



**Centrum
Zarządzania Innowacjami
i Transferem Technologii**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Diagnoza bieżących i perspektywicznych kierunków prac badawczo-rozwojowych

Analiza zagadnienia w kontekście modyfikacji programów kształcenia

Projekt „NERW 2 PW. Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca” współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój.

Warszawa 2022



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita
Polska

**Politechnika
Warszawska**

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



Diagnoza bieżących i perspektywicznych kierunków prac badawczo-rozwojowych.

Analiza zagadnienia w kontekście modyfikacji programów kształcenia

RAPORT

opracowany w ramach projektu „NERW 2 PW. Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca” współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój.

Opracowanie raportu: dr Aleksandra Wycisk, Małgorzata Płaszczyca, Klaudyna Nowińska

Koordinacja badania: dr Katarzyna Modrzejewska

ISBN: 978-83-965421-7-5

DOI: 10.32062/20221001

Wydawca: Politechnika Warszawska - Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii Politechniki Warszawskiej

Warszawa 2022



**Centrum
Zarządzania Innowacjami
i Transferem Technologii**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



Spis treści

Podsumowanie	5
1. Metodyka.....	7
2. Perspektywiczne kierunki prac B+R w PW	13
2.1. Kontekst instytucjonalny.....	13
2.2. Kontekst regionalny	17
2.3. Kontekst krajowy	22
2.4. Kontekst międzynarodowy	25
3. Bieżące kierunki prac w PW	31
4. Zmapowanie oferty B+R PW	37
4.1. Format i użyteczność bazy	37
4.2. Przedmiot prac B+R w Politechnice Warszawskiej.....	38
4.3. Powiązania dyscyplin ze strategią PW 2030 i POB IDUB	39
4.4. Prace badawcze w PW a kontekst regionalny, krajowy i międzynarodowy	43
Źródła.....	44
Spis rysunków	45

Podsumowanie

WIODACE OBSZARY BADAŃ PW można określić w oparciu o dokumentację strategiczną PW: obejmują 7 *Priorytetowych Obszarów Badawczych*: Technologie fotoniczne; Sztuczna inteligencja i robotyka; Cyberbezpieczeństwo i analiza danych; Biotechnologia i inżynieria biomedyczna; Technologie materiałowe; Fizyka wysokich energii i technika eksperymentu; Konwersja i magazynowanie energii) oraz prace B+R wpisujące się w strategiczne pola oddziaływania (Fundamenty naukowe: natura i aparat jej opisu, Informacja i otoczenie cyfrowe, Zdrowie, zrównoważone środowisko życia, Zrównoważony przemysł, materiały i procesy wytwarzania) (Strategia rozwoju PW do 2030).

UGRUNTOWANIE W KONTEKŚCIE REGIONALNYM, KRAJOWYM I MIĘDZYNARODOWYM Badania w PW są osadzone w kontekście perspektywicznych kierunków badawczych na poziomie regionalnym (*Regionalna Inteligentna Specjalizacja*) i krajowym (*Krajowa Inteligentna specjalizacja*), konsekwentnie odwołując się do celów wytyczonych w programach unijnych. Odzwierciedlają również potrzeby i oczekiwania rynku, określone w raportach międzynarodowych organizacji, m.in. Światowego Forum Ekonomicznego. Na podstawie zgromadzonych danych można stwierdzić, że Zespoły Badawcze w PW proponują ofertę spójną z perspektywicznymi kierunkami badawczymi.

WERYFIKACJA ROZBUDOWANEJ OFERTY BADAŃ W PERSPEKTYWICZNYCH KIERUNKACH. Prace B+R realizowane są na wszystkich wydziałach PW i Kolegium Nauk Ekonomicznych i Społecznych w Płocku, a także centrach badawczych (CEZAMAT i CZIIIT PW). Wśród zespołów badawczych w PW najwięcej jest zaangażowanych w dyscypliny: Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika; Inżynieria Lądowa i Transport; Informatyka Techniczna i Telekomunikacja; Inżynieria Mechaniczna; Inżynieria Materiałowa; Inżynieria Biomedyczna oraz Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

SKALA INTERDYSCYPLINARNOŚCI wskazuje na dążenie do podejmowania prac badawczych, które w adekwatny sposób pozwolą rozwiązywać aktualne wyzwania społeczne, gospodarcze, technologiczne, niezależnie od powiązań dyscyplinarnych, przypisania do Instytutu, Wydziału, obszaru nauki.

ODPOWIEŹ NA POTRZEBY OTOCZENIA SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO. Oferta B+R proponowana przez Jednostki PW została korzystnie oceniona przez odbiorców oferty, tj. przedstawicieli przedsiębiorstw, instytucji publicznych i jednostek naukowych. Stwierdzono, że oferta obejmuje istotne elementy opisu: charakterystykę doświadczenia zespołu, prowadzonych prac i projektów oraz infrastruktury, która jest do dyspozycji zespołu. Wskazano na usprawnienia formy i opracowanie wyszukiwarki preferowanych obszarów współpracy i zespołów. Podobne rozwiązanie istnieje w formie Bazy Ekspertów PW oraz Repozytorium PW, jednak nie obejmują one opisu oferty B+R, a poprzednia próba skatalogowania oferty B+R przeprowadzona została w 2009, wymagała zatem aktualizacji.

DALSZE PRACE NAD NARZĘDZIEM PREZENTUJĄCYM OFERTĘ B+R PW. W wyniku badania opracowano zestawienie Zespołów badawczych w PW, pozwalające szybko zidentyfikować powiązania Wydział – Zespół – dyscyplina – kontekst strategiczny – priorytetowe obszary badawcze. Narzędzie jest użyteczne nie tylko do zarządzania wiedzą nt. oferty B+R, ale również dla doskonalenia jakości kształcenia opartego na badaniach naukowych: umożliwia określenie powiązań między wiodącymi obszarami badawczymi, dyscyplinami oraz określenie specyfiki wiodących zespołów interdyscyplinarnych.

1. Metodyka

Badanie realizowane w ramach *Zadania 19. Badania społeczne na potrzeby podniesienia jakości kształcenia PW (2019-2022)* projektu *NERW 2 PW. Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca*, współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego *Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój*.

CELE I PYTANIA BADAWCZE. Celem głównym badania jest diagnoza bieżących i perspektywicznych kierunków prac badawczo-rozwojowych oferowanych na PW. Cele szczegółowe oraz przypisane im pytania badawcze wraz z metodami gromadzenia i analizy danych przedstawiono na Rysunku 1.

Rysunek 1 Pytania badawcze przyporządkowane do celów szczegółowych badania.

Cel	Pytania badawcze	Technika
Określenie perspektywicznych kierunków prac badawczo-rozwojowych w PW.	Jakie obszary prac B+R można określić jako perspektywiczne w oparciu o dokumentację strategiczną PW?	Desk research
Określenie bieżących kierunków prac badawczo-rozwojowych w PW.	Jakie obszary prac B+R są obecnie realizowane w PW?	CAWI
Zmapowanie oferty B+R PW z uwzględnieniem bieżących i perspektywicznych prac B+R w kontekście modyfikacji programów kształcenia.	Jaką ofertę B+R proponują Zespoły Badawcze PW? Jaką ofertę B+R proponują Jednostki PW?	CAWI

Źródło: Opracowanie własne DBA CZIITT PW.

METODY, TECHNIKI I NARZĘDZIA BADAWCZE Z OKREŚLENIEM PRÓBY I POPULACJI. W badaniu zastosowano jakościową analizę danych wtórnych (pozyskanych w desk research) oraz danych pierwotnych (pozyskanych poprzez sondaż typu CAWI).

Desk research oparto na przeglądzie dokumentów strategicznych uczelni, raportów i opracowań dot. kierunków prac badawczo-rozwojowych o szczególnym znaczeniu. Zakres analizowanych dokumentów: wewnętrzne PW (*Strategia Rozwoju Politechniki Warszawskiej do roku 2030* oraz *Priorytetowe Obszary Badawcze* określone we wniosku *Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza 2020*), regionalny (*Regionalna Inteligentna Specjalizacja* oraz *Raport z badań Warszawa przestrzeń badań i rozwoju* (Modrzejewska et al., 2019)), krajowy (*Krajowa Inteligentna Specjalizacja*) oraz europejski (zagadnienia kluczowe dla rozwoju europejskiej gospodarki i społeczeństwa (zestawienie *Horyzont 2020* oraz *Horyzont Europa*)).

CAWI to technika sondażu wykorzystująca narzędzie kwestionariusza on-line (ang. *Computer Web-Assisted Interview*), zawierającego pytania zamknięte oraz otwarte, uporządkowane w moduły tematyczne, grupujące gromadzone dane. Narzędzie wybrano w celu zgromadzenia jak najdokładniejszej, pełnej informacji o ofercie poszczególnych jednostek naukowych oraz zapewnienia porównywalności gromadzonych danych. Badanie objęło wszystkie wydziały i jednostki realizujące prace badawcze w PW – badanie na całej populacji pracowników PW realizujących prace badawcze i naukowe: edycja I (2020) pozyskano informację nt. 129 Zespołów, w edycji II (2021) pozyskano informację nt. 295 Zespołów.

Jak mapowaliśmy ofertę B+R PW?

PRZYGOTOWANIE BADANIA (09-10.2019)

- Przeprowadzenie desk research na potrzeby opracowania koncepcji badania.
- Opracowanie i konsultacje koncepcji oraz narzędzi badawczych.



BADANIA OFERTY PW (12.2019-02.2020)

- Identyfikacja oferty badawczej w PW poprzez gromadzenie danych nt. badań realizowanych w jednostkach.



KONSULTACJA Z INTERESARIUSZAMI WĘWĘTRZNYMI PW (06.2020)

- Organizacja Seminarium z cyklu EKOSYSTEM INNOWACYJNOŚCI: Oferta badawcza jednostek PW – Czy jest nam potrzebna? Jak ją komunikować?



MAPOWANIE OFERTY (2020)

- Opracowanie pierwszej wersji „Zespoły badawcze PW. Oferta B+R”, obejmującego opis 129 Zespołów badawczych we wszystkich jednostkach PW.



PROMOCJA PIERWSZEGO WYDANIA (01.2021)

- Opracowanie ostatecznej wersji „Zespoły badawcze PW. Oferta B+R” (Wydanie I).
- Promocja badania na Radach Wydziału jednostek badawczych PW.



DRUGA EDYCJA BADANIA (02-05.2021)

- Identyfikacja oferty badawczej w PW poprzez weryfikowanie już zgromadzonych oraz uzupełnianie brakujących danych nt. badań realizowanych w jednostkach.



MAPOWANIE OFERTY (2021)

- Opracowanie drugiej, poprawionej i poszerzonej wersji „Zespoły badawcze PW. Oferta B+R”, obejmującego opis dodatkowych Zespołów.



KONSULTACJA Z INTERESARIUSZAMI ZEWNĘTRZNYMI PW (04.2021)

- Przeprowadzanie konsultacji oferty B+R PW wśród odbiorców oferty, tj. przedstawicieli przedsiębiorstw, instytucji publicznych i jednostek naukowych.



PROMOCJA DRUGIEGO WYDANIA (2021/2022)

- Opracowanie ostatecznej wersji „Zespoły badawcze PW. Oferta B+R” (Wydanie II).
- Opracowanie raportu z badania obejmującego aktualizację strategicznych dokumentów wewnętrznych PW.

PROCES BADAWCZY opierał się na metodycznym gromadzeniu informacji nt. oferty badawczej PW oraz porządkowaniu materiału w sposób, który pozwoli na czytelne przedstawienie możliwości badawczych Zespołów PW interesariuszom wewnętrznym i zewnętrznym. Porządek prac badawczych był wieloetapowy i obejmował szereg działań dotyczących analizy danych zastanych, gromadzenia i analizy danych pierwotnych, a także ich weryfikowania wśród interesariuszy zewnętrznych (co schematycznie przedstawiono na grafice na poprzedniej stronie).

Na etapie gromadzenia danych, do każdej jednostki PW przesłano prośbę o przygotowanie opisu oferty badawczej, którą dana jednostka dysponuje i chce się promować (specjalizacja jednostki; oferta w zakresie badań (metody oraz tematyka); dostępna infrastruktura naukowa i badawcza; istotne osiągnięcia badawcze; informacje kontaktowe). Stopniowo powiększający się zasób wiedzy nt. oferowanych badań czy infrastruktury pozwalał mapować możliwości badawcze zespołów PW.

Równoległe z pracami, zorganizowano konsultację procesu z interesariuszami wewnętrznymi w PW, w którym wzięli udział: Paweł Huras, dr Katarzyna Modrzejewska (CZiITT PW), dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz, prof. PW (WEiTI PW), Urszula Okulska-Deblessem (BPI PW), Paweł Zych (IBS PW Sp. z o.o.). Konsultacja przybrała formę seminarium, podczas którego omówiono:

- poprzednią próbę skompletowania opisów oferty badawczej PW w katalogu Biura ds. Promocji i Informacji (2008-2009), który wskazywał zastosowanie nauki w przemyśle i w biznesie;
- trudności w formułowaniu oferty, szczególnie w zakresie pozyskiwania kompletnych informacji i przygotowania opisów w jasnym niespecjalistycznym języku;
- wyzwania związane z przekierowaniem przedsiębiorcy do konkretnego zespołu badawczego i decentralizacji oferty badawczej PW.

