



**REGIONALNA
STRATEGIA INNOWACJI
DLA MAZOWSZA**

RAPORT KOŃCOWY

*Identyfikacja nisz rozwojowych i obszarów działalności
badawczo-rozwojowej (B+R) podmiotów gospodarczych
na obszarze województwa mazowieckiego przeprowadzona
z wykorzystaniem badania bibliometrycznego*

Raport przygotowany przez konsorcjum:

LB&E Sp. z o. o. (lidera)

z siedzibą przy ul. Książniczej 98
05-807 Podkowa Leśna



oraz

Politechniki Lubelskiej

z siedzibą przy ul. Nadbystrzyckiej 38d
20-618 Lublin



**POLITECHNIKA
LUBELSKA**

w ramach projektu współfinansowanego ze środków Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2014–2020 nr RPMA.11.01.00-14-0003/18-00 pn.: „Plan Działań Pomocy Technicznej UMWM na lata 2019-2023 w zakresie zapewnienia monitoringu, ewaluacji i aktualizacji regionalnej strategii inteligentnych specjalizacji w ramach RPO WM”.

Zespół badawczy:

Dr inż. **Korneliusz Pylak** (Politechnika Lubelska)

– Główny ekspert merytoryczny

Dr **Tomasz Klimczak** (LB&E sp. z o.o.)

– Kierownik projektu badawczego

Agata Dados (Politechnika Lubelska) – Członek zespołu badawczego

Konrad Kania (Politechnika Lubelska) – Członek zespołu badawczego

Adam Miller (LB&E sp. z o.o.) – Członek zespołu badawczego

Paweł Tomiło (Politechnika Lubelska) – Członek zespołu badawczego

Wydawca:

© Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego w Warszawie

ISBN: 978-83-65912-56-5

Warszawa i Lublin, czerwiec 2023



Spis treści

Streszczenie	4
Summary	7
1. Wprowadzenie	10
2. Opis przedmiotu badania wraz z opisem metodyki	11
3. Wyniki badania	15
3.1. Tematy prac B+R podejmowane przez podmioty gospodarcze działające na obszarze województwa mazowieckiego	15
3.2. Dominujące (najczęstsze) tematy badawcze w działaniach B+R podejmowane przez podmioty gospodarcze działające na obszarze województwa mazowieckiego	23
3.3. Tematy badawcze występujące najrzadziej, w tym potencjalne nisze rozwojowe dla województwa mazowieckiego	28
3.4. Największy potencjał zidentyfikowanych tematów do komercjalizacji i generowania kolejnych innowacji przez podmioty z Mazowsza	34
3.5. Branże szczególnie zainteresowane wdrożeniem wyników tych badań ze względu na potencjalne korzyści	38
3.6. Szczególne wsparcie zidentyfikowanych nisz rozwojowych ze względu na rozwój inteligentnej specjalizacji Mazowsza	46
3.7. Najczęstsze i najrzadsze modele współpracy w realizacji działań B+R	56
3.8. Bariery (czynniki hamujące), z którymi stykają się podmioty gospodarcze województwa mazowieckiego podejmujące działania B+R	65
Wnioski i rekomendacje z badania	69
Conclusion and recommendation	80
Bibliografia	91
4. Załączniki	95
4.1. Zestawienie najbardziej aktywnych przedsiębiorstw z województwa mazowieckiego	95
4.2. Zestawienie wszystkich przedsiębiorstw z województwa mazowieckiego zidentyfikowanych na podstawie bazy Web of Science	95
4.3. Zestawienie wszystkich przedsiębiorstw z województwa mazowieckiego zidentyfikowanych na podstawie bazy Scopus	95
4.4. Zestawienie wszystkich przedsiębiorstw z województwa mazowieckiego zidentyfikowanych na podstawie bazy projektów Horyzontu 2020	95
4.5. Zestawienie w przedsiębiorstwach z województwa mazowieckiego zidentyfikowanych na podstawie bazy patentów Urzędu Patentowego RP	95
4.6. Zestawienie najbardziej aktywnych jednostek naukowych z województwa mazowieckiego	96
4.7. Zestawienie najczęściej występujących słów kluczowych w patentach	96
4.8. Charakterystyka nisz rozwojowych województwa mazowieckiego	96



Streszczenie

Cele badania

Celem głównym badania było zidentyfikowanie obszarów działalności badawczo-rozwojowej podmiotów gospodarczych działających na terenie województwa mazowieckiego, w tym określenie nisz rozwojowych. Trzy główne obszary badawcze obejmowały: (A) identyfikację tematów prac B+R podejmowanych przez podmioty gospodarcze działające na obszarze województwa mazowieckiego w oparciu o badanie bibliometryczne; (B) określenie nisz rozwojowych w oparciu o zidentyfikowane w badaniu bibliometrycznym tematy prac B+R podejmowane przez podmioty gospodarcze funkcjonujące na obszarze województwa mazowieckiego; (C) określenie rekomendacji w zakresie wzmacniania nisz rozwojowych i tematów prac B+R podejmowanych przez podmioty gospodarcze funkcjonujące na obszarze województwa mazowieckiego.

Metodyka badania

W ramach badania przeprowadzono przede wszystkim analizę bibliometryczną opublikowanych w latach 2014–2020 prac naukowych w bazach: (1) Web of Science (Clarivate) i (2) Scopus (Elsevier), (3) wniosków patentowych z bazy Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej oraz baz zagranicznych (brane były pod uwagę cztery bazy zagraniczne: baza Espacenet prowadzona przez Europejską Organizację Patentową, baza PATENTSCOPE prowadzona przez Światową Organizację Własności Intelktualnej (WIPO), baza Urzędu Patentów i Znaków Towarowych Stanów Zjednoczonych (USPTO), baza Google Patents; w dwóch ostatnich bazach nie znaleziono żadnych patentów, których nie obejmowały pozostałe bazy patentów); (4) wszystkich projektów Programu Horyzont 2020 (bez względu na okres realizacji). Wszystkie analizowane prace badawczo-rozwojowe były realizowane przez podmioty gospodarcze prywatne i publiczne (łącznie z organizacjami non-profit) zlokalizowane na terenie województwa mazowieckiego.

Badanie rozpoczęło się od pozyskania i przygotowania baz danych. Następnie bazy musiały zostać ujednolicone ze względu na wykorzystywanie różnych formatów danych bibliometrycznych. W kolejnym kroku przeprowadzono analizę bibliometryczną i przedstawiono jej wyniki. W badaniu wykorzystano dwa rodzaje technik analizy bibliometrycznej: (1) analizę osiągnięć i (2) mapowanie nauki, wsparte technikami wzbogacającymi analizę bibliometryczną, przede wszystkim grafy powiązań słów kluczowych, podmiotów i branż. Następnie przeprowadzono wywiady indywidualne dotyczące modeli współpracy podmiotów gospodarczych z innymi podmiotami w ramach działalności naukowej oraz przeszkód w prowadzeniu działalności B+R, aby wzmocnić wyniki badania bibliometrycznego. Ostatnim krokiem w badaniu było wypracowanie rekomendacji.

Wyniki badania

W okresie od 2014 do 2020 roku prace badawczo-rozwojowe w województwie mazowieckim prowadziło 2 570 podmiotów wpisanych do rejestru REGON, w tym 198 instytucji naukowych wpisanych do rejestru POL-on. 2 372 podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego przygotowały łącznie 1 224 publikacje indeksowane w Web of Science, 10 027 publikacji indeksowanych w Scopus, 492 projekty z Programu Horyzont 2020 oraz 1 389 patentów.

Analiza słów kluczowych we wszystkich pracach wykazała istnienie ponad 14 tys. słów (pogrupowanych w 27 obszarów), z których ponad 70% wystąpiło co najmniej dwa razy. To pokazuje, że podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego poruszają wiele różnych tematów. Najczęściej poruszane były tematy medyczne, zwłaszcza sposoby leczenia chorób oraz aspekty starzenia się społeczeństwa. Ponadto tematy medyczne łączyły się z innymi obszarami, takimi jak fizyka, inżynieria czy nawet informatyka, tworząc połączenia między dyscyplinami. Tematy fizyczne i chemiczne dotyczące pierwiastków (galu, telluru, germanu) i ich związków, a także ich zastosowania w elektromagnetyce, fotonice, kosmonautyce



i urządzeniach elektronicznych były również często obecne. Dodatkowo poruszane były również tematy z obszaru matematyki, inżynierii, przetwarzania danych oraz ochrony środowiska.

Medycyna, fizyka, inżynieria, biochemia i genetyka, a także informatyka, socjologia i matematyka to dominujące obszary badań. Słowa związane z medycyną dotyczyły głównie stanu zdrowia, chorób, sposobów ich diagnozowania i leczenia, a także ciąży i starzenia się. Spoza medycyny pojawił się temat azotku galu i jego zastosowania w laserach (niebieskim laserze) oraz układach elektronicznych, umożliwiające zwiększenie poziomu miniaturyzacji oraz poprawiające ich sprawność energetyczną. Ponadto pojawiały się również kwestie światłowodów, nanocząstek i technologii 5G, a także elementy nauk społecznych, takie jak ekonomia i Internet rzeczy.

Kolejnym elementem badania było przeanalizowanie słów kluczowych najrzadziej występujących w analizowanych pracach. W znacznej mierze okazały się one głównie uszczegółowieniem słów dominujących, opisanych wyżej. Jednak wśród nich znajdują się słowa nowe, które mogą stanowić potencjalne nisze rozwojowe.

Analiza wskazała 65 potencjalnych nisz rozwojowych rozumianych jako obszary charakteryzujące się wysoką i nieprzerwaną dynamiką wzrostu liczby prac wykazujących słowa kluczowe opisujące te obszary. Były to przede wszystkim tematy z obszaru energetyki i bezpieczeństwa, medycyny – nowoczesnych sposobów leczenia m.in. chorób układu krążeniowo-naczyniowego, cukrzycy, niektórych odmian raka, a także opieka nad kobietami w ciąży i dziećmi. Poza tym występowały tematy z obszaru inżynieryjnego – technologie 5G, fotowoltaika, LED-y, a także genetyki – sekwencjonowanie nowej generacji (NGS). Warto zaznaczyć również duże znaczenie edukacji jako potencjalnej niszy.

Ważnym elementem badania było ustalenie, czy i w jakim zakresie wyniki prac badawczo-rozwojowych mają potencjał komercjalizacyjny. W tym celu przeprowadzono analizę występowania słów kluczowych we wnioskach patentowych na tle pozostałych baz poddanych analizie (publikacji i projektów). Wyniki pokazały, że komercjalizowane mogą być przede wszystkim prace z obszaru zdrowia (diagnostyki i leczenia chorób). Szczególnie szeroko komercjalizowane mogą być badania dotyczące bakterii i wirusów, komórek, białek, krwi i genów. Ponadto potwierdzono, że możliwe jest urynkowanie badań w obszarze nanotechnologii i nanocząstek, różnych pierwiastków, jonów, związków chemicznych (np. krzemionki) oraz materiałów (np. poliuretanu). Dodatkowo, badania, które mogą być komercjalizowane, obejmują czujniki, promieniowanie, pokrywanie powierzchni, w tym wykorzystanie inhibitorów, a przede wszystkim lasery oparte na azotku galu. W rezultacie okazało się, że wyniki badań o wysokim potencjale komercjalizacyjnym to najczęściej tematy dominujące w pracach badawczo-rozwojowych. Oprócz nich pojawiło się jednak kilka nowych tematów, takich jak PCR (łańcuchowa reakcja polimerazy), silikon, kompozyty, enzymy czy technologie 3D, a także tematy związane ze zrównoważonym rozwojem, w szczególności z energią, emisją gazów, transportem, biogazami, biomasą i glebą. Bardzo interesujące w kontekście komercjalizacji były również badania związane z żywieniem.

W wyniku przeprowadzonego badania potencjału komercjalizacyjnego wyników prac B+R wskazano kluczowe działy gospodarki, które angażowały się w największym stopniu w aktywność patentową. Były one związane przede wszystkim z opieką zdrowotną (dział 86), badaniami naukowymi i pracami rozwojowymi (dział 72), a także dział przemysłowy produkcji komputerów, wyrobów elektronicznych i optycznych (dział 26). Bardzo dużo wniosków patentowych w porównaniu do innych działów składały też niektóre inne działy przemysłowe (choć publikowały relatywnie mniej). Działy gospodarki, w których dominował sektor państwowy, patentowały nieco mniej niż inne, podobnie jak działy zajmujące się oprogramowaniem (dział 62), zarządzaniem (dział 70) i doradztwem w zakresie architektury i inżynierii (dział 71). Co ciekawe, zauważono znaczne różnice w aktywności patentowej między branżami należącymi do tego samego działu, a dodatkowo – w ramach poszczególnych branż można było wskazać zazwyczaj pojedyncze firmy aktywne



w tym obszarze (wyjątkiem była tu jedynie branża programistyczna). Może to stanowić potencjalny problem jeżeli chodzi o wspieranie i rozwój innowacyjności podmiotów gospodarczych województwa mazowieckiego i powstających nisz rozwojowych. Z drugiej strony branże aktywne w pracach B+R często tworzyły łańcuchy wartości i w ten sposób mogła następować dyfuzja wiedzy. Dodatkowo, często zupełnie różne branże prowadziły badania w pokrewnych obszarach tematycznych, co zwiększało szanse na transfer technologii i rozwiązań oraz możliwość komercjalizacji dalszych wyników badań.

Ostatnim elementem badania były modele współpracy w pracach B+R. Okazało się, że różniły się one w zależności od typu prowadzonych prac. W prace nad publikacjami angażowane były w większości 2–4 podmioty ogółem, w projektach Programu Horyzont 2020 było ich kilkanaście z uwagi na konieczność zapewnienia szerokiego i silnego międzynarodowego konsorcjum, a w patentach – w 4 na 5 przypadkach – uczestniczył tylko jeden podmiot. Pogłębiona analiza modeli współpracy wskazała trzy wzorce, z których dwa są warte wspierania. Pierwszym modelem współpracy było prowadzenie wspólnych prac w dużych zespołach z wieloma podmiotami ze świata i z Polski, a w szczególności z województwa mazowieckiego. Takie partnerstwa powinny być zatem wspierane polityką publiczną nakierowaną na kontynuowanie i rozwijanie współpracy. Dzięki uczestnictwu wielu podmiotów z województwa można spodziewać się dużych korzyści dla aktywności B+R. Podobnie, warto wspierać inny model współpracy, nakierowany na współdziałanie dużego zespołu z jednego podmiotu współpracującego z innymi podmiotami gospodarczymi z województwa mazowieckiego. Trzecim wzorcem jest nakierowanie podmiotu na samodzielne, ale intensywne publikowanie i – z uwagi na brak współpracy – nie powinien on być wspierany w tym kontekście.

Mimo wyłonienia ciekawych i wartych wspierania modeli współpracy, badania wykazały, że blisko połowa aktywnych w działalności B+R podmiotów gospodarczych nie posiadała żadnego podmiotu lub instytucji naukowej, z którą współpracowała w okresie 2014–2020. Dodatkowo, spośród podmiotów gospodarczych, które współpracowały – aż 40% miało w całym okresie 2014–2020 tylko jednego partnera, z którym realizowali jakąkolwiek aktywność B+R. Co więcej, prace badawczo-rozwojowe ponad połowy podmiotów są pojedyncze (jedna publikacja lub jeden projekt lub jeden patent). Spośród najbardziej aktywnych i najszerzej współpracujących podmiotów gospodarczych, większość stanowiły podmioty publiczne, co dodatkowo pogłębia niekorzystny obraz współpracy mazowieckich podmiotów przy pracach B+R.

Rekomendacje

Rekomendacje dotyczą w głównej mierze możliwości aktualizacji priorytetowych kierunków badań w ramach inteligentnej specjalizacji województwa mazowieckiego, które, stosując przyjęte procedury przedsiębiorczego odkrywania, poddają pod dyskusję możliwość rozszerzenia priorytetowych kierunków badań o obszary badawcze zidentyfikowane w badaniu (zarówno te dominujące, najrzadsze, jak i dynamicznie się rozwijające – nisze), które nie wpisują się w aktualnie zidentyfikowane kierunki badań. Przygotowany materiał może być zatem dobrym punktem startu do prac zespołów roboczych definiujących priorytetowe kierunki badań w ramach obszarów inteligentnej specjalizacji województwa mazowieckiego.

Dodatkowo, w toku prac nad raportem ustalono, że zidentyfikowane w badaniu bariery i czynniki hamujące prace B+R mazowieckich podmiotów, w tym należących do nisz rozwojowych, nie odbiegają od katalogu tych czynników identyfikowanych już w innych badaniach. Co więcej, wydaje się, że katalog narzędzi Funduszy Europejskich dla Mazowsza 2021–2027 kompleksowo odpowiada na zidentyfikowane bariery. Nie są zatem rekomendowane w tym obszarze żadne zalecenia.



Summary

Objective of the study

The main objective of the study was to identify areas of research and development (R&D) activity of economic entities operating in the territory of the Mazovian Voivodeship, including the identification of development niches. The three main research areas included: (A) identification of R&D themes undertaken by economic entities operating in the area of the Mazowieckie Voivodeship using the bibliometric analysis; (B) identification of development niches derived from R&D themes identified in the bibliometric study undertaken by economic entities operating in the area of the Mazowieckie Voivodeship; (C) recommendations for strengthening development niches and R&D themes undertaken by economic entities operating in the area of the Mazowieckie Voivodeship.

Research methodology

The study primarily involved a bibliometric analysis of scientific papers published between 2014 and 2020 in the following databases: (1) Web of Science (Clarivate) and (2) Scopus (Elsevier), (3) patent applications from the database of the Patent Office of the Republic of Poland and four foreign databases (following databases were considered: Espacenet database maintained by the European Patent Organisation, PATENTSCOPE database maintained by the World Intellectual Property Organisation (WIPO), United States Patent and Trademark Office (USPTO) database, Google Patents database; no patents were found in the last two databases that were not covered by the other patent databases); (4) all Horizon 2020 projects (regardless of the implementation period). All analysed research and development works were carried out by private and public economic entities (including non-profit organisations) located on the territory of the Mazowieckie Voivodeship.

The study began with the acquisition and preparation of databases. The databases then had to be standardised due to the use of different bibliometric data formats. In the next step, bibliometric analysis was carried out and the results presented. The study used two types of bibliometric analysis techniques: (1) performance analysis and (2) science mapping, supported by techniques that enrich the bibliometric analysis, mainly graphs of links between keywords, entities and industries. This was followed by individual interviews on models of collaboration between economic entities and other actors in scientific activities and on obstacles to R&D activities, in order to reinforce the results of the bibliometric study. The final step in the study was the development of recommendations.

Research findings

Between 2014 and 2020, research and development work in the Mazowieckie Voivodeship was carried out by 2 570 entities entered in the REGON register, including 198 scientific institutions entered in the POL-on register. 2,372 economic entities from the Mazowieckie Voivodeship produced a total of 1,224 publications indexed in Web of Science, 10,027 publications indexed in Scopus, 492 projects from the Horizon 2020 Programme and 1,389 patents.

A keyword analysis of all the papers revealed more than 14,000 words (grouped into 27 areas), of which more than 70% occurred at least twice. This shows that economic entities from the Mazowieckie Voivodeship cover a wide variety of topics. Most frequently, they touched on medical topics, especially ways of treating diseases and aspects of the ageing population. In addition, medical topics were combined with other areas such as physics, engineering or even computer science, creating fascinating connections between disciplines. Physical and chemical topics concerning the elements (gallium, tellurium, germanium) and their compounds, as well as their applications in electromagnetics, photonics, aerospace and electronic devices were also frequently present. In addition, topics from the areas of mathematics, engineering, data processing and environmental protection were also covered.



Medicine, physics, engineering, biochemistry and genetics, as well as computer science, sociology and mathematics were the dominant areas of research. Words related to medicine mainly concerned health, diseases, how to diagnose and treat them, as well as pregnancy and ageing. Outside of medicine, there was the topic of gallium nitride and its application in lasers (blue lasers) and electronic circuits, enabling increased levels of miniaturisation and improving their energy efficiency. In addition, there were also issues of fibre optics, nanoparticles and 5G technology, as well as elements of social sciences such as economics and the Internet of Things.

Another element of the study was to analyse the keywords that were least frequent in the works analysed. To a large extent, these turned out to be mainly a refinement of the dominant words described above. However, among them are some new words that may represent potential development niches, which were analysed further in the study.

The analysis identified 65 potential development niches, understood as areas characterised by a high and continuous growth rate in the number of works containing keywords describing these areas. These were primarily topics in the areas of energy and security, medicine – modern treatments for, among others, cardiovascular diseases, diabetes, certain types of cancer, as well as care for pregnant women and children. In addition, there were topics from the engineering area – 5G technologies, photovoltaics, LEDs, as well as genetics – next generation sequencing (NGS). It is also worth noting the great importance of education as a potential niche.

An important element of the study was to determine whether and to what extent the results of R&D work have commercialisation potential, by conducting an analysis of the occurrence of keywords in patent applications against the other databases analysed (publications and projects). The results showed that mainly works in the area of health (diagnosis and treatment of diseases) can be commercialised. In particular, research on bacteria and viruses, cells, proteins, blood and genes can be widely commercialised. Furthermore, it has been confirmed that it is possible to commercialise research in the area of nanotechnology and nanoparticles, various elements, ions, chemical compounds (e.g. silica) and materials (e.g. polyurethane). In addition, research that can be marketised includes sensors, radiation, surface coating, including the use of inhibitors, and above all gallium nitride-based lasers. As a result, it became apparent that research results with high commercialisation potential were the most common topics dominating the R&D work. However, in addition to these, several new topics emerged, such as PCR (polymerase chain reaction), silicone, composites, enzymes or 3D technologies, as well as topics related to sustainability, in particular energy, gas emissions, transport, biogases, biomass and soil. Research related to nutrition was also of great interest in the context of commercialisation.

As a result of the survey on the commercialisation potential of the results of R&D work, the key economic divisions that were most involved in patent activity were identified. These were primarily related to healthcare (division 86), scientific research and development (division 72), and the industrial division of the manufacture of computers, electronic and optical products (division 26). Some other industrial divisions also filed a large number of patent applications compared to other divisions (although they published relatively less). The economic divisions dominated by the state sector patented slightly less than others, as did the software (division 62), management (division 70) and architectural and engineering consultancy (division 71) divisions. Interestingly, significant differences in patent activity were noted between industries belonging to the same division, and in addition – within particular industries it was possible to indicate usually single companies active in this area (the only exception was the software industry). This may constitute a potential problem in terms of supporting and developing the innovativeness of business entities in the Mazowieckie Voivodeship and emerging development niches. On the other hand, industries active in R&D often formed value chains and thus knowledge diffusion could occur. In addition, often completely different industries conducted research in related thematic areas, which increased the



chances for technology and solution transfer and the possibility of commercialisation of further research results.

The final element of the study was cooperation models in R&D work. It turned out that these varied according to the type of work carried out. Publications mostly involved 2–4 entities in total, Horizon 2020 projects had more than a dozen entities due to the need for a broad and strong international consortium, and patents – in 4 out of 5 cases – involved only one entity. An in-depth analysis of collaboration models identified three patterns, two of which are worth supporting. The first model of cooperation was to carry out joint work in large teams with a number of entities from the world and Poland, and in particular from the Mazovian Voivodeship. Such partnerships should therefore be supported by public policies aimed at continuing and developing cooperation. Thanks to the participation of many entities from the voivodeship, large benefits can be expected for R&D activity. Similarly, it is worth supporting another model of cooperation, directed at the cooperation of a large team from one entity working together with other economic entities from the Mazowieckie Voivodeship. The third pattern is directed at an entity to publish independently, but intensively and – due to the lack of cooperation – should not be supported in this context.

Despite the identification of interesting and worth supporting cooperation models, the research showed that almost half of the economic entities active in R&D activities did not have any entity or scientific institution with which they cooperated in the 2014–2020 period. Additionally, of the economic entities that cooperated – as many as 40% had only one partner with whom they carried out any R&D activity in the entire 2014–2020 period. Moreover, the R&D work of more than half of the entities is single (one publication or one project or one patent). Among the most active and widely cooperating economic entities, the majority were public entities, which further deepens the unfavourable picture of cooperation of Mazovian entities in R&D works.

Recommendation

The recommendations mainly concern the possibility of updating the priority research directions within the smart specialisation of the Mazowieckie voivodeship, which, using the adopted procedures of entrepreneurial discovery, will discuss the possibility of extending the priority research directions by research areas identified in the study (both dominant, rarest and dynamically developing – niches), which do not fit into the currently identified research directions. The prepared material can therefore be a good starting point for the work of working teams defining priority research directions within the areas of smart specialisation of the Mazowieckie Voivodeship.

