

Identyfikacja nisz rozwojowych i obszarów działalności badawczo-rozwojowej (B+R) oraz analiza aktywności i osiągnięć przedsiębiorstw i jednostek naukowych Dolnego Śląska w okresie 2011-2022 z wykorzystaniem badania bibliometrycznego na potrzeby wdrażania inteligentnych specjalizacji Dolnego Śląska

Raport końcowy

Rok 2023

Autorzy:

Artem Chumachenko
Kamila Lewandowska
Agnieszka Olechnicka
Adam Płoszaj (kierownik projektu)
Ewa Zegler-Poleska

Wykonawca:

Laboratorium Badań Naukoznawczych
Centrum Europejskich Studiów Regionalnych i Lokalnych EUROREG
Uniwersytet Warszawski
Krakowskie Przedmieście 26/28
00-927 Warszawa

Zamawiający:

Województwo Dolnośląskie – Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego z siedzibą przy Wybrzeżu J. Słowackiego 12-14, 50-411 Wrocław

Badanie współfinansowane przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Społecznego, w ramach Pomocy Technicznej Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Dolnośląskiego 2014-2020

Spis treści

Streszczenie	3
Summary	5
1. Wprowadzenie	7
1.1. Cel badania	7
1.2. Zastosowane dane i metody	8
2. Wyniki	11
2.1. Aktywność badawczo-rozwojowa w woj. dolnośląskim.....	11
2.2. Współpraca badawczo-rozwojowa	15
2.3. Specjalizacja badawcza	22
2.4. Potencjał badawczo-rozwojowy a regionalne inteligentne specjalizacje	36
2.5. Najaktywniejsze jednostki naukowe i przedsiębiorstwa	45
3. Wnioski	49
4. Rekomendacje.....	52
5. Literatura cytowana.....	53
6. Lista załączników	53

Streszczenie

Celem badania była identyfikacja nisz rozwojowych i najważniejszych obszarów działalności badawczo-rozwojowej (B+R) w województwie dolnośląskim, scharakteryzowanie aktywności przedsiębiorstw i jednostek naukowych w tym regionie, a także ocena zgodności regionalnego potencjału badawczo-rozwojowego z wyznaczonymi regionalnymi inteligentnymi specjalizacjami. Zagadnienia te analizowano w oparciu o źródła bibliometryczne, w szczególności bazy danych o publikacjach naukowych Web of Science i bazy patentowe: Urzędu Patentowego RP (UP RP) i Europejskiego Urzędu Patentowego (European Patent Office – EPO). Zakres czasowy danych z Web of Science to lata 2011-2022, dane o zgłoszeniach patentowych dotyczą lat 2011-2021.

Analiza z wykorzystaniem tych trzech źródeł pokazała wzrost znaczenia woj. dolnośląskiego w krajowej produkcji naukowej. Przede wszystkim jednak zauważono rosnące znaczenie dolnośląskich przedsiębiorstw w działalności badawczo-naukowej. Choć liczba publikacji afiliowanych w dolnośląskich podmiotach w latach 2011-2022 sukcesywnie wzrastała, rosnąca tendencja rozwojowa jest szczególnie widoczna w przypadku firm. Podobne wnioski można wyciągnąć na podstawie liczby zgłoszeń patentowych – podczas gdy w regionie ogółem liczba zgłoszeń patentowych spadła, w przypadku przedsiębiorstw odnotowano odwrotny trend wzrostowy.

Województwo dolnośląskie wpisuje się w ogólnoświatową tendencję do intensyfikacji współpracy badawczo-rozwojowej – zarówno w wymiarze ogólnokrajowym, jak i międzynarodowym. Analiza danych publikacyjnych pozwoliła jednak stwierdzić, że współpraca zagraniczna ma istotniejszy wkład w powstawanie publikacji afiliowanych w województwie dolnośląskim (34,2% publikacji powstało we współpracy z naukowcami z zagranicy) niż współpraca krajowa (27,1% publikacji to produkty współpracy z naukowcami z innych województw). Udział współpracy międzynarodowej w produkcji naukowej rośnie w tempie szybszym niż udział współpracy krajowej. Jednocześnie z analizy wynika, że współpraca międzynarodowa ma większe znaczenie dla dolnośląskich jednostek naukowych, zaś dla przedsiębiorstw ważniejsza jest współpraca krajowa.

Najważniejsi partnerzy dla dolnośląskich podmiotów w zakresie współpracy krajowej to woj. mazowieckie, małopolskie, śląskie i wielkopolskie. Z kolei współautorstwo publikacji z autorami afiliowanymi w woj. dolnośląskim było najbardziej znaczące dla woj. opolskiego i lubuskiego. W wymiarze międzynarodowym, naukowcy z woj. dolnośląskiego współpracują przede wszystkim z badaczami z Niemiec, USA i Wielkiej Brytanii. Oznacza to, że międzynarodowa współpraca regionu koncentruje się na krajach o wiodącym globalnym znaczeniu naukowo-badawczym.

W województwie dolnośląskim rozwija się także naukowo-badawcza współpraca nauki i biznesu. Analiza wykazała wzrost liczby publikacji napisanych wspólnie przez pracowników jednostek naukowych i przedsiębiorstw. Choć liczba tych publikacji nie jest jeszcze bardzo duża, to wyraźna tendencja wzrostowa jest niewątpliwie pozytywnym przejawem zwiększania powiązań w ramach regionalnego systemu innowacji.

Województwo dolnośląskie charakteryzuje się specjalizacją badawczo-rozwojową w zakresie następujących kategorii przedmiotowych publikacji naukowych: Krystalografia, Dermatologia, Badania i medycyna eksperymentalna, Badania operacyjne i nauki o zarządzaniu, Górnictwo i przetwórstwo minerałów, Optyka, Zoologia, Biofizyka, Nauki weterynaryjne, Immunologia, Informatyka, Chemia, Budownictwo i technologia budowlana. W przypadku pól technologicznych zgłoszeń patentowych o ponadprzeciętnej specjalizacji województwa dolnośląskiego możemy mówić w odniesieniu do pól: Biotechnologia, Chemia organiczna, Farmaceutyki, Analiza

materiałów biologicznych, Silniki, pompy, turbiny, Optyka, Mikrostruktura i nanotechnologia. Natomiast w odniesieniu do obszarów technologicznych województwo dolnośląskie charakteryzuje się ponadprzeciętną specjalizacją w obszarze „Technologie medyczne i farmaceutyczne” (w odniesieniu do zgłoszeń patentowych) oraz „Technologie pakowania, magazynowania i manipulacji” oraz „Inżynieria cywilna” (w odniesieniu do publikacji).

Luka technologiczna między województwem dolnośląskim a liderami potencjału badawczo-rozwojowego zmniejsza się, a przy tym w większej mierze dotyczy bliższych rynkowi aspektów działalności badawczo-rozwojowej (patenty), a w mniejszej potencjału w zakresie badań podstawowych (publikacje).

Wyznaczone inteligentne specjalizacje woj. dolnośląskiego są zgodne z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym uzewnętrznionym poprzez publikacje naukowe oraz zgłoszenia patentowe. Najlepsze powiązanie inteligentnych specjalizacji z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym dotyczy inteligentnej specjalizacji „Chemia i medycyna”. Nie zidentyfikowano żadnego obszaru inteligentnej specjalizacji niepowiązanego z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym.

Rekomendacje:

- Należy wspierać rozwój potencjału badawczo-rozwojowego w dziedzinach zbieżnych z obszarami inteligentnych specjalizacji „Projektowanie konstrukcji i opracowywanie nowych technologii wytwarzania maszyn i urządzeń”, „Technologie stosowane w usługach” oraz „Technologie stosowane w ochronie środowiska i klimatu oraz rolnictwie precyzyjnym”, w tym przede wszystkim w zakresie automatyki i robotyki, sterowania, informatycznych metod zarządzania, w tym zastosowań sztucznej inteligencji we wszystkich tych dziedzinach. Wsparcie rozwoju potencjałów w tym zakresie pozwoli wzmocnić zaplecze naukowo-badawcze dla obszarów inteligentnych specjalizacji, które w mniejszym stopniu niż inne inteligentne specjalizacje są spójne z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym.
- Należy dążyć do zwiększania liczby przedsiębiorstw zaangażowanych w prace badawczo-rozwojowe.
- Należy dążyć do zintensyfikowania zaangażowania w rozwijanie regionalnych inteligentnych specjalizacji przedsiębiorstw, które zostały zidentyfikowane jako najaktywniejsze pod względem liczby publikacji lub zgłoszeń patentowych.
- Należy tworzyć warunki stymulujące współpracę badawczo-rozwojową wykraczającą poza granice regionu, zarówno w wymiarze krajowym, jak i międzynarodowym.
- Należy rozszerzyć przeprowadzoną analizę regionalnej specjalizacji naukowo-badawczej o informacje pozyskane bezpośrednio od badaczy pracujących w jednostkach naukowych lub przedsiębiorstwach w regionie (dane pierwotne pozyskane w formie badań ankietowych lub wywiadów).

Summary

The purpose of the study was to identify the development niches and the most important areas of research and development (R&D) activity in the Lower Silesian Voivodeship. The research also aimed to characterize the activity of enterprises and scientific units in this region and to assess the compliance of the regional research and development potential with the designated regional smart specializations. These issues were analyzed on the basis of bibliometric sources, in particular the Web of Science databases of scientific publications and patent databases, i.e., the Patent Office of the Republic of Poland (UP RP) and the European Patent Office (EPO). The time range of data from Web of Science spans 2011-2022, whilst the data on patent applications covers the period from 2011 to 2021.

An analysis based on these three sources showed an increase in the significance of the Lower Silesia Voivodeship in terms of national scientific output. However, the research has indicated the growing importance of Lower Silesian enterprises in research and scientific activities. Although the number of publications affiliated with Lower Silesian entities was successively on the rise in 2011-2022, the development trend was particularly visible in the case of companies. Similar conclusions can be drawn based on the number of patents—while the total number of patent applications in the region decreased, an increasing trend was recorded in the case of enterprises.

The Lower Silesian Voivodeship falls under the global trend to intensify research and development cooperation, both nationally and internationally. Nonetheless, the analysis of publication data allowed for a conclusion that foreign collaboration contributes more to the creation of publications in the Lower Silesian Voivodeship (34.2% of publications were created in cooperation with scientists from abroad) than domestic cooperation (27.1% of publications result from cooperation with scientists from other voivodeships). Furthermore, the share of international cooperation in the voivodeship's scientific production is growing at a faster rate than the share of domestic cooperation. At the same time, the analysis showed that international cooperation plays a more important role for Lower Silesian research units, while domestic cooperation is more crucial for the enterprises.

The most important partners for Lower Silesian entities in the field of national cooperation are the Masovian, Lesser Poland, Silesian and Greater Poland voivodeships. In turn, co-authorship of publications with academics affiliated with Lower Silesia-based units was the most prominent for the Opole and Lubuskie voivodeships. In the international context, scientists from Lower Silesia predominantly work with researchers from Germany, the US and the UK. This signifies that the region's international cooperation is focused on countries that are at the forefront of global scientific research.

Additionally, the Lower Silesian Voivodeship has also seen development in scientific and research cooperation between science and business. The analysis showed an increase in the number of publications written jointly by employees of scientific units and enterprises. Although the number of these publications remains relatively modest, the clear upward trend is undoubtedly a positive manifestation of increasing connections within the regional innovation system.

The Lower Silesian Voivodeship is characterized by research and development specialization in the following categories of scientific publications: Crystallography, Dermatology, Research and Experimental Medicine, Operational Research and Management Sciences, Mining and Mineral Processing, Optics, Zoology, Biophysics, Veterinary Sciences, Immunology, Computer Science, Chemistry, Construction and Construction Technology. As for the technological fields of patent

applications with above-average specialization in the Lower Silesian Voivodeship, the following ones can be enumerated: Biotechnology, Organic Chemistry, Pharmaceuticals, Analysis of Biological Materials, Engines, Pumps, Turbines, Optics, Microstructure and Nanotechnology. However, in relation to technological areas, the Lower Silesian Voivodeship is marked by above-average specialization in the areas of "Medical and Pharmaceutical Technologies" (in relation to patent applications), as well as "Packaging, Storage and Manipulation Technologies" and "Civil Engineering" (in relation to publications).

The technological gap between the Lower Silesian Voivodeship and the leaders of the research and development potential is narrowing, and it increasingly concerns aspects of R&D activities that are closer to the market (patents), and to a lesser extent it pertains to the potential in the field of basic research (publications).

The designated smart specializations of the Lower Silesia Voivodeship align with the regional R&D potential evidenced by scientific publications and patent applications. The best connection between smart specializations and regional R&D potential lies in the smart specialization of "Chemistry and medicine." No area of smart specialization unrelated to regional R&D potential has been identified.

Recommendations:

- Supporting the development of research and development potential in areas that are matched with the smart specialization areas of "Design of structures and development of new technologies for the production of machines and devices," "Technologies used in services" and "Technologies used in environmental and climate protection and precision agriculture," especially in the field of automation and robotics, control, IT management methods, including the applications of artificial intelligence in all these areas. Fostering the development potential in this area will strengthen the scientific and research base for the areas of smart specializations, which are less consistent with the region's research and development potential, compared to other smart specializations.
- Increasing the number of enterprises involved in research and development.
- Intensifying involvement in developing regional smart specializations of enterprises that have been identified as the most active in terms of the number of publications or patent applications.
- Creating conditions to stimulate research and development cooperation beyond the region borders, both nationally and internationally.
- The analysis of regional scientific and research specialization should be extended with information obtained directly from researchers working in scientific units or enterprises in the region (primary data obtained in the form of surveys or interviews).

1. Wprowadzenie

1.1. Cel badania

Zgodnie ze szczegółowym opisem przedmiotu umowy (SOPU) celem głównym badania jest identyfikacja nisz rozwojowych i obszarów działalności badawczo-rozwojowej (B+R) oraz analiza aktywności i osiągnięć przedsiębiorstw i jednostek naukowych mających siedzibę na terenie województwa dolnośląskiego. Analiza została przeprowadzona w oparciu o badanie bibliometryczne obejmujące lata 2011-2022. Badanie jest elementem monitoringu i aktualizacji obszarów inteligentnych specjalizacji dla województwa dolnośląskiego.

Na badanie składają się następujące zagadnienia badawcze:

- 1) Identyfikacja tematów prac B+R autorstwa lub współautorstwa jednostek naukowych i przedsiębiorstw z siedzibą w województwie dolnośląskim z wykorzystaniem badania bibliometrycznego w oparciu o następujące źródła: baza Web of Science, baza patentów Urzędu Patentowego RP i EPO.
- 2) Określenie nisz rozwojowych i najważniejszych obszarów działalności B+R w regionie w oparciu o zidentyfikowane w badaniu bibliometrycznym tematy prac B+R i analizę publikacji, baz patentowych oraz cytowań. Przyporządkowanie zidentyfikowanych nisz rozwojowych i najważniejszych obszarów działalności B+R do istniejących inteligentnych specjalizacji Dolnego Śląska oraz określenie obszarów niewpisujących się w te specjalizacje.
- 3) Zidentyfikowanie wiodących jednostek naukowych w regionie i najaktywniejszych naukowców pracujących w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach mających siedzibę w regionie. Przygotowanie rankingu dolnośląskich jednostek naukowych i naukowców w wyznaczonych obszarach, w oparciu o liczbę artykułów zidentyfikowanych w bazie Web of Science i obecności w bazie patentów Urzędu Patentowego RP i EPO. Określenie pozycji zidentyfikowanych jednostek naukowych i naukowców w stosunku do ośrodków krajowych w analizowanych obszarach.
- 4) Zidentyfikowanie innowacyjnych przedsiębiorstw z siedzibą w regionie w oparciu o bazę Web of Science oraz dane z Urzędu Patentowego RP i EPO. Przygotowanie rankingu najbardziej innowacyjnych przedsiębiorstw w regionie w oparciu o liczbę zgłoszonych patentów i współautorstwo prac badawczo-rozwojowych. Określenie skali regionalnej (w podziale na 15 regionów) i zagranicznej współpracy (w podziale na kraje) innowacyjnych przedsiębiorstw z siedzibą na Dolnym Śląsku (skala usieciowienia przedsiębiorstw innowacyjnych na Dolnym Śląsku w oparciu o autorstwo lub współautorstwo prac B+R i liczbę zgłoszonych patentów).

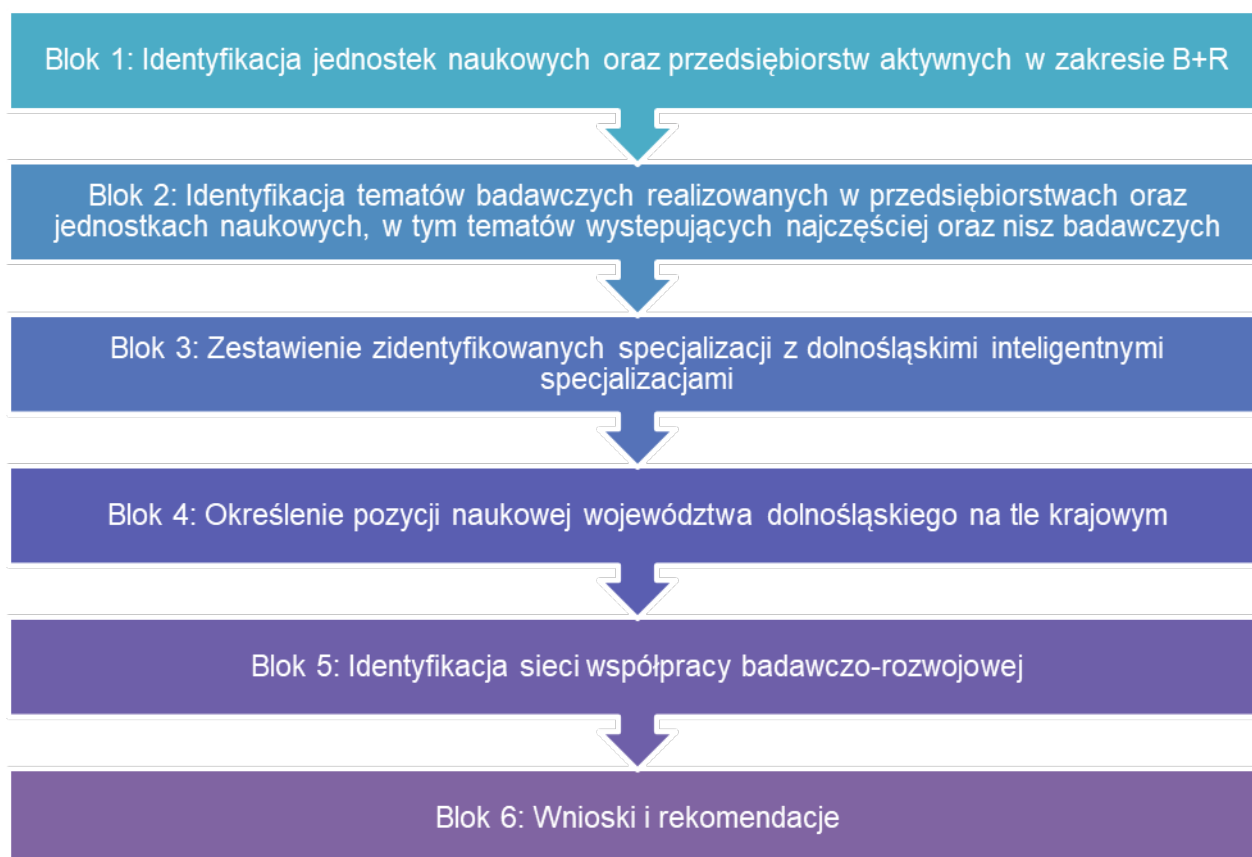
Ponadto, zgodnie z SOPU, projekt będzie dawać odpowiedzi na następujące pytania badawcze:

- 1) Na ile wyniki badania bibliometrycznego są spójne z dokonany wyboem obecnie obowiązujących dolnośląskich inteligentnych specjalizacji? Jeśli nie są spójne, to z czego mogą wynikać rozbieżności?
- 2) Czy w związku z potencjalnymi rozbieżnościami Wykonawca rekomenduje weryfikację inteligentnych specjalizacji przy okazji aktualizacji Strategii i na ile taka aktualizacja powinna wykorzystywać badania bibliometryczne?

1.2. Zastosowane dane i metody

Aby udzielić odpowiedzi na pytania badawcze i uwzględnić wszystkie wskazane wyżej zagadnienia, w niniejszym badaniu przeprowadzono szereg prac uporządkowanych w sześć bloków (por. Rys. 1). Rezultaty poszczególnych bloków badania prezentowane są w niniejszym raporcie oraz w załącznikach.

Rys. 1. Bloki badawcze



Źródło: opracowanie własne.

Badanie zostało oparte na analizie jednostkowych danych publikacyjnych i patentowych. Uwzględniono następujące bazy danych:

- Web of Science (baza bibliometryczna)
 - zakres czasowy: 2011-2022
 - zakres przestrzenny: województwo dolnośląskie i jego regionalne, krajowe i międzynarodowe powiązania
 - zakres przedmiotowy: wszystkie artykuły (pełna populacja)
- Baza patentowa Urzędu Patentowego RP (UP RP)
 - zakres czasowy: 2011-2021
 - zakres przestrzenny: województwo dolnośląskie oraz Polska (jako punkt odniesienia dla analizy specjalizacji badawczo-rozwojowej)
 - zakres przedmiotowy: wszystkie zgłoszenia patentowe (pełna populacja)
- Baza patentowa Europejskiego Urzędu Patentowego (European Patent Office – EPO)
 - zakres czasowy: 2011-2021

- zakres przestrzenny: województwo dolnośląskie i Polska (jako punkt odniesienia dla analizy specjalizacji badawczo-rozwojowej)
- zakres przedmiotowy: wszystkie zgłoszenia patentowe (pełna populacja)
- w badaniu wykorzystana została baza danych EPO w wersji PATSTAT EPO, czyli baza przeznaczona do wykorzystania statystycznego i analitycznego. Uzasadnienie: baza danych PATSTAT EPO zapewnia wysokiej jakości ustrukturyzowane dane o patentach zgłaszanych do Europejskiego Urzędu Patentowego. Dane w bazie są częściowo zharmonizowane (ujednolicone). Baza PATSTAT EPO jest szeroko wykorzystywana w badaniach naukowych aktywności patentowej (por. np.: De Rassenfosse, Dernis, Boedt, 2014; Kang, Tarasconi, 2016).
- dane dotyczące zgłoszeń patentowych obejmują zakres 2011-2021 z uwagi na niepełne dane za rok 2022. Dla zachowania równomiernych okresów porównawczych zmiana liczby zgłoszeń patentów jest liczona w okresach 2012-2016 oraz 2017-2021 (tj. w pięcioletnich przedziałach).

Kluczowymi wyzwaniem w realizacji tego badania były:

- przypisanie przestrzenne autorów publikacji i zgłoszeń patentowych oraz podmiotów, w których są afiliowani do poszczególnych polskich województw – w tym celu przeanalizowano blisko 700 tysięcy unikalnych adresów zamieszczonych w analizowanych publikacjach oraz zgłoszeniach patentowych.
- harmonizacja (ujednolicenie) nazw podmiotów z woj. dolnośląskiego (w bazach źródłowych nazwy podmiotów są zharmonizowane w marginalnym stopniu; dotyczy to zwłaszcza podmiotów, które mają relatywnie mało publikacji lub zgłoszeń patentowych, a więc przede wszystkim przedsiębiorstw).

Analiza danych patentowych UP RP oraz PATSTAT wykazała, że dane w obu bazach są tożsame. W związku z tym jako podstawę do analiz wykorzystano bazę PATSTAT, która w efektywny sposób łączy dane o zgłoszeniach patentowych z polami technologicznymi, oraz która została poddana elementarnej harmonizacji danych.

Dane były analizowane standardowymi metodami naukowymi i bibliometrycznymi z wykorzystaniem następujących narzędzi: Google Big Query (platforma obliczeniowa i struktura baz danych), Excel, OpenRefine, R, SQL. Do lokalizacji przestrzennej publikacji i patentów wykorzystano dane Google Maps oraz OpenStreetMap. Do harmonizacji danych o podmiotach wykorzystano pomocniczo dane RAD-ON udostępniane przez Ośrodek Przetwarzania Informacji – Państwowy Instytut Badawczy.