Zmapowany materiał zebrano w formę Katalogu, który w odpowiedniej oprawie graficznej, funkcjonował w formie cyfrowej (plik pdf) oraz drukowanej. Pierwsza edycja badania stanowiła ważną lekcję, zarówno dla katalogujących, jak i katalogowanych, która pozwoliła na przemyślenie materiału pod kątem użyteczności dla odbiorcy, przejrzystości komunikacji i organizacji treści (zarówno wewnątrz opisów, jak i architektury informacji całego Katalogu).

W kolejnym roku przeprowadzono drugą edycję badania: zgłoszono szereg nowych zespołów i zastosowano bardziej precyzyjny opis dyscyplin, dodano też opis zespołów interdyscyplinarnych. Informacje gromadzone w II edycji obejmowały: specjalizację jednostki; ofertę w zakresie badań (wskazanie głównych tematów badawczych); dostępną infrastrukturę naukową i badawczą oraz opis najistotniejszych badań realizowanych w ostatnich latach (w tym osiągnięć) i informacje kontaktowe.

Zebrany materiał i sposób jego prezentacji poddano opinii interesariuszy zewnętrznych, zatem docelowych odbiorców Katalogu. Oferta B+R PW: katalog *Zespoły Badawcze Politechniki Warszawskiej. Oferta B+R* zaopiniowany został przez przedstawicieli przedsiębiorstw, instytucji publicznych i jednostek naukowych. Cele konsultacji obejmowały:

- identyfikację mocnych i słabych stron prezentacji oferty B+R w opinii odbiorców, ze szczególnym uwzględnieniem oceny użyteczności treści i przejrzystości formalnej istotnych pod kątem nawiązywania współpracy B+R;

- określenie możliwych usprawnień prezentacji oferty B+R, szczególnie w zakresie zwiększenia użyteczności treści i przejrzystości formalnej, istotnych pod kątem nawiązywania współpracy B+R;
- określenie preferowanych form współpracy B+R wśród odbiorców oferty, tj. przedstawicieli przedsiębiorstw, instytucji publicznych i jednostek naukowych. Badanie przeprowadzono metodą jakościową z wykorzystaniem techniki grupowego wywiadu zogniskowanego (FGI, wywiad fokusowy).

W badaniu zwrócono uwagę zarówno na mocne, jak i słabe strony opracowania, a także przedstawiono szereg propozycji usprawnień. Pozytywnie oceniono przemyślaną i dopracowaną formułę katalogu i akcentowano wprowadzenie rozwiązania cyfrowego (np. wyszukiwarkę zespołów, formę interaktywną z hiperłączami odnoszącymi do dodatkowych zasobów). Przedstawiciele instytucji naukowych oraz przedsiębiorstw, zainteresowanych współpracą z PW interesuje przede wszystkim oferta badawcza, infrastruktura oraz doświadczenie, które jest postrzegane jako potwierdzenie wiedzy i umiejętności Zespołu. W oparciu o analizę wyników badania opracowano wnioski i rekomendacje, przedstawione do wdrożenia w II edycji Katalogu.

Rysunek 2 Strona tytułowa Katalogu ogólnouczelnianego Zespoły badawcze PW. Oferta B+R” Edycja I 2020.



Źródło: Opracowanie własne DBA CZiITT PW.

Rysunek 3 Strona tytułowa Katalogu wydziałowego Zespoły badawcze PW. Oferta B+R. Wydział Inżynierii Materiałowej” Edycja I 2020.



Źródło: Opracowanie własne DBA CZiITT PW.

PRODUKT GŁÓWNY. Najważniejszym rezultatem badania jest zestawienie pozwalające szybko zidentyfikować powiązania Wydział – Zespół – dyscyplina – kontekst strategiczny – priorytetowe obszary badawcze. Mapowanie Zespołów badawczych w PW sformułowano w matrycę .xls wg wzoru (Rysunku 4).

Rysunek 4 Mapowanie Zespołów badawczych w PW.

Zespół	Wydział	Dyscyplina (przyporządkowanie w ofercie B+R)	Interdyscyplinarność zespołu	Filar strategii	POB
...					

Źródło: Opracowanie własne DBA CZIITT PW.

WARTOŚĆ DODANA W BADANIU. W wyniku zgromadzonych danych powstały Katalogi: wydziałowe i ogólnouczelniane, prezentujące ofertę B+R podmiotów PW. W drugiej edycji liczba zespołów wzrosła prawie dwukrotnie – dodano 162 zespoły i łącznie obejmuje blisko 300 zespołów z całej uczelni.

Rysunek 5 Przykładowa strona Katalogu ogólnouczelnianego, „Zespoły badawcze PW. Oferta B+R”, Edycja I 2020: Zespół Mikrobiologii i Bioinżynierii PW.



Zespół działa w Katedrze Biotechnologii Środków Leczniczych i Kosmetyków Wydziału Chemicznego PW, łącząc wiedzę z zakresu mikrobiologii, inżynierii genetycznej i biotechnologii. Zaangażowany jest w pozyskiwanie nowych środków leczniczych i substancji hamujących rozwój mikroorganizmów patogennych.

Członkowie Zespołu zajmują się opracowywaniem bioprosesów, w których przy użyciu mikroorganizmów można wytwarzać innowacyjne surowce kosmetyczne (barwniki, aromaty, oleje) oraz substancje o aktywnościach przeciwdrobnoustrojowych i antyoksydacyjnych.

Z inicjatywy członków Zespołu powstał spin-off PW BIOTMI Sp. z o.o., a jego działalność związana jest z rosnącym zapotrzebowaniem rynku na kosmetyki naturalne, pozbawione sztucznych dodatków.

Zainteresowania Zespołu obejmują także obszar badań nad charakterystyką i określeniem potencjału technologicznego szczepów bakterii fermentacji mlekowej pozyskiwanych z różnych źródeł oraz wykorzystywanie bakterii mlekowych do produkcji związków cennych z punktu widzenia przemysłu. Zespół stworzył w PW pierwszą ogólnodostępną kolekcję drożdży o nazwie WUT Yeast Collection, wykorzystywaną przy opracowywaniu różnych procesów biotechnologicznych.

Obecnie członkowie Zespołu współpracują z dwiema firmami kosmetycznymi Senkara i SOHO Cosmetics, a także firmą Pro-mill s.c.

**Politechnika
Warszawska**



Wydział
Chemiczny

ZESPOŁY B+R

INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- LABORATORIUM KATEDRY BIOTECHNOLOGII ŚRODKÓW LECZNICZYCH I KOSMETYKÓW WYDZIAŁU CHEMICZNEGO PW dysponujące szerokim zapleczem aparaturowym, umożliwiającym badania mikrobiologiczne, biochemiczne czy analityczne:
 - HPLC z detektorem RI i DAD (możliwość analizy składu miodów hodowlanych, w tym cukrów, kwasów, etanolu, barwników)
 - spektrofotometr UV VIS z możliwością wyznaczenia kinetyki reakcji enzymatycznych (sznarczenie sępienia białka, testy enzymatyczne)
 - bioreaktor do hodowli mikroorganizmów o całkowitej obj. 4,5 L (prowadzenie hodowli mikrobiologicznych w kontrolowanych warunkach)
 - Inkubator z wytrząsaniem do hodowli mikroorganizmów w kolbach o maksymalnej obj. 2 L (prowadzenie hodowli okresowych, reakcji chemicznych)
 - cięplarni mikrobiologiczne
 - piec do sterylizacji suchej (sterylizacja materiałów szklanych)
 - autoklawy do sterylizacji parą wodną (sterylizacja materiałów i pożywek mikrobiologicznych)
 - termocykl do PCR (analizy PCR)
 - piec do hybridyzacji DNA lub RNA (diagnostyka molekularna)
 - termoblok z opcją chłodzenia
 - zestawy do elektroforezy kwasów nukleinowych i białek w żelach agarozowych i poliakrylamidowych; zestaw do Western blot
 - wózków z chłodzeniem do obj. 1,5–500 mL

WYBRANE PATENTY

- Sposób wytwarzania 2-fenylotanolu (aromatu różanego) (PL 234032 B)
- Sposób wytwarzania połączeń polilaktyny z pochodnymi fenolu (PL 227922 B)

OFEROWANE USŁUGI

- monitoring bioprosesów, w tym wsparcie w optymalizacji kluczowych parametrów procesów biotechnologicznych
- analizy składu medium hodowlanego z wykorzystaniem techniki chromatografii cieczowej
- badania aktywności przeciwdrobnoustrojowej nowych związków chemicznych i polimerów
- opracowywanie technologii zagospodarowania substancji odpadowych, takich jak siewatka, biomasa lignocelulozowa, melasa z wykorzystaniem mikroorganizmów prowadzących do wytworzenia pożądaných produktów
- Identyfikacja i charakterystyka nowych szczepów drożdży i bakterii (metody biologii molekularnej, analizy fizyko-chemiczne i biochemiczne)
- zastosowanie inżynierii genetycznej do udoskonalania cech biotechnologicznych bakterii i drożdży



KONTAKT

dr hab. Jolanta Mierzejewska, prof. uczelni
jolanta.mierzejewska@pw.edu.pl
(+48) 22 234 74 70
www.researchgate.net/lab/Jolanta-Mierzejewska-Lab
wutyeastcollection.pw.edu.pl

Źródło: Opracowanie własne DBA CZIITT PW.

Perspektywiczne kierunki badań: kontekst regionalny, krajowy i międzynarodowy

2. Perspektywiczne kierunki prac B+R w PW

Poniżej przedstawiono kluczowe konteksty dla analizy kierunków prac B+R w PW: kontekst instytucjonalny (dokumenty strategiczne PW), poszerzony o perspektywę pracodawców (badania otoczenia społeczno-gospodarczego PW) oraz studentów. Przytoczono również wiodące obszary badań i prac rozwojowych w kontekście regionalnym, krajowym i europejskim.

2.1. Kontekst instytucjonalny

Dokumenty strategiczne Politechniki Warszawskiej, istotne dla wiodących kierunków prac badawczych i rozwojowych, to przede wszystkim: *Strategia Rozwoju Politechniki Warszawskiej do roku 2030* oraz *Priorytetowe Obszary Badawcze określone w wniosku Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza 2020*.

Program *Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza 2020* organizowany przez MNiSW miał na celu wyłonienie i wsparcie uczelni, które mają możliwość skutecznie konkurować z najlepszymi ośrodkami akademickimi w Europie i na świecie. Do programu zakwalifikowało się 10 uczelni, w tym, na trzecim miejscu, Politechnika Warszawska. Wyróżnione uczelnie otrzymają subwencję zwiększoną o 10% w okresie 2020–2026. Wniosek PW dostępny jest na stronie Uczelni. Dla prowadzących działalność badawczą, *IDUB* oznacza m.in. programy stypendialne wzmacniające współpracę międzynarodową, programy wspierające publikowanie, działalność innowacyjną oraz aplikowanie o granty międzynarodowe. Grupa odbiorców działań *IDUB* obejmuje jednak szersze grono interesariuszy: doktorantów i studentów, kadre dydaktyków, administrację, kadre zarządzającą. Koncepcję *Priorytetowych Obszarów Badawczych* przełożono na formułę *Centrów badawczych POB*, gromadzących realizowane w uczelni projekty B+R z preferowanych obszarów (Rysunek 9). Proces wyboru POB-ów bazował na analizie kierunków badań realizowanych w PW. W oparciu o osiągnięcia naukowe (na które składają się m.in. kadra, publikacje, patenty i wdrożenia, projekty, w tym międzynarodowe) wyłoniono wiodące obszary działalności badawczej PW. Obszary te zestawiono również ze światowymi, krajowymi i regionalnymi wyzwaniem, określanymi jako priorytetowe (Rysunek 6 i Rysunek 7).

Strategia Rozwoju Politechniki Warszawskiej do roku 2030 podkreśla, że wysoka jakość badań i dydaktyki jest kluczowa dla PW jako uczelni badawczej aktywnie działającej wśród najlepszych europejskich jednostek naukowo-badawczych. Jak można przeczytać w Słowie od Rektora: *Na treść dokumentu strategicznego bardzo silnie wpłynęły dwa czynniki o charakterze globalnym – pandemia koronawirusa SARS-CoV-2 oraz coraz silniej objawiające się zagrożenia i problemy cywilizacyjne, takie jak nasilające się zmiany klimatyczne, rosnące lawinowo zanieczyszczenie środowiska, czy problemy związane ze starzejącym się społeczeństwem. Uświadomiły one kluczową rolę działalności badawczej, ale także odpowiedzialność społeczną świata nauki.*

Strategiczne pola oddziaływania to wiodące obszary aktywności, określone w oparciu o pogłębioną analizę najpilniejszych wyzwań istotnych w skali globalnej. Jak przywołano w *Strategii*, siedem *Priorytetowych Obszarów Badawczych* zdefiniowanych w ramach *IDUB* pozwoliło na wyodrębnienie obszarów, w których uczelnia posiada już znaczące osiągnięcia. *Strategia* natomiast wykracza poza te obszary, poszerzając horyzont oraz motywując do budowy nowych kompetencji. W dokumencie tym opisano cztery *Strategiczne pola oddziaływania* (zilustrowane na Rysunku 8).

