej lukami w obszarze systemów IT, analizy danych i integracji cyfrowej, gdzie właśnie wdrożenia w planowaniu produkcji i analityce danych najczęściej prowadziły do tworzenia nowych ról i modyfikacji struktury zatrudnienia.

Szczególnie interesująco prezentuje się blok kompetencji przekrojowych związanych z funkcjonowaniem w środowisku Przemysłu 4.0. Współpraca międzydziedzinowa (IT + inżynieria + operatorzy) odnotowuje sumarycznie 76,6% wskazań na wzrost zapotrzebowania (25,5% znaczny, 51,1% pewien), przy praktycznym braku spadków. Podobnie elastyczność wobec zmian technologicznych (31,9% znaczny, 48,9% pewien wzrost) oraz umiejętność uczenia się nowych technologii (36,2% znaczny, 48,9% pewien wzrost) należą do najszybciej rosnących kategorii. Oznacza to, że przedsiębiorstwa postrzegają transformację 4.0 nie tylko jako kwestię wdrożenia konkretnych narzędzi, lecz przede wszystkim jako wymóg posiadania

kadr zdolnych do ciągłej adaptacji, uczenia się i współpracy w zespołach interdyscyplinarnych – co jest w pełni zgodne z ramami OECD Learning Compass 2030 oraz wnioskami raportu WEF „Future of Jobs”, kładącymi nacisk na kompetencje transformacyjne (learning agility, collaboration, problem solving).

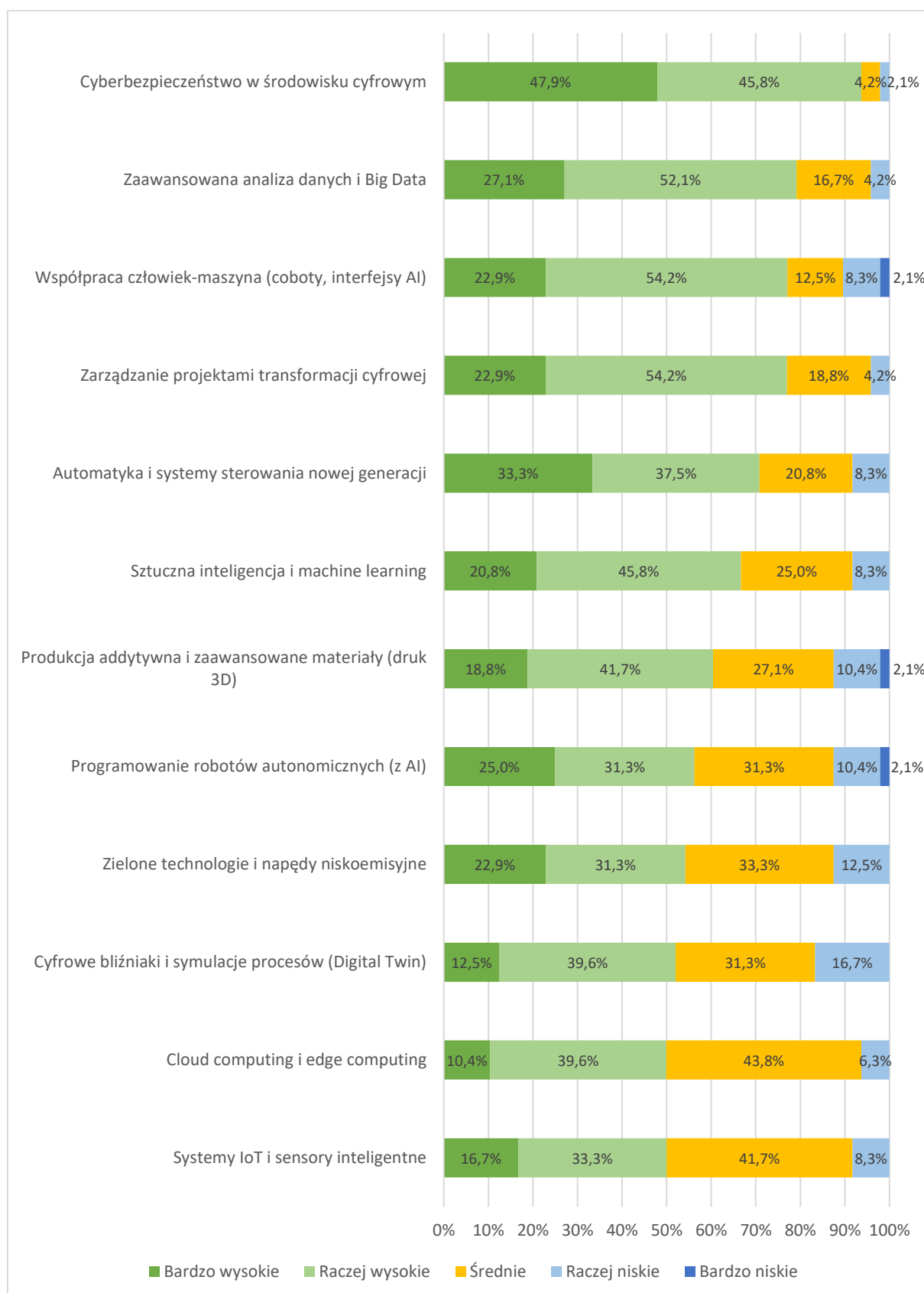
Zestawienie tych wyników z wcześniejszymi analizami pozwala uchwycić spójny obraz: mimo że wdrożenia Przemysłu 4.0 nie prowadzą jeszcze do masowej redukcji tradycyjnych stanowisk (85,4% firm nie odnotowało żadnej redukcji), struktura zapotrzebowania na kompetencje przesuwają się w kierunku profilu hybrydowego. Z jednej strony maleje znaczenie czysto manualnej obsługi tradycyjnych maszyn, z drugiej gwałtownie rośnie popyt na połączenie wiedzy technicznej z kompetencjami cyfrowymi, zdolnością pracy na styku IT–produkcja oraz wysoką adaptacyjnością do zmian technologicznych. To właśnie ta zmiana jakościowa, a nie skala zwolnień, stanowi główne wyzwanie dla systemu kształcenia i polityki szkoleniowej przedsiębiorstw: utrzymanie zatrudnienia przy równoczesnym „przebudowaniu” profilu kompetencyjnego kadry w stronę automatyki, AI, cyberbezpieczeństwa i kompetencji transformacyjnych.

Dane uzyskane z pytania do respondentów dotyczącego prognoz na najbliższe 3-5 lat ujawniają bardzo wyraźne przesunięcie zapotrzebowania kompetencyjnego w kierunku zaawansowanych technologii cyfrowych, systemów sterowania nowej generacji oraz ról koordynujących transformację organizacyjną.

Po pierwsze, niemal wszystkie analizowane kompetencje przyszłości są oceniane jako wysokopriorytetowe. Dla większości z nich suma odpowiedzi „bardzo wysokie” i „raczej wysokie” oscyluje między 60% a 80%, a kategorie „raczej niskie” i „bardzo niskie” są marginalne (0–12,5%). Szczególnie silny popyt prognozowany jest na:

- cyberbezpieczeństwo w środowisku cyfrowym – 47,9% „bardzo wysokie”, 45,8% „raczej wysokie”;
- zaawansowaną analizę danych i Big Data – 27,1% i 52,1%;
- współpracę człowiek–maszyna (roboty, interfejsy AI) – 22,9% i 54,2%;
- zarządzanie projektami transformacji cyfrowej – 22,9% i 54,2%;
- automatykę i systemy sterowania nowej generacji – 33,3% i 37,5%.

Wykres 32 . Dynamika zapotrzebowania na kompetencje w perspektywie następnych 3-5 lat



Źródło: badania własne PCI

Tak silne wskazania są spójne z wcześniejszymi analizami, w których już w perspektywie ostatnich pięciu lat obserwowano wzrost popytu na automatykę, AI, analizę danych i cyberbezpieczeństwo. Tutaj jednak akcent przesuwają się jeszcze bardziej ku funkcjom strategicznym i systemowym: nie chodzi już tylko o wprowadzenie pojedynczych narzędzi, lecz o budowanie zdolności do całościowego sterowania złożonym, połączonym cyfrowo środowiskiem produkcyjnym. W logice raportów WEF „Future of Jobs” oraz mapy transformacji kompetencji dla sektora lotniczego (Skill-UP, EUCASS) odpowiada to przejściu od fazy „automation readiness” do fazy „AI- & data-driven operations”, w której bezpieczeństwo cyfrowe, zarządzanie danymi i integracja człowiek–maszyna stają się kompetencjami rdzeniowymi.

Po drugie, dane wskazują na wyraźne umocowanie wąskich, technicznych kompetencji 4.0. Systemy IoT i sensory inteligentne, cloud i edge computing, cyfrowe bliźniaki (Digital Twin), produkcja addytywna oraz zielone technologie i napędy niskoemisyjne są w większości oceniane jako obszary o wysokim lub średnim przyszłym zapotrzebowaniu (ok. 50–75% wskazań w dwóch najwyższych kategoriach, pozostała część głównie na poziomie „średnim”). Warto zauważyć, że przy cyfrowych bliźniakach odsetek odpowiedzi „raczej niskie” sięga 16,7%, co odzwierciedla zróżnicowaną dojrzałość technologiczno-strategiczną firm: dla części badanych przedsiębiorstw Digital Twin jest już jasno identyfikowaną ścieżką rozwoju (co koresponduje z wcześniejszymi wynikami), podczas gdy inne traktują tę technologię jako bardziej odległą, drugoplanową.

Po trzecie, kluczową, „spinającą” kategorią stają się kompetencje koordynacyjne i interfejsowe. Szczególnie wysokie przewidywane zapotrzebowanie na zarządzanie projektami transformacji cyfrowej oraz współpracę człowiek–maszyna pokazuje, że organizacje dostrzegają potrzebę posiadania kadr zdolnych łączyć sferę technologiczną (IT, automatyka, dane) z wymiarami organizacyjnymi (procesy, zmiana ról, szkolenia). Jest to bezpośrednio zbieżne z wcześniejszymi wnioskami rozdziału: z jednej strony przedsiębiorstwa nie przewidują masowej redukcji tradycyjnych stanowisk z drugiej – oczekują głębokiego przeprofilowania kompetencyjnego w kierunku ról hybrydowych, łączących wiedzę inżynierską z umiejętnościami przywódczymi, projektowymi i komunikacyjnymi. W terminologii OECD Learning Compass 2030 oznacza to przesunięcie akcentu na „agency” i „transformative competencies” – zdolność kształtowania zmian, a nie tylko adaptacji do nich.

Po czwarte, prognozy dobrze wpisują się w identyfikowane luki obecne. W części dotyczącej bieżących braków kompetencyjnych jako deficytowe wskazywano m.in. programowanie maszyn CNC 5-osiowych, obsługę systemów CAD/CAM/CAE, kompetencje cyfrowe (analiza danych, ERP/PLM) oraz język angielski techniczny. W perspektywie 3–5 lat obraz ten wyraźnie się „podnosi” na wyższy poziom abstrakcji: z braków w konkretnych narzędziach i systemach na braki w zdolności projektowania, integrowania i zabezpieczania całych środowisk cyfrowych (IoT, chmura, cyberbezpieczeństwo, analityka Big Data). Oznacza to, że jeśli obecne luki w kompetencjach pierwszej generacji Przemysłu 4.0 (CNC, CAD/CAM, ERP) nie zostaną szybko domknięte, sektor może mieć trudność z wejściem w kolejną fazę transformacji, którą respondenci już dzisiaj widzą jako strategiczny kierunek rozwoju.

Łącznie Wykres 27 można odczytać jako mapę aspiracji i zarazem „ostrzeżenie na przyszłość”. Z jednej strony pokazuje on bardzo wysoką świadomość nadchodzących wymagań technologicznych – praktycznie żadna z analizowanych kompetencji nie jest oceniana jako mało istotna. Z drugiej strony, na tle wcześniejszych wyników dotyczących bieżących luk kompetencyjnych i umiarkowanego wpływu dotychczasowych wdrożeń na strukturę zatrudnienia, wyłania się obraz sektora, który stoi przed koniecznością skokowego zwiększenia inwestycji w rozwój kadr: od uzupełnienia fundamentalnych umiejętności technicznych i cyfrowych, przez kształcenie specjalistów IoT/AI/cybersecurity, aż po budowę silnej warstwy liderów transformacji zdolnych zarządzać złożonymi projektami cyfryzacji w długim horyzoncie.

Analizowane dane wskazują, że wdrożenia Przemysłu 4.0 w polskich przedsiębiorstwach lotniczych mają obecnie charakter selektywny i ewolucyjny: cyfryzacja koncentruje się na obszarach bezpośrednio związanych z efektywnością operacyjną (planowanie i zarządzanie produkcją, główna produkcja, zarządzanie zapasami, kontrola jakości), podczas gdy rozwiązania kojarzone z „zaawansowanym Przemysłem 4.0” (Digital Twin, predykcyjne MRO, zaawansowane R&D) pozostają domeną wąskiej grupy technologicznych liderów. Struktura komórek organizacyjnych – częsty brak wyodrębnionych jednostek MRO, R&D czy analityki danych – istotnie ogranicza potencjał upowszechniania zintegrowanych architektur 4.0, sprzyjając raczej wdrożeniom punktowym niż budowie spójnych centrów kompetencji.

Wpływ tych wdrożeń na zatrudnienie jest w większości komórek umiarkowany: dominują zmiany polegające na modyfikacji zakresów obowiązków, tworzeniu niszowych ról specjalistycznych i stopniowym odchodzeniu od zadań czysto ewidencyjnych lub manualnych, natomiast masowa redukcja tradycyjnych stanowisk nie występuje. Ponad połowa firm nie stworzyła żadnych nowych etatów bezpośrednio związanych z Przemysłem 4.0, a tam gdzie nowe role się pojawiają, skala tworzonych stanowisk jest najczęściej ograniczona do kilku etatów, co potwierdza adaptacyjny, zamiast rewolucyjnego, charakter transformacji.

Jednocześnie obserwuje się wyraźne przesunięcie zapotrzebowania kompetencyjnego: maleje znaczenie klasycznych umiejętności manualnych i obsługi maszyn tradycyjnych, szybko rośnie popyt na automatykę, sztuczną inteligencję, analizę danych, cyberbezpieczeństwo oraz kompetencje przekrojowe takie jak współpraca interdyscyplinarna, adaptacyjność i zdolność uczenia się nowych technologii.

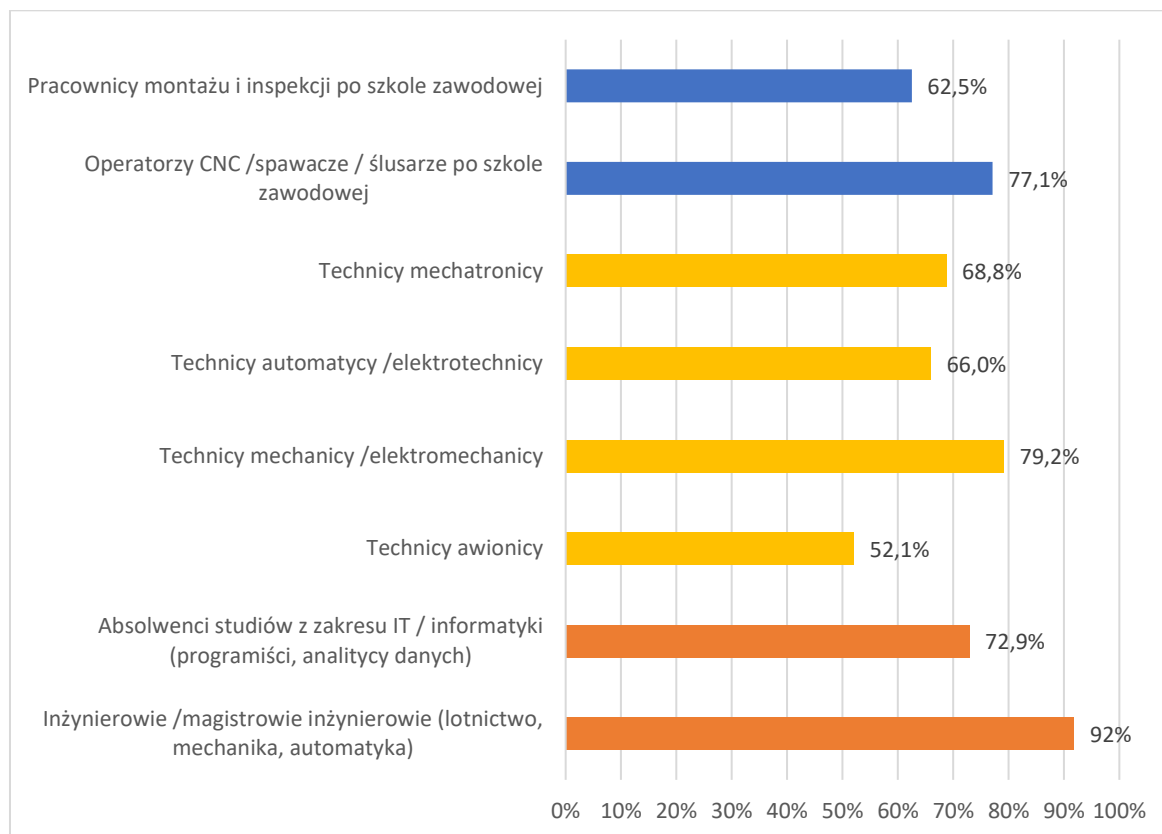
Prognozy na kolejne 3–5 lat pokazują, że przedsiębiorstwa spodziewają się dalszego, skokowego wzrostu znaczenia zaawansowanych technologii cyfrowych (IoT, cloud/edge computing, Digital Twin, produkcja addytywna, zielone technologie) oraz ról koordynujących złożone procesy cyfryzacji (zarządzanie projektami transformacji cyfrowej, współpraca człowiek–maszyna). Na tle zidentyfikowanych już dziś luk w kompetencjach pierwszej generacji Przemysłu 4.0 (CNC, CAD/CAM/CAE, ERP/PLM, język angielski techniczny) tworzy to wyraźną „lukę transformacyjną”: bez intensywnych inwestycji w rozwój kadr sektor może mieć trudność z przejściem od fazy wyspowych wdrożeń do modelu organizacji danych i AI-driven, wymaganego przez globalne łańcuchy wartości i standardy bezpieczeństwa w lotnictwie. Oznacza to, że kluczowym wyzwaniem na najbliższe lata nie jest masowa restrukturyzacja zatrudnienia, lecz strategiczne ukierunkowanie systemu kształcenia i polityki szkoleniowej na budowę hybrydowego profilu pracownika – łączącego solidne kompetencje techniczne z zaawansowaną biegłością cyfrową, rozumieniem norm jakościowych oraz kompetencjami transformacyjnymi opisanymi w OECD Learning Compass 2030 i raportach WEF.

6. Absolwenci i edukacja

Relacja między systemem edukacji a rynkiem pracy stanowi jeden z fundamentalnych warunków zdolności sektora przemysłu lotniczego do odtwarzania i rozwijania swoich zasobów kadrowych. Rozdział poświęcony jest kompleksowej analizie tej relacji z perspektywy pracodawców: ocenie, w jakim stopniu absolwenci poszczególnych poziomów i kierunków kształcenia odpowiadają rzeczywistym potrzebom przedsiębiorstw, jakie luki kompetencyjne są identyfikowane u osób wchodzących na rynek pracy, jak wygląda skala i jakość współpracy firm ze szkołami i uczelniami oraz co stanowi główną barierę tej współpracy.

Analiza prowadzona jest w kilku komplementarnych wymiarach. W pierwszym z nich dokonano oceny stopnia dopasowania absolwentów różnych ścieżek kształcenia do wymagań stanowisk pracy w sektorze lotniczym z uwzględnieniem zarówno kierunków i poziomów wykształcenia, jak i wyników statystycznych testów niezależności weryfikujących istotność obserwowanych różnic. W wymiarze drugim zidentyfikowano kategorie luk kompetencyjnych u absolwentów, analizując nie tylko częstość ich występowania, lecz również trudność ich niwelowania w procesie adaptacji zawodowej, co pozwoliło na hierarchizację deficytów ze względu na ich realne koszty organizacyjne i implikacje dla polityki kształcenia. Wymiar trzeci koncentruje się na oczekiwaniach pracodawców wobec systemu edukacji: omówiono hierarchię priorytetów kompetencyjnych postulowanych do rozwijania w edukacji formalnej, a następnie zestawiono je z wcześniej zdiagnozowanymi lukami, ujawniając racjonalną segmentację odpowiedzialności za ich niwelowanie między szkołę, przedsiębiorstwo i ścieżkę rozwoju zawodowego. Wymiar czwarty poświęcony jest diagnozie stanu i jakości współpracy przedsiębiorstw ze szkołami i uczelniami: skali stosowania poszczególnych form kooperacji, ocenie ich efektywności, poziomowi zaangażowania firm oraz barierom utrudniającym rozwój tej współpracy – uzupełnionym o analizę odpowiedzi otwartych. Całość zamykają opinie badanych na temat kluczowych braków w programach kształcenia zarówno na poziomie szkolnictwa średniego, jak i wyższego.

Wykres 33 Zatrudnianie absolwentów reprezentujący poszczególne kierunki i poziom wykształcenia w badanych przedsiębiorstwach



Źródło: badania własne PCI

Analiza deklaracji pracodawców dotyczących zatrudniania absolwentów poszczególnych kierunków kształcenia ujawnia wyraźnie zróżnicowaną strukturę popytu. Odsetek firm zatrudniających absolwentów danego profilu waha się od 52,1% do 92%. Najwyższy poziom zatrudniania dotyczy inżynierów i magistrów inżynierów kierunków technicznych (lotnictwo, mechanika, automatyka) – aż 92% badanych przedsiębiorstw wskazało, że zatrudnia osoby z tej grupy. Relatywnie wysoki popyt notują także absolwenci studiów z zakresu IT/informatyki (programiści, analitycy danych; 72,9%), operatorzy CNC / spawacze / ślusarze po szkole zawodowej (77,1%) oraz technicy mechanicy/elektromechanicy (79,2%). Niższe wartości obserwuje się w przypadku techników awioników (52,1%) oraz pracowników montażu i inspekcji po szkole zawodowej (62,5%), co wskazuje na bardziej selektywne zatrudnianie w tych profilach.

Aby zweryfikować, czy różnice w odsetkach zatrudniania mają charakter przypadkowy, czy odzwierciedlają rzeczywistą zależność między kierunkiem kształcenia a decyzjami rekrutacyjnymi firm, zastosowano test chi-kwadrat. Uzyskana wartość statystyki ($p=0,00128$) pozwala stwierdzić, że rodzaj ukończonego kierunku kształcenia jest istotnie powiązany z prawdopodobieństwem zatrudnienia w badanych przedsiębiorstwach. Innymi słowy, pracodawcy istotnie częściej zatrudniają absolwentów niektórych profili (inżynierowie, mechanicy, operatorzy CNC), a rzadziej innych (np. technicy awionicy).