In addition, in the course of work on the report it was found that the barriers and factors inhibiting R&D works of Mazovian entities identified in the study, including those belonging to development niches, do not differ from the catalogue of these factors already identified in other studies. Moreover, it seems that the catalogue of tools of the European Funds for Mazowsze 2021–2027 comprehensively responds to the identified barriers. No recommendations are therefore recommended in this area.



1. Wprowadzenie

Celem głównym badania było określenie obszarów działalności B+R podmiotów gospodarczych funkcjonujących na terenie województwa mazowieckiego, w tym określenie **nisz rozwojowych** województwa mazowieckiego. Cel główny badania obejmował **trzy główne obszary badawcze**:

- A. identyfikację tematów prac B+R podejmowanych przez podmioty gospodarcze działające na obszarze województwa mazowieckiego w oparciu o badanie bibliometryczne;
- B. określenie nisz rozwojowych w oparciu o zidentyfikowane w badaniu bibliometrycznym tematy prac B+R podejmowane przez podmioty gospodarcze funkcjonujące na obszarze województwa mazowieckiego;
- C. określenie rekomendacji w zakresie wzmacniania nisz rozwojowych i tematów prac B+R podejmowanych przez podmioty gospodarcze funkcjonujące na obszarze województwa mazowieckiego.

Badanie dotyczyło **identyfikacji tematów prac badawczo-rozwojowych (B+R)** realizowanych przez podmioty gospodarcze z Mazowsza, w oparciu o następujące źródła: baza projektów Horyzont 2020, baza Web of Science, baza Scopus, baza patentów Urzędu Patentowego RP oraz innych zagranicznych baz patentowych.

W ramach badania wskazano trendy i tematy prac B+R najbardziej obiecujące ze względu na możliwości komercyjnego zastosowania ich wyników. W oparciu o przeprowadzoną analizę zostaną zidentyfikowane „**nisze rozwojowe**”, rozumiane jako tematy prac B+R szczególnie istotne dla przyspieszenia rozwoju gospodarczego i innowacyjnego województwa mazowieckiego, na których warto koncentrować wsparcie w ramach inteligentnej specjalizacji.



2. Opis przedmiotu badania wraz z opisem metodyki

Populacją statystyczną w niniejszym badaniu bibliometrycznym jest grupa opublikowanych prac naukowych, patentów i projektów w bazach:

- Web of Science (WoS, posiadanej przez Clarivate);
- Scopus (posiadanej przez Elsevier);
- patentowych polskich (baza Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej) oraz zagranicznych;
- Programu Horyzont 2020 (H2020).

Populacją w badaniu bibliometrycznym są zatem wszystkie opublikowane w latach 2014–2020 prace badawcze i patenty oraz projekty z Programu Horyzont 2020 stworzone i realizowane przez **podmioty gospodarcze**¹, mające siedzibę na terenie województwa mazowieckiego (których przedstawiciele byli współautorami lub autorami tych prac, zgłaszającymi patenty lub współrealizującymi projekty). To oznacza, że daną pracę mogły współtworzyć również inne podmioty, spoza województwa, kraju, albo instytucje naukowe z województwa mazowieckiego, o ile współpracowały z podmiotami gospodarczymi z województwa.

Zgodnie z teoretycznymi założeniami badań bibliometrycznych, próba badawcza w tego typu badaniach powinna być odpowiednio duża, dlatego w badaniu ujęto **pełną populację prac naukowych i patentów z okresu 2014–2020 oraz pełną populację projektów H2020**. Tylko dzięki takiemu podejściu wyniki badania są miarodajne i wartościowe.

Badanie rozpoczęto od **zebrania i odpowiedniego przygotowania baz danych**. Analizę danych **Web of Science** zapoczątkowało stworzenie listy publikacji, w których uczestniczyły podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego. Wykorzystano w tym celu narzędzie InCites, w którym dostępne były filtry dotyczące regionów i rodzajów podmiotów afiliowanych do publikacji². Uzyskano w ten sposób listę 8 707 publikacji, dla których poprzez API (Application Programming Interface, tj. Interfejs Programowania Aplikacji) ściągnięto pełne rekordy danych, zawierające w szczególności tytuły, słowa kluczowe, abstrakty, liczby cytowań, wszystkich autorów i ich afiliacje.

¹ Zgodnie z art. 3 ustawy Prawo przedsiębiorców z dnia 6 marca 2018 roku (Dz.U. 2018 poz. 646 z późn. zm.), podmioty gospodarcze prowadzą działalność gospodarczą, a więc zorganizowaną działalność zarobkową, wykonywaną we własnym imieniu i w sposób ciągły. Stąd badaniem objęto osoby fizyczne, osoby prawne lub jednostki organizacyjne niebędące osobą prawną (posiadające zdolność prawną i wykonujące działalność gospodarczą), a także wspólnicy spółki cywilnej w zakresie wykonywanej przez nich działalności gospodarczej (art. 4 ustawy). W szczególności podmiotami gospodarczymi mogą być zatem fundacje, stowarzyszenia, jednostki samorządu terytorialnego oraz ich jednostki organizacyjne.

² Ponieważ oba filtry mogły być zastosowane rozłącznie, wyniki wyszukiwania zawierały również takie publikacje, w których uczestniczyły na przykład jednostki naukowe z województwa mazowieckiego i podmioty gospodarcze spoza województwa (dzięki czemu oba kryteria zostały spełnione, ale takie publikacje musiały być usunięte z analizy, bo nie obejmowały podmiotów gospodarczych z województwa mazowieckiego).



Analiza pełnych danych z 8 681³ publikacji wykazała 3 373,4 tys. autorów (z powtórzeniami), którzy wskazali afiliację przy niemal 496,5 tys. podmiotów (naukowych i gospodarczych). Następnie spośród wszystkich podmiotów odseparowano podmioty, które wskazały Polskę jako siedzibę i wybrano unikalne (niepowtarzające się) publikacje. Ponieważ jednak sposób wpisywania podmiotów w każdym rekordzie różnił się, ostatecznie lista polskich podmiotów z listy występujących w publikacjach wyniosła 5,9 tys. Dzięki wskazaniu nazw miast w rekordach, w których podmioty miały siedzibę, można było wybrać wszystkie miasta leżące w województwie mazowieckim i w ten sposób określić wyłącznie podmioty z województwa. Takich wpisów podmiotów było 3 599. W dalszym kroku wszystkie podmioty zidentyfikowano według nazwy z rejestru REGON oraz numeru NIP, co umożliwiło wskazanie unikalnych podmiotów. Ostatecznie, w województwie mazowieckim zidentyfikowano 356 unikalnych podmiotów naukowych i gospodarczych, które publikowały w WoS w okresie 2014–2020. Z tych podmiotów 100 to instytucje systemu szkolnictwa wyższego i nauki wpisane do rejestru POL-on, zatem 256 podmiotów stanowią podmioty gospodarcze.

Aby określić autorów publikacji z województwa mazowieckiego oraz liczbę publikacji podmiotów gospodarczych należało przeprowadzić procedurę wsteczną. 356 zidentyfikowanych podmiotów naukowych i gospodarczych wyszukano ponownie we wszystkich rekordach. Łącznie w 8 681 publikacjach zidentyfikowane podmioty wystąpiły 13 801 razy (przeciętnie w jednej publikacji podmiot z województwa mazowieckiego wystąpił zatem 1,6 razy, podczas gdy przeciętnie w jednej publikacji brało udział aż 57,2 podmiotów)⁴. W przeważającej większości publikacji (7985, tj. 92%) brały udział jednostki naukowe. 256 podmiotów gospodarczych wystąpiło 1 505 razy w 1 224 publikacjach (w 14%), co oznacza, że średnio na jedną publikację przypadało 1,23 podmiotu.

W przypadku **bazy Scopus** procedura była nieco inna. W tym przypadku filtr umożliwiał jedynie określenie kraju pochodzenia każdego afiliowanego podmiotu w publikacjach. Dlatego w pierwszej kolejności wybrano 366,6 tys. publikacji, w których co najmniej jeden podmiot wskazał siedzibę w Polsce. Łącznie w tych publikacjach wystąpiło 1,97 mln podmiotów (średnio 5,4 podmiotu na publikację), z których wyłoniono 20,2 tys. polskich instytucji (posiadających unikalny numer identyfikacyjny w bazie). W toku prac okazało się jednak, że jeden podmiot może posiadać kilka, a nawet kilkadziesiąt różnych numerów identyfikacyjnych. Wymagało to zatem wyszukania tych samych podmiotów w bazie i przypisania im numeru NIP tak, aby każdy podmiot posiadał faktycznie unikalny numer identyfikacyjny (umożliwiający również powiązanie z innymi bazami). Jednocześnie bazę Scopus przeanalizowano pod kątem miast i miejscowości leżących w województwie mazowieckim. Dlatego dla każdej z 20,2 tys. polskich

³ Wstępnie lista obejmowała 8707 publikacji, ale po analizie podmiotów, okazało się, że niektóre miały błędnie przypisany kraj i region, przez co ostatecznie uzyskano 8681 publikacji.

⁴ Chodzi tutaj o podmiot wpisany do rejestru, posiadający odrębny NIP, a więc na przykład uczelnia bez względu na liczbę wydziałów biorących udział w publikacjach.



instytucji, określono poprawnie miasto (miasta w bazie były pisane w różny sposób, a także często brakowało w ogóle wskazania miasta), co umożliwiło określenie 996 różnych miast w Polsce i przypisanie ich do województw (w przypadku miast o tej samej nazwie leżących w różnych województwach, decydowała siedziba podmiotu). Dzięki temu udało się ustalić, że 124 miejscowości pojawiające się w publikacjach bazy Scopus leżą w województwie mazowieckim. W konsekwencji 4 520 identyfikatorów podmiotów mających siedzibę w tych miastach zostały odseparowane od pozostałych. Kolejnym krokiem było przypisanie każdemu z tych podmiotów numeru NIP i określenie 1 745 unikalnych podmiotów z województwa mazowieckiego, które były afiliowane do łącznie 10 027 publikacji w bazie Scopus (co oznacza, że średnio jeden podmiot wystąpił w 5,74 publikacjach, przy czym są wliczone również instytucje naukowe). Mając NIP-y tych instytucji możliwe było określenie, który podmiot jest instytucją naukową wpisaną do rejestru POL-on i odseparowanie 1 616 podmiotów gospodarczych z województwa.

W przypadku **projektów Programu Horyzont 2020** z bazy wszystkich 34 398 projektów wybrano 1 918 projektów, w których co najmniej jeden podmiot miał polską afiliację. Z ogólnej liczby 174 050 podmiotów biorących udział w tych projektach wybrano zatem 2 793 podmioty polskie. Następnie, podobnie, jak w przypadku bazy Scopus, z informacji dotyczących polskich podmiotów uzyskano listę 168 polskich miast, z których wyłoniono 26 miast zlokalizowanych w województwie mazowieckim. W tych miastach miało siedzibę 1 149 partnerów w projektach, z których po dopasowaniu numerów NIP uzyskano 325 unikalnych podmiotów realizujących łącznie 962 projekty. To oznacza, że średnio jeden podmiot z województwa mazowieckiego brał udział średnio w 2,96 projektach, natomiast w jednym takim projekcie uczestniczyło średnio 1,19 podmiotów z Mazowsza.

W przypadku **wniosków patentowych** procedura była podobna, ponieważ również wnioski patentowe nie zawierają informacji o województwie, z którego pochodzą podmioty składające lub przypisane do nich. Ponieważ najbardziej czasochłonną czynnością było przypisywanie miast, a także numerów NIP do podmiotów, analizę poszczególnych baz patentowych przeprowadzono w sposób iteracyjny. Po pierwsze, z bazy Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej (UPRP), obejmującej ponad 93 tys. wniosków patentowych, wyłoniono 17 775 miast pisanych w różny sposób (polskich i zagranicznych). Następnie ujednolicono ich pisownię, uzyskując 16 935 miast, dla które można było wskazać lokalizację. Stąd udało się zidentyfikować 5 776 różnych miejscowości w Polsce i 8 379 podmiotów mających siedzibę w tych miejscowościach. Następnie, po zlokalizowaniu miejscowości w poszczególnych województwach, wyłoniono 1 591 podmiotów (1 360 unikalnych) zlokalizowanych w 255 miejscowościach województwa mazowieckiego. W kolejnych bazach szukano jedynie tych patentów i podmiotów, które nie pojawiły się w bazie UPRP. Stąd, w drugim kroku w bazie Espacenet prowadzonej przez Europejską Organizację Patentową wyszukano brakujące patenty z polskimi podmiotami. Takich patentów było 1 533, z których po identyfikacji miejscowości



leżących w województwie mazowieckim, udało się wskazać 441 patentów z województwa mazowieckiego, w których uczestniczyło 463 podmiotów, w tym 148 unikalnych. W kolejnym kroku przeanalizowano bazę PATENTSCOPE prowadzoną przez Światową Organizację Własności Intelektualnej (WIPO), w której znaleziono 433 nowe patenty, w których był co najmniej jeden polski podmiot, obejmujące swoim zasięgiem ochrony wiele krajów poza Europą. Z tych patentów wyłonioną analogiczną procedurą 50 patentów złożonych przez 221 podmiotów z województwa mazowieckiego, w tym 24 unikalne podmioty. W dwóch kolejnych bazach (Urzędu Patentów i Znaków Towarowych Stanów Zjednoczonych (USPTO) oraz bazie Google Patents) nie znaleziono dodatkowych patentów, których nie obejmowały pozostałe bazy patentów.

Po przygotowaniu i wyczyszczeniu danych, **bazy musiały zostać ujednolicone** pod kątem formatu danych bibliometrycznych. Ujednolicanie baz danych dotyczyło nie tylko identyfikacji podmiotów biorących udział w każdej pracy (poprzez przydzielenie im numeru NIP i REGON), ale także ujednoliceniu słów kluczowych, którymi były charakteryzowane poszczególne prace, a także obszarów tematycznych, które w różnych bazach były różnie definiowane.

Kolejnym etapem było przeprowadzenie **analizy bibliometrycznej** i przedstawienie jej wyników. Zastosowane w badaniu techniki analizy bibliometrycznej obejmowały dwie kategorie: (1) **analizę osiągnięć** i (2) **mapowanie nauki**. W istocie, analiza osiągnięć uwzględniła wkład podmiotów badawczych, podczas gdy mapowanie nauki koncentrowało się na relacjach między podmiotami badawczymi. W analizie osiągnięć wykorzystano wiele miar, w tym liczbę publikacji i cytowań w ciągu roku lub na jeden podmiot badawczy, przy czym publikacja jest wskaźnikiem wydajności, natomiast cytowanie jest miarą wpływu i oddziaływania. Inne miary, takie jak liczba cytowań na publikację wskazują na jakość i zasięg tworzonych prac przez podmioty badawcze. Mapowanie nauki skoncentrowało się na współpracy w poszczególnych rodzajach prac badawczych i rozwojowych, rozległości, jakości i trwałości tej współpracy i zostało zaprezentowane w postaci grafów powiązań, a także statystyk opisowych. Kluczowym elementem analiz, niezbędnym do odpowiedzi na szereg pytań badawczych była analiza współwystępowania słów (co-word analysis), pochodzących przede wszystkim z autorskich słów kluczowych w publikacjach, a także w przypadku patentów i projektów – z tytułów i opisów. Analiza współwystępowania słów została wzbogacona analizą współautorstwa, a także analizą powiązań pomiędzy podmiotami, branżami i bazami a tematami badawczymi. Uzupełnieniem tych analiz było wyliczenie metryk sieciowych, tj. stopnia centralności, centralności międzygałęziowej, centralności własnej i centralności bliskości, a także analiza klastrowa, co posłużyło do wyłonienia skupisk podobnych tematów badawczych, grup współpracujących podmiotów, branż itd. Wyniki zwizualizowano za pomocą grafów, wykresów i tabel. Wszystkie analizy i wizualizacje wykonano za pomocą oprogramowania R i Python.

Kolejnym etapem badania było **przeprowadzenie wywiadów indywidualnych**, stanowiących uzupełnienie badań ilościowych dotyczących modeli współpracy podmiotów



gospodarczych z innymi podmiotami w ramach działalności naukowej oraz barier tej współpracy. W ramach badania zrealizowano dziesięć wywiadów z firmami wykorzystującymi dominujące modele współpracy, które napotykały bariery w prowadzeniu prac badawczo-rozwojowych, w tym we współpracy. Wywiady miały charakter wywiadów swobodnych. Ostatnim etapem badania było **przygotowywanie rekomendacji**.

3. Wyniki badania

3.1. Tematy prac B+R podejmowane przez podmioty gospodarcze działające na obszarze województwa mazowieckiego

Tematy prac B+R podejmowane przez podmioty gospodarcze działające na obszarze województwa mazowieckiego określono na podstawie słów kluczowych (*ang. keywords*) oraz obszarów tematycznych, w których słowa te występowały. Wynikiem analizy bibliometrycznej był zestaw: publikacji indeksowanych w bazach Web of Science oraz Scopus, projektów z bazy Programu Horyzont 2020 oraz różnych baz patentów, stworzonych przez podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego. Ponieważ każda z baz publikacyjnych wykorzystuje inny zestaw obszarów badawczych, słowa kluczowe są nadawane przez autorów, a dodatkowo bazy projektów i patentów nie posiadają słów kluczowych tylko opisy – w pierwszej kolejności należało wystandaryzować słowa kluczowe, aby zapewnić porównywalność wszystkich baz danych. W tym celu zgromadzono możliwie najwięcej słów kluczowych z połączonych baz danych, które przypisano do **27 obszarów badawczych** (stosowanych w bazie Scopus). Następnie wyszukano ponownie wystandaryzowane i przypisane do obszarów słowa kluczowe we wszystkich elementach baz danych i uzyskano gęstą sieć obszarów i słów kluczowych. Okazało się, że z niemal 14,3 tys. wyłonięnych początkowo słów kluczowych ponad połowa (51%) była wykorzystywana maksymalnie jednokrotnie, a tylko 2,2 tys. słów wystąpiło co najmniej dziesięć razy, co może świadczyć o **znacznej różnorodności tematyki poruszanej przez analizowane podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego**. Do dalszej analizy wzięto najczęściej występujące słowa kluczowe, które powtórzyły się co najmniej dwa razy w analizowanych pracach, aby uniknąć przypadkowego ich użycia.

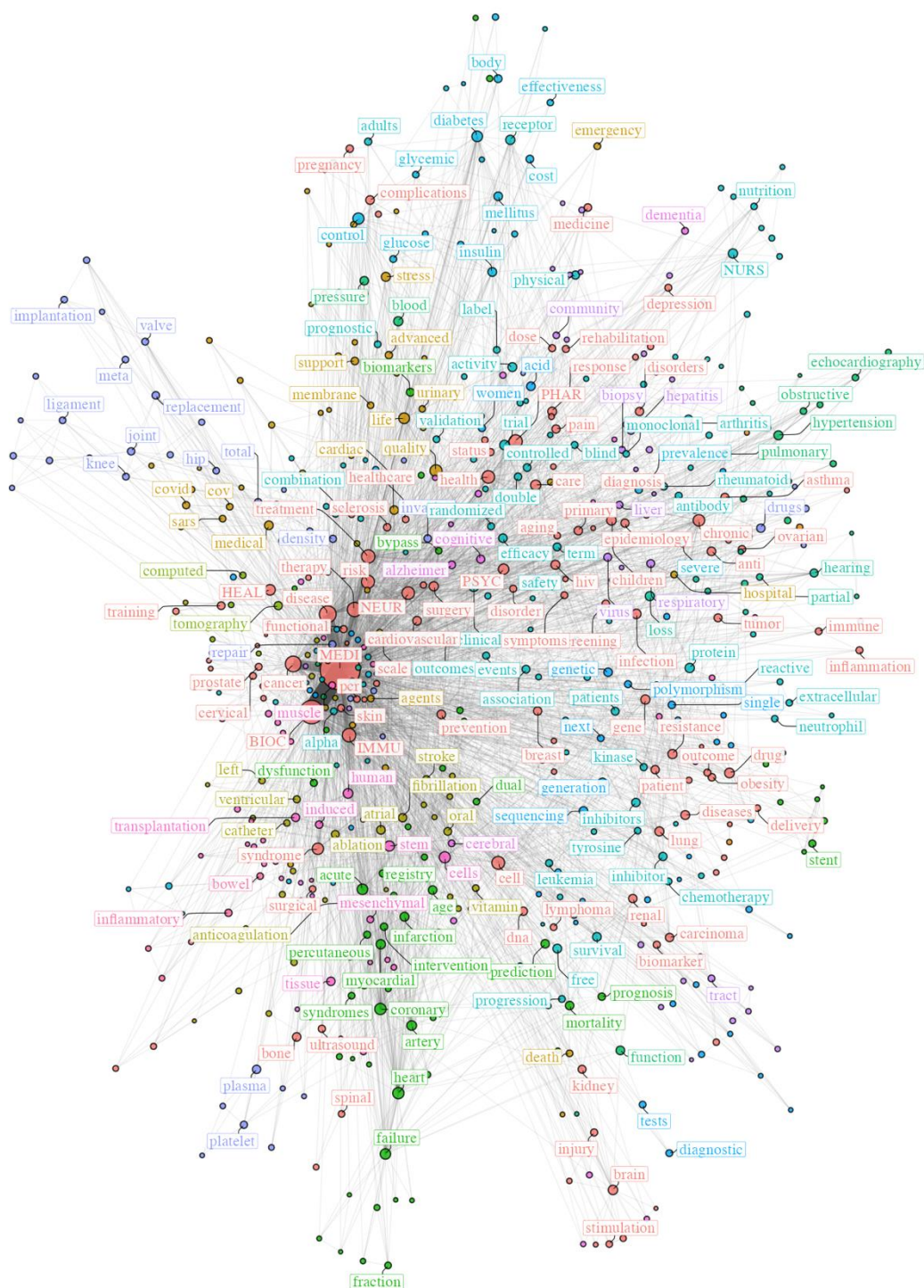
Końcowym etapem analizy było powiązanie ze sobą wszystkich występujących ze sobą słów kluczowych (pisanych małymi literami) oraz 27 obszarów (określonych 4-znakowymi skrótami pisanymi dużymi literami), do których są one przypisane i które przedstawiono na rysunkach 1–3. Zatem jeżeli dwa słowa kluczowe wystąpiły w jednej pracy (publikacji, patencie lub projekcie), zostały one połączone ze sobą linią. Im więcej takich współwystępowień dwóch słów zostało znalezionych, tym szersze stawało się powiązanie między nimi. Podobnie, im więcej razy dane słowo kluczowe występowało w produktach, tym większy stawał się punkt na grafie. Dla zwiększenia czytelności powstały graf podzielono na trzy podgrafy (przedstawione



na rysunkach 1–3). W każdym podgrafie zaprezentowano najbardziej powiązane ze sobą obszary badawcze i słowa kluczowe. Mimo podziału na podgrafy, do każdego podgrafu nadal należało ok. 1–2 tys. słów kluczowych, dlatego dla zwiększenia czytelności konieczne było uproszczenie podgrafów poprzez usunięcie najmniej powiązanych ze sobą słów kluczowych (dzięki czemu na podgrafach znalazło się już jedynie kilkaset najczęściej występujących słów).

Dominująca i największa społeczność składa się ze słów kluczowych dotyczących medycznego obszaru badawczego (opisanego na grafie skrótem MEDI) oraz pokrewnych obszarów związanych z odpornością i mikrobiologią (IMMU), neuronauką (NEUR), z zawodami medycznymi (HEAL), biochemią, genetyką i biologią molekularną (BIOC) czy nawet psychologią (PSYC). W największym stopniu w tym obszarze poruszane są tematy związane ze zdrowiem, leczeniem, terapią i diagnostyką chorób, z których najczęściej występują choroby przewlekłe takie jak nowotwory (m.in. trzustki, szyjki macicy, piersi i inne), choroby sercowo-naczyniowe (m.in. zawał, choroba wieńcowa, migotanie przedsionków, nadciśnienie), AIDS, a także grypa, Covid-19, zapalenia płuc itp. Są też poruszane takie problemy jak niska jakość życia, problemy dzieci, dorosłych i osób starszych, wypalenie zawodowe, depresja, czy niepłodność, a także starzenie się, w tym menopauza i demencja. Duże znaczenie badania przykładają również do opracowywania nowych lub udoskonalonych leków, leczenia chorób, i sposobów leczenia, w tym badań klinicznych i testów (np. PCR). W szczególności pojawiają się tematy związane z chirurgią, leczeniem nowotworów radioterapią, chemioterapią, immunoterapią, zastosowaniami inhibitorów, badaniami i sekwencjonowaniem genów, polimorfizmem, badaniami osocza, kontrolą poziomu glikemii (stężenia glukozy we krwi), leczeniem cukrzycy (np. lekami z grupy mimetyków inkretynowych) czy zatorów (np. lekami przeciwskrzepowymi).