Rysunek 6 Priorytetowe Obszary Badawcze (IDUB).



Źródło: <https://badawcza.pw.edu.pl/Centra-Badawcze-POB>, dostęp: 21.12.2021.

Rysunek 7 Proces identyfikacji POB (IDUB)



Źródło: <https://badawcza.pw.edu.pl/O-projekcie>, dostęp: 21.12.2021.

Rysunek 8 Strategiczne pola oddziaływania.



Źródło: opracowanie własne DBA CZiITT PW na podstawie: *Strategia Rozwoju Politechniki Warszawskiej do roku 2030*

Opisane wyżej obszary są spójne z perspektywą pracodawców. Na podstawie cyklicznych badań potrzeb i oczekiwań otoczenia społeczno-gospodarczego w PW, prowadzonych przez Dział Badań w 2018, można określić, jaki jest kluczowy zakres wiedzy, umiejętności i kompetencji niezbędnych na rynku pracy. Mimo, iż oczekiwane kompetencje różnią się ze względu na sektor, branżę i dyscyplinę, można określić kilka uniwersalnych cech poszukiwanych u pracowników: wiedzę merytoryczną z danego obszaru (określaną właśnie jako *solidne podstawy*), analityczne myślenie, komunikatywność, umiejętności z zakresu obsługi programów komputerowych właściwych dla branży czy dyscypliny oraz umiejętność zarówno pracy samodzielnej, jak i w zespole (Wycisk, Matysiak 2021b).

Perspektywa studentów, odzwierciedlona pośrednio w popularności kierunków, na które aplikują kandydaci na studia, również jest spójna z wskazanymi wiodącymi obszarami. W roku akademickim 2021/2022, pod względem liczby aplikacji na miejsce, największym zainteresowaniem kandydatów cieszyły się kierunki: Cyberbezpieczeństwo (Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych) (22 aplikacje na miejsce), Inżynieria Internetu Rzeczy (Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych), Zarządzanie (Wydział Zarządzania), Automatyka i robotyka (Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych) oraz Mechanika i Projektowanie Maszyn (Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa). Natomiast ogólnie, pod względem liczby aplikacji, najpopularniejsze były kierunki: Informatyka (Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych) (2200 aplikacji), Zarządzanie (Wydział Zarządzania), Budownictwo (Wydział Inżynierii Lądowej), Informatyka Stosowana (Wydział Elektryczny), Informatyka i Systemy Informacyjne (Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych).

Z perspektywy studentów, istotna jest również forma kształcenia. W raporcie *Monitoring trendów edukacyjnych – Jak kształcić na potrzeby gospodarki opartej na innowacjach?*, opracowanym przez Dział

Badań i Analiz CZIITT PW w ramach projektu *NERW 2 PW. Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca*, opisano szereg nowoczesnych metod kształcenia, jak: *problem-based learning*, *project-based learning* czy *design thinking*, poprzez formy je wspierające (otwarte zasoby, repozytoria, praca zdalna). Metodologią obejmującą naukowe podejście do kształcenia jest *research-based learning*, które umożliwia zaangażowanie studentów do projektów naukowych realizowanych w jednostce. Poniżej przytoczone zostały metodyki podjęte we wspomnianym raporcie.

W RBE studenci są uczeni metod badawczych i prowadzenia badań poprzez uczestnictwo w całym procesie. Proces ten bywa rozumiany w uproszczony sposób, jako prezentacja wyników prac badawczych studentom, podczas gdy kluczowe jest tu realne zaangażowanie studentów w proces badawczy, współrealizowanie go z prowadzącym. Wykorzystanie metodyki RBE na szereg zalet w edukacji inżynierskiej: „(1) ułatwia kształcenie w zakresie kompetencji technicznych, osobistych i kontekstowych; (2) rozwiązywanie rzeczywistych problemów w sferze zawodowej; oraz (3) wspólne uczenie się jest ułatwione dzięki integracji nauczania i badań” (Ríos, Cazorla, Díaz-Puente, & Yagüe, 2010). Wpływa również na większe zaangażowanie i większą odpowiedzialność.

*Uczelnie często utożsamiają *research-based learning* z oferowaniem studentom możliwości rozwoju kompetencji badawczych poprzez angażowanie ich do grantów realizowanych na uczelni. Podobnie bywa z grantami studenckimi na badania własne czy staże / stypendia na projekty badawcze. Trzeba przyznać, że oba rozwiązania umożliwiają nabycie kompetencji badawczych poprzez bezpośredni kontakt z przedstawicielem kadry naukowo-badawczej oraz osiągnięcie pewnej samodzielności w procesie badawczym. Jeszcze innym przykładem jest postrzeganie studenckiej dysertacji, tj. realizacji własnych badań na ostatnim roku studiów, jako *research-based education*.*

*Ze względu na swoją „naukową” specyfikę *research-based learning* wydaje się stosowniejszym rozwiązaniem w kształceniu na studiach II stopnia, podczas gdy *problem-based learning* jest bardziej uniwersalny i sprawdzi się zarówno na I jak i II stopniu. Jest to też spójne z oczekiwaniem otoczenia społeczno-gospodarczego: pracodawcy oczekują od absolwenta głównie umiejętności rozwiązywania problemów inżynierskich, niekoniecznie naukowych.*

Bardzo istotnym wyzwaniem dla nauczyciela akademickiego pracującego w metodzie RBE jest uwzględnienie autonomii w podejmowaniu decyzji studenta w zakresie prowadzonych badań (zrównoważenie autonomii studenta i roli doradczej nauczyciela) oraz powstrzymanie się przed przekładaniem własnych doświadczeń z procesem badawczym na realizowany proces RBE (Brew & Saunders, 2020)” (Wycisk, Matysiak, 2021a).

Research-based learning jest zatem najkorzystniejszy – zarówno dla studentów jak i kadry – gdy na uczelni realizowane są badania w wiodących kierunkach, które ze względu na swoją aktualność mogą zainteresować zewnętrznych odbiorców (partnerów B+R), z którymi można nawiązać współpracę.

2.2. Kontekst regionalny

Jako punkt odniesienia dla wiodących obszarów prac B+R na poziomie regionalnym przyjęto *Regionalną Strategię Innowacji dla Mazowsza*. W dokumentach z 2015 roku (strategia do 2020) przyjęto, że *RIS* nie stanowi branży, nie jest technologią, produktem lub usługą, zaś samą regionalną inteligentną specjalizację określono jako obszar „na styku różnych sektorów gospodarki, technologii i procesów usługowych, w celu możliwie największego zaangażowania potencjału rozwojowego we wzmacnienie aktywności w obszarach kluczowych dla rozwoju województwa”, który nie ma operować *zamkniętym katalogiem podmiotów lub rodzajów działalności; będzie określała kierunek, a nie sposób osiągnięcia celu* (Sejmik Województwa Mazowieckiego, 2021, s. 70). Zestawienie *Inteligentnych Specjalizacji Mazowsza* zamieszczono na Rysunku 9.s

W raporcie *Warszawa przestrzeń badań i rozwoju* opracowanym przez DBA CZiITT PW dla m.st. Warszawy i obszaru metropolitalnego Warszawy, zmapowano jednostki naukowe w Obszarze Metropolitalnym Warszawy. Pozwoliło to zidentyfikować 24 jednostki naukowe z kategorią A+ oraz 99 z kategorią A przyznaną przez Komitet Ewaluacji Jednostek Naukowych (MNiSW). Analiza pod kątem dziedzin i dyscyplin pozwoliła określić, że największa ich liczba prowadzi działalność B+R zakwalifikowaną do dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych (10 jednostek), natomiast w obszarach nauk humanistycznych, społecznych, inżynieryjno-technicznych, medycznych i nauk o zdrowiu, działa ich od 2 do 5. Dominują nauki biologiczne, chemiczne, fizyczne i ekonomiczne (Modrzejewska et al., 2019) (Rysunek 10).

Rysunek 9 Obszary RIS, przykładowe obszary wdrożeniowe oraz technologie wspierające obszar specjalizacji.

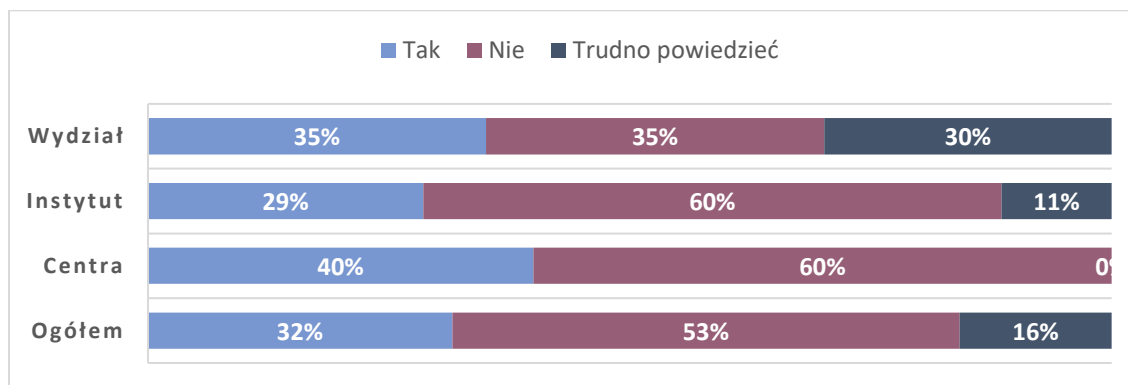
OBSZARY	Przykładowe obszary wdrożenia	Przykładowe technologie wspierające obszar specjalizacji
Bezpieczna żywność, tj. zapewnianie wysokiej jakości produktów rolnospożywczych, bezpiecznych dla konsumentów i dla środowiska	<ul style="list-style-type: none"> • technik upraw i hodowli (rolnictwa precyzyjnego); • nawozów, środków ochrony roślin, pasz, leków weterynaryjnych, maszyn, urządzeń oraz narzędzi dla rolnictwa i przetwórstwa rolnospożywczego; • formulacji produktów spożywczych i doskonalenia procesów technologicznych; • badania jakości produktów rolno-spożywczych; • przechowywania i dystrybucji żywności (w tym opakowania). 	<p>Agritech - technologie dedykowane rolnictwu, zarówno produkcji roślinnej, zwierzęcej do momentu pierwszego przetworzenia.</p> <p>Biotech - technologie wykorzystujące procesy biologiczne na skalę przemysłową.</p> <p>Foodtech - technologie dedykowane produkcji żywności począwszy od pierwszego przetworzenia płodów rolnych.</p> <p>Qualitytech – technologie i rozwiązania stosowane w kontroli jakości.</p>
Inteligentne systemy w przemyśle i infrastrukturze, tj. rozwiązania technologiczne prowadzących do optymalizacji, automatyzacji, adaptacyjności lub autonomizacji oraz zapewniania bezpieczeństwa procesów związanych z funkcjonowaniem przedsiębiorstw i infrastruktury	<ul style="list-style-type: none"> • zarządzania, sterowania i monitorowania procesów technologicznych (np. diagnostyki przedusterkowej i utrzymania ruchu); • zastosowań sztucznej inteligencji i Internetu rzeczy w przemyśle i infrastrukturze (np. w zakresie zarządzania relacjami pomiędzy urządzeniami, maszynami lub obiektami infrastrukturalnymi); • efektywnego gospodarowania zasobami materialnymi i energetycznymi (np. sieci inteligentne, magazynowanie energii); • usprawniania procesów decyzyjnych związanych z funkcjonowaniem przedsiębiorstw; • transformacji gospodarki w kierunku Przemysłu 4.0; • „budynków inteligentnych” i „miast inteligentnych”. 	<p>Budtech - technologie dedykowane budownictwu mieszkaniowemu i przemysłowemu, w tym budynkom inteligentnym.</p> <p>Fotonika - technologie łączące optykę, technologię światłowodową, elektronikę i informatykę w celu opracowywania technik i urządzeń (w tym czujników rozłożonych i sensorów) wykorzystujących promieniowanie elektromagnetyczne (oprócz radiowego) do wykonywania pomiarów oraz przenoszenia i przetwarzania informacji.</p> <p>Hardware - urządzenia elektroniczne i elektrotechniczne, w tym wykorzystujące technologie optyczne.</p> <p>Logistech - technologie dedykowane logistyce i transportowi.</p> <p>Softtech - algorytmy, programy komputerowe, systemy wspomagające zarządzanie, e-usługi.</p> <p>Utrzymanie ruchu - produkty i usługi w zakresie automatyzacji produkcji, diagnostyki przedusterkowej, wykorzystania modelowania predykcyjnego w procesie produkcji.</p> <p>Internet rzeczy – rozwiązania w zakresie autonomicznej wymiany i przetwarzania danych pomiędzy urządzeniami i systemami.</p>
Nowoczesny ekosystem biznesowy, tj. rozwiązania technologiczne, procesy oraz usługi instytucji otoczenia biznesu, które korzystnie wpływają na oddziaływanie	<ul style="list-style-type: none"> • ograniczanie negatywnego wpływu działalności gospodarczej na środowisko (np. poprzez redukcję ilości emitowanych odpadów i zanieczyszczeń, zagospodarowanie odpadów i produktów ubocznych, dążenie do transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym, wykorzystanie odnawialnych źródeł energii); 	<p>Biotech – technologie wykorzystujące procesy biologiczne na skalę przemysłową.</p> <p>Cleantech – rozwiązania przyczyniające się do uzyskiwania założonego efektu przy użyciu mniejszej ilości zasobów, zagospodarowanie odpadów, eliminacja zanieczyszczeń i odpadów w źródłach ich powstawania, recykling i upcykling, materiały biodegradowalne, błękitno-zielona infrastruktura.</p> <p>Designtech – rozwiązania i usługi oparte na działalności kreatywnej, m.in. na wzornictwie przemysłowym.</p>