W analizie zastosowano szereg prostych miar (liczba, odsetek, itp.), które dodatkowo zwizualizowano i opatrzone komentarzem. Jednak kilka wskaźników wymaga wyjaśnienia. Są to:

- wskaźnik znormalizowanych cytowań, który oznacza liczbę cytowań znormalizowaną z uwzględnieniem roku publikacji oraz kategorii przedmiotowej („grupy tematycznej”, „dziedziny”) i przeliczoną tak, aby średnia krajowa wynosiła 100; wartości tego wskaźnika powyżej 100 oznaczają, że publikacje w regionie w danej kategorii przedmiotowej są cytowane częściej niż przeciętnie w kraju;
- zmiana (dynamika) liczby publikacji jest rozumiana jako zmiana liczby publikacji lub zgłoszeń patentowych między wskazanymi grupami lat;

- współczynnik specjalizacji jest obliczony jako proporcja liczby publikacji lub zgłoszeń patentowych w danym obszarze do liczby wszystkich publikacji lub zgłoszeń patentowych w regionie, która jest następnie podzielona przez proporcję liczby publikacji lub zgłoszeń patentowych w danym obszarze do liczby wszystkich publikacji lub zgłoszeń patentowych w kraju; wartość wskaźnika równa 1 oznacza, że dany obszar w regionie jest tak samo rozwinięty jak w kraju, wartości powyżej 1 oznaczają regionalną specjalizację w danym zakresie;
- współczynnik podobieństwa uwzględnia zarówno liczbę publikacji lub zgłoszeń patentowych oraz ich strukturę; wskaźnik przyjmuje wartości od 0 do 1, im bliżej 1 tym większe podobieństwo porównywanych obiektów.

W części raportu dotyczącej specjalizacji oraz powiązania regionalnego potencjału badawczo-rozwojowego posługujemy się kilkoma klasyfikacjami publikacji naukowych oraz zgłoszeń patentowych. Przyjmujemy tutaj ujednoczone nazewnictwo:

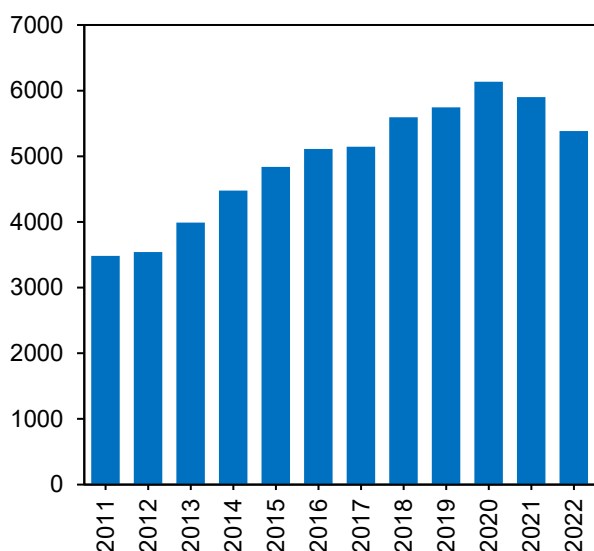
- kategorie przedmiotowe odnoszą się do publikacji,
- pola technologiczne odnoszą się do zgłoszeń patentowych,
- obszary technologiczne – zdefiniowane tak jak w badaniu „Analiza zasobów, aktywności i osiągnięć jednostek naukowych w Polsce w dziedzinie tworzenia i rozwoju technologii” Ministerstwa Rozwoju i Technologii (OPI PIB, UW, 2021) – odnoszą się zarówno do publikacji, jak i zgłoszeń patentowych.

2. Wyniki

2.1. Aktywność badawczo-rozwojowa w woj. dolnośląskim

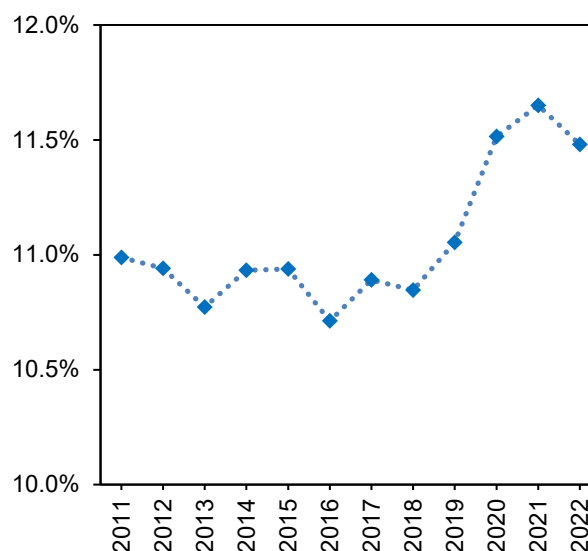
W woj. dolnośląskim w okresie 2011-2022 powstało ponad 59,5 tysiąca publikacji indeksowanych w bazie Web of Science (WoS). Przeciętnie rocznie ukazywało się ponad 4,9 tys. publikacji (Rys. 2). Analizowany okres można podzielić na dwa wyraźne etapy. W latach 2011-2020 liczba publikacji afiliowanych rokrocznie sukcesywnie rosła z poziomu 3,5 tys. w 2011 do 6,1 tys. w 2020 roku (wzrost o 76%), natomiast lata 2020-2022 charakteryzował 12% spadek bezwzględnej liczby publikacji do poziomu 5,4 tys. Równocześnie, co ciekawe, w pierwszym okresie udział publikacji dolnośląskich w liczbie publikacji afiliowanych w Polsce utrzymywał się na poziomie około 11%, a w drugim wzrósł o około 0,5 pkt. proc., osiągając maksymalną wartość 11,7 % w 2021 roku (Rys. 3). Mimo zatem obniżenia tempa przyrostu liczby publikacji w woj. dolnośląskim w 2021 i 2022 r., udział województwa dolnośląskiego w produkcji naukowej Polski zwiększył się znacząco w analizowanym okresie.

Rys. 2. Liczba publikacji naukowych w WoS afiliowanych w woj. dolnośląskim



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Rys. 3. Odsetek publikacji dolnośląskich w liczbie publikacji afiliowanych w Polsce



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

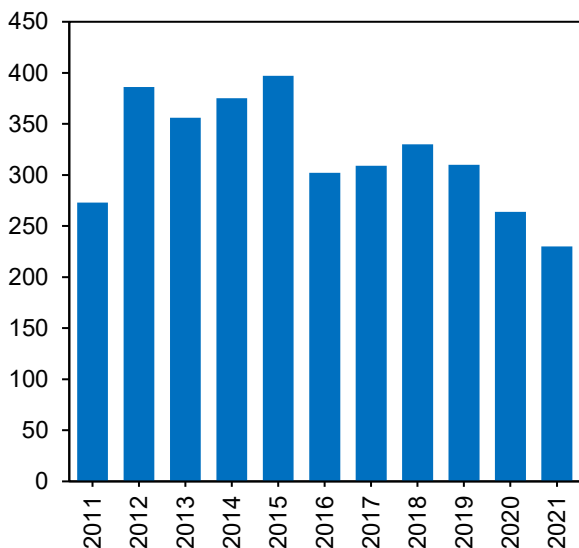
Odmienne tendencje obserwować można na podstawie liczby zgłoszeń patentowych¹ w województwie dolnośląskim w latach 2011-2021². Liczba zgłoszeń patentowych w woj. dolnośląskim w latach 2011-2021 wyniosła 3,5 tys.. W analizowanym okresie najwyższą liczbę zgłoszeń – blisko 400 – odnotowano w 2015 roku. W obserwowanym okresie liczba zgłoszeń spadła o 15,8%, przy czym lata 2011-2015 charakteryzował istotny wzrost liczby patentów (o 45%), w roku 2016 liczba patentów spadła o ¼, a po niewielkim odbiciu trwającym do 2018 roku kolejne lata przyniosły ponowny 30% spadek bezwzględnej liczby patentów (Rys. 4). W tym okresie przeciętny udział zgłoszeń patentowych w woj. dolnośląskim w liczbie zgłoszeń

¹ Wszystkie zgłoszenia patentowe, liczone jako pierwsze zgłoszenie, niezależnie od jurysdykcji, na podstawie UP RP oraz PATSTAT (EPO).

² Zgłoszenia patentowe ujawniane są z opóźnieniem, które trwać może kilka miesięcy lub nawet rok. Brak prezentacji danych za 2022 r. uzasadnia przypadkowa zmienność danych.

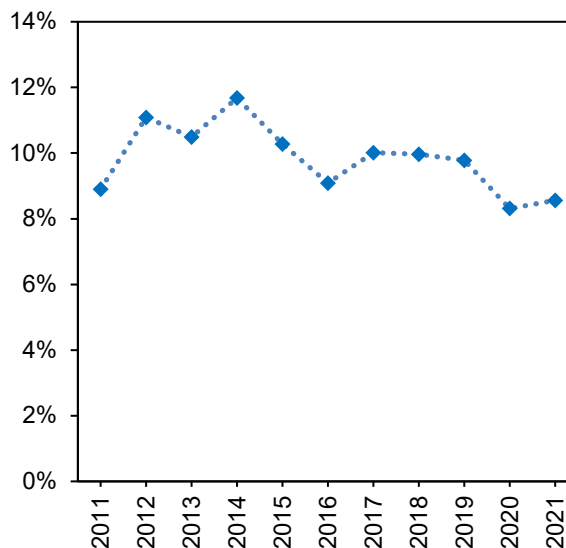
afiliowanych w Polsce wyniósł 9,8%, wahając się od 8,3% w 2020 roku do 11,7% w 2014 roku. Tendencje były podobne jak w przypadku liczb bezwzględnych – udział spadł w całym okresie o 0,5 pkt. proc., przy czym spadek wskaźników relatywnych był istotnie mniejszy niż wskaźników bezwzględnych (por. Rys. 4 i Rys. 5).

Rys. 4. Liczba zgłoszeń patentowych w woj. dolnośląskim



Źródło: opracowanie własne; dane UP RP i PATSTAT.

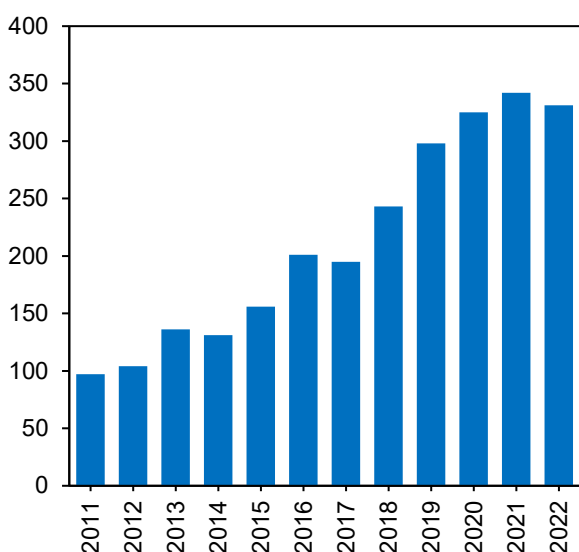
Rys. 5. Zgłoszenia patentowe w woj. dolnośląskim jako % zgłoszeń w Polsce



Źródło: opracowanie własne; dane UP RP i PATSTAT.

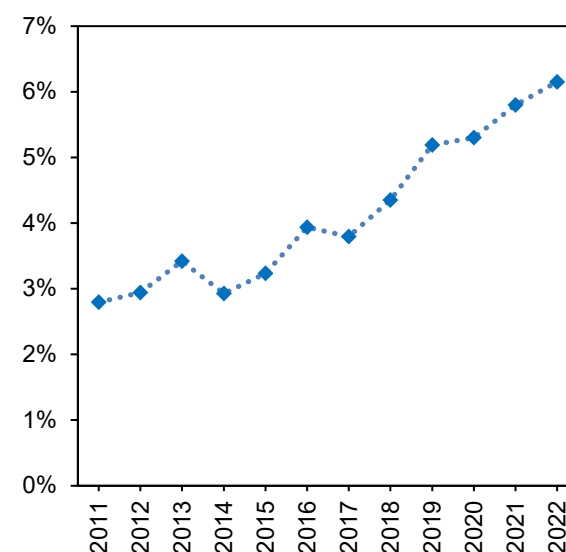
Publikacje, w których występowała co najmniej jedna firma stanowiły 4,3% wszystkich publikacji afiliowanych w dolnośląskim w latach 2011-2022, a udział takich publikacji wzrósł o 3,5 pkt. proc. z 2,8% do 6,2%. Liczba publikacji przedsiębiorstw wzrosła z 97 w 2011 do 331 w 2022, tj. blisko 2,5-krotnie, a wzrosty były roczne, za wyjątkiem lat 2014, 2017 i 2022, kiedy zanotowano niewielkie 3- lub 4-procentowe spadki (Rys. 6 i Rys. 7).

Rys. 6. Publikacje przedsiębiorstw w woj. dolnośląskim



Źródło: opracowanie własne; dane UP RP i PATSTAT.

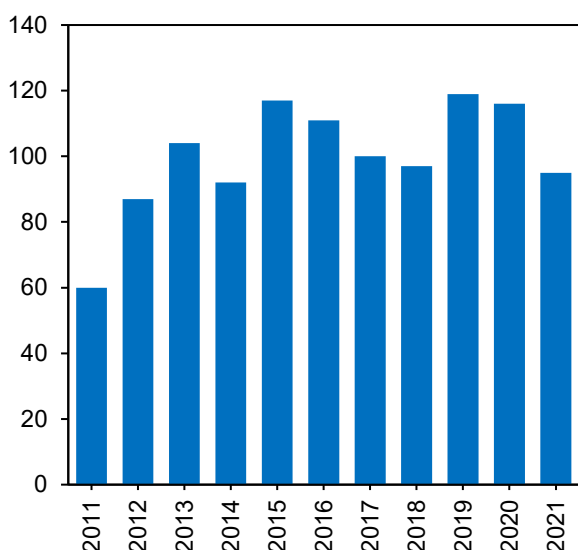
Rys. 7. Publikacje przedsiębiorstw jako % publikacji w woj. dolnośląskim



Źródło: opracowanie własne; dane UP RP i PATSTAT.

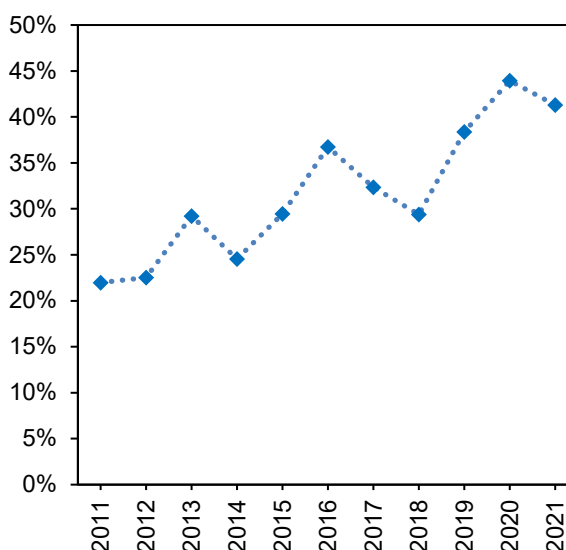
Zgłoszenia patentowe przedsiębiorstw stanowiły 32% całkowitej liczby zgłoszeń patentowych w województwie dolnośląskim w okresie 2011-2021. Łącznie przedsiębiorstwa dolnośląskie złożyły w tym okresie prawie 1100 zgłoszeń patentowych, a najwyższą liczbę zgłoszeń (119) odnotowano w 2019 roku. W analizowanym okresie wystąpił bardzo wyraźny wzrost liczby patentów zgłaszanych przez przedsiębiorstwa – o ponad 58%. Przy czym w okresie 2011-2015 odnotowano najwyższy wzrost – aż o 95%. W latach 2015-2018 nastąpił spadek (o 17%), w roku 2019 wzrost o 23%, zaś ostatnie dwa lata badanego okresu (2019-2021) charakteryzuje ponowny spadek liczby zgłoszeń patentowych o 20% (Rys. 8). Jednocześnie wyraźny trend wzrostowy dostrzec można na Rys. 9, który ilustruje zgłoszenia patentowe przedsiębiorstw jako odsetek wszystkich zgłoszeń patentowych w województwie dolnośląskim. W 2011 roku zgłoszenia patentowe przedsiębiorstw stanowiły 22% wszystkich zgłoszeń patentowych w województwie dolnośląskim, zaś w roku 2021 – 41%. Oznacza to 88-procentowy wzrost udziału przedsiębiorstw w składaniu zgłoszeń patentowych w województwie dolnośląskim (Rys. 9).

Rys. 8. Zgłoszenia patentowe przedsiębiorstw w woj. dolnośląskim



Źródło: opracowanie własne; dane UP RP i PATSTAT.

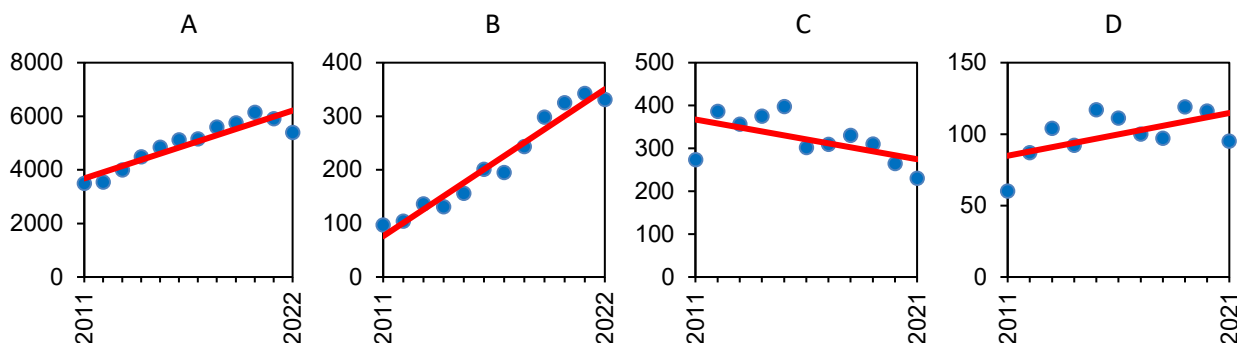
Rys. 9. Zgłoszenia patentowe przedsiębiorstw jako % zgłoszeń w woj. dolnośląskim



Źródło: opracowanie własne; dane UP RP i PATSTAT.

Rys. 10 ilustruje trendy liniowe w zakresie liczby dolnośląskich publikacji i zgłoszeń patentowych w ujęciu ogólnym i sektorowym. W okresie 2011-2022 zauważyć można umiarkowany trend wzrostowy ogólnej liczby publikacji (afiliowanych w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach) (panel A). Gdy jednak weźmiemy pod uwagę tylko publikacje afiliowane w przedsiębiorstwach, rosnąca tendencja rozwojowa jest zdecydowanie bardziej widoczna (panel B). W przypadku ogólnej liczby patentów (zgłoszeń dokonywanych zarówno przez jednostki naukowe, jak i przedsiębiorstwa), okres 2011-2021 charakteryzuje trend spadkowy (panel C). Gdy jednak ponownie weźmiemy pod uwagę tylko przedsiębiorstwa, trend jest odwrotny (wzrostowy), choć wzrost jest umiarkowany (panel D).

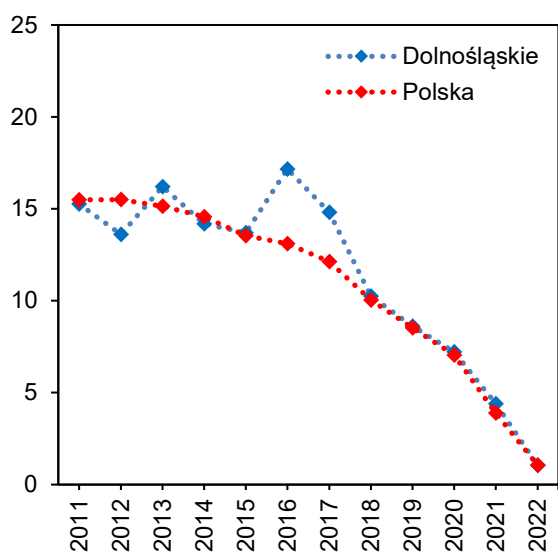
Rys. 10. Trend liczby publikacji ogółem (panel A), liczby publikacji przedsiębiorstw (panel B), liczby zgłoszeń patentowych ogółem (panel C) oraz liczby zgłoszeń patentowych przedsiębiorstw (panel D) w woj. dolnośląskim



Źródło: opracowanie własne; dane UP RP, PATSTAT oraz WoS.

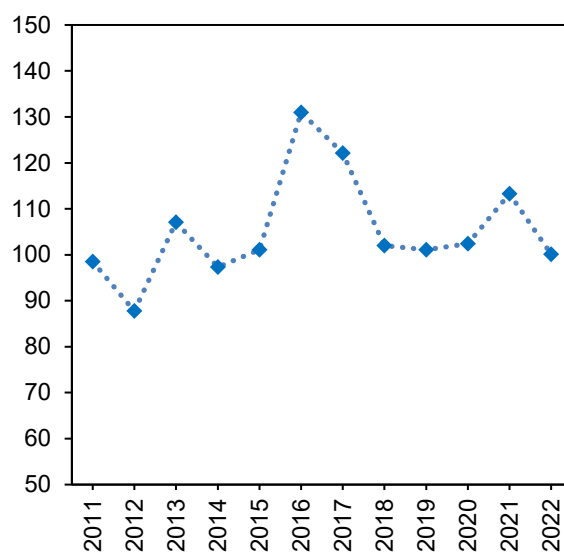
Średnia liczba cytowań przypadających na jedną publikację afiliowaną w województwie dolnośląskim spadła w badanym okresie z poziomu 15,3 w 2011 roku do 1,1 w 2022 roku. Spadek wartości średnich cytowań publikacji jest zjawiskiem naturalnym uzasadnionym faktem, że cytowania pojawiają się z opóźnieniem w stosunku do daty ukazania się publikacji. Wartości zanotowane dla województwa w latach brzegowych były niemal identyczne jak te obliczone dla wszystkich publikacji krajowych. W pierwszych 4 latach wartości były niższe lub zbliżone do krajowych, natomiast począwszy od 2015 wyższe, lub znacznie wyższe, jak w przypadku lat 2016 i 2017, w których różnica na korzyść woj. dolnośląskiego wynosiła odpowiednio 4,1 i 2,7 (Rys. 11). Przeciętna wartość relatywnych średnich cytowań w badanym okresie wyniosła 105,3, jedynie w trzech latach wskaźnik dla woj. dolnośląskiego był niższy niż wskaźnik dla kraju (2011, 2012, 2014) a wartość wskaźnika wahała się w granicach od 97,3 w 2014 roku do 131 w 2016 (Rys. 12). Na tej podstawie można stwierdzić, że pod względem średniej zrelatywizowanej liczby cytowań woj. dolnośląskie nie różni się znacząco od przeciętnej krajowej.

Rys. 11. Średnie cytowania publikacji w woj. dolnośląskim i Polsce



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Rys. 12. Relatywne średnie cytowania publikacji w woj. dolnośląskim, Polska = 100

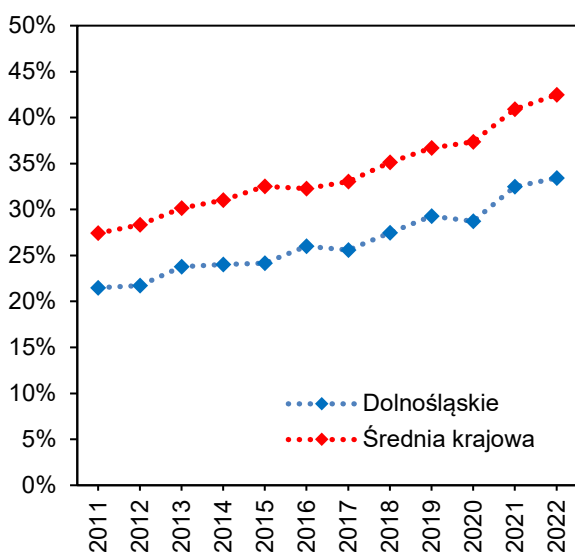


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

2.2. Współpraca badawczo-rozwojowa

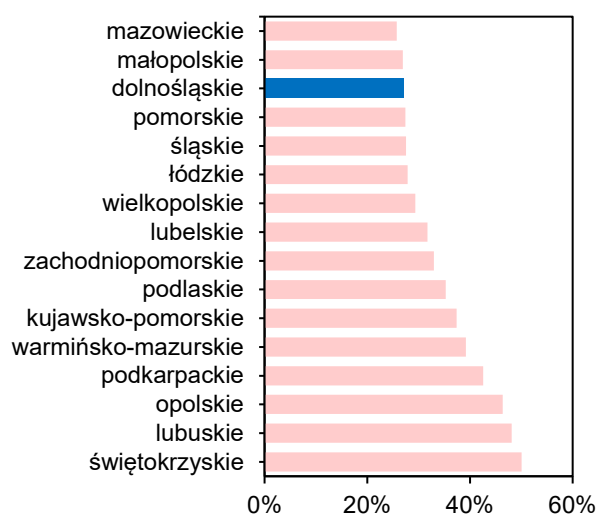
Zgodnie z ogólnoświatową tendencją do intensyfikacji współpracy badawczo-rozwojowej w wymiarze międzyinstytucjonalnym, ogólnokrajowym i międzynarodowym (por. Olechnicka, Płoszaj, Celińska-Janowicz 2019), wiele publikacji afiliowanych w województwie dolnośląskim powstaje we współpracy z naukowcami spoza tego województwa i z zagranicy. W latach 2011-2022 odsetek publikacji afiliowanych w dolnośląskim we współpracy krajowej wyniósł 27,1% i wzrósł w badanym okresie o blisko 12 pkt. proc. (z 21,5% w 2011 do 33,4% w 2022), natomiast odsetek publikacji we współpracy zagranicznej wyniósł 34,2% i wzrósł o 14 pkt. proc. (z 29% w 2011 do 43% w 2022 roku) (Rys. 13 i Rys.15).