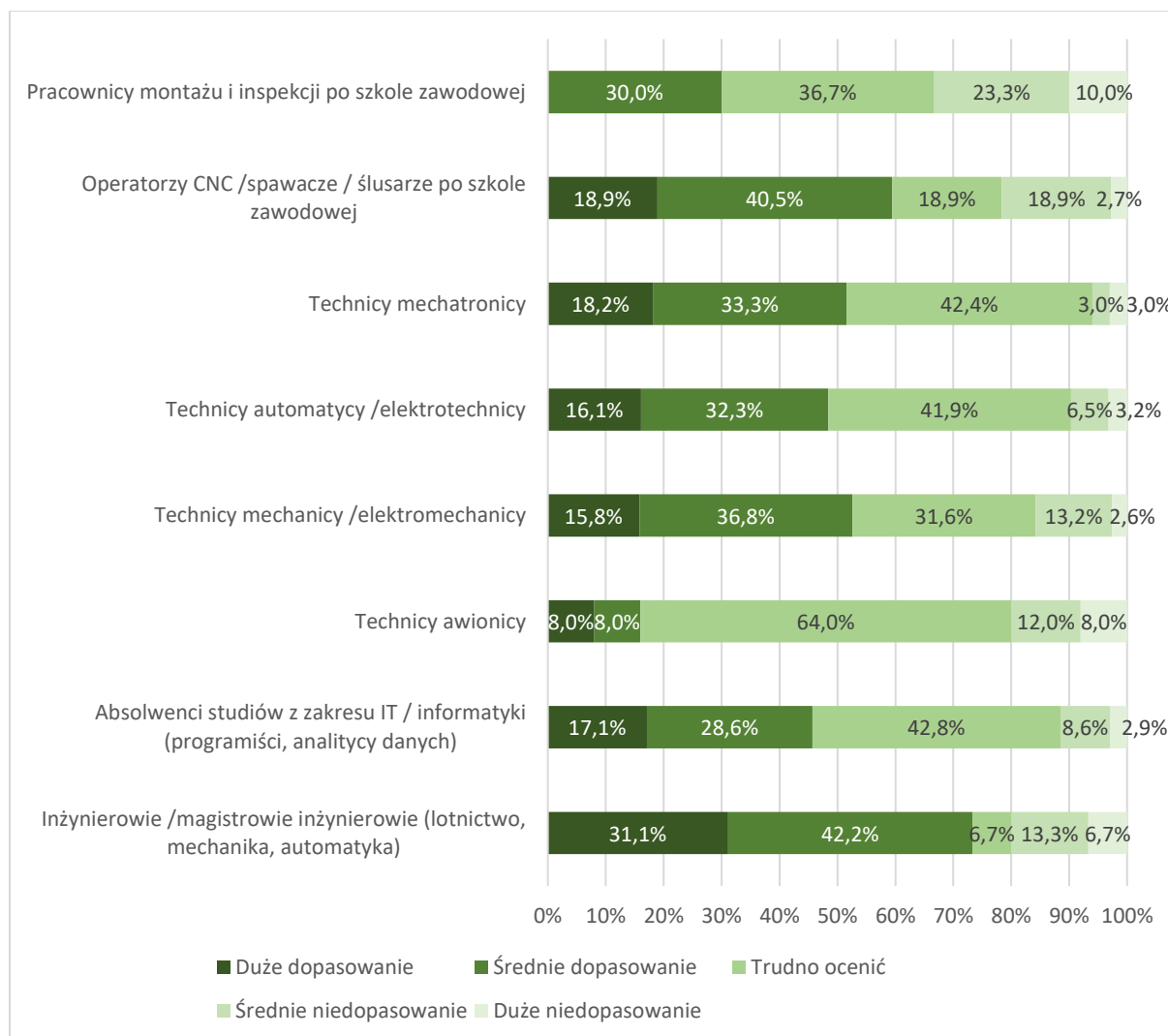
W kolejnym kroku dokonano agregacji kierunków według poziomu wykształcenia, wyróżniając trzy grupy: (1) wykształcenie wyższe: inżynierowie i absolwenci IT; (2) średnie techniczne: technicy awionicy, mechanicy/elektromechanicy, automatycy/elektrotechnicy, mechatronicy; (3) zasadnicze/branżowe: operatorzy CNC / spawacze / ślusarze oraz pracownicy montażu i inspekcji. Powstałe w ten sposób zestawienie posłużyło do przeprowadzenia drugiego testu chi-kwadrat. Otrzymano wartość $p \approx 0,0166$, co ponownie pozwala na odrzucenie hipotezy o niezależności.

Uzyskane wyniki wskazują, że także sam poziom wykształcenia istotnie różnicuje prawdopodobieństwo zatrudnienia absolwentów. Najkorzystniejszą relację odnotowano dla absolwentów studiów wyższych, co potwierdza utrzymującą się wysoką atrakcyjność wyższego wykształcenia technicznego w sektorze lotniczym. Absolwenci szkół zawodowych plasują się pod tym względem pomiędzy absolwentami wyższego i średniego szkolnictwa technicznego, co odzwierciedla realny, silny popyt na wyspecjalizowane kwalifikacje produkcyjne (CNC, spawanie, montaż). Najsłabszą pozycję mają natomiast absolwenci szkół średnich technicznych – w ich przypadku udział firm deklarujących brak zatrudniania jest relatywnie najwyższy, co może świadczyć o niedopasowaniu części obecnych programów kształcenia technicznego do faktycznych potrzeb pracodawców lub o silniejszej konkurencji ze strony absolwentów studiów wyższych i szkół branżowych o węższych, „produkcyjnych” specjalizacjach.

Łącznie analiza częstości oraz wyniki obu testów niezależności potwierdzają, że rynek pracy w przemyśle lotniczym nie traktuje wszystkich kierunków i poziomów wykształcenia w sposób równorzędny. Kierunek studiów oraz poziom wykształcenia stanowią istotne

determinanty szans zatrudnienia, a szczególnie preferowane są profile inżynierskie oraz zawody związane z nowoczesną produkcją i obróbką (CNC, mechanika).

Wykres 34 Stopień dopasowania absolwentów (bezpośrednio po ukończeniu szkoły / studiów) do potrzeb badanych przedsiębiorstw



Źródło: badania własne PCI

Oceny pracodawców pokazują wyraźne różnice w poziomie dopasowania poszczególnych grup absolwentów do potrzeb badanych firm już w momencie ukończenia szkoły lub studiów. Najkorzystniej wypadają inżynierowie / magistrowie inżynierowie kierunków lotniczych, mechanicznych i automatyki: łącznie 73,3% wskazań „duże” lub „średnie dopasowanie”, przy relatywnie niskich odsetkach „średniego” i „dużego

niedopasowania" (razem 20%). Wskazuje to, że programy studiów technicznych w zasadniczo przygotowują absolwentów do wymagań realnych stanowisk w sektorze lotniczym.

Profil operatorów CNC / spawaczy / ślusarzy po szkole zawodowej również oceniany jest stosunkowo wysoko: 59,4% odpowiedzi „duże” lub „średnie dopasowanie”, choć przy wyraźnym wzroście poziomu średniego niedopasowania (18,9%). Sugeruje to, że absolwenci szkół zawodowych posiadają użyteczne kwalifikacje bazowe, lecz wymagają częstszego dostosowania do specyfiki konkretnych zakładów (standardy jakości, dokumentacja, praca w systemach 4.0). W grupie techników mechaników / elektromechaników przeważają oceny pozytywne: 52,6% „duże” i „średnie dopasowanie”, jednak 31,6% pracodawców ma trudność z jednoznaczną oceną, co może świadczyć o zróżnicowanej jakości kształcenia w tej ścieżce.

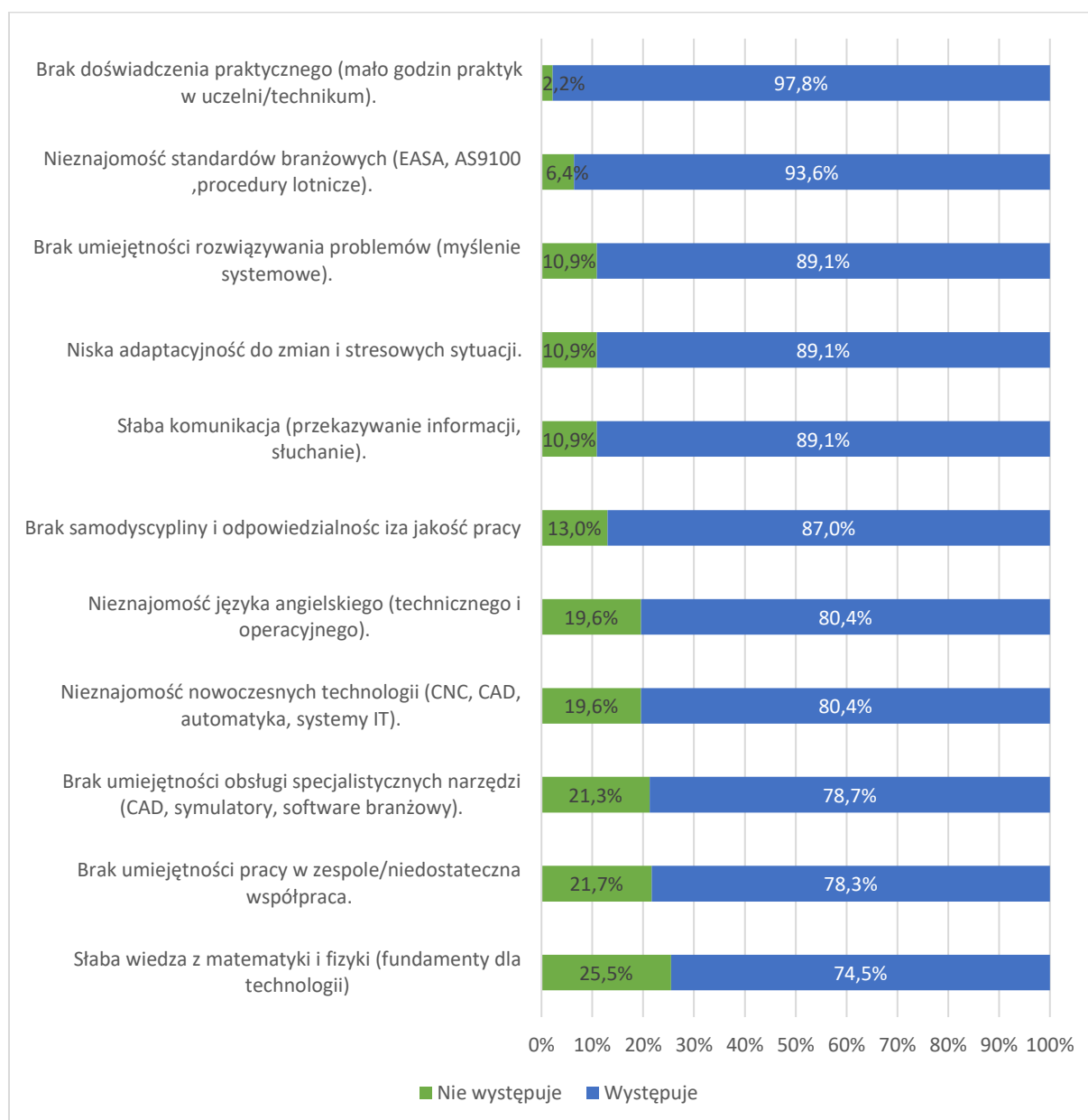
Dla pozostałych technicznych profili średnie dopasowanie jest umiarkowane, a odsetek ocen „trudno ocenić” dosyć wysoki. W przypadku techników mechatroników łącznie 51,5% odpowiedzi wskazuje na „duże” lub „średnie dopasowanie”, ale aż 42,4% badanych ma problem z jednoznaczną oceną, co może odzwierciedlać różnorodność programów nauczania. Technicy automatycy / elektrotechnicy mają zbliżony profil ocen: 48,4% pozytywnych ocen przy 41,9% „trudno ocenić”.

Najbardziej problematyczne są dwie grupy. Po pierwsze, absolwenci studiów z zakresu IT / informatyki: tylko 45,7% ocen „duże” plus „średnie dopasowanie”, przy bardzo wysokim odsetku odpowiedzi „trudno ocenić” (42,8%). Można to interpretować jako efekt rozmycia profilu kompetencyjnego. Część firm nie ma jeszcze jasno zdefiniowanych ról dla programistów i analityków danych w klasycznych strukturach produkcyjnych, a dopiero wdrażane projekty Przemysłu 4.0 tworzą dla nich nowe, często niestandardowe stanowiska. Dalej, technicy awionicy oraz pracownicy montażu i inspekcji po szkole zawodowej są częściej oceniani jako niedopasowani: w awionice tylko 16% wskazań pozytywnych przy 20% łącznego niedopasowania i aż 64% „trudno ocenić”, natomiast w montażu brak jest wskazań „dużego dopasowania”, a sumarycznie 1/3 ocen stanowi „średnie” lub „duże niedopasowanie”. Te wyniki sugerują istotną lukę pomiędzy programami kształcenia a realnymi wymaganiami stanowiskowymi w tych dwóch profilach.

Zestawiając te dane z wcześniejszą analizą częstości zatrudniania i wynikami testów niezależności, można stwierdzić, że wysoki popyt na absolwentów (inżynierowie, operatorzy

CNC, technicy mechanicy) zwykle współwystępuje z relatywnie dobrymi ocenami dopasowania, co potwierdza, że pracodawcy preferują ścieżki kształcenia, które dostarczają kompetencji bliskich profilom stanowisk pracy. Jednocześnie profile o niższych ocenach dopasowania (awionika, montaż, część kierunków IT) charakteryzują się bardziej selektywnym zatrudnianiem, co wskazuje na ograniczone zapotrzebowanie sektora na tego typu kwalifikacje.

Wykres 35 Zidentyfikowane luk kompetencyjnych u absolwentów



Źródło: badania własne PCI

Wyniki analizy ujawniają bardzo wysoki odsetek deklarowanych luk kompetencyjnych u absolwentów wchodzących na rynek pracy w sektorze przemysłu lotniczego. Wszystkie badane kategorie deficytów przekraczają poziom 70% wskazań na ich występowanie, a w kilku przypadkach sięgają ponad 90%, co świadczy o strukturalnym, a nie incydentalnym charakterze zidentyfikowanych braków.

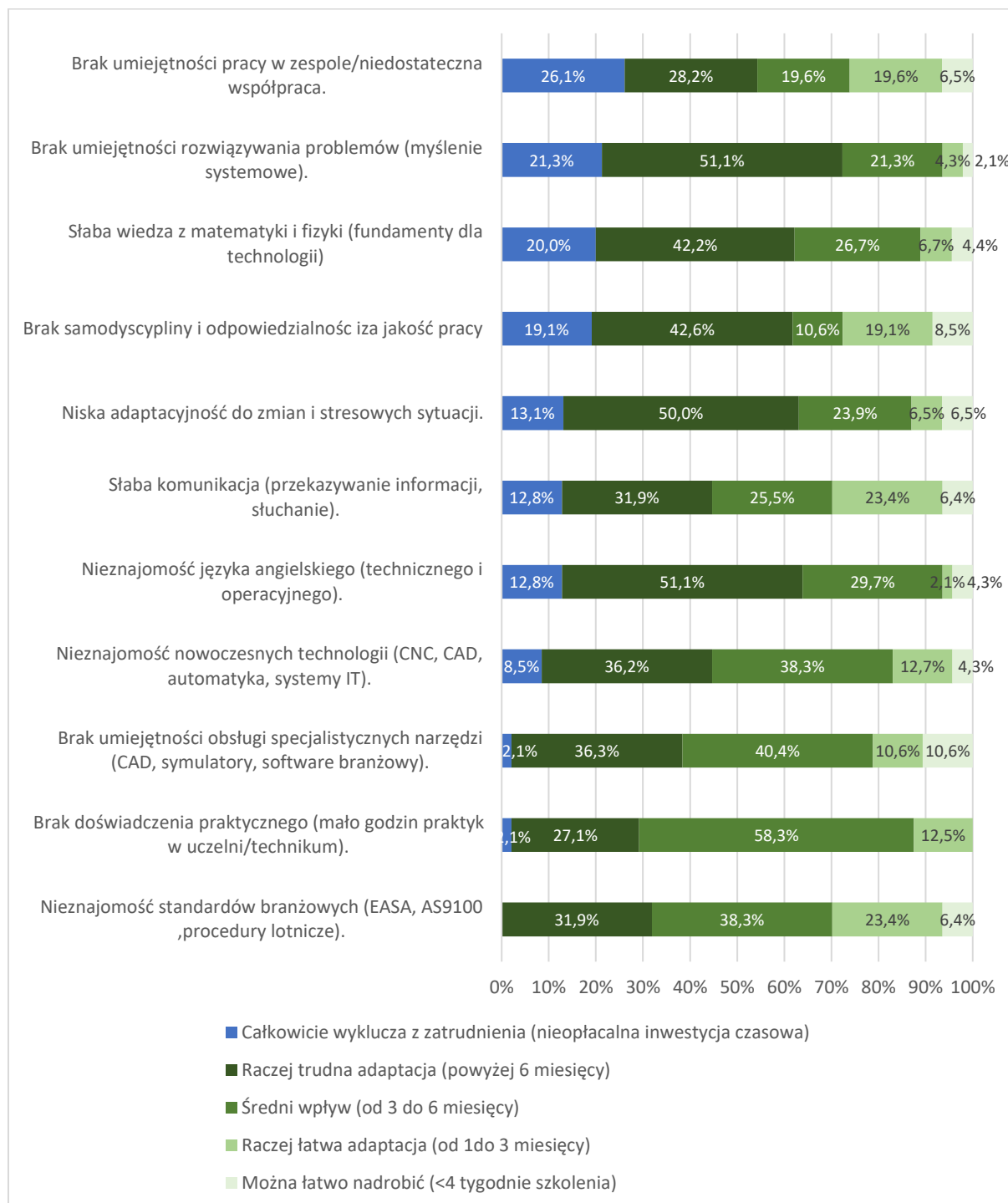
Na poziomie fundamentów wiedzy technicznej 74,5% pracodawców wskazuje na słabą znajomość matematyki i fizyki, które stanowią podstawę dla zrozumienia technologii i procesów inżynierskich. Jednocześnie około 80% respondentów identyfikuje deficyty w zakresie znajomości nowoczesnych technologii (CNC, CAD, automatyka, systemy IT) oraz obsługi specjalistycznych narzędzi (oprogramowanie branżowe, symulatory, systemy CAD). Oznacza to, że luka dotyczy zarówno poziomu teoretycznego (fundamenty ścisłe), jak i praktyczno-narzędziowego, bezpośrednio warunkującego możliwość efektywnego funkcjonowania w środowisku Przemysłu 4.0.

Szczególnie niepokojące są wyniki dotyczące kompetencji przekrojowych i postaw zawodowych. Aż 78,3% firm dostrzega braki w umiejętności pracy zespołowej i współpracy, natomiast 87,0% wskazuje na niedostateczną samodyscyplinę i odpowiedzialność za jakość pracy. Dodatkowo 89,1% respondentów identyfikuje słabą komunikację, niską adaptacyjność do zmian i sytuacji stresowych oraz brak umiejętności rozwiązywania problemów (myślenie systemowe). Taki profil potwierdza, że niedopasowanie absolwentów ma charakter wielowymiarowy, tj. obejmuje nie tylko kompetencje „twarde”, ale także kluczowe kompetencje miękkie, które OECD oraz WEF określają jako fundamentalne dla funkcjonowania w złożonych, wysoko regulowanych sektorach technologicznych.

W obszarze kompetencji specyficznych dla branży lotniczej niemal wszyscy pracodawcy (93,6%) wskazują na nieznaną standardów branżowych (EASA, AS9100, procedury lotnicze), a 80,4% – na braki w znajomości języka angielskiego technicznego i operacyjnego. Z perspektywy sektora silnie zintegrowanego z globalnymi łańcuchami dostaw i regulacjami bezpieczeństwa oznacza to, że absolwenci wchodzi do organizacji bez kompetencji krytycznych z punktu widzenia certyfikacji, audytów i komunikacji międzynarodowej. Najczęściej wskazywaną luką jest jednak niedostateczne doświadczenie praktyczne. 97,8% pracodawców uznaje, że absolwenci mieli zbyt mało godzin praktyk w trakcie nauki. Ten

wynik jednoznacznie wskazuje na rozbieżność między formalnym programem kształcenia a realnymi potrzebami przemysłu, potwierdzając konieczność znaczącego zwiększenia wymiaru praktycznego (staże, praktyki, projekty realizowane w środowisku przemysłowym).

Wykres 36 Niwelowanie luk kompetencyjnych w procesie adaptacji zawodowej



Źródło: badania własne PCI

Sumarycznie zarysowuje się obraz podwójnej luki: z jednej strony deficytu w zakresie wiedzy i umiejętności technicznych adekwatnych do standardów Przemysłu 4.0 i regulacji lotniczych, z drugiej, poważnych braków w kompetencjach ogólnych (komunikacja, współpraca, odpowiedzialność, myślenie problemowe).

Dane zgromadzone w powyższym wykresie stanowią komplementarne rozszerzenie analizy identyfikacji luk kompetencyjnych u absolwentów. O ile poprzednia analiza wykazała, że wszystkie badane kategorie deficytów przekraczają 74% wskazań na brak ich występowania, ze szczytową wartością 97,8% dla braku doświadczenia praktycznego, o tyle niniejsze zestawienie pozwala na ocenę trudności niwelowania tych luk w procesie adaptacji zawodowej, a tym samym na hierarchizację deficytów ze względu na ich realne koszty organizacyjne i temporalne.

Analiza rozkładu odpowiedzi ujawnia trzy wyraźnie zarysowane kategorie luk kompetencyjnych, różniące się profilem adaptowalności.

Pierwsza kategoria to luki o najwyższej trudności niwelowania (kompetencje dyspozycyjne i poznawcze). Najwyższy skumulowany odsetek odpowiedzi „całkowicie wyklucza z zatrudnienia” i „raczej trudna adaptacja (powyżej 6 miesięcy)” odnotowano dla: braku umiejętności rozwiązywania problemów / myślenia systemowego (72,4%, w tym 21,3% „wyklucza”), nieznajomości języka angielskiego technicznego (63,9%, w tym 12,8% „wyklucza”), niskiej adaptacyjności do zmian i sytuacji stresowych (63,1%, w tym 13,1% „wyklucza”), słabej wiedzy z matematyki i fizyki (62,2%, w tym 20% „wyklucza”), braku samodyscypliny i odpowiedzialności za jakość pracy (61,7%, w tym 19,1% „wyklucza”) oraz braku umiejętności pracy zespołowej (54,3%, przy najwyższym w całej próbie odsetku 26,1% „wyklucza”). Ten klaster obejmuje przede wszystkim kompetencje o charakterze dyspozycyjnym i kognitywnym, których kształtowanie wymaga długotrwałych procesów edukacyjnych i socjalizacyjnych, trudnych do zastąpienia krótkoterminowymi szkoleniami stanowiskowymi. Wynik ten koresponduje z ramą teoretyczną OECD Learning Compass 2030, która podkreśla fundamentalną rolę kompetencji transwersalnych, tj. tworzenia nowej wartości, godzenia napięć i dylematów oraz brania odpowiedzialności, jako warunku efektywnego funkcjonowania w złożonych środowiskach pracy. Analogicznie, raport WEF Future of Jobs 2025 sytuuje myślenie analityczne, odporność, elastyczność i przywództwo

wśród najszybciej rosnących kompetencji determinujących zatrudnialność, wskazując jednocześnie na ich chroniczny deficyt w perspektywie globalnej.

Druga kategoria to luki o umiarkowanej trudności niwelowania (kompetencje technologiczno-narzędziowe). Nieznajomość nowoczesnych technologii (CNC, CAD, automatyka, systemy IT) wykazuje łączny odsetek „wyklucza” i „trudna adaptacja” na poziomie 44,7% (w tym 8,5% „wyklucza”), przy dominacji kategorii „średni wpływ 3–6 miesięcy” (38,3%). Brak umiejętności obsługi specjalistycznych narzędzi (CAD, symulatory, software branżowy) ma profil zbliżony — 38,4% odpowiedzi w kategorii „wyklucza” i „trudna” (przy minimalnym odsetku „wyklucza”: 2,1%) i najwyższy w całej próbie udział odpowiedzi „raczej łatwa adaptacja” i „można łatwo nadrobić” wynoszący łącznie 21,2%. Oznacza to, że deficyty narzędziowe, mimo powszechności ich występowania (78,7% i 80,4% w analizie występowania luk), są postrzegane przez pracodawców jako podatne na interwencję szkoleniową o umiarkowanym horyzoncie czasowym. Wniosek ten znajduje potwierdzenie w danych z raportu dotyczących wielokanałowego systemu kształcenia ustawicznego, w którym szkolenia wewnętrzne (97,9% firm), kursy certyfikacyjne (70,2%) oraz mentoring (80,4%) stanowią dobrze ugruntowane mechanizmy uzupełniania kompetencji technicznych. Obserwacja ta jest również spójna z analizami projektu SkillUP oraz EUCASS, które wskazują, że kompetencje technologiczne, choć pilnie potrzebne, podlegają względnie szybkiej aktualizacji poprzez dedykowane programy szkoleniowe i certyfikacyjne.