<p>pomiędzy biznesem a jego otoczeniem</p>	<ul style="list-style-type: none"> • zapewnienie kompleksowej oferty usług rozwojowych (np. świadczonych przez regionalnych animatorów rozwoju gospodarczego lub IOB działające na rzecz rozwoju przedsiębiorczości i innowacyjności), ułatwiających dostęp do kapitału, infrastruktury i zasobów wiedzy niezbędnych do rozwoju i wzrostu aktywności innowacyjnej przedsiębiorstw; • rozwój usług sektora kreatywnego w zakresie działalności twórczej o charakterze użytkowym; • poprawę dostępu do infrastruktury B+R, rozwój oferty prac B+R na potrzeby przedsiębiorców. 	<p>Fintech – technologie wspierające świadczenie usług finansowych i ubezpieczeniowych. Fotowoltaika i inne technologie pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych. Retailtech – technologie wykorzystywane w handlu i usługach. Softtech – algorytmy, programy komputerowe, systemy wspomagające zarządzanie, e-usługi.</p>
<p>Wysoka jakość życia, tj. rozwiązania technologiczne, organizacyjne na rozwój kapitału społ. i ludzkiego, zapewnienie dostępu do zindywidualizowanej medycyny i profilaktyki, włączenie społeczne, przeciwdziałanie negatywnym skutkom polaryzacji rozwojowej regionu, wdrażanie innowacji społecznych</p>	<ul style="list-style-type: none"> • innowacje przyczyniające się do poprawy jakości życia mieszkańców województwa mazowieckiego w zakresie: edukacji, zdrowia, bezpieczeństwa, środowiska pracy, spędzania czasu wolnego. 	<p>Biotech - technologie wykorzystujące procesy biologiczne na skalę przemysłową. Chemtech - technologie przemysłu chemicznego. Edutech - technologie wykorzystywane w edukacji zarówno dzieci i młodzieży jak i osób dorosłych, prowadzonej w różnych formach kształcenia. Securtech - technologie dedykowane poprawie bezpieczeństwa zarówno w miejscu pracy i w oferowanych na rynku produktach. Medtech – leki i technologie medyczne (w tym m.in.: urządzenia, biosensory, sensory elastyczne, elektronika osobista, zaawansowane materiały i nanotechnologie dla celów medycznych i ochrony zdrowia). Healthtech - rozwiązania pozytywnie wpływające na zdrowie ludzi, w tym kosmetyki i suplementy diety, urządzenia sportowe i rehabilitacyjne, testy i urządzenia diagnostyczne; rozwiązania informatyczne w służbie zdrowia.</p>

Źródło: Opracowanie własne DBA CZIITT PW na podstawie Regionalna Strategia Innowacji dla Mazowsza do 2030 roku (RIS) Ramy strategiczne dla regionalnego ekosystemu innowacyjności oraz inteligentna specjalizacja województwa mazowieckiego. Warszawa 2021.

Badanie pozwoliło też określić, na jakim poziomie najczęściej odbywa się współpraca nauka – biznes. Na podstawie danych przedstawionych na Rysunku 11 można dostrzec, że najczęściej współpraca odbywa się przez określone centra badawcze (40%) i wydziały (35%).

Rysunek 10. Odsetek jednostek współpracujących w jakimś obszarze z Miastem w ramach szeroko rozumianej działalności B+R.



Źródło: (Modrzejewska et al., 2019).

Mapowanie umożliwiło identyfikację mazowieckich braków kadrowych w określonych specjalizacjach: chemia (w tym: chemia radiacyjna); fizyka (w tym: fizyka plazmy, fizyka techniczna, technika laserów); biologia (w tym: biologia nowotworów, genetyka, nutrigenomika, biologia molekularna, bioinformatyka); inżynieria biomedyczna; farmaceutyka; parazytologia; elektronika; ergonomia (biomechanika); techniki bezpieczeństwa (techniki rzeczywistości wirtualnej); wibroakustyka; informatyka; mechatronika; inżynieria mechaniczna; inżynieria środowiska; nauki o ziemi; ekotoksykologia; mikrobiologia i pokrewne; psychologia; wyspecjalizowani analitycy (w obszarze nauk społecznych); kognitywistyka (Modrzejewska et al., 2019).

Dodatkowo, wskazano na kilka obszarów problemowych ograniczających współpracę. Głównym problemem jest brak efektywnej komunikacji pomiędzy jednostkami naukowymi, IOB a miastem, ograniczoną liczbę pracowników w jednostkach naukowych dedykowanych współpracy z biznesem oraz administracją oraz trudności w promocji dostępnej oferty B+R. Oznacza to, że potrzebne są narzędzia wspierające przepływ informacji między podmiotami naukowymi i nienaukowymi nt. możliwych form współpracy (Modrzejewska et al., 2019).

Rysunek 11 Obszary badań, w których specjalizuje się m.st. Warszawa.

Dyscyplina	Specjalizacje podane przez jednostki naukowe
ekonomia i finanse	ekonomia przedsiębiorstwa, ekonomia międzynarodowa, finanse publiczne i podatki, finanse i rachunkowość, informatyka i ekonometria, tworzenia narzędzi dla rynku ochrony zdrowia, oceny zmian w gospodarce polskiej, procesów demograficznych, analizy problemów gerontologicznych, oprogramowania wspomagającego zarządzanie, badania nad mobilnością terytorialną (migracje wewnętrzne i zagraniczne)
filozofia, nauki socjologiczne	historia filozofii (antropologia filozoficzna i filozofia kultury), logika, kognitywistyka, filozofia nauki, struktury społeczne, przemiany instytucjonalne, socjologia kultury, metodologia badań socjologicznych
inżynieria materiałowa	projektowanie materiałów, inżynieria powierzchni, biomateriały
literaturoznawstwo	edytorstwo naukowe, badania archiwów, leksykologia i bibliografistyka, humanistyka cyfrowa, semiotyka kultury, komunikacja literacka w okresie PRL, literatura okolicznościowa i użytkowa, badania nad literaturą Zagłady, literatura kobieca i gender studies
matematyka i informatyka	głębia zagadnienia topologii algebraicznej, diagnostyka molekularna, algorytmy ochrony kryptograficznej, algebra i geometria algebraiczna, równania różniczkowe i optymalizacja, układy dynamiczne, podstawy i filozofia matematyki, analiza funkcjonalna, geometria różniczkowa, fizyka matematyczna, teoria liczb, analiza numeryczna, statystyka, rachunek prawdopodobieństwa z zastosowaniami, topologia
nauki biologiczne	genetyka molekularna bakterii i drożdży, mutageneza i reperacja DNA, biologia molekularna roślin, biologia strukturalna oraz bioinformatyka, neurobiologia, neurofizjologia biologia i biochemia komórkowa, biologia molekularna – realizowane prace często mają charakter interdyscyplinarny, biologia molekularna i komórkowa, neurobiologia, biologia nowotworów, biologia strukturalna, bioinformatyka, homeostaza żelaza, genomika rozwoju, procesy starzenia oraz neurodegeneracja
nauki chemiczne	chemia materiałów, kataliza, analityka chemiczna, konwersja i akumulacja energii, chemia metaloorganiczna, technologia i przetwórstwo tworzyw sztucznych, chemia fizyczna, układy mikroprzepływowe, fizykochemia materii miękkiej, fotochemia i spektroskopia, technologie laserowe, czujniki, elektrochemia, nowe źródła energii, fizykochemia układów biologicznych, fizykochemia procesów zachodzących w oku, fizykochemia (nano)materiałów, nanotechnologia
nauki fizyczne	nanotechnologia, fotonika, optyka kwantowa, biotechnologia, bioinżynieria, fizyka subatomowa (fizyka cząstek elementarnych i jądrowa, fizyka plazmy gorącej itp.), stosowanie metod fizyki jądrowej i rozwijanie technologii jądrowych oraz produkcja m.in. radiofarmaceutyków
nauki medyczne	kardiologia, kardiochirurgia, transplantologia, pediatria
nauki o sztuce	badania nad sztuką (sztuki plastyczne, architektura, muzyka, film, teatr) z wykorzystaniem metod humanistyki cyfrowej
nauki o Ziemi i środowisku	sejsmologia, sejsmiczne badania litosfery, geomagnetyzm, obrazowanie geofizyczne, fizyka atmosfery, hydrologia i hydrodynamika oraz badania polarne
psychologia	psychologia, kognitywistyka

Źródło: (Modrzejewska et al., 2019).

2.3. Kontekst krajowy

Jako punkt odniesienia dla wiodących obszarów prac B+R na poziomie krajowym przyjęto *Krajowe Inteligentne Specjalizacje* (Rysunek 12). Zgodnie z założeniami, KIS określają priorytety gospodarcze w obszarze, prac B+R oraz innowacji, co ma wzmacniać transformację gospodarki w stronę nowoczesnej, opartej na nowoczesnych technologiach, rozwiązaniach organizacyjnych i efektywnym wykorzystaniu zasobów. Działania w ramach *krajowych inteligentnych specjalizacji* są na bieżąco monitorowane a sam katalog KIS został opracowany w wyniku badań i analiz we współpracy z partnerami społeczno-gospodarczymi.

Rysunek 12 Obszary KIS.

Obszar	Krajowa Inteligentna Specjalizacja
zdrowe społeczeństwo	KIS 1. Zdrowe społeczeństwo
biogospodarka rolno-spożywcza, leśno-drzewna i środowiskowa	KIS 2. Innowacyjne technologie, procesy i produkty sektora rolno-spożywczego i leśno-drzewnego KIS 3. Biotechnologiczne i chemiczne procesy, bioprodukty i produkty chemii specjalistycznej oraz inżynierii środowiska
zrównoważona energetyka	KIS 4. Wysokosprawne, niskoemisyjne i zintegrowane układy wytwarzania, magazynowania, przesyłu i dystrybucji energii KIS 5. Inteligentne i energooszczędne budownictwo KIS 6. Rozwiązania transportowe przyjazne środowisku
gospodarka o obiegu zamkniętym - woda, surowce kopalne, odpady	KIS 7. Gospodarka o obiegu zamkniętym - woda, surowce kopalne, odpady
innowacyjne technologie i procesy przemysłowe (w ujęciu horyzontalnym)	KIS 8. Wielofunkcyjne materiały i kompozyty o zaawansowanych właściwościach, w tym nanoprocesy i nanoprodukty KIS 9. Elektronika i fotonika KIS 10. Inteligentne sieci i technologie informacyjno-komunikacyjne oraz geoinformacyjne KIS 11. Automatyzacja i robotyka procesów technologicznych KIS 12. Inteligentne technologie kreatywne KIS 13. Innowacyjne technologie morskie w zakresie specjalistycznych jednostek pływających, konstrukcji morskich i przybrzeżnych oraz logistyki opartej o transport morski i śródlądowy

Źródło: Opracowanie własne DBA CZiITT PW na podstawie <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/krajowe-inteligentne-specjalizacje>.