Rys. 13. Odsetek publikacji we współpracy krajowej w woj. dolnośląskim



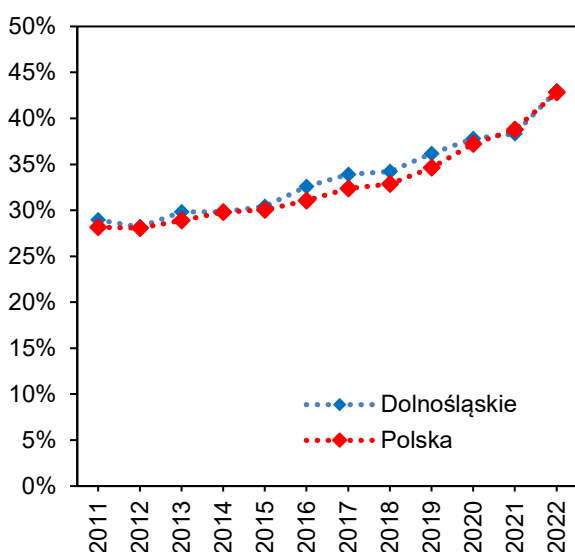
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Rys. 14. Odsetek publikacji we współpracy krajowej, 2011-2022



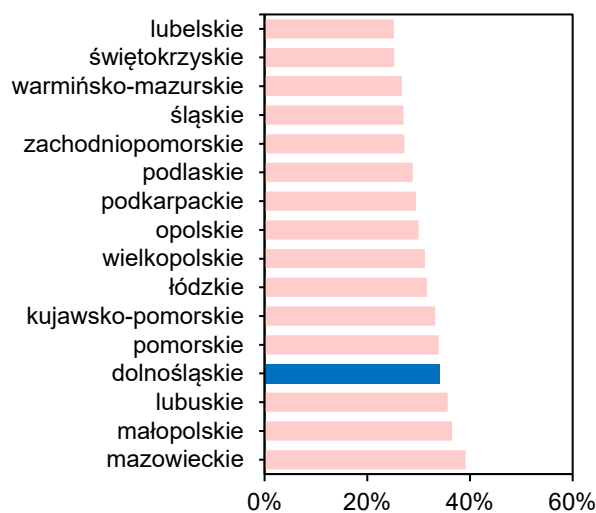
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Rys. 15. Odsetek publikacji we współpracy międzynarodowej w woj. dolnośląskim



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Rys. 16. Odsetek publikacji we współpracy międzynarodowej, 2011-2022

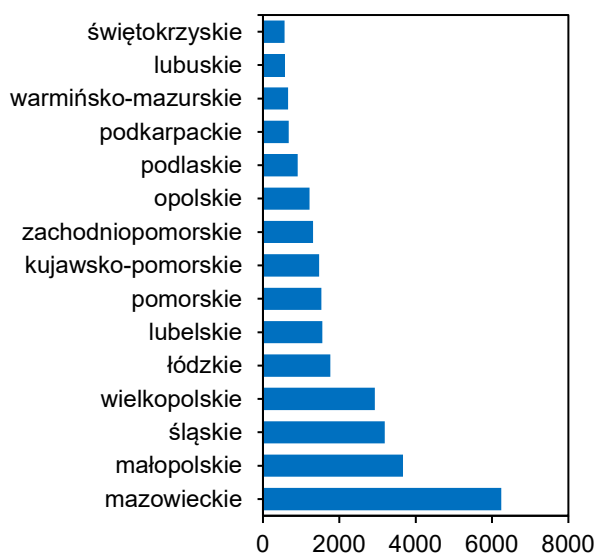


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Współpraca zagraniczna ma zatem istotniejszy wkład w powstawanie publikacji afiliowanych w województwie, a jej udział rośnie w tempie szybszym niż współpraca krajowa. Ponadto, w województwie dolnośląskim odsetek publikacji powstałych we współpracy krajowej był niższy niż średnia dla wszystkich województw w Polsce (o ok. 7%), ale odsetek publikacji we współpracy międzynarodowej był ze średnią krajową porównywalny, a nawet nieznacznie wyższy (o ok. 1 %) (Rys. 13 i Rys. 15). Województwo dolnośląskie, obok mazowieckiego, małopolskiego i pomorskiego tworzy klastery regionów, dla których współpraca zagraniczna jest dalece bardziej znacząca dla powstawania publikacji niż współpraca krajowa (Rys. 14 i Rys. 16).

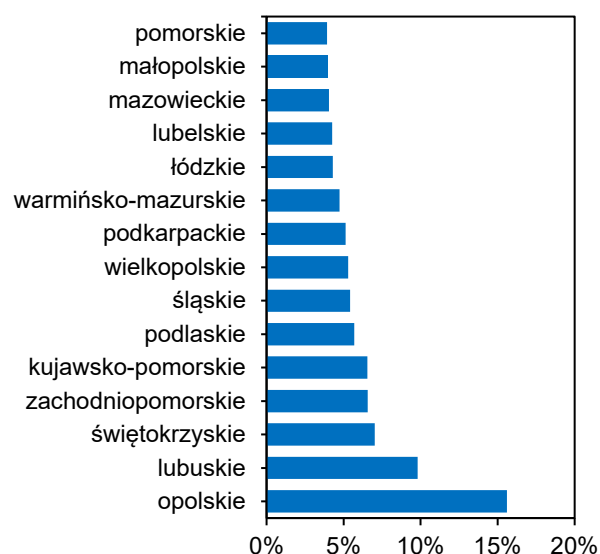
Największe znaczenie dla autorów publikacji naukowych afiliowanych w jednostkach naukowych oraz przedsiębiorstwach w woj. dolnośląskim miała współpraca z autorami afiliowanymi w podmiotach zlokalizowanych woj. mazowieckim – powstało 6,2 tys. wspólnych publikacji, które stanowiły 10,5% wszystkich publikacji woj. dolnośląskiego (ale zaledwie 4% publikacji afiliowanych w woj. mazowieckim). Drugą ważną grupę stanowiła współpraca z woj. małopolskim (3,6 tys.; 6,2% publikacji woj. dolnośląskiego), woj. śląskim (3,2 tys.; 5,4% publikacji woj. dolnośląskiego) i woj. wielkopolskim (2,9 tys.; 4,9%) (Rys. 17). Z kolei współautorstwo publikacji z autorami afiliowanymi w woj. dolnośląskim było najbardziej znaczące dla woj. opolskiego i lubuskiego, dla których odsetek publikacji we współpracy z woj. dolnośląskim wynosił odpowiednio 15,6% oraz 9,8%. Także dla świętokrzyskiego, zachodniopomorskiego i kujawsko-pomorskiego ta kooperacja miała relatywnie duże znaczenie, a wartości wskaźnika współpracy przekraczały 6% (Rys. 18). Zestawiając oba wykresy warto zauważyć, że dla woj. dolnośląskiego współpraca z sąsiednim opolskim oraz lubuskim nie była bardzo znacząca, przynajmniej pod względem liczby wspólnych publikacji. Ale z perspektywy tych dwóch województw współpraca z dolnośląskim jest bardzo istotna. Taka sytuacja jest wynikiem znaczącej różnicy w potencjałach badawczo-rozwojowych woj. dolnośląskiego oraz woj. lubuskiego i opolskiego (m.in. mniejsza liczba instytucji oraz pracowników sfery badawczo-rozwojowej, co w efekcie oznacza mniejszą liczbę potencjalnych współpracowników).

Rys. 17. Liczba publikacji we współpracy krajowej woj. dolnośląskiego według współpracującego województwa, 2011-2022



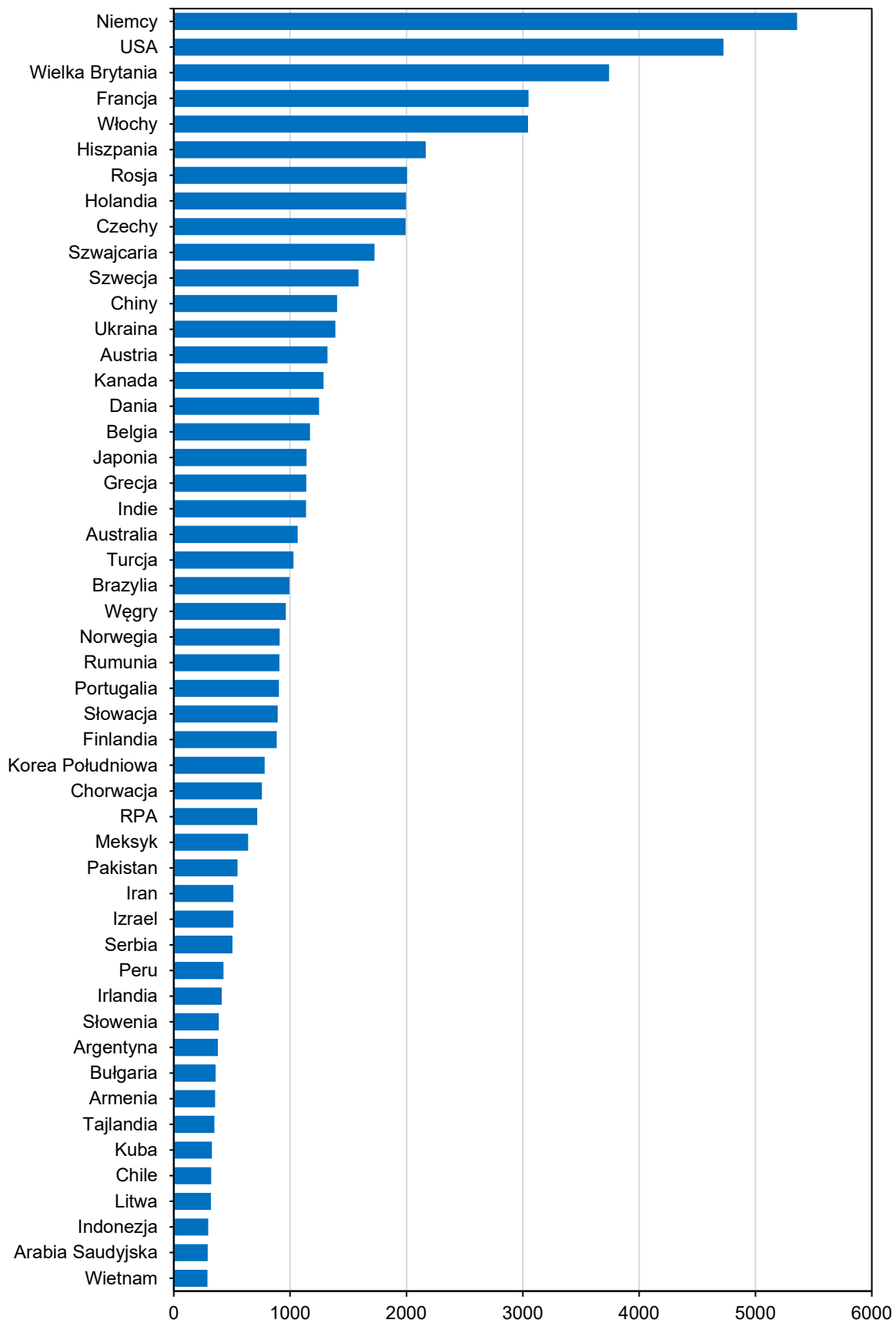
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Rys. 18. Znaczenie współpracy z dolnośląskim – odsetek publikacji we współpracy z woj. dolnośląskim, 2011-2022



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Rys. 19. Liczba publikacji we współpracy międzynarodowej woj. dolnośląskiego według współpracującego kraju, 2011-2022

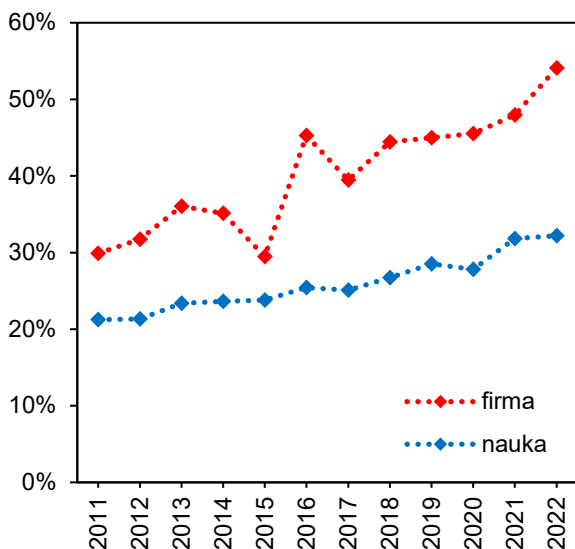


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Autorzy publikacji naukowych z podmiotów zlokalizowanych w woj. dolnośląskim współpracują najczęściej z naukowcami z Niemiec, USA i Wielkiej Brytanii (Rys. 19). W latach 2011-2022 opublikowano 5357 prac we współpracy z badaczami niemieckimi, co stanowi prawie 8% wszystkich publikacji woj. dolnośląskiego powstałych we współpracy międzynarodowej. Nieco mniej, bo 4725 publikacji powstało we współpracy z naukowcami z USA (7% publikacji we współpracy zagranicznej), a z naukowcami brytyjskimi - 3742 (5%). Wśród krajów, z którymi badacze dolnośląscy współpracowali w największym stopniu (ponad 2000 wspólnych publikacji) znalazły się także Francja (3050 wspólnych publikacji), Włochy (3045), Hiszpania (2166) i Rosja (2006). Wśród wymienionych krajów, w latach 2011-2022 największy przyrost liczby publikacji odnotowano w przypadku współpracy z badaczami włoskimi (ze 116 w 2011 do 410 publikacji w 2022 roku - o 253%) i hiszpańskimi (z 84 w 2011 do 268 publikacji w 2022 roku - 219 %).

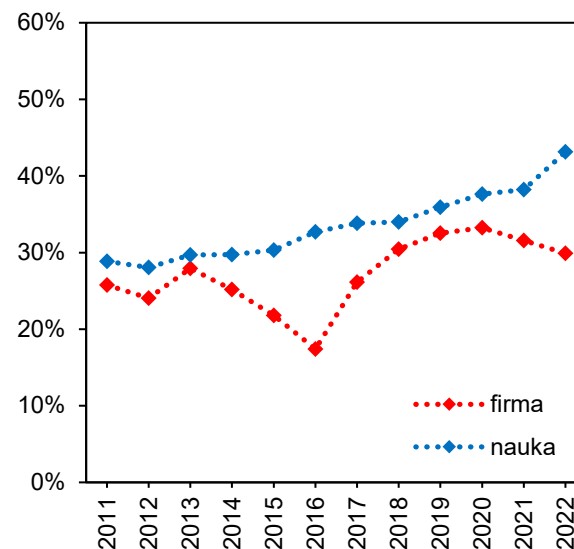
W okresie 2011-2022 dostrzec można różnice w znaczeniu współpracy krajowej i międzynarodowej dla instytucji naukowych i przedsiębiorstw. Odsetek publikacji powstałych we współpracy międzynarodowej był wyższy dla instytucji naukowych (średnio o 5 pkt. proc.) niż dla firm (Rys. 21). Z kolei przedsiębiorstwa charakteryzują się wyższym odsetkiem publikacji powstałych we współpracy krajowej (średnio o 14 pkt. proc.) (Rys. 20). Współpraca zagraniczna ma zatem istotniejszy wkład w powstawanie publikacji dolnośląskich jednostek naukowych, niż dolnośląskich przedsiębiorstw. Ponadto, w latach 2011-2022 wzrosło znaczenie współpracy krajowej – zarówno przypadku firm (wzrost o 81%) jak i jednostek naukowych (wzrost o 52%) (Rys. 20). Znaczenie współpracy międzynarodowej systematycznie wzrastało dla jednostek naukowych (wzrost o prawie 50%), zaś w przypadku przedsiębiorstw można zauważyć mniejszy (16-procentowy) wzrost (nagły spadek w 2016 r. jest najprawdopodobniej ilustracją szumu losowego związanego z małym zbiorem danych) (Rys. 21).

Rys. 20. Odsetek publikacji we współpracy krajowej według sektorów podmiotowych w woj. dolnośląskim



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Rys. 21. Odsetek publikacji we współpracy międzynarodowej według sektorów podmiotowych w woj. dolnośląskim

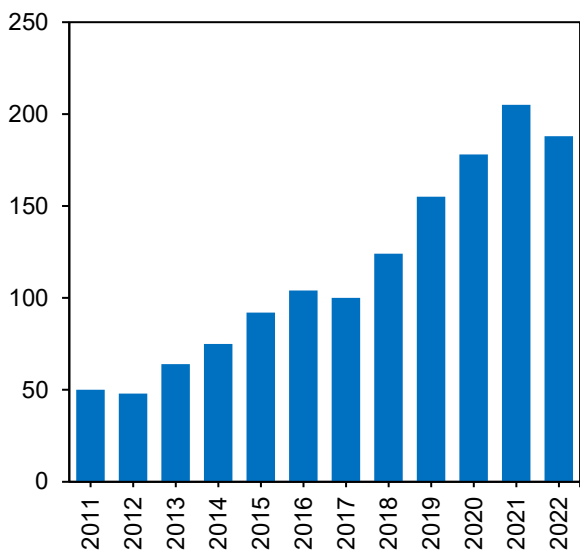


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Z punktu widzenia celów tego raportu istotnym wymiarem współpracy badawczo-rozwojowej jest współpraca między podmiotami sfery naukowej w regionie z regionalnymi przedsiębiorstwami. W woj. dolnośląskim liczba publikacji napisanych wspólnie przez przynajmniej jednego autora z jednostki naukowej oraz autora z przedsiębiorstwa nie jest duża w ujęciu absolutnym, ale jednocześnie wskaźnik ten systematycznie rośnie. W roku 2011 było jedynie 50 takich publikacji,

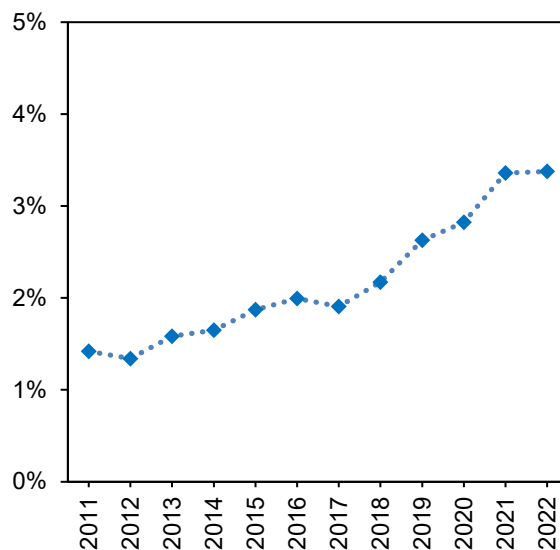
natomiast w roku 2022 powstało już 188, czyli prawie czterokrotnie więcej (Rys. 22). Systematycznie rośnie także udział takich publikacji w ogólnej produkcji publikacji naukowych w regionie. W 2011 r. publikacji z autorami afiliowanymi w jednostkach naukowych oraz w przedsiębiorstwach było około 1,4%, natomiast w 2022 r. było to już około 3,4% (wzrost ponad dwukrotny) (Rys. 23). Ta tendencja jest niewątpliwie pozytywnym przejawem rozwoju współpracy między sferami nauki i biznesu, i w efekcie zwiększania powiązań w ramach regionalnego systemu innowacji woj. dolnośląskiego.

Rys. 22. Liczba publikacji napisanych we współpracy między jednostką naukową z woj. dolnośląskiego i firmą z woj. dolnośląskiego



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

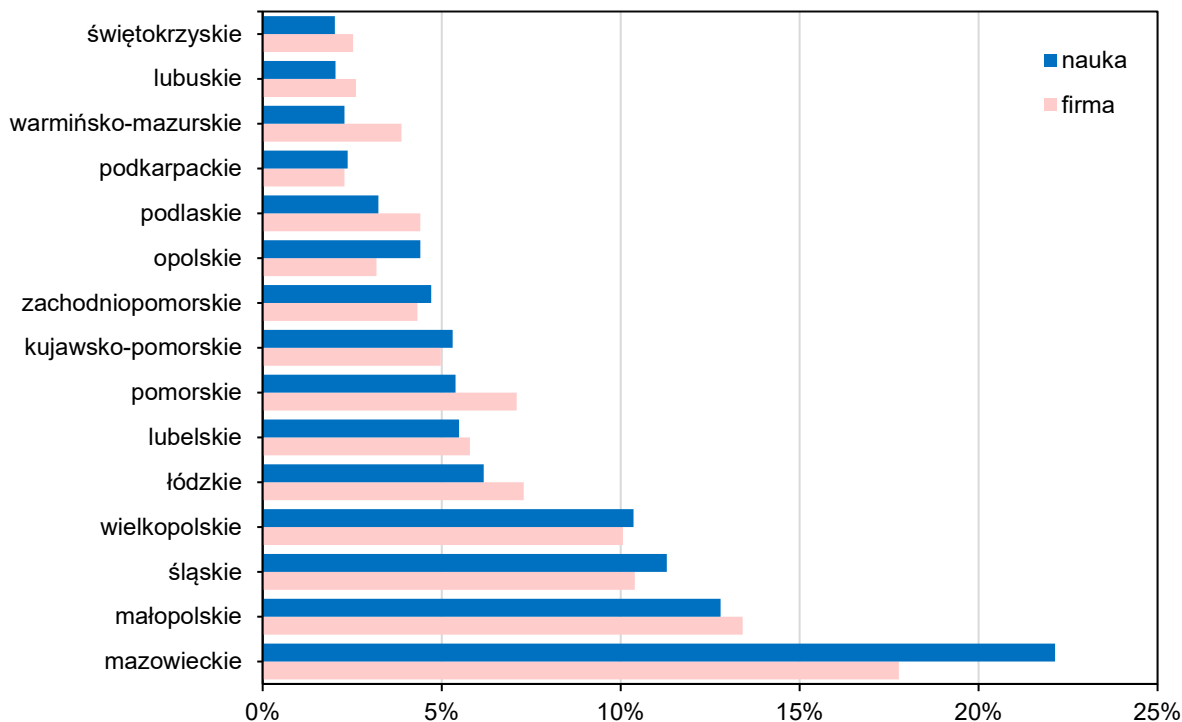
Rys. 23. Odsetek publikacji napisanych we współpracy między jednostką naukową z woj. dolnośląskiego i firmą z woj. dolnośląskiego



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

W ramach współpracy krajowej (międzywojewódzkiej), naukowcy z woj. dolnośląskiego – zarówno ci afiliowani w jednostkach naukowych, jak i pracownicy przedsiębiorstw – współpracują najczęściej z naukowcami z województw: mazowieckiego, małopolskiego, śląskiego i wielkopolskiego (Rys. 24). W tej grupie województw, jedynie w przypadku woj. małopolskiego współpraca naukowa z przedsiębiorstwami odgrywa większą rolę niż współpraca z instytucjami naukowymi, a przewaga ta nie jest znacząca (ok. 1 % więcej publikacji we współpracy z woj. małopolskim powstało w przedsiębiorstwach). Jednocześnie, dla prawie połowy województw (7 z 15), z którymi współpracuje woj. dolnośląskie, współpraca z przedsiębiorstwami jest bardziej znacząca niż współpraca z instytucjami naukowymi. Dotyczy to zwłaszcza województw: pomorskiego, warmińsko-mazurskiego, podlaskiego i łódzkiego.