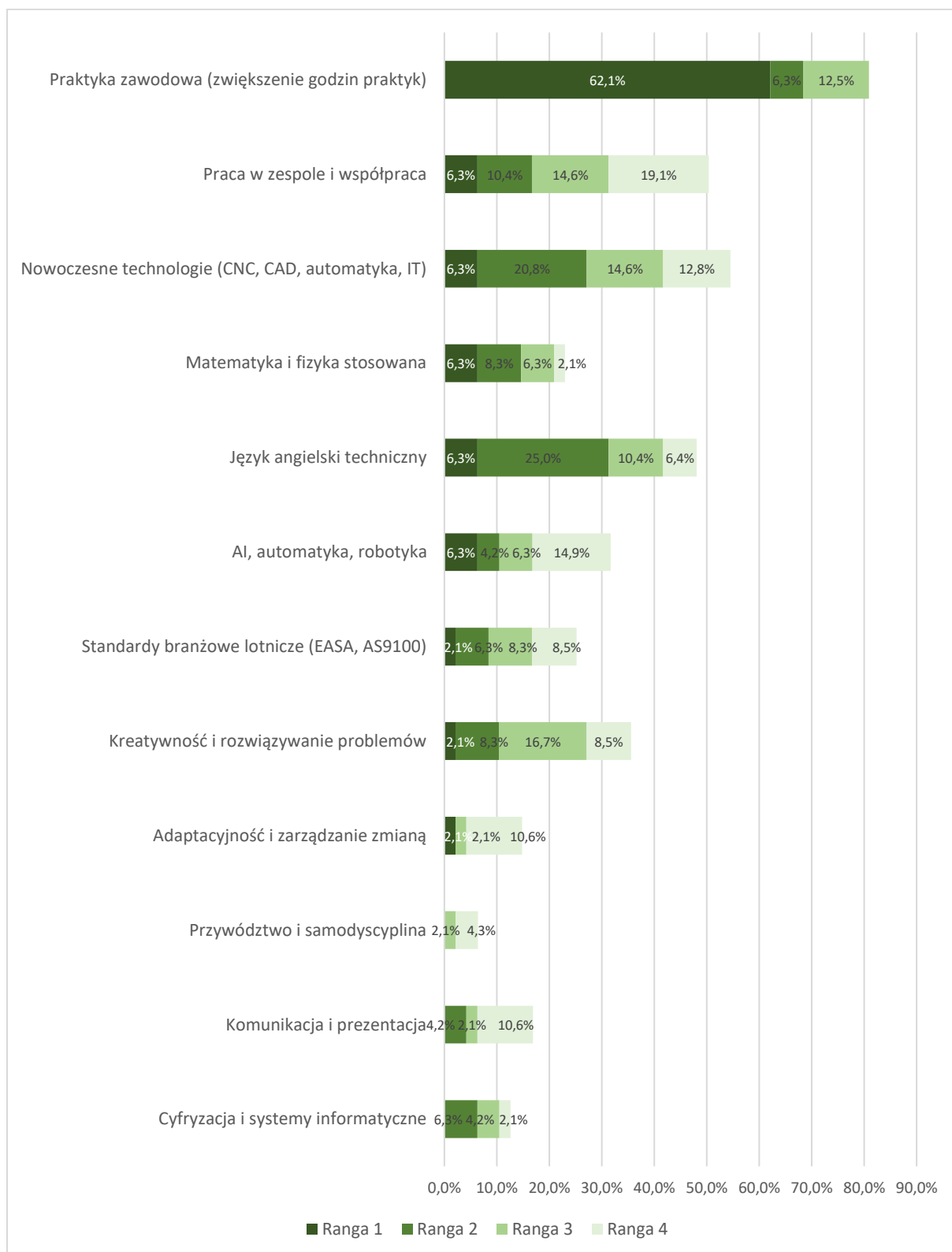
Trzecia kategoria to luki o najniższej trudności niwelowania (kompetencje proceduralno-certyfikacyjne i praktyczne). Nieznajomość standardów branżowych (EASA, AS9100, procedury lotnicze), pomimo ekstremalnie wysokiego odsetka występowania (93,6% w analizie występowania luk), jest oceniana jako relatywnie najłatwiejsza do zniwelowania: żaden badany nie wskazał, że ta luka „wyklucza”, jedynie 31,9% „raczej trudna adaptacja”, a łącznie 29,8% firm sytuuje ją w kategorii „łatwa” lub „bardzo łatwa” do niwelacji. Brak doświadczenia praktycznego, zidentyfikowany wcześniej jako najbardziej powszechna luka (97,8%), lokuje się głównie w kategorii „średni wpływ 3–6 miesięcy” (58,3%), przy minimalnym odsetku „wyklucza” (2,1%), ale i zerowym udziale „bardzo łatwo nadrobić”. Wynik ten wyraża paradoks pozornie fundamentalnej luki, która jest zarazem stosunkowo szybko niwelowalna: standardy branżowe można wdrożyć w ramach zinstytucjonalizowanych programów onboardingowych, natomiast doświadczenie praktyczne, choć wymaga czasu,

narasta w sposób kumulatywny w toku pierwszych miesięcy zatrudnienia, o ile organizacja dysponuje odpowiednimi mechanizmami mentoringu i nadzoru.

Zestawienie wyników analizy częstości występowania luk z analizą trudności ich niwelowania prowadzi do ważnej konstatacji metodologicznej: częstość występowania deficytu nie jest proporcjonalna do trudności jego eliminacji. Najczęściej identyfikowane luki, tj. brak doświadczenia praktycznego (97,8%) i niezajomość standardów branżowych (93,6%) plasują się w dolnej części rankingu trudności niwelowania. Z drugiej strony, deficyty o nieco niższej częstości, lecz dotyczące kompetencji dyspozycyjnych, takich jak brak myślenia systemowego (89,1%), brak umiejętności pracy zespołowej (78,3%), słaba wiedza z matematyki i fizyki (74,5%) — osiągają najwyższe wartości trudności niwelowania. Brak umiejętności pracy zespołowej, z odsetkiem zdaniem 26,1% całkowicie wyklucza kandydata z zatrudnienia, stanowi kategorię o najsilniejszym efekcie dyskwalifikującym wśród wszystkich analizowanych luk.

Implikuje to konieczność dwutorowej strategii interwencyjnej. Po pierwsze, w wymiarze organizacyjnym: intensyfikacja szkoleń stanowiskowych, certyfikacyjnych i narzędziowych, które skutecznie niwelują deficyty z drugiej i trzeciej kategorii w horyzoncie 1–6 miesięcy. Po drugie, w wymiarze systemowo-edukacyjnym: fundamentalna reorientacja programów kształcenia w kierunku wzmacniania kompetencji z kategorii pierwszej, to jest myślenia analitycznego i systemowego, pracy zespołowej, odpowiedzialności, adaptacyjności i komunikacji. Ten postulat jest zbieżny z rekomendacjami Raportu Ernst&Young, który identyfikuje potrzebę pogłębionej współpracy sektora lotniczego z systemem edukacji, jak również z koncepcją „hybrydowego profilu pracownika” (proporcja 55% kompetencji technicznych / 45% kompetencji miękkich), potwierdzoną we wcześniejszych rozdziałach niniejszego raportu. Jednocześnie raport LOTKOS (Bilans Kapitału Ludzkiego) wskazuje, że strukturalne niedopasowanie programów kształcenia zawodowego i technicznego stanowi długofalową barierę rozwoju polskiego przemysłu lotniczego. Wyniki dostarczają empirycznego potwierdzenia tej diagnozy, precyzując, które kategorie deficytów wymagają interwencji na poziomie systemu edukacji (kategoria pierwsza), a które mogą być skutecznie niwelowane na poziomie przedsiębiorstwa (kategoria druga i trzecia).

Wykres 37 Priorytetyzacja kompetencji w zakresie rozwoju w systemie edukacji dla sektora lotniczego



Źródło: badania własne PCI

W niniejszej części raportu przedstawiono analizę odpowiedzi na pytanie o to, które kompetencje powinny być priorytetowo rozwijane w systemie edukacji dla sektora lotniczego, przy czym respondenci mieli wskazać obszary oraz uszeregować je od najwyższego do najniższego priorytetu. Taka konstrukcja pytania wymusza na badanych dokonanie jednoznacznych wyborów i odsłania nie tylko ogólną listę pożądanych kompetencji, lecz przede wszystkim hierarchię ich ważności w percepcji przedstawicieli działów HR. Analiza rozkładu rang pozwala zatem określić oczekiwania pracodawców od systemu edukacji oraz porównać je z wcześniejszymi wnioskami dotyczącymi możliwości niwelacji zdiagnozowanych luk kompetencyjnych, co umożliwi identyfikację zarówno obszarów spójności, jak i istotnych rozbieżności między tym, czego brakuje, a tym, co system edukacji ma w pierwszej kolejności rozwijać.

Dane ujawniają trzy wyraźne kwestie w rozkładzie odpowiedzi. Kwestia pierwsza - praktyka zawodowa koncentruje 62,1% wskazań w najwyższej randze. Żadna inna kompetencja nie przekracza 6,3% na tej pozycji. Oznacza to, że praktyka zawodowa funkcjonuje jako absolutny priorytet pierwszego wyboru. Respondenci traktują zwiększenie godzin praktyk jako warunek konieczny, bez którego pozostałe interwencje edukacyjne tracą na skuteczności.

Kwestia druga, to koncentracja w randze drugiej. Dwie kompetencje zdecydowanie tu dominują. Jest to język angielski techniczny (25,0%) oraz nowoczesne technologie CNC/CAD/automatyka/IT (20,8%). Łącznie te dwie pozycje stanowią 45,8% wskazań w randze drugiej, co oznacza, że niemal co drugi respondent, który już wskazał praktykę jako priorytet nr 1, umieszcza na drugim miejscu albo język, albo technologię.

Trzecia kwestia, to rosnący udział w niższych rangach. Kilka kompetencji wykazuje odwrotny profil: niskie lub zerowe wskazania w Rangach 1–2, ale wyraźną koncentrację w Randze 3 lub 4. Dotyczy to przede wszystkim: pracy w zespole (19,1%), AI/automatyki/robotyki (14,9%), komunikacji (10,6%) i adaptacyjności (10,6%). Ten wzorzec oznacza, że kompetencje te trafiają do puli priorytetów edukacyjnych, ale dopiero jako czwarty lub piąty wybór.

Uporządkowanie kompetencji po łącznym odsetku wskazań we wszystkich rangach daje następującą hierarchię:

- Praktyka zawodowa – 80,9%

- Nowoczesne technologie – 54,5%
- Praca w zespole – 50,4%
- Język angielski techniczny – 48,1%
- Kreatywność i rozwiązywanie problemów – 35,6%
- AI, automatyka, robotyka – 31,7%
- Standardy branżowe (EASA, AS9100) – 25,2%
- Matematyka i fizyka stosowana – 23,0%
- Komunikacja i prezentacja – 16,9%
- Adaptacyjność i zarządzanie zmianą – 14,8%
- Cyfryzacja i systemy informatyczne – 12,6%
- Przywództwo i samodyscyplina – 6,4%

Wcześniejsza analiza luk kompetencyjnych identyfikowała deficyty w oparciu o ocenę pracodawców dotyczącą aktualnego stanu kompetencji pracowników i kandydatów. Zestawienie tych dwóch perspektyw – „co jest deficytowe” versus „co system edukacji powinien priorytetowo rozwijać” ujawnia systematyczne rozbieżności.

Nowoczesne technologie (CNC, CAD) zajmują wysoką pozycję w obu perspektywach. W diagnozie luk: programowanie CNC 5-osiowych 44,9%, CAD/CAM po 34,7%, technologie obróbki 34,7%. W priorytetach edukacyjnych: 2. pozycja z sumą 54,5%. To jedyna kompetencja, w której diagnoza deficytu i postulat edukacyjny są niemal w pełni symetryczne.

Język angielski techniczny to 67,3% wskazań na potrzebę uzupełnienia w diagnozie luk, 4. pozycja w priorytetach edukacyjnych (48,1%). Zbieżność jest wyraźna, choć ranga priorytetu edukacyjnego jest niższa niż skala zdiagnozowanego deficytu.

W następnych pozycjach widoczne są pewne rozbieżności. Standardy branżowe (EASA, AS9100) to z jednej strony silny deficyt, a z drugiej niski priorytet edukacyjny. Diagnoza luk wskazywała NDT jako deficyt u 42,9% firm, AS9100/EN9100 na poziomie 30,6–38,8%. Tymczasem w priorytetach edukacyjnych standardy branżowe zajmują dopiero 7. pozycję (25,2%), z zaledwie 2,1% w randzie pierwszej. Rozbieżność może wynikać z tego, że respondenci przypisują odpowiedzialność za certyfikacje branżowe przedsiębiorstwom i ośrodkom szkoleniowym, a nie systemowi edukacji formalnej. Certyfikaty NDT Level 2/3 czy

audytor AS9100 wymagają doświadczenia zawodowego, i jak wskazali wyżej są to kompetencje podatne na szybkie uzupełnianie w systemie wewnątrz przedsiębiorstwa.

AI, automatyka, robotyka z prognozowanym wysokim deficytem i średnim priorytetem edukacyjnym. W analizie prospektywnej (perspektywa 3–5 lat) cyberbezpieczeństwo uzyskało 47,9% wskazań „bardzo wysokie”, Big Data 27,1%, współpraca człowiek–maszyna 22,9%. Jednak w priorytetach edukacyjnych AI/automatyka/robotyka zajmuje 6. pozycję (31,7%) z charakterystycznym profilem „ogonowym” – 14,9% dopiero w randze czwartej. Respondenci traktują prawdopodobnie te kompetencje jako ważne „na przyszłość”, ale w bieżącej hierarchii potrzeb edukacyjnych ustępują one fundamentom praktycznym i technologicznym. Jest to przejaw efektu dyskontowania temporalnego, czyli to, co pilne dzisiaj, wypiera to, co ważne jutro.

Przywództwo i samodyscyplina, to silny deficyt miękkiej, a jednocześnie, według badanych, najniższy priorytet edukacyjny. W diagnozie luk kompetencje przywódcze uzyskały stosunkowo niskie oceny u kandydatów, mimo to przywództwo zajmuje ostatnią, 12. pozycję w priorytetach edukacyjnych (6,4%), z zerowymi wskazaniami w rangach pierwszej i drugiej. Można założyć, że respondenci wyraźnie postrzegają przywództwo jako kompetencję kształtowaną w toku kariery zawodowej (mentoring, coaching, rotacja), a nie w systemie edukacji formalnej.

Cyfryzacja i systemy informatyczne to umiarkowany deficyt, bardzo niski priorytet edukacyjny. Analiza danych: 30,6%, SAP/ERP: 26,5%, PLM: 14,3% deficytu w diagnozie luk. W priorytetach edukacyjnych to dopiero 11. pozycja (12,6%), bez wskazań w Randze pierwszej. Można założyć, że respondenci odróżniają cyfryzację ogólną (systemy informatyczne, ERP) od cyfryzacji wbudowanej w technologię produkcji (CNC, CAD, automatyka), która jest już ujęta w pozycji „nowoczesne technologie”. Cyfryzacja ogólna jest traktowana jako kompetencja wdrażana stanowiskowo w ramach onboardingu, a nie jako priorytet kształcenia systemowego.

Praca zespołowa zajmuje 3. pozycję w priorytetach edukacyjnych (50,4%). Ta ranga sugeruje, że respondenci widzą pracę zespołową jako jeden z fundamentów edukacji lotniczej, warunkujący efektywne wykorzystanie kompetencji technicznych w środowiskach interdyscyplinarnych.

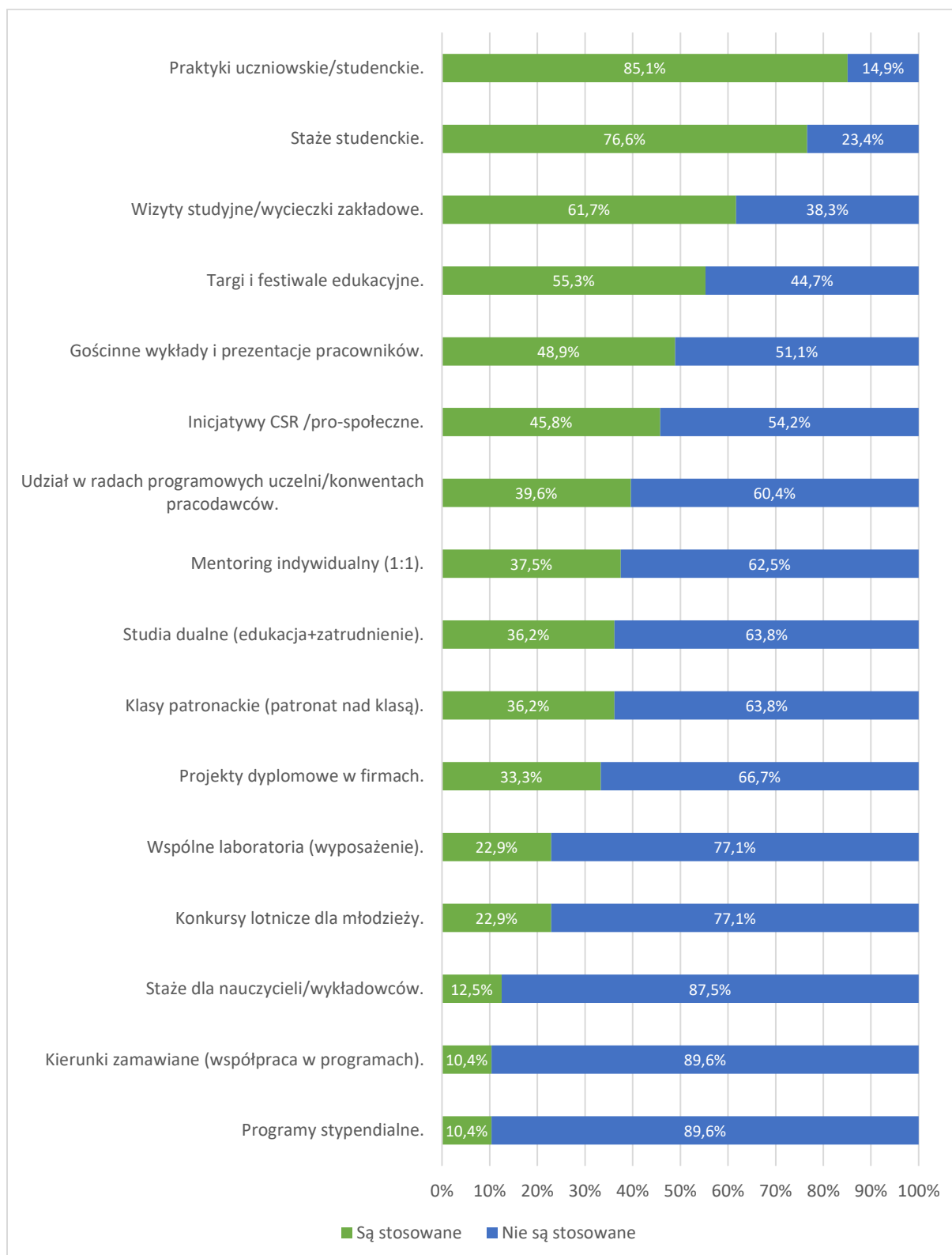
Rozbieżności między diagnozą luk a priorytetami edukacyjnymi nie są sprzecznością, lecz przejawem racjonalnej segmentacji odpowiedzialności przez respondentów. Można wyodrębnić trzy odrębne zakresy:

- Zakres edukacji formalnej (wysokie priorytety): praktyka zawodowa, CNC/CAD, język angielski, praca zespołowa, podstawy matematyczno-fizyczne – kompetencje, które respondenci uważają za możliwe i konieczne do rozwijania w szkołach i na uczelniach.
- Zakres szkolenia korporacyjnego (niskie priorytety edukacyjne mimo wysokich deficytów): standardy EASA/AS9100, NDT, certyfikacje, systemy ERP/PLM – kompetencje wymagające doświadczenia i kontekstu organizacyjnego.
- Zakres strefy rozwoju zawodowego (najniższe priorytety edukacyjne): przywództwo, adaptacyjność, komunikacja, to kompetencje kształtowane przez mentoring, coaching i doświadczenie zawodowe.

Taka segmentacja oznacza, że diagnoza luk kompetencyjnych i ranking priorytetów edukacyjnych mierzą dwie różne kwestie: pierwsza to to, których kompetencji brakuje, a druga, to kto powinien te kompetencje budować.

Dane dotyczące współpracy badanych przedsiębiorstw ze szkołami i uczelniami pokazują bardzo wyraźną hierarchię preferowanych form kooperacji. Na jednym biegunie znajdują się działania o charakterze bezpośredniego włączenia uczniów i studentów w realne środowisko pracy, tj. praktyki uczniowskie/studenckie (85,1% wskazań na stosowanie) oraz staże studenckie (76,6%). Nieco niżej lokują się formy o charakterze ekspozycyjnym: wizyty studyjne/wycieczki zakładowe (61,7%) oraz udział w targach i festiwalach edukacyjnych (55,3%). Oznacza to, że dominującą strategią przedsiębiorstw jest budowanie relacji między edukacją a rynkiem pracy poprzez działania o wysokiej intensywności kontaktu z rzeczywistymi procesami produkcyjnymi, przy jednocześnie relatywnie niższym zaangażowaniu w bardziej złożone, systemowe formy współtworzenia programów kształcenia.

Wykres 38 Formy współpracy ze szkołami i uczelniami realizowane przez badane przedsiębiorstwa



Źródło: badania własne

Na drugim biegunie znajdują się inicjatywy wymagające długoterminowego zobowiązania organizacyjnego, finansowego lub programowego. Programy stypendialne oraz kierunki zamawiane są stosowane jedynie przez 10,4% badanych firm (w 89,6% przypadków nie są wykorzystywane), podobnie jak staże dla nauczycieli/wykładowców (12,5%). Równie niska jest częstość występowania wspólnych laboratoriów (22,9%) i konkursów lotniczych (22,9%). Oznacza to, że przedsiębiorstwa znacznie rzadziej inwestują w działania o charakterze strukturalnym (wspólną infrastrukturę, długofalowe wsparcie finansowe, systemowe włączanie kadry dydaktycznej), a częściej wybierają formy mniej kosztowne, łatwiejsze do uruchomienia i niewymagające głębokiej zmiany wewnętrznych procedur.

Pośrednią pozycję zajmują instrumenty, które można ulokować między prostą ekspozycją a współtworzeniem programów: gościnne wykłady pracowników (48,9%), inicjatywy CSR/prospołeczne (45,8%), udział w radach programowych uczelni (39,6%) oraz mentoring indywidualny 1:1 (37,5%). Wymagają one większego zaangażowania merytorycznego niż klasyczne wizyty studyjne, ale nadal pozostają głównie w logice działań epizodycznych, a nie pełnej integracji systemów edukacyjnych i korporacyjnych.