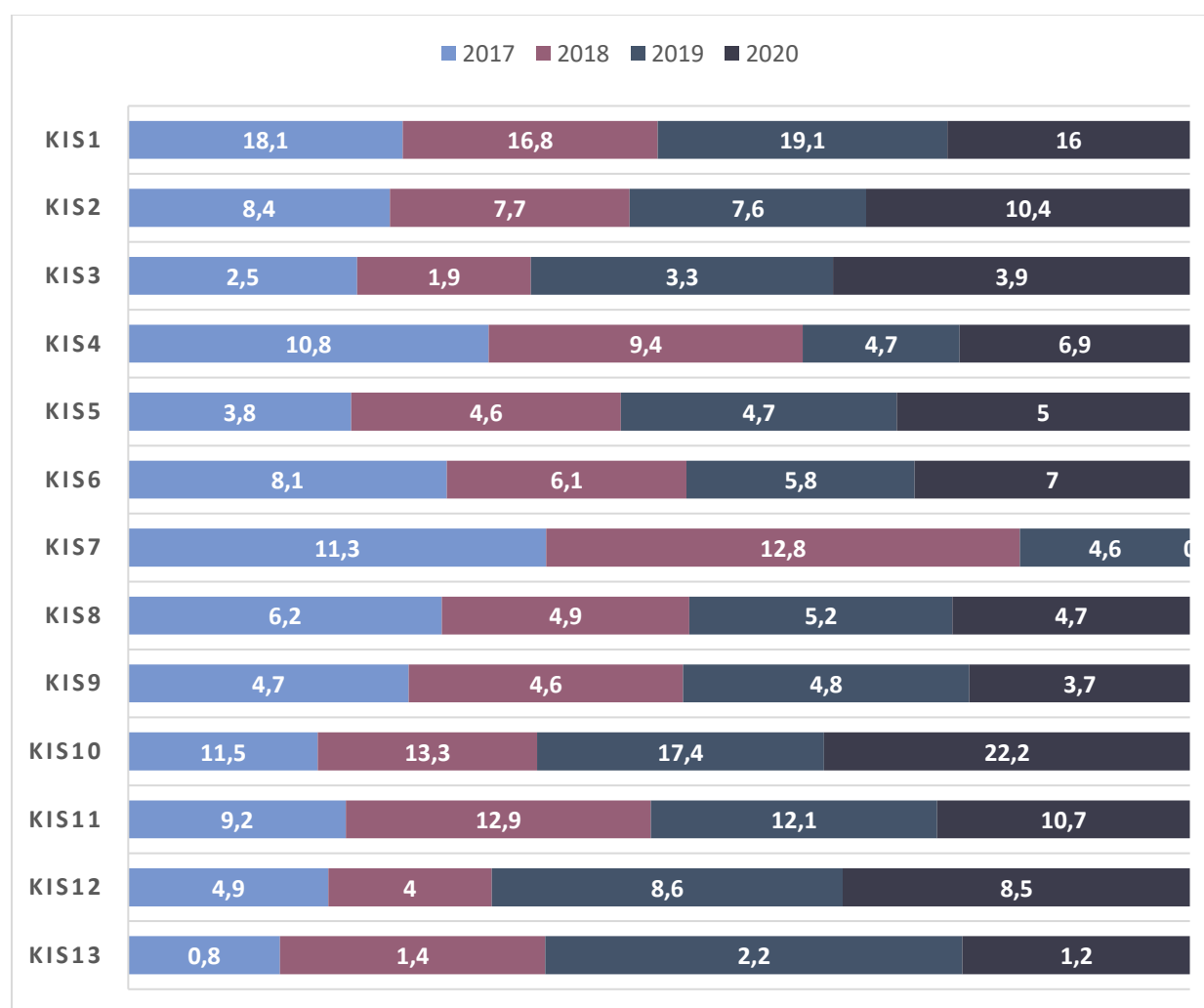
W raporcie *Aktywność technologiczną, innowacyjną i biznesową przedsiębiorstw działających w ramach krajowych inteligentnych specjalizacji* (Ministerstwo Rozwoju, 2020) można zapoznać się ze specyfiką działań oraz wyzwaniem, z jakimi zmierzają się przedsiębiorstwa innowacyjne, realizując prace B+R wpisujące się w KIS. Zwykle są to podmioty samodzielne technologiczne, tj. pracują na technologii

wytworzonej lub rozwijanej w przedsiębiorstwie. Wśród badanych, 23,3% nabyło technologie od uczelni, decydowały się na to głównie największe przedsiębiorstwa (Ministerstwo Rozwoju, 2020, s. 20).

Firmy zwykle korzystają z własnej infrastruktury badawczej, natomiast w przypadku jej braku, zlecają uczelni prace B+R w całości lub we fragmentach (Ministerstwo Rozwoju, 2020, s. 65). Współpraca z uczelnią wiąże się z wyzwaniem dot. specyfiki organizacji, objawiającej się różnym trybem pracy, procedurami IP oraz komunikacji (Ministerstwo Rozwoju, 2020, s. 138). W raporcie wskazano również, że *wspieranie rozwoju badań naukowych ukierunkowanych na potrzeby przedsiębiorstw (w tym oferty uczelni), budowanie i zacieśnianie współpracy pomiędzy różnymi środowiskami (przede wszystkim biznesem i nauką)* wliczają się do szeregu wyzwań niezbędnych dla dalszego wzrostu innowacyjności przedsiębiorstw (Ministerstwo Rozwoju, 2020, s. 20).

Poniżej przedstawienie udziału poszczególnych KIS w liczbie wniosków, które otrzymały dofinansowanie w określonych latach (Rysunek 13).

Rysunek 13 Udział specjalizacji w liczbie wniosków, które uzyskały dofinansowanie (%).



Źródło: Opracowanie własne DBA CZiITT PW na podstawie <https://smartradar.smart.gov.pl/>.

O wiodących kierunkach badawczych najczęściej można dowiedzieć się z raportów sektorowych. Przykładowo, w raporcie *Invest in Digital Poland*, przedstawiono wiodące trendy z obszaru technologii cyfrowych: sztuczna inteligencja; komputery kwantowe; drony; projektowanie gier i e-sport; eCommerce; technologie dla edukacji (EdTech); zdrowia (eHealth, MedTech); sektora finansów (FinTech, InsurTech, LendTech); mobilności (smart / electro mobility); a także wyróżniono fotonikę i ICT¹.

Z kolei w raportach dot. sektora energetycznego, np. *Energia (od)nowa* (2021) wskazano na wiodące obszar rozwoju w Polsce, jakim jest energetyka wiatrowa (morska) i zasygnalizowano wzrastające znaczenie wodoru jako wsparcia w procesie transformacji trudnych do dekarbonizacji sektorów (np. transport, przemysł hutniczy, produkcja nawozów)².

Wskazówką o wiodących obszarach badawczych mogą być nie tylko raporty i analizy, ale i decyzje strategiczne dużych przedsiębiorstw, które redefiniują swoją działalność w oparciu o pojawiające się nowe technologie oraz zmieniającą się sytuację na rynku. Przykładowo, Grupa Orlen opisuje swoją wizję strategiczną w perspektywie 2030 r., skupiającą się na transformacji w koncern multienergetyczny, Obecne portfolio jest poszerzone o perspektywiczne obszary działalności, tj.: odnawialne źródła energii; nową mobilność; recykling i biopaliwa; wodór a w konsekwencji nowe formaty i usługi³ (tj. rozwój biopaliw i paliw alternatywnych, np. wodór; rozwój w obszarze recyklingu oraz OZE a także magazynowania energii).

¹ *INVEST IN DIGITAL POLAND 2021*. DigitalPoland Foundation.

² Raport *Energia (od)nowa (2021)* opracowany przez ILF Consulting Engineers.

³ <https://raportzintegrowany2020.orklen.pl/nasza-strategia/strategiczne-kierunki-rozwoju-segmentow-biznesowych/>

2.4. Kontekst międzynarodowy

W rezolucji przyjętej w 2015 roku, określanej jako Agenda 2030, ONZ przyjęło 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju, które choć dotyczą stanu społeczeństwa, gospodarki i środowiska, są nieodłącznie powiązane z technologiami oraz działaniami B+R, które mogą pomóc te cele osiągać. Cele odnoszą się do zwalczania głodu, ubóstwa, zapewniania dobrej jakości zdrowia i życia, warunków sanitarnych, edukacji, równości, sprawiedliwości. Wskazano na czystą energię, zrównoważone miasta i społeczności a także działania na rzecz klimatu (osobno wyróżniono dbałość o ląd i wodę), rozwoju innowacyjności, przemysłu i infrastruktury. To dość szeroki katalog, w którym użyteczne będą badania praktycznie z każdej dyscypliny naukowej (Rysunek 14).

Rysunek 14 Cele zrównoważonego rozwoju ONZ.



Źródło: <http://www.un.org/pl/>

W Europie, oczywistym punktem odniesienia są główne ramy strategiczne projektów unijnych, które również posługują się raczej nomenklaturą obszarów, niż dyscyplin. W dokumentach u podstaw finansowania programów B+R w UE w perspektywie finansowej 2020 oraz jej rozszerzeniu na lata 2020-2024 wskazano na zagadnienia kluczowe dla rozwoju europejskiej gospodarki i społeczeństwa.

Program ramowy UE w zakresie badań naukowych i innowacji *Horyzont 2020*, w zakresie określonym jako wiodąca pozycja w przemyśle, wskazuje na rozwój przełomowych technologii, które wzmacniają innowacje we wszystkich sektorach, a szczególnie w **informacyjno-komunikacyjnych (ICT)** i **kosmicznych**. Z kolei w zakresie wyzwań społecznych, UE zdefiniowała siedem wyzwań priorytetowych, w ramach których ukierunkowane **inwestycje w badania naukowe i innowacje mogą przynieść realne korzyści społeczeństwu**. Podobnie w kolejnej perspektywie finansowej, w której ponownie odwołano się do najaktualniejszych wyzwań społecznych (Rysunek 15).

Rysunek 15 Wiodące obszary premiowane w programach finansowanych w UE.

Horyzont 2020	Horyzont Europa
<ul style="list-style-type: none">• Zdrowie, zmiany demograficzne i dobrostan• Bezpieczeństwo żywnościowe, zrównoważone rolnictwo i leśnictwo, badania mórz i wód śródlądowych oraz biogospodarka• Bezpieczna, czysta i efektywna energia• Inteligentny, ekologiczny i zintegrowany transport• Działania w dziedzinie klimatu, środowisko, efektywna gospodarka zasobami i surowce• Europa w zmieniającym się świecie – integracyjne, innowacyjne i refleksyjne społeczeństwa• Bezpieczne społeczeństwa – ochrona wolności i bezpieczeństwa Europy i jej obywateli	<ul style="list-style-type: none">• Zdrowie• Kultura, kreatywność i społeczeństwo inkluzywne• Bezpieczeństwo cywilne dla społeczeństwa• Cyfryzacja, przemysł i przestrzeń kosmiczna• Klimat, energia i mobilność• Żywność, biogospodarka, zasoby naturalne, rolnictwo i środowisko

Źródło: Opracowanie własne DBA CZłITT PW na podstawie (The European Commission, 2014) (European Commission, 2020)

Zarówno analizy naukowe, jak i konsultingowe wskazują na wiodące obszary rozwoju B+R. Wyniki badań, choć prowadzonych z perspektywy kadr i rynku pracy, warto jest zestawić z wiodącymi dyscyplinami naukowymi, ponieważ przewidywania dotyczące tego, jacy specjaliści będą najbardziej potrzebni na rynku pracy jest wskazówką dotyczącą rozwoju danego obszaru prac naukowo-badawczych. Przykładowo, w raporcie *Future of Skills. Employment in 2030*, wśród najbardziej perspektywicznych branż, które zdominują rynek pracy w przyszłości są: **technologie; nauki ścisłe; nauki przyrodnicze i medyczne; języki obce; edukacja** – należy się zatem spodziewać, że pozycja absolwentów studiów technicznych na rynku będzie stale rosła (Bakhshi, Downing, Osborne, & Schneider, 2017).

Analiza Światowego Forum Ekonomicznego *Future of Jobs 2020* wskazuje, że wiodące technologie obejmują: **drukowanie i modelowanie 3D i 4D; sztuczną inteligencję; rzeczywistość rozszerzoną i wirtualną; analitykę Big Data; biotechnologię; chmurę obliczeniową; technologię rozproszonego rejestru; handel elektroniczny i handel cyfrowy; szyfrowanie i cyberbezpieczeństwo; internet połączonych urządzeń; nowe materiały; magazynowanie i wytwarzanie energii; obliczenia kwantowe; roboty humanoidy i roboty niehumanoidalne; przetwarzanie tekstu, obrazu i głosu**. Na podmioty z sektora edukacji będą miały największy wpływ takie technologie jak: analityka big data i rozwiązania chmurowe, które wraz z cyberbezpieczeństwem i Internetem rzeczy należą do najsilniej oddziałujących na wszystkie branże w skali światowej (Zahidi, Ratcheva, Hingel, & Brown, 2020, s.28).

W rozwoju technologicznym kluczowe jest partnerstwo człowiek-maszyna, które wzmacnia efektywność wykorzystując niepowtarzalne cechy jednostki i możliwości automatyzacji pracy (Dell Technologies & Institute for the Future, 2017, s. 7).

Rysunek 16. Technologie i rozwiązania, od których oczekuje się największego wpływu na organizację.