Rys. 24. Udział danego województwa we współpracy publikacyjnej krajowej woj. dolnośląskiego w podziale na sektory podmiotowe, 2011-2022

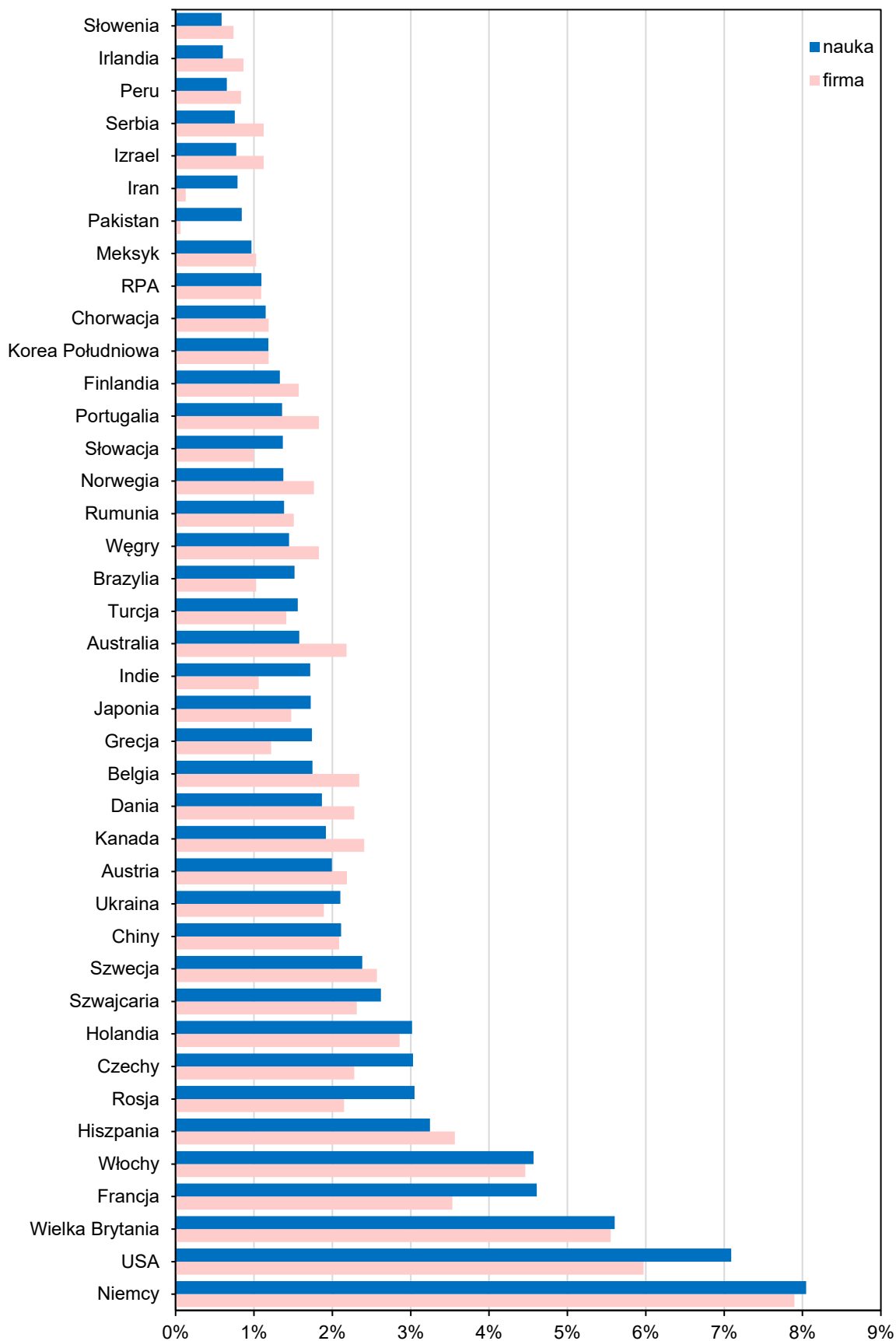


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Udział dolnośląskich przedsiębiorstw i jednostek naukowych w międzynarodowej współpracy naukowej jest, na poziomie ogólnym³, bardzo podobny. Naukowcy z obu sektorów podmiotowych współpracują najczęściej z badaczami z Niemiec, USA, Wielkiej Brytanii, Francji i Włoch. W tej grupie krajów przeważa – choć w niewielkim stopniu – współpraca realizowana przez jednostki naukowe. W grupie wszystkich 40 krajów, z którymi badacze z woj. dolnośląskiego współpracują najczęściej (Rys. 25), połowa (20) z nich współpracuje częściej z dolnośląskimi przedsiębiorstwami, niż jednostkami naukowymi.

³ Biorąc pod uwagę średnią udziału 40 krajów, z którymi woj. dolnośląskie współpracuje najczęściej, we współpracy publikacyjnej międzynarodowej woj. dolnośląskiego.

Rys. 25. Udział danego kraju we współpracy publikacyjnej międzynarodowej woj. dolnośląskiego w podziale na sektory podmiotowe, 2011-2022



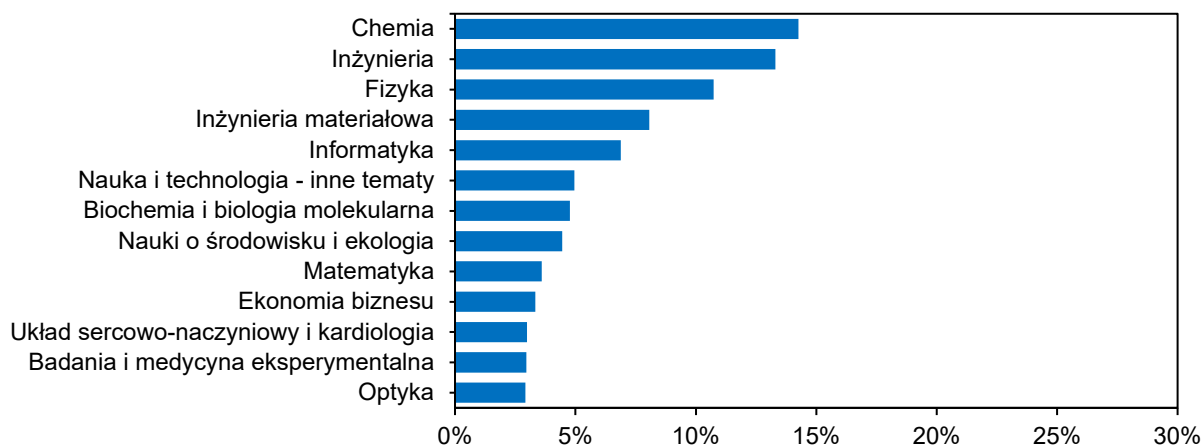
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

2.3. Specjalizacja badawcza

W rozdziale analizowana jest specjalizacja badawczo-rozwojowa woj. dolnośląskiego. W tym celu wykorzystano dane o publikacjach oraz dane o zgłoszeniach patentowych. Specjalizacja analizowana jest na cztery sposoby. Po pierwsze, na podstawie przypisania publikacji naukowych do kategorii przedmiotowych bazy Web of Science. Po drugie, na podstawie pól technologicznych zgłoszeń patentowych (zdefiniowanych według bazy PATSTAT Europejskiego Urzędu Patentowego). Po trzecie, na podstawie obszarów technologicznych publikacji naukowych zdefiniowanych w badaniu „Analiza zasobów, aktywności i osiągnięć jednostek naukowych w Polsce w dziedzinie tworzenia i rozwoju technologii” Ministerstwa Rozwoju i Technologii (OPI PIB, UW, 2021). Po czwarte, na podstawie tych samych obszarów technologicznych, ale w odniesieniu do zgłoszeń patentowych. Rozdział kończy analiza podobieństwa specjalizacji badawczo-rozwojowej woj. dolnośląskiego w stosunku do innych polskich regionów.

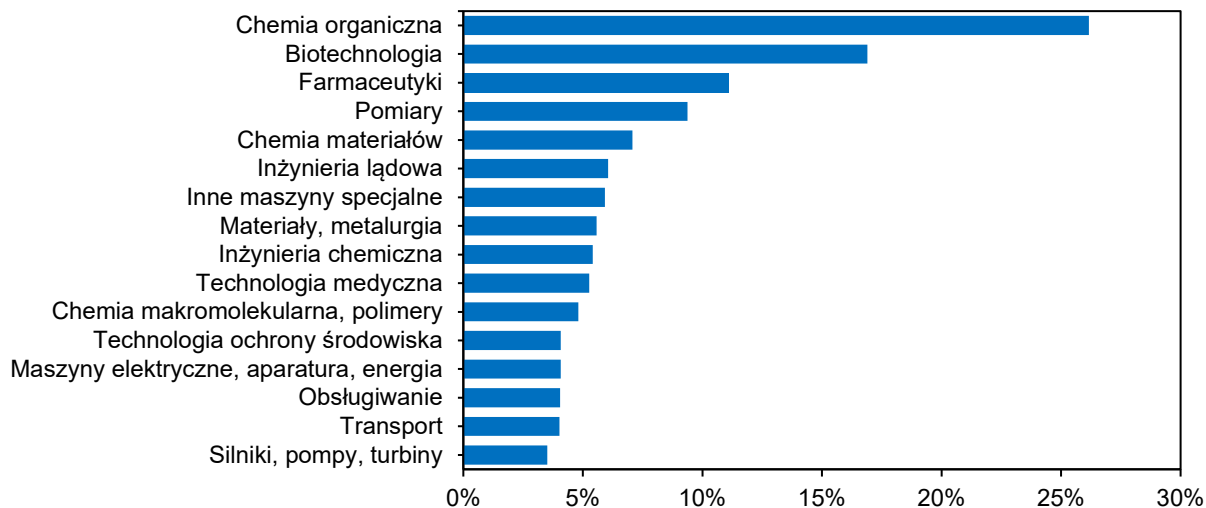
Analizę rozpoczynamy od prezentacji kategorii przedmiotowych publikacji, które mają największy udział w ogólnej liczbie publikacji w woj. dolnośląskim (Rys. 26), oraz pól technologicznych zgłoszeń patentowych, które mają największy udział w ogólnej liczbie zgłoszeń patentowych w woj. dolnośląskim (Rys. 27). W obu przypadkach **największy udział dotyczy nauk chemicznych.**

Rys. 26. Odsetek publikacji w kategoriach przedmiotowych w woj. dolnośląskim, 2011-2022



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Rys. 27. Odsetek zgłoszeń patentowych w polach technologicznych w woj. dolnośląskim, 2011-2021



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PATSTAT.

Podstawową analizę specjalizacji badawczych widoczną w dorobku publikacyjnym woj. dolnośląskiego wykonano przy wykorzystaniu kategorii przedmiotowych WoS. Przy czym tabela 1 przedstawia wyłącznie kategorie przedmiotowe o liczebności powyżej 400 publikacji afiliowanych w woj. dolnośląskim, natomiast dane w zakresie wszystkich, również mniej licznych, kategorii przedmiotowych umieszczono w załączniku 4.

Pięć kategorii przedmiotowych wyróżnia się w zakresie bezwzględnej liczby publikacji:

- chemia (8466 publikacji),
- inżynieria (7893 publikacje),
- fizyka (6376 publikacji),
- inżynieria materiałowa (4786 publikacje),
- informatyka (4083 publikacje).

Natomiast najwyższe udziały publikacji afiliowanych w województwie dolnośląskim w liczbie wszystkich afiliowanych w kraju notowane są w odniesieniu do kategorii przedmiotowych:

- krystalografia, dermatologia, badania i medycyna eksperymentalna (po 16%),
- badania operacyjne i nauki o zarządzaniu (15,5%),
- górnictwo i przetwórstwo minerałów (14,7%),
- optyka (14%),
- zoologia, biofizyka (po 13%),
- nauki weterynaryjne, immunologia, informatyka chemia (po 12%),
- budownictwo i technologia budowlana, kategoria interdyscyplinarna „nauka i technologia – inne tematy”, mikrobiologia, telekomunikacja, biotechnologia i mikrobiologia stosowana, hematologia (po 11%),
- urologia i nefrologia, energia i paliwa, inżynieria materiałowa, a także komórka biologiczna, fizyka, medycyna ogólna i wewnętrzna, ekonomia biznesu, biochemia i biologia molekularna, nauki społeczne i inne tematy, przeszczepy (po 10%).

Najwyższe wartości wskaźnika specjalizacji, obliczanego jako relatywna specjalizacja województwa w zakresie danej kategorii przedmiotowej na tle kraju, notowane są dla kategorii:

- krystalografii (1,72),
- dermatologii (1,7),
- badań i medycyny eksperymentalnej (1,67),
- badań operacyjnych i nauk o zarządzaniu (1,65),
- górnictwa i przetwórstwa minerałów (1,56),
- optyki (1,48),
- zoologii (1,34),
- biofizyki (1,34),
- nauk weterynaryjnych (1,31),
- immunologii (1,3),
- informatyki (1,29),
- chemii (1,26),
- budownictwa i technologii budowlanej (1,21),
- kategorii interdyscyplinarnej „nauka i technologia – inne tematy” (1,2),
- mikrobiologii (1,16),
- telekomunikacji (1,15),

- biotechnologii i mikrobiologii stosowanej (1,14),
- hematologii (1,13),
- „ nauk społecznych – inne tematy” (1,12),
- energii i paliw, inżynierii materiałowej, przeszczepów (po 1,11),
- urologii i nefrologii, komórki biologicznej, fizyki, medycyny ogólnej i wewnętrznej, ekonomii biznesu, biochemii i biologii molekularnej, inżynierii (współczynnik specjalizacji większy niż 1).

Z kolei wartości znormalizowanego wskaźnika cytowań publikacji⁴ osiągają najwyższe wartości w następujących kategoriach przedmiotowych:

- układ sercowo-naczyniowy i kardiologia (205),
- dermatologia (160),
- energia i paliwa (125),
- optyka (118),
- rolnictwo (117),
- metalurgia i inżynieria metalurgiczna (116),
- psychologia (113),
- psychiatria (112),
- biotechnologia i mikrobiologia stosowana, nauka o żywności i technologia, medycyna ogólna i wewnętrzna (po 109),
- mikrobiologia (108),
- zasoby wodne (107),
- inżynieria materiałowa i systemy automatyki i sterowania (po 106).

Z kolei wysoka dynamika liczby publikacji⁵ charakteryzuje następujące kategorie przedmiotowe Web of Science:

- energia i paliwa (zmiana o 364%),
- zdrowie publiczne, środowiskowe i zawodowe (zmiana o 346%),
- nauki o środowisku i ekologia (zmiana o 300%),
- nauka i technologia - inne tematy (zmiana o 276%),
- psychologia (zmiana o 245%),
- metalurgia i inżynieria metalurgiczna (zmiana o 234%),
- dermatologia (zmiana o 210%) (Tab.1).

Podsumowując dane zawarte w tabeli 1, można wskazać cztery kategorie przedmiotowe, w których odnotowuje się ponadprzeciętne lub wyższe poziomy wszystkich czterech badanych mierników. Są to: Inżynieria materiałowa, Energia i paliwa, Dermatologia i Mikrobiologia. W województwie powstaje dużo tego rodzaju publikacji, są one coraz liczniejsze i wyróżniają region na tle pozostałych województw, co świadczy o wykształconej specjalizacji.

⁴ W niniejszym raporcie znormalizowany wskaźnik cytowań oznacza liczbę cytowań znormalizowaną z uwzględnieniem roku publikacji oraz kategorii przedmiotowej i przeliczoną tak aby średnia krajowa wynosiła 100.

⁵ Dynamika liczby publikacji jest tu rozumiana jako przyrost liczby publikacji afiliowanych w woj. dolnośląskim w okresie 2017-2022 w stosunku do liczby publikacji w latach 2011-2016.

Tab. 1. Specjalizacje badawcze według kategorii przedmiotowych publikacji naukowych

Kategoria przedmiotowa	Liczba publikacji	Udział (% w Polsce)	Specjalizacja (średnia krajowa =1)	Znormalizowany wskaźnik cytowań (Polska =100)	Zmiana liczby publikacji między 2011-16 i 2017-22 (2011-16 = 100)
Chemia	8466	11.8%	1.26	100	132
Inżynieria	7893	9.5%	1.01	95	118
Fizyka	6376	9.9%	1.06	81	116
Inżynieria materiałowa	4786	10.4%	1.11	106	162
Informatyka	4083	12.0%	1.29	86	98
Nauka i technologia - inne tematy	2943	11.3%	1.2	80	276
Biochemia i biologia molekularna	2830	9.6%	1.02	89	167
Nauki o środowisku i ekologia	2643	7.5%	0.8	77	300
Matematyka	2138	9.1%	0.97	104	112
Ekonomia biznesu	1977	9.8%	1.05	82	187
Układ sercowo-naczyniowy i kardiologia	1771	9.2%	0.98	205	149
Badania i medycyna eksperymentalna	1759	15.6%	1.67	91	119
Optyka	1733	13.9%	1.48	119	86
Medycyna ogólna i wewnętrzna	1454	9.9%	1.06	109	160
Onkologia	1397	7.9%	0.84	75	123
Energia i paliwa	1341	10.4%	1.11	126	364
Farmakologia i farmacja	1258	7.7%	0.83	105	164
Immunologia	1227	12.2%	1.3	105	115
Rolnictwo	1144	7.2%	0.77	117	174
Metalurgia i inżynieria metalurgiczna	1102	7.5%	0.81	116	235
Nauki weterynaryjne	1033	12.2%	1.31	94	120
Zdrowie publiczne, środowiskowe i zawodowe	943	7.7%	0.83	98	347
Astronomia i astrofizyka	903	7.0%	0.75	70	127
Geologia	900	8.9%	0.95	93	151
Nauka o żywności i technologia	812	8.9%	0.95	109	151
Neuronauki i neurologia	809	5.6%	0.6	102	143
Hematologia	794	10.6%	1.13	83	83
Zoologia	780	12.5%	1.34	70	159
Komórka biologiczna	778	10.1%	1.08	63	134
Dermatologia	770	16.0%	1.7	160	210
Krystalografia	709	16.1%	1.72	102	69
Biotechnologia i mikrobiologia stosowana	691	10.7%	1.14	109	103
Biofizyka	646	12.5%	1.34	75	88
Telekomunikacja	635	10.7%	1.15	105	98
Psychologia	632	9.0%	0.96	113	245
Nauki o roślinach	576	5.8%	0.62	91	154
Instrumenty i oprzyrządowanie	573	7.9%	0.84	100	178
Psychiatria	570	7.9%	0.84	113	179
Chirurgia	554	7.2%	0.77	89	133
Mikrobiologia	550	10.8%	1.16	108	172
Mechanika	507	7.0%	0.74	89	136
Endokrynologia i metabolizm	500	5.8%	0.62	101	121
Przeszczepy	494	10.4%	1.11	90	94
Górnictwo i przetwórstwo minerałów	469	14.7%	1.56	95	109
Pediatrya	449	8.8%	0.94	97	119
Systemy automatyki i sterowania	440	7.2%	0.77	106	121
Badania operacyjne i nauki o zarządzaniu	438	15.5%	1.65	60	127
Nauki społeczne - inne tematy	416	10.4%	1.12	73	139
Nauki przyrodnicze i biomedycyna - inne tematy	412	9.3%	0.99	79	125
Budownictwo i technologia budowlana	410	11.3%	1.21	93	134
Urologia i Nefrologia	406	10.3%	1.1	59	126
Zasoby wodne	404	9.0%	0.96	108	169

Wyróżnienie kolorystyczne	Udział	Specjalizacja	Znormalizowane cytowania	Zmiana liczby publikacji
	> 10%	> 1	> 100	> 152 (średnia zmiana)
	> 12%	> 1.2	> 110	> 183 (120% średniej zmiany)
	> 15%	> 1.5	> 120	> 228 (150% średniej zmiany)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Specjalizacje badawcze województwa dolnośląskiego wyznaczono również przy wykorzystaniu danych patentowych za lata 2011-2021. Ponad połowa wszystkich zgłoszeń patentowych afiliowanych w województwie dolnośląskim w tym okresie należała do sektora technologicznego „Chemia” (56%), 18% do sektora „Inżynieria mechaniczna”, 13% do sektora „Instrumenty”, a po 6% do sektorów „Inne pola” i „Inżynieria elektryczna”.

Analiza szczegółowych pól technologicznych pozwala wyłonić cztery najliczniejsze kategorie technologiczne w ramach sektora „Chemia” – ok. 17% wszystkich zgłoszeń dotyczyło chemii organicznej, 11% biotechnologii, 7% farmaceutyków, a 4,6% chemii materiałów. W sektorze „Instrumenty” najliczniej reprezentowane było pole technologiczne pomiarów (6% wszystkich), natomiast w sektorze „Inne pola” – inżynieria lądowa (4% wszystkich), a w sektorze „Inżynieria mechaniczna” – inne maszyny specjalne (3,8%). Pozostałe pola technologiczne liczyły mniej niż 200 zgłoszeń patentowych afiliowanych w regionie (Tab. 2).

Dane dotyczące patentów wskazują, że woj. dolnośląskie w szczególności specjalizuje się w zakresie ośmiu pól technologicznych, które równocześnie notują najwyższe wartości udziału patentów afiliowanych w regionie w dorobku patentowym Polski (powyżej 10%), oraz wysokie relatywne wskaźniki specjalizacji na tle kraju (powyżej 1); są to:

- biotechnologia (współczynnik specjalizacji 3,16 przy 30,8% udziale w ogólnej liczbie patentów afiliowanych w Polsce),
- chemia organiczna (2,88 przy 28,1%),
- farmaceutyki (1,89 przy 18,4%),
- analiza materiałów biologicznych (1,29 przy 12,6%),
- silniki, pompy, turbiny (1,27 przy 12,4%),
- optyka (1,26 przy 12,3%),
- mikrostruktura i nanotechnologia (1,21 przy 11,8%),
- informatyczne metody zarządzania (1,03 przy 10,1%).

Na uwagę zasługują także te pola technologiczne, które charakteryzują się największym przyrostem produktów w latach 2017-21 w stosunku do 2012-2016, co pozwala przypuszczać, że ich znaczenie w specjalizacji regionu wzrośnie. Są to:

- informatyczne metody zarządzania (zmiana o 200%),
- meble, gry (zmiana o 178%),
- komunikacja cyfrowa (zmiana o 171%),
- półprzewodniki (zmiana o 150%) (Tab. 2).

Podsumowując dane zawarte w tabeli 2, można wskazać cztery pola technologiczne, w odniesieniu do których odnotowuje się ponadprzeciętne lub wyższe poziomy wszystkich trzech badanych mierników. Są to: **Chemia organiczna, Biotechnologia, Silniki, pompy, turbiny oraz Informatyczne metody zarządzania**. Liczebność patentów w tych polach technologicznych jest wysoka, przyrost patentów większy niż przeciętnie w kraju, przy wyróżniających się wskaźnikach specjalizacji wynikających z dużego udziału patentów afiliowanych w woj. dolnośląskich w relacji do wszystkich polskich zgłoszeń patentowych.