Rysunek 1. Podgraf współwystępowania słów kluczowych z obszarów medycznych oraz pokrewnych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Elsevier (Scopus), Clarivate (Web of Science), a także baz projektów Programu Horyzont 2020 oraz baz patentowych. Różnymi kolorami zaznaczono skupiska najbardziej powiązanych ze sobą słów kluczowych (wyłonięte techniką *fast greedy clustering* służącą znajdowaniu gęstych skupisk w grafach poprzez bezpośrednią optymalizację wyniku modularności sieci).

Objaśnienia obszarów badawczych: Nauki o zdrowiu: Medycyna (MEDI), Pielęgniarstwo (NURS), Weterynaria (VETE), Stomatologia (DENT), Zawody związane ze zdrowiem (HEAL); **Nauki przyrodnicze:** Nauki rolnicze i biologiczne (AGRI), Biochemia, genetyka i biologia molekularna (BIOC), Immunologia i mikrobiologia (IMMU), Neuronauka (NEUR), Farmakologia, toksykologia i farmacja (PHAR); **Nauki ścisłe:** Inżynieria chemiczna (CENG), Chemia (CHEM), Informatyka (COMP), Nauki o Ziemi i Nauki Planetarne (EART), Energia (ENER), Inżynieria (ENGI), Nauki o środowisku (ENVI), Materiałoznawstwo (MATE), Matematyka (MATH), Fizyka i astronomia (PHYS); **Nauki społeczne:** Sztuka i nauki humanistyczne (ARTS), Biznes, zarządzanie i rachunkowość (BUSI), Nauki decyzyjne (DECI), Ekonomia, ekonometria i finanse (ECON), Psychologia (PSYC), Nauki społeczne (SOCI). **Objaśnienie słów kluczowych:** ablation (ablacja), acid (kwas), activity (aktywność), acute (ostry),



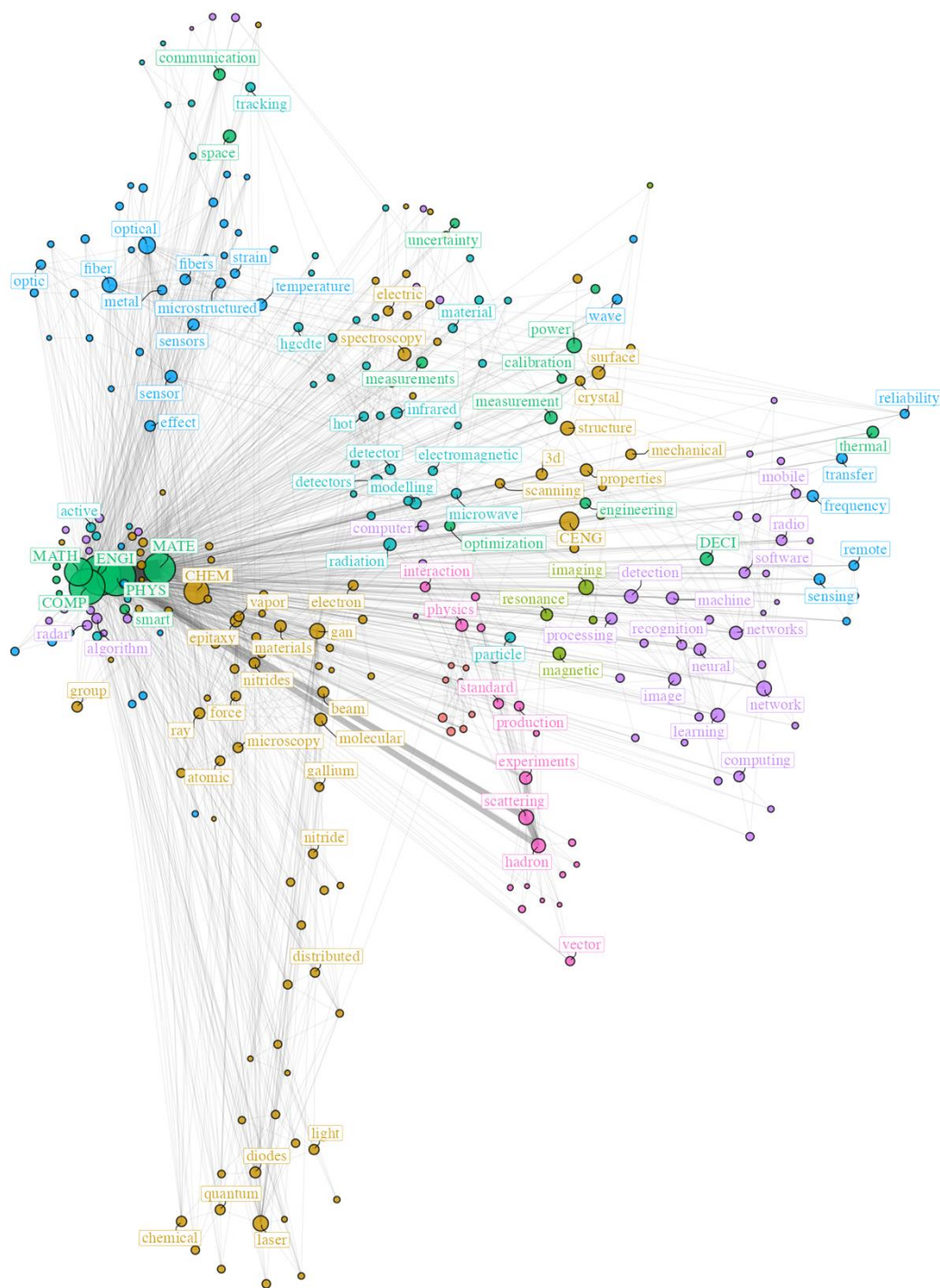
adults (dorośli), advanced (zaawansowany), age (wiek), agents (czynniki), aging (starzenie), alpha (alfa), alzheimer (alzheimer), anti (anty), antibody (przeciwciało), anticoagulation (antykoagulacja), artery (tętnica), arthritis (artretyzm), association (stowarzyszenie), asthma (astma), atrial (przedsionek), biomarker (biomarker), biopsy (biopsja), blind (ślepy), blood (krew), body (ciało), bone (kość), bowel (jelito), brain (mózg), breast (piersi), bypass (bypass), cancer (nowotwór), carcinoma (nowotwór), cardiac (serce), cardiovascular (układ krążenia), care (opieka), catheter (cewnik), cell (komórka), cerebral (mózg), cervical (szyjka macicy), chemotherapy (chemioterapia), children (dzieci), chronic (przewlekły), clinical (kliniczny), cognitive (poznawczy), combination (połączenie), community (społeczność), complications (komplikacje), computed (obliczany), control (kontrola), controlled (kontrolowany), coronary (choroba wieńcowa), cost (koszt), cov (cov), covid (covid), death (śmierć), delivery (poród), dementia (demencja), density (gęstość), depression (depresja), diabetes (cukrzyca), diagnosis (diagnoza), diagnostic (diagnostyka), disease (choroba), disorder (zaburzenie), dna (DNA), dose (dawka), double (podwójny), drug (lek), dual (podwójny), dysfunction (dysfunkcja), echocardiography (echokardiografia), effectiveness (skuteczność), efficacy (efektywność), emergency (nagły wypadek), epidemiology (epidemiologia), events (zdarzenia), extracellular (pozaokomórkowy), failure (awaria), fibrillation (migotanie), fraction (frakcja), free (wolny), function (funkcja), functional (funkcjonalny), gene (gen), generation (generacja), genetic (genetyczny), glucose (glukoza), glyemic (glikemia), health (zdrowie), healthcare (opieka zdrowotna), hearing (słuch), heart (serce), hepatitis (zapalenie wątroby), hip (biodro), hiv (HIV), hospital (szpital), human (człowiek), hypertension (nadciśnienie), immune (immunologiczny), implantation (implantacja), induced (indukowany), infarction (zawał), infection (infekcja), inflammation (zapalenie), inflammatory (zapalny), inhibitor (inhibitor), injury (uraz), insulin (insulina), intervention (interwencja), invasive (inwazyjny), joint (staw), kidney (nerka), kinase (kinaza), knee (kolano), label (etykieta), left (lewy), leukemia (białaczka), life (życie), ligament (więzadło), liver (wątroba), loss (utrata), lung (płuco), lymphoma (chłoniak), medical (medyczny), medicine (medycyna), mellitus (cukrzyca), membrane (błona), mesenchymal (mezenchymalny), meta (meta), monoclonal (monoklonalny), mortality (śmiertelność), muscle (mięsień), myocardial (mięsień sercowy), neutrophil (neutrofil), next (następny), nutrition (odżywianie), obesity (otyłość), obstructive (obturacyjny), oral (jama ustna), outcome (wynik), ovarian (jajnik), pain (ból), partial (częściowy), patient (pacjentka), patients (pacjenci), pcr (PCR), percutaneous (przezskórny), physical (fizyczny), plasma (osocze), platelet (płytki krwi), polymorphism (polimorfizm), prediction (przewidywanie), pregnancy (ciąża), pressure (ciśnienie), prevalence (rozpowszechnienie), prevention (zapobieganie), primary (pierwotny), prognosis (prognoza), prognostic (prognostyczny), progression (progresja), prostate (prostate), protein (białko), pulmonary (płucny), quality (jakość), randomized (randomizowany), reactive (reaktywny), receptor (receptor), registry (rejestr), rehabilitation (rehabilitacja), renal (nerka), repair (naprawa), replacement (zastąpienie), resistance (odporność), respiratory (oddechowy), response (odpowiedź), rheumatoid (reumatoidalny), risk (ryzyko), safety (bezpieczeństwo), sars (sars), scale (skala), sclerosis (stwardnienie), screening (badanie przesiewowe), sequencing (sekwencjonowanie), severe (ciężki), single (pojedynczy), skin (skóra), spinal (kręgosłup), status (status), stem (rdzeń), stent (stent), stimulation (stymulacja), stress (stres), stroke (udar), support (wsparcie), surgery (chirurgia), surgical (chirurgiczny), survival (przeżycie), symptoms (objawy), syndrome (zespół), term (termin), tests (testy), therapy (terapia), tissue (tkanka), tomography (tomografia), total (całkowity), tract (przewód), training (trening), transplantation (transplantacja), treatment (leczenie), trial (badanie), tumor (guz), tyrosine (tyrozyna), ultrasound (ultradźwięki), urinary (mocz), validation (walidacja), valve (zastawka), ventricular (komorowy), virus (wirus), vitamin (witamina), women (kobiety).

Kolejny podgraf (zob. rysunek 2) zawiera obszar nauk ścisłych składający się z **obszaru inżynierii (ENGI)**, powiązanego z obszarem **materiałoznawstwa (MATE)**, **fizyki i astronomii (PHYS)**, **matematyki (MATH)**, **informatyki (COMP)** i nieco w mniejszym stopniu – z obszarem **podjęcia decyzji (DECI)**, który skupia się na komputerowym wspomaganie procesów decyzyjnych w oparciu o uczenie maszynowe, sieci neuronowe, przetwarzanie sygnałów, rozpoznawanie obrazów i detekcję wzorów (fioletowe skupienie na grafie). Obszary te łączą się z obszarami **nauk chemicznych (CHEM)** i **inżynierii chemicznej (CENG)**, w których najczęściej pojawiały się tematy związane z pierwiastkami i związkami chemicznymi, tj. galem, tlenkiem i azotkiem galu, deuterem – stabilnym izotopem wodoru, związkami telluru czy germanu (żółte skupienie na grafie). Szczególne znaczenie na grafie zajmują materiały półprzewodnikowe, z których najczęściej występuje azotek galu (GaN^5), na bazie którego tworzona jest dioda wykorzystywana w niebieskich laserach. Z kolei tlenek galu jako półprzewodnik może zająć miejsce krzemu, węgla krzemu, czy nawet GaN. Dodatkowo, tlenek galu jest całkowicie odporny na promieniowanie kosmiczne, co ma istotne znaczenie np. w komputerach pojazdów kosmicznych. Interesujący dla badaczy jest również występujący dość często w badaniach związek HgCdTe – tellurek kadmowo-rtęciowy, trzeci najbardziej ceniony półprzewodnik

⁵ skrót „GaN” / „GAN” może odnosić się do różnych tematów, dwa najpopularniejsze to: (1) *Generative adversarial network (GAN)* – typ modelu sztucznej sieci neuronowej służącej do generowania nowych syntetycznych danych o charakterystyce zbliżonej do zbioru, którym sieć była trenowana; (2) *Gallium Nitride* – azotek galu (GaN), półprzewodnik wykorzystywany w elektronice i technologii laserowej. Swoimi właściwościami przewyższający półprzewodniki oparte na strukturach krzemowych. Z powodu tej niejednoznaczności dokonano analizy abstraktów prac zawierających słowo kluczowe „gan”. Analiza ta ustaliła, iż wszystkie prace dotyczyły azotku galu. Jest to o tyle zrozumiałe, iż rozwój sieci neuronowych GAN wyhamował wraz z pojawieniem się nowych modeli generatywnych, głównie wariacyjnych autoenkoderów.



po krzemie i arsenku galu, stosowany do wykrywania i obrazowania w podczerwieni. Uzupełnieniem tych tematów są tematy związane z LED-ami, studniami kwantowymi (występującymi na przykład w diodach laserowych i półprzewodnikowych nasycających się absorberach), a także piezoelektrykami.



Rysunek 2. Podgraf współwystępowania słów kluczowych z obszarów inżynierskich i nauk ścisłych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Elsevier (Scopus), Clarivate (Web of Science), a także baz projektów Programu Horyzont 2020 oraz baz patentowych. Różnymi kolorami zaznaczono skupiska najbardziej powiązanych ze sobą słów kluczowych (wyłonię techniką *fast greedy clustering* służącą znajdowaniu gęstych skupisk w grafach poprzez bezpośrednią optymalizację wyniku modularności sieci).
Objaśnienia obszarów badawczych: Nauki o zdrowiu: Medycyna (MEDI), Pielęgniarstwo (NURS), Weterynaria (VETE), Stomatologia (DENT),

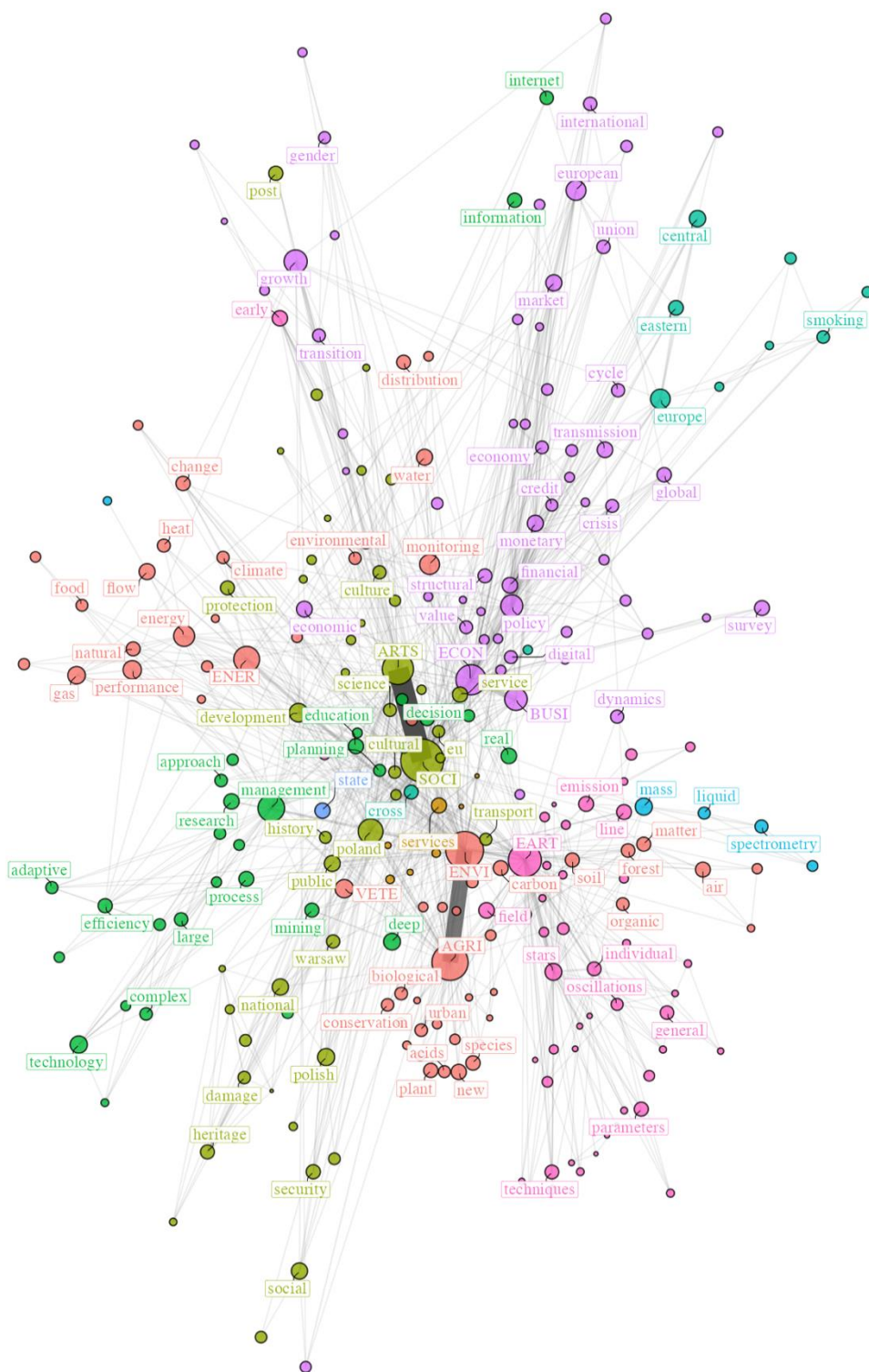
Zawody związane ze zdrowiem (HEAL); **Nauki przyrodnicze:** Nauki rolnicze i biologiczne (AGRI), Biochemia, genetyka i biologia molekularna (BIOC), Immunologia i mikrobiologia (IMMU), Neuronauka (NEUR), Farmakologia, toksykologia i farmacja (PHAR); **Nauki ścisłe:** Inżynieria chemiczna (CENG), Chemia (CHEM), Informatyka (COMP), Nauki o Ziemi i Nauki Planetarne (EART), Energia (ENER), Inżynieria (ENGI), Nauki o środowisku (ENVI), Materiałoznawstwo (MATE), Matematyka (MATH), Fizyka i astronomia (PHYS); **Nauki społeczne:** Sztuka i nauki humanistyczne (ARTS), Biznes, zarządzanie i rachunkowość (BUSI), Nauki decyzyjne (DECI), Ekonomia, ekonometria i finanse (ECON), Psychologia (PSYC), Nauki społeczne (SOC). **Objaśnienie słów kluczowych:** active (aktywny), algorithm (algorytm), atomic (atomowy), beam (wiązka), calibration (kalibracja), chemical (chemiczny), communication (komunikacja), computer (komputer), computing (informatyka), crystal (kryształ), detection (detekcja), detector (detektor), diodes (diody), distributed (rozproszony), effect (efekt), electric (elektryczny), electromagnetic (elektromagnetyczny), electron (elektron), engineering (inżynieria), epitaxy (epitaksja), experiments (eksperymenty), fiber (włókno), force (siła), frequency (częstotliwość), gallium (gal), gan (GaN – azotek galu), group (grupa), hadron (hadron), HgCdTe (tellurek rtęci i kadmu), hot (gorący), image (obraz), imaging (obrazowanie), infrared (podczerwień), interaction (interakcja), laser (laser), learning (nauczanie), light (światło), machine (maszyna), magnetic (magnetyczny), material (materiał), measurement (pomiar), mechanical (mechaniczny), metal (metal), microscopy (mikroskopia), microstructured (mikrostruktura), microwave (mikrofale), mobile (mobilny), modelling (modelowanie), molecular (molekularny), network (sieć), neural (neuron), nitride (azotek), nitrides (azotki), optic (optyka), optical (optyczny), optimization (optymalizacja), particle (cząstka), physics (fizyka), power (moc), processing (przetwarzanie), production (produkcja), properties (właściwości), quantum (kwant), radar (radar), radiation (promieniowanie), radio (radio), ray (promień), recognition (rozpoznawanie), reliability (niezawodność), remote (zdalny), resonance (rezonans), scanning (skanowanie), scattering (rozpraszanie), sensing (wykrywanie), sensor (czujnik), smart (inteligentny), software (oprogramowanie), space (przestrzeń), spectroscopy (spektroskopia), standard (standard), strain (odkształcenie), structure (struktura), surface (powierzchnia), temperature (temperatura), thermal (termiczny), tracking (śledzenie), transfer (transfer), uncertainty (niepewność), vapor (para), vector (wektor), wave (fala).

Ciekawe wydają się również tematy związane z metodą Finite-Difference Time-Domain (FDTD), która pomaga rozwiązać wiele problemów w elektromagnetyce i fotonice – jest bowiem precyzyjnym i potężnym narzędziem do modelowania urządzeń optycznych w skali nano. Widoczne są również tematy związane z detekcją i detektorami (w tym podczerwieni), a także oddzielne skupienie (niebieskie na grafie) światłowodów, mikrostruktur i czujników optycznych. Dość mocno wyeksponowany (na różowo) jest również temat chromodynamiki kwantowej⁶, a także tematów związanych z kwarkami, badaniem hadronów (poprzez rozpraszanie), fotonami i plazmą, w tym na przykład fotoluminescencją.

Na ostatnim wyróżnionym podgrafie (rysunek 3) dominują **obszary społeczne** (SOC) w powiązaniu ze **sztuką i naukami humanistycznymi** (ARTS), obszary **nauk ekonomicznych** (ECON) i **nauk o zarządzaniu** (BUSI), obszary **nauki o środowisku** (ENVI) i **nauki rolnicze** (AGRI), a także powiązane z nimi **nauki weterynaryjne** (VETE), **energia** (ENER), **nauki o Ziemi i nauki planetarne** (EART). W obszarach społeczno-kulturowych widać dominację tematów związanych z rozwojem i zabezpieczaniem przed zniszczeniem dóbr kulturowych, w tym dóbr dziedzictwa kulturowego, a także związanych z opieką społeczną (to skupienie jest zaznaczone jaśniejszym kolorem zielonym na grafie). W obszarze nauk ekonomiczno-biznesowych (zaznaczonym kolorem fioletowym i morskim na grafie) dominują tematy dotyczące gospodarki, wzrostu gospodarczego, polityki monetarnej, zadłużenia i stabilności finansowej, kryzysów finansowych, polityki makro-ostrożnościowej oraz polityki międzynarodowej, w tym związanej z Unią Europejską oraz Europą Centralno-Wschodnią. Z tym obszarem powiązane jest również skupienie dotyczące zarządzania procesami, efektywnością zarządzania, planowaniem, edukacją i podejmowaniem decyzji (mające zastosowanie w wielu innych obszarach), oznaczone na grafie kolorem zielonym.

⁶ Teoria silnych interakcji między kwarkami, w których pośredniczą gluony.





Rysunek 3. Podgraf współwystępowania słów kluczowych z obszarów nauk społecznych i przyrodniczych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Elsevier (Scopus), Clarivate (Web of Science), a także baz projektów Programu Horyzont 2020 oraz baz patentowych. Różnymi kolorami zaznaczono skupiska najbardziej powiązanych ze sobą słów kluczowych (wyłonione techniką *fast greedy clustering* służącą znajdowaniu gęstych skupisk w grafach poprzez bezpośrednią optymalizację wyniku modularności sieci).