Analityka danych, dostępność i analiza danych w czasie rzeczywistym (EMI), zaawansowane algorytmy decyzyjne, big data (duże, zróżnicowane zbiory danych)	Autonomiczne pojazdy i roboty mobilne, stosowane do transportu obiektów w obrębie zakładu i zarządzania ruchem pojazdów nadzorowane przez nadrzędny system sterowania	Blockchain: technologia rozproszonych rejestrów przechowujących informacje o transakcjach
Chmura obliczeniowa: rozproszone struktury obliczeniowe i przetwarzania danych, dyski sieciowe, systemy analityczne w chmurze	Cyberbezpieczeństwo: wdrażanie środków bezpieczeństwa, minimalizacja zagrożeń, metodyka projektowania systemów, bezpieczna architektura systemów	Cyfrowy bliźniak i digitalizacja produkcji: możliwość tworzenia wirtualnych reprezentacji systemów fizycznych i ich symulacji
Druk addytywny (druk 3D): możliwość szybkiego prototypowania, szybkie wytwarzanie części zamiennych	Geolokalizacja: wykorzystanie GPS lub adresu IP do określenia położenia geograficznego	Inteligentne czujniki, RFID (Radio-frequency Identification): możliwość przechowywania danych i komunikacji z systemami, również między produktami / maszynami
Inteligentne produkty wyposażone w układy do monitorowania własnego stanu oraz interakcji z otoczeniem (np. dane dotyczące parametrów i bieżącego stanu)	Inteligentne sieci dostaw: systemy wspierające zarządzanie procesami logistycznymi, transparentne zasoby magazynów (MES, WMS, SCM) i przepływów	Interfejsy mobilne: wielofunkcyjne wyposażenie zwiększające mobilność pracowników produkcji i utrzymania ruchu, możliwość bieżącego wglądu w dane produkcyjne
Nowoczesne materiały: nowe struktury materiałów, nanomateriały, materiały inteligentne, zintegrowana, obliczeniowa inżynieria materiałowa	Przemysłowy Internet Rzeczy: komunikacja z rozproszonymi czujnikami, urządzeniami w sieci	Responsywne wytwarzanie i personalizacja produktu: proces produkcyjny elastycznie reaguje na zmiany wytycznych, monitoring przebiegu produkcji (MES)
Roboty współpracujące (cobots): nowa generacja robotów umożliwiających współpracę z człowiekiem bez wygradzeń ochronnych	Systemy cyber-fizyczne: systemy mechatroniczne i informatyczne wyposażone w globalną łączność (maszyny połączone), autonomiczne systemy decyzyjne	Sztuczna inteligencja (AI): zbiór technologii dot. rozwiązywania problemów, m.in. algorytmy decyzyjne i systemy uczenia się
Utrzymanie ruchu i działania prewencyjne w parku maszynowym: algorytmy przewidujące awarie, zdalne systemy wsparcia, systemy zarządzające utrzymaniem ruchu (CMMS, EAM)		Wirtualna i rozszerzona rzeczywistość (VR / AR): możliwość wspierania szkoleń pracowników przez użycie symulacji

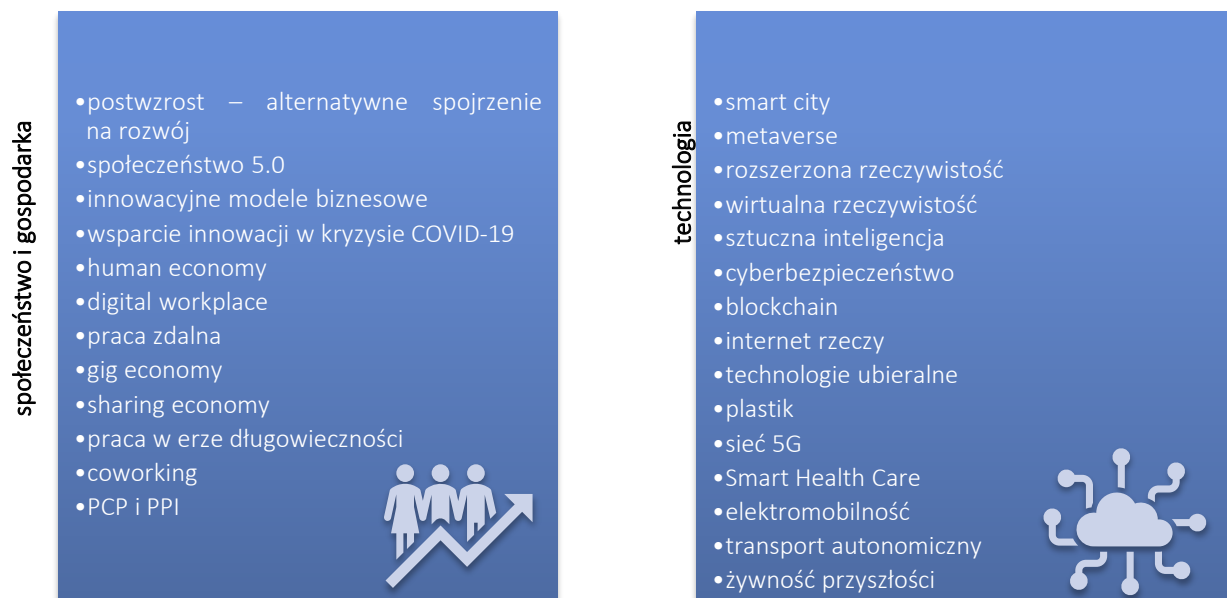
Źródło: (Wycisk & Matysiak, 2021b)

W raporcie DBA CZIITT PW opracowanym dla Politechniki Warszawskiej *Identyfikacja potrzeb innowacyjnych podmiotów gospodarczych* zauważono, że *żadna z technologii określanych jako wiodąca nie ma prymatu istotności, a zasadność jej wprowadzenia i rozwoju zależy wyłącznie od kontekstu danego przedsiębiorstwa (branża, rynki, oczekiwania odbiorców)* (Wycisk & Matysiak, 2021b).

Analiza programów kształcenia w zakresie dyscyplin pokrewnych przemysłowi 4.0 pokazała, że wiodącymi obszarami kształcenia inżynierskiego powinny być takie obszary jak: **nauka o danych i zaawansowane analizy (duże zbiory danych); zaawansowana symulacja i wirtualne modelowanie zakładu; transmisja danych i sieci i automatyzacja systemu; nowatorskie interfejsy człowiek-maszyna; technologie transferu cyfrowo-fizycznego, takie jak druk 3D; zintegrowane systemy kontroli / zarządzania jakością produktów i procesów w pętli zamkniętej; systemy optymalizacji zapasów i logistyki w czasie rzeczywistym; infrastruktura demonstracyjna do nauczania i uczenia się** (Sackey & Bester, 2016).

W **analizie zapotrzebowania na kompetencje w gospodarce w kontekście krajowym** wskazano, że: *na rynek pracy oraz potrzeby kompetencyjne pracodawców coraz silniej wpływać będą trzy mega-trendy, tj.: (1) globalizacja, (2) postęp technologiczny, (3) zmiany demograficzne*. Może to oznaczać wzrost istotności w przypadku większości stanowisk specjalistycznych (dotyczy grup kompetencji transferowalnych do innych ról zawodowych, np. cyfrowe, transdyscyplinarne, umiejętności współpracy na linii człowiek-maszyna/komputer, umiejętności korzystania z technologii oraz przede wszystkim: wykorzystywania danych (w projektowaniu, decyzjach), kompetencji specjalistycznych i wysokospecjalistycznych z pogranicza kilku dziedzin, tj. interdyscyplinarne) (Jelonek, 2019, s. 6).

Rysunek 17 Trendy omawiane w Monitoringu trendów w innowacyjności PARP.



Źródło: Opracowanie własne DBA CZIITT PW na podstawie <https://pfr.pl/edukacja/baza-wiedzy/monitoring-trendow-w-innowacyjnosci.html>

Od 2017 PARP prowadzi **monitoring trendów w innowacyjności**, tj. określonych zjawisk technologicznych, społecznych, politycznych czy gospodarczych, które mogą mieć wpływ na rozwój innowacyjnych rozwiązań, wzrost przedsiębiorstw, a także poprawę jakości życia społeczeństw. W raportach od 2017 do 2022 omówiono szereg tematów z zakresu zmian społecznych i gospodarczych oraz wiodących technologii (por. Rysunek 17).

Dzięki metodyce badań *foresightowych* możliwe jest spojrzenie w przyszłość. Wnikliwa analiza obecnych, kluczowych i pojawiających się trendów pozwala określić **wiodące kierunki, które mogą okazać się istotne dla działań B+R**. W Mapie trendów *InFuture Institute* (2022) przedstawiono trendy i megatrendy ważne w najbliższej perspektywie czasowej (do 5 lat) i długoterminowej (powyżej 20 lat) (por. Rysunek 18).

Rysunek 18 Wybrane trendy z 54 opisanych na Mapie trendów *InFuture Institute* (2022).



Źródło: Opracowanie własne DBA CZIITT PW na podstawie <https://infuture.institute/mapa-trendow/>

3. Bieżące kierunki prac w PW

W ramach badania, do każdej jednostki organizacyjnej PW przesłano prośbę o przygotowanie opisu oferty badawczej, którą dana jednostka w ramach swoich zespołów dysponuje i którą można posłużyć się w promocji możliwości badawczych PW. Każdy zespół dookreślił swoją przynależność dziedzinową i dyscyplinarną, wskazując na jedną dyscyplinę lub więcej, zgodnie z przyjętą nomenklaturą klasyfikacji dziedzin i dyscyplin MNiSW. Praktyka pokazała, że w dziedzinach nauk inżynieryjno-technicznych oraz ścisłych i przyrodniczych często stosowano nazwy dyscyplin, natomiast w przypadku dziedziny nauk społecznych czasem stosowano poziom dyscypliny (nauki prawne, nauki o zarządzaniu i jakości) a czasem stosowano określenie dziedzinowe (nauki społeczne).

Pierwsza edycja badania (2020) **pozwołała określić 129 zespołów badawczych występujących w ramach PW, na które składają się 94 zespoły reprezentujące jedną lub dwie dyscypliny oraz 35 zespołów określających się jako interdyscyplinarne.**

Spośród dyscyplin podanych jako pierwsze, dominuje: automatyka, elektronika i elektrotechnika (ponad 20 zespołów) oraz informatyka techniczna i telekomunikacja (20 zespołów), kolejno inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka (10 zespołów) i inżynieria lądowa i transport (9 zespołów). W dalszej kolejności odnotowano dyscypliny: nauki chemiczne, inżynieria chemiczna, nauki społeczne, inżynieria biomedyczna, filozofia, inżynieria mechaniczna, nauki prawne, nauki o zarządzaniu i jakości oraz inżynieria materiałowa. Inżynieria materiałowa stanowi dobry przykład dyscypliny występującej w PW w ramach zespołów interdyscyplinarnych, jako współwystępująca w badaniach – choć nominalnie przypisana osobno jako wiodąca tylko do jednego zespołu, faktycznie występuje również w 7 innych zespołach, wymieniana czasem na drugim, czasem na trzecim miejscu.

Najwięcej Zespołów badawczych odnotowano na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych, następnie na Wydziale Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska oraz Wydziale Elektrycznym, po czym kolejno na: Wydziale Chemicznym, Wydziale Administracji i Nauk Społecznych, Wydziale Geodezji i Kartografii, Wydziale Inżynierii Chemicznej i Procesowej, Wydziale Transportu, Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa, Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych, Wydziale Zarządzania, Wydziale Fizyki, Wydziale Inżynierii Materiałowej, Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa. Odnotowano również Zespoły w ośrodkach badawczych Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii PW oraz CEZAMAT.

Druga edycja badania (2021) pozwoliła stwierdzić, że faktyczna liczba Zespołów badawczych w PW jest znacznie większa: przedstawiono łącznie 295 zespołów, z czego 184 przypisanych do jednej wiodącej dyscypliny oraz 110 interdyscyplinarnych.

Jeżeli przyjrzeć się zespołom przypisanym do jednej dyscypliny to dominują: inżynieria lądowa i transport (30 zespołów), informatyka techniczna i telekomunikacja (27 zespołów), automatyka, elektronika i elektrotechnika (25 zespołów), inżynieria mechaniczna (27 zespołów), inżynieria materiałowa (25 zespołów) oraz inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka (17 zespołów). Szczegółowe przedstawienie dyscyplin w I i II edycji badania zawarto na Rysunku 19.

Najwięcej zespołów przypisanych do jednej dyscypliny odnotowano na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych (34 zespoły), Inżynierii Materiałowej (25 Zespołów), Inżynierii Lądowej (16 zespołów), Elektrycznym (13 zespołów), a także Mechanicznym, Energetyki i Lotnictwa (12 zespołów).

Analiza klasyfikacji zespołów pozwala dostrzec, że porządek dyscyplin i wydziałów jest rozbieżny: jedna dyscyplina bywa przedmiotem badań na kilku wydziałach, często przedmiot badań danego zespołu kwalifikuje się do kilku dyscyplin, co wpływa też na liczbę zaangażowanych wydziałów. Szczegółowe przedstawienie przyporządkowania dyscyplin do wydziałów w II edycji badania zawarto na Rysunku 20.

Rysunek 19 Zespoły badawcze PW według dyscyplin - pierwsza (2020) i druga (2021) edycja badania.

Dyscyplina	I edycja	II edycja
ARCHITEKTURA I URBANISTYKA	0	4
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA	22	25
EKONOMIA I FINANSE	0	1
FILOZOFIA	3	1
INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA	20	27
INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA	4	5
INŻYNIERIA CHEMICZNA	5	6
INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT	9	30
INŻYNIERIA MATERIAŁOWA	1	25
INŻYNIERIA MECHANICZNA	3	25
INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA	10	17
NAUKI CHEMICZNE	7	5
NAUKI FIZYCZNE	0	6
NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI	2	5
NAUKI PRAWNE	3	1
NAUKI SPOŁECZNE	5	1
w sumie zespoły przypisane do 1 dyscypliny	94	184
zespoły interdyscyplinarne	35	110
w sumie wszystkie zespoły	129	294

Źródło: Opracowanie własne DBA CZIITT PW.