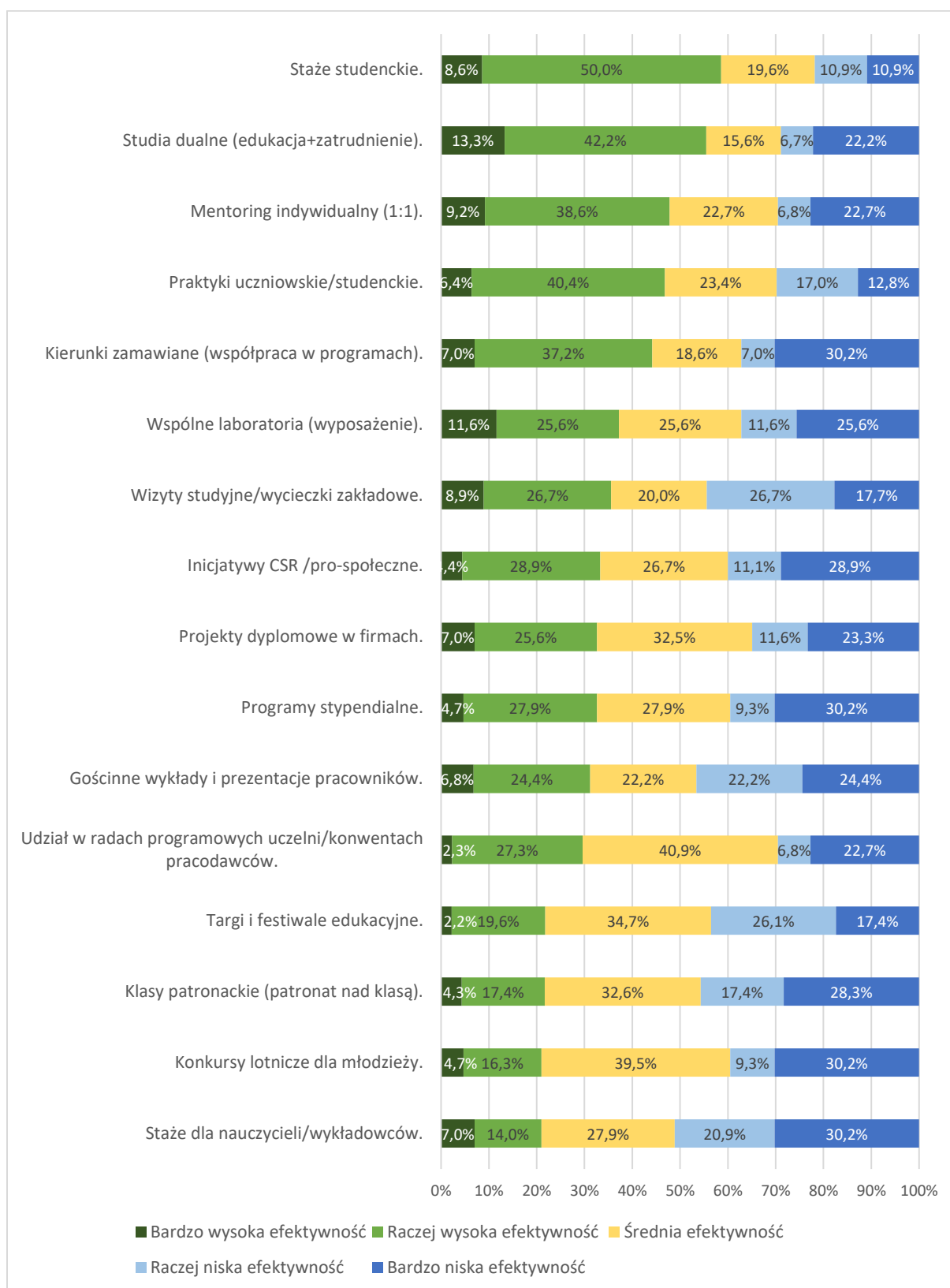
W kontekście wcześniejszych analiz dotyczących działań przewidzianych dla szkół i priorytetów edukacyjnych rysuje się spójny obraz. Po pierwsze, wskazywana przez respondentów nadrzędna potrzeba zwiększenia wagi praktyki zawodowej i powiązania nauczania z realnymi procesami produkcji znajduje bezpośrednie odzwierciedlenie w bardzo wysokim upowszechnieniu praktyk i staży - to właśnie te działania są najczęściej wykorzystywanym narzędziem niwelowania luk kompetencyjnych. Po drugie, relatywnie niska popularność form takich jak studia dualne (36,2%), klasy patronackie (36,2%) czy projekty dyplomowe w firmach (33,3%) wskazuje, że potencjał głębokiej integracji programów kształcenia z potrzebami przemysłu lotniczego pozostaje w dużej mierze niewykorzystany, choć to właśnie te instrumenty najbardziej odpowiadają postulowanej w poprzednich analizach potrzebie systemowego wzmocnienia komponentu praktycznego i technologicznego w edukacji. Po trzecie, marginalne stosowanie staży dla nauczycieli i wspólnych laboratoriów sugeruje, że zwrotny transfer wiedzy z przemysłu do szkoły jest słabym ogniwem, co ogranicza możliwości trwałego domykania luki kompetencyjnej poprzez aktualizację treści kształcenia, a nie tylko poprzez doraźne „doklejanie” praktyk i staży do niezmiennych programów.

Ocena efektywności poszczególnych form współpracy pokazuje, że przedsiębiorstwa dokonują wyraźnego rozróżnienia między działaniami o charakterze „ekspozycyjnym”, a tymi, które realnie włączają uczniów i studentów w środowisko pracy lub polegają na współdziałaniu w zakresie tworzenia programów kształcenia. Najwyżej oceniane są formy o dużej intensywności kontaktu z przedsiębiorstwem i wyraźnym przełożeniu na rekrutację oraz rozwój kompetencji praktycznych: staże studenckie (8,6% ocenia je jako bardzo efektywne, 50,0% jako raczej efektywne) oraz studia dualne (13,3% bardzo wysoka, 42,2% raczej wysoka efektywność). Wysoką ocenę uzyskują również praktyki uczniowskie/studenckie (łącznie 46,8% ocen wysokiej efektywności) oraz mentoring indywidualny 1:1 (47,8%), a także kierunki zamawiane (44,2% wysokich ocen). Wspólną cechą tych form jest ścisłe sprzężenie procesu edukacyjnego z konkretnymi rolami zawodowymi i bezpośrednim dostępem do stanowisk pracy, co z perspektywy pracodawców sprzyja domykaniu zidentyfikowanych luk kompetencyjnych.

Na przeciwległym biegunie znajdują się działania, które są oceniane relatywnie najmniej korzystnie: staże dla nauczycieli/wykładowców, konkursy lotnicze dla młodzieży, klasy patronackie oraz programy stypendialne. Mimo że formalnie należą do katalogu współpracy szkoła–przemysł, w każdym z tych przypadków odsetek ocen „raczej niska” i „bardzo niska” sięga łącznie około 40–50% (np. staże dla nauczycieli: 51,1% ocen niskich, konkursy: 39,5% średnia przy 39,5%–40% ocen niskich, klasy patronackie: 45,7% ocen niskich, programy stypendialne: 39,5% ocen niskich). Wskazuje to, że respondenci postrzegają te formy jako słabiej przekładające się na realne kompetencje kandydatów i efekty rekrutacyjne; ich wpływ jest rozproszony i pośredni, a koszty organizacyjne i finansowe są wymierne.

Formy pośrednie takie jak targi i festiwale edukacyjne, wizyty studyjne, inicjatywy CSR oraz gościnne wykłady lokują się w środku skali, z przewagą ocen średnich i umiarkowanie wysokich. Na przykład wizyty studyjne mają 35,6% ocen wysokiej efektywności (8,9% bardzo wysokiej, 26,7% raczej wysokiej) przy 43,4% ocen niskich, a targi edukacyjne 21,8% ocen wysokich wobec 43,5% niskich. Oznacza to, że są one postrzegane jako użyteczne narzędzie budowania wizerunku i orientacji edukacyjnej, ale niewystarczające z punktu widzenia pogłębionego rozwijania kompetencji technicznych i miękkich.

Wykres 39 Ocena efektywności form współpracy ze szkołami i uczelniami

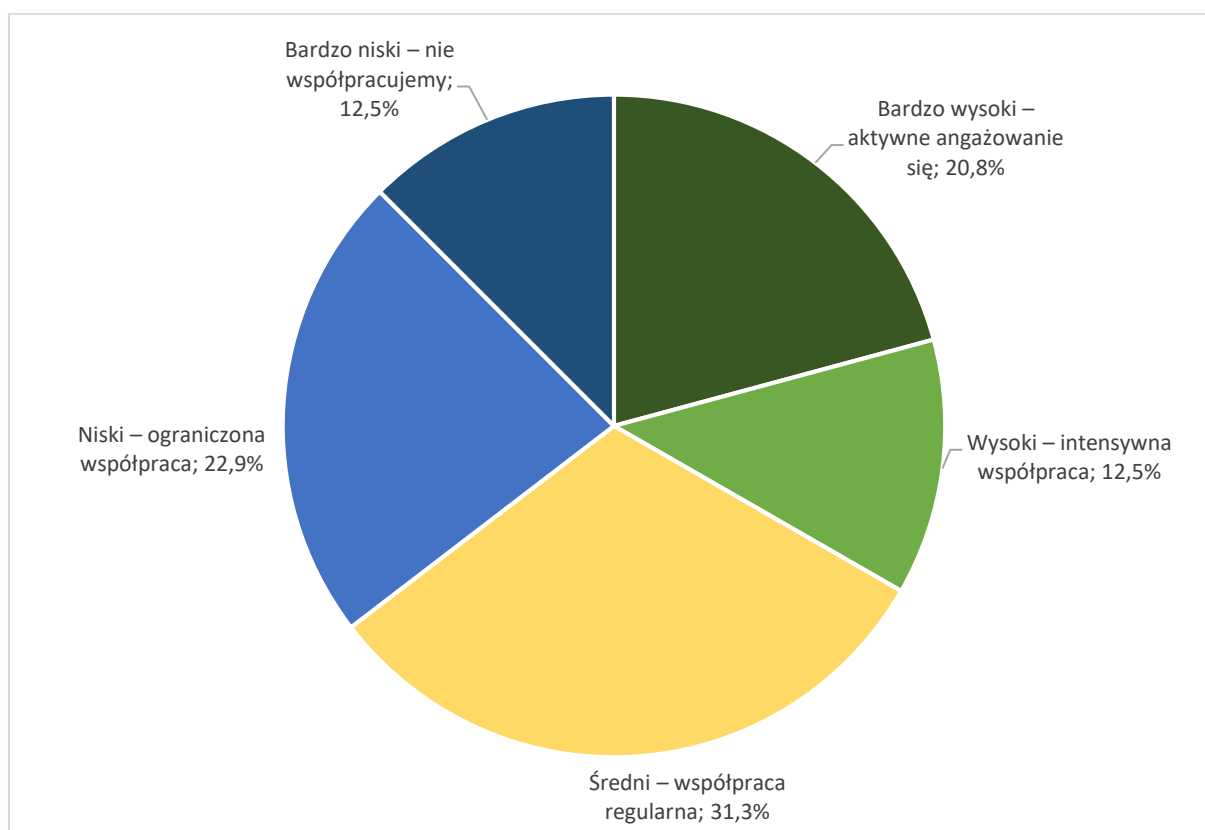


Źródło: badania własne PCI

Zestawienie tych wyników z wcześniejszą analizą frekwencji stosowania poszczególnych metod ujawnia kilka istotnych wniosków. Po pierwsze, istnieje wysoka konwergencja między skalą stosowania a postrzeganą efektywnością w przypadku praktyk i staży: działania te są zarówno najczęściej wykorzystywane (praktyki uczniowskie/studenckie - stosuje je 85,1% firm, staże studenckie - 76,6%), jak i najwyżej oceniane pod względem skuteczności. Świadczy to o dojrzałej strategii przedsiębiorstw, które intensywnie inwestują w formy przynoszące największy zwrot kompetencyjny. Po drugie, w przypadku staży dla nauczycieli, konkursów czy programów stypendialnych obserwujemy konfigurację odwrotną: są rzadko stosowane i jednocześnie oceniane jako mało efektywne, co z dużym prawdopodobieństwem będzie prowadzić do dalszego ograniczania ich wykorzystania. Po trzecie, istnieje grupa działań o relatywnie wysokiej efektywności, ale umiarkowanej skali zastosowania. Dotyczy to zwłaszcza studiów dualnych, mentoringu indywidualnego oraz wspólnych laboratoriów, które mimo dość wysokich ocen (np. studia dualne - 55,5% ocen wysokiej efektywności, laboratoria - 37,2%) są realizowane odpowiednio przez 36,2% i 22,9% firm. Oznacza to, że w tych obszarach występuje niewykorzystany potencjał rozszerzenia działań, mogących w większym stopniu odpowiedzieć na wcześniej zdiagnozowaną potrzebę systemowego zwiększenia komponentu praktycznego i technologicznego w kształceniu dla sektora lotniczego.

Rozkład odpowiedzi dotyczących poziomu zaangażowania we współpracę ze szkołami i uczelniami wskazuje na strukturę umiarkowaną z wyraźnymi biegunami. Najliczniejsza jest kategoria średniego poziomu regularnej współpracy (31,3%), co oznacza, że dla około jednej trzeciej badanych firm relacje z podmiotami edukacyjnymi mają charakter stały, lecz niekoniecznie intensywny. Obejmują najczęściej powtarzalne, lecz standardowe formy, zapewne takie jak przyjmowanie praktykantów czy okazjonalne wizyty studyjne. Dwie kolejne grupy – „bardzo wysoki – aktywne zaangażowanie się” (20,8%) oraz „wysoki – intensywna współpraca” (12,5%) – łącznie stanowią 33,3% próby, co pozwala stwierdzić, że około jedna trzecia przedsiębiorstw tworzy z instytucjami edukacyjnymi relacje wykraczające poza model reaktywny i angażuje się w bardziej złożone działania.

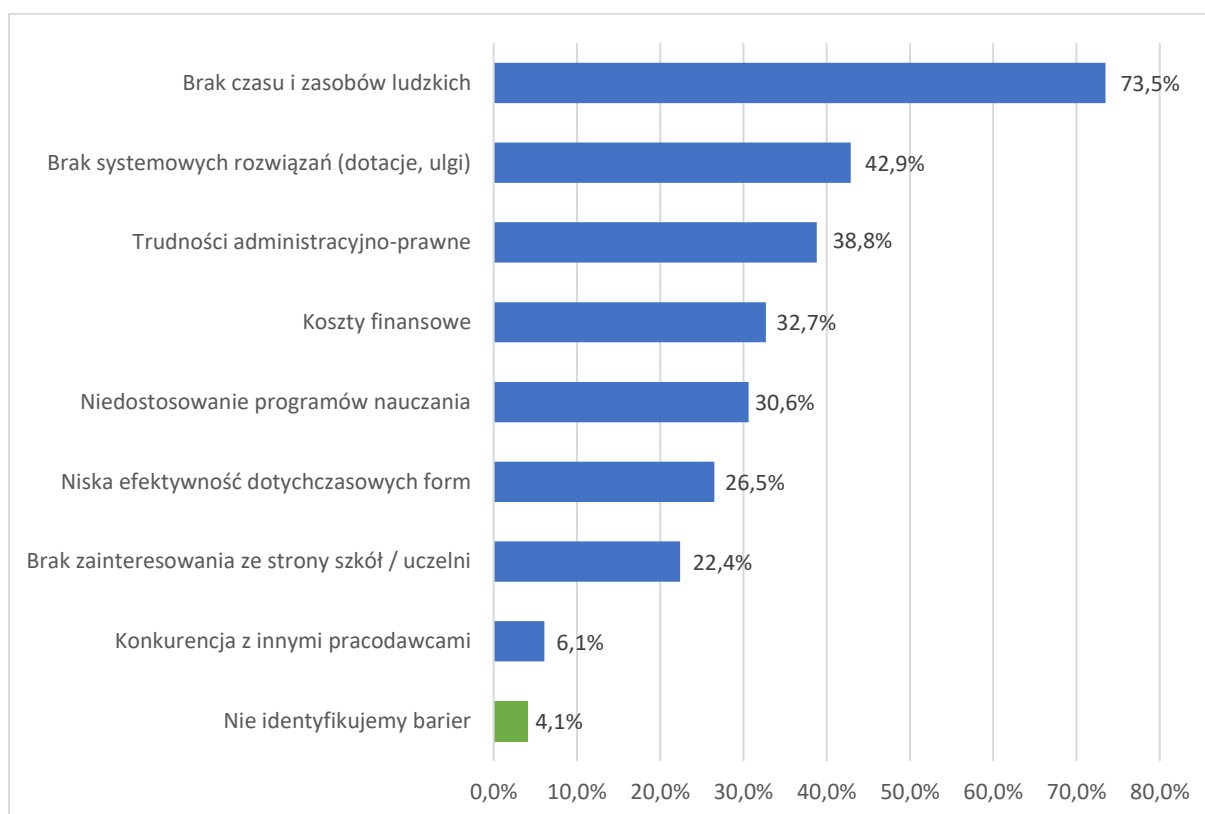
Wykres 40 Poziom zaangażowania badanych firm we współpracę ze szkołami i uczelniami



Źródło: badania własne PCI

Po przeciwnej stronie skali lokuje się grupa firm o ograniczonym lub zerowym zaangażowaniu – „niski – ograniczona współpraca” (22,9%) oraz „bardzo niski – nie współpracujemy” (12,5%), łącznie 35,4% próby. Oznacza to, że ponad jedna trzecia przedsiębiorstw albo realizuje wyłącznie incydentalne działania, albo w ogóle nie podejmuje współpracy ze szkołami i uczelniami. W zestawieniu z wcześniejszymi wynikami, które pokazały, że najbardziej efektywne w ocenie pracodawców są formy głęboko integrujące proces kształcenia z praktyką (staże, praktyki, studia dualne, mentoring), taki rozkład wskazuje na istotny, niewykorzystany potencjał systemowy: choć część firm intensywnie i skutecznie współpracuje z edukacją, znaczny odsetek podmiotów pozostaje na marginesie ekosystemu kształcenia, co ogranicza skalę możliwego oddziaływania tych najbardziej efektywnych metod na cały sektor lotniczy.

Wykres 41 Bariery utrudniające współpracę badanych przedsiębiorstw ze szkołami/uczelniami



Źródło: badania własne PCI

Struktura deklarowanych barier wskazuje, że główne trudności we współpracy przedsiębiorstw ze szkołami i uczelniami mają charakter przede wszystkim wewnątrzorganizacyjny i systemowy, a w mniejszym stopniu konkurencyjny. Jedynie 4,1% badanych firm stwierdza, że nie identyfikuje żadnych barier, co oznacza, że dla przytłaczającej większości przedsiębiorstw współpraca edukacyjna wiąże się z konkretnymi ograniczeniami. Najczęściej wskazywaną barierą jest brak czasu i zasobów ludzkich (73,5%), co sugeruje, że organizacje funkcjonują na granicy własnych możliwości operacyjnych i nie dysponują wystarczającymi rezerwami kadrowymi, aby angażować się w projektowanie programów, opiekę nad praktykantami czy rozwój złożonych form kooperacji. Wysoki odsetek wskazań tej bariery dobrze wyjaśnia wcześniej obserwowany rozkład poziomu zaangażowania. Przewaga współpracy „średniej” i „ograniczonej” nad intensywną, oraz umiarkowaną skalę stosowania bardziej wymagających form, takich jak studia dualne czy wspólne laboratoria.

Drugą grupę stanowią bariery instytucjonalno-regulacyjne i finansowe. Trudności administracyjno-prawne (38,8%), brak systemowych rozwiązań w postaci dotacji i ulg (42,9%) oraz koszty finansowe (32,7%) wskazują, że przedsiębiorstwa postrzegają współpracę edukacyjną jako aktywność obciążoną znacznymi kosztami transakcyjnymi, niewspieranymi w dostatecznym stopniu przez regulacje prawne. Taka konfiguracja barier jest spójna z wcześniejszą analizą efektywności form współpracy: najwyżej oceniane są te działania, które przynoszą szybki, bezpośredni efekt rekrutacyjny (praktyki, staże, studia dualne), natomiast formy wymagające większych nakładów organizacyjnych i finansowych, jak programy stypendialne, konkursy czy staże dla nauczycieli, są stosowane rzadziej i oceniane jako mniej efektywne.

Trzeci wymiar barier dotyczy niedopasowania i jakości dotychczasowych rozwiązań. Niedostosowanie programów nauczania (30,6%) oraz niska efektywność wcześniejszych form współpracy (26,5%) wskazują, że część przedsiębiorstw ma doświadczenia, w których nakład pracy na współpracę nie przekładał się w sposób satysfakcjonujący na poprawę kompetencji absolwentów czy usprawnienie procesów rekrutacyjnych. Dopełnieniem jest 22,4% wskazań na brak zainteresowania ze strony szkół i uczelni, co świadczy o asymetrii motywacji oraz o trudnościach w budowaniu partnerstwa opartego na wspólnej odpowiedzialności za efekty kształcenia. Stosunkowo niski odsetek odpowiedzi „konkurencja z innymi pracodawcami” (6,1%) pokazuje natomiast, że problem nie leży przede wszystkim w rywalizacji o uwagę szkół, lecz w ograniczeniach po stronie zasobów, regulacji i jakości istniejących mechanizmów współpracy.

Odpowiedzi otwarte doprecyzowują i pogłębiają ilościowy obraz barier, wskazując na trzy dodatkowe, jakościowo odmienne wymiary utrudnień we współpracy przedsiębiorstw ze szkołami i uczelniami. Po pierwsze, część respondentów akcentuje czynnik motywacyjno-kulturowy po stronie systemu edukacji: „brak chęci nauki nauczycieli i zaangażowania uczniów” oraz „niska motywacja uczniów do nauki wymagającego zawodu” sugerują, że nawet przy dostępnych instrumentach współpracy efekty mogą być ograniczone, jeśli szkoła nie jest gotowa adaptować się do wysokich wymogów sektora lotniczego, a uczniowie nie są przygotowani na inwestycję wysiłku w ścieżki techniczne. Wpisuje się to w wcześniej wskazywaną barierę „niedostosowania programów nauczania” i „niskiej

efektywności dotychczasowych form”, pokazując, że problem dotyczy nie tylko treści programowych, lecz także postaw i kultury uczenia się.

Po drugie, odpowiedzi otwarte eksponują systemową lukę modernizacyjną: „brak konstruktywnych zmian w systemie edukacji w kontekście potrzeb pracodawców i nowoczesnego biznesu” stanowi jakościowy komentarz do bariery „braku systemowych rozwiązań (dotacje, ulgi)” oraz trudności administracyjno-prawnych. Respondenci sygnalizują, że obecny model kształcenia nie ewoluuje wystarczająco szybko w kierunku profilowania pod realne potrzeby przemysłu 4.0, co ogranicza sens angażowania się w złożone formy współpracy, skoro fundament programowy pozostaje sztywny.

Po trzecie, część odpowiedzi wskazuje na specyficzne bariery prawne i związane z bezpieczeństwem, szczególnie istotne w sektorze lotniczym: „poufność informacji”, „koncesja MSWiA”, „restrykcyjne wymagania ustawy o ochronie nieletnich” oraz konieczność dodatkowych szkoleń dla pracowników-opiekunów praktykantów. Te elementy uszczegóławiają kategorię „trudności administracyjno-prawne” i „braku czasu i zasobów ludzkich”: firmy podkreślają, że oprócz ogólnych obciążeń formalnych muszą spełniać podwyższone wymogi bezpieczeństwa informacji oraz ochrony nieletnich, co zwiększa koszt jednostkowy każdej formy współpracy i dodatkowo ogranicza skalę możliwego zaangażowania. Łącznie odpowiedzi otwarte pokazują, że bariery mają charakter wielopoziomowy: od mikro-poziomu motywacji uczniów, przez niedostosowanie systemu edukacji, aż po specyficzne regulacje ochronne, które w lotnictwie szczególnie utrudniają otwarcie zakładów na szerszą obecność młodzieży.

Struktura wskazań dotyczących braków w programach kształcenia na poziomie średnim ujawnia głęboko systemowy charakter niedopasowania między szkołami a potrzebami sektora lotniczego. Jedynie elementy związane z formalnymi standardami branżowymi (EASA, AS9100, BHP) są wskazywane relatywnie rzadziej (28,6%), natomiast cała reszta katalogu dotyczy jakości treści kształcenia, metod dydaktycznych, infrastruktury i kapitału ludzkiego nauczycieli.