Objaśnienia obszarów badawczych: **Nauki o zdrowiu:** Medycyna (MEDI), Pielęgniarstwo (NURS), Weterynaria (VETE), Stomatologia (DENT), Zawody związane ze zdrowiem (HEAL); **Nauki przyrodnicze:** Nauki rolnicze i biologiczne (AGRI), Biochemia, genetyka i biologia molekularna (BIOC), Immunologia i mikrobiologia (IMMU), Neuronauka (NEUR), Farmakologia, toksykologia i farmacja (PHAR); **Nauki ścisłe:** Inżynieria chemiczna (CENG), Chemia (CHEM), Informatyka (COMP), Nauki o Ziemi i Nauki Planetarne (EART), Energia (ENER), Inżynieria (ENGI), Nauki



o środowisku (ENVI), Materiałoznawstwo (MATE), Matematyka (MATH), Fizyka i astronomia (PHYS); **Nauki społeczne:** Sztuka i nauki humanistyczne (ARTS), Biznes, zarządzanie i rachunkowość (BUSI), Nauki decyzyjne (DECI), Ekonomia, ekonometria i finanse (ECON), Psychologia (PSYC), Nauki społeczne (SOC). **Objaśnienie słów kluczowych:** acids (kwasy), adaptive (adaptacyjny), air (powietrze), approach (podejście), biological (biologiczny), carbon (węgiel), central (centralny), change (zmiana), climate (klimat), complex (kompleks), conservation (ochrona), credit (kredyt), crisis (kryzys), cross (krzyżowy), cultural (kulturowy), culture (kultura), cycle (cykl), damage (szkoda), decision (decyzja), deep (głęboki), development (rozwoj), digital (cyfrowy), distribution (dystrybucja), dynamics (dynamika), early (wczesny), eastern (wschód), economic (gospodarczy), economy (gospodarka), education (edukacja), efficiency (efektywność), emission (emisja), energy (energia), environmental (środowisko), eu (Unia Europejska), europe (Europa), european (europejski), field (dziedzina), financial (finansowy), flow (przepływ), food (żywność), forest (las), gas (gaz), gender (płeć), general (ogólny), global (globalny), growth (wzrost), heat (ciepło), heritage (dziedzictwo), history (historia), identification (identyfikacja), individual (jednostka), information (informacja), international (międzynarodowy), internet (internet), large (duży), line (linia), liquid (płynny), management (zarządzanie), market (rynek), mass (masa), matter (materia), mining (górnictwo), monetary (pieniężny), monitoring (monitoring), national (krajowy), natural (naturalny), new (nowy), organic (organiczny), oscillations (oscylacje), parameters (parametry), performance (wydajność), planning (planowanie), plant (roślina), poland (Polska), policy (polityka), polish (polski), post (pocztą), process (proces), protection (ochrona), public (publiczny), real (rzeczywisty), research (badania), science (nauka), security (bezpieczeństwo), service (usługa), services (usługi), smoking (palenie), social (społeczny), soil (gleba), species (gatunek), specific (specyficzny), spectrometry (spektrometria), stars (gwiazdy), state (stan), structural (strukturalny), survey (przegląd), techniques (techniki), technology (technologia), transition (przejście), transmission (transmisja), transport (transport), union (unia), urban (miejski), value (wartość), warsaw (Warszawa), water (woda).

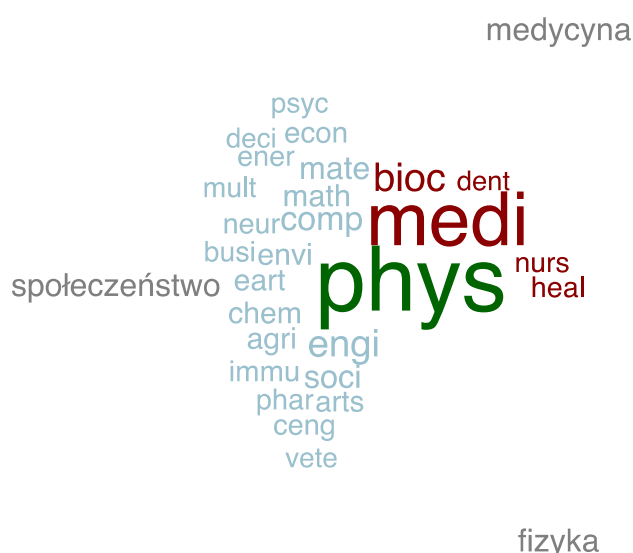
Z kolei obszary nauk przyrodniczych (AGRI) związane są z aspektami biologicznej różnorodności, jej zachowaniu i zrównoważeniu z przestrzenią miejską, a także z tworzeniem nowych gatunków roślin i ogólnie żywieniem. Obszar AGRI łączy się z ochroną środowiska (ENVI), a więc monitorowaniem środowiska, ochroną klimatu i badaniem zmian klimatycznych. Dzięki temu wiele badań poświęcono tworzeniu alternatywnych źródeł energii, w tym produkcji energii z gazu, wiatru i słońca.

Z przeprowadzonej analizy można wywnioskować, że podmioty gospodarcze w województwie mazowieckim najczęściej realizowały tematy badawcze w trzech obszarach: medycznym, inżynierskim i społeczno-gospodarczym. Wśród tematów medycznych dominowały tematy diagnostyki i leczenia chorób nowotworowych, sercowo-naczyniowych, cukrzycy i innych, a także ogólne tematy zdrowia, jakości życia, problemów cywilizacyjnych i starzenia się. W obszarze inżynierskim dominowały tematy dotyczące cząstek, pierwiastków (galu, telluru, germanu) i związków chemicznych, w tym przede wszystkim materiałów półprzewodnikowych, a także nano- i mikrostruktur. W obszarze społecznym i przyrodniczym popularne były tematy ochrony dziedzictwa i zasobów kultury, polityk makroekonomicznych oraz zarządzania i efektywności procesów.



3.2. Dominujące (najczęstsze) tematy badawcze w działaniach B+R podejmowane przez podmioty gospodarcze działające na obszarze województwa mazowieckiego

Dominujące tematy badawcze w działaniach B+R podejmowane przez podmioty gospodarcze działające na obszarze województwa mazowieckiego wyłoniono bazując na wynikach uzyskanych w rozdziale dotyczącym tematów prac B+R. Scharakteryzowano je za pomocą słów kluczowych i uporządkowano według liczby publikacji, patentów i projektów. Do analizy dominujących tematów wykorzystano technikę chmury słów (wordcloud), która w przystępny sposób pokazuje częstość występowania poszczególnych słów. Dodatkowo, technika ta umożliwia pokazywanie i porównywanie grup wyrazów dzięki zastosowaniu różnych kolorów (grupy oznaczają tu społeczności przedstawione na rysunkach 1–3).



Rysunek 4. Chmura 27 obszarów badawczych podejmowanych w publikacjach i patentach z okresu 2014–2020 oraz projektach Programu Horyzont 2020 przez podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego.

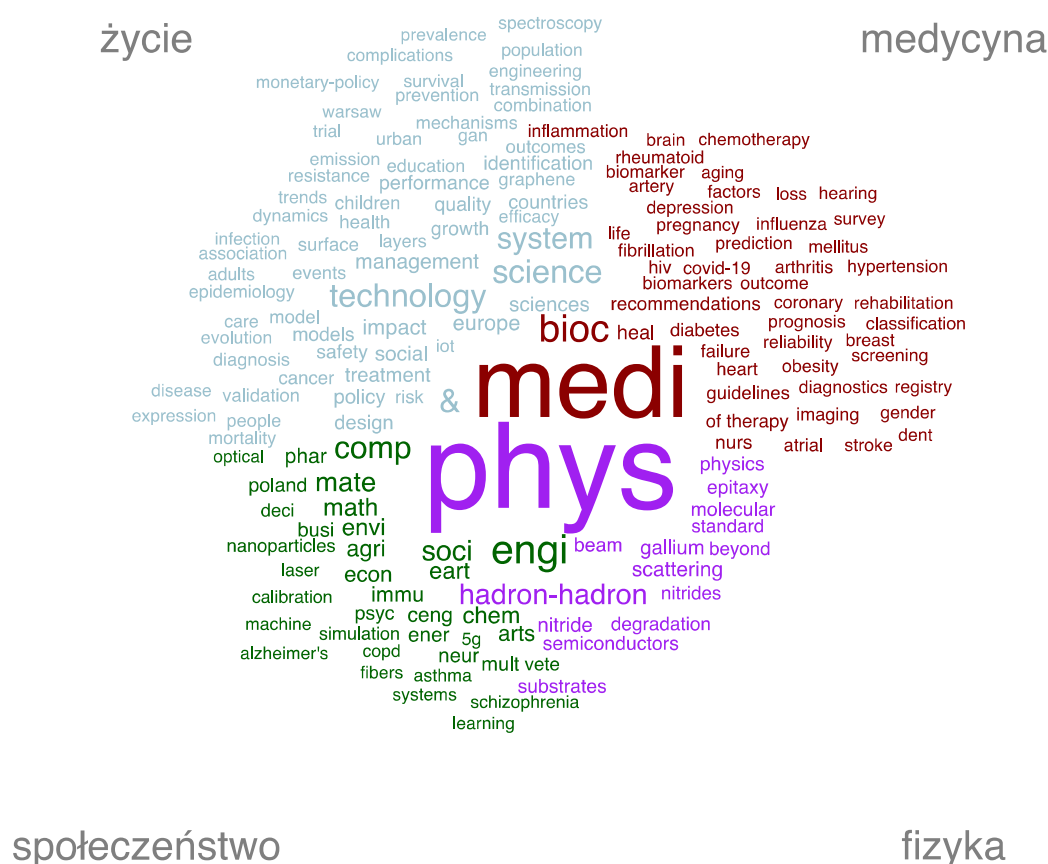
Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Elsevier (Scopus), Clarivate (Web of Science), a także baz projektów Programu Horyzont 2020 oraz baz patentowych. **Objaśnienia obszarów badawczych:** **Nauki o zdrowiu:** Medycyna (MEDI), Pielęgniarstwo (NURS), Weterynaria (VETE), Stomatologia (DENT), Zawody związane ze zdrowiem (HEAL); **Nauki przyrodnicze:** Nauki rolnicze i biologiczne (AGRI), Biochemia, genetyka i biologia molekularna (BIOC), Immunologia i mikrobiologia (IMMU), Neuronauka (NEUR), Farmakologia, toksykologia i farmacja (PHAR); **Nauki ścisłe:** Inżynieria chemiczna (CENG), Chemia (CHEM), Informatyka (COMP), Nauki o Ziemi i Nauki Planetarne (EART), Energia (ENER), Inżynieria (ENGI), Nauki o środowisku (ENVI), Materiałoznawstwo (MATE), Matematyka (MATH), Fizyka i astronomia (PHYS); **Nauki społeczne:** Sztuka i nauki humanistyczne (ARTS), Biznes, zarządzanie i rachunkowość (BUSI), Nauki decyzyjne (DECI), Ekonomia, ekonometria i finanse (ECON), Psychologia (PSYC), Nauki społeczne (SOCI).

W pierwszej kolejności warto przyrzeć się 27 obszarom badawczym, które w zbiorczej bazie określone są 4-znakowymi skrótami. Rysunek 4 przedstawia chmurę dominujących



obszarów badawczych wraz z ich skupieniami⁷. Ich liczba wystąpień (odzworowana na grafie w postaci wielkości czcionki) pokrywa się z ich wielkością na rysunkach 1–3 (przedstawioną w postaci wielkości punktów), ale wskazują jednoznacznie na dominację obszarów medycznych, w tym przede wszystkim medycyny (MEDI), fizyki (PHYS), a także biochemii, genetyki i biologii molekularnej (BIOC). Pozostałe obszary zgrupowane w kategorii „społeczeństwo” stanowią liczną, ale dość zróżnicowaną grupę. Wyróżniają się w niej obszary inżynierii (ENGI), informatyki (COMP), socjologii (SOCI) i matematyki (MATH).

W kolejnym kroku podzielono zbiór słów kluczowych na trzy równoliczne podzbiory według liczby wystąpień⁸. Dzięki temu podzbiór o najwyższych wartościach oznaczał dominujące (najczęstsze) tematy badawcze w działaniach B+R. Przedstawiono go na rysunku 5.



Rysunek 5. Chmura najczęstszych tematów badawczych podejmowanych w publikacjach i patentach z okresu 2014–2020 oraz projektach Programu Horyzont 2020 przez podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego.

⁷ Grupy obszarów badawczych nie odpowiadają podziałowi na nauki o zdrowiu, nauki przyrodnicze, ścisłe i społeczne, bowiem wynikają one ze wspólnych powiązań obszarów w analizowanych produktach. Stąd w przypadku skupienia „społeczeństwo” i „życie” konieczne było nazwanie ich w nieco inny sposób niż podział zastosowany w poprzednim rozdziale. W obszarze medycyny zrobiono wyjątek, bowiem biochemia (BIOC) należy do nauk przyrodniczych.

⁸ Zrezygnowano tu z dzielenia analizą skupień, ponieważ poprzez kilka odstających wielkości (najbardziej wykorzystywanych słów kluczowych) algorytm dzielił słowa kluczowe na dwa skupienia po kilka słów kluczowych i jeden obejmujący niemal wszystkie pozostałe słowa.



Wśród słów kluczowych najczęściej pojawiających się w **obszarze „medycyna”** można zauważyć szereg słów ogólnych jak: wytyczne, terapie, rekomendacje, prognozy, predykcje, wyniki, diagnostyka czy wiarygodność, a także bardzo wiele chorób: niewydolność serca, choroba wieńcowa, zawał, migotanie przedsionków, otyłość, HIV, Covid-19, cukrzyca, depresja, reumatoidalne zapalenie stawów, grypa, rak piersi, nadciśnienie, utrata słuchu. Dosyć często pojawiało się też słowo: ciąża, biomarkery, a także starzenie się.

W **obszarze „fizyka”** najczęściej pojawiało się słowo: hadron, azotek galu (GaN), półprzewodniki i oddzielnie – technika epitaksji z wiązek molekularnych, a więc osadzania cienkich warstw półprzewodnikowych. Bardzo ciekawe jest również częste występowanie sformułowania „poza modelem standardowym”⁹.

W **obszarze „życie”** kluczowe było ogólne stwierdzenie „nauka i technologia”, a także słowa: „system”, „Europa” czy „wpływ”. Bardzo często występowały jednak słowa związane ogólnie z życiem, ale w kontekście zdrowia, tj. zdrowie, diagnoza, bezpieczeństwo, choroby, chorobowość, infekcje, przeżywalność, śmiertelność, epidemiologia, zapobieganie, opieka, komplikacje czy leczenie. Były też słowa ogólnie związane z ludźmi, populacją, dorosłymi, dziećmi, edukacją, a także z naukami ekonomicznymi i geopolityką: Europa, Warszawa, miejski, kraje, wzrost, polityka monetarna, Internet rzeczy (IoT). Pojawiło się też kilka słów z zupełnie innych obszarów, jak GaN, grafen, spektroskopia, co świadczy o wadze kontekstu, w jakim używane są poszczególne słowa kluczowe. W **obszarze „społeczeństwo”** dominują słowa określające 4-znakowe obszary badawcze, opisane wyżej, zarówno społeczne (socjologia, sztuka, ekonomia, ekonometria, finanse, biznes, decyzje), przyrodnicze (nauki o ziemi, neuronauka, ochrona środowiska), jak i obszary inżynierskie i ścisłe (inżynieria, inżynieria chemiczna, informatyka, matematyka, chemia). Poza nimi przewijają się cztery choroby: astma, przewlekła obturacyjna choroba płuc (POCHP), schizofrenia i Alzheimer, a także słowa: Polska, nanocząstki, 5G, laser i systemy GaN, kalibracja i światłowody. Te ostatnie są powiązane z inżynierią i fizyką. Zatem podobnie jak powyżej, widać tu interdyscyplinarność podejść, skoro słowa kluczowe z obszaru zdrowia i fizyki zostały przyporządkowane do tego obszaru.

Dominującymi obszarami badawczymi są w kolejności malejącej obszary medycyny, fizyki, inżynierii oraz biochemii i genetyki, a także informatyki, socjologii i matematyki. Słowa związane z medycyną dotyczyły przeważnie kondycji zdrowotnej, różnych chorób, ich diagnozy i leczenia, a także ciąży i starzenia się. Spoza medycyny pojawił się azotek galu i jego zastosowanie w laserach (niebieski laser) oraz układach elektronicznych, zwiększające poziom miniaturyzacji oraz

⁹ aspekty fizyki teoretycznej, próbujące wyjaśnić niedoskonałości modelu standardowego, takie jak na przykład oscylacje neutrin, asymetrię materii i antymaterii oraz naturę ciemnej materii i ciemnej energii.

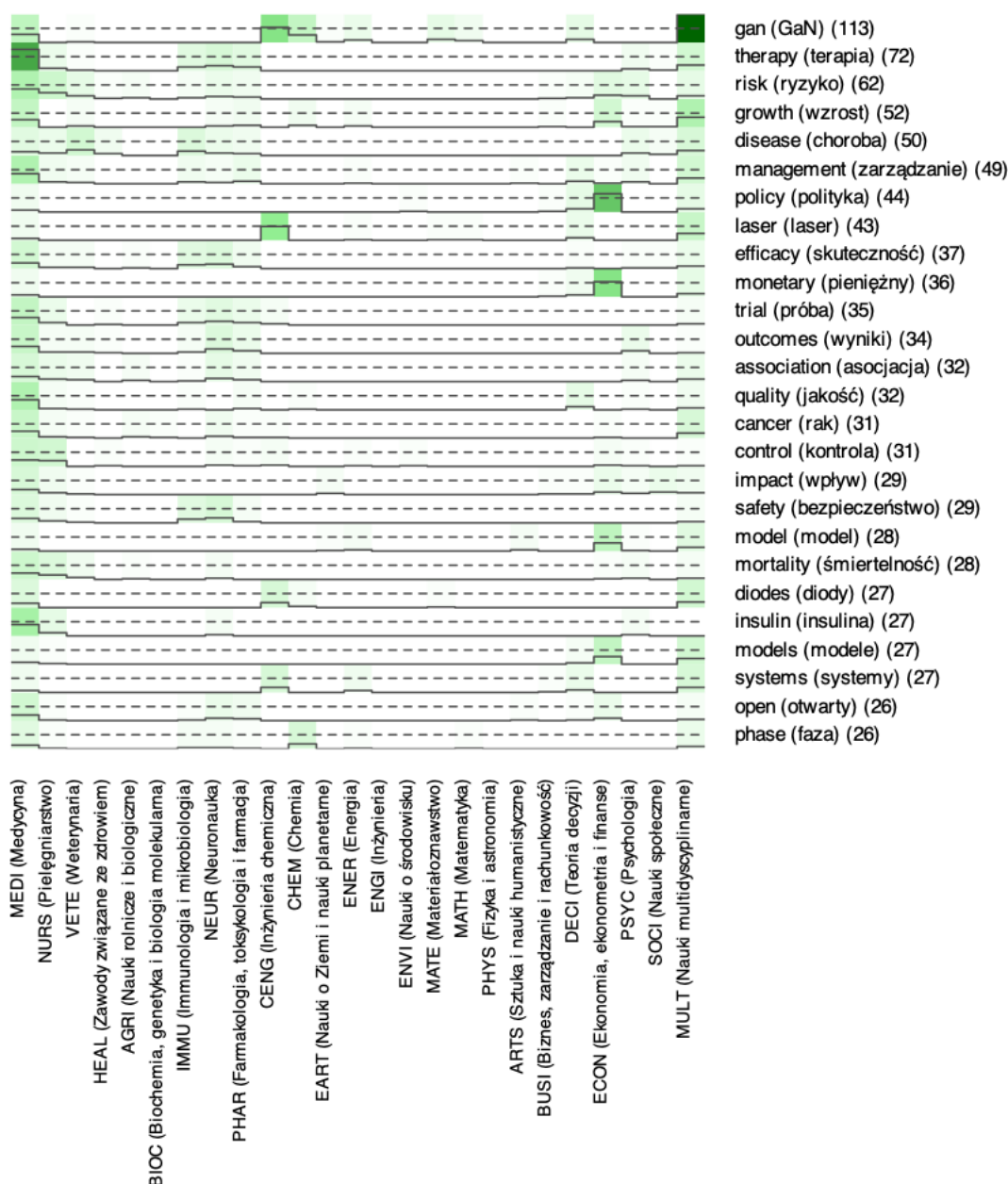


poprawiające ich sprawność energetyczną. Pojawiały się również nanocząstki, światłowody, 5G a także aspekty z nauk społecznych: kwestie ekonomiczne oraz Internet rzeczy.

Dodatkowo, dalsza analiza badań realizowanych przez podmioty z poszczególnych branż (por. rozdz. 3.5) w województwie mazowieckim wykazała, że w bazie Scopus w większości badania prowadzą podmioty z branż medycznych, co w połączeniu ze znaczącą przewagą liczebną dokumentów w tej bazie może zakłócić reprezentatywność wyników. Dlatego **przeanalizowano odrębnie bazę Web of Science**. W celu wyodrębnienia tematów szczególnie istotnych w Web of Science dokonano podziału wszystkich słów kluczowych (ponad 2,2 tys. występujących w publikacjach bazy Web of Science) na trzy grupy, względem liczby wystąpień. Aby zobiektywizować progi podziału, analizę skupień wykonano z użyciem algorytmu *k*-średnich, przyjmując trzy grupy podziału o początkowych centrach ustawionych na maksimum (113 wystąpień), średnią (3 wystąpienia) i minimum (1 wystąpienie). W efekcie algorytm wyznaczył podział wszystkich słów kluczowych wedle następujących zakresów: (1) rzadko występujące (1–5 wystąpień), przeciętnie występujące (6–23 wystąpienia) oraz dominujące (26–113 wystąpień). W wyniku tego procesu wyselekcjonowano 26 dominujących (najczęściej powtarzających się) słów kluczowych. Częstość występowania słów kluczowych w poszczególnych obszarach zwizualizowano za pomocą mapy ciepła (heatmap), która w łatwy sposób prezentuje, w których obszarach dane słowo występuje najczęściej¹⁰. W wierszach mapy ciepła przedstawiono poszczególne słowa kluczowe (w nawiasach wskazano łączną liczbę ich wystąpień w publikacjach Web of Science), zaś w kolumnach zawarto obszary badawcze. Na przecięciu wierszy i kolumn można zaobserwować zatem liczbę wystąpień danego słowa w publikacjach z danego obszaru – im bardziej zielony kolor, tym więcej wystąpień. Dodatkowo, szara linia wskazuje rozkład danego słowa we wszystkich obszarach badawczych.

¹⁰ Zastosowano tu obszary tożsame z tymi zastosowanymi w rozdziale 3.1 (bazujące na klasyfikacji Scopus), aby zachować porównywalność wyników. Zastosowany algorytm klasyfikacyjny (SVM – Support Vector Machine tj. maszyna wektorów nośnych, z liniowym jądrem) zaklasyfikował znaczną część słów do kategorii nauk interdyscyplinarnych.





Rysunek 6. Mapa ciepła dominujących słów kluczowych według obszarów badawczych w publikacjach Web of Science publikowanych przez podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego w okresie 2014–2020.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Clarivate [n = 1 224 dla Web of Science].

Na rysunku 6 można zauważyć, że słowo kluczowe „GaN” pojawia się najczęściej ze wszystkich słów, głównie w badaniach interdyscyplinarnych, a także w inżynierii chemicznej¹¹. Należy pamiętać, że słowo „GaN” było jednym z najczęściej występujących słów również w całym materiale badawczym. Ze słowem „GaN” powiązane jest słowo „laser”,

¹¹ chociaż według kategorii Web of Science było przyporządkowane głównie do badań z obszaru fizyki, zwłaszcza fizyki stosowanej. Być może stąd wynika jego interdyscyplinarność.



w budowie którego wykorzystuje się azotek galu. W inżynierii chemicznej można zauważyć jeszcze dominujące słowo „dioda”, a także „systemy”.

Najwięcej najczęściej występujących słów kluczowych należy jednak do obszaru „medycyny”, począwszy od słów „terapia”, „insulina”, czy „nowotwór”, skończywszy na „jakości” i „bezpieczeństwie”. To ostatnie słowo jest też ważne w obszarze „immunologii” i „neuronauce”. Z kolei w obszarze „ekonomii, ekonometrii i finansów” widoczne są słowa „polityka monetarna”, „modele”, „wzrost” i „ryzyko”. Zatem w każdym obszarze (inżynieryjnym, medycznym i społeczno-ekonomicznym) można znaleźć w bazie Web of Science dominujące słowa kluczowe.

Ostatecznie wyniki analizy tylko dla Web of Science potwierdziły wcześniejsze wyniki dla całej bazy. Z wyników analizy można wywnioskować, że podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego koncentrują się na trzech głównych aspektach: (1) badaniach z zakresu medycyny i nauk o zdrowiu, szczególnie dot. nowotworów, układu sercowo-naczyniowego i endokrynologii (2) badaniach inżynieryjnych, w szczególności wykorzystaniu azotku galu; (3) badaniach ekonomicznych, szczególnie w zakresie polityk makroekonomicznych.

3.3. Tematy badawcze występujące najrzadziej, w tym potencjalne nisze rozwojowe dla województwa mazowieckiego

Podobnie, jak w przypadku poprzedniego pytania o tematy badawcze dominujące w pracach B+R, poniżej przeanalizowano obszary i tematy badawcze o najmniejszej liczbie publikacji, patentów i projektów. Okazuje się, że obszary badawcze występujące najrzadziej to stomatologia (DENT), weterynaria (VETE), pielęgniarstwo (NURS), a także psychologia (PSYC), co przedstawiono na rysunku 4. Z kolei najrzadsze tematy badawcze opisane przez słowa kluczowe przedstawiono na rysunku 7.