Rysunek 20 Zespoły badawcze PW przypisane do jednej dyscypliny - druga (2021) edycja badania.

Dyscyplina	Wydział	Liczba zespołów	Suma (wydział)
ARCHITEKTURA I URBANISTYKA	Architektury	4	4
	Elektroniki i Technik Informatycznych	11	25

AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA	Elektryczny	11	
	Mechatroniki	3	
EKONOMIA I FINANSE	Kolegium Nauk Ekonomicznych i Społecznych	1	1
FILOZOFIA	Administracji i Nauk Społecznych	1	1
INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA	Elektroniki i Technik Informatycznych	21	27
	Elektryczny	1	
	Matematyki i Nauk Informatycznych	5	
INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA	Elektroniki i Technik Informatycznych	2	5
	Elektryczny	1	
	Mechatroniki	2	
INŻYNIERIA CHEMICZNA	Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii	3	6
	Inżynierii Chemicznej i Procesowej	3	
INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT	Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii	1	30
	Geodezji i Kartografii	3	
	Inżynierii Lądowej	16	
	Transportu	10	
INŻYNIERIA MATERIAŁOWA	Inżynierii Materiałowej	25	25
INŻYNIERIA MECHANICZNA	Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii	1	25
	Inżynierii Produkcji	6	
	Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa	6	
	Mechatroniki	3	
	Samochodów i Maszyn Roboczych	9	
INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA	Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska	11	17
	Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa	6	
NAUKI CHEMICZNE	Chemiczny	5	5
NAUKI FIZYCZNE	Fizyki	6	6
NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI	Kolegium Nauk Ekonomicznych i Społecznych	1	5
	Zarządzania	4	
NAUKI PRAWNE	Administracji i Nauk Społecznych	1	1
NAUKI SPOŁECZNE	CZiITT	1	1

Źródło: Opracowanie własne DBA CZiITT PW.

W 2021 odnotowano 110 zespołów interdyscyplinarnych, które przyporządkowywano do dwóch i więcej dyscyplin. Aż 73 zespoły przypisano do dwóch dyscyplin, 28 do trzech dyscyplin i pięć zespołów do 4 dyscyplin. Odnotowano pojedyncze zespoły przypisane do pięciu, siedmiu i dziewięciu dyscyplin. Wiodące dyscypliny w PW to AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA (63 odwołań), INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT (60 odwołań), INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA (58 odwołań), INŻYNIERIA MECHANICZNA (53 odwołań), INŻYNIERIA MATERIAŁOWA (51 odwołań), INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA (39 odwołań) oraz INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA (36 odwołań).

Rysunek 21 Liczba zespołów, które realizuje prace badawcze w danej dyscyplinie- druga (2021) edycja badania.

Dyscypliny w PW	Liczba zespołów, które realizuje prace badawcze w danej dyscyplinie (w tym interdyscyplinarne)
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA	63
INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT	60
INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA	58
INŻYNIERIA MECHANICZNA	53
INŻYNIERIA MATERIAŁOWA	51
INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA	39
INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA	36
NAUKI CHEMICZNE	21
NAUKI FIZYCZNE	20
INŻYNIERIA CHEMICZNA	17
NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI	12
ARCHITEKTURA I URBANISTYKA	8
EKONOMIA I FINANSE	7
NAUKI SPOŁECZNE	7
NAUKI PRAWNE	6
FILOZOFIA	4

Źródło: Opracowanie własne DBA CZIITT PW.

Bardzo ważną informacją jest określenie najczęściej współwystępujących dyscyplin. W wyniku analizy zespołów interdyscyplinarnych opracowano zestawienie współwystępowania, gdzie można dostrzec współpracę w ramach par:

- a) AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA oraz INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA;
- b) AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA oraz INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA;
- c) AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA oraz INŻYNIERIA MATERIAŁOWA;
- d) AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA oraz NAUKI FIZYCZNE;
- e) INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA oraz INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA;
- f) INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA oraz INŻYNIERIA MATERIAŁOWA;
- g) INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA oraz NAUKI CHEMICZNE;

- h) INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT oraz INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA;
- i) INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT oraz INŻYNIERIA MECHANICZNA;
- j) INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA oraz INŻYNIERIA MECHANICZNA.

W zestawieniu widać również zaangażowanie nauk społecznych (EKONOMIA I FINANSE, NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI, NAUKI PRAWNE) oraz humanistycznych (FILOZOFIA), które uczestniczą w pracach badawczych większości dyscyplin. Przykładowo, NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI współpracują z 10 dyscyplinami w 20 zespołach a NAUKI SPOŁECZNE z 8 dyscyplinami w 14 zespołach (Rysunek 22).

Rysunek 22 Najczęściej współwystępujące dyscypliny

	ARCHITEKTURA I URBANISTYKA	AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA	EKONOMIA I FINANSE	FILOZOFIA	INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA	INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA	INŻYNIERIA CHEMICZNA	INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT	INŻYNIERIA MATERIAŁOWA	INŻYNIERIA MECHANICZNA	INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA	NAUKI CHEMICZNE	NAUKI FIZYCZNE	NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI	NAUKI PRAWNE	NAUKI SPOŁECZNE
ARCHITEKTURA I URBANISTYKA	1							4							1	6
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA		19			13	1	4	10	7	2	3	9	1			69
EKONOMIA I FINANSE	1		1	2			2						1	1	2	4
FILOZOFIA			1	2									1	1	1	7
INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA		19	2	2	11	1	4	2	2	1	1	3	3	2	2	55
INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA		13			11	2	2	11	7	2	10			1		59
INŻYNIERIA CHEMICZNA		1		1	2	4	4	4	6	3	3			1		25
INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT	4	4	2	4	2	4	4	10	13				1	3	1	53
INŻYNIERIA MATERIAŁOWA		10		2	11	4	4	8	3	6		2	1			51
INŻYNIERIA MECHANICZNA		7		2	7	6	10	8	8					3	1	52
INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA		2		1	2	3	13	3	8					1		33
NAUKI CHEMICZNE		3		1	10	3		6				3				26
NAUKI FIZYCZNE		9	1	1	3		1	2			3					21
NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI		1	1	1	3	1	3	1	3	1				2	2	20
NAUKI PRAWNE	1		2	1	2			1						2	2	11
NAUKI SPOŁECZNE			4	1	2		1		1			1	2	2		14
	6	69	14	7	55	59	25	53	51	52	33	26	21	20	11	14

Źródło: Opracowanie własne DBA CZIITT PW.

4. Zmapowanie oferty B+R PW

Głównym rezultatem badania jest zestawienie pozwalające szybko zidentyfikować powiązania Wydział – Zespół – dyscyplina – kontekst strategiczny – priorytetowe obszary badawcze.

4.1. Format i użyteczność bazy

Gromadzenie, monitorowanie i stała aktualizacja danych odbywa się przy użyciu formularza elektronicznego w programie MS Excel, dostępnego [TUTAJ](#).

Mapowanie Zespołów badawczych w PW sformułowano w matrycę xls wg wzoru przedstawionego na Rysunku 23. Do każdego Zespołu przypisano dane lokalizacyjne (Wydział) oraz dane dotyczące realizowanej dyscypliny (przyporządkowanie w ofercie B+R PW) z dookreśleniem dla zespołów interdyscyplinarnych. Do zestawienia dodano przyporządkowanie wg filaru strategii oraz POB.

Rysunek 23 Mapowanie Zespołów badawczych w PW.

Zespół	Wydział	Dyscyplina (przyporządkowanie w ofercie B+R)	Interdyscyplinar ność zespołu	Filar strategii	POB
...					

Źródło: Opracowanie własne DBA CZIITT PW.

Określenie posiadanego potencjału badawczego jest istotne w kontekście modyfikacji programów kształcenia realizowanych na uczelni badawczej. Użyteczność narzędzia na potrzeby kształcenia przejawia się w możliwości:

- określenia powiązań między wiodącymi obszarami badawczymi wg różnych porządków (strategia, POB, dziedziny nauki, dyscypliny nauki),
- szybkiego odfiltrowanie zespołów badawczych, z którymi można nawiązać współpracę w zakresie praktyk, staży, współpracy z pracodawcami, doskonalenia kadry akademickiej,
- określenia najczęściej współwystępujących połączeń dyscyplinarnych (np. *Ze specjalistami jakich dyscyplin absolwenci danego kierunku współpracują najczęściej?*),
- określenia specyfiki wiodących zespołów interdyscyplinarnych (np. odpowiedź na pytanie: *W jakich zespołach interdyscyplinarnych absolwenci danego kierunku współpracują najczęściej?*).

Docelowo bazę można poszerzać w sposób umożliwiający szybkie odfiltrowanie zespołów posiadających określoną infrastrukturę, doświadczenie projektowe i kontakty wśród pracodawców (wyszukiwarka).

4.2. Przedmiot prac B+R w Politechnice Warszawskiej

Prace badawcze opisano z **użyciem 4335 słów kluczowych, z czego 1290 unikatowych terminów**, 614 słów kluczowych występujących w dwóch zespołach i 237 terminów definiujących prace w trzech zespołach. Wśród najpopularniejszych słów kluczowych wynotowano: UCZENIE MASZYNOWE, SZTUCZNA INTELIGENCJA, BIOMATERIAŁY, BIG DATA, SYSTEMY PODAWANIA LEKÓW, DRUK 3D, FOTONIKĘ, FOTOWOLTAIKĘ, OCENĘ RYZYKA I ODDZIAŁYWANIA BIOLOGICZNE.

Jednocześnie, 1029 unikatowych słów kluczowych pozwala dostrzec **różnorodność tematyki badawczej Zespołów B+R PW** i podkreślić nie tylko szeroki zakres oferty, ale też fakt, że zespoły nie dublują się w swoich działaniach.

Popularne usługi badawcze to analiza (88 wystąpień), badania (57 wystąpień), w tym eksperymentalne (13 zespołów), projektowanie (40 wystąpień) i modelowanie (38 wystąpień).

Rysunek 24 Najpopularniejsze słowa kluczowe w ofercie zespołów badawczych w PW.



Źródło: Opracowanie własne DBA CZiITT PW.

4.3. Powiązania dyscyplin ze strategią PW 2030 i POB IDUB

Oferowane w PW tematy prac badawczych silnie wpisują się zarówno w *Strategiczne pola oddziaływania* opisane w *Strategii PW do 2030*, jak i *Priorytetowe Obszary Badawcze* określone w *Inicjatywie Doskonałości Uczelnia Badawcza*.

Pierwsze pole strategiczne: **Fundamenty naukowe: natura i aparat jej opisu** jest o tyle pojemne, że wskazuje na badania podstawowe, które realizowane są właściwie w każdej dyscyplinie naukowej. Spośród zespołów w ofercie B+R wynotowano 14, które można wpisać w to pole strategiczne, a które realizują badania w dyscyplinach:

- a) AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA;
- b) INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA;
- c) FILOZOFIA;
- d) NAUKI FIZYCZNE;
- e) NAUKI SPOŁECZNE;
- f) EKONOMIA I FINANSE;
- g) FILOZOFIA;
- h) NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI;
- i) NAUKI PRAWNE.

W pole: **Informacja i otoczenie cyfrowe** wpisują się 22 zespoły, oferując badania w dyscyplinach:

- a) AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA;
- b) INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA;
- c) FILOZOFIA.

Aż 105 zespołów działa w polu strategicznym: **Zdrowe, zrównoważone środowisko życia**, prowadząc badania w dyscyplinach:

- a) ARCHITEKTURA I URBANISTYKA;
- b) AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA;
- c) EKONOMIA I FINANSE;
- d) INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA;
- e) INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA;
- f) INŻYNIERIA CHEMICZNA;
- g) INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT;
- h) INŻYNIERIA MATERIAŁOWA;
- i) INŻYNIERIA MECHANICZNA;
- j) INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA;

- k) NAUKI CHEMICZNE;
- l) NAUKI FIZYCZNE;
- m) NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI;
- n) NAUKI PRAWNE;
- o) NAUKI SPOŁECZNE.

Dominuje pole: **Zrównoważony przemysł, materiały i procesy wytwarzania**, do którego przypisano 229 zespołów badawczych, realizujących badania w dyscyplinach:

- a) AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA
- b) INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA
- c) INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA
- d) INŻYNIERIA CHEMICZNA
- e) INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT
- f) INŻYNIERIA MATERIAŁOWA
- g) INŻYNIERIA MECHANICZNA
- h) INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA
- i) NAUKI CHEMICZNE
- j) NAUKI FIZYCZNE
- k) NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI
- l) NAUKI PRAWNE
- m) NAUKI SPOŁECZNE

Co ważne, wiele zespołów odzwierciedla połączenia między polami strategicznymi. Pole strategiczne: **Informacja i otoczenie cyfrowe jest łączone z polami: Zdrowe, zrównoważone środowisko życia** oraz: **Zrównoważony przemysł, materiały i procesy wytwarzania w 34 zespołach**, prowadzących badania w dyscyplinach: AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA; INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA; INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA; INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT; INŻYNIERIA MATERIAŁOWA; INŻYNIERIA MECHANICZNA; NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI; NAUKI PRAWNE oraz NAUKI SPOŁECZNE.