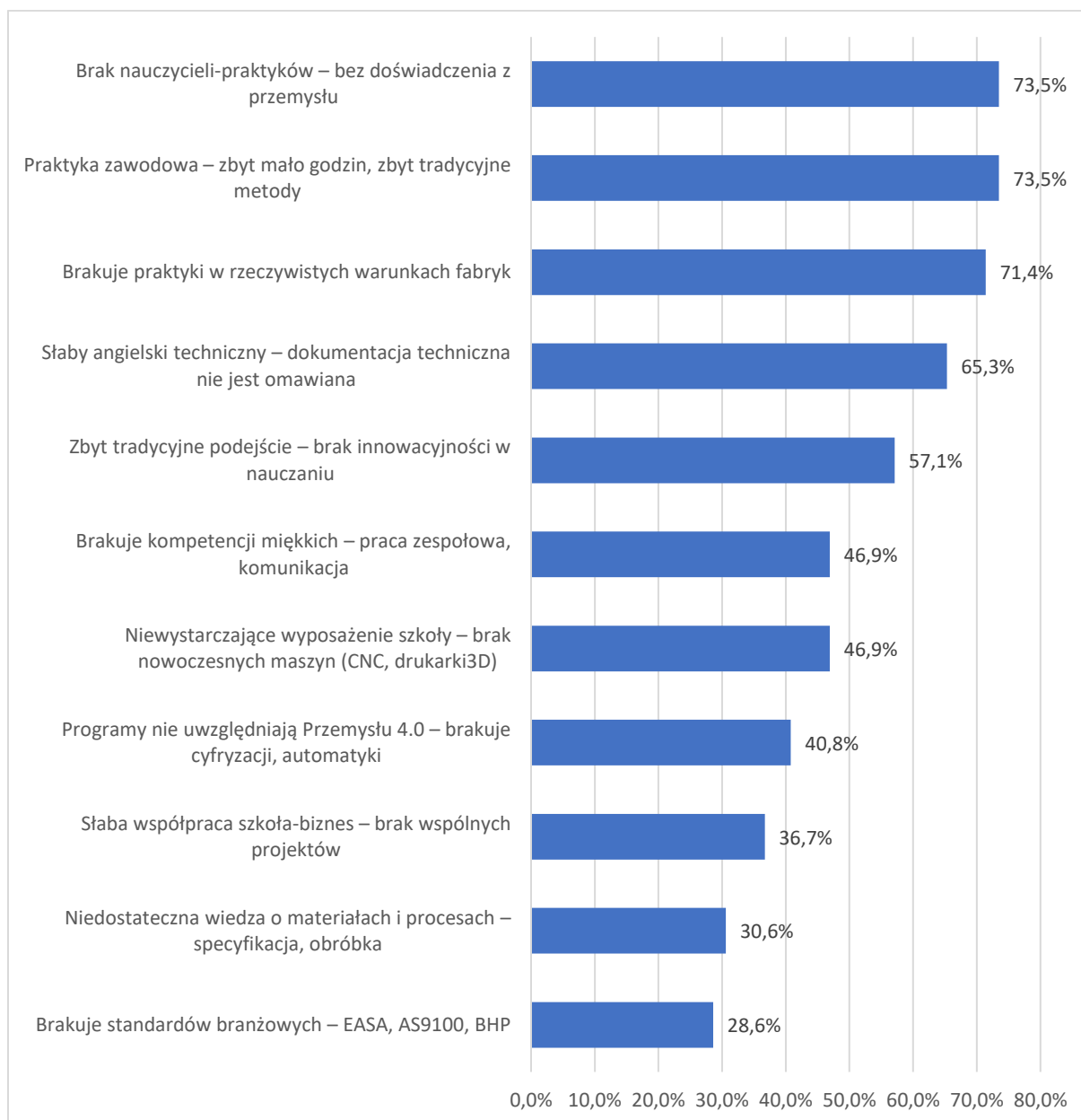
Najsilniej akcentowanym obszarem deficytów jest wymiar praktyczny i kadrowy. Aż 73,5% respondentów wskazuje na zbyt małą liczbę godzin praktyki zawodowej i jej tradycyjny, mało nowoczesny charakter, taki sam odsetek na brak nauczycieli-praktyków z doświadczeniem

przemysłowym, a 71,4% na brak praktyki w rzeczywistych warunkach fabryk. Oznacza to, że z perspektywy pracodawców obecny model praktyk szkolnych w dużej mierze nie spełnia funkcji przygotowania do pracy w realnym środowisku produkcyjnym; jest raczej formalnym obowiązkiem niż efektywnym narzędziem budowy kompetencji. Silny deficyt kadry z doświadczeniem przemysłowym sugeruje przy tym, że nawet dobrze zaprojektowane programy praktyk mogą nie przynieść oczekiwanych rezultatów, jeśli nie towarzyszy im transfer wiedzy od osób osadzonych w aktualnych technologiach i standardach branży.

Drugą grupą braków są kompetencje językowe, miękkie i metodyczne. 65,3% firm ocenia, że angielski techniczny jest słabo obecny w programach – dokumentacja techniczna nie jest omawiana, a uczniowie nie przyzwyczajają się do pracy w środowisku zdominowanym przez język angielski. 46,9% wskazuje na niedostatek kompetencji miękkich (praca zespołowa, komunikacja), a 57,1% – na zbyt tradycyjne podejście i brak innowacyjności w nauczaniu, co oznacza dominację podawczych form nauczania nad metodami projektowymi, problemowymi czy zespołowymi. Te trzy elementy razem tworzą obraz systemu, który przygotowuje raczej do odtwarzania prostych zadań niż do funkcjonowania w interdyscyplinarnych, anglojęzycznych zespołach projektowych, typowych dla przemysłu lotniczego.

Trzeci, równie istotny wymiar dotyczy treści technicznych i infrastruktury. 46,9% respondentów wskazuje na niewystarczające wyposażenie szkół, tj. brak nowoczesnych maszyn CNC czy drukarek 3D, 40,8% stwierdza, że programy nie uwzględniają Przemysłu 4.0 (cyfryzacja, automatyka), a 30,6%, że uczniowie mają niedostateczną wiedzę o materiałach i procesach (specyfikacja, obróbka). W połączeniu z brakiem praktyki w fabrykach oznacza to, że absolwenci trafiają do firm z relatywnie słabą ekspozycją na technologie, które w przedsiębiorstwach stanowią standard.

Wykres 42 Opinie badanych na temat braków w programach kształcenia w szkolnictwie średnim



Źródło: badania własne PCI

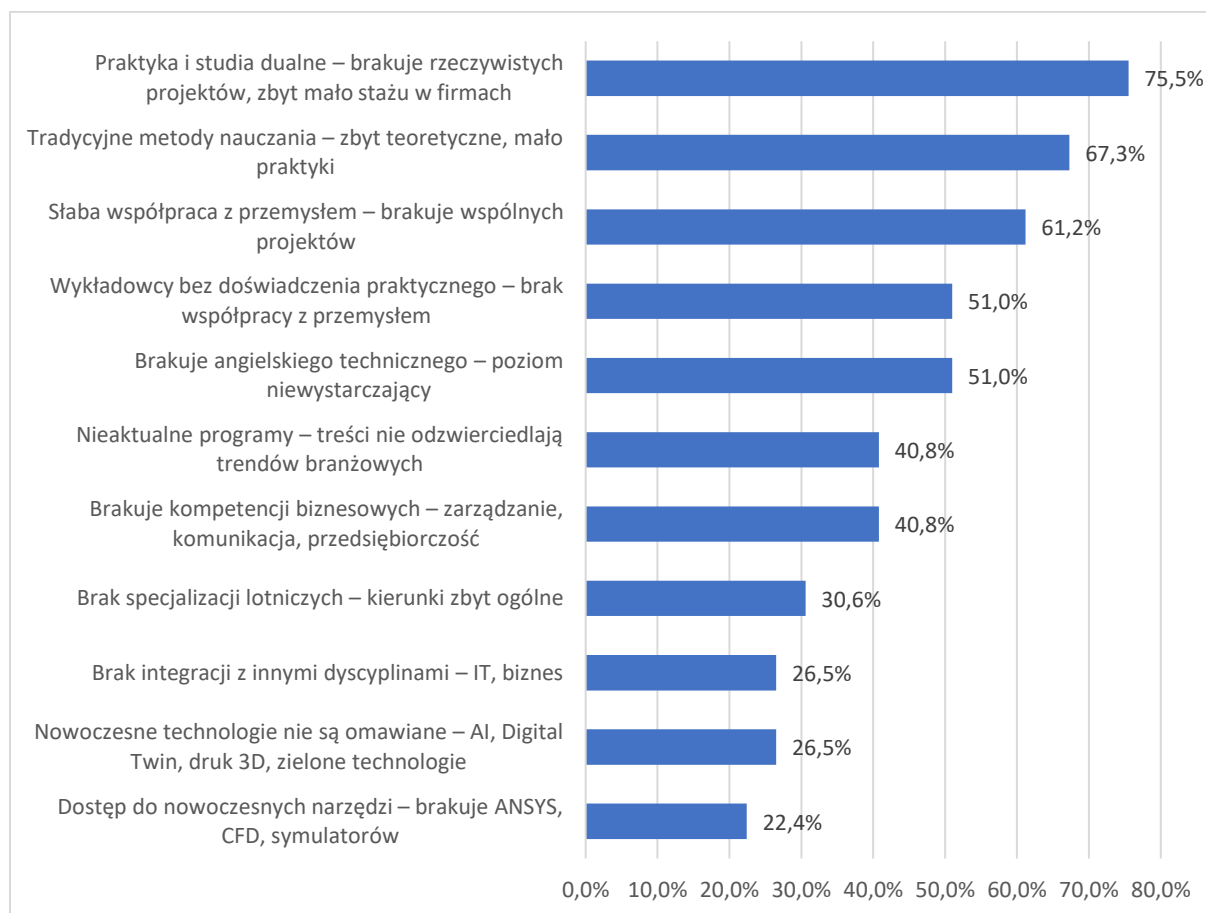
Wreszcie, 36,7% badanych wskazuje na słabą współpracę szkoła–biznes i brak wspólnych projektów. Brak partnerskiego projektowania programów, wspólnych laboratoriów czy projektów dyplomowych sprawia, że system edukacji funkcjonuje w dużej mierze w separacji od realiów sektora lotniczego, a naprawa pojedynczych elementów (np. doposażenie w CNC) bez zmiany logiki współpracy może przynieść ograniczone efekty.

Dane wskazują, że według opinii badanych w szkolnictwie wyższym występuje strukturalne niedopasowanie programów kształcenia do potrzeb sektora lotniczego, bardzo podobne do tego obserwowanego na poziomie szkół średnich, lecz manifestujące się na bardziej zaawansowanym poziomie treści i organizacji procesu kształcenia. Relatywnie najrzadziej wskazywane są braki w dostępie do specjalistycznych narzędzi (ANSYS, CFD, symulatory 22,4%) oraz nowoczesne technologie (AI, Digital Twin, druk 3D, zielone technologie – 26,5%), co sugeruje, że część uczelni dysponuje już pewną infrastrukturą i komponentem nowoczesnych treści, choć nie jest on powszechnie dostępny ani systemowo wbudowany w programy kształcenia. Zbliżony odsetek (26,5%) wskazań „braku integracji z innymi dyscyplinami – IT, biznes” pokazuje, że studia lotnicze są postrzegane jako zbyt wąsko techniczne, bez wystarczającej orientacji na interdyscyplinarność i kontekst biznesowy, który w sektorze lotniczym, z jego wysokimi kosztami projektów i złożonymi łańcuchami dostaw, ma znaczenie fundamentalne.

Wyraźnie silniej artykułowane są braki w zakresie profilowania i kompetencji biznesowych. 30,6% respondentów ocenia, że „brakuje specjalizacji lotniczych – kierunki zbyt ogólne”, a 40,8% wskazuje na niedostatek kompetencji biznesowych (zarządzanie, komunikacja, przedsiębiorczość). Oznacza to, że uczelnie, nawet jeśli oferują kierunki techniczne powiązane z lotnictwem, nie zawsze zapewniają wystarczająco głęboką specjalizację i przygotowanie do pełnienia ról wymagających zarówno wiedzy inżynierskiej, jak i zdolności do zarządzania projektami, zespołami czy relacjami z klientami. Ten obraz współgra z wcześniejszymi wynikami badań, w których pracodawcy akcentowali niedobór kompetencji miękkich i biznesowych oraz potrzebę kształcenia profilu „hybrydowego” (techniczno-biznesowego) pracownika.

Drugi blok silnych braków dotyczy aktualności programów, kapitału ludzkiego kadry i języka angielskiego technicznego. 40,8% respondentów wskazuje na nieaktualność programów (treści ich nie odzwierciedlają trendów branżowych), a 51,0% na niewystarczający poziom angielskiego technicznego, co oznacza, że studenci nie są w pełni przygotowani do pracy z dokumentacją i standardami tworzonymi w języku angielskim. Dodatkowo 51,0% badanych ocenia, że wykładowcy nie mają doświadczenia praktycznego i brakuje im kompetencji w zakresie współpracy z przemysłem.

Wykres 43 Opinie badanych na temat braków w programach kształcenia w szkolnictwie wyższym



Źródło: badania własne PCI

Najsilniej artykułowane są jednak braki w wymiarze praktycznym i współpracy z przemysłem. 61,2% respondentów wskazuje na „słabą współpracę z przemysłem – brakuje wspólnych projektów”, 67,3% na „tradycyjne metody nauczania – zbyt teoretyczne, mało praktyki”, a aż 75,5% na niedostatki w zakresie praktyk i studiów dualnych (brak rzeczywistych projektów, zbyt mało stażu w firmach). W zestawieniu z wcześniejszymi analizami efektywności form współpracy, w których praktyki, staże i studia dualne były oceniane jako najbardziej efektywne narzędzia przygotowania kandydatów, wyniki te pokazują wyraźną lukę implementacyjną: rozwiązania uznawane przez pracodawców za kluczowe wciąż funkcjonują na zbyt małą skalę lub w zbyt słabej jakościowej konfiguracji (krótkie, formalne praktyki zamiast udziału w realnych projektach).

łącznie dane te wskazują, że na poziomie szkolnictwa wyższego problemem nie jest już wyłącznie brak nowoczesnych narzędzi czy poszczególnych modułów technologicznych, lecz ogólna architektura programu kształcenia: zbyt ogólne kierunki, niewystarczająca specjalizacja lotnicza, słaba integracja z IT i biznesem, tradycyjna dydaktyka oraz niewystarczające zakotwiczenie w praktyce przemysłowej. Z perspektywy sektora lotniczego oznacza to, że uczelnie wciąż w dużej mierze reprodukują model kształcenia „akademickiego”, podczas gdy pracodawcy oczekują modelu „praktyczno-projektowego”, mocno osadzonego w realnych projektach, międzynarodowych standardach i środowisku anglojęzycznym.

Wyniki analiz zaprezentowanych w niniejszym rozdziale pozwalają sformułować spójną, choć złożoną diagnozę relacji między systemem edukacji a potrzebami polskiego przemysłu lotniczego. Diagnoza ta ma charakter wielowymiarowy i nie sprowadza się do prostej konstatacji o niedopasowaniu kształcenia do rynku pracy. Wskazuje natomiast na kilka odrębnych mechanizmów, które łącznie wyjaśniają obserwowany stan rzeczy.

Po pierwsze, rynek pracy w sektorze lotniczym nie traktuje wszystkich kierunków i poziomów wykształcenia w sposób równorzędny: kierunek studiów oraz poziom wykształcenia stanowią istotne statystycznie determinanty szans zatrudnienia, a najkorzystniejszą pozycję zajmują absolwenci wyższych studiów technicznych, inżynierowie mechanicy i operatorzy CNC, natomiast najłabszą część absolwentów techników. Po drugie, luki kompetencyjne u absolwentów mają charakter strukturalny i wielowymiarowy: wszystkie badane kategorie deficytów przekraczają 70% wskazań, a w kilku przypadkach osiągają blisko 100% (97,8% dla braku doświadczenia praktycznego; 93,6% dla nieznanomości standardów branżowych). Kluczowym wnioskiem analitycznym jest przy tym brak proporcjonalności między częstością występowania deficytu a trudnością jego niwelowania: najczęstsze luki, jak brak doświadczenia praktycznego czy nieznanomość procedur EASA, są zarazem relatywnie najłatwiejsze do wyeliminowania w toku onboardingu, natomiast rzadziej wskazywane deficyty kompetencji dyspozycyjnych, np. myślenia systemowego, zdolności do pracy zespołowej, adaptacyjności, cechują się najwyższą trudnością niwelowania i najsilniejszym efektem dyskwalifikującym kandydatów.

Po trzecie, priorytety edukacyjne formułowane przez pracodawców ujawniają racjonalną segmentację odpowiedzialności: system edukacji formalnej ma w pierwszej kolejności

zapewnić praktykę zawodową, kompetencje technologiczne (CNC, CAD) i językowe (angielski techniczny) oraz zdolności do pracy zespołowej, podczas gdy standardy branżowe, certyfikacje i bardziej złożone kompetencje cyfrowe są przypisywane domenie szkolenia korporacyjnego i zawodowego. Po czwarte, współpraca przedsiębiorstw ze szkołami i uczelniami pozostaje wyraźnie niesymetryczna: dominują formy o niskim koszcie organizacyjnym i bezpośrednim efekcie rekrutacyjnym (praktyki, staże), natomiast instrumenty o najwyższej ocenianej efektywności systemowej (studia dualne, mentoring, wspólne laboratoria) są stosowane przez zaledwie jedną trzecią lub mniej badanych firm. Główną barierą jest brak czasu i zasobów ludzkich (73,5% wskazań), wzmocniony przez ograniczenia regulacyjne, finansowe i specyficzne wymogi sektora lotniczego, w tym restrykcje wynikające z przepisów o ochronie nieletnich i poufności informacji.

Synteza danych ze wszystkich wymiarów prowadzi do konkluzji, że niezbędna jest dwutorowa strategia systemowa. W wymiarze organizacyjno-korporacyjnym to intensyfikacja szkoleń stanowiskowych i certyfikacyjnych, które skutecznie domykają deficyty technologiczne i proceduralne w horyzoncie 1–6 miesięcy. W wymiarze systemowo-edukacyjnym zaś fundamentalna reorientacja programów kształcenia w kierunku wzmocnienia kompetencji dyspozycyjnych i kognitywnych (myślenie analityczne, praca zespołowa, odpowiedzialność, adaptacyjność), których kształtowanie wymaga długotrwałych procesów edukacyjnych niemożliwych do zastąpienia krótkoterminowym szkoleniem, a których deficyt generuje najwyższe koszty dla organizacji i niekiedy wyklucza kandydata z zatrudnienia.

7. Pracownicy szczególnie zagrożeni na rynku pracy

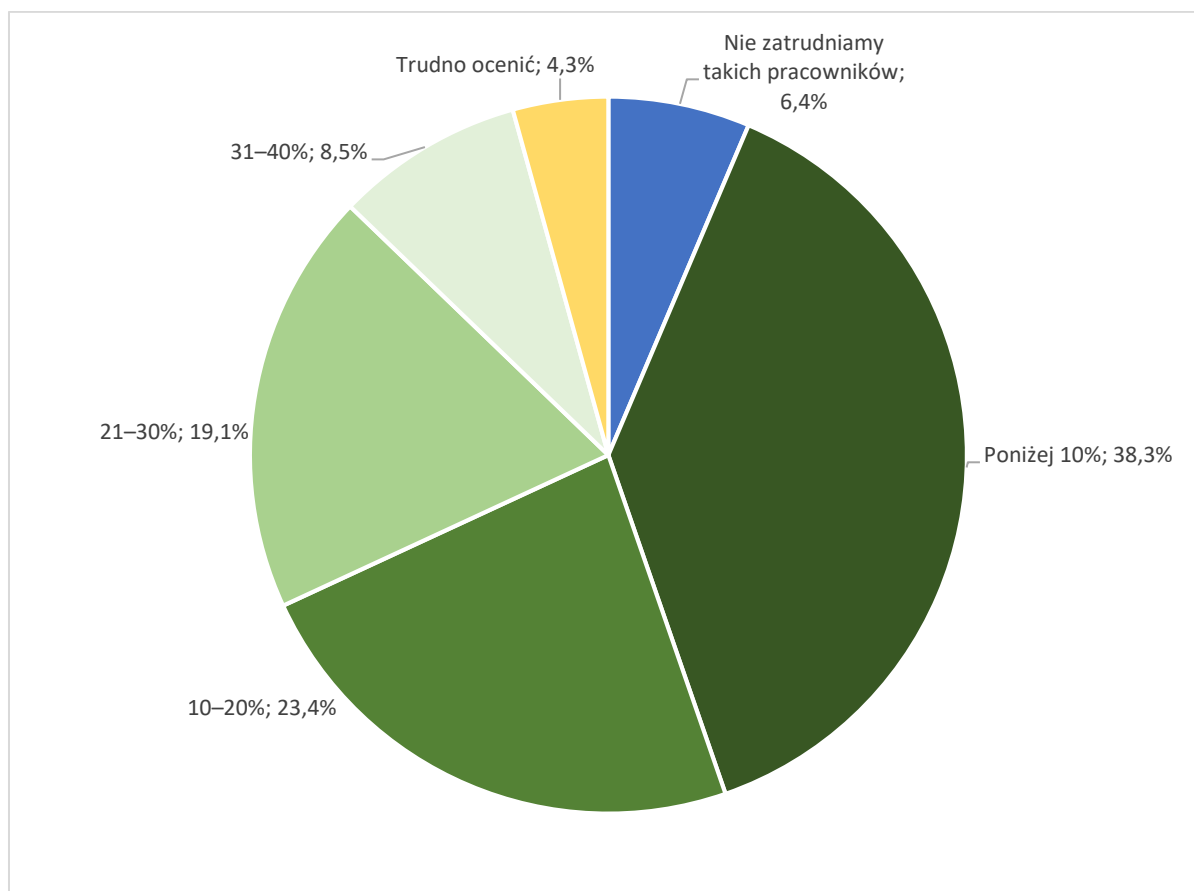
Zjawisko zagrożenia na rynku pracy ma charakter wielowymiarowy i nie ogranicza się wyłącznie do kwestii bezrobocia czy braku kwalifikacji. W kontekście sektora przemysłu lotniczego, charakteryzującego się wysokimi wymogami technicznymi, restrykcyjnymi standardami bezpieczeństwa oraz dynamiczną transformacją procesów produkcyjnych w kierunku Przemysłu 4.0 kategoria „szczególnego zagrożenia” obejmuje grupy, które z różnych powodów napotykają na strukturalne bariery w dostępie do zatrudnienia lub w utrzymaniu go na poziomie zgodnym z wymaganiami stanowiskowymi. Niniejszy rozdział poświęcony jest analizie sytuacji czterech takich grup: pracowników w wieku 50 i więcej lat, absolwentów szkół i uczelni wchodzących na rynek pracy, osób słabo wykształconych oraz osób z niepełnosprawnościami.

Podjęcie tej problematyki wynika bezpośrednio z założeń badawczych projektu, które nakładają na analizę obowiązek oceny sytuacji grup defaworyzowanych na rynku pracy, w tym weryfikacji, czy i w jakim stopniu polityki zatrudnienia stosowane w sektorze lotniczym uwzględniają zasady równości szans i niedyskryminacji, zgodnie z Wytycznymi dotyczącymi realizacji zasad równościowych w ramach funduszy unijnych na lata 2021–2027.

Równocześnie identyfikacja specyfiki wyzwań dotyczących poszczególne grupy pozwala ustalić, które mechanizmy wykluczenia mają charakter strukturalny i wymagają interwencji na poziomie systemu (edukacji, polityki zatrudnienia, infrastruktury), a które są rozwiązywalne na poziomie organizacji poprzez adaptację środowiska pracy lub programy wsparcia.

Analiza prowadzona jest w dwóch komplementarnych wymiarach. Wymiar ilościowy obejmuje szczegółowy profil wyzwań deklarowanych przez pracodawców w odniesieniu do każdej z czterech kategorii. Wymiar jakościowy – oparty na odpowiedziach otwartych – pozwala uchwycić niuanse postaw organizacyjnych, które nie dają się wyrazić w sformalizowanych kategoriach odpowiedzi, a które nierzadko ujawniają istotne rozbieżności między deklarowaną otwartością na różnorodność a realnymi praktykami rekrutacyjnymi i adaptacyjnymi.

Wykres 44 Odsetek pracowników w grupie wiekowej 50+ zatrudnionych w badanych przedsiębiorstwach



Źródło: badania własne PCI

Rozkład odpowiedzi wskazuje, że w badanych przedsiębiorstwach udział pracowników w wieku 50+ jest umiarkowany i rzadko przekracza jedną trzecią zatrudnionych. Tylko 6,4% firm deklaruje, że w ogóle nie zatrudnia osób z tej grupy wiekowej, natomiast zdecydowana większość lokuje ich udział w przedziale do 30% ogółu pracowników: 38,3% przedsiębiorstw szacuje udział 50+ na poziomie poniżej 10%, 23,4% w przedziale 10–20%, a 19,1% w przedziale 21–30%. Jedynie 8,5% zakładów deklaruje udział pracowników 50+ w granicach 31–40%, a żadna firma nie wskazuje wartości powyżej 40%, co oznacza, że w próbie nie występują organizacje o wyraźnie „starzejącej się” strukturze kadrowej.

Takie rozłożenie odpowiedzi sugeruje, że sektor lotniczy charakteryzuje się stosunkowo zrównoważoną, lecz umiarkowaną odmłodzoną strukturą wieku. Pracownicy 50+ są obecni w większości firm, ale dominują kategorie poniżej 20% zatrudnienia. W połączeniu z

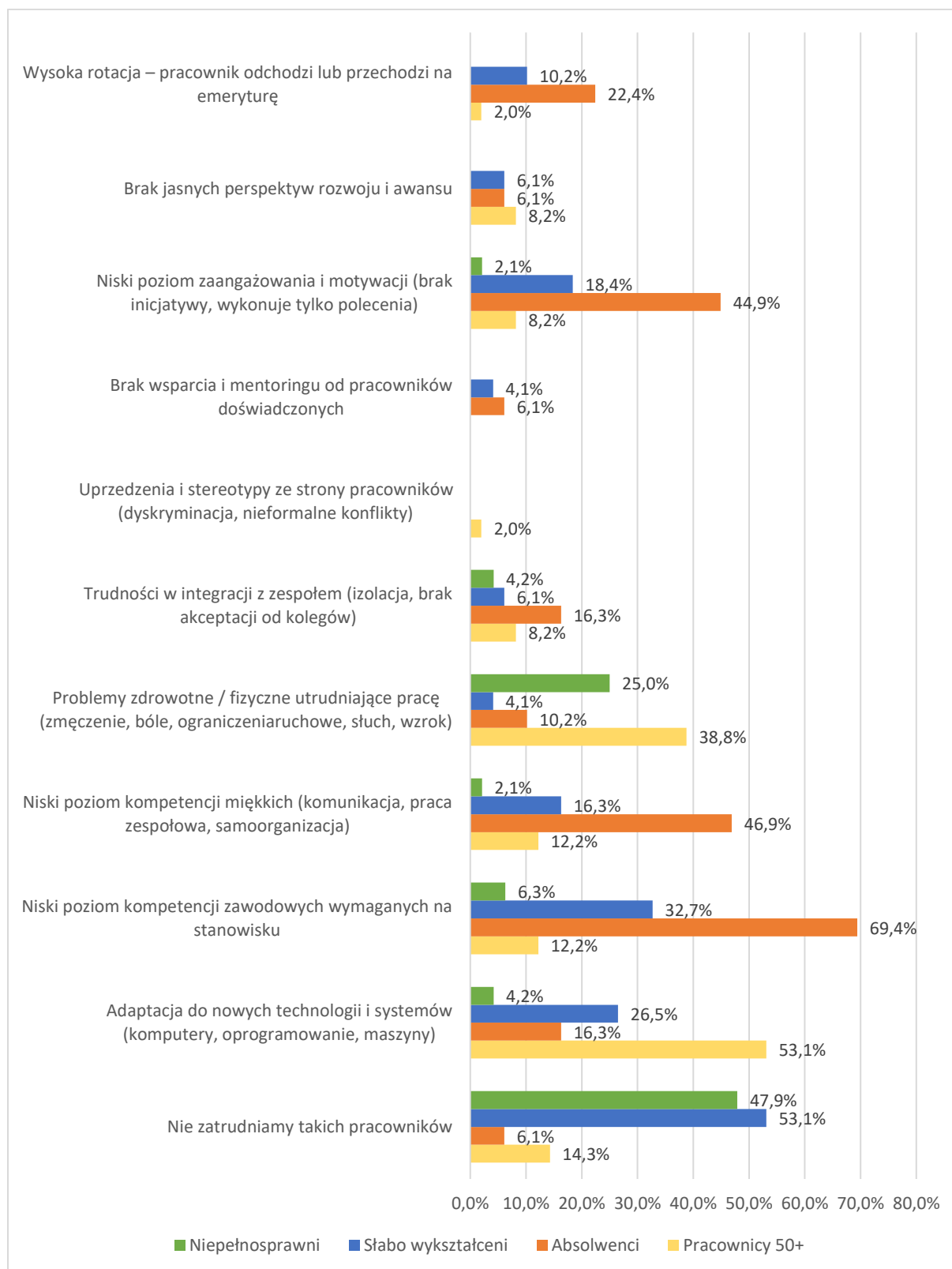
wcześniejszymi wynikami dotyczącymi wysokiego zapotrzebowania na nowych absolwentów oraz intensywnej rekrutacji na stanowiska produkcyjno-techniczne, dane te mogą świadczyć o trwającej sukcesji pokoleniowej: firmy utrzymują istotny, choć nieprzeważający udział doświadczonych pracowników starszych, jednocześnie w znacznym stopniu odnawiając zasoby kadrowe poprzez zatrudnianie młodszych roczników. Niewielki odsetek odpowiedzi „trudno ocenić” (4,3%) wskazuje przy tym, że struktura wiekowa jest w większości organizacji monitorowana, co ma znaczenie dla planowania transferu wiedzy i projektowania polityk zarządzania wiekiem. Dane pokazują, że pracodawcy różnie postrzegają wyzwania związane z czterema grupami: pracownikami 50+, absolwentami, osobami słabo wykształconymi i osobami z niepełnosprawnościami. U pracowników 50+ główne wyzwania to adaptacja do nowych technologii (53,1%) oraz problemy zdrowotne utrudniające pracę (38,8%), przy jednocześnie relatywnie niskim wskazaniu deficytów kompetencji twardych i miękkich (po 12,2%). Oznacza to, że osoby 50+ są postrzegane jako kompetentne zawodowo, lecz wymagające wsparcia w cyfryzacji.

W przypadku absolwentów dominują braki kompetencyjne. 69,4% pracodawców wskazuje niedostateczny poziom kompetencji zawodowych, 46,9% deficyt kompetencji miękkich, 44,9% niski poziom zaangażowania i motywacji, a 22,4% wysoką rotację. Ta grupa jest oceniana jako wymagająca intensywnej adaptacji zawodowej i socjalizacji do pracy zespołowej.

Jeśli chodzi o słabo wykształconych, to najczęściej występuje niski poziom kompetencji zawodowych (32,7%), trudności w adaptacji do technologii (26,5%) oraz podwyższony odsetek niskiego zaangażowania (18,4%), co sugeruje strukturalny niedobór kapitału edukacyjnego, utrudniający opanowanie złożonych procesów produkcyjnych.

Osoby z niepełnosprawnościami: kluczowym problemem są ograniczenia zdrowotne i fizyczne (25,0%) oraz, w mniejszym stopniu, adaptacja do technologii (4,2%); deficyty kompetencji zawodowych i miękkich są wskazywane rzadko (od 2,1% do 6,3%). Jednocześnie prawie połowa firm w ogóle nie zatrudnia tej grupy, co odzwierciedla bariery infrastrukturalne i charakter pracy w bezpośredniej produkcji.

Wykres 45 Wyzwania w zatrudnianiu i utrzymaniu pracowników szczególnie zagrożonych na rynku pracy



Źródło: badania własne PCI

Częste wskazania na niezatrudnianie w grupie słabo wykształconych (53,1%) i osób z niepełnosprawnościami (47,9%) oznaczają, że część potencjalnych problemów jest de facto wygaszana na etapie rekrutacji. Firmy selekcionują kandydatów tak, aby ograniczyć konieczność adaptacji stanowisk i procesów. W przypadku pracowników 50+ odsetek ten wynosi jedynie 14,3%, co potwierdza, że ta grupa jest realnie obecna w organizacjach; wyzwania koncentrują się więc na wewnętrznym dostosowaniu środowiska pracy, a nie na barierach wejścia. W przypadku absolwentów ta odpowiedź pojawia się sporadycznie (6,1%), co współgra z ich silną obecnością w strukturach zatrudnienia i wysoką rotacją.

Badani mogli dodać inne bariery w formie pytania otwartego. W odniesieniu do pracowników 50+ część firm podkreśla brak wyzwań („brak wyzwań, doskonale funkcjonują w zespole”, „pracownicy w tym wieku przynoszą przedsiębiorstwu zyski”), inni wskazują na spolaryzowany profil - obok osób świetnie nadążających za nowymi technologiami występują jednostki silnie eksponujące własne ograniczenia wiekowe. W przypadku osób słabo wykształconych respondenci akcentują „trudności w opanowaniu potrzebnych umiejętności ze względu na brak podstaw w edukacji i praktyce”, co wzmacnia wnioski o systemowym charakterze deficytu, a nie jedynie o problemie motywacyjnym. W odniesieniu do osób z niepełnosprawnościami dominują odwołania do barier infrastrukturalnych i prawnych (brak przystosowania zakładu, ograniczenia wynikające z Kodeksu pracy, konieczność pełnej sprawności psycho-ruchowej w produkcji), ale część firm jasno stwierdza „nie zauważamy problemów” i „jesteśmy otwarci na takich kandydatów”, wskazując, że trudności są silnie zależne od profilu stanowisk.

Łącznie dane sugerują, że największym wyzwaniem „kompetencyjno-rozwojowym” są absolwenci oraz osoby słabo wykształcone, podczas gdy w grupie 50+ i wśród osób z niepełnosprawnościami dominują problemy adaptacyjne (technologia, zdrowie, organizacja pracy), silnie powiązane ze specyfiką produkcji lotniczej i wymaganiami co do pełnej sprawności oraz bezpieczeństwa pracy.

Wyniki analiz przedstawionych w niniejszym rozdziale pozwalają sformułować kilka kluczowych wniosków dotyczących sytuacji grup szczególnie zagrożonych na rynku pracy w polskim sektorze lotniczym, a zarazem wskazać na mechanizmy, które różnicują charakter i skalę doświadczanych przez nie trudności.

Po pierwsze, poszczególne grupy zagrożone różnią się zasadniczo typem dominującego wyzwania. W przypadku pracowników 50+ wyzwania mają charakter przede wszystkim adaptacyjno-technologiczny (53,1%) i zdrowotno-ergonomiczny (38,8%), a nie kompetencyjny, co oznacza, że nie są to osoby pozbawione wiedzy zawodowej, lecz wymagające zindywidualizowanego wsparcia w obszarze cyfryzacji i organizacji pracy. Dla absolwentów wyzwania koncentrują się po stronie deficytów kompetencyjnych, zarówno twardych (69,4%), jak i miękkich (46,9%), oraz niskiego zaangażowania (44,9%) i wysokiej rotacji (22,4%), co świadczy o niedopasowaniu między systemem kształcenia a wymaganiami realnych stanowisk pracy. Osoby słabo wykształcone wykazują profil zbliżony do absolwentów, lecz wzmocniony systemowym niedoborem podstaw edukacyjnych, skutkującym trudnościami z opanowaniem złożonych procesów produkcyjnych. Dla osób z niepełnosprawnościami wyzwania mają natomiast charakter zewnętrzno-infrastrukturalny: dominują ograniczenia fizyczne i regulacyjne, a nie kompetencyjne, jednak bariera dostępu do zatrudnienia jest najwyższa – blisko połowa firm w ogóle nie zatrudnia tej grupy.

Po drugie, dane ujawniają mechanizm selektywnego wygaszania wyzwań przez pracodawców na etapie rekrutacji. Wysokie odsetki odpowiedzi „nie zatrudniamy takich pracowników” w grupie osób słabo wykształconych (53,1%) i z niepełnosprawnościami (47,9%) wskazują na specyfikę branży.

Po trzecie, odpowiedzi otwarte wskazują na znaczące zróżnicowanie postaw organizacyjnych – od firm świadomie otwartych na zatrudnianie pracowników 50+ i osób z niepełnosprawnościami, traktujących je jako wartościowy zasób, po organizacje jednoznacznie wskazujące na bariery infrastrukturalne, prawne i produkcyjne jako czynniki trwale ograniczające możliwości inkluzji. Polaryzacja ta sugeruje, że bariery mają różne źródła i nie poddają się jednolitym rozwiązaniom systemowym – wymagają raczej zróżnicowanych interwencji uwzględniających specyfikę branży, profil stanowisk oraz potencjał konkretnych organizacji.

Reasumując, rozdział dostarcza empirycznych podstaw dla rekomendacji w zakresie polityki zarządzania różnorodnością w sektorze lotniczym, a zarazem wskazuje na obszary, w których działania interwencyjne: czy to edukacyjne, finansowe, czy infrastrukturalne, mogą przynieść

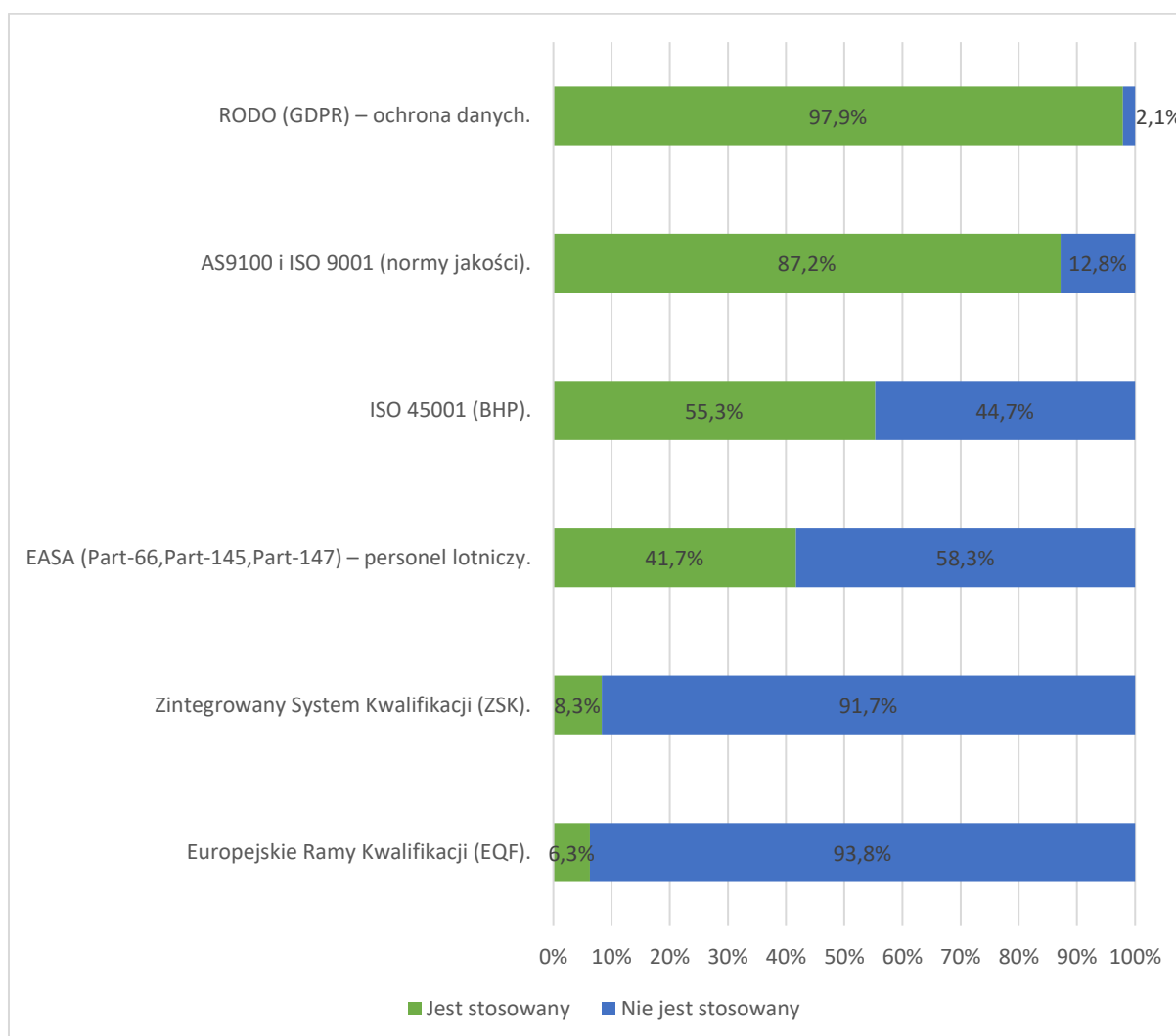
największy efekt inkluzyjny przy uwzględnieniu specyficznych, wysokich wymagań technicznych i regulacyjnych tego sektora.

8. Standardy

Standardy i systemy normalizacyjne stanowią jeden z fundamentów funkcjonowania sektora przemysłu lotniczego, zarówno w wymiarze operacyjnym i produkcyjnym, jak i w odniesieniu do zarządzania zasobami ludzkimi oraz kwalifikacjami pracowników. Sektor ten, ze względu na szczególnie wysokie wymagania bezpieczeństwa, złożoność procesów technologicznych oraz silną integrację z globalnymi łańcuchami dostaw, funkcjonuje w środowisku regulacyjnym obejmującym jednocześnie normy jakościowe (AS9100, ISO 9001), przepisy bezpieczeństwa lotniczego (regulacje EASA), standardy bezpieczeństwa pracy (ISO 45001), przepisy ochrony danych osobowych (RODO) oraz europejskie i krajowe ramy kwalifikacyjne (EQF, ZSK). Każdy z tych systemów spełnia odmienną funkcję regulacyjną i adresuje inne aspekty działalności przedsiębiorstw, jednak łącznie tworzą one normatywne środowisko, w którym odbywa się zarządzanie kompetencjami, certyfikacja pracowników i komunikacja między sektorem a systemem edukacji.

Niniejszy rozdział analizuje zakres stosowania wybranych standardów w badanych przedsiębiorstwach sektora lotniczego oraz głębokość ich implementacji, rozumianą jako stopień faktycznego zakorzenienia danego systemu normalizacyjnego w procesach organizacyjnych. Analiza prowadzona jest w dwóch komplementarnych wymiarach. Pierwszy dotyczy binarnego faktu stosowania lub niestosowania danego standardu, pozwalając na identyfikację jego poziomu upowszechnienia w próbie. Drugi wymiar to stopień implementacji, który pozwala odróżnić standardy realnie i głęboko zintegrowane z praktyką zarządzania od tych, które istnieją jedynie nominalnie lub formalnie, bez przełożenia na procesy operacyjne i polityki HR. Zestawienie tych dwóch perspektyw umożliwi precyzyjną diagnozę nie tylko tego, jakie standardy są znane i deklaratorywnie przyjęte, lecz przede wszystkim, które z nich rzeczywiście kształtują organizacyjną rzeczywistość badanych firm i stanowią żywy punkt odniesienia dla zarządzania kwalifikacjami pracowników w perspektywie wymagań Przemysłu 4.0.

Wykres 46 Stosowanie w badanych przedsiębiorstwach wybranych standardów



Źródło: badania własne PCI

Dane prezentują wyraźnie zróżnicowany obraz zakorzenienia poszczególnych standardów w badanych przedsiębiorstwach, ujawniając trójstopniową hierarchię ich upowszechnienia.

Poziom 1 to standardy powszechne (stosowane przez ponad 80% firm): Na szczycie hierarchii plasują się RODO (97,9%) i normy jakości AS9100/ISO 9001 (87,2%). Ich powszechne stosowanie wynika z odmiennych, ale równie silnych mechanizmów przymusu: RODO jest obowiązkiem prawnym wynikającym z rozporządzenia UE, a AS9100/ISO 9001 stanowią warunek wejścia do łańcuchów dostaw globalnych producentów lotniczych (Boeing, Airbus, Tier 1), bez których certyfikacji przedsiębiorstwo nie może uczestniczyć w rynku branżowym.

Poziom 2 to standardy operacyjne (stosowane przez 40–60% firm): ISO 45001 (BHP) stosuje 55,3% firm, a standardy EASA (Part-66, Part-145, Part-147) – 41,7%. Oba dotyczą specyficznych obszarów operacyjnych: BHP jako wymóg bezpieczeństwa pracy, regulacje EASA to wyłącznie przedsiębiorstw obsługujących personel lotniczy lub prowadzących działalność obsługową i szkoleniową. Stosunkowo niski odsetek EASA (58,3% firm go nie stosuje) może odzwierciedlać strukturę próby: część badanych przedsiębiorstw to firmy produkcyjne lub dostawcy komponentów niepodlegający bezpośrednio regulacjom EASA w zakresie Parts 66/145/147.

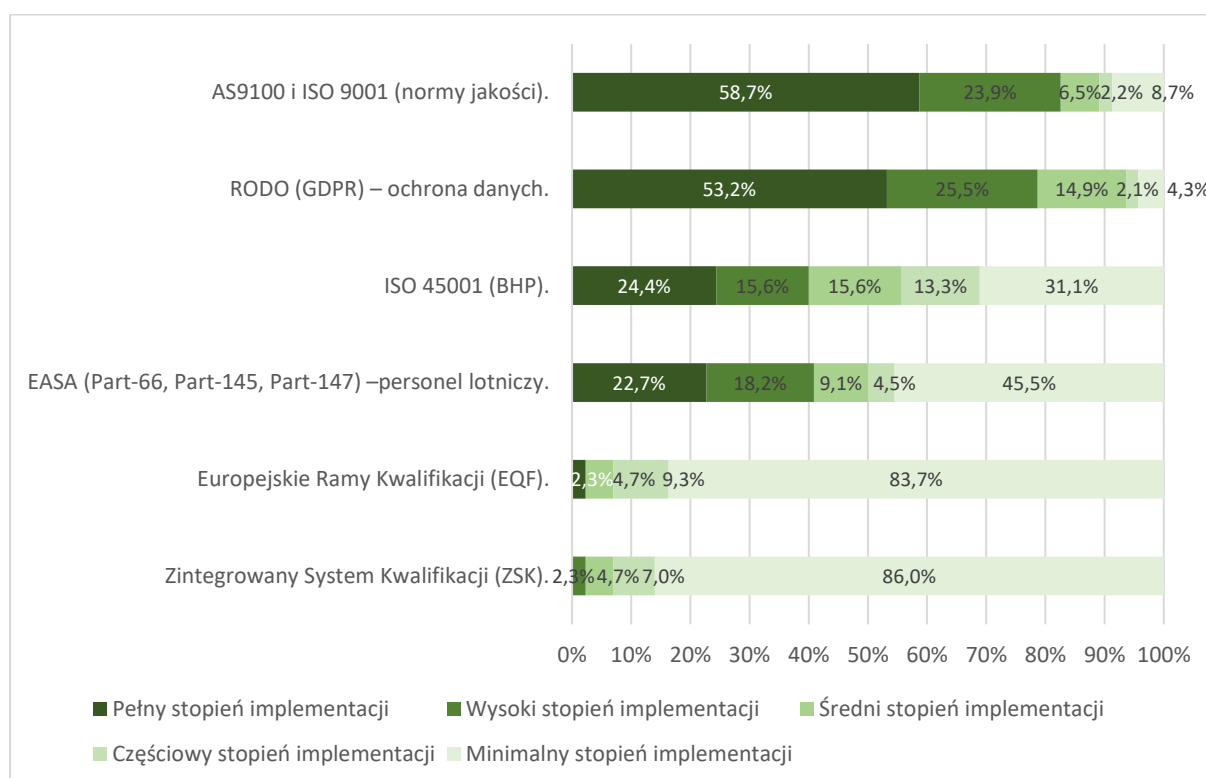
Poziom 3 to standardy kwalifikacyjno-edukacyjne (stosowane przez mniej niż 10% firm): Europejskie Ramy Kwalifikacji (EQF) stosuje zaledwie 6,3% firm, a Zintegrowany System Kwalifikacji (ZSK) – 8,3%. To wyniki diagnostycznie najistotniejsze. Niemal całkowity brak implementacji EQF i ZSK w przedsiębiorstwach lotniczych wskazuje na głęboki rozłam między formalną polityką kwalifikacyjną Unii Europejskiej i Polski a praktyką zarządzania kompetencjami w sektorze.