W **obszarze medycyny** najrzadsze słowa kluczowe dotyczą albo **uszczegółowień** pewnych jednostek chorobowych (jak np. choroby układu krążenia, miażdżyca, ostre zespoły wieńcowe, arytmia, cukrzyca typu 2, rak endometrium, odczynicy, układu moczowo-płciowego, czerniak, przewlekła białaczka limfocytowa, wirus HIV-1, leczenie częściowej głuchoty), **innych jednostek chorobowych** i wirusów je powodujących (HCV – zapalenie wątroby typu C (WZW C), HBV – wirus zapalenia wątroby typu B (WZW B), zakażenie wirusem brodawczaka ludzkiego – HPV, tętnicze nadciśnienie płucne, choroba Crohna, osteoporoza, niepłodność, nietrzymanie moczu, anoreksja nerwowa, alergiczny nieżyt nosa, wirus syncytialny układu oddechowego,



sepsa, skleroza układu, zapalenie oskrzeli, kardiomiopatia rozstrzeniowa czy wypalenie zawodowe).

Ciekawe w tym obszarze są jednak słowa kluczowe odpowiadające **możliwym sposobom diagnozy i leczenia chorób**: leczenie chirurgiczne, intubacja dotchawicza, psychoterapia, radioterapia, biopsja, rezonans magnetyczny (RMI), telemedycyna, kwas hialuronowy, terapia antyretrowirusowa (w przypadku zakażenia wirusem HIV), przeciwciała monoklonalne (wykorzystywane w diagnostyce nowotworowej), stenty do bifurkacji, insulinoterapia, tromboliza, przezcewnikowe wszczepienie zastawki aortalnej. Pojawiają się również **innowacyjne podejścia do diagnozy i leczenia chorób** takie jak: adiponektyny (białko wykazujące nie tylko korzystny wpływ na metabolizm glukozy i tłuszczów, ale także działające ochronnie na naczynia krwionośne), elastografia (nowoczesna metoda diagnostyczna), autofagia (naturalny proces oczyszczania organizmu z uszkodzonych części), balonowa angioplastyka tętnic płucnych – BPA (innowacyjna metoda zabiegowego leczenia chorych na przewlekłą zakrzepowozatorową chorobę płuc, CTEPD).

życie

medycyna



społeczeństwo

fizyka

Rysunek 7. Chmura najrzadszych tematów badawczych podejmowanych w publikacjach i patentach z okresu 2014–2020 oraz projektach Programu Horyzont 2020 przez podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Elsevier (Scopus), Clarivate (Web of Science), a także baz projektów Programu Horyzont 2020 oraz patentowych.



W **obszarze fizyki** również występują słowa będące pewnym uszczegółowieniem słów dominujących. Przykładem mogą być **cząstki elementarne**: hadrony i dżety (skupione stożki hadronów i innych cząstek), bozony (cząstki elementarne złożone z kwarków bądź gluonów); **pierwiastki** i ich związki: german, deuter (izotop wodoru), gal; a także różne zastosowania plazmy. Uzupełnieniem tych badań jest tutaj chromodynamika kwantowa (QCD) – teoria silnego oddziaływania między kwarkami zapośredniczonego przez gluony, teoria oddziaływań elektroślabych (teoria małej unifikacji) – kwantowa teoria pola opisująca oddziaływania słabe oraz elektromagnetyczne, a także fizyka atomowa. W obszarze tym można zauważyć **ciekawe metody i narzędzia** takie jak Finite-Difference Time-Domain (FDTD), która pomaga rozwiązać wiele problemów w elektromagnetyce i fotonice – jest bowiem precyzyjnym i potężnym narzędziem do **modelowania urządzeń optycznych w skali nano**; mikroskop TEM (transmisyjny mikroskop elektronowy). Wiele słów kluczowych dotyczy **kosmosu**: obrotu gwiazd, masywnych gwiazd, bliskich gwiazd podwójnych, wczesnych typów gwiazd, a także wnętrza gwiazd i asterosejsmologii – nauki zajmującej się badaniem pulsacji gwiazd i wnioskowaniem na temat ich budowy wewnętrznej.

Obszar związany ze społeczeństwem obejmuje najrzadziej występujące słowa dotyczące **zrównoważonego rozwoju**, gazów cieplarnianych, w tym dwutlenku węgla i gazu ziemnego. Są tu również słowa z **obszaru ICT i informatyki**, takie jak eksploracja danych, obsługa danych, testowanie oprogramowania, segmentacja obrazu, przetwarzanie sygnału, wykorzystanie informacji, komunikacja optyczna, OFDM – metoda zwielokrotnienia w dziedzinie częstotliwości polegająca na jednoczesnej transmisji wielu strumieni danych na ortogonalnych częstotliwościach nośnych. Z tym obszarem powiązany jest też syndrom widzenia komputerowego (problemy ze wzrokiem i oczami będących następstwem spędzania zbyt długiego czasu przed ekranem komputera). W tym obszarze znalazły się również słowa z **obszaru fizyki i inżynierii** – dotyczące materiałów półprzewodnikowych i ich produkcji: epitaksji z wiązek molekularnych (MBE) – techniki polegającej na osadzaniu cienkich warstw półprzewodnikowych, epitaksji z fazy lotnej wodorków, a także MOCVD – osadzania z par lotnych związków metaloorganicznych, bardzo cienkich warstw atomów na płycie półprzewodnikowej. Rzadko wybierane są też **słowa ekonomiczne** dotyczące polityki makroostrożnościowej i stabilności finansowej.

Obszar „życie” jest najrzadziej opisywany słowami dotyczącymi jednej z najczęściej opisywanych chorób – **cukrzycy**, tj. są to słowa: hiperglikemia, insulina podstawowa, kontrola glukozy czy liraglutyd (lek poprawiający kontrolę glikemii). Są tu również widoczne słowa dotyczące **aspektów technicznych**, jak polaryzacja, pola piezoelektryczne, LED-y (diody emitujące światło), czy też chemiczne osadzanie z fazy gazowej (nanoszenia cienkich powłok na obrabiany materiał w celu polepszenia albo zmiany właściwości fizycznych, chemicznych lub mechanicznych powierzchni obrabianego materiału). Na koniec warto wspomnieć o słowach



dotyczących **ekonomii i finansów**, takich jak kredyty, wstrząsy, cykle koniunkturalne czy płynność.

Słowa najrzadziej występujące w publikacjach, projektach i patentach są w większości uszczegółowieniem słów dominujących. Są wśród nich jednak słowa nowe, mogące potencjalnie stanowić nisze rozwojowe.

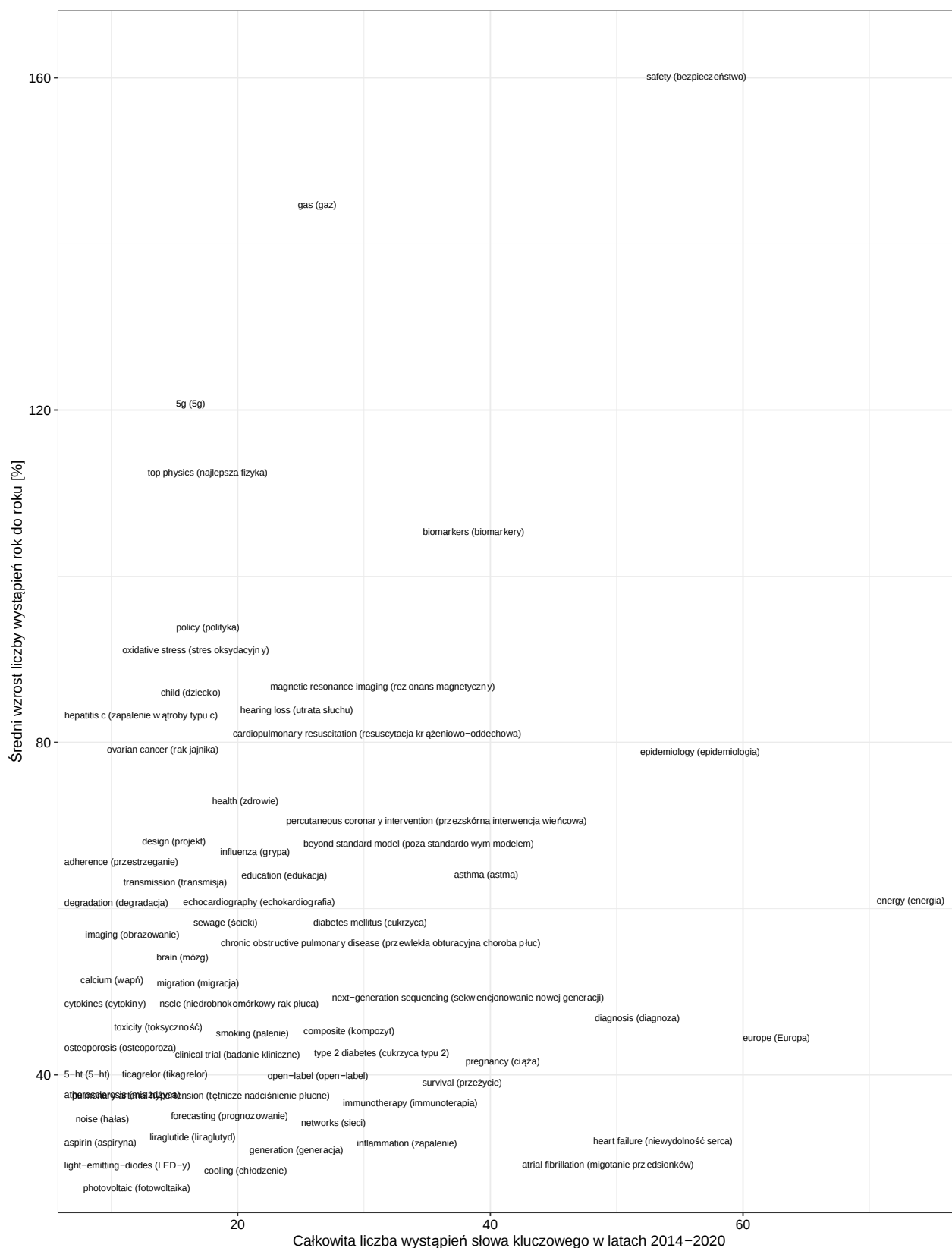
Dlatego też w kolejnym kroku podjęto próbę wyłonienia **nisz rozwojowych**. Należy podkreślić, że nisze rozwojowe rozumiano – zgodnie z OPZ – szeroko tj. były to słowa kluczowe charakteryzujące się wysoką i nieprzerwaną dynamiką wzrostu liczby poszczególnych elementów bibliometrycznych. Wybór tematów niszowych opierał się na określeniu liczby prac badawczo-rozwojowych wykazujących dane słowa kluczowe w poszczególnych latach. Następnie przebiegi czasowe liczebności danego słowa kluczowego w kolejnych latach zostały przefiltrowane z zastosowaniem następujących warunków łącznie:

- liczba słów kluczowych w roku 2020 musi być większa niż w roku 2014 (tylko 414 słów kluczowych spełniło ten warunek);
- niezerowa liczba publikacji musi występować przynajmniej w 6 latach (ten spełniło 215 słów kluczowych z 414);
- współczynnik kierunkowy z regresji liniowej musi być większy od 0.30¹² (ten warunek spełniło ostatecznie 89 słów kluczowych).

Po odfiltrowaniu wyników z ogólnych słów kluczowych (m.in. „efficacy”, „implementation”, czy „tools”) uzyskano 65 tematów niszowych, które przedstawione zostały na rysunku 8.

¹² W regresji liniowej wyjaśniano liczbę wystąpień danego słowa w danym roku za pomocą kolejnych lat, przez co dodatni współczynnik oznaczał wzrost liczby wystąpień w kolejnych latach publikowania.





Rysunek 8. Liczba i średnioroczny wzrost wystąpień słów kluczowych będących potencjalnymi niszami rozwojowymi w okresie 2014–2020.

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Elsevier (Scopus), Clarivate (Web of Science), a także baz projektów Programu Horyzont 2020 oraz baz patentowych.



Niszowe tematy obejmują zagadnienia związane z **nauką i technologią**, naukami społecznymi, przetwarzaniem danych, inżynierią oraz medycyną. Najczęstsze i coraz bardziej popularne są tematy związane z bezpieczeństwem, w tym bezpieczeństwem energetycznym, wykorzystaniem gazu i ogólną energetyką, a także tematy medyczne związane z biomarkerami i epidemiologią. Generalnie można powiedzieć, że wśród tematów niszowych dominują tematy medyczne. Są wśród nich zarówno te związane z chorobami (m.in. niewydolność serca, migotanie przedsionków, tętnicze nadciśnienie płucne, astma, cukrzyca, cukrzyca typu 2, grypa, stres oksydacyjny, zapalenie wątroby typu c, epilepsja, osteoporoza, przewlekła obturacyjna choroba płuc, miażdżyca, rak jajnika, niedrobnokomórkowy rak płuca), diagnozą i leczeniem (wskazane wyżej biomarkery, cytokiny, open-label¹³, badanie kliniczne, obrazowanie, sekwencjonowanie nowej generacji (NGS)¹⁴, resuscytacja krążeniowo-oddechowa, przeszkońne interwencje wieńcowe, receptory serotoninowe (receptory 5-HT), lek przeciwplatekrowy tikagrelor, lek w leczeniu cukrzycy typu 2 – liraglutyd czy nawet aspiryna), skończywszy na opiece nad ciążą i dziećmi. Z tematyki medycznej warto wspomnieć również o badaniach nad mózgiem, a także badaniami nad hałasem.

Spośród tematów technicznych jako potencjalne nisze można wskazać badania nad **technologią 5G** – standardem sieci komórkowej rozwijanym obecnie na masową skalę, kompozytami, fotowoltaiką oraz LED-ami. Ciekawą niszą badawczą może być też fizyka poza modelem standardowym¹⁵. Z innych tematów rozwojowych warto podkreślić wagę szeroko pojętej edukacji w zakresie zwiększania jej jakości, rozwoju i możliwości komunikacji.

Analiza tempa wzrostu liczby słów kluczowych w publikacjach, projektach i patentach wykazała wiele potencjalnych nisz badawczych. Są to przede wszystkim tematy z obszaru energetyki i bezpieczeństwa (nie tylko energetycznego, ale również bezpieczeństwa środowiskowego, systemowego, transportowego i informatycznego), medycyny – nowoczesnych sposobów leczenia m.in. chorób układu krążeniowo-naczyniowego, cukrzycy, niektórych odmian raka, a także opieki nad kobietami w ciąży i dziećmi. Poza tym występują tematy z obszaru inżynierskiego – technologie 5G, fotowoltaika, LED-y, a także genetyki – sekwencjonowanie nowej generacji (NGS) genów. Warto zaznaczyć również duże znaczenie edukacji jako potencjalnej niszy.

¹³ Rodzaj badania, w którym zarówno lekarze, jak i pacjenci są świadomi podawanego leku lub leczenia.

¹⁴ Technologia masowo równoległego sekwencjonowania, która oferuje ultrawysoką przepustowość, skalowalność i szybkość. Technologia ta jest wykorzystywana do określania kolejności nukleotydów w całych genomach lub wybranych regionach DNA lub RNA.

¹⁵ Aspekty fizyki teoretycznej zajmujące się wyjaśnieniem niedociągnięć Modelu Standardowego, takich jak problem hierarchii, naruszenie parzystości ładunku, oscylacje neutrin, asymetria materii i antymaterii oraz natura ciemnej materii i ciemnej energii.

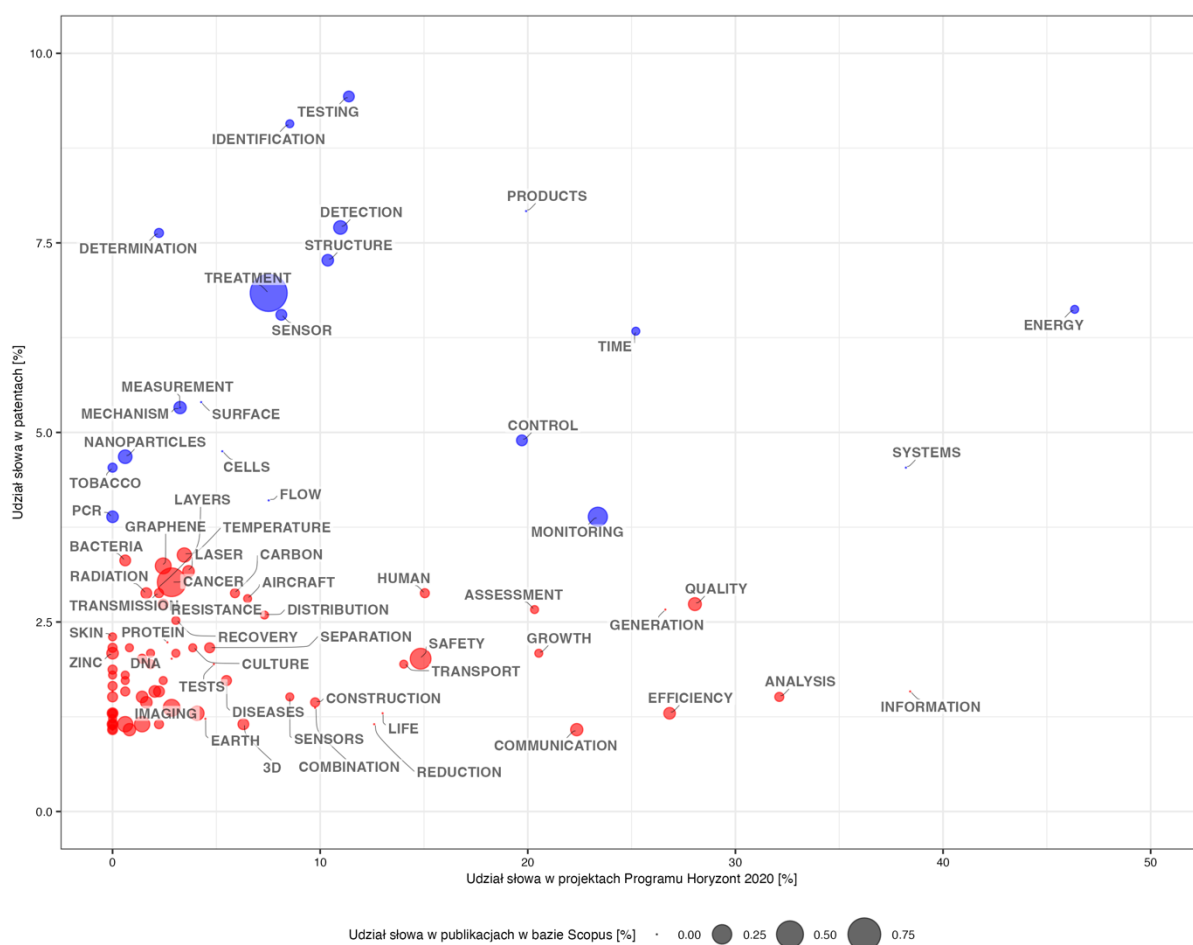


3.4. Największy potencjał zidentyfikowanych tematów do komercjalizacji i generowania kolejnych innowacji przez podmioty z Mazowsza

Potencjał do komercjalizacji przeanalizowano w oparciu o liczbę wystąpień zidentyfikowanych słów kluczowych w patentach zgłaszanych przez podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego (lub przy współpracy tych podmiotów). Liczba wystąpień określa zatem jednocześnie liczbę patentów w danym obszarze badawczym (ponieważ słowo kluczowe występujące kilkakrotnie w patencie zliczane było jeden raz). Następnie wyliczono udział wystąpień danego słowa kluczowego we wszystkich patentach, aby oszacować wagę (siłę) danego obszaru badawczego (udział patentów z danego obszaru badawczego). Słowa kluczowe o największym udziale w patentach wskazują zatem największy potencjał do komercjalizacji. Dodatkowo, z wyników poprzednich rozdziałów wyciągnięto analogiczne udziały dla słów kluczowych pojawiających się ogółem w każdej aktywności podmiotów gospodarczych (wyłączając aktywność patentową). W konsekwencji było możliwe porównanie udziału (siły) danego obszaru badawczego pojawiającego się w patentach z siłą danego obszaru ogółem i odpowiedź na pytanie: *Czy te najbardziej perspektywiczne obszary znajdują się w grupie obszarów dominujących?*

Wyniki analizy pokazują, że **słowa kluczowe występujące w patentach najczęściej występują też w projektach z Programu Horyzont 2020**, chociaż są to z reguły ogólne sformułowania dotyczące procesu badawczego i jego wyniku (np. słowo „system” pojawia się niemal w połowie patentów i w dwóch na pięć projektach, z kolei w co dziesiątym patencie pojawiają się słowa: „testowanie”, „identyfikacja”, „produkty”, „detekcja”, „określenie”, „struktura”). Szczegółowe informacje zamieszczono w załączniku nr 4.7. Na rysunku 9, na osi x przedstawiono udział poszczególnych słów kluczowych w projektach Programu Horyzont 2020, natomiast na osi y – udział tych słów kluczowych w patentach (osie odcięto, aby pokazać kluczowy fragment wykresu). Wielkością punktów pokazano udział w publikacjach indeksowanych w bazie Scopus. Dodatkowo, aby oddzielić obszary badawcze (słowa kluczowe) dominujące i/lub o największej sile komercjalizacyjnej, przeprowadzono hierarchiczną analizę skupień przy zastosowaniu metody aglomeracyjnej Warda, zakładając trzy potencjalne klastry dla udziału patentów (pierwszy klaster nie jest pokazany na wykresie).





Rysunek 9. Udział słów kluczowych w patentach na tle udziału w projektach Programu Horyzont 2020 i bazie Scopus.

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Elsevier (Scopus), Clarivate (Web of Science), a także baz projektów Programu Horyzont 2020 oraz baz patentowych. Wykres obejmuje 100 pojawiających się najczęściej słów w patentach. Objasnienia: system (system), testing (testowanie), identification (identyfikacja), products (produkty), detection (wykrywanie), determination (rozpoznawanie), structure (struktura), treatment (obróbka), energy (energia), sensor (czujnik), time (czas), surface (powierzchnia), mechanism (mechanizm), measurement (pomiar), control (kontrola), cells (komórki), nanoparticles (nanocząsteczki), systems (systemy), tobacco (tytoń), flow (przepływ), monitoring (monitoring), pcr (PCR), temperature (temperatura), bacteria (bakteria), graphene (grafen), laser (laser), cancer (rak), layers (warstwy), human (człowiek), carbon (węgiel), transmission (transmisja), radiation (promieniowanie), aircraft (lotnictwo), quality (jakość), resistance (odporność), generation (generacja), assessment (ocena), distribution (dystrybucja), recovery (odzysk), skin (skóra), protein (białko), separation (oddzielenie), culture (kultura), regeneration (regeneracja), fermentation (fermentacja), growth (wzrost), diagnostic (diagnostyka), fuels (paliwa), zinc (cynk), safety (bezpieczeństwo), emission (emisja), dna (DNA), transport (transport), tests (testy), gases (gazy), animals (zwierzęta), switch (przełącznik), additives (dodatki), diseases (choroby), technique (technika), biogas (biogaz), copper (miedź), information (informacje), soil (gleba), biomass (biomasa), blood (krew), nitride (azotek), analysis (analiza), sensors (czujniki), silicon (silikon), magnesium (magnez), construction (budowa), composites (kompozyty), development (rozwój), combination (kombinacja), therapy (terapia), efficiency (skuteczność), life (życie), imaging (obrazowanie), silica (krzemionka), polyurethane (poliuretan), trees (drzewa), data (dane), earth (ziemia), implant (implant), reduction (redukcja), 3d (3d), forest (las), substrates (substraty), influenza (influenza), iron (żelazo), coatings (powłoki), ions (jony), technology (technologia), impact (wpływ), communication (komunikacja), corrosion (korozja), inhibitor (inhibitor), gallium (gal).

W patentach podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego podejmują prace badawczo-rozwojowe, widoczne również w projektach Programu Horyzont 2020. Potwierdzają one część dominujących słów kluczowych pojawiających się w pracach opisanych wyżej. Są to przede wszystkim prace dotyczące ogólnie **zdrowia** (które występuje w 0,3% patentów i 18,3% projektów), **leczenia** (występującego odpowiednio w 6,8% patentów i 7,5% projektów), **terapii** (1,4% i 2,8%), **pacjentów** (1% i 5,3%), **opieki** (0,4% i 5,9%), **chorób** ogólnie (1,7% i 5,5%),

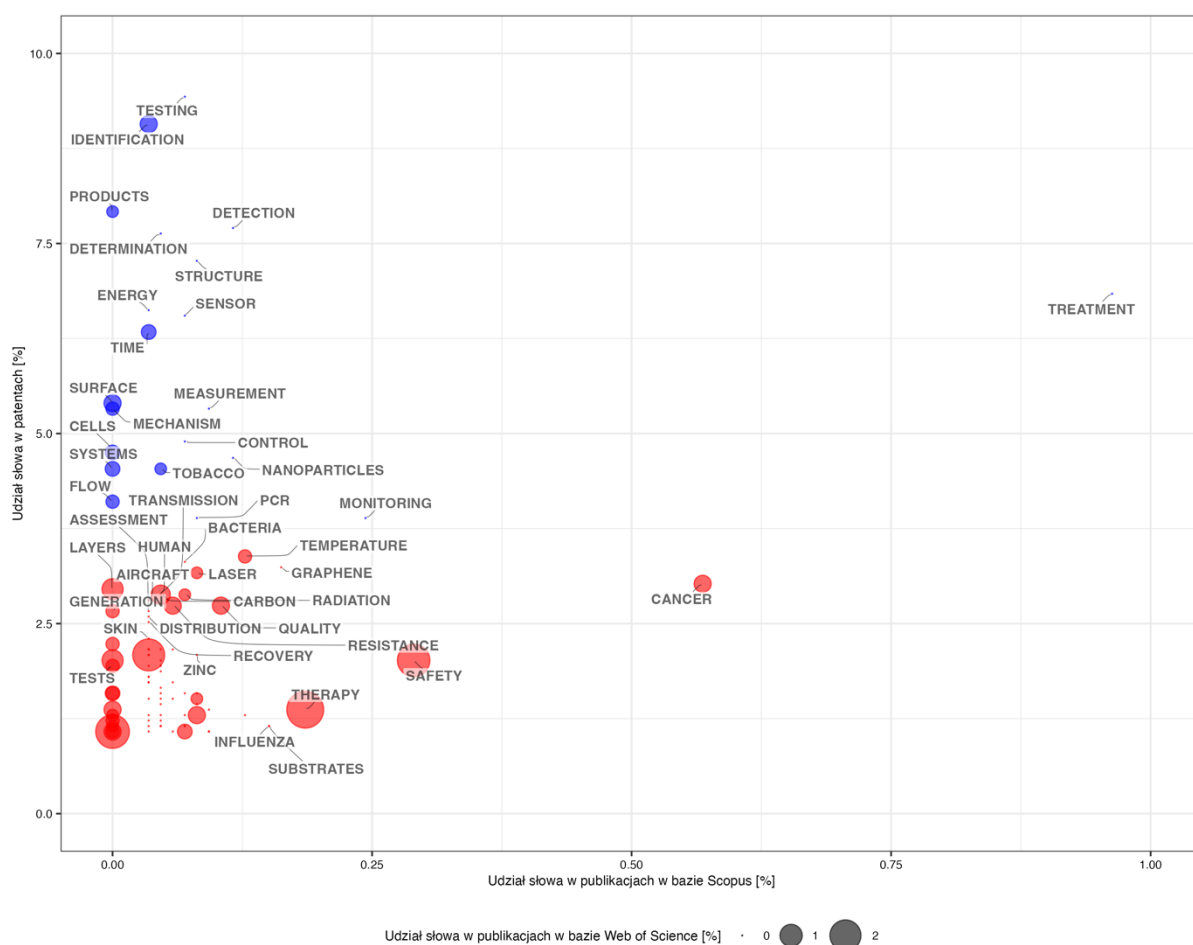


raka (odpowiednio 3% i 2,8%), **grypy** (1,2% i 0,6%) i **bakterii** (3,3% i 0,6%), a także **diagnostyki** (2% i 3%) i **obrazowania** (1,3% i 4%). Interesujące mogą być również badania w zakresie **komórek** (4,8% i 5,3%), **białek** (2,2% i 2,6%), **krwi** (1,6% i 0,6%) i **genów** (0,9% i 2%). Komercyjne zastosowanie mogą mieć również badania **nanotechnologii** i **nanocząstek** (4,7% i 0,6%), **czujników** (6,5% i 8,1%), **powierzchni** (5,4% i 4,3%), **grafenu** (3,2% i 2,4%), **laserów** (3,2% i 3,7%), **promieniowania** (2,9% i 1,6%), **węgla** (2,9% i 5,9%), **wodoru** (1% i 1,2%) i **plazmy** (1% i 0,8%), które pojawiały się wśród dominujących słów kluczowych wcześniej. Potwierdza się tu zatem znaczny **potencjał komercjalizacyjny laserów**, uzupełniony przez występowanie w patentach słowa „azotek galu – GaN” (0,4% i 0,6%). Oprócz słów dominujących opisanych w poprzednim rozdziale, pojawiły się też **słowa nowe**: **silikon** (1,5% i 1,4%), **kompozyty** (1,4% i 1,6%), **enzymy** (1% i 1%) i **3D** (1,2% i 6,3%).

Warto podkreślić, że w patentach i projektach widać badania z obszaru **zrównoważonego rozwoju**, dotyczące nie tylko ogólnie środowiska (0,8% i 22%) i Ziemi (1,2% i 4,5%), ale przede wszystkim **energii** (6,6% i 46%), **emisji** (2% i 2,8%), **transportu** (2% i 14%), **gazów** (2% i 1,8%) i **biogazów** (1,7% i 0,6%), **biomasy** (1,6% i 2%) oraz **gleby** (1,6% i 2,2%).

Na rysunku 13 przedstawiono udział słów kluczowych w patentach na tle udziału w publikacjach bazy Scopus (na osi x) i Web of Science (wielkość punktów). Pojawianie się słów kluczowych w publikacjach jest zdecydowanie rzadsze niż w przypadku projektów, ale pojawiają się słowa, których w projektach nie było. Chodzi tu przede wszystkim o badania dotyczące **PCR** (łańcuchowej reakcji polimerazy stosowanej do szybkiego tworzenia milionów do miliardów kopii określonej próbki DNA), które pojawiły się w 3,9% patentów i 0,08% publikacji w bazie Scopus, chociaż pojawiało się w projektach słowo „gen”. Badania o potencjale komercjalizacyjnym dotyczyły także **skóry** (2,3% i 0,03% odpowiednio) i **fermentacji** (2,2% i 0,05%). Często pojawiały się też badania dotyczące **pierwiastków**: cynku (2,1% i 0,08%), miedzi (1,7% i 0,05%), magnezu (1,5% i 0,06%), żelaza (1,2% i 0,07%), aluminium (0,9% i 0,05%); **jonów** (1,2% i 0,03%), a także związków chemicznych i materiałów: **krzemionki** (1,3% i 0,07%), **poliuretanu** (1,3% i 0,05%) i różnych **powłok** (1,2% i 0,05%). Co ciekawe, w obu bazach pojawiały się też słowa związane z **żywieniem**, takie jak mleko (1,1% i 0,03%) i konsumpcja (1% i 0,07%).





Rysunek 10. Udział słów kluczowych w patentach na tle udziału w publikacjach bazy Scopus i Web of Science.

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Elsevier (Scopus), Clarivate (Web of Science), a także baz projektów Programu Horyzont 2020 oraz baz patentowych. Wykres obejmuje 100 pojawiających się najczęściej słów w patentach. Objaśnienia: jak na rysunku 9.

Pewnym uzupełnieniem powyższej analizy są słowa pojawiające się najczęściej w patentach i bazie Web of Science. Chodzi tu o dominujące słowo – **azotek galu** (GaN), o którym była mowa wyżej. Słowo to pojawiło się w 0,4% patentów i aż 4% publikacji z Web of Science. Dodatkowo wyniki te dopełnia samodzielne występowanie powiązanych z GaN słów, tj. **azotków** (odpowiednio 1,6% i 0,3%) oraz **galu** (1,1% i 0,3%). Ciekawym uzupełnieniem badań inżynierijno-chemicznych mogą być z kolei badania nad **inhibitorami** – substancjami chemicznymi powodującymi zmniejszenie szybkości reakcji chemicznej (1,1% i 0,6%), stosowanymi na przykład w pokrywaniu metali lub ich stopów i powstrzymywaniu procesów korozyjnych.

Część tematów badawczych wyłonionych poprzez analizę dominujących słów kluczowych ma szanse na komercjalizację, szczególnie w obszarze zdrowia tj. leczenia chorób i diagnostyki, a także badania nad bakteriami i wirusami,



komórkami, białkami, krwią i genami. Potwierdza się również możliwość komercjalizacji nanotechnologii i nanocząstek, różnych pierwiastków, jonów, związków chemicznych (krzemionki), materiałów (poliuretanu). Komercjalizowane mogą być również wyniki badań nad czujnikami, promieniowaniem, pokrywaniem powierzchni, w tym wykorzystaniem inhibitorów, a przede wszystkim laserów opartych na azotku. Oprócz tematów dominujących pojawiło się kilka nowych, takich jak PCR (łańcuchowa reakcja polimerazy), silikon, kompozyty, enzymy czy technologie 3D, a także tematy związane ze zrównoważonym rozwojem, w szczególności z energią, emisją gazów, transportem, biogazami, biomasą i glebą. Komercjalizowane mogą być też niektóre tematy związane z żywieniem.

3.5. Branże szczególnie zainteresowane wdrożeniem wyników tych badań ze względu na potencjalne korzyści

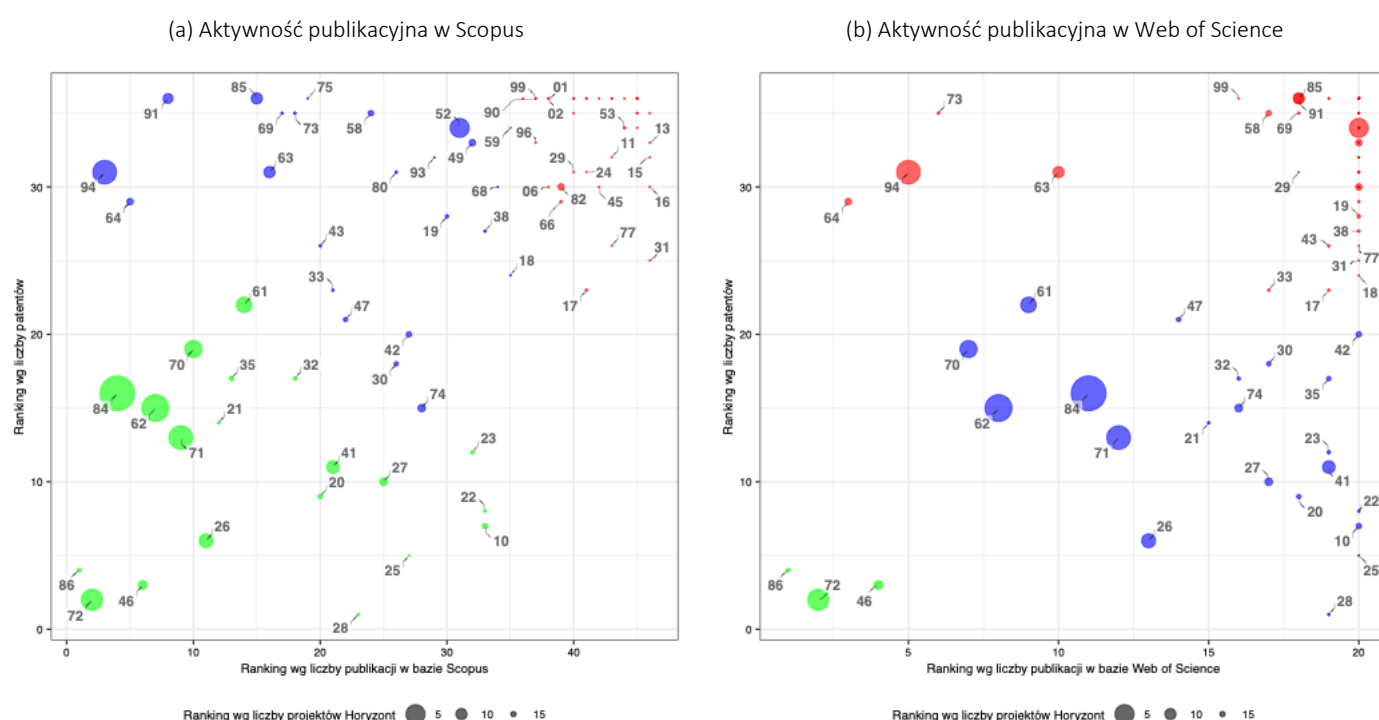
W tym punkcie określono branże szczególnie zainteresowane wdrożeniem wyników badań opracowanych w postaci patentów, a także powiązanie tej aktywności innowacyjnej z procesem publikowania. Aktywność patentowa podmiotów z różnych branż została zatem **uzupełniona o analizę najbardziej aktywnych branż w działalności B+R**, mierzonej liczbą publikacji oraz projektów naukowych Horyzont 2020. Analiza ta rzuciła nowe światło na wyniki otrzymane na podstawie aktywności patentowej mazowieckich przedsiębiorstw, bowiem – jak wynika z raportu „*Analiza i wyznaczenie pokrewnej różnorodności branż tj. branż pokrewnych, których rozwój może być wspierany w ramach Mazowieckiego Systemu Innowacji*” – aktywność patentowa branż nie zależy od poziomu techniki, jaki reprezentują. Po uwzględnieniu aktywności w badaniach B+R należy spodziewać się wyników skoncentrowanych na branżach o wysokim poziomie techniki. Ponadto, aktywność publikacyjna przedsiębiorstw niekoniecznie idzie w parze z aktywnością patentową – przedsiębiorstwa wolą zachować w tajemnicy najważniejsze kwestie związane z know-how, publikując jedynie bardzo ogólne informacje o przedmiocie i wynikach prowadzonych przez siebie badań (Pylak i in. 2022).

W pierwszej kolejności zebrano wszystkie 2 372 podmioty gospodarcze (nienaukowe) ze wszystkich czterech baz danych. Każdemu podmiotowi został przypisany przeważający 5-znakowy kod PKD (lub w przypadku braku określenia, który jest przeważający – pierwszy z listy) według bazy danych REGON. Następnie dla każdego działu i branży (oddzielnie) zliczono liczbę publikacji według bazy Scopus, Web of Science, liczbę patentów i liczbę projektów. Ponieważ liczby w poszczególnych obszarach znacząco się od siebie różnią, aby można je było



porównywać między sobą, przeprowadzono rangowanie każdego obszaru osobno (rangę 1 nadano działowi lub branży z największą liczbą publikacji, patentów lub projektów¹⁶).

Rysunek 11 pokazuje zestawienie rang według bazy Scopus (oś x na panelu a), bazy Web of Science (oś x na panelu b) oraz liczby patentów (oś y) dla poszczególnych działów gospodarki województwa. Dodatkowo, wielkość punktów określa ranking według liczby realizowanych projektów z Programu Horyzont 2020. Zgodnie z podejściem opisanym wyżej, działy najwięcej patentujące oraz publikujące będą umiejscowione w lewym dolnym rogu. Aby oddzielić działy osiągające najlepsze rezultaty w tym zakresie przeprowadzono hierarchiczną analizę skupień przy zastosowaniu metody aglomeracyjnej Warda, zakładając trzy potencjalne klastry. Klaster najbardziej aktywny patentowo i publikacyjnie jest oznaczony kolorem zielonym.



Rysunek 11. Zestawienie rankingów działów gospodarki województwa mazowieckiego w aktywności publikacyjnej w bazie Scopus (panel a) i Web of Science (panel b) względem aktywności patentowej w okresie 2014–2020 i projektowej w Programie Horyzont 2020.

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Elsevier (Scopus), Clarivate (Web of Science), a także baz projektów Programu Horyzont 2020 oraz baz patentowych. Uwaga: wykonano hierarchiczną analizę skupień dla rankingów aktywności publikacyjnej i patentowej przy zastosowaniu metody aglomeracyjnej Warda i zadaniu trzech klastrów.

W obu bazach publikacyjnych (Scopus i Web of Science) **najbardziej aktywne są działy 86 (opieka zdrowotna) i 72 (badania naukowe i prace rozwojowe), a także 46 (handel hurtowy).** W przypadku tego ostatniego działu ponad połowę podmiotów stanowią podmioty z udziałem

¹⁶ przy czym końcowa ranga nie jest równa liczbie działów (81), czy branż (342), ponieważ nadawano jednakowe rangi dla pozycji uzyskujących taką samą liczbę publikacji, patentów lub projektów.



kapitału zagranicznego, a więc potencjalnie nie posiadające w Polsce swoich centrów badawczych (na co wskazuje główny przedmiot działalności). Jednocześnie widać, że **w przypadku projektów z Programu Horyzont 2020 najbardziej wyróżnia się dział 72 (Badania naukowe i prace rozwojowe)**. W przypadku aktywności publikacyjnej w bazie Scopus i aktywności patentowej, wyróżnia się jeszcze wysokotechnologiczna produkcja komputerów, wyrobów elektronicznych i optycznych (dział 26). Można zauważyć również grupę nieco **mniej patentujących, ale dużo publikujących i realizujących projekty Horyzont 2020**, tj. administracja publiczna (dział 84), a więc ministerstwa, fundusze, agencje, inspektoraty, podmioty wojskowe i centralne laboratoria. Jest to również dział 62 (Działalność związana z oprogramowaniem), a także dział 70 (Doradztwo w zakresie zarządzania) i dział 71 (Doradztwo w zakresie architektury i inżynierii).

Jest też grupa działów **publikująca w znacznie mniejszym, ale patentująca w większym wymiarze** niż opisane wyżej działy. Można tu wskazać dział 28 (Produkcja maszyn i urządzeń), 25 (Produkcja metalowych wyrobów gotowych), 10 (Produkcja żywności), 22 (Produkcja wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych), 20 (Produkcja chemikaliów i wyrobów chemicznych), 27 (Produkcja urządzeń elektrycznych), a także dział 41 (Roboty budowlane związane ze wznoszeniem budynków). Warto tu jednak zauważyć, że wszystkie powyższe działy mają słaby potencjał w realizacji projektów Horyzont 2020.

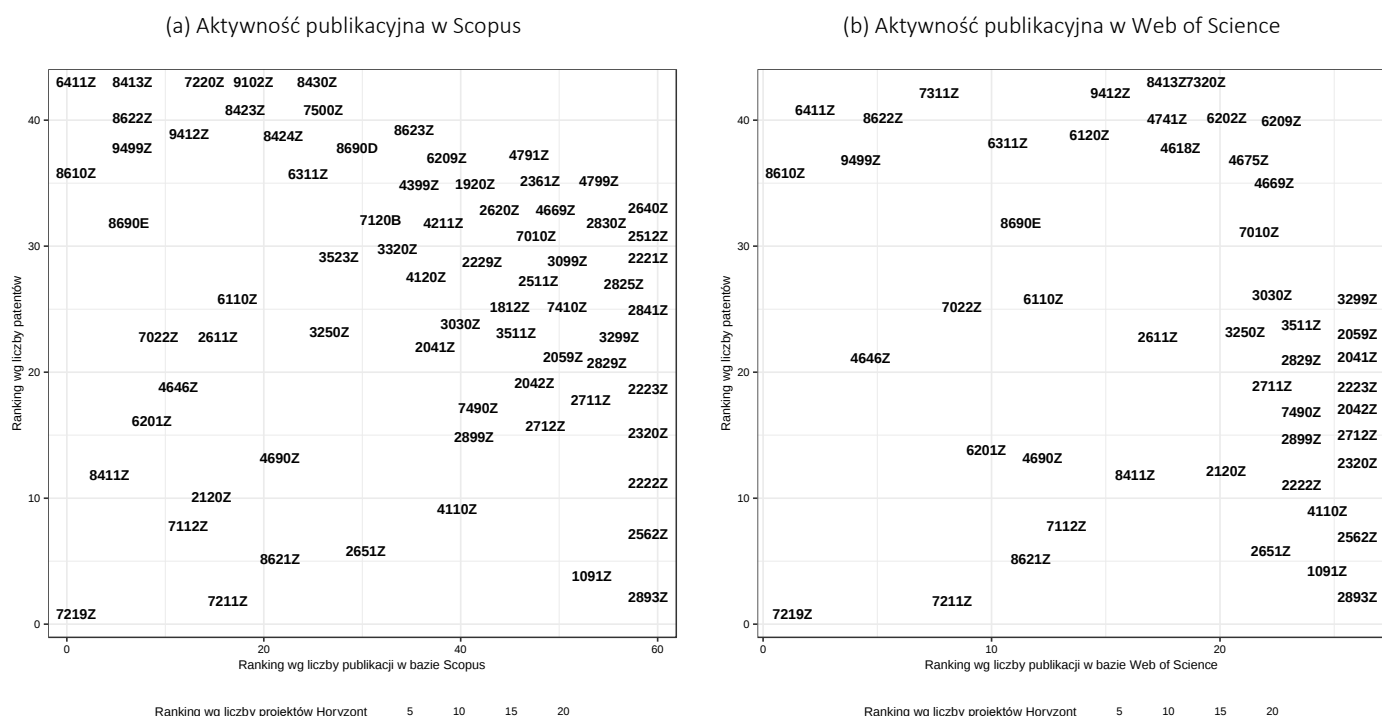
Jednocześnie warto wskazać działy w województwie mazowieckim, które w ogóle nie podjęły działalności w żadnej z omawianych aktywności w okresie 2014–2020. Są wśród nich działy: 03 (Rybacko), 05 (Wydobywanie węgla kamiennego i węgla brunatnego), 12 (Produkcja wyrobów tytoniowych), 14 (Produkcja odzieży), 50 (Transport wodny), 92 (Działalność związana z grami losowymi i zakładami wzajemnymi), a także sekcja T – działy 97 i 98 (Gospodarstwa domowe zatrudniające pracowników; gospodarstwa domowe produkujące wyroby i świadczące usługi na własne potrzeby). Nie są to jednak aktywności gospodarcze, które stanowią ważny element gospodarki województwa mazowieckiego.

Przechodząc na poziom branż (rysunek 12) można zauważyć **rozdźwięk w aktywności patentowej pomiędzy branżami należącymi do tego samego działu**. W przypadku działu 72 branże badań naukowych i prac rozwojowych w dziedzinie biotechnologii (7211Z) i pozostałych nauk przyrodniczych i technicznych (7219Z) charakteryzują się wysoką aktywnością patentową i publikacyjną, podczas gdy branża dotycząca dziedziny nauk społecznych i humanistycznych (7220Z) plasuje się na końcu rankingu aktywności patentowej. W dziale 71 jedynie branża 7112Z (Działalność w zakresie inżynierii i związane z nią doradztwo techniczne) odznacza się wysoką aktywnością patentową i publikacyjną, a dodatkowo jest uczestnikiem wielu projektów z Programu Horyzont 2020. Co ciekawe, w dziale 86 to praktyka lekarska ogólna (8621Z) wykazuje się najwyższą aktywnością patentową i publikacyjną (jedynie w bazie Scopus), podczas gdy działalność szpitali (8610Z), praktyka specjalistyczna (8622Z) i pozostała działalność w zakresie opieki zdrowotnej (8690E) są silne wyłącznie w publikowaniu (ale w obu



bazach). Wszystkie te branże realizują niewiele projektów i są przez to nisko w rankingu realizacji projektów z Programu Horyzont 2020.

Z działu **administracji publicznej** kluczową pozycję w aktywności patentowej, publikacyjnej i projektowej ma branża 8411Z (Kierowanie podstawowymi rodzajami działalności publicznej), a więc różne ministerstwa, agencje, urzędy, w tym najbardziej aktywne patentowo – Ministerstwo Obrony Narodowej (38 patentów), publikacyjnie – Ministerstwo Zdrowia, Obrony Narodowej, Główny Urząd Statystyczny, a także Miasto Stołeczne Warszawa, które oprócz działalności publikacyjnej uczestniczyło w 14 projektach z Programu Horyzont 2020. Silna publikacyjnie i projektowo, ale nie patentowo, jest również branża 8413Z (Kierowanie w zakresie efektywności gospodarowania), do której należą Główny Urząd Miar (w zakresie publikowania) oraz NCBR (jako uczestnik 46 projektów z Programu Horyzont 2020).



Rysunek 12. Zestawienie rankingów branż gospodarki województwa mazowieckiego w aktywności publikacyjnej w bazie Scopus (panel a) i Web of Science (panel b) względem aktywności patentowej w okresie 2014–2020 i projektowej w Programie Horyzont 2020.

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Elsevier (Scopus), Clarivate (Web of Science), a także baz projektów Programu Horyzont 2020 oraz baz patentowych. Uwaga: wykonano hierarchiczną analizę skupień dla rankingów aktywności publikacyjnej i patentowej przy zastosowaniu metody aglomeracyjnej Warda i zadaniu trzech klastrów.

Z branż handlu hurtowego, najwięcej patentów zgłasza branża 4690Z (Sprzedaż hurtowa niewyspecjalizowana), a w niej polskie firmy Juan (*de facto* producent blatów meblowych) oraz Profix System (dystrybutor narzędzi, elektronarzędzi i odzieży roboczej), a także firma Samsung (własność zagraniczna). Samsung jest również liderem w publikowaniu zarówno w Scopus, jak i w Web of Science. Nieco słabiej patentuje (ale lepiej publikuje) również



branża 4646Z (Sprzedaż hurtowa wyrobów farmaceutycznych i medycznych), w której prym wiodą firmy z kapitałem zagranicznym jak Roche Polska, Eli Lilly Polska, Sanofi-Aventis – dostawcy innowacyjnych rozwiązań w zakresie ochrony zdrowia, w tym rozwiązań leczniczych.