Natomiast pole strategiczne: **Zdrowe, zrównoważone środowisko życia** oraz: **Zrównoważony przemysł, materiały i procesy wytwarzania pojawia się w 57 zespołach**, realizujących badania w dyscyplinach: ARCHITEKTURA I URBANISTYKA; AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA; EKONOMIA I FINANSE; INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA; INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA; INŻYNIERIA CHEMICZNA; INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT; INŻYNIERIA MATERIAŁOWA; INŻYNIERIA MECHANICZNA; INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA; NAUKI CHEMICZNE; NAUKI FIZYCZNE; NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI; NAUKI PRAWNE; NAUKI SPOŁECZNE.

Z perspektywy *Inicjatywy Doskonałości Uczelnia Badawcza*, oferta B+R pokazuje równomierną działalność zespołów w każdym z Priorytetowych Obszarów Badawczych, tj.:

- 1) **Technologie foniczne** realizuje 16 zespołów, klasyfikujących się w dyscyplinach: AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA; INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA; INŻYNIERIA MATERIAŁOWA; NAUKI CHEMICZNE; NAUKI FIZYCZNE;
- 2) **Sztuczną inteligencję i robotykę** realizuje 30 zespołów, klasyfikujących się w dyscyplinach: AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA; INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA; INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT; INŻYNIERIA MECHANICZNA; INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA; NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI; NAUKI PRAWNE; NAUKI SPOŁECZNE; EKONOMIA I FINANSE; FILOZOFIA;
- 3) **Cyberbezpieczeństwo i analizę danych** realizuje 30 zespołów, klasyfikujących się w dyscyplinach: AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA; INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA; INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT; INŻYNIERIA MECHANICZNA; INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA; NAUKI FIZYCZNE; NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI; NAUKI SPOŁECZNE; EKONOMIA I FINANSE; FILOZOFIA;
- 4) **Biotechnologię i inżynierię biomedyczną** realizuje 36 zespołów, klasyfikujących się w dyscyplinach: AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA; INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA; INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA; INŻYNIERIA MATERIAŁOWA; INŻYNIERIA MECHANICZNA; NAUKI CHEMICZNE;
- 5) **Technologie materiałowe** realizuje 72 zespołów, klasyfikujących się w dyscyplinach: ARCHITEKTURA I URBANISTYKA; AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA; INŻYNIERIA CHEMICZNA; INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT; INŻYNIERIA MATERIAŁOWA; INŻYNIERIA MECHANICZNA; INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA; NAUKI FIZYCZNE;
- 6) **Fizykę wysokich energii i technikę eksperymentu** realizuje 6 zespołów interdyscyplinarnych łączących dyscypliny: NAUKI FIZYCZNE; AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA oraz INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA;
- 7) **Konwersję i magazynowanie energii** realizuje 27 zespołów, klasyfikujących się w dyscyplinach: AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA; INŻYNIERIA CHEMICZNA; INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT; INŻYNIERIA MECHANICZNA; INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA; NAUKI FIZYCZNE; EKONOMIA I FINANSE; NAUKI PRAWNE; NAUKI SPOŁECZNE.

Szereg zespołów realizuje badania, łącząc tematykę wpisującą się w więcej niż jeden *Priorytetowy Obszar Badawczy*. Ponadto 100 zespołów realizuje badania spoza *POB*.

Rysunek 25 Współwystępowanie POB w ofercie zespołów badawczych w PW.

Sztuczna inteligencja i robotyka oraz Cyberbezpieczeństwo i analiza danych	42 zespoły
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA INŻYNIERIA MECHANICZNA NAUKI O ZARZĄDZANIU I JAKOŚCI NAUKI PRAWNE	
Sztuczna inteligencja i robotyka oraz Cyberbezpieczeństwo i analiza danych oraz Biotechnologia i inżynieria biomedyczna	4 zespoły
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA	
Sztuczna inteligencja i robotyka oraz Biotechnologia i inżynieria biomedyczna	17 zespołów
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA INŻYNIERIA MATERIAŁOWA NAUKI CHEMICZNE	
Sztuczna inteligencja i robotyka oraz Biotechnologia i inżynieria biomedyczna oraz Technologie materiałowe	3 zespoły
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA INŻYNIERIA MATERIAŁOWA	
Sztuczna inteligencja i robotyka oraz Technologie materiałowe	12 zespołów
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT INŻYNIERIA MATERIAŁOWA INŻYNIERIA MECHANICZNA NAUKI CHEMICZNE NAUKI FIZYCZNE	
Cyberbezpieczeństwo i analiza danych oraz Biotechnologia i inżynieria biomedyczna	3 zespoły
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA	
Biotechnologia i inżynieria biomedyczna oraz Technologie materiałowe	15 zespołów
INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA INŻYNIERIA CHEMICZNA INŻYNIERIA MATERIAŁOWA NAUKI CHEMICZNE	
Technologie materiałowe oraz Fizyka wysokich energii i technika eksperymentu oraz Konwersja i magazynowanie energii	5 zespołów
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA INŻYNIERIA MATERIAŁOWA NAUKI FIZYCZNE	

Źródło: Opracowanie własne DBA CZIITT PW.

4.4. Prace badawcze w PW a kontekst regionalny, krajowy i międzynarodowy

Kontekst regionalny, krajowy i międzynarodowy oraz perspektywiczne kierunki w tych obszarach zostały przeanalizowane podczas opracowywania dokumentów strategicznych PW: *Strategii do roku 2030* oraz *Inicjatywy Doskonałości Uczelnia Badawcza*. Przeprowadzony przegląd oferty B+R PW pozwala potwierdzić, że **w PW są prowadzone badania wpisujące się w wiodące obszary problemowe na każdym z tych poziomów.**

Na poziomie regionalnym wyróżnia się szczególnie zaangażowanie badawcze PW w obszarach inteligentnych systemów w przemyśle i infrastrukturze (projektowanie; zarządzanie i sterowanie procesów), a także rozwiązań wysokiej jakości życia i ekosystemu biznesowego (w tym zarządzanie kryzysowe). W *Regionalnych Inteligentnych Specjalizacjach* wyszczególniono wiodące technologie wspierające obszar specjalizacji, w tym fotonikę, fotowoltaikę, biotechnologię i rozwiązania na rzecz medycyny i zdrowia - to tematyka podejmowana w kilkudziesięciu zespołach badawczych PW.

Na poziomie krajowym, PW wyraźnie wpisuje się w prawie wszystkie obszary *Krajowych Inteligentnych Specjalizacji*: a szczególnie w zakres: innowacyjnych technologii i procesów przemysłowych (technologie materiałowe; nanoprocesy i nanomateriały; elektronika; fotonika; automatyzacja i robotyka procesów technologicznych), zrównoważonej energetyki (wytwarzanie i magazynowanie energii; inteligentne i energooszczędne budownictwo i transport), a także zdrowego społeczeństwa.

W ujęciu międzynarodowym, warto zauważyć, że w PW podejmowane są prace badawcze dotyczące praktycznie wszystkich wiodących technologii wspomnianych w analizie Światowego Forum Ekonomicznego *Future of Jobs 2020*. Prace badawcze w oczywisty sposób wpisują się także w wytyczne na poziomie unijnym, w obszarze: zdrowe społeczeństwo; czysta energia; cyfryzacja i przemysł; działania na rzecz klimatu.

Źródła

- Bakhshi, H., Downing, J. M., Osborne, M. A., & Schneider, P. (2017). *The Future Skills: Employment in 2030*. London. Retrieved from <https://futureskills.pearson.com/research/assets/pdfs/technical-report.pdf>
- Brew, A., & Saunders, C. (2020). Making sense of research-based learning in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 87, 102935. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102935>
- European Commission. (2020). Strategic Plan 2020-2024: DG Research and innovation, 1–59.
- Które kierunki najpopularniejsze podczas rekrutacji w PW? badawcza.pw.edu.pl. Opublikowano 29.07.2021 08:35
- Jelonek, M. (2019). *Analiza zapotrzebowania na kompetencje w gospodarce i na rynku pracy wraz z badaniem wartości docelowej wspólnego wskaźnika długoterminowego POWER w obszarze szkolnictwa wyższego*. Warszawa.
- Ministerstwo Rozwoju. (2020). *Aktywność technologiczna, innowacyjna i biznesowa przedsiębiorstw działających w ramach krajowych inteligentnych specjalizacji*.
- Modrzejewska, K., Huras, P., Majczyk, J., Nowińska, K., Matysiak, M., Bichta, E., & Karolak, M. (2019). *Warszawa przestrzeni badań i rozwoju*. Warszawa.
- Ríos, I. D. L., Cazorla, A., Díaz-Puente, J. M., & Yagüe, J. L. (2010). Project-based learning in engineering higher education: Two decades of teaching competences in real environments. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1368–1378. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.202>
- Sackey, S. M., & Bester, A. (2016). Industrial Engineering Curriculum in Industry 4.0 in a South African Context. *The South African Journal of Industrial Engineering*, 27, 175–189. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7166/27-4-1579>
- Sejmik Województwa Mazowieckiego. (2021). *Regionalna Strategia Innowacji dla Mazowsza do 2030 roku. Ramy strategiczne dla regionalnego ekosystemu innowacyjności oraz inteligentna specjalizacja województwa mazowieckiego*. Warszawa.
- The European Commission. (2014). *HORIZON 2020 w skrócie*. Urząd Publikacji Unii Europejskiej. <https://doi.org/10.2777/82400>
- Wycisk, A., & Matysiak, M. (2021a). *Monitoring trendów edukacyjnych – Jak kształcić na potrzeby gospodarki opartej na innowacjach?* Warszawa.
- Wycisk, A., & Matysiak, M. (2021b). *Identyfikacja potrzeb innowacyjnych podmiotów gospodarczych – czego pracodawcy oczekują od Politechniki Warszawskiej?* Warszawa.
- Zahidi, S., Ratcheva, V., Hingel, G., & Brown, S. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum.

Spis rysunków

Rysunek 1 Pytania badawcze przyporządkowane do celów szczegółowych badania.	7
Rysunek 2 Strona tytułowa Katalogu ogólnouczelnianego Zespoły badawcze PW. Oferta B+R” Edycja I 2020.	10
Rysunek 3 Strona tytułowa Katalogu wydziałowego Zespoły badawcze PW. Oferta B+R. Wydział Inżynierii Materiałowej” Edycja I 2020.	10
Rysunek 4 Mapowanie Zespołów badawczych w PW.	11
Rysunek 5 Przykładowa strona Katalogu ogólnouczelnianego, „Zespoły badawcze PW. Oferta B+R”, Edycja I 2020: Zespół Mikrobiologii i Bioinżynierii PW.	11
Rysunek 6 Priorytetowe Obszary Badawcze (IDUB).	14
Rysunek 7 Proces identyfikacji POB (IDUB)	14
Rysunek 8 Strategiczne pola oddziaływania.	15
Rysunek 9 Obszary RIS, przykładowe obszary wdrożeniowe oraz technologie wspierające obszar specjalizacji.	18
Rysunek 11. Odsetek jednostek współpracujących w jakimś obszarze z Miastem w ramach szeroko rozumianej działalności B+R.	20
Rysunek 10 Obszary badań, w których specjalizuje się m.st. Warszawa.	21
Rysunek 12 Obszary KIS.	22
Rysunek 13 Udział specjalizacji w liczbie wniosków, które uzyskały dofinansowanie (%).	23
Rysunek 14 Cele zrównoważonego rozwoju ONZ.	25
Rysunek 15 Wiodące obszary premiowane w programach finansowanych w UE.	26
Rysunek 16. Technologie i rozwiązania, od których oczekuje się największego wpływu na organizacje.	27
Rysunek 17 Trendy omawiane w Monitoringu trendów w innowacyjności PARP.	28
Rysunek 18 Wybrane trendy z 54 opisanych na Mapie trendów InFuture Institute (2022).	29
Rysunek 19 Zespoły badawcze PW według dyscyplin - pierwsza (2020) i druga (2021) edycja badania.	32
Rysunek 20 Zespoły badawcze PW przypisane do jednej dyscypliny - druga (2021) edycja badania.	32
Rysunek 21 Liczba zespołów, które realizuje prace badawcze w danej dyscyplinie- druga (2021) edycja badania.	34
Rysunek 22 Najczęściej współwystępujące dyscypliny	35
Rysunek 23 Mapowanie Zespołów badawczych w PW.	37
Rysunek 25 Najpopularniejsze słowa kluczowe w ofercie zespołów badawczych w PW.	38
Rysunek 24 Współwystępowanie POB w ofercie zespołów badawczych w PW.	42



**Centrum
Zarządzania Innowacjami
i Transferem Technologii**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Projekt „NERW 2 PW. Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca” współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój.



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita
Polska

**Politechnika
Warszawska**

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny