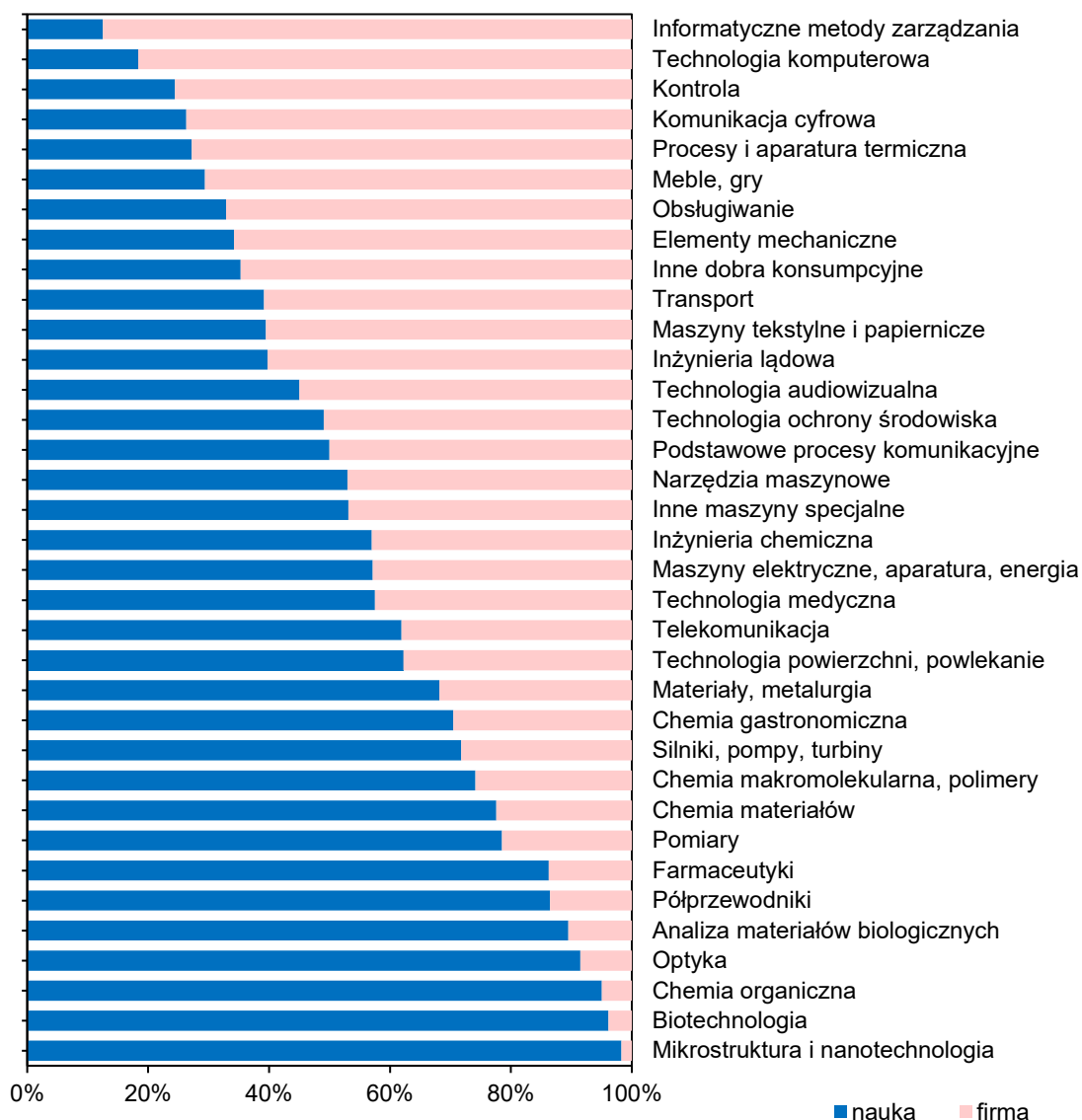
Tab. 2. Specjalizacje badawcze według pól technologicznych zgłoszeń patentowych

Sektor technologiczny	Pole technologiczne	Liczba zgłoszeń	Udział (% w Polsce)	Specjalizacja (średnia krajowa = 1)	Zmiana liczby zgłoszeń między 2012-16 i 2017-21 (2012-2021 = 100)
Chemia	Chemia organiczna	924	28.1%	2.88	91
Chemia	Biotechnologia	597	30.8%	3.16	105
Chemia	Farmaceutyki	392	18.4%	1.89	63
Instrumenty	Pomiary	331	9.0%	0.92	79
Chemia	Chemia materiałów	250	8.5%	0.87	59
Inne pola	Inżynieria lądowa	214	5.8%	0.59	92
Inżynieria mechaniczna	Inne maszyny specjalne	209	6.3%	0.64	66
Chemia	Materiały, metalurgia	197	7.6%	0.78	92
Chemia	Inżynieria chemiczna	191	7.0%	0.72	80
Instrumenty	Technologia medyczna	186	8.7%	0.89	94
Chemia	Chemia makromolekularna, polimery	170	8.5%	0.87	78
Inżynieria elektryczna	Maszyny elektryczne, aparatura, energia	144	6.1%	0.63	61
Chemia	Technologia ochrony środowiska	144	8.1%	0.83	60
Inżynieria mechaniczna	Obsługiwanie	143	7.6%	0.78	91
Inżynieria mechaniczna	Transport	142	7.3%	0.75	104
Inżynieria mechaniczna	Silniki, pompy, turbiny	124	12.4%	1.27	100
Instrumenty	Analiza materiałów biologicznych	123	12.6%	1.29	52
Inżynieria mechaniczna	Elementy mechaniczne	114	6.5%	0.67	73
Inżynieria mechaniczna	Procesy i aparatura termiczna	112	7.1%	0.73	84
Inżynieria mechaniczna	Narzędzia maszynowe	100	4.5%	0.46	102
Chemia	Chemia gastronomiczna	88	6.7%	0.69	81
Chemia	Technologia powierzchni, powlekanie	82	5.3%	0.54	67
Inne pola	Meble, gry	68	6.5%	0.66	178
Chemia	Mikrostruktura i nanotechnologia	58	11.8%	1.21	39
Inne pola	Inne dobra konsumpcyjne	51	5.7%	0.59	109
Inżynieria elektryczna	Technologia komputerowa	48	5.5%	0.56	105
Instrumenty	Optyka	47	12.3%	1.26	24
Instrumenty	Kontrola	42	5.3%	0.55	67
Inżynieria elektryczna	Technologia audiowizualna	40	8.3%	0.85	13
Inżynieria mechaniczna	Maszyny tekstylne i papiernicze	38	4.8%	0.49	106
Inżynieria elektryczna	Półprzewodniki	37	8.9%	0.91	150
Inżynieria elektryczna	Informatyczne metody zarządzania	23	10.1%	1.03	200
Inżynieria elektryczna	Telekomunikacja	21	6.0%	0.62	29
Inżynieria elektryczna	Komunikacja cyfrowa	19	4.9%	0.5	171
Inżynieria elektryczna	Podstawowe procesy komunikacyjne	6	3.1%	0.32	100

Wyróżnienie kolorystyczne	Udział	Specjalizacja	Znormalizowane cytowania	Zmiana liczby publikacji
	> 10%	> 1	> 100	> 88 (średnia zmiana)
	> 12%	> 1.2	> 110	> 105 (120% średniej zmiany)
	> 15%	> 1.5	> 120	> 131 (150% średniej zmiany)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych UP RP i PATSTAT.

Rys. 28. Proporcja liczby zgłoszeń patentowych według sektorów podmiotowych w polach technologicznych w woj. dolnośląskim, 2011-2021



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych UP RP i PATSTAT.

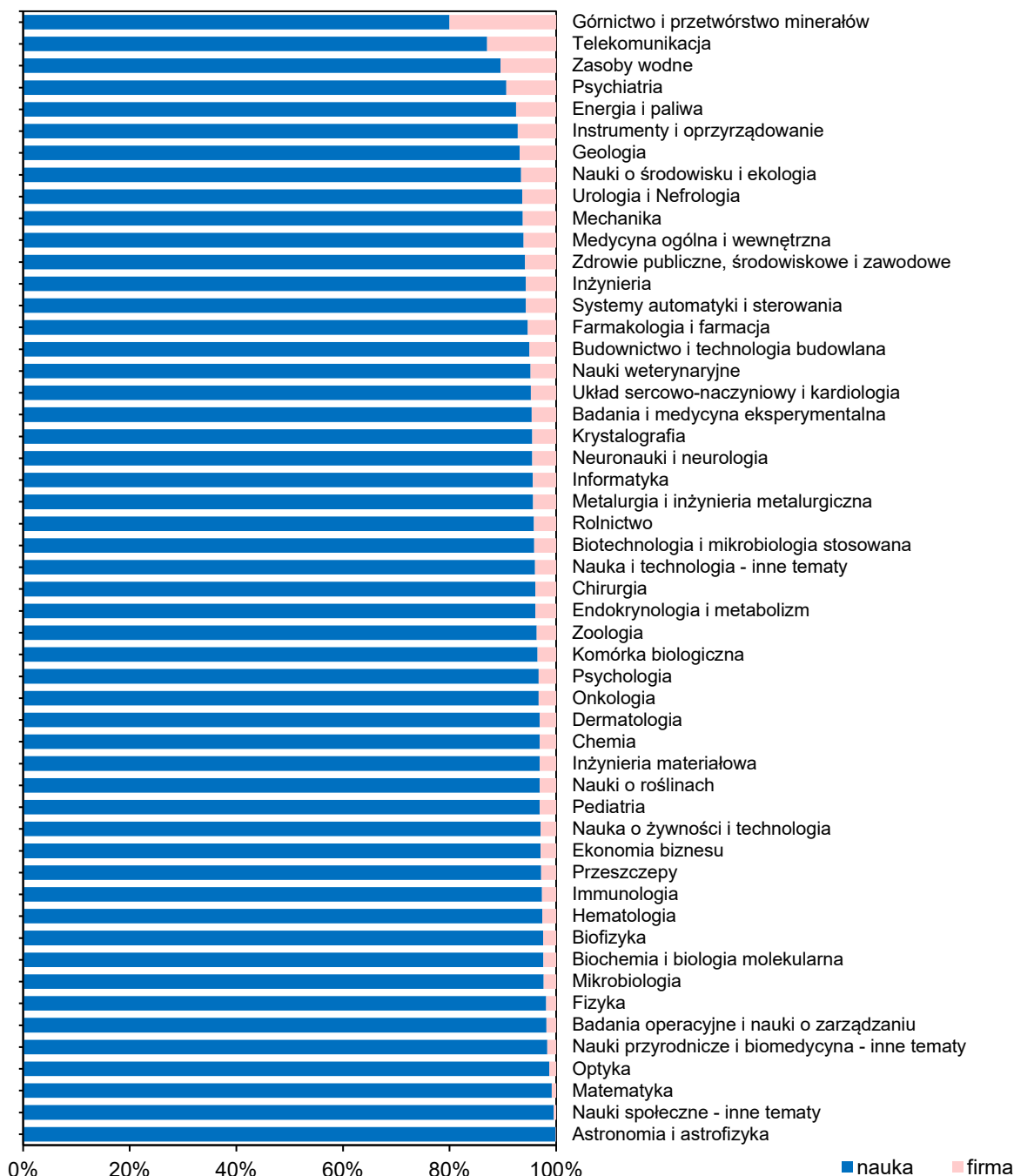
W sektorze naukowym zgłoszono ponad 3,8 tys. patentów a w sektorze przedsiębiorstw ponad 1,6 tysiąca, tj. ok 2,4 razy mniej. Najwięcej zgłoszeń patentowych w sektorze nauka ujawniono w zakresie: Chemia organiczna (979; 22,7%) i Biotechnologia (574; 14,8%). Z kolei w sektorze przedsiębiorstw zaobserwowano większe rozproszenie, a najliczniejsze sektory podmiotowe to:

- Inżynieria lądowa (132; 8%),
- Obsługiwanie (100; 6,1%),
- Inne maszyny specjalne (98; 6,0%),
- Transport (87; 5,3%) (Rys. 28).

Natomiast liczba publikacji w sektorze naukowym wyniosła ponad 76,7 tys., a w sektorze przedsiębiorstw 3,2 tys., tj. 23-krotnie mniej. Najwięcej publikacji w sektorze nauki zostało zaliczonych do sektora podmiotowego: Chemia (8,3 tys.; 10,9%), Inżynieria (7,7 tys.; 10%) i Fizyka (6,3 tys.; 8,2%). Z kolei w sektorze przedsiębiorstw ponad 1/5 publikacji stanowiły te z dwóch sektorów podmiotowych: inżynierii (464, 14,3%) oraz chemii (265, 8,1%) (Rys. 29).

Ponadto, struktura sektorowa zgłoszeń patentowych i publikacji różni się, co – biorąc od uwagę odmienny charakter tych produktów naukowych – jest uzasadnione. W przypadku patentów 70% stanowiły te zgłaszane przez sektor naukowy, przy tym rozbieżności między poszczególnymi polami technologicznymi były znaczące i zawierały się w przedziale od 12,5% w przypadku „Informatycznych metod zarządzania” do 98% w przypadku „Mikrostruktur i nanotechnologii” (Rys. 28). W przypadku publikacji, blisko 96% było afiliowanych w sektorze naukowym. Rozpiętości pomiędzy kategoriami przedmiotowymi nie były przy tym tak duże jak w przypadku patentów. Kategorie o najwyższym udziale sektora przedsiębiorstw to: górnictwo i przetwórstwo materiałów (20%), telekomunikacja (13%) i zasoby wodne (10%) (Rys. 29).

Rys. 29. Proporcja liczby publikacji według sektorów podmiotowych w kategoriach przedmiotowych w woj. dolnośląskim, 2011-2021



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Uzupełnieniem powyższych analiz jest identyfikacja specjalizacji badawczej woj. dolnośląskiego w odniesieniu do obszarów obejmujących technologie najszybciej rozwijające się w skali światowej. W tym celu wykorzystano klasyfikację opracowaną w raporcie „Analiza zasobów, aktywności i osiągnięć jednostek naukowych w Polsce w dziedzinie tworzenia i rozwoju technologii” (OPI PIB, UW, 2021) przygotowanym w ramach projektu Ministerstwa Rozwoju i Technologii. Zidentyfikowane w tym badaniu obszary technologiczne mają szeroko brzmiące nazwy, ale w istocie obejmują dość wąski zakres publikacji naukowych i patentów identyfikowanych na podstawie słów kluczowych oraz kodów klasyfikacji patentowej.

Najwyższa bezwzględna liczba publikacji notowana jest w województwie dolnośląskim w obszarze technologii medycznych i farmaceutycznych (9613 publikacje). Wyróżniają się również, choć ze znacznie niższą liczbą publikacji, obszary: technologia chemiczna (3272 publikacje) oraz technologia wytwarzania i produkcji przemysłowej (2324 publikacje).

Z kolei biorąc pod uwagę udział publikacji afiliowanych w woj. dolnośląskim we wszystkich publikacjach krajowych w danym obszarze technologicznym, o specjalizacji regionu można mówić w obszarze technologii pakowania, magazynowania i manipulacji (23,1% wszystkich polskich publikacji). Dość wysokie wartości notowane są również w obszarach:

- inżynierii cywilnej (11,1%),
- technologii chemicznych (9,9%),
- technologii wytwarzania i produkcji przemysłowej (9,5%) i
- technologii informacyjnych i komunikacyjnych (9,3%).

Podobnie, najwyższe wartości wskaźnika specjalizacji, obliczanego jako relatywna specjalizacja województwa w zakresie danej technologii na tle kraju, notowane są w obszarach:

- technologii pakowania, magazynowania i manipulacji (2,57),
- inżynierii cywilnej (1,24),
- technologii chemicznej (1,11),
- technologii wytwarzania i produkcji przemysłowej (1,06) i
- technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych (1,03).

Wartości znormalizowanego wskaźnika cytowań publikacji wyróżniają dolnośląskie w trzech obszarach:

- inżynierii cywilnej (117),
- technologii rolno-spożywczych (106) i
- technologii energetycznych (101).

Wysoki współczynnik zmiany liczby publikacji między 2011-2016 i 2017-2022 charakteryzuje:

- inżynierię chemiczną (zmiana o 350%),
- technologie lotnicze (zmiana o 250%),
- technologie rolno-spożywcze (zmiana o 212%),
- technologie środowiskowe (zmiana o 211%),
- technologie energetyczne (zmiana o 203%) (Tab. 3).

Podsumowując dane zawarte w tabeli 3, woj. dolnośląskie wyróżnia na tle kraju przede wszystkim specjalizacją w zakresie inżynierii cywilnej, i chociaż liczba publikacji w tym obszarze jest relatywnie niewielka, to dynamika jest bardzo wysoka, co może świadczyć o wzroście znaczenia

tego obszaru technologicznego w krótkiej perspektywie. Wyróżnia się także obszar technologie pakowania, magazynowania i manipulacji.

Tab. 3. Specjalizacje badawcze według obszarów technologicznych publikacji naukowych

Obszar technologiczny	Liczba publikacji	Udział (% w Polsce)	Specjalizacja (średnia krajowa =1)	Znormalizowany wskaźnik cytowań (Polska =100)	Zmiana liczby publikacji między 2011-16 i 2017-22 (2011-16 = 100)
Technologie medyczne i farmaceutyczne	9613	8.9%	0.99	99	169
Technologie chemiczne	3272	9.9%	1.11	83	159
Technologie wytwarzania i produkcji przemysłowej	2324	9.5%	1.06	91	150
Technologie rolno-spożywcze	1475	7.8%	0.87	106	212
Technologie informacyjne i komunikacyjne	1192	9.3%	1.03	82	156
Technologie energetyczne	616	8.6%	0.96	101	203
Nanotechnologia	456	8.5%	0.95	79	165
Technologie środowiskowe	218	8.5%	0.94	83	211
Technologie systemów kontroli i sterowania	209	6.8%	0.75	98	155
Technologie pakowania, magazynowania i manipulacji	96	23.1%	2.57	84	200
Technologie lotnicze	49	3.0%	0.33	69	250
Inżynieria cywilna	45	11.1%	1.24	117	350
Inne	34	8.8%	0.97	43	143

Wyróżnienie kolorystyczne	Udział	Specjalizacja	Znormalizowane cytowania	Zmiana liczby publikacji
	> 10%	> 1	> 100	> 194 (średnia zmiana)
	> 12%	> 1.2	> 110	> 233 (120% średniej zmiany)
	> 15%	> 1.5	> 120	> 291 (150% średniej zmiany)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Podobnie, najwięcej patentów województwo dolnośląskie notuje w obszarze technologii medycznych i farmaceutycznych (527 patentów), technologii chemicznych (168 patentów) i technologii wytwarzania i produkcji przemysłowej (141 patentów). Silną pozycję obszaru technologii medycznych i farmaceutycznych w regionie na tle kraju potwierdzają również: udział tego obszaru technologicznego w „patentowej produkcji” krajowej (13,5% wszystkich polskich patentów) oraz najwyższy wskaźnik specjalizacji na tle kraju (1,54). Drugim wyróżniającym się obszarem technologicznym są technologie lotnicze - patenty afiliowane w regionie stanowią 9,1% wszystkich w kraju w tej dziedzinie, a wskaźnik specjalizacji wynosi 1,03. Natomiast najsilniej liczba patentów przyrasta w obszarach technologicznych:

- inżynieria cywilna (zmiana o 250%),
- technologie energetyczne (zmiana o 141%),
- technologie systemów kontroli i sterowania (zmiana o 136%),
- technologie informacyjne i komunikacyjne (zmiana o 112%) (Tab. 4).

Tab. 4. Specjalizacje badawcze według obszarów technologicznych zgłoszeń patentowych

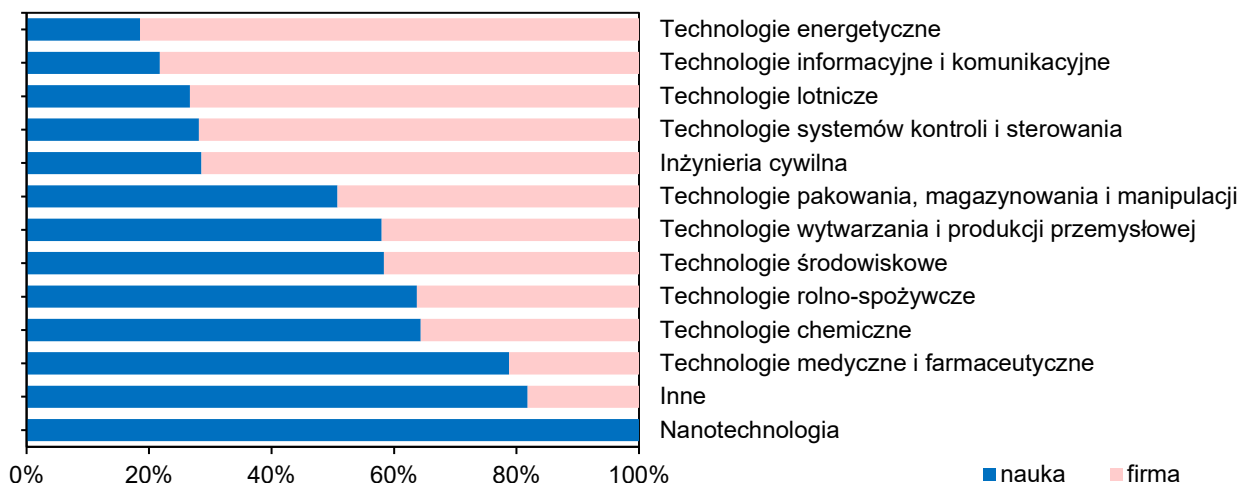
Obszar technologiczny	Liczba zgłoszeń	Udział (% w Polsce)	Specjalizacja (średnia krajowa = 1)	Zmiana liczby publikacji między 2012-16 i 2017-21 (2012-2021 = 100)
Technologie medyczne i farmaceutyczne	527	13.5%	1.54	69
Technologie chemiczne	168	8.1%	0.92	100
Technologie wytwarzania i produkcji przemysłowej	141	7.3%	0.83	100
Technologie rolno-spożywcze	91	5.6%	0.63	107
Technologie środowiskowe	61	8.2%	0.94	41
Technologie informacyjne i komunikacyjne	55	8.3%	0.95	112
Nanotechnologia	51	7.3%	0.83	79
Technologie energetyczne	45	5.3%	0.60	141
Technologie lotnicze	32	9.1%	1.03	45
Technologie pakowania, magazynowania i manipulacji	29	5.8%	0.66	33
Technologie systemów kontroli i sterowania	27	4.8%	0.55	136
Inżynieria cywilna	15	6.3%	0.71	250
Inne	11	8.5%	0.96	38

Wyróżnienie kolorystyczne	Udział	Specjalizacja	Znormalizowane cytowania	Zmiana liczby publikacji
	> 10%	> 1	> 100	> 96 (średnia zmiana)
	> 12%	> 1.2	> 110	> 115 (120% średniej zmiany)
	> 15%	> 1.5	> 120	> 144 (150% średniej zmiany)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych UP RP i PATSTAT.

We wszystkich obszarach technologicznych odnotowano łącznie 1 275 patentów, z czego 817 w sektorze nauki a 458 w sektorze przedsiębiorstw. Patenty z zakresu technologii medycznych i farmaceutycznych stanowiły ponad 1/2 ujawnionych w sektorze nauki i 1/4 w sektorze przedsiębiorstw. Natomiast liczba publikacji we wszystkich obszarach technologicznych w sektorze naukowym wyniosła ponad 19,1 tys., a w sektorze przedsiębiorstw 977, tj. 19-krotnie mniej. Podobnie jak w przypadku patentów, strukturę publikacji zdominowały te z zakresu technologii medycznych i farmaceutycznych, które stanowiły połowę publikacji sektora nauki i niemal połowę publikacji sektora przedsiębiorstw.

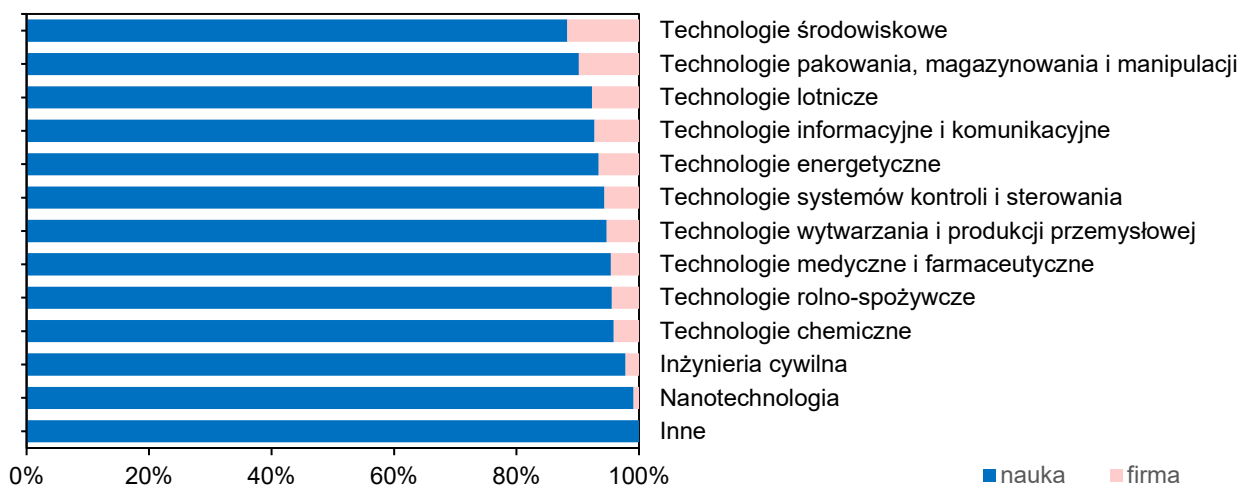
Rys. 30. Proporcje liczby zgłoszeń patentowych według sektorów podmiotowych w obszarach technologicznych w woj. dolnośląskim, 2011-2021



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych UP RP i PATSTAT.