Podobna sytuacja występuje w dziale 26, gdzie branża 2651Z (Produkcja instrumentów i przyrządów pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych) bardzo dużo patentuje, ale jest w połowie stawki w przypadku publikowania w bazie Scopus, a branża 2611Z (Produkcja elementów elektronicznych) mniej patentuje, ale jest mocniejsza w publikowaniu w Scopus. W pierwszej branży wyróżnia się znacząco krajowa firma Optimum – producent rozwiązań technologicznych głównie dla wojska i policji, a także automatyki przemysłowej i optoelektroniki. Z kolei w drugiej branży dominuje w patentach krajowa firma Solution SCA, oferująca technologiczne rozwiązania dla handlu, natomiast w publikowaniu – również krajowa firma VIGO Photonics – producent fotonowych detektorów podczerwieni. Ta ostatnia spółka uczestniczyła również w 7 na 8 z tej branży projektach w ramach Programu Horyzont 2020.

Na uwagę zasługuje również branża 6201Z (Działalność związana z oprogramowaniem), która jest nie tylko stosunkowo wysoko w rankingu patentowym, ale również dominuje w publikowaniu w Scopus (w mniejszym zakresie w Web of Science), a także w projektach z Programu Horyzont 2020. Co więcej, tak dobre wyniki branży są efektem raczej równomiernych wyników 108 spółek działających w tej branży, które złożyły po 1–2 patenty (jedynie spółka Heart Team złożyła 5 wniosków patentowych). W publikowaniu odznacza się kilka spółek, w tym krajowa QED Software (dostawca technologii optymalizacyjnych dla biznesu wykorzystujących sztuczną inteligencję), a także spółki z udziałem kapitału zagranicznego – dostawcy rozwiązań IT dla różnych branż – Transition Technologies, Bluesoft, ABB Business Services. Doskonały wynik w projektach Programu Horyzont 2020 jest zasługą krajowej spółki Fundingbox Accelerator wspierającej wielowymiarowo start-upy (41 projektów).

Ostatnią branżą odznaczającą się w działalności patentowej jest branża 6110Z (Działalność w zakresie telekomunikacji przewodowej). Jednakże funkcjonuje w niej tylko pięć spółek, z których jedynie Orange Polska jest niemal wyłącznie aktywna na każdym polu działalności B+R.

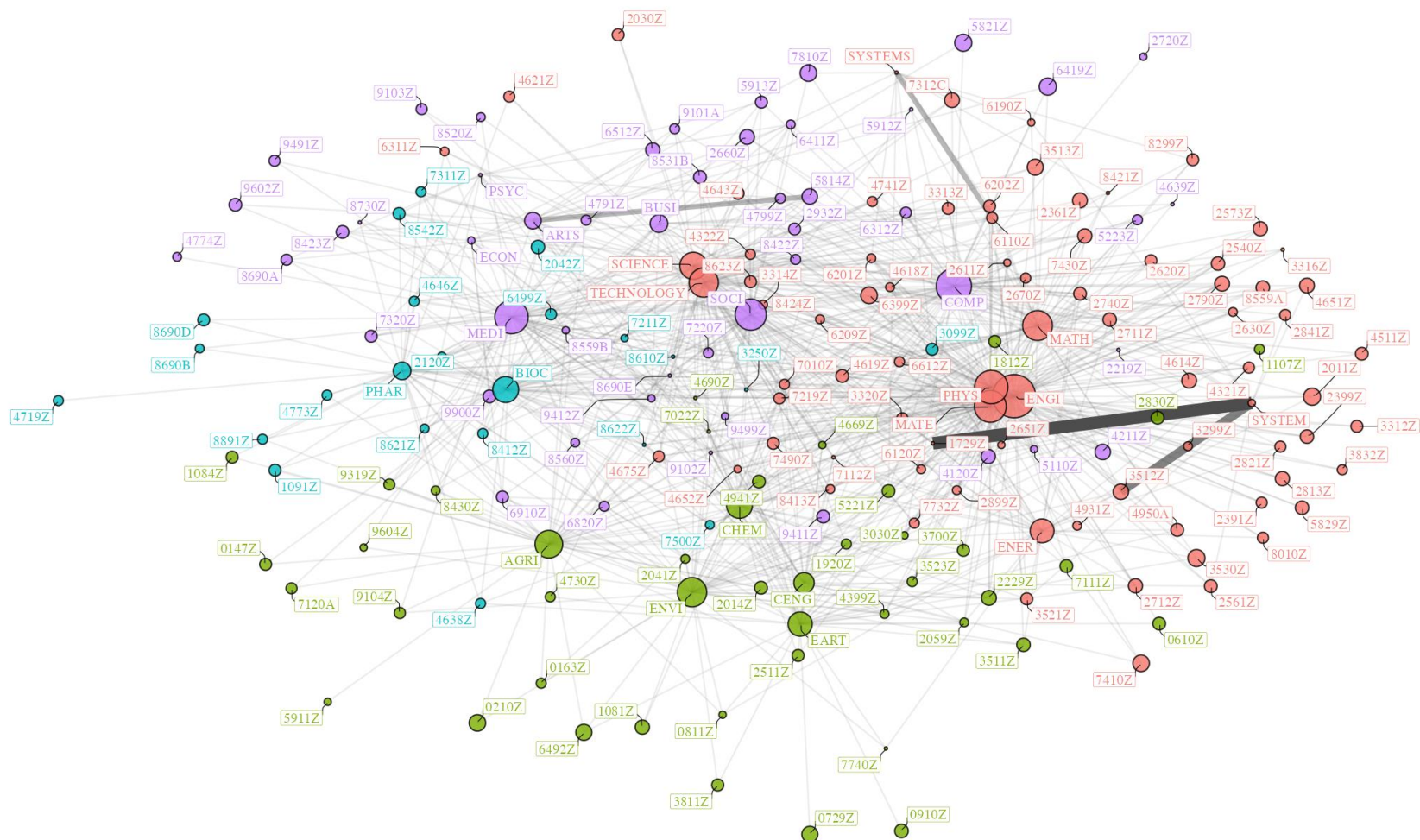
Potencjalną komercjalizację w postaci patentów prowadzą głównie działy gospodarki związane z opieką zdrowotną (dział 86) oraz badaniami naukowymi i pracami rozwojowymi (72), a także firmy z udziałem kapitału zagranicznego, producenci komputerów, wyrobów elektronicznych i optycznych (26). Działy gospodarki, w których dominuje sektor państwowy patentują nieco mniej, podobnie jak działy zajmujące się oprogramowaniem (62), zarządzaniem (70) i doradztwem w zakresie architektury i inżynierii (71). Z kolei niektóre działy przemysłowe publikują mniej, ale patentują więcej niż inne. Co ciekawe, zauważono znaczny rozdzwieg w aktywności patentowej pomiędzy branżami należącymi do tego



samego działu, a dodatkowo w ramach poszczególnych branż występują zazwyczaj pojedyncze firmy, szczególnie aktywne na danym polu (wyjątkiem jest jedynie branża programistyczna).

Aby określić **wzajemne relacje branż, które prowadziły badania naukowe i prace rozwojowe**, powiązano je ze sobą poprzez słowa kluczowe, które w tych branżach najczęściej występowały. Dzięki temu branże, które w swoich badaniach wykorzystują najwięcej podobnych słów kluczowych, powinny mieć poprzez te słowa najwięcej powiązań. W tym celu przygotowano graf (rysunek 13), na którym przedstawiono te węzły (branże i słowa kluczowe), które miały stopień (liczbę powiązań z innymi węzłami) większy niż 15 (dla przejrzystości rysunku). Dodatkowo, przeprowadzono analizę skupień węzłów stosując szybki algorytm zachłanny (*ang. fast greedy algorithm*), aby wyłonić najbardziej powiązane podsieci branż i słów kluczowych.





Rysunek 13. Graf powiązań branż gospodarki województwa mazowieckiego ze słowami kluczowymi występującymi w publikacjach w bazie Scopus i Web of Science, aktywności patentowej w okresie 2014–2020 i projektowej w Programie Horyzont 2020.

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Elsevier (Scopus), Clarivate (Web of Science), a także baz projektów Programu Horyzont 2020 oraz baz patentowych. Uwaga: wykonano analizę skupień węzłów stosując szybki algorytm zachłanny (*ang. fast greedy algorithm*), aby wyłonić najbardziej powiązane podgrafy branż i słów kluczowych.



Najwięcej wzajemnych powiązań poprzez badania w obszarze inżynierii, fizyki, matematyki i materiałoznawstwa mają branże produkcyjne z działów produkujących chemikalia (20.11Z: Produkcja gazów technicznych), pozostałe wyroby z mineralnych surowców niemetalicznych (23.61Z: Produkcja wyrobów budowlanych z betonu, 23.91Z: Produkcja wyrobów ściernych i 23.99Z: Produkcja pozostałych wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych), metalowe wyroby gotowe, z wyłączeniem maszyn i urządzeń (25.40Z: Produkcja broni i amunicji, 25.73Z Produkcja narzędzi), komputery, wyroby elektroniczne i optyczne (26.11Z: Produkcja elementów elektronicznych, 26.20Z: Produkcja komputerów i urządzeń peryferyjnych, 26.51Z: Produkcja instrumentów i przyrządów pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych, 26.70Z: Produkcja instrumentów optycznych i sprzętu fotograficznego) czy 27.90Z (Produkcja pozostałego sprzętu elektrycznego). Widać zatem, że **branże mogą tworzyć łańcuchy wartości**, na przykład dostawcami mogą być producenci narzędzi, układów elektronicznych (dla producentów komputerów), a producenci komputerów i urządzeń peryferyjnych mogą dostarczać produkty praktycznie do każdej branży. Producenci instrumentów optycznych z kolei mogą dostarczać produkty m.in. do laboratoriów i jednostek badawczych, ale także do innych producentów (np. urządzeń elektronicznych). Dostawcami usług mogą być branże z działu 33 (Naprawa, konserwacja i instalowanie maszyn i urządzeń). Odbiorcami produktów przemysłu przetwórczego z kolei mogą być też branże budowlane (np. 43.22Z Wykonywanie instalacji wodno-kanalizacyjnych, ciepłych, gazowych i klimatyzacyjnych), dystrybutorzy energii elektrycznej (35.11Z), którzy aktywnie uczestniczą w pracach badawczych i rozwojowych, jak i branże usługowe z działu 62 (Działalność związana z oprogramowaniem i doradztwem w zakresie informatyki) i 63 (Działalność usługowa w zakresie informacji). W tej grupie znalazły się również branże praktyki dentystycznej (86.23Z), a także policja, straż pożarna i inne (84.24Z).

Co ciekawe, nauki medyczne (MEDI) połączyły się z branżami aktywnymi w obszarze społeczno-ekonomicznym (ECON, BUSI i SOCI), artystycznym (ARTS), a także informatycznym (COMP), chociaż ten ostatni obszar jest też bardzo blisko obszarów ścisłych. Stąd w przypadku tego skupienia obszarów i branż **należy oczekiwać większych efektów synergii**. Są tu powiązane bardzo różnorodne branże, począwszy od działalności wspomagającej transport lotniczy (52.23Z), wydawców gier komputerowych (58.21Z), czasopism (58.14Z), dystrybutorów filmów (59.13Z) stanowiących najczęściej klientów, poprzez agencje badania rynku (73.20Z) – będące dostawcami, skończywszy na branżach edukacyjnych (dział 85), kulturalnych i historycznych (dział 91) oraz paramedycznych i fizjoterapeutycznych (dział 86), które głównie świadczą usługi osobom fizycznym. Co ciekawe, **branże typowo medyczne bardziej skupiają się wokół farmakologii, toksykologii i farmacji (PHAR) oraz biochemii, genetyki i biologii molekularnej (BIOC)**, chociaż te obszary są bardzo blisko nauk medycznych.

Ostatnim skupieniem są **obszary związane z naukami rolniczymi i biologicznymi (AGRI), chemicznymi (CHEM), inżynierią chemiczną (CENG), środowiskowymi (ENVI) oraz naukami**



o Ziemi (EART). Tu również można spodziewać się synergii, bowiem występuje w tych obszarach duża różnorodność branż, włączając w to branże rolnicze (dział 01), leśne (02), producentów wyrobów chemicznych (dział 20), takich jak chemikalia, środki czyszczące, a więc przeważnie dostawców dla innych branż, podobnie jak producentów wyrobów metalowych (20.59Z), produktów rafinacji ropy naftowej (19.20Z). Odbiorcami w tym przypadku mogą być PGNiG (35.23Z), producenci statków powietrznych (30.30Z) czy branże wspierające transport lądowy (52.21Z).

Powiązanie branż poprzez tematy badawcze pokazało, że branże aktywne w pracach B+R często tworzą łańcuchy wartości i w ten sposób następuje dyfuzja wiedzy. Dodatkowo, często zupełnie różne branże prowadzą badania w pokrewnych obszarach tematycznych, co zwiększa możliwości transferu technologii i rozwiązań.

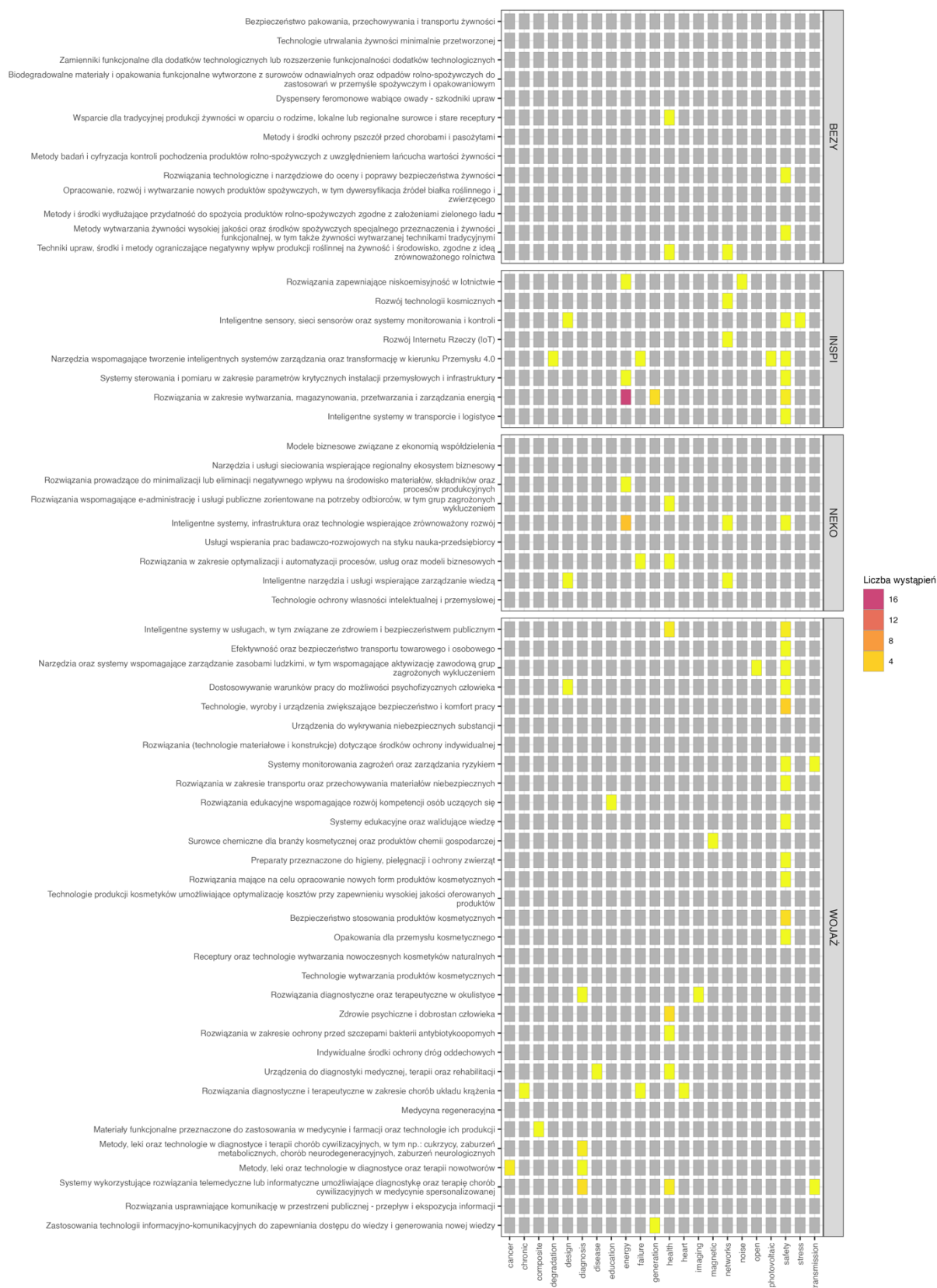
3.6. Szczególne wsparcie zidentyfikowanych nisz rozwojowych ze względu na rozwój inteligentnej specjalizacji Mazowsza

Wdrożenie koncepcji inteligentnej specjalizacji Mazowsza zostało zaplanowane poprzez stworzenie dokumentu kierunkowego pn. „*Priorytetowe kierunki badań w ramach inteligentnej specjalizacji województwa mazowieckiego*”. Dokument ten został opracowany przez grupy robocze ds. inteligentnej specjalizacji, które określiły priorytety badawcze w ramach czterech obszarów inteligentnej specjalizacji Mazowsza:

- (1) bezpieczna żywność (BEZY);
- (2) inteligentne systemy w przemyśle i infrastrukturze (INSPI);
- (3) nowoczesny ekosystem biznesowy (NEKO);
- (4) wysoka jakość życia (WOJAŻ).

W dokumencie tym wskazano 62 priorytetowe kierunki badań oraz wielokrotnie więcej celów badawczych przypisanych do każdego z tych kierunków. Szczególne wsparcie finansowe zidentyfikowanych nisz rozwojowych powinno nastąpić, jeżeli nisze rozwojowe wpisują się w zaplanowane kierunki badań, bowiem wówczas dynamicznie rozwijające się obszary badań będą realizować przyjęte w procesie przedsiębiorczego odkrywania kierunki badań. Dlatego przeprowadzono analizę występowania słów kluczowych opisujących nisze rozwojowe (z rozdz. 3.3) w opisach kierunków i celów badawczych z powyższego dokumentu. Wyniki analizy przedstawiono na rysunku 14.





Rysunek 14. Występowanie słów kluczowych wskazujących nisze rozwojowe w opisach priorytetowych kierunków badań w ramach inteligentnej specjalizacji województwa mazowieckiego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania w rozdziale 3.3. Objaśnienie: szare pola oznaczają brak słów kluczowych.

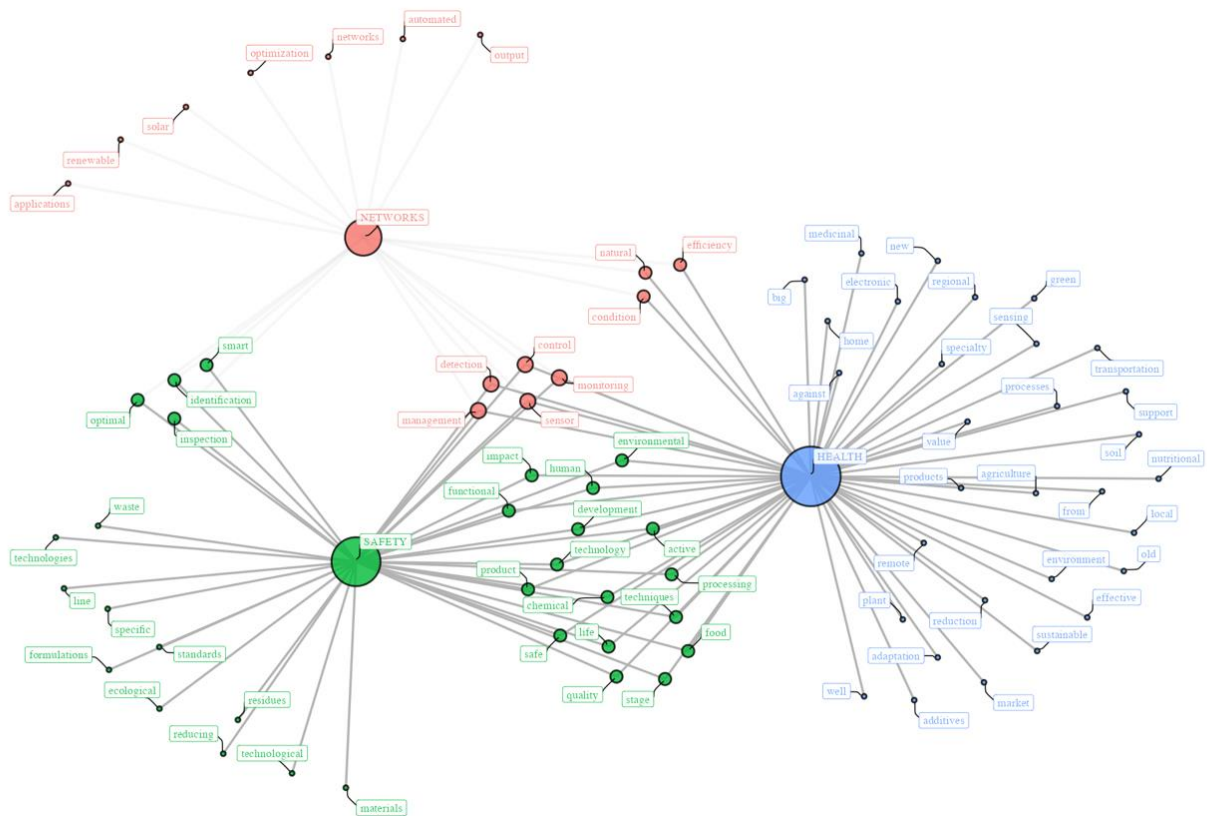


Wyniki analizy wykazały, że aż 41 z 62 priorytetowych kierunków badań w ramach inteligentnej specjalizacji województwa mazowieckiego ma związek z wyłoniionymi niszami rozwojowymi. Warto jednak zwrócić uwagę, że część z tych powiązań jest mało istotna (oparta na wystąpieniu jednego słowa jeden raz), a także może być pozorna (słowa kluczowe mogą być czasami użyte w wielu kontekstach, jak na przykład „bezpieczeństwo” czy „zdrowie”). Dlatego przeanalizowano w towarzystwie jakich słów najczęściej pojawiały się 23 słowa stanowiące zarówno nisze rozwojowe, jak i występujące w opisach priorytetowych kierunków badań. Wyniki tej analizy przedstawia rysunek 15. Słowa opisujące nisze rozwojowe przedstawiono dużymi literami, natomiast słowa kluczowe, z którymi się one łączą w publikacjach, projektach i patentach są przedstawione za pomocą małych liter. Aby precyzyjnie określić kontekst prowadzonych badań, na grafie przedstawiono te ostatnie (oprócz 23 słów opisujących nisze) tylko wówczas, kiedy wystąpiły w opisach celów badawczych poszczególnych kierunków priorytetowych. Wykresy na rysunku 15 podzielono na cztery obszary inteligentnej specjalizacji. Dzięki temu widać dokładnie, w jakim stopniu potencjalne nisze rozwojowe wpisują się w priorytetowe kierunki badań. Dodatkowo, na grafach kolorami zaznaczono skupienia najbardziej powiązanych słów w celu łatwiejszego ich wyszukiwania.

We wszystkich obszarach inteligentnej specjalizacji można zauważyć bardzo dużą intensywność badań, które potencjalnie wpisują się w nisze rozwojowe. Świadczy o tym znaczna liczba słów kluczowych występujących zarówno w opisach nisz, jak i w opisach celów badawczych poszczególnych priorytetowych kierunków. **Najwięcej powiązań występuje w obszarach WOJAŻ, a następnie INSPI.** W pierwszym obszarze, tj. Wysoka jakość życia (WOJAŻ) wynika to z objęcia priorytetowymi kierunkami badań tematyki medycznej i związanej z dwoma niszami: zdrowiem, a szczególnie – diagnostyką (są to następujące kierunki: *„Systemy wykorzystujące rozwiązania telemedyczne lub informatyczne umożliwiające diagnostykę oraz terapię chorób cywilizacyjnych w medycynie spersonalizowanej”, „Metody, leki oraz technologie w diagnostyce oraz terapii nowotworów”, „Rozwiązania diagnostyczne i terapeutyczne w zakresie chorób układu krążenia” oraz „Metody, leki oraz technologie w diagnostyce i terapii chorób cywilizacyjnych, w tym np.: cukrzycy, zaburzeń metabolicznych, chorób neurodegeneracyjnych, zaburzeń neurologicznych”*). Powyższe kierunki badań również obejmują choroby takie jak nowotwory (jedna z nisz), choroby układu krążenia i choroby cywilizacyjne, które bardzo często pojawiały się w badaniach mazowieckich podmiotów. Kolejnym kierunkiem badań licznie powiązanym z niszami są *„materiały funkcjonalne przeznaczone do zastosowania w medycynie i farmacji oraz technologie ich produkcji”,* a także *„Medycyna regeneracyjna”,* gdzie występują między innymi takie słowa jak „kompozyty”, „implantacja”, „monitoring” czy „nadzór” nad pacjentami. Innymi kierunkami obszaru WOJAŻ wpisującymi się w niszę edukacyjną są *„Systemy edukacyjne oraz walidujące wiedzę”* oraz *„Rozwiązania edukacyjne wspomagające rozwój kompetencji osób uczących się”*.