Zestawienie tych danych z wcześniejszymi wynikami raportu dotyczącymi luk kompetencyjnych i priorytetów edukacyjnych ujawnia strukturalną sprzeczność. Z jednej strony pracodawcy deklarują silne zapotrzebowanie na standaryzację kwalifikacji. 93,6% wskazało nieznaną standardów branżowych jako powszechny deficyt absolwentów. Z drugiej strony narzędzia, które ten problem systemowo adresują (EQF jako wspólny język opisu kwalifikacji między edukacją a rynkiem pracy, ZSK jako krajowy mechanizm ich walidacji), są przez te same firmy niemal ignorowane. Taki stan rzeczy można interpretować jako przejaw asymetrii między poziomem regulacyjnym a operacyjnym: firmy funkcjonują według własnych wewnętrznych systemów opisu stanowisk i kompetencji albo przez pryzmat norm jakościowych (AS9100) i regulacji lotniczych (EASA), nie dostrzegając potencjału EQF/ZSK jako narzędzi ułatwiających rekrutację, komunikację z systemem edukacji i uznawalność kwalifikacji.

Wynik ten stanowi jednocześnie empiryczne potwierdzenie wniosku formułowanego w ramach Desk Research: raport LOTKOS (Bilans Kapitału Ludzkiego) wskazuje na systemowe niedopasowanie między formalną architekturą kwalifikacyjną UE a praktyką sektorową w polskim przemyśle lotniczym. Nieznajomość lub nieprzydatność EQF i ZSK w ocenie

pracodawców sugeruje, że ewentualna poprawa tego stanu wymaga zarówno działań edukacyjnych skierowanych do działów HR, jak i głębszej integracji języka kwalifikacyjnego EQF z programami kształcenia technicznego, co mogłoby przełożyć się na jego realną funkcjonalność rekrutacyjną.

Wykres 47 Stopnie implementacji wybranych standardów w badanych przedsiębiorstwach



Źródło: badania własne PCI

Dane o stopniach implementacji precyzują wiedzę dotyczącą wdrożeń wybranych standardów. Dane pozwalają wyodrębnić dwa wyraźne typy profili implementacyjnych.

Profil pierwszy, to implementacja głęboka i zakończona (AS9100/ISO 9001 oraz RODO): AS9100/ISO 9001 wykazuje najwyższy łączny odsetek pełnej i wysokiej implementacji spośród wszystkich standardów: 58,7% firm deklaruje pełne wdrożenie, a 23,9% – wysokie, co łącznie daje 82,6% wskazań w najwyższych kategoriach. Analogicznie RODO osiąga 53,2% pełnej implementacji i 25,5% wysokiej (razem 78,7%). Oba standardy były już wcześniej zidentyfikowane jako powszechnie stosowane (odpowiednio 87,2% i 97,9%), a niniejsze dane potwierdzają, że ich stosowanie nie ma charakteru powierzchownego (by np. zabezpieczyć obowiązek ustawowy). Przeciwnie, zdecydowana większość firm wdrożyła je dogłębnie. Jest to spójne z logiką tych regulacji: certyfikacja AS9100 jest weryfikowana przez niezależne

jednostki audytowe, co strukturalnie wymusza realną, a nie pozorowaną implementację; analogicznie sankcje RODO generują silną motywację do pełnego wdrożenia.

Profil drugi to implementacja iluzoryczna lub nominalna (ZSK i EQF): ZSK ma minimalny stopień implementacji u 86,0% firm, a EQF u 83,7%. Co istotne, dla ZSK nie odnotowano ani jednej firmy z pełnym wdrożeniem (0,0%), a pełna implementacja EQF dotyczy zaledwie 2,3% próby. Te wartości ujawniają, że wcześniejszy wynik z poprzedniej analizy (8,3% „stosuje ZSK”, 6,3% „stosuje EQF”) był już silnie zawyżony w stosunku do rzeczywistości: firmy, które zadeklarowały stosowanie tych standardów, w przytłaczającej większości robią to wyłącznie w stopniu minimalnym, co może oznaczać jedynie formalną znajomość ich istnienia lub incydentalne odwołanie do nomenklatury EQF w dokumentach HR, bez żadnej systematycznej integracji z procesami zarządzania kwalifikacjami.

EASA (Part-66/145/147) i ISO 45001 zajmują pozycje pośrednie, jednak z odmiennymi profilami rozkładu. EASA wykazuje wyraźną bimodalność: 22,7% pełnej + 18,2% wysokiej implementacji (łącznie 40,9%) po jednej stronie, i aż 45,5% minimalnej po drugiej. Ten wzorec odzwierciedla strukturalną selektywność regulacji EASA. Zapewne ma to związek ze specyfiką działalności poszczególnych podmiotów. ISO 45001 (BHP) wykazuje najbardziej równomierne rozłożenie między kategoriami: 24,4% pełna, 15,6% wysoka, 15,6% średnia, 13,3% częściowa, 31,1% minimalna. Brak dominacji jednej kategorii może świadczyć o tym, że firmy są na różnych etapach wdrożenia. Część przeszła już pełną certyfikację, inne są w toku, a jeszcze inne traktują ten standard jako aspiracyjny, wdrażając go stopniowo.

Ten wynik stanowi empiryczne wzmocnienie wcześniejszego wniosku o systemowym rozłamanie między formalną polityką kwalifikacyjną UE a praktyką sektorową i sugeruje, że sama promocja EQF/ZSK w sektorze lotniczym wymaga interwencji na poziomie operacyjnym - nie świadomościowym, lecz proceduralnym i motywacyjnym.

Wyniki analiz zaprezentowanych w niniejszym rozdziale ukazują złożony i wyraźnie zróżnicowany krajobraz normalizacyjny polskiego sektora przemysłu lotniczego. Na poziomie ogólnym można stwierdzić, że badane przedsiębiorstwa funkcjonują w warunkach silnej selektywności w stosowaniu standardów: przestrzegają rygorystycznie tych, które są weryfikowane zewnętrznie lub warunkują dostęp do rynku, natomiast marginalizują te,

których implementacja opiera się wyłącznie na motywacji wewnętrznej lub jest pozbawiona mechanizmów egzekwowania.

Konkluzja pierwsza dotyczy dojrzałości systemów jakościowych i wdrożeń. AS9100/ISO 9001 oraz RODO osiągają nie tylko najwyższe odsetki stosowania (odpowiednio 87,2% i 97,9%), lecz jednocześnie najgłębszy stopień implementacji. Łącznie ponad 80% stosujących je firm deklaruje pełne lub wysokie wdrożenie. Jest to wynik logicznie spójny z charakterem tych regulacji: certyfikacja AS9100 podlega weryfikacji przez niezależne jednostki audytowe, a sankcje za niezgodność z RODO generują silną motywację do pełnego wdrożenia. Tym samym normy te stanowią faktyczny, a nie tylko deklaracyjny standard organizacyjny.

Konkluzja druga, analitycznie najistotniejsza, dotyczy dysfunkcji w obszarze standardów kwalifikacyjno-edukacyjnych. EQF i ZSK – narzędzia zaprojektowane właśnie w celu ułatwienia komunikacji między systemem edukacji a rynkiem pracy i zwiększenia przenośności oraz uznawalności kwalifikacji są stosowane przez mniej niż 10% firm, a wśród stosujących dominuje implementacja minimalna (odpowiednio 83,7% i 86,0%), przy braku jakiegokolwiek firmy z pełnym wdrożeniem ZSK. Zestawienie tego wyniku z wcześniejszymi wynikami raportu wskazującymi na powszechne deficyty absolwentów w zakresie standardów branżowych (93,6%) i systemowe braki w kształceniu zawodowym ujawnia paradoks: pracodawcy diagnozują problem niedopasowania kwalifikacyjnego, lecz nie sięgają po dostępne instrumenty jego systemowego rozwiązania.

Podsumowanie

Przeprowadzone badanie, oparte na triangulacji metody CAWI i Desk Research, pozwoliło na wielowymiarową diagnozę struktury zapotrzebowania na kwalifikacje i kompetencje w polskim sektorze przemysłu lotniczego. Wyniki, uzyskane od przedsiębiorstw reprezentujących branżę, od produkcji silników i zaawansowanych komponentów, przez prace B+R, po usługi MRO, zostały zweryfikowane w kontekście raportów strategicznych Ernst&Young, LOTKOS, OECD, WEF, SkillUP i EUCASS, co zapewniło koherencję między danymi empirycznymi a szerszymi trendami transformacji kompetencyjnej w lotnictwie.

Poniżej przedstawiono weryfikację problematyki badawczej w odniesieniu do poszczególnych obszarów tematycznych.

Weryfikacja obszaru 1: Identyfikacja kluczowych kompetencji w perspektywie krótko- i średnioterminowej oraz diagnoza luk kompetencyjnych

Pytanie 1: Kluczowe kwalifikacje i kompetencje - stan obecny oraz perspektywa 3 i 5 lat

Pytanie 1.1 Kwalifikacje i kompetencje wymagające uzupełnienia

Badanie jednoznacznie potwierdziło, że najsilniejsze i najkonsekwentniej identyfikowane w kolejnych blokach analizy niedobory dotyczą kompetencji związanych z nowoczesnymi technologiami wytwarzania i projektowania. Programowanie maszyn CNC 5-osiowych (44,9% wskazań na potrzebę pogłębienia), systemy CAD/CAM (34,7%), technologie obróbki ubytkowej i przyrostowej (34,7%) oraz technologie produkcji (38,8%) stanowią rdzeń luki kompetencyjnej sektora. Deficyt ten widoczny jest na każdym etapie analizy: w strukturze pożądanego wykształcenia formalnego (dominacja inżyniera mechanika: 32,7%, technika CNC: 30,6%), w ocenie poziomu kandydatów (brak ekspertów w obszarze CNC i CAD/CAE) oraz w potrzebach szkoleniowych zgłaszanych przez pracowników. Wyniki te bezpośrednio korespondują z wnioskami raportów Ernst&Young i LOTKOS, identyfikujących technologa, operatora CNC i kontrolera jakości jako stanowiska krytyczne i najtrudniejsze do obsadzenia.

Analiza kompetencji techniczno-mechanicznych ujawniła, że najczęściej wskazywanymi deficytami nie są wąsko rozumiane umiejętności manualne, lecz zdolności o charakterze progowym: czytanie i interpretacja dokumentacji technicznej (63,3%) oraz posługiwanie się narzędziami pomiarowymi (51%). Język angielski techniczny, z wynikiem 67,3% wskazań na potrzebę uzupełnienia, stanowi przekrojową barierę wejścia do wielu zawodów lotniczych. Najsilniejsze braki w zakresie uprawnień formalnych dotyczą certyfikacji NDT (42,9%), systemów jakości AS9100/EN9100 (30,6%) oraz certyfikatów UDT (22,4%) i EASA Part-66 (14,3%).

Pytanie 1.2 Natężenie potrzeb szkoleniowych

Wyniki badania wykazały, że konwergencja potrzeb pracodawców i pracowników jest najwyraźniejsza w obszarach horyzontalnych, szczególnie dla języka angielskiego technicznego, czytania dokumentacji, systemów jakości i kompetencji cyfrowych ogólnych. To obszary, w których interwencje szkoleniowe powinny przynieść najszybszy efekt systemowy. Zauważalna jest natomiast rozbieżność percepcji w kompetencjach produkcyjno-procesowych (znajomość materiałów, procesów wytwórczych, Lean, prawa lotniczego). Część pracowników raportuje brak potrzeb, mimo że obiektywna ocena poziomu tych kompetencji wskazuje na wyraźne niedostatki, co stanowi empiryczne potwierdzenie zjawiska „nieświadomej luki kompetencyjnej”.

Pytanie 1.3 Działania wspierające rozwój kompetencji

Badane przedsiębiorstwa dysponują wielokanałowym systemem kształcenia ustawicznego, z dominacją klasycznych form szkoleniowych: szkolenia wewnętrzne (97,9% firm), konferencje branżowe (93,6%), szkolenia zewnętrzne (93,5%) oraz kursy certyfikacyjne (70,2%). Formy te są jednocześnie najwyżej oceniane pod kątem skuteczności, wraz z mentoringiem (80,4% stosowania, wysoka ocena). Wyraźnie słabiej wypadają natomiast instrumenty wymagające większej indywidualizacji: e-learning i samokształcenie (oceniane jako „średnio skuteczne”), coaching (45,7% stosowania przy spolaryzowanych ocenach), rotacja stanowiskowa (46,8%) oraz umowy o refundację kosztów (42,6%, najwyższy odsetek ocen negatywnych). Kluczowym wyzwaniem nie jest zatem dostępność szkoleń, lecz ich strategiczne ukierunkowanie - dopasowanie do zidentyfikowanych luk, unikanie szkoleń

ogólnych przy deficytach specjalistycznych oraz wzmacnianie mechanizmów rozwijających odpowiedzialność pracowników za własny rozwój.

Pytanie 1.4 Kompetencje miękkie i społeczne jako obszar deficytu

Zestawienie kompetencji miękkich ujawniło wyraźną dychotomię: gotowość do uczenia się i rozwoju zawodowego jest oceniana najwyżej (ponad 56% kandydatów na poziomie „raczej wysokim” lub „bardzo wysokim”), a otwartość na zmiany plasuje się stosunkowo wysoko (ok. 40% ocen pozytywnych). Z drugiej strony analityczne myślenie, rozwiązywanie problemów, dyscyplina proceduralna, a zwłaszcza kompetencje przywódcze i zarządzanie projektami (ponad 45% ocen niskich) stanowią najsłabsze ogniwa profilu kompetencyjnego. Przydział wag przez respondentów (średnia 5,48 dla kompetencji technicznych i 4,52 dla miękkich, proporcja ok. 55:45) potwierdza, że firmy postrzegają kompetencje miękkie jako konieczny czynnik wzmacniający kompetencje techniczne, lecz braki w myśleniu krytycznym, zarządzaniu projektami i komunikacji technicznej mogą ograniczać zdolność do pełnego wykorzystania inwestycji technologicznych i szkoleniowych. Wynik ten jest zbieżny z postulatami OECD Learning Compass 2030, które akcentują konieczność równoległego rozwijania kompetencji poznawczych, społeczno-emocjonalnych i metakompetencji.

Pytanie 1.5 Kompetencje pożądane w perspektywie 3–5 lat

Prognozy na kolejne 3–5 lat wskazują na wyraźne przesunięcie zapotrzebowania kompetencyjnego w kierunku zaawansowanych technologii cyfrowych. Najsilniejszy prognozowany popyt dotyczy cyberbezpieczeństwa (47,9% wskazań „bardzo wysokie”), zaawansowanej analizy danych i Big Data (27,1%), współpracy człowiek–maszyna (22,9%) oraz zarządzania projektami transformacji cyfrowej (22,9%). Na tle zidentyfikowanych już dziś luk w kompetencjach pierwszej generacji Przemysłu 4.0 (CNC, CAD/CAM/CAE, ERP/PLM) tworzy to wyraźną lukę transformacyjną — bez intensywnych inwestycji w rozwój kadr sektor może mieć trudność z przejściem od fazy „wyspowych” wdrożeń do modelu organizacji opartej na danych i AI.

Weryfikacja obszaru 1b: Strategie rekrutacji i utrzymania talentów

Pytanie 1b.1 Kanały i metody rekrutacji

Dane dotyczące procesów rekrutacyjnych ujawniają silne zróżnicowanie skali: średnio organizacje przeprowadziły ok. 90 procesów i zatrudniły ok. 69 osób rocznie, przy bardzo dużych odchyleniach standardowych (od 0 do 720 procesów). Malejąca efektywność procesów rekrutacyjnych w firmach o bardzo dużej skali naboru wskazuje na strukturalne trudności z pozyskiwaniem specjalistów. Firmy prowadzące masowe rekrutacje osiągają relatywnie niższy wskaźnik zatrudnień na jeden proces, co może być wyrazem wysokich wymagań wobec kandydatów lub ograniczonej dostępności odpowiednio wykwalifikowanych zasobów.

Pytanie 1b.3 — Bariery w pozyskiwaniu i utrzymaniu talentów

Analiza danych rekrutacyjnych, zestawiona z wynikami Desk Research (Raport Ernst&Young, LOTKOS, WEF), wskazuje, że głównymi barierami są: migracja talentów do bardziej opłacalnych branż, deficyt nauczycieli w szkołach technicznych, starzenie się kadry doświadczonej oraz luka między profilem absolwentów a wymaganiami stanowisk. Dynamika zmian popytu w ostatnich 5 latach, oceniana przez specjalistów HR, potwierdza szybki wzrost zapotrzebowania na operatorów i programistów CNC, technologów oraz inżynierów z kompetencjami cyfrowymi.

Weryfikacja obszaru 2: Wpływ wdrożenia strategii Przemysłu 4.0 na struktury zawodowe i procesy organizacyjne

Pytanie 2.1 Zmiany w strukturze zatrudnienia

Badanie wykazało, że wdrożenia Przemysłu 4.0 w polskich przedsiębiorstwach lotniczych mają charakter selektywny i ewolucyjny. Cyfryzacja koncentruje się na obszarach bezpośrednio związanych z efektywnością operacyjną: planowaniu i zarządzaniu produkcją (MES/ERP, 46,8% firm z uruchomionymi wdrożeniami), głównej produkcji (42,6%), zarządzaniu zapasami (40,4%) oraz kontroli jakości (38,3%). Rozwiązania kojarzone z zaawansowanym Przemysłem 4.0 - Digital Twin, predykcyjne MRO, zaawansowane B+R, pozostają domeną wąskiej grupy technologicznych liderów. Udział komórek organizacyjnych

objętych automatyzacją i cyfryzacją odzwierciedla zatem fazę adaptacyjną, nie zaś strukturalną rekonwersję sektora.

Ponad połowa firm (56,2%) nie utworzyła żadnych nowych etatów bezpośrednio związanych z Przemysłem 4.0, a tam gdzie nowe role się pojawiają, skala tworzonych stanowisk jest najczęściej ograniczona do kilku etatów. Oznacza to, że transformacja ma charakter adaptacyjny, a nie substytucyjny. Technologie 4.0 są wprowadzane jako narzędzia podnoszące efektywność pracy istniejącej załogi, prowadząc do zmiany profilu kompetencyjnego stanowisk (większy udział zadań cyfrowych, nadzorczych, analitycznych), a nie do masowej eliminacji ról.

Pytanie 2.2 Zmiana popytu na kwalifikacje i kompetencje

Dynamika zmian popytu w ostatnich 5 latach analizowana przez pryzmat ocen specjalistów HR wskazuje na wzrost zapotrzebowania na kompetencje z obszaru ERP/PLM, CAD/CAM/CAE oraz systemów MES/IoT. Raporty SkillUP i WEF Future of Jobs 2025 potwierdzają, że w sektorach przemysłowych najszybciej rosnącymi determinantami zatrudnienia stają się literacja technologiczna, zdolność pracy z danymi oraz kompetencje z obszaru AI i big data.

Pytanie 2.3 Kompetencje Przemysłu 4.0 i cyfryzacji kluczowe w perspektywie 3–5 lat

Najsilniejszy prognozowany popyt dotyczy cyberbezpieczeństwa (47,9% wskazań „bardzo wysokie”), zaawansowanej analizy danych i Big Data (27,1%), współpracy człowiek–maszyna (22,9%) oraz zarządzania projektami transformacji cyfrowej (22,9%). Ocena gotowości obecnych pracowników do zdobycia nowych kompetencji jest umiarkowanie optymistyczna. Otwartość na zmiany i adaptacja do nowych technologii są oceniane pozytywnie przez ponad 80% respondentów. Identyfikowane luki w przygotowaniu kadr oraz ocena potencjału rynku pracy (kandydatów posiadających kompetencje Przemysłu 4.0) wskazują jednak na niedobór gotowych zasobów, szczególnie w obszarze cyberbezpieczeństwa OTICS i zaawansowanej analityki danych.

Weryfikacja obszaru 3: Ocena efektywności kształcenia zawodowego i niedopasowanie absolwentów

Pytanie 3.1 Poziom przygotowania absolwentów

Wyniki badania ujawniły zjawisko luki transformacyjnej między tradycyjnym modelem kształcenia zawodowego a wymaganiami nowoczesnego przemysłu lotniczego. Odsetek respondentów wskazujących na niedopasowanie kompetencyjne absolwentów jest bardzo wysoki. Wszystkie badane kategorie deficytów przekraczają 70% wskazań, a w kilku przypadkach osiągają blisko 100%: 97,8% dla braku doświadczenia praktycznego i 93,6% dla nieznajomości standardów branżowych. System edukacji dostarcza pracowników zdolnych wykonywać klasyczne czynności obsługowe i montażowe, natomiast brakuje pogłębionych kwalifikacji w obszarze technologii produkcji, programowania CNC i projektowania cyfrowego.

Pytanie 3.2 Luki kompetencyjne absolwentów

Analiza struktury i częstości wskazywanych luk kompetencyjnych ujawnia dwie kategorie o odmiennej dynamice. Luki techniczne, tj. brak doświadczenia praktycznego, nieznajomość standardów EASA, braki w obszarze CNC i CAD, są najczęściej wskazywane, ale relatywnie najłatwiejsze do wyeliminowania w toku onboardingu. Natomiast rzadziej wskazywane deficyty kompetencji dyspozycyjnych, tj. myślenie systemowe, zdolność pracy zespołowej, adaptacyjność, cechują się najwyższą trudnością niwelowania i najsilniejszym efektem dyskwalifikującym kandydatów.

Pytanie 3.3 Luki kompetencyjne utrudniające adaptację zawodową

Stopień, w jakim poszczególne luki utrudniają adaptację zawodową, jest wyraźnie zróżnicowany: brak doświadczenia praktycznego i nieznajomość procedur EASA, choć powszechne, podlegają stosunkowo szybkiej korekcji. Deficyty kompetencji analitycznych, zdolności do pracy w warunkach niepewności oraz kultury bezpieczeństwa i dyscypliny proceduralnej mają charakter dyskwalifikujący lub długotrwały, co wpisuje się w systemowy wzorzec identyfikowany przez OECD Learning Compass 2030.

Pytanie 3.4 Priorytety edukacyjne

Wyniki badania dotyczące kompetencji, które powinny być priorytetowo rozwijane w systemie edukacji, ujawniają wyraźną racjonalną segmentację odpowiedzialności. System edukacji formalnej ma w pierwszej kolejności zapewnić: praktykę zawodową (62,1% wskazań na Rangę 1), kompetencje technologiczne CNC, CAD i nowoczesne technologie (20,8% na Rangę 2) oraz językowe - angielski techniczny (25,0% na Rangę 2) i zdolności do pracy zespołowej. Standardy branżowe, certyfikacje i bardziej złożone kompetencje cyfrowe są przypisywane domenie szkolenia korporacyjnego i zawodowego.

Pytanie 3.5 Działania pracodawców wspierające przygotowanie kadr

Współpraca przedsiębiorstw ze szkołami i uczelniami pozostaje wyraźnie niesymetryczna. Dominują formy o niskim koszcie organizacyjnym i bezpośrednim efekcie rekrutacyjnym: praktyki i staże. Instrumenty o najwyższej ocenianej efektywności systemowej: studia dualne, mentoring, wspólne laboratoria, są stosowane przez zaledwie jedną trzecią lub mniej badanych firm. Główną barierą jest brak czasu i zasobów ludzkich (73,5% wskazań), wzmocniony przez ograniczenia regulacyjne, finansowe i specyficzne wymogi sektora lotniczego, w tym restrykcje wynikające z przepisów o ochronie nieletnich i poufności informacji.

Weryfikacja obszaru 4: Ocena programów kształcenia zawodowego i bariery systemowe

Pytanie 4.1 Bariery dopasowania kompetencji absolwentów

Analiza wskazanych barier systemowych i organizacyjnych ujawnia ich wielowymiarowy charakter. Z jednej strony pracodawcy deklarują silne zapotrzebowanie na standaryzację kwalifikacji, 93,6% wskazało nieznaną standardów branżowych jako powszechny deficyt absolwentów. Z drugiej strony narzędzia, które ten problem systemowo adresują (EQF jako wspólny język opisu kwalifikacji, ZSK jako krajowy mechanizm ich walidacji), są przez te same firmy niemal ignorowane — co stanowi empiryczne potwierdzenie wniosku formułowanego w ramach Desk Research: raportu LOTKOS, wskazującego na systemowe niedopasowanie między formalną architekturą kwalifikacyjną UE a praktyką sektorową.

Pytanie 4.2 Zaangażowanie organizacji w projektowanie programów kształcenia

Zaangażowanie przedsiębiorstw w projektowanie lub modyfikację programów kształcenia zawodowego ma charakter selektywny, skoncentrowany na formach o niskim koszcie wejścia i bezpośrednim efekcie rekrutacyjnym. Rady programowe, konwenty pracodawców i formalne ramy współpracy w zakresie kształcenia praktycznego są stosowane przez mniejszość badanych firm. Dysproporcja ta ogranicza możliwość systemowej integracji kompetencji technologicznych i miękkich do programów nauczania, co jest niezbędne w świetle postulatów harmonizacji formułowanych przez SkillUP i EUCASS.

Pytanie 4.3 Rekomendowane zmiany w systemie kształcenia

Katalog rekomendowanych działań naprawczych wskazywanych przez badane przedsiębiorstwa koncentruje się na dwóch wymiarach. W wymiarze organizacyjno-korporacyjnym niezbędna jest intensyfikacja szkoleń stanowiskowych i certyfikacyjnych, skutecznie domykających deficyty technologiczne i proceduralne w horyzoncie 1–6 miesięcy. W wymiarze systemowo-edukacyjnym konieczna jest fundamentalna reorientacja programów kształcenia w kierunku wzmacniania kompetencji dyspozycyjnych i kognitywnych, myślenia analitycznego, pracy zespołowej, odpowiedzialności i adaptacyjności, których kształtowanie wymaga długotrwałych procesów edukacyjnych niemożliwych do zastąpienia krótkoterminowym szkoleniem.

Weryfikacja obszaru 4b: Wyzwania i prognozy dotyczące rozwoju zasobów ludzkich

Pytanie 4b.2 Kompetencje kluczowe w perspektywie 5–10 lat

W perspektywie 5–10 lat prognozowane kompetencje przyszłościowe to przede wszystkim: cyberbezpieczeństwo systemów przemysłowych OTICS, zaawansowana analityka i Big Data, AI i systemy autonomiczne (w tym drony RPAS), inżynieria systemowa Digital Twin oraz kompetencje z zakresu zielonej transformacji (SAF, ESG, CORSIA). Ocena gotowości systemu edukacyjnego do dostarczenia tych kompetencji jest krytyczna — obecne programy kształcenia nie uwzględniają w wystarczającym stopniu ani trendów Przemysłu 4.0, ani wymagań regulacyjnych wynikających z Dyrektywy NIS2 czy ram EASA. Raport WEF Future of Jobs 2025 dla Polski potwierdza, że AI and big data, technological literacy, curiosity and lifelong learning oraz talent management to najszybciej zyskujące na znaczeniu kompetencje do 2030 r.

Pytanie 4b.3 — Działania systemowe wspierające budowę potencjału kadrowego

Identyfikowane potrzeby systemowe obejmują: intensyfikację współpracy edukacja–biznes (rady programowe, studia dualne, wspólne laboratoria), branżowe programy reskillingu i upskillingu, wzmocnienie roli klastrów lotniczych jako platform dyfuzji wiedzy oraz harmonizację krajowych programów kształcenia z normami europejskimi (SkillUP, EUCASS). Silna integracja sektora z rynkami międzynarodowymi (61,2% firm działa globalnie, ok. 87% przychodów z eksportu wg Raportu Ernst&Young) oznacza, że standardy szkolenia muszą odpowiadać nie tylko krajowym wymaganiom, lecz przede wszystkim normom międzynarodowym.

Weryfikacja obszaru 5: Grupy szczególnie zagrożone na rynku pracy

Pytanie 5.1 Skala zatrudnienia grup defaworyzowanych

Analiza ujawnia wyraźne zróżnicowanie struktury zatrudnienia w zależności od grupy. Pracownicy 50+ są obecni w zdecydowanej większości firm (93,6%), przy czym ich udział w strukturze zatrudnienia rzadko przekracza 30% ogółu zatrudnionych. Absolwenci są silnie obecni w organizacjach i wykazują wysoką rotację (22,4% firm wskazuje ją jako istotny problem). Osoby słabo wykształcone nie są zatrudniane przez ponad połowę badanych firm (53,1%), co wskazuje na selektywne wygaszanie problemu na etapie rekrutacji. Osoby z niepełnosprawnościami spotykają się z analogiczną barierą wejścia, blisko połowa firm (47,9%) w ogóle nie zatrudnia takich osób, co odzwierciedla przede wszystkim ograniczenia infrastrukturalne i charakter pracy w bezpośredniej produkcji.

Pytanie 5.2 — Działania adaptacyjne i strategię wsparcia

Cztery grupy defaworyzowane różnią się zasadniczo typem dominującego wyzwania. W przypadku pracowników 50+ wyzwania mają charakter przede wszystkim adaptacyjno-technologiczny (53,1%) i zdrowotno-ergonomiczny (38,8%), a nie kompetencyjny — nie są to osoby pozbawione wiedzy zawodowej, lecz wymagające zindywidualizowanego wsparcia w obszarze cyfryzacji i organizacji pracy. Dla absolwentów wyzwania koncentrują się po stronie deficytów kompetencyjnych twardych (69,4%) i miękkich (46,9%) oraz niskiego zaangażowania (44,9%)

i wysokiej rotacji. Dla osób z niepełnosprawnościami wyzwania mają charakter zewnętrzno-infrastrukturalny, a nie kompetencyjny — jednak bariera dostępu do zatrudnienia jest najwyższa.

Weryfikacja obszaru 6: Krajowe i unijne standardy kształcenia zawodowego i podnoszenia kwalifikacji

Pytanie 6.1 Dostosowanie polityk szkoleniowych do standardów krajowych i unijnych

Analiza zakresu stosowania i głębokości implementacji sześciu kluczowych systemów normalizacyjnych ujawniła trójstopniową hierarchię upowszechnienia standardów. Najwyższy stopień implementacji cechuje standardy operacyjno-sektorowe o bezpośrednim przełożeniu na procesy produkcyjne i certyfikacyjne: RODO/ochrona danych osobowych, AS9100/ISO 9001 (zarządzanie jakością) i ISO 45001 (bezpieczeństwo i higiena pracy). Poziom pośredni zajmuje EASA Part-66/145/147 — wymagany regulacyjnie, ale wdrożony nierównomiernie, z wyraźnym zróżnicowaniem między dużymi zakładami produkcyjnymi a MŚP. Najniższy stopień implementacji cechuje instrumenty europejskiej architektury kwalifikacyjnej: Europejskie Ramy Kwalifikacji (EQF) i Zintegrowany System Kwalifikacji (ZSK) - które są przez badane firmy niemal ignorowane. Strukturalny rozłam między formalną architekturą kwalifikacyjną UE a praktyką sektorową stanowi jedną z kluczowych barier integracji polskiego przemysłu lotniczego z europejskim systemem mobilności zawodowej i uznawania kwalifikacji. Liczba identyfikowanych standardów i regulacji oraz stopień ich implementacji w polityce HR organizacji wskazują, że firmy stosują standardy, które narzucają bezpośrednio klienci i system prawny (EASA, OEM), pomijając instrumenty o potencjale systemowym, lecz braku bezpośredniego przymusu stosowania.

Kluczowe wnioski i implikacje

Wyniki badania, analizowane łącznie z dokumentacją strategiczną, prowadzą do następujących kluczowych konkluzji:

Strukturalny charakter deficytów kadrowych. Niedobory kompetencyjne dotyczą nie tyle pojedynczych stanowisk, ile całych pasów krytycznych łańcucha wartości, od technologów i programistów CNC, przez konstruktorów i inżynierów analiz

wytrzymałościowych, po kontrolerów jakości, specjalistów NDT oraz inżynierów MRO. Deficyty te mają charakter systemowy, potwierdzany zarówno w badaniach własnych, jak i w raportach Ernst&Young, LOTKOS, WEF i SkillUP.

Luka transformacyjna między kształceniem a rynkiem. System edukacji reprodukuje model kompetencji skoncentrowany na wiedzy deklaratywnej (know-that), podczas gdy rynek pracy artykułuje zapotrzebowanie na kompetencje transformacyjne: myślenie analityczne, zdolność do pracy w warunkach niepewności, uczenie się przez całe życie oraz integrację wiedzy technicznej z umiejętnościami społecznymi i cyfrowymi.

Adaptacyjny, nie substytucyjny charakter transformacji 4.0. Technologie Przemysłu 4.0 nie prowadzą do masowej redukcji tradycyjnych stanowisk, lecz wymuszają głębokie przeprofilowanie kompetencyjne kadry w stronę automatyki, AI, cyberbezpieczeństwa i kompetencji przekrojowych. Kluczowym wyzwaniem nie jest restrukturyzacja zatrudnienia, lecz strategiczne ukierunkowanie systemu kształcenia i polityki szkoleniowej na budowę hybrydowego profilu pracownika.

Nieuświadomiona luka kompetencyjna. Rozbieżność między obiektywną oceną deficytów a subiektywnym postrzeganiem potrzeb szkoleniowych przez pracowników wymaga stosowania obiektywnych narzędzi oceny kompetencji oraz budowania świadomości strategicznych wymogów organizacji.

Optymalny profil pracownika: 55% kompetencji technicznych, 45% miękkich. Przedsiębiorstwa odrzucają logikę „monoprofilu”, skuteczne funkcjonowanie w sektorze lotniczym wymaga integracji zaawansowanych kompetencji inżynierskich z myśleniem analitycznym, zdolnością zarządzania projektami, komunikacją techniczną i dyscypliną proceduralną.

Strukturalny rozłam w implementacji standardów UE. Niska znajomość i praktyczne nieistnienie EQF/ZSK w polityce HR badanych firm stanowi barierę dla systemowej harmonizacji kompetencji z europejskim rynkiem pracy i ogranicza potencjał rekrutacji i mobilności transgranicznej.

Powyższe wnioski potwierdzają trafność przyjętych założeń metodologicznych. Triangulacja metod CAWI i Desk Research umożliwiła wielowymiarową diagnozę luk kompetencyjnych, a osadzenie wyników w kontekście raportów krajowych i międzynarodowych pozwoliło na weryfikację ich koherencji, reprezentatywności oraz spójności z globalnymi trendami transformacji kompetencyjnej w przemyśle lotniczym. Badanie dostarcza solidnej podstawy empirycznej dla projektowania programów kształcenia, polityk szkoleniowych oraz strategii rozwoju kadr, które pozwolą ograniczyć strukturalne niedobory kapitału ludzkiego i utrzymać konkurencyjność polskiego przemysłu lotniczego w perspektywie najbliższej dekady.

Bibliografia

Dokumenty strategiczne i raporty branżowe krajowe

EY / Stowarzyszenie Polskiego Przemysłu Lotniczego (SPPL). Polski Przemysł Lotniczy.

Potencjał i perspektywy rozwoju. Warszawa: SPPL, 2024. Dostępny online:

https://www.dolinalotnicza.pl/wp-content/uploads/2024/10/Raport_SPPL_Polski-Przemysl-Lotniczy.pdf

Stowarzyszenie Polskiego Przemysłu Lotniczego (SPPL). Strategia Polskiego Przemysłu Lotniczego. Warszawa: SPPL, 2014.

Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa / Sektorowa Rada ds. Kompetencji w Przemysle Lotniczo-Kosmicznym. Strategia Badawcza Polskiego Przemysłu Lotniczego 2012–2035. Warszawa, 2012. Dostępny online:

http://www.pptl.pl/download/Z2Z4L3BwdGwvcGwvZGVmYXVsdF9vcGlzeS8yMC8xLzE/strategia_2014.pdf

PARP / Sektorowa Rada ds. Kompetencji Przemysłu Lotniczo-Kosmicznego. Branżowy Bilans Kapitału Ludzkiego – Branża Przemysł Lotniczo-Kosmiczny. Raport z I edycji badań (LOTKOS I). Autorzy: Janusz Kornecki, Paulina Urbanowicz, Jolanta Kwiecień. Warszawa: PARP, 2022.

Dostępny online: [https://serwis-](https://serwis-uslugirozwojowe.parp.gov.pl/component/publications/publication/branzowy-bilans-kapitalu-ludzkiego-branza-przemysl-lotniczo-kosmiczny)

[uslugirozwojowe.parp.gov.pl/component/publications/publication/branzowy-bilans-kapitalu-ludzkiego-branza-przemysl-lotniczo-kosmiczny](https://serwis-uslugirozwojowe.parp.gov.pl/component/publications/publication/branzowy-bilans-kapitalu-ludzkiego-branza-przemysl-lotniczo-kosmiczny)

PARP / Sektorowa Rada ds. Kompetencji Przemysłu Lotniczo-Kosmicznego. Branżowy Bilans Kapitału Ludzkiego II – Branża Przemysł Lotniczo-Kosmiczny. Raport z II edycji badań (LOTKOS II). Autorzy: Paulina Urbanowicz, Monika Stec, Adam Rybkowski, Natalia Sołdyga, Beata Belica. Warszawa: PARP, 2023. Dostępny online:

<https://www.parp.gov.pl/component/publications/publication/raport---branza-przemysl-lotniczo-kosmiczny>

Sektorowa Rada ds. Kompetencji Sektora Lotniczo-Kosmicznego. Rekomendacja nr 6 z dnia 9 lipca 2020 r. w sprawie 35 kwalifikacji dla sektora lotniczego. Warszawa: PARP, 2020.

Dostępny online:

<https://www.parp.gov.pl/storage/site/files/4268/Rekomendacja-Rady-ds.-kompetencji-w-sektorze-lotniczo-kosmicznym.pdf>

Sektorowa Rada ds. Kompetencji Sektora Lotniczo-Kosmicznego. Rekomendacja nadzwyczajna z 2021 r. (COVID-19) oraz uzupełnienia do rekomendacji z 2020 r. (2023). Warszawa: PARP, 2021/2023.

Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa / Polska Chmura Innowacji (PCINN). Sektorowa Rada ds. Kompetencji – Sektor Przemysł Lotniczy. Dokumentacja projektowa edycji 2025–2029. Warszawa, 2025. Dostępny online:

<https://pcinn.org/projekty/sektorowa-rada-ds-kompetencji-sektor-przemysl-lotniczy/>

Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa. Sektorowa Rada ds. Kompetencji Przemysł Lotniczy – opis zadań i działalności. Dostępny online:

<https://ilot.lukasiewicz.gov.pl/wspolpraca/sektorowa-rada-ds-kompetencji-przemysl-lotniczy/>

Raporty i dokumenty międzynarodowe

World Economic Forum (WEF). The Future of Jobs Report 2025. Genewa: World Economic Forum, 2025. Dostępny online:

https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_Report_2025.pdf

OECD. Learning Compass 2030. A Series of Concept Notes. OECD Future of Education and Skills 2030. Paris: OECD Publishing, 2019. Dostępny online:

https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf

Deep Blue Srl / Konsorcjum Erasmus+. Skill-UP: Skilling, Upskilling and Reskilling in the Future Air Transport. Wyniki projektu Erasmus+. 2020–2023. Dostępny online:

<https://www.skillup-air.eu>

EUCASS / 3AF. 9th European Conference for AeroSpace Sciences (EUCASS-3AF 2022).

Proceedings. Lille, France, 27 czerwca – 1 lipca 2022. Dostępny online:

<https://www.eucass.eu/conferences-and-publications/archives/archives-eucass/eucass-2022>

Deep Blue Srl / PACT for Skills (European Commission). The Future of the Aeronautics: 360°

Reskilling and Upskilling – EUCASS 2022 Paper 4738. Bruksela: Komisja Europejska, 2022.

Dostępny online:

https://pact-for-skills.ec.europa.eu/document/download/34f176d4-39d9-4e4e-9272-b83865ecc649_en?filename=EUCASS2022-4738.pdf

Spis wykresów

Wykres 1 Liczba pracowników w badanych przedsiębiorstwach	23
Wykres 2 Główny kod PKD zgodny z KRS/CEIDG badanych przedsiębiorstw	24
Wykres 3 Segmenty branży przemysłu lotniczego, w których działają badane przedsiębiorstwa	26
Wykres 4 Zakres geograficzny działalności badanych przedsiębiorstw.....	31
Wykres 5 Liczby procesów rekrutacyjnych i zatrudnionych pracowników w wyniku tych procesów w ciągu ostatnich 12 miesięcy	32
Wykres 6 Najbardziej poszukiwane obecnie zawody – Produkcja i montaż	36
Wykres 7 Najbardziej poszukiwane obecnie zawody – Inżynieria i projektowanie	40
Wykres 8 Najbardziej poszukiwane obecnie zawody – Serwis i utrzymanie (MRO)	41
Wykres 9 Najbardziej poszukiwane obecnie zawody – Jakość i bezpieczeństwo	43
Wykres 10 Najbardziej poszukiwane obecnie zawody – Specjalizacje.....	45
Wykres 11 Kwalifikacje wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród potencjalnych i zatrudnionych pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Wykształcenie formalne	55
Wykres 12 Kwalifikacje wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród potencjalnych i zatrudnionych pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Kwalifikacje zawodowe.....	58
Wykres 13 Kwalifikacje wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród potencjalnych i zatrudnionych pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Certyfikaty i uprawnienia.....	60
Wykres 14 Kwalifikacje wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród potencjalnych i zatrudnionych pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Specjalizacje	61
Wykres 15 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Kompetencje techniczno-mechaniczne.....	65
Wykres 16 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Procesy wytwórcze	66
Wykres 17 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Systemy CAD/CAM/CAE	67
Wykres 18 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – znajomość systemów, norm i prawa lotniczego	69
Wykres 19 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Kompetencje elektryczne i awioniczne	69
Wykres 20 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Kompetencje cyfrowe.....	72
Wykres 21 Kompetencje techniczne wymagające obecnie uzupełnienia lub pogłębienia wśród pracowników w badanych przedsiębiorstwach – Języki obce.....	72

Wykres 22 Ocena ogólnego poziomu kwalifikacji i kompetencji technicznych u kandydatów do pracy w badanych przedsiębiorstwach	77
Wykres 23 Poziom zgłaszania potrzeb szkoleniowych przez pracowników badanych przedsiębiorstw	80
Wykres 24 Działania wspierające rozwój pracowników podejmowane przez badane przedsiębiorstwa	85
Wykres 25 Ocena działań wspierających rozwój pracowników	90
Wykres 26 Poziom kompetencji miękkich u kandydatów aplikujących do pracy w badanych przedsiębiorstwach w opinii respondentów	95
Wykres 27 Relacja znaczenia kompetencji technicznych i miękkich w badanych przedsiębiorstwach.....	100
Wykres 28 Wdrożenie rozwiązań Przemysłu 4.0 w komórkach organizacyjnych badanych przedsiębiorstw	107
Wykres 29 Liczba stanowisk związanych z Przemysłem 4.0 utworzonych w badanych przedsiębiorstwach w ostatnich 3 latach	116
Wykres 30 Wpływ Przemysłu 4.0 na redukcję stanowisk tradycyjnych w badanych przedsiębiorstwach.....	117
Wykres 31 Ocena dynamiki zapotrzebowania na kompetencje w ciągu ostatnich 5 lat w związku z wdrażaniem Przemysłu 4.0.....	118
Wykres 32 . Dynamika zapotrzebowania na kompetencje w perspektywie następnych 3-5 lat	121
Wykres 33 Zatrudnianie absolwentów reprezentujący poszczególne kierunki i poziom wykształcenia w badanych przedsiębiorstwach	126
Wykres 34 Stopień dopasowania absolwentów (bezpośrednio po ukończeniu szkoły / studiów) do potrzeb badanych przedsiębiorstw	128
Wykres 35 Zidentyfikowane luki kompetencyjne u absolwentów	130
Wykres 36 Niwelowanie luk kompetencyjnych w procesie adaptacji zawodowej.....	132
Wykres 37 Priorytetyzacja kompetencji w zakresie rozwoju w systemie edukacji dla sektora lotniczego	136
Wykres 38 Formy współpracy ze szkołami i uczelniami realizowane przez badane przedsiębiorstwa	141
Wykres 39 Ocena efektywności form współpracy ze szkołami i uczelniami	144
Wykres 40 Poziom zaangażowania badanych firm we współpracę ze szkołami i uczelniami	146
Wykres 41 Bariery utrudniające współpracę badanych przedsiębiorstw ze szkołami/uczelniami	147
Wykres 42 Opinie badanych na temat braków w programach kształcenia w szkolnictwie średnim.....	151
Wykres 43 Opinie badanych na temat braków w programach kształcenia w szkolnictwie wyższym.....	153
Wykres 44 Odsetek pracowników w grupie wiekowej 50+ zatrudnionych w badanych przedsiębiorstwach.....	157

Wykres 45 Wyzwania w zatrudnianiu i utrzymaniu pracowników szczególnie zagrożonych na rynku pracy	159
Wykres 46 Stosowanie w badanych przedsiębiorstwach wybranych standardów	164
Wykres 47 Stopnie implementacji wybranych standardów w badanych przedsiębiorstwach	166

Spis tabel

Tabela 1 Problematyka badawcza	5
Tabela 2 Możliwe zakresy prac badawczych	20
Tabela 3 Statystyki opisujące procesy rekrutacyjne w badanych przedsiębiorstwach w ostatnich 12 miesiącach	33
Tabela 4 Priorytet rekrutacyjny Technik mechanik lotniczy a branża – produkcja lotnicza	47
Tabela 5 Priorytet rekrutacyjny Programista maszyn CNC a branża – silniki	47
Tabela 6 Priorytet rekrutacyjny Operator maszyn CNC a branża – silniki	48
Tabela 7 Priorytet rekrutacyjny Operator maszyn CNC a branża – MRO statków powietrznych	49
Tabela 8 Potrzeba podnoszenia kwalifikacji dla techników maszyn CNC a gałąź sektora – Produkcja lotnicza – silniki, komponenty silnikowe, podzespoły	59
Tabela 9 Wpływ wdrożenia rozwiązań Przemysłu 4.0 na strukturę zatrudnienia w badanych przedsiębiorstwach	108