Analogicznie do wniosków płynących z analizy struktury sektorowej zgłoszeń patentowych w polach technologicznych i publikacji w kategoriach podmiotowych (Rys. 28 i Rys. 29), proporcje liczby zgłoszeń patentowych oraz liczby publikacji w obszarach technologicznych według sektorów kształtują się odmiennie. W przypadku zgłoszeń patentowych 64% stanowiły te zgłaszane przez sektor naukowy, a rozbieżności między poszczególnymi obszarami technologicznymi były znaczące – od 18,5% w zakresie technologii energetycznych do 100% w zakresie nanotechnologii (Rys. 30). Natomiast w przypadku publikacji, aż 95% było afiliowanych w sektorze naukowym. Pomiędzy obszarami technologicznymi nie występowały tak znaczące różnice jak w przypadku patentów. Kategoria o najwyższym udziale sektora przedsiębiorstw to: technologie środowiskowe (12%) (Rys. 31).

Rys. 31. Proporcje liczby publikacji według sektorów podmiotowych w obszarach technologicznych w woj. dolnośląskim, 2011-2022

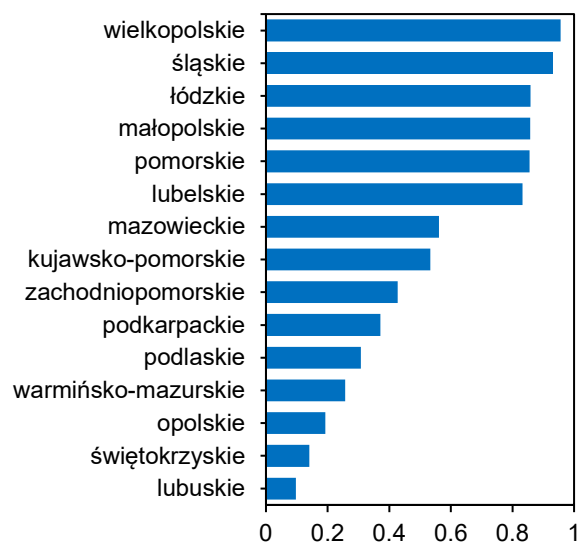


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych UP RP i PATSTAT.

Na podstawie zgromadzonych danych o liczbie publikacji w kategoriach przedmiotowych oraz zgłoszeń patentowych w polach technologicznych obliczono syntetyczny wskaźnik podobieństwa woj. dolnośląskiego do innych województw w zakresie specjalizacji badawczo-rozwojowej. Wskaźnik bierze pod uwagę zarówno liczbę publikacji lub zgłoszeń patentowych oraz ich strukturę. Wskaźnik przyjmuje wartości od 0 do 1; im bliżej 1 tym większe podobieństwo porównywanych obiektów.

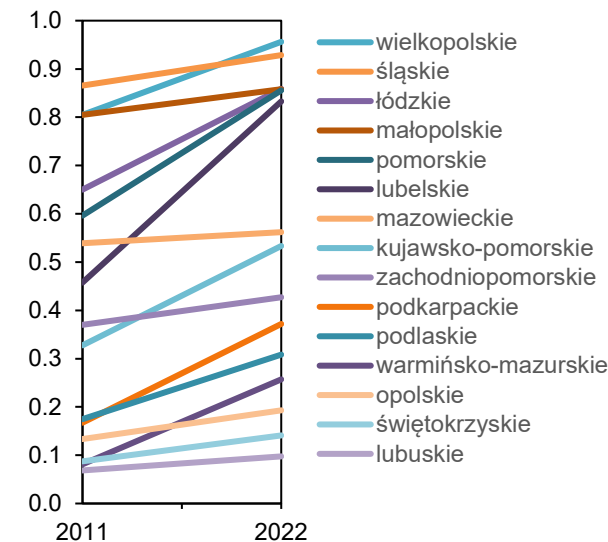
W odniesieniu do publikacji naukowych potencjał woj. dolnośląskiego jest najbardziej podobny do wielkopolskiego i śląskiego, w nieco mniejszym stopniu do łódzkiego, małopolskiego, pomorskiego i lubelskiego (por. Rys. 32). Głównym krajowym punktem odniesienia dla województwa dolnośląskiego powinny być regiony z najwyższym potencjałem badawczo-rozwojowym. W przypadku Polski zdecydowanym liderem jest woj. mazowieckie, a drugie miejsce zajmuje woj. małopolskie. Analiza współczynnika podobieństwa wskazuje, że woj. dolnośląskie jest w dużej mierze porównywalne z woj. małopolskim, i w średnim stopniu podobne do woj. mazowieckiego. Warto zauważyć, że między latami 2011 i 2022 współczynnik podobieństwa woj. dolnośląskiego zwiększał się zarówno w odniesieniu do woj. mazowieckiego (nieznacznie), jak i woj. małopolskiego (nieco wyraźniej) (por. Rys. 33). Przedstawione dane można interpretować jako wskazujące na stopniowe zmniejszanie się luki technologicznej między woj. dolnośląskim i krajowymi liderami w zakresie potencjału badawczo-rozwojowego mierzonego liczbą publikacji naukowych.

Rys. 32. Współczynnik podobieństwa specjalizacji badawczo-rozwojowej woj. dolnośląskiego do innych województw, na podstawie liczby i struktury publikacji w 2022



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

Rys. 33 Zmiana współczynnika podobieństwa specjalizacji badawczo-rozwojowej woj. dolnośląskiego na podstawie liczby i struktury publikacji w 2011 i 2022

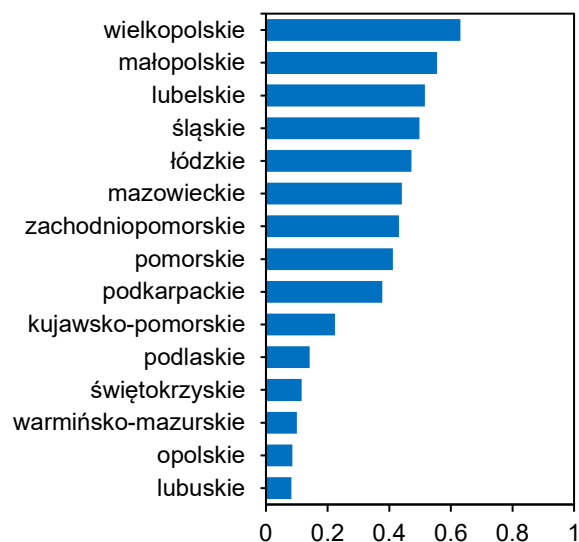


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych WoS.

W odniesieniu do zgłoszeń patentowych woj. dolnośląskie jest najbardziej podobne do wielkopolskiego, w następnej kolejności do małopolskiego i lubelskiego. Należy jednak zwrócić uwagę, że maksymalne wskaźniki podobieństwa są jednak na wyraźnie niższych poziomach niż w przypadku publikacji. W przypadku publikacji współczynnik podobieństwa do wielkopolskiego jest na poziomie 0,96, a w przypadku zgłoszeń patentowych na poziomie wyraźnie niższym: 0,63. Oznacza to, że woj. dolnośląskie jest bardziej podobne do innych województw (w tym do liderów potencjału badawczo-rozwojowego) w zakresie publikacji naukowych, niż zgłoszeń patentowych.

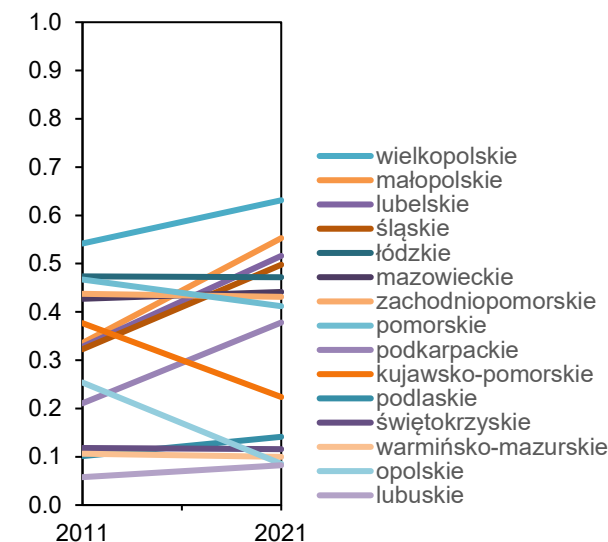
Widoczne jest to zarówno w odniesieniu do podobieństwa z woj. mazowieckim (współczynnik podobieństwa obliczony na podstawie publikacji wynosi 0.56, a obliczony na podstawie zgłoszeń patentowych ma wartość 0,44), jak i w przypadku woj. małopolskiego (wskaźnik podobieństwa publikacji na poziomie 0,86 vs wskaźnik podobieństwa zgłoszeń patentowych na poziomie 0,55). Taka sytuacja może oznaczać, że luka technologiczna między woj. dolnośląskim a liderami potencjału badawczo-rozwojowego w większej mierze dotyczy bliższych rynkowi aspektów działalności badawczo-rozwojowej, a w mniejszej potencjału w zakresie badań podstawowych. W tym kontekście jako zdecydowanie pozytywne należy ocenić istotne zwiększanie się współczynnika podobieństwa między woj. dolnośląskim i woj. małopolskim – wzrósł on z 0,34 w 2011 do 0,55 w 2021. Z kolei współczynnik podobieństwa z woj. mazowieckim utrzymuje się na podobnym poziomie w analizowanych latach (por. Rys. 35).

Rys. 34. Współczynnik podobieństwa specjalizacji badawczo-rozwojowej woj. dolnośląskiego do innych województw, na podstawie liczby i struktury zgłoszeń patentowych w 2021



Źródło: opracowanie własne, dane UP RP i PATSTAT.

Rys. 35. Zmiana współczynnika podobieństwa specjalizacji badawczo-rozwojowej woj. dolnośląskiego do innych województw na podstawie liczby i struktury zgłoszeń patentowych w 2011 i 2021



Źródło: opracowanie własne, dane UP RP i PATSTAT.

2.4. Potencjał badawczo-rozwojowy a regionalne inteligentne specjalizacje

W tym rozdziale omawiane jest powiązanie potencjału badawczo-rozwojowego woj. dolnośląskiego z obszarami inteligentnych specjalizacji wskazanymi w „Dolnośląskiej Strategii Innowacji 2030”. Podsumowaniem przeprowadzonej analizy jest tabela zamieszczona niżej. W dalszej części rozdziału przedstawiono szczegółową analizę oraz uzasadnienie oceny stopnia powiązania potencjału naukowo-badawczego z inteligentnymi specjalizacjami woj. dolnośląskiego.

Tab. 5. Podsumowanie analizy spójności potencjału badawczo-rozwojowego z inteligentnymi specjalizacjami woj. dolnośląskiego

Inteligentna specjalizacja	Obszar	Spójność z potencjałem badawczo-rozwojowym woj. dolnośląskiego
Chemia i medycyna	Technologie chemiczne	+++
	Produkty chemiczne	+++
	Technologie, procedury i produkty medyczne	+++
	Inżynieria materiałowa	+++
Auto-Moto-Aero-Space	Nisko- i bezemisyjne pojazdy lądowe i wodne	++
	Statki powietrzne oraz pojazdy kosmiczne	++
Surowce naturalne i wtórne	Pozyskiwanie surowców mineralnych	+++
	Pozyskiwanie surowców z odpadów	++
	Przetwarzanie surowców mineralnych	+++
	Przetwarzanie surowców naturalnych	+++
	Pozyskiwanie i przetwarzanie wody	+++
Maszyny i urządzenia	Projektowanie konstrukcji i opracowywanie nowych technologii wytwarzania maszyn i urządzeń	+
	Wytwarzanie maszyn i urządzeń	++
„Zielony ład” (specjalizacja horyzontalna)	Technologie nisko- i bezodpadowe	++
	Technologie poprawiające efektywność energetyczną	++
	Technologie poprawiające efektywność gospodarowania wodą	+++
„Przemysł 4.0” (specjalizacja horyzontalna)	Technologie i produkty przemysłu wytwórczego	++
	Technologie stosowane w usługach	+
	Technologie stosowane w ochronie środowiska i klimatu oraz rolnictwie precyzyjnym	+
„Życie wspomagane technologią” (specjalizacja horyzontalna)	Technologie i produkty stosowane w medycynie	+++
	Technologie i produkty stosowane w zarządzaniu obiektami, sieciami i systemami	++

Legenda:	Bardzo dobre powiązanie	+++
	Dobre powiązanie	++
	Dostateczne powiązanie	+
	Brak powiązania	-

Źródło: opracowanie własne.

Potencjał badawczy woj. dolnośląskiego jest **bardzo dobrze** powiązany z obszarami „Technologie chemiczne” i „Produkty chemiczne” inteligentnej specjalizacji „Chemia i medycyna”. Świadczą o tym wyniki analiz opartych zarówno na publikacjach naukowych, jak i zgłoszeniach patentowych:

- Duża liczba publikacji (3272) oraz wysoki współczynnik specjalizacji (1,11) w obszarze „technologie chemiczne”, cytowania na poziomie zbliżonym do średniej krajowej oraz stały przyrost liczby publikacji zaliczanych do tego obszaru.
- Na poziomie kategorii przedmiotowych publikacji naukowych pole „chemia” cechuje się największą liczbą publikacji (8466), wysokim udziałem w krajowym dorobku publikacyjnym (11,8%), wysokim współczynnikiem specjalizacji (1,26). Cytowania są na przeciętnym krajowym poziomie. Przyrost liczby publikacji jest zadowalający.
- Liczba zgłoszeń patentowych w obszarze technologicznym „technologie chemiczne” jest dość wysoka (168), współczynnik lokalizacji jest jednak niski (0,92). Liczba zgłoszeń patentowych utrzymuje się na podobnym poziomie w badanym okresie.
- Na poziomie pól technologicznych zgłoszeń patentowych widoczne są przejawy rozwiniętej regionalnej specjalizacji w analizowanym zakresie. Dotyczy to zwłaszcza pola „chemia organiczna”. W tym polu region odpowiada aż za 28% zgłoszeń patentowych w Polsce. Współczynnik specjalizacji jest bardzo wysoki (2,88). Inne pola związane z technologiami i produktami chemicznymi notują słabsze współczynniki specjalizacji w woj. dolnośląskim (chemia materiałów, inżynieria chemiczna, chemia makromolekularna, polimery) – może to świadczyć o wewnętrznej specjalizacji w ramach tego raczej szerokiego obszaru.

W obszarze „Technologie, procedury i produkty medyczne” inteligentnej specjalizacji „Chemia i medycyna” powiązanie z potencjałem badawczo-rozwojowym woj. dolnośląskiego jest bardzo dobre. Taka ocena wynika z następujących przesłanek:

- Duża liczba publikacji (1759) oraz wysoki współczynnik lokalizacji (1,67) w obszarze „badania i medycyna eksperymentalna”, cytowania na poziomie 90% średniej krajowej oraz znaczący przyrost liczby publikacji zaliczanych do tego obszaru (zmiana o 119).
- Ponadto znacząca liczba publikacji (1454) oraz współczynnik lokalizacji nieznacznie powyżej 1 w obszarze „medycyna ogólna i wewnętrzna”, cytowania przewyższające średnią krajową oraz znaczący przyrost liczby publikacji zaliczanych do tego obszaru (zmiana o 160).
- Obszary „immunologia” i „dermatologia” cechuje duża liczba (odpowiednio 1227 i 770) szybko przyrastających produktów naukowych (zmiana o 115 i 220), wyróżniający się poziom cytowań (104,6 i 160) oraz współczynniki lokalizacji (odpowiednio 1,3 i 1,7). Podobnie mniej liczne kategorie „przeszczepy” i „urologia i nefrologia” (494, 406), osiągają istotny wskaźnik lokalizacji (ok 1,1) przy niskich cytowaniach.
- Z kolei liczebne kategorie, tj. „układ sercowo-naczyniowy i kardiologia”, „farmakologia i farmacja” (1771, 1258) charakteryzują dobre wskaźniki cytowań (205, 105) i dynamika (149, 164), ale wskaźniki lokalizacji są niskie.
- Wysoki współczynnik lokalizacji (1,9) choć przy niskich cytowaniach i niskiej dynamice liczby produktów, cechuje obszar „stomatologia, chirurgia jamy ustnej i medycyna”.
- Mniej znaczące liczbowo kategorie tj. „alergologia” „choroba zakaźna” „medycyna ratunkowa” oraz „medycyna integracyjna i komplementarna” charakteryzują wyróżniające się wskaźniki lokalizacji (1,06; 1,18; 1,63; 1,12) i dynamiczny przyrost produktów naukowych (zmiana o 222, 178, 181 i 113).

- Na poziomie obszarów technologicznych publikacji naukowych widoczne są wybiórcze przejawy regionalnej specjalizacji w analizowanym zakresie. Obszar technologiczny „Technologie medyczne i farmaceutyczne” cechuje najwyższa liczba publikacji (9613) o istotnej dynamice (zmiana o 169), współczynnik specjalizacji zbliża się do poziomu 1, cytowania są na poziomie krajowym.
- Na poziomie obszarów technologicznych zgłoszeń patentowych z kolei obszar technologiczny „Technologie medyczne i farmaceutyczne” cechuje najwyższa liczba patentów (527), wysoki współczynnik lokalizacji (1,54), ale przy słabej dynamice zmian liczby patentów.

Obszar „Inżynieria materiałowa” inteligentnej specjalizacji „Chemia i medycyna” woj. dolnośląskiego jest **bardzo dobrze** powiązany z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym. Przemawiają za tym następujące argumenty:

- Znacząca liczba publikacji w kategorii przedmiotowej „inżynieria materiałowa” oraz współczynnik specjalizacji wyraźnie świadczący o regionalnej przewadze (1,11). Co istotne, publikacje z woj. dolnośląskiego w tej kategorii są cytowane wyraźnie częściej niż średnia krajowa. Ponadto przyrost liczby publikacji w analizowanym okresie jest bardzo duży.
- W ujęciu obszarów technologicznych publikacji najbardziej zbliżonym do „inżynierii materiałowej” jest obszar nanotechnologia. W tym przypadku liczba publikacji jest na przeciętnym poziomie (456), a wartość współczynnika specjalizacji (0,95) świadczy o tym, że woj. dolnośląskie jedynie nieznacznie negatywnie odstaje od przeciętnego krajowego poziomu.
- Wyniki analizy bazującej na zgłoszeniach patentowych są zróżnicowane, jednak z pozytywnym wskazaniem. Z jednej strony na poziomie pól technologicznych pole „mikrostruktury i nanotechnologie” charakteryzuje się wysokim współczynnikiem lokalizacji (1,21), natomiast na poziomie obszarów technologicznych „nanotechnologia” ma wskaźnik specjalizacji regionalnej jedynie na poziomie 0,83. Dość niski poziom współczynnika lokalizacji, ale przy dużej liczbie zgłoszeń patentowych, cechuje też powiązane pole technologiczne „chemia materiałów” (0,87).

W przypadku obszaru „Nisko- i bezemisyjne pojazdy lądowe i wodne” w inteligentnej specjalizacji „Auto-moto-aero space” powiązanie z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym woj. dolnośląskiego jest **dobrze**, choć należy zaznaczyć, że nie tak intensywne, jak w przypadku wyżej omawianych obszarów inteligentnych specjalizacji. Wynika to z następujących przesłanek:

- W woj. dolnośląskim afiliowane są publikacje w kilku kategoriach związanych z obszarem, w tym m.in. kategoriach „Inżynieria” i „energia paliw”, w których notujemy bardzo wysoką liczbę publikacji (odpowiednio 7893; 1341) przy równoczesnej specjalizacji na tle kraju (1,01; 1,11), a w przypadku energii i paliw również wysokie cytowania i wyróżniającą się dynamikę przyrostu liczby publikacji naukowych (364). Ponadto w dwóch kolejnych związanych kategoriach przedmiotowych: „Mechanika” i „Transport” notuje się pewną liczbę publikacji (507; 214) i wysoki poziom zmiany (136;118).
- W ujęciu obszarów technologicznych publikacji najbardziej zbliżonym do „Nisko- i bezemisyjne pojazdy lądowe i wodne” jest obszar „inżynieria cywilna” oraz „technologie środowiskowe”. W pierwszym przypadku liczba publikacji jest na bardzo niskim poziomie (45), ale wartość współczynnika specjalizacji jest wysoka (1,24) podobnie jak zmiana liczby publikacji (350), co świadczyć może o potencjale woj. dolnośląskiego w tym obszarze w przyszłości. Równocześnie w drugim przypadku publikacji jest więcej (218),

ale specjalizacja jest niewyraźna, choć dynamika publikacji istotna (211). Wymienione obszary według zgłoszeń patentowych prezentują się znacznie słabiej, jedynie pole technologiczne: „Inżynieria cywilna” mimo niewielkiej liczby patentów cechuje najwyższa dynamika (250).

- Liczne są także patenty afiliowane w województwie do kategorii związanych ze specjalizacją. Pola technologiczne „Inżynieria lądowa”, „Technologia ochrony środowiska”, „Transport” i „Silniki, pompy, turbiny” charakteryzują się znaczącą liczbą zgłoszeń patentowych (215,144, 142, 124), lecz jedynie w przypadku ostatniej kategorii można mówić o wysokim współczynniku lokalizacji (1,27).

Również w odniesieniu do obszaru „Statki powietrzne oraz pojazdy kosmiczne” inteligentnej specjalizacji „Auto-moto-aero space” powiązanie z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym jest **dobrze**, choć nieco słabsze niż w przypadku inteligentnej specjalizacji „Chemia i medycyna”. Taka ocena oparta jest na następujących argumentach:

- Analiza pól technologicznych zgłoszeń patentowych oraz kategorii przedmiotowych publikacji naukowych nie potwierdza szczególnej specjalizacji regionu w zakresie statków powietrznych i pojazdów kosmicznych.
- W obszarze „Technologie lotnicze” zidentyfikowano niewiele publikacji, co przekłada się na bardzo niski współczynnik lokalizacji (68,9), publikacje z woj. dolnośląskiego w tym zakresie są także cytowane rzadziej niż średnia krajowa. Z drugiej strony widoczny jest duży przyrost liczby publikacji (co jest łatwe do osiągnięcia przy ogólnej małej liczbie publikacji). Lepiej wygląda sytuacja pod względem zgłoszeń patentowych w obszarze „technologie lotnicze”. Co prawda zgłoszeń nie jest dużo w wartościach absolutnych (32 zgłoszenia), jednak odpowiadają one aż za 9,1% zgłoszeń krajowych w tym obszarze, a wartość współczynnika lokalizacji wynosi 1,03 (czyli świadczy o przeciętnym krajowym poziomie w analizowanym względzie).
- W analizie powiązania obszaru „Statki powietrzne oraz pojazdy kosmiczne” z potencjałem badawczo-rozwojowym regionu należy jednak uwzględnić to, że obszar ten obejmuje dwa specyficzne podobszary, tj. źródła zasilania i napędu oraz urządzenia, podzespoły i komponenty, zatem istotny jest tu także potencjał m.in. w polu technologicznym „silniki, pompy, turbiny” oraz kategorii przedmiotowej „inżynieria materiałowa” – w obu tych przypadkach widoczna jest wysoka specjalizacja w woj. dolnośląskim. W efekcie powiązanie obszaru „Statki powietrzne oraz pojazdy kosmiczne” inteligentnej specjalizacji „Auto-moto-aero space” z potencjałem naukowo-badawczym woj. dolnośląskiego można uznać za dobre.

Obszar „Pozyskiwanie surowców mineralnych” inteligentnej specjalizacji „Surowce naturalne i wtórne” jest **bardzo dobrze** osadzony w regionalnym potencjale badawczo-rozwojowym. Wśród ważnych kategorii przedmiotowych publikacji afiliowanych w regionie wskazać można dwie wprost związane z tym obszarem specjalizacji. Po pierwsze, „Górnictwo i przetwórstwo przemysłowe” cechujące się wysoką liczbą publikacji naukowych (469), ponadprzeciętną dynamiką zmian (109) oraz wysokim współczynnikiem specjalizacji (1,56) oraz 14% udziału publikacji dolnośląskich w całej polskiej produkcji naukowej w tej kategorii. Z kolei mniej liczna kategoria „Mineralogia” (146) również cechuje się dużym ponadprzeciętnym przyrostem publikacji (138) oraz specjalizacją (1,1 – współczynnik specjalizacji, 10,3% – udział w kraju).