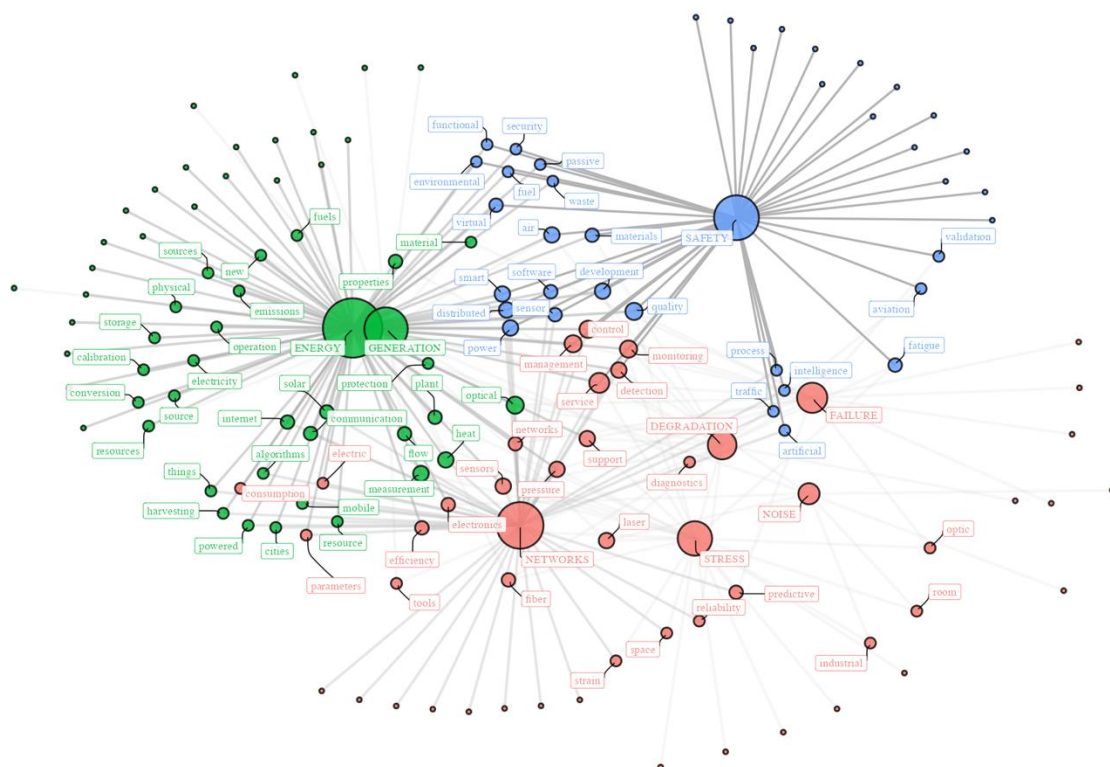


Bezpieczna żywność (BEZY)



Objaśnienia: HEALTH (ZDROWIE), SAFETY (BEZPIECZEŃSTWO), NETWORKS (SIECI), monitoring (monitoring), control (kontrola), detection (detekcja), sensor (czujnik), management (zarządzanie), quality (jakość), life (życie), technology (technologia), condition (stan), stage (etap), impact (wpływ), human (człowiek), active (aktywny), food (żywność), product (produkt), development (rozwój), chemical (chemia), processing (przetwarzanie), safe (bezpieczny), efficiency (wydajność), techniques (techniki), functional (funkcjonalny), environmental (środowiskowy), natural (naturalny), smart (inteligentny), optimal (optymalny), inspection (kontrola), identification (identyfikacja), support (wsparcie), electronic (elektroniczny), environment (środowisko), remote (zdalny), local (lokalny), well (studnia), plant (roślina), soil (gleba), regional (regionalny), adaptation (adaptacja), reduction (redukcja), against (przeciwko), nutritional (odżywczy), specialty (specjalność), old (stary), transportation (transport), new (nowy), effective (efektywny), processes (procesy), medicinal (lecniczy), products (produkty), value (wartość), green (zielony), big (duży), from (z), sensing (wykrywanie), additives (dodatki), home (dom), agriculture (rolnictwo), market (rynek), sustainable (zrównoważony), networks (sieci), optimization (optymalizacja), output (produkcja), renewable (odnawialny), applications (aplikacje), automated (zautomatyzowany), solar (energia słoneczna), reducing (redukcja), technologies (technologie), formulations (receptury), waste (odpady), residues (pozostałości), specific (specyficzny), standards (normy), ecological (ekologiczny), technological (technologiczny), materials (materiały), line (linia)

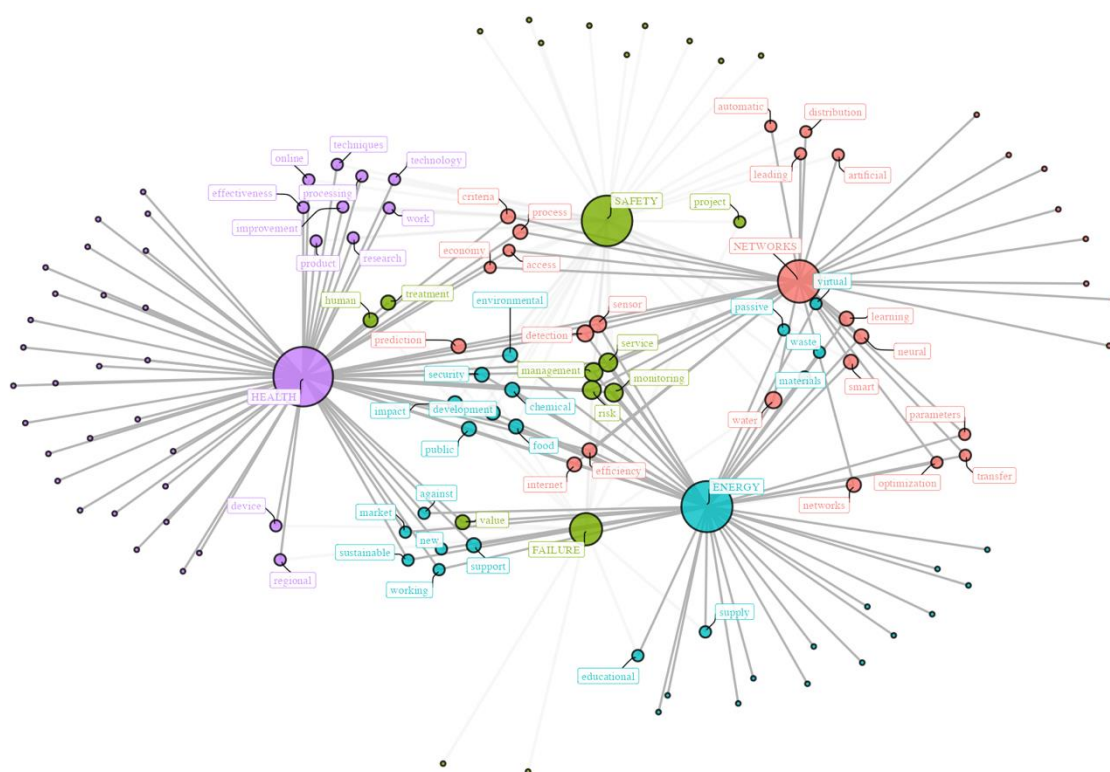
Inteligentne systemy w przemyśle i infrastrukturze (INSPI)



Objaśnienia: ENERGY (ENERGIA), NETWORKS (SIECI), SAFETY (BEZPIECZEŃSTWO), GENERATION (GENERACJA), STRESS (STRES), FAILURE (AWARIA), DEGRADATION (DEGRADACJA), NOISE (HAŁAS), service (usługa), management (zarządzanie), control (kontrola), quality (jakość), monitoring (monitorowanie), optical (optyka), air (powietrze), detection (detekcja), power (moc), smart (inteligentny), distributed (rozproszony), development (rozwój), heat (ciepło), measurement (pomiar), pressure (ciśnienie), 50ocus50 (wsparcie), sensors (czujniki), laser (laser), fatigue (zmęczenie), sensor (czujnik), virtual (wirtualny), software (oprogramowanie), materials (materiały), efficiency (wydajność), flow (przepływ), plant (zakład), properties (właściwości), solar (energia słoneczna), internet (internet), networks (sieci), communication (komunikacja), electronics (elektronika), fiber (światłowód), predictive (predykcyny), 50ocus50 (proces), aviation (lotnictwo), validation (walidacja), passive (pasywny), security (bezpieczeństwo), traffic (ruch), artificial (sztuczny), waste (odpady), environmental (środowisko), fuel (paliwo), functional (funkcjonalny), intelligence (inteligencja), storage (magazynowanie), electric (elektryczny), consumption (zużycie), sources (źródła), harvesting (zbieranie), electricity (energia elektryczna), parameters (parametry), fuels (paliwa), new (nowy), cities (miasta), operation (działanie), calibration (kalibracja), physical (fizyczny), resource (zasób), resources (zasoby), conversion (konwersja), protection (ochrona), things (rzeczy), powered (zasilany), emissions (emisje), algorithms (algorytmy), material (materiał), source (źródło), mobile (mobilny), tools (narzędzia), diagnostics (diagnostyka), reliability (niezawodność), space (przestrzeń), optic (optyka), strain (napężenie), room (pomieszczenie), industrial (przemysłowy), utility (użyteczność), technologies (technologie), operating (operacyjny), acquisition (nabycie), handling (obsługa), hazardous (niebezpieczny), 50ocus50ature (temperatura), aircraft (samolot), techniques (techniki), digital (cyfrowy), interfaces (interfejsy), installations (instalacje), processing (przetwarzanie), technological (technologiczny), technology (technologia), radiation (promieniowanie), production (produkcja), cogeneration (kogeneracja), transformation (transformacja), heating (ogrzewanie), engines (silniki), propulsion (napęd), neutral (neutralny), infrastructure (infrastruktura), large (duży), nuclear (jądrowy), biomass (biomasa), combined (kombinowany), enterprises (przedsiębiorstwa), hybrid (hybryda), raw (surowy), sustainable (zrównoważony), hazards (zagrożenia), alternative (alternatywa), optics (optyka), 50ocus (skupienie), strategic (strategiczny), processes (procesy), terahertz (teraherce), augmented (rozszerzony), reduced (zredukowany), help (pomoc), structural (strukturalny), technique (technika), deep (głęboki), telecommunications (telekomunikacja), access (dostęp), fire (ogień), sets (zestawy), applications (zastosowania), technical (techniczny), vibration (wibracje), local (lokalny), comprehensive (kompleksowy), external (zewnętrzny), integration (integracja), hydrogen (wodór), optoelectronic (optoelektroniczne), devices (urządzenia).



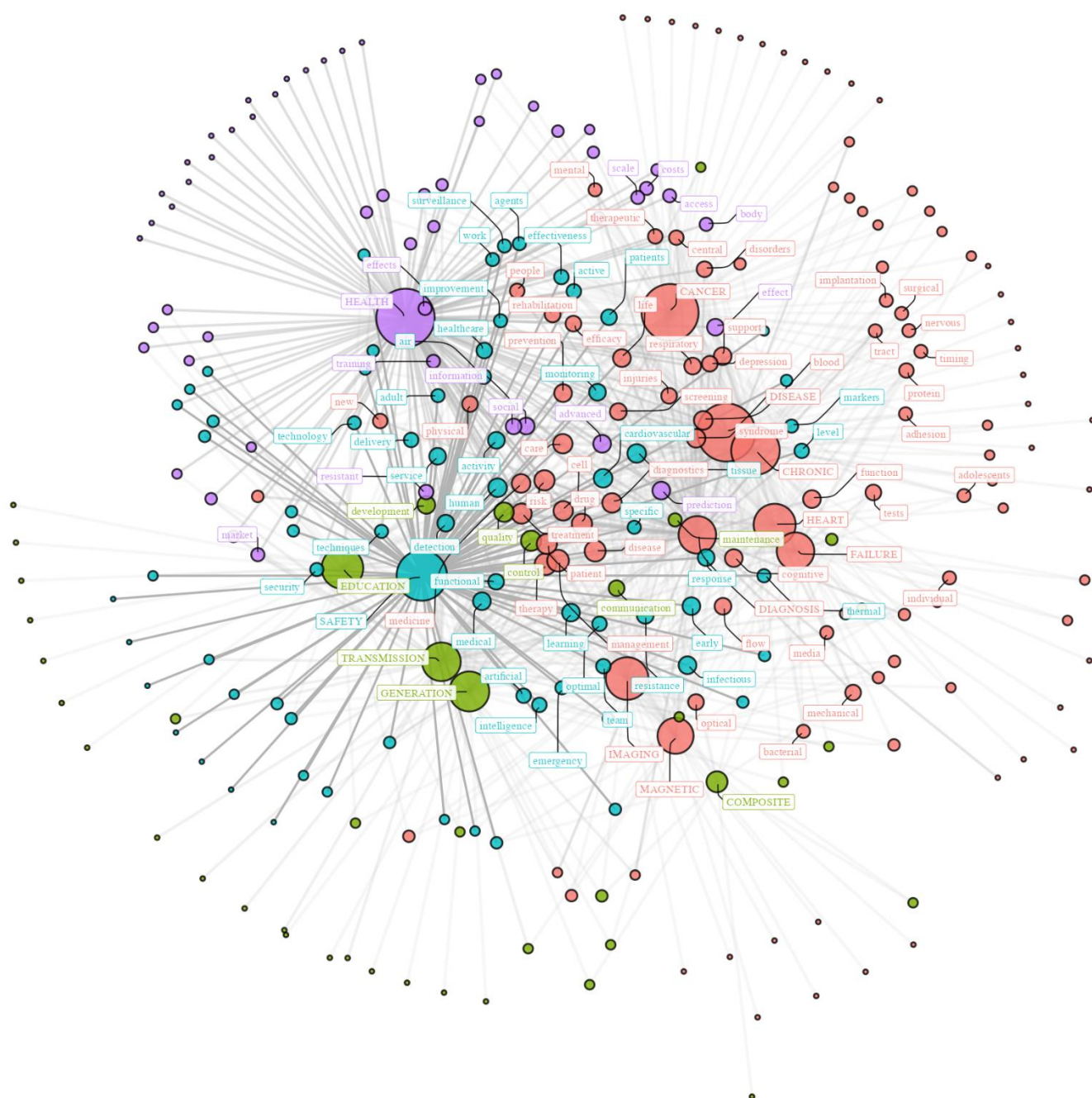
Nowoczesny ekosystem biznesowy (NEKO)



Objaśnienia: HEALTH (ZDROWIE), ENERGY (ENERGIA), SAFETY (BEZPIECZEŃSTWO), NETWORKS (SIECI), FAILURE (AWARIA), management (zarządzanie), service (usługa), risk (ryzyko), monitoring (monitorowanie), sensor (czujnik), detection (wykrywanie), water (woda), neural (sieci neuronowe), networks (sieci), learning (uczenie się), prediction (przewidywanie), internet (internet), process (proces), smart (inteligentny), efficiency (efektywność), criteria (kryteria), treatment (leczenie), support (wsparcie), value (wartość), human (człowiek), public (publiczny), impact (wpływ), food (żywność), security (bezpieczeństwo), development (rozwój), chemical (chemia), environmental (środowisko), distribution (dystrybucja), artificial (sztuczny), optimization (optymalizacja), transfer (transfer), access (dostęp), automatic (automatyczny), parameters (parametry), leading (wiodący), economy (ekonomia), regional (regionalny), device (urządzenie), project (projekt), educational (edukacyjny), supply (dostawa), technology (technologia), research (badania), work (praca), improvement (poprawa), effectiveness (efektywność), product (produkt), against (przeciw), new (nowy), online (online), processing (przetwarzanie), techniques (techniki), market (rynek), sustainable (zrównoważony), working (praca), materials (materiały), waste (odpady), virtual (wirtualny), passive (pasywny), networking (sieć), telecommunications (telekomunikacja), objects (obiekty), automated (zautomatyzowany), vision (wizja), technical (techniczny), maintenance (konserwacja), flexible (elastyczny), preserved (zachowany), recovery (odzyskiwanie), status (status), training (szkolenie), knowledge (wiedza), biological (biologiczny), organization (organizacja), cultural (kulturowy), participation (uczestnictwo), information (informacja), programs (programy), implementation (wdrożenie), personalized (spersonalizowany), needs (potrzeby), microbial (mikrobiologia), spatial (przestrzenny), groups (grupy), adaptation (adaptacja), evaluating (ocena), cooperation (współpraca), intellectual (intelektualny), transportation (transport), activities (działania), effective (efektywny), ict (ict), processes (procesy), from (od), labeling (etykietowanie), fluids (płyiny), industrial (przemysłowy), storage (magazynowanie), electricity (energia elektryczna), production (produkcja), exchange (wymiana), conversion (konwersja), protection (ochrona), infrastructure (infrastruktura), biomass (biomasa), lighting (oświetlenie), plants (rośliny), carbon (węgiel), raw (surowiec), source (źródło), autonomous (autonomiczny), technologies (technologie), code (kod), preparation (przygotowanie), digital (cyfrowy), collection (kolekcja), plastics (tworzywa sztuczne), recycling (recykling), technological (technologiczny)



Wysoka jakość życia (WOJAŻ)



Objaśnienia: HEALTH (ZDROWIE), DISEASE (CHOROBA), CANCER (RAK), SAFETY (BEZPIECZEŃSTWO), CHRONIC (PRZEWLEKŁE), IMAGING (OBRAZOWANIE), HEART (SERCE), EDUCATION (EDUKACJA), GENERATION (GENERACJA), TRANSMISSION (TRANSMISJA), DIAGNOSIS (DIAGNOZA), FAILURE (NIEWYDOLNOŚĆ), MAGNETIC (TERAPIA MAGNETYCZNA), therapy (terapia), management (zarządzanie), COMPOSITE (KOMPOZYT), disease (choroba), treatment (leczenie), control (kontrola), drug (lek), patient (pacjent), risk (ryzyko), quality (jakość), cell (komórka), diagnostics (diagnostyka), care (opieka), human (człowiek), medicine (medycyna), blood (krew), syndrome (zespół), cardiovascular (układ krążenia), tissue (tkanka), prediction (przewidywanie), early (wczesny), learning (uczenie się), development (rozwój), prevention (zapobieganie), cognitive (poznawczy), support (wsparcie), function (funkcja), life (życie), medical (medyczny), advanced (zaawansowany), infectious (zakaźny), flow (przepływ), screening (badanie przesiewowe), resistance (odporność), response (odpowiedź), service (usługa), social (społeczny), detection (wykrywanie), respiratory (oddychanie), monitoring (monitorowanie), activity (aktywność), effect (efekt), optical (optyczny), physical (fizyczny), communication (komunikacja), disorders (zaburzenia), efficacy (skuteczność), rehabilitation (rehabilitacja), mechanical (mechaniczny), injuries (urazy), depression (depresja), information (informacja), patients (pacjenci), healthcare (opieka zdrowotna), functional (funkcjonalny), tests (testy), new (nowy), optimal (optimalny), air (powietrze), therapeutic (terapeutyczny), central (centralny), level (poziom), people (ludzie), delivery (dostawa), active (aktywny), effectiveness (skuteczność), resistant (odporny), protein (białko), team (zespół), artificial (sztuczny), intelligence (inteligencja), market (rynek), effects (efekty), bacterial (bakteria), media



(media), mental (umysłowy), tract (przewód), markers (markery), technology (technologia), costs (koszty), work (praca), training (szkolenie), scale (skala), improvement (poprawa), security (bezpieczeństwo), body (ciało), agents (agenci), techniques (techniki), adult (dorosły), access (dostęp), surveillance (nadzór), maintenance (konserwacja), surgical (chirurgiczny), timing (czas), specific (specyficzny), adhesion (zrost), nervous (nerwowy), thermal (termiczny), implantation (implantacja), adolescents (młodzież), individual (jednostka), emergency (nagły wypadek), measurement (pomiar), vitro (in vitro), targeted (ukierunkowany), soft (miękki), smart (inteligentny), properties (właściwości), state (stan), plant (zakład), unit (jednostka), internet (internet), context (kontekst), digital (cyfrowy), public (publiczny), pharmaceutical (farmaceutyczny), status (status), knowledge (wiedza), biological (biologiczny), hygiene (higiena), needs (potrzeby), product (produkt), radiation (promieniowanie), chemical (chemikalia), acquisition (nabycie), online (online), efficiency (wydajność), environmental (środowisko), industrial (przemysłowy), natural (naturalny), identification (identyfikacja), surface (powierzchnia), signaling (sygnalizacja), gastrointestinal (przewód pokarmowy), modification (modyfikacja), materials (materiały), precision (precyzja), modifying (modyfikacja), validation (walidacja), monitor (monitorowanie), phenomenon (zjawisko), space (przestrzeń), professional (profesjonalny), bacteria (bakterie), laser (laser), virtual (wirtualny), processes (procesy), continuous (ciągły), optimization (optymalizacja), culture (kultura), after (po), modern (nowoczesny), process (proces), sensor (czujnik), programs (programy), personalized (spersonalizowany), remote (zdalny), psychiatric (psychiatryczny), psychological (psychologiczny), reduction (redukcja), interaction (interakcja), eye (oko), effective (skuteczny), safe (bezpieczny), products (produkty), working (praca), crisis (kryzys), business (biznes), current (bieżący), structures (struktury), characteristics (charakterystyka), filter (filtr), interfaces (interfejsy), radiotherapy (radioterapia), limited (ograniczony), targets (cele), implant (implant), aids (pomoc), adjustment (dostosowanie), biology (biologia), therapies (terapię), augmented (rozszerzony), nanoparticles (nanocząsteczki), filtration (filtracja), rapid (szybki), preparations (preparaty), prolonged (przedłużony), help (pomoc), over (nad), educational (edukacyjny), metal (metal), skills (umiejętności), color (kolor), measurements (pomiar), side (bok), content (zawartość), technological (technologiczny), storage (magazynowanie), demand (zapotrzebowanie), transport (transport), tools (narzędzia), hair (włosy), operation (działanie), breathing (oddychanie), electronic (elektronika), metabolic (metaboliczny), environment (środowisko), being (byt), groups (grupy), adaptation (adaptacja), against (przeciw), mobility (mobilność), mobile (mobilny), telemedicine (telemedycyna), transportation (transport), improved (ulepszony), visual (wizualny), from (z), ingredients (składniki), behavioral (behawioralny), metals (metale), designing (projektowanie), hazard (zagrożenie), between (między), parameters (parametry), through (poprzez), anticancer (przeciwnowotworowe), interactions (interakcje), photonic (fotoniczny), selection (selekcja), compounds (związki), cultures (kultury), features (cechy), relevant (istotny), synergy (synergia), alternative (alternatywa), carriers (nośniki), activation (aktywacja), bioactive (bioaktywny), printing (druk), reality (rzeczywistość), load (obciążenie), distance (odległość), transplant (przeszczep), synthesis (synteza), musculoskeletal (układ mięśniowo-szkieletowy), barrier (bariera), airborne (powietrzny), therapy (terapia), living (życie), ophthalmic (okulistyczny), regenerative (regeneracyjny), mapping (mapowanie), biomedical (biomedyczny), biosensors (biosensory), sensors (czujniki), technologies (technologie), formulations (preparaty), corrosion (korozja), leading (wiodący), preparation (przygotowanie), hazardous (niebezpieczny), textile (tekstylny), field (pole), different (inny), fields (pola), rfid (rfid), protective (ochronny), personal (osobisty), ecosystem (ekosystem), technical (techniczny), manufacturing (produkcja), room (pomieszczenie), competence (kompetencje).

Rysunek 15. Graf powiązań słów kluczowych opisujących potencjalne nisze rozwojowe i wpisujących się w priorytetowe kierunki badań z innymi słowami kluczowymi z publikacji, projektów i patentów.

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Elsevier (Scopus), Clarivate (Web of Science), a także baz projektów Programu Horyzont 2020 oraz baz patentowych. Różnymi kolorami zaznaczono skupiska najbardziej powiązanych ze sobą słów kluczowych (wyłonięno techniką *fast greedy clustering* służącą znajdowaniu gęstych skupisk w grafach poprzez bezpośrednią optymalizację wyniku modularności sieci).

W obszarze inteligentnych systemów w przemyśle i infrastrukturze (INSPI) wszystkie priorytetowe kierunki badań są powiązane ze zidentyfikowanymi niszami rozwojowymi. W szczególności kierunek badań pn. *„Rozwiązania w zakresie wytwarzania