Obszary „Pozyskiwanie surowców z odpadów”, „Przetwarzanie surowców mineralnych” oraz „Przetwarzanie surowców naturalnych” w inteligentnej specjalizacji „Surowce naturalne i wtórne” można uznać za **bardzo dobrze** powiązane z regionalną specjalizacją badawczo-rozwojową.

Świadczą o tym wyniki analiz opartych zarówno na publikacjach naukowych, jak i zgłoszeniach patentowych:

- Duża liczba publikacji w kategorii przedmiotowej „metalurgia i inżynieria metalurgiczna” (1102), z cytowaniami znacząco wyższymi od średniej krajowej oraz dużym przyrostem liczby publikacji w badanym okresie. W kategorii „górnictwo i przetwórstwo minerałów” liczba publikacji jest też duża (469), przy bardzo wysokim wskaźniku specjalizacji (1,56). Ponadto wyraźna specjalizacja regionalna (1,1) występuje też w kategorii „mineralogia” (przy liczbie artykułów równej 145).
- Liczba zgłoszeń patentowych w polu technologicznym „materiały, metalurgia” wynosi 197, co jest znaczącą wartością odpowiadającą 7.6% liczby zgłoszeń krajowych. Wartość współczynnika specjalizacji jest jednak dość niska (0.78).
- W odniesieniu do obszarów technologicznych należy zaznaczyć, że są one zdefiniowane szerzej niż analizowane obszary inteligentnych specjalizacji „Przetwarzanie surowców mineralnych” oraz „Przetwarzanie surowców naturalnych”, w pewnej mierze wpisują się one w obszar technologiczny „technologie chemiczne”, w którym woj. dolnośląskie wykazuje wysoką specjalizację regionalną (por. wyżej).

Obszar „Pozyskiwanie i przetwarzanie wody” w inteligentnej specjalizacji „Surowce naturalne i wtórne” jest **bardzo dobrze** powiązany z regionalnym potencjałem naukowo-badawczym. Wskazuje na to:

- Duża liczba publikacji w kategorii przedmiotowej „zasoby wodne” (404), co stanowi 9% publikacji krajowych w tej kategorii. Wartość współczynnika specjalizacji (0.96) jest zbliżona do 1, co oznacza, że w tej kategorii woj. dolnośląskie ma potencjał porównywalny ze średnią krajową. Natomiast znormalizowany wskaźnik cytowań, na poziomie 107,6, jednoznacznie wskazuje, że prace z woj. dolnośląskiego w kategorii przedmiotowej „zasoby wodne” są cytowane częściej niż przeciętna krajowa.
- Pola technologiczne zgłoszeń patentowych są zdefiniowane szerzej niż analizowany obszar. Merytorycznie wpisuje się on m.in. w pole „silniki, pompy, turbiny”, który wykazuje wysoką specjalizację regionalną w woj. dolnośląskim (współczynnik specjalizacji na poziomie 1,27).

Specyficzny obszar „Pozyskiwanie surowców z odpadów” w inteligentnej specjalizacji „Surowce naturalne i wtórne” nie ma bezpośredniego odpowiednika w obszarach i polach technologicznych oraz kategoriach przedmiotowych publikacji, dlatego dokładana analiza powiązania z potencjałem regionalnym jest utrudniona. Niemniej, ze względu na zakres merytoryczny tego obszaru można uznać, że jest on styczny z ogólną kategorią przetwarzania surowców, którą uznano za bardzo dobrze powiązaną z regionalnym potencjałem naukowo-badawczym (por. wyżej). Ponadto, obszar ten wpisuje się w szeroką kategorię przedmiotową „nauki o środowisku i ekologia”, która notuje bardzo dużą liczbą publikacji (2064), ale dość niski współczynnik specjalizacji (0,8) oraz niższe niż średnia krajowa cytowania – jednocześnie jest to kategoria z bardzo wysoką dynamiką przyrostu liczby publikacji w regionie. Analizowany obszar jest też powiązany merytorycznie z kategorią przedmiotową „energia i paliwa”, która z kolei charakteryzuje się wysokim wskaźnikiem specjalizacji (1,11), ponadprzeciętnym wskaźnikiem znormalizowanych cytowań, oraz bardzo dużym przyrostem liczby publikacji. Ponadto obszar „pozyskiwanie surowców z odpadów” wpisuje się w obszar technologiczny „technologie środowiskowe”, który zarówno w odniesieniu do patentów oraz publikacji naukowych notuje wskaźniki specjalizacji (oba po 0,94) świadczące o przeciętnej pozycji woj. dolnośląskiego w skali krajowej. W odniesieniu do pól technologicznych zgłoszeń patentowych, analizowany obszar

powiązany jest zarówno z polem „technologie ochrony środowiska” oraz z szerokim polem „biotechnologia”. W przypadku pierwszego wymienionego pola wartość wskaźnika specjalizacji jest niska (0,83), w przypadku drugiego bardzo wysoka (3,16). W efekcie można z dużym prawdopodobieństwem uznać, że powiązanie obszaru „Pozyskiwanie surowców z odpadów” w inteligentnej specjalizacji „Surowce naturalne i wtórne” z regionalnym potencjałem naukowo-badawczym jest co najmniej **dobre**.

Obszar „Projektowanie konstrukcji i opracowywanie nowych technologii wytwarzania maszyn i urządzeń” inteligentnej specjalizacji **‘Maszyny i urządzenia’**, obejmujący projektowanie i opracowywanie maszyn i urządzeń niezależnie od ich przeznaczenia, jest **dostatecznie** powiązany z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym. Liczba publikacji oraz zgłoszeń patentowych świadczy o dużej aktywności jednostek naukowych oraz przedsiębiorstw w tym zakresie. Jednocześnie miary specjalizacji ilościowej (udział, współczynnik specjalizacji) i jakościowej (znormalizowany wskaźnik cytowań) nie wskazują na szczególnie istotną specjalizację regionalną. Ten wniosek został oparty na następujących przesłankach:

- Nie ma kategorii przedmiotowej publikacji, która wprost odpowiadałaby zakresowi analizowanego obszaru. Wpisuje się on w szeroką kategorię „inżynieria”, w której powstaje bardzo dużo publikacji afiliowanych w woj. dolnośląskim (7893 w analizowanym okresie), ale wskaźnik specjalizacji jest w tym przypadku jedynie nieznacznie powyżej 1 (1,01) co świadczy o potencjale porównywalnym z przeciętną krajową. Obszar łączy się również z kategoriami przedmiotowymi „mechanika” oraz „robotyka”. Także w tym przypadku mimo dość dużej liczby publikacji (odpowiednio 507 oraz 265) wskaźniki udziału, specjalizacji, a także znormalizowany wskaźnik cytowań nie świadczą o szczególnej specjalizacji regionalnej.
- W polu technologicznym „narzędzia maszynowe” w województwie dolnośląskim powstało dość dużo zgłoszeń patentowych (100), jednak ani udział w liczbie zgłoszeń w Polsce, ani współczynnik specjalizacji nie wskazują na szczególną specjalizację w tym zakresie w regionie. Podobna sytuacja dotyczy pól technologicznych zbieżnych z zakresem analizowanego obszaru, tj. „elementy mechaniczne” oraz „inne maszyny specjalne”, w których dokonano odpowiednio 114 i 209 zgłoszeń patentowych, ale w żadnym z nich wartości wskaźników specjalizacji i udziału w liczbie zgłoszeń patentowych w Polsce nie wskazują na istotną specjalizację regionalną w woj. dolnośląskim.
- Obszar „Projektowanie konstrukcji i opracowywanie nowych technologii wytwarzania maszyn i urządzeń” jest częściowo zbieżny z obszarem technologicznym „Technologie wytwarzania i produkcji przemysłowej”. Liczba publikacji (2324) oraz zgłoszeń patentowych (141) w tym obszarze wskazują na istnienie pewnego potencjału badawczo-rozwojowego w tym zakresie, jednak jedynie w przypadku publikacji można mówić o regionalnej specjalizacji (wskaźnik specjalizacji na poziomie 1,06).

Obszar „Wytwarzanie maszyn i urządzeń” inteligentnej specjalizacji **‘Maszyny i urządzenia’** dotyczy w szczególności maszyn mających zastosowanie w energetyce, fotonice, elektronice, automatyce oraz recyklingu i odzysku surowców. Tak zdefiniowany obszar jest **dobrze** powiązany z potencjałem badawczo-rozwojowym woj. dolnośląskiego. Taka ocena jest oparta na wymienionych niżej argumentach:

- W przypadku podobzaru dotyczącego maszyn i urządzeń do recyklingu i odzysku surowców ocena jest analogiczna jak w przypadku omawianego wyżej obszaru „Pozyskiwanie surowców z odpadów” (dobre powiązanie).

- W przypadku podobszaru dotyczącego wytwarzania maszyn i urządzeń dla energetyki o dobrym powiązaniu z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym świadczy duża liczba publikacji w kategorii przedmiotowej „energia i paliwa”, która ma duży udział w liczbie publikacji w Polsce (10,4%), dość wysoki współczynnik specjalizacji (1,11) oraz ponadprzeciętny znormalizowany wskaźnik cytowań (126), a także odznacza się dużym przyrostem liczby publikacji. Z drugiej strony, obszar technologiczny „technologie energetyczne” nie wskazuje na istotną specjalizację regionalną ani w odniesieniu do zgłoszeń patentowych, ani w odniesieniu do publikacji naukowych. W efekcie należy przyjąć uśrednioną ocenę wskazującą na „dobre powiązanie”.
- Niejednoznaczny obraz wyłania się także z analizy podobszaru dotyczącego wytwarzania maszyn i urządzeń mających zastosowanie w fotonice, elektronice i automatyce. Z jednej strony, w szerokiej kategorii przedmiotowej „optyka” widoczna jest duża liczba publikacji (1733), z dużym udziałem w liczbie publikacji w kraju (13,9%), bardzo wysokim współczynnikiem specjalizacji (1,48) oraz wyraźnie ponadprzeciętnym znormalizowanym wskaźnikiem cytowań (119). Z drugiej strony, dość liczna liczba publikacji w obszarze „systemy automatyki i sterowania” (440) cytowanych nieco częściej niż przeciętna krajowa (106) ma niskie wskaźniki udziału (7,2%) oraz specjalizacji (0,77). Niejednoznaczny obraz dotyczy także pól technologicznych zgłoszeń patentowych. Z jednej strony, wskaźniki dla pól „maszyny elektryczne, aparatura, energia” oraz „półprzewodniki” nie wskazują na regionalną specjalizację. Z drugiej strony, wskaźniki dla pól technologicznych zgłoszeń patentowych „informatyczne metody zarządzania” oraz „optyka” wskazują na dość wyraźną specjalizację (udział: 10,1% oraz 12,3%, współczynnik specjalizacji: 1,03 oraz 1,26).
- Podsumowując: zgodność całego obszaru „Wytwarzane maszyny i urządzenia” z potencjałem badawczo-rozwojowym województwa dolnośląskiego można ocenić jako dobry, z zaznaczeniem, że jest to obszar wyraźnie zróżnicowany wewnętrznie pod względem powiązania z regionalnym potencjałem.

Horyzontalna inteligentna specjalizacja „Zielony łódź” jest dobrze powiązana z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowy. Co prawda na ogólnym poziomie kategorii przedmiotowej „Nauki o środowisku i ekologia”, pola technologicznego „technologie ochrony środowiska” oraz obszaru technologicznego „technologie środowiskowe” nie ma przesłanek do wnioskowania o istotnej specjalizacji woj. dolnośląskiego (mimo dość dużej ilości publikacji oraz zgłoszeń patentowych). Jednak w przypadku bardziej szczegółowych zakresów specjalizacja jest widoczna. Dotyczy to zwłaszcza obszaru „Technologie poprawiające efektywność gospodarowania wodą” zbieżnego z obszarem „Pozyskiwanie i przetwarzanie wody”, (którego **bardzo dobre** powiązanie z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym omawiano wyżej) oraz obszaru „Technologie poprawiające efektywność energetyczną”. Ten ostatni obszar jest powiązany z publikacjami w kategorii przedmiotowej „energia i paliwa”, która wykazuje istotną specjalizację regionalną (udział: 10,4%, współczynnik specjalizacji: 1,11, wskaźnik znormalizowanych cytowań: 126), oraz w polu tematycznym zgłoszeń patentowych „silniki, pomp, turbiny”, który także wykazuje silną specjalizację regionalną (udział: 12,4%, współczynnik specjalizacji: 1,27). Jednocześnie, w zbieżnych z analizowanym obszarem polach technologicznych zgłoszeń patentowych, takich jak „maszyny elektryczne, aparatura, energia” oraz „procesy i aparatura termiczna”, oraz obszarze technologicznym „technologie energetyczne” nie obserwuje się istotnej specjalizacji regionalnej. Uwzględniając te pozytywne i negatywne przesłanki powiązanie obszaru „Technologie poprawiające efektywność energetyczną” z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym należy uznać za **dobre**. Z kolei obszar „Technologie nisko- i bezodpadowe” jest zbieżny z omawianym już wyżej obszarem

„Pozyskiwanie surowców z odpadów”, którego powiązanie z potencjałem badawczo-rozwojowym woj. dolnośląskiego zostało uznane za **dobre**.

Horyzontalna inteligentna specjalizacja „Przemysł 4.0” dotyczy zastosowania automatyzacji i robotyzacji w obszarach: „Technologie i produkty przemysłu wytwórczego”, „Technologie stosowane w usługach”, „Technologie stosowane w ochronie środowiska i klimatu oraz rolnictwie precyzyjnym”. Także w odniesieniu do tej specjalizacji i jej obszarów zgromadzone dane nie dają jednoznacznej odpowiedzi na pytanie o stopień zgodności specjalizacji z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym. Z jednej strony, w przypadku specyficznych kategorii przedmiotowych publikacji naukowych „systemy automatyki i sterowania” oraz „Robotyka” nie ma przesłanek wskazujących na istotną specjalizację regionalną w woj. dolnośląskim. Z drugiej strony, szeroka kategoria przedmiotowa „inżynieria” wskazuje na występowanie pewnej specjalizacji (współczynnik specjalizacji 1,01) przy bardzo dużej liczbie publikacji. Na poziomie obszarów technologicznych publikacji naukowych widoczna jest bardzo istotna specjalizacja regionalna w polu „technologie pakowania, magazynowania i manipulacji (współczynnik specjalizacja na bardzo wysokim poziomie 2,57, jednak należy zaznaczyć, że jednocześnie liczba publikacji w tym obszarze jest dość mała: 96). Ponadto o dość istotnej specjalizacji regionalnej można mówić także w odniesieniu do obszaru technologicznego publikacji „Technologie wytwarzania i produkcji przemysłowej” (współczynnik specjalizacja na poziomie 1,11). Podobnie zróżnicowany obraz wyłania się z analizy opartej na danych patentowych. Z jednej strony pole technologiczne zgłoszeń patentowych „Kontrola” jest dość nieliczne (40 zgłoszeń) i nie wskazuje specjalizacji, z drugiej pole „informatyczne metody zarządzania” wskazuje na nieznaczną specjalizację (współczynnik specjalizacji na poziomie 1,03, ale przy małej liczbie zgłoszeń 23). W odniesieniu do wpisujących się w zakres specjalizacji obszarów technologicznych zgłoszeń patentowych („Technologie wytwarzania i produkcji przemysłowej”, „Technologie pakowania, magazynowania i manipulacji” oraz „Technologie systemów kontroli i sterowania”) zgromadzone dane także nie wskazują na istotną regionalną specjalizację badawczo-rozwojową. W efekcie powiązanie regionalnego potencjału badawczo-rozwojowego z obszarami inteligentnej specjalizacji „Przemysł 4.0” należy uznać za **dobre** w odniesieniu do „Technologie i produkty przemysłu wytwórczego”, oraz co najmniej **dostateczne** w odniesieniu do „Technologie stosowane w usługach” oraz „Technologie stosowane w ochronie środowiska i klimatu oraz rolnictwie precyzyjnym”.

Horyzontalna inteligentna specjalizacja „Życie wspomagane technologią” dotyczy zastosowań robotyki, automatyki, fotoniki i technologii informatyczno-telekomunikacyjnych i światłowodowych w medycynie i usługach dla osób z niepełnosprawnościami oraz seniorów (obszar „Technologie i produkty stosowane w medycynie”), a także w gospodarce komunalnej, transporcie publicznym, bezpieczeństwie publicznym oraz zarządzaniem i administrowaniem w instytucjach sfery publicznej (obszar „Technologie i produkty stosowane w zarządzaniu obiektami, sieciami i systemami”). Zgodność potencjału badawczo-rozwojowego woj. dolnośląskiego z obszarem „Technologie i produkty stosowane w medycynie” można ocenić na **bardzo dobrą**. Wynika to z następujących przesłanek:

- Po pierwsze, woj. dolnośląskie charakteryzuje się wyraźną specjalizacją w zakresie medycyny i technologii medycznych (por. wyżej).
- Po drugie, region ma duży potencjał w zakresie szerokiej kategorii dziedzinowej publikacji „informatyka” (współczynnik specjalizacji 1,29) oraz „telekomunikacja” (współczynnik specjalizacji 1,15) oraz pola technologicznego zgłoszeń patentowych „informatyczne metody zarządzania” (współczynnik specjalizacji (1,03). Specjalizacja jest również widoczna w odniesieniu do obszaru technologicznego publikacji naukowych „technologie

informacyjne i komunikacyjne” (współczynnik specjalizacji 1,03). W przypadku analogicznego obszaru technologicznego zgłoszeń patentowych współczynnik specjalizacji dla dolnośląskiego (0,95) jest jedynie nieco poniżej poziomu świadczącego o uzyskaniu poziomu przeciętnego w kraju. Wysoka specjalizacja widoczna jest także w odniesieniu do kategorii przedmiotowej publikacji „optyka” oraz pola technologicznego patentów „optyka” (por. wyżej).

- Jednocześnie należy przypomnieć, że w przypadku specyficznych zakresów automatyki i robotyki nie ma podstaw do wnioskowania o szczególnej regionalnej specjalizacji badawczo-rozwojowej woj. dolnośląskiego (w przypadku omawianego obszaru można uznać, że ten deficyt jest kompensowany wysoką specjalizacją w zakresie technologii medycznych).

Z kolei zgodność potencjału badawczo-rozwojowego woj. dolnośląskiego z obszarem „Technologie i produkty stosowane w zarządzaniu obiektami, sieciami i systemami” można ocenić jako **dobrą**. Taka ocena opiera się na regionalnej specjalizacji w zakresie technologii informatyczno-telekomunikacyjnych oraz fotoniki, przy jednoczesnym braku wyraźnej specjalizacji w zakresie robotyki i automatyki (por. wyżej).

Przeprowadzona analiza wykazała, że inteligentne specjalizacje zidentyfikowane w „Dolnośląskiej Strategii Innowacji 2030” są ogólnie rzecz biorąc zgodne z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym. Jednakże stopień powiązania potencjału i wyznaczonych specjalizacji i ich obszarów jest zróżnicowany. Najlepsze powiązanie dotyczy inteligentnej specjalizacji „Chemia i medycyna” – w tym przypadku wszystkie obszary specjalizacji zostały ocenione jako bardzo dobrze powiązane z potencjałem regionalnym. Bardzo dobre powiązanie dotyczy także inteligentnej specjalizacji „Surowce naturalne i wtórne” – w tym przypadku cztery obszary są bardzo dobrze powiązane z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym, a powiązanie jednego obszaru oceniono jako dobre. Raczej bardzo dobre powiązanie można wykazać w odniesieniu do dwóch horyzontalnych inteligentnej specjalizacji „Zielony ład” (jeden obszar powiązany bardzo dobrze, dwa dobrze) oraz „Życie wspomagane technologią” (jeden obszar powiązany bardzo dobrze, jeden dobrze). Średni, ale wciąż dobry, poziom spójności z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym zaobserwowano w przypadku inteligentnej specjalizacji „Auto-Moto-Aero-Space”. Na tym tle nieco gorzej wypadają dwie pozostałe inteligentne specjalizacje „Maszyny i urządzenia” oraz specjalizacja horyzontalna „Przemysł 4.0”, których spójność z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym można ocenić jako wyższą niż dostateczna, ale niższą niż dobra. Wynika to z faktu, że w specjalizacji „Maszyny i urządzenia” jeden obszar oceniono jako dobrze powiązany, ale drugi jako jedynie dostatecznie powiązany. Natomiast w przypadku specjalizacji horyzontalnej „Przemysł 4.0” spójność jednego z obszarów z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym została oceniona jako dobra, ale w przypadku dwóch pozostałych obszarów jedynie jako dostateczna. W sumie 10 z 21 obszarów (co stanowi 48%) wykazuje bardzo dobre powiązanie z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym, 8 obszarów (38%) jest powiązanych dobrze, a jedynie 3 obszary (14%) powiązane są w sposób dostateczny. Należy zaznaczyć, że dostateczne powiązania nie oznaczają, że region nie wykazuje potencjału badawczo-rozwojowego w tym obszarze. Raczej chodzi o podkreślenie, że ten potencjał w relacji do innych obszarów jest mniejszy – choć wystarczający do tworzenia bazy badawczo-rozwojowej. Należy podkreślić, że w toku analiz nie zidentyfikowano żadnego obszaru inteligentnej specjalizacji woj. dolnośląskiego niepowiązanego z regionalnym potencjałem badawczym zidentyfikowanym poprzez analizę publikacji naukowych oraz zgłoszeń patentowych.

2.5. Najaktywniejsze jednostki naukowe i przedsiębiorstwa

W tym rozdziale przedstawione są listy rankingowe jednostek naukowych oraz przedsiębiorstw z woj. dolnośląskiego według liczby publikacji w bazie Web of Science w latach 2011-2022 oraz wniosków patentowych w latach 2011-2021. Tabele przedstawiają jedynie jednostki naukowe i przedsiębiorstwa z największą liczbą publikacji z zgłoszeń patentowych. Pełne listy zawarte są w załącznikach 1 oraz 2. Ponadto, w załączniku 3 przedstawione są informacje w podziale na wybrane kategorie przedmiotowe publikacji oraz pola technologiczne zgłoszeń patentowych, także z uwzględnieniem autorów (osób) publikacji oraz zgłoszeń patentowych. Załącznik 3 zawiera także dane określające pozycję (jednostek i osób) w stosunku do ośrodków krajowych zarówno w ujęciu ilościowym (udział w liczbie publikacji i zgłoszeń patentowych), jak i w ujęciu jakościowym (średnia liczba cytowań publikacji danej jednostki lub osoby w relacji do średniej krajowej).

Tab. 6. Jednostki naukowe z województwa dolnośląskiego z największą liczbą zgłoszeń patentowych w latach 2011-2021*

Jednostka	Liczba zgłoszeń patentowych
Politechnika Wroclawska	1285
Uniwersytet Przyrodniczy we Wroclawiu	716
Uniwersytet Wroclawski	123
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wroclawiu	101
Wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej	79
Wroclawskie Centrum Badań Eit+ Sp. z o.o.	72
Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN	61
Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN	45
Poltegor Instytut. Instytut Górnictwa Odkrywkowego	24
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wroclawiu	22
Uniwersytet Ekonomiczny we Wroclawiu	11

* Lista prezentuje jednostki z liczbą zgłoszeń równą lub większą niż 5; pełna lista jednostek znajduje się w zał. 2.
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych UP RP i PATSTAT.

Tab. 7. Przedsiębiorstwa z województwa dolnośląskiego z największą liczbą zgłoszeń patentowych w latach 2011-2021*

Jednostka	Liczba zgłoszeń patentowych
KGHM Cuprum sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe	27
Perfecta Retail Furniture	17
Promet-Plast s.c.	16
Apeiron Synthesis S.A.	14
Collins Aerospace	14
Aircom Automotive	13
Genomtec SA	13
Hemolens Diagnostics	13
Selena Labs Sp. z o. o.	13
Capricorn S.A.	12
Integer S.A.	12
MCAA Europejska Spółka Akcyjna PCC MCAA Sp. z o.o.	12
MetalERG Sp. z o.o. Sp.k.	12
CBR Novasome	11
DIJO Baking Sp. z o.o.	11
Ekomotor Sp. z o.o.	11
FEERUM S.A.	11
Filen	11
Jelenia Plast	11
Automatec Sp. z o.o.	10
HAK Sp. z o.o.	10
KGHM Metraco S.A.	10
KGHM Polska Miedź S.A.	10
PCC Rokita SA	10
Przedsiębiorstwo Produkcji Farmaceutycznej HASCO-LEK S.A.	10
Gambit Lubawka Sp. z o.o.	8
IASE	8
Mine Master	8
Przetwórstwo Tworzyw Sztucznych Józef i Leszek Waś Sp.J.	8
KGHM ZANAM S.A.	7
Liw Lewant Sp. z o.o.	7
PCC Exol SA	7
Rzeźnicza 32/33	7
Zakład Produkcji Automatyki Sieciowej S.A.	7
Beyster International Sp. z o.o.	6
Captor Therapeutics Inc	6
Gerresheimer Bolesławiec S.A.	6
Greenbrier Wagony Swidnica	6
Kegger Sp. z o.o.	6
KrioSystem	6
Kuźnia Jawor S.A.	6
PPHU DEFALIN GROUP S.A.	6
Sonel S.A.	6
Techtra Sp. z o.o. Technology Transfer Agency	6
Compsecur	5
Contur 2000 Sp. z o.o.	5
Drying Process	5
Matuszewicz Budowa Maszyn S.A.	5
Nawara Serwis s.c.	5
Nowe Technologie Plus	5
Supon Sp. z o.o.	5
TelForceOne SA	5
Text S.A.	5

* Lista prezentuje jednostki z liczbą zgłoszeń równą lub większą niż 5; pełna lista jednostek znajduje się w zał. 2.
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych UP RP i PATSTAT.

Tab. 8. Jednostki naukowe z województwa dolnośląskiego z największą liczbą publikacji w bazie Web of Science w latach 2011-2022*

Jednostka	Liczba publikacji
Politechnika Wroclawska	19159
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu	13688
Uniwersytet Wroclawski	12823
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu	6378
Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych Polskiej Akademii Nauk	3231
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu	2608
Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej Polskiej Akademii Nauk	2207
Akademia Wychowania Fizycznego im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu	1227
4. Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ	974
Dolnośląskie Centrum Onkologii, Pulmonologii i Hematologii we Wrocławiu	590
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wrocławiu	532
Uniwersytet SWPS	504
Wrocławskie Centrum Badań EIT+	340
Akademia Wojsk Lądowych imienia generała Tadeusza Kościuszki	315
Dolnośląski Szpital Specjalistyczny im. T. Marciniaka - Centrum Medycyny Ratunkowej	275
Sieć Badawcza Łukasiewicz - PORT Polski Ośrodek Rozwoju Technologii	214
Uniwersytet WSB Merito we Wrocławiu	196
Uniwersytet Dolnośląski DSW we Wrocławiu	168
Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Elektrotechniki	163
Wyższa Szkoła Fizjoterapii we Wrocławiu	106
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. J. Gromkowskiego	99
Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk	94
Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk	93
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny w Legnicy	88
Collegium Witelona Uczelnia Państwowa	85
Państwowy Instytut Geologiczny - PIB	77
Wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej im. prof. Józefa Kosackiego	76
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy	74
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa	59
Centrum Badań Materiałów Zaawansowanych i Struktur Inteligentnych PAN Wrocław	57
Międzynarodowa Wyższa Szkoła Logistyki i Transportu	56
Uczelnia Jana Wyżykowskiego	51
Szpital im. Św. Jadwigi Śląskiej w Trzebnicy	51
Specjalistyczny Szpital im. dra Alfreda Sokołowskiego w Wałbrzychu	51
"Poltegor - Instytut" Instytut Górnictwa Odkrywkowego	51
Międzynarodowy Instytut Medycyny Translacyjnej	51
Karkonoska Akademia Nauk Stosowanych w Jeleniej Górze	46
Wyższa Szkoła Zarządzania "Edukacja" we Wrocławiu	46
Wrocławska Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej "Horyzont"	43
Szpital Powiatowy w Kłodzku	39
Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk	35
Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Głogowie	34
Akademia Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa	33
Wojewódzkie Centrum Szpitalne Kotliny Jeleniogórskiej	31
Dolnośląskie Centrum Chorób Serca Medinet	30
Wielospecjalistyczny Szpital SPZOZ w Zgorzelcu	27
Instytut Łączności - Państwowy Instytut Badawczy	27
Instytut im. Jerzego Grotowskiego	23
Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk	23
Niepubliczna Wyższa Szkoła Medyczna we Wrocławiu	20
Akademia Sztuk Pięknych im. Eugeniusza Gepperta we Wrocławiu	19
Wyższa Szkoła Medyczna w Legnicy	17

* Lista prezentuje jednostki z liczbą publikacji równą lub większą niż 15; pełna lista jednostek znajduje się w zał. 1.
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Web of Science.

Tab. 9. Przedsiębiorstwa z województwa dolnośląskiego z największą liczbą publikacji w bazie Web of Science w latach 2011-2022*

Jednostka	Liczba publikacji
KGHM Polska Miedź S.A.	153
KGHM CUPRUM sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe	151
Nokia Wrocław	96
Miedziowe Centrum Zdrowia S.A.	85
Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji we Wrocławiu	43
Apeiron Synthesis	38
Med-Fix Centrum Medyczne	29
Saule Research Institute	29
Tooploox Sp. z o.o.	29
Instytut Ekspertyz Toksykologicznych Sp. z o.o.	28
Fundacja Linum	27
Siemens AG	27
Centrum Zdrowia Mężczyzny	25
Regionalne Centrum Krwiodawstwa i Krwiolecznictwa im. prof dr hab. Tadeusza Dorobisza	25
Zespół Opieki Zdrowotnej w Oławie	25
Nantes Systemy Nanotechnologii Sp. z o.o.	24
Konsorcjum BBMRI.pl	23
EuroMediCare Instytut Medyczny SA	21
Centrum Praw Obywatelskich i Badań nad Demokracją	20
Polskie Towarzystwo Psychiatryczne	20
Rigaku Polska	20
Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej w Świdnicy	19
Specjalistyczne Centrum Medyczne Polanica-Zdrój	19
Centrum Badań Klinicznych we Wrocławiu	17
Fundacja Archeolodzy.org	17
Pure Biologics SA	17
Creator Wrocław	16
ALL-MED Specjalistyczna Opieka Medyczna	15
Centrum Kardiologiczne Pro Corde Sp. z o.o.	15
ERTEC	15
Lipid Systems Sp. z o.o.	15
Renewable Energy & Sustainable Dev RESD Grp Wrocław	15
ZOO Wrocław sp. z o.o.	15
Captor Therapeutics	14
Instytut Automatyki Systemów Energetycznych	14
SPEKTRUM Ośrodek Okulistyki Klinicznej	14
Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego	14
Centrum Rozwiązań Systemowych	13
Kuźnia Jawor SA	13
Nanores Sp. z o. o. Sp. k.	13
Centrum Medyczne Synexus	12
Lasy Państwowe - Leśny Bank Genów Kostrzyca	12
McKinsey	12
Centrum Neuropsychiatrii Neuromed SP ZOZ we Wrocławiu	11
DIVE IN AI	11
NZOZ CARDIAMED Sp. z o.o.	11
Physiolution Polska Sp. z o.o.	11
Agilent Technologies Poland Sp. z o.o.	10
Ośrodek Medycyny Rodzinnej Sp. Z o.o. Sobotka	10
PFO Vetos-Farma sp. z o.o.	10

* Lista prezentuje jednostki z liczbą publikacji równą lub większą niż 15; pełna lista jednostek znajduje się w zał. 1.
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Web of Science.

3. Wnioski

Liczba publikacji naukowych w woj. dolnośląskim w latach 2011-2022 zdecydowanie się zwiększyła, wzrósł także udział woj. dolnośląskiego w ogólnej liczbie publikacji w Polsce. Liczba publikacji naukowych afiliowanych w województwie w latach 2011-2022 wyniosła ponad 59,5 tysiąca; przeciętnie rocznie ukazywało się ponad 4,9 tys. publikacji. Mimo obniżenia tempa przyrostu liczby publikacji w woj. dolnośląskim w dwóch ostatnich latach analizowanego okresu, udział województwa w produkcji naukowej Polski zwiększył się do poziomu blisko 12%.

Liczba zgłoszeń patentowych w woj. dolnośląskim w okresie 2011-2021 była dość wysoka, ale w końcówce okresu wyraźnie się zmniejszyła. Łączna liczba zgłoszeń w tym okresie wyniosła 3,5 tys., a najwyższą liczbę zgłoszeń odnotowano w 2015 roku. W tym okresie udział zgłoszeń patentowych w woj. dolnośląskim w liczbie zgłoszeń afiliowanych w Polsce wahał się od 8,3% w 2020 roku do 11,7% w 2014 roku, osiągając w 2021 r. stosunkowo niski poziom 8,6%.

Liczba publikacji i zgłoszeń patentowych powstających z udziałem przedsiębiorstw znacząco wzrosła w analizowanym okresie, przy zdecydowanie wyższym udziale firm w zgłoszeniach patentowych. Liczba publikacji z udziałem przedsiębiorstw w latach 2011-22 wzrosła 2,5 krotnie i na koniec analizowanego okresu wyniosła ponad 6% wszystkich publikacji afiliowanych w woj. dolnośląskim. Udział zgłoszeń patentowych z przedsiębiorstw był zdecydowanie wyższy niż publikacji (41%), i w zanalizowanym okresie wzrósł o 88%.

Publikacje afiliowane w woj. dolnośląskim powstają w dużej mierze we współpracy międzyregionalnej i międzynarodowej, przy tym współpraca zagraniczna ma istotniejszy wkład w powstawanie publikacji afiliowanych w województwie, a jej udział rośnie w tempie szybszym niż udział współpracy krajowej. W latach 2011-2022 odsetek publikacji afiliowanych w dolnośląskim we współpracy krajowej wyniósł 27,1% i wzrósł w badanym okresie o blisko 12 pkt. proc. do poziomu 33,4%, natomiast odsetek publikacji we współpracy zagranicznej wyniósł 34,2% i wzrósł o 14 pkt. proc. do poziomu 43%.

Województwo dolnośląskie najbardziej intensywnie współpracuje w zakresie publikacji z innymi regionami o silnym potencjale naukowo-badawczym. Dolnośląskie jest równocześnie istotnym partnerem dla sąsiadujących regionów o słabszym potencjale. Największe znaczenie dla woj. dolnośląskiego miała współpraca krajowa z woj. mazowieckim, małopolskim, śląskim i wielkopolskim. Z kolei współautorstwo publikacji z woj. dolnośląskim było najbardziej znaczące dla województw sąsiednich: opolskiego i lubuskiego, choć dla woj. dolnośląskiego nie była to współpraca kluczowa. Taka sytuacja jest wynikiem znaczącej różnicy w potencjałach badawczo-rozwojowych woj. dolnośląskiego oraz woj. lubuskiego i opolskiego.

Województwo dolnośląskie najsilniej współpracuje w zakresie publikacji z Niemcami, USA i Wielką Brytanią, z kolei największy przyrost współpracy zagranicznej odnotowano w odniesieniu do Włoch i Hiszpanii. W latach 2011-2022 publikacje z badaczami niemieckimi stanowiły ok 8% wszystkich publikacji woj. dolnośląskiego powstałych we współpracy międzynarodowej, 7% publikacji powstało we współpracy z naukowcami z USA a 5% z Wielką Brytanią. Wśród wymienionych krajów, największy przyrost liczby publikacji w latach 2011-2022 odnotowano w przypadku współpracy z badaczami włoskimi (o 253%) i hiszpańskimi (o 219 %).

Współpraca zagraniczna ma istotniejszy wkład w powstawanie publikacji dolnośląskich jednostek naukowych, niż dolnośląskich przedsiębiorstw. Ponadto, w latach 2011-2022 wzrósł odsetek publikacji pisanych we współpracy krajowej i międzynarodowej, w pierwszym przypadku jednak w większym stopniu dla sektora firm, w drugim dla sektora nauki. Odsetek publikacji powstałych

we współpracy międzynarodowej był wyższy dla instytucji naukowych niż dla firm (średnio o 5 pkt. proc.). Z kolei przedsiębiorstwa charakteryzują się wyższym odsetkiem publikacji powstałych we współpracy krajowej (o ponad 14 pkt. proc.). W latach 2011-2022 wzrosło znaczenie współpracy krajowej, lecz silniej w przypadku firm niż jednostek naukowych (81% vs 52%) i współpracy międzynarodowej, ale silniej dla jednostek naukowych niż firm (50% vs 16%) .

Współpraca między podmiotami sfery naukowej i sfery biznesu w woj. dolnośląskim przejawiająca się wspólnymi publikacjami systematycznie rośnie, co świadczy o zwiększaniu powiązań w ramach regionalnego systemu innowacji. W woj. dolnośląskim liczba publikacji napisanych przez przynajmniej jednego autora z jednostki naukowej współpracującego ze współautorem z przedsiębiorstwa w roku 2022 wyniosła 188, tj. 4-krotnie więcej niż w 2011. Systematycznie rośnie udział takich publikacji w ogóle publikacji naukowych w regionie z 1,4% w 2011 r. do 3,4% w 2022 r. Ta tendencja jest niewątpliwie pozytywnym przejawem rozwijania współpracy między sferami nauki i biznesu.

Województwo dolnośląskie charakteryzuje się specjalizacją badawczo-rozwojową w zakresie następujących kategorii przedmiotowych publikacji naukowych: Krystalografia, Dermatologia, Badania i medycyna eksperymentalna, Badania operacyjne i nauki o zarządzaniu, Górnictwo i przetwórstwo minerałów, Optyka, Zoologia, Biofizyka, Nauki weterynaryjne, Immunologia, Informatyka, Chemia, Budownictwo i technologia budowlana. Wszystkie te kategorie przedmiotowe notują współczynnik specjalizacji większy niż 1,2. Ponadto, w przypadku czterech kategorii przedmiotowych woj. dolnośląskie odnotowuje ponadprzeciętne lub wyższe poziomy wszystkich czterech badanych mierników specjalizacji, tj. udziału w kraju, wskaźnika lokalizacji, wskaźnika cytowań i zmiany liczby publikacji w czterech kategoriach przedmiotowych publikacji WoS: Inżynierii materiałowej, Energii i paliwach, Dermatologii i Mikrobiologii. W województwie powstaje dużo tego rodzaju publikacji, są one coraz liczniejsze i wyróżniają region na tle pozostałych województw, co świadczy o wykształconej specjalizacji.

Województwo dolnośląskie charakteryzuje się specjalizacją badawczo-rozwojową w zakresie pól technologicznych zgłoszeń patentowych: Biotechnologia, Chemia organiczna, Farmaceutyki, Analiza materiałów biologicznych, Silniki, pompy, turbiny, Optyka, Mikrostruktura i nanotechnologia. Wszystkie te pola mają współczynnik specjalizacji większy niż 1,2. Ponadto, w przypadku trzech pól technologicznych zgłoszeń patentowych woj. dolnośląskie odnotowuje ponadprzeciętne lub wyższe poziomy wszystkich trzech badanych mierników specjalizacji, tj. udziału w kraju, wskaźnika lokalizacji i zmiany liczby zgłoszeń patentowych w trzech polach technologicznych: Chemii organicznej, Biotechnologii, Silników, pomp, turbin oraz Informatycznych metod zarządzania. Liczebność patentów w tych polach technologicznych jest wysoka, przyrost patentów większy niż przeciętnie w kraju, wysokie wskaźniki specjalizacji wynikają z dużego udziału patentów afiliowanych w woj. dolnośląskich w relacji do wszystkich polskich zgłoszeń patentowych.

W ramach obszarów technologicznych woj. dolnośląskie charakteryzuje się ponadprzeciętną specjalizacją w obszarze „Technologie medyczne i farmaceutyczne” (w odniesieniu do zgłoszeń patentowych) oraz „Technologie pakowania, magazynowania i manipulacji” oraz „Inżynieria cywilna” (w odniesieniu do publikacji). Strukturę publikacji i patentów wg obszarów technologicznych zdominowały te z zakresu technologii medycznych i farmaceutycznych, które stanowiły połowę publikacji sektora nauki i niemal połowę publikacji sektora przedsiębiorstw. Ponadto woj. dolnośląskie wyróżnia się na tle kraju w obszarze Inżynieria cywilna, chociaż liczba publikacji i patentów w tym obszarze jest relatywnie niewielka, to dynamika zmiany liczby

produktów jest bardzo wysoka, co może świadczyć o wzroście znaczenia tego obszaru technologicznego w krótkiej perspektywie.

Luka technologiczna między województwem dolnośląskim a krajowymi liderami potencjału badawczo-rozwojowego zmniejsza się, a przy tym w większej mierze dotyczy bliższych rynkowi aspektów działalności badawczo-rozwojowej (patenty), a w mniejszej potencjału w zakresie badań podstawowych (publikacje). Potencjał publikacyjny woj. dolnośląskiego jest najbardziej podobny do wielkopolskiego i śląskiego. Między latami 2011 i 2022 współczynnik podobieństwa woj. dolnośląskiego nieznacznie zwiększał się w odniesieniu do woj. mazowieckiego i wyraźniej w odniesieniu do woj. małopolskiego. W odniesieniu do zgłoszeń patentowych woj. dolnośląskie jest najbardziej podobne do wielkopolskiego, w następnej kolejności do małopolskiego i lubelskiego, a podobieństwo jest widoczne silniej w zakresie publikacji naukowych, niż zgłoszeń patentowych. Zdecydowanie pozytywnie należy ocenić istotne zwiększanie się współczynnika podobieństwa między woj. dolnośląskim i woj. małopolskim, mimo, że współczynnik podobieństwa z woj. mazowieckim utrzymuje się na podobnym poziomie w latach 2011-2022.

Wyznaczone inteligentne specjalizacje woj. dolnośląskiego są zgodne z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym uzewnętrznionym poprzez publikacje naukowe oraz zgłoszenia patentowe. Stopień powiązania potencjału i wyznaczonych specjalizacji i ich obszarów jest zróżnicowany: 10 z 21 obszarów (co stanowi 48%) wykazuje bardzo dobre powiązanie z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym, 8 obszarów (38%) jest powiązanych dobrze, a jedynie 3 obszary (14%) powiązane są w sposób dostateczny.

Najlepsze powiązanie inteligentnych specjalizacji z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym dotyczy inteligentnej specjalizacji „Chemia i medycyna”, natomiast nie zidentyfikowano żadnego niepowiązanego z potencjałem obszaru inteligentnej specjalizacji. W przypadku inteligentnej specjalizacji „Chemia i medycyna” wszystkie obszary specjalizacji zostały ocenione jako bardzo dobrze powiązane z potencjałem regionalnym. Bardzo dobre powiązanie dotyczy także inteligentnej specjalizacji „Surowce naturalne i wtórne”, „Zielony ład” i „Życie wspomagane technologią”. Średni poziom spójności z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym zaobserwowano w przypadku inteligentnej specjalizacji „Auto-Moto-Aero-Space”. Relatywnie słabiej prezentują się inteligentne specjalizacje „Maszyny i urządzenia” i „Przemysł 4.0”.

4. Rekomendacje

Rekomendacja 1: Należy wspierać rozwój potencjału badawczo-rozwojowego w dziedzinach zbieżnych z obszarami inteligentnych specjalizacji „Projektowanie konstrukcji i opracowywanie nowych technologii wytwarzania maszyn i urządzeń”, „Technologie stosowane w usługach” oraz „Technologie stosowane w ochronie środowiska i klimatu oraz rolnictwie precyzyjnym”, w tym przede wszystkim w zakresie automatyki i robotyki, sterowania, informatycznych metod zarządzania, w tym zastosowań sztucznej inteligencji we wszystkich tych dziedzinach. Wsparcie rozwoju potencjałów w tym zakresie pozwoli wzmocnić zaplecze naukowo-badawcze dla obszarów inteligentnych specjalizacji, które w mniejszym stopniu niż pozostałe są spójne z regionalnym potencjałem badawczo-rozwojowym. Postulowane wsparcie może przyjąć formę dedykowanego konkursu grantowego na rozwój potencjału kadrowego lub realizację konkretnych projektów badawczych w ramach regionalnego programu operacyjnego. Wsparcie w tym zakresie powinno być kierowane zarówno do jednostek naukowych, jak i przedsiębiorstw już prowadzących działalność badawczo-rozwojową lub mających potencjał do jej rozpoczęcia.

Rekomendacja 2: Należy dążyć do zwiększania liczby przedsiębiorstw zaangażowanych w prace badawczo-rozwojowe. Mogą temu służyć zarówno działania o charakterze infrastrukturalnym (np. dotacje na rozwój infrastruktury badawczej), miękkim (np. płatne staże w firmach dla naukowców), jak i organizacyjno-systemowym, zwłaszcza polegającym na tworzeniu zachęt do intensyfikacji współpracy między światem nauki i biznesu. Priorytetowym wsparciem powinny być objęte projekty zbieżne z obszarami inteligentnych specjalizacji.

Rekomendacja 3: Należy dążyć do intensyfikacji zaangażowania w rozwijanie regionalnych inteligentnych specjalizacji tych przedsiębiorstw, które zostały zidentyfikowane jako najaktywniejsze pod względem liczby publikacji lub zgłoszeń patentowych. Zawarte w niniejszym raporcie wykazy najaktywniejszych przedsiębiorstw powinny zostać przeanalizowane pod kątem możliwości włączenia ich we wdrażanie Regionalnej Strategii Innowacji. Wykazy przedsiębiorstw mogą stać się też podstawą do stworzenia listy kontaktowej dla akcji informacyjnej odnośnie planowych konkursów lub innych działań w zakresie regionalnych inteligentnych specjalizacji.

Rekomendacja 4: Należy tworzyć warunki stymulujące współpracę badawczo-rozwojową wykraczającą poza granice regionu, zarówno w wymiarze krajowym, jak i międzynarodowym. Współpraca z podmiotami zewnętrznymi może przynieść efekt synergiczny, wypełniając luki w regionalnym potencjale badawczo-rozwojowym. Wsparcie współpracy badawczo-rozwojowej wykraczającej poza granice regionu powinno być kierowane zarówno do badaczy pracujących w jednostkach naukowych, jak i w przedsiębiorstwach. Mechanizmy umożliwiające i stymulujące współpracę krajową oraz międzynarodową powinny być integralnym elementem wsparcia działalności badawczo-rozwojowej i innowacyjnej w ramach regionalnego programu operacyjnego oraz innych form wdrażania regionalnej strategii innowacji.

Rekomendacja 5: Należy rozszerzyć analizę regionalnej specjalizacji naukowo-badawczej o informacje pozyskane bezpośrednio od badaczy pracujących w jednostkach naukowych lub przedsiębiorstwach w regionie. Niniejszy raport bazował na danych zastanych w formie publikacji i zgłoszeń patentowych. Nie wszystkie prace badawcze przynoszą rezultaty w postaci publikacji lub zgłoszeń patentowych (dotyczy to np. prac rozwojowych realizowanych na zlecenie konkretnego podmiotu). Nie każda współpraca jest możliwa do uchwycenia na podstawie współautorstwa publikacji. Dlatego też rozszerzenie analizy regionalnego potencjału badawczo-rozwojowego oraz regionalnych specjalizacji wymaga zgromadzenia danych pierwotnych w formie badań ankietowych lub wywiadów.

5. Literatura cytowana

- De Rassenfosse, G., Dernis, H., & Boedt, G. (2014). An introduction to the Patstat database with example queries. *Australian economic review*, 47(3), 395-408.
- Kang, B., & Tarasconi, G. (2016). PATSTAT revisited: Suggestions for better usage. *World patent information*, 46, 56-63.
- Olechnicka, A., Ploszaj, A., & Celińska-Janowicz, D. (2019). The geography of scientific collaboration (p. 236). Taylor & Francis.
- OPI PIB, UW (2021). Analiza zasobów, aktywności i osiągnięć jednostek naukowych w Polsce w dziedzinie tworzenia i rozwoju technologii.
- Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego (2020). Dolnośląska Strategia Innowacji 2030.

6. Lista załączników

- Załącznik 1: Lista podmiotów z woj. dolnośląskiego według liczby publikacji naukowych w okresie 2011-2022
- Załącznik 2: Lista podmiotów z woj. dolnośląskiego według liczby zgłoszeń patentowych w okresie 2011-2021
- Załącznik 3: Lista podmiotów i osób z woj. dolnośląskiego według liczby publikacji naukowych oraz zgłoszeń patentowych w pięciu najliczniej reprezentowanych kategoriach przedmiotowych publikacji oraz pięciu najliczniej reprezentowanych polach technologicznych zgłoszeń patentowych
- Załącznik 4: Specjalizacje badawcze według kategorii przedmiotowych publikacji naukowych – pełna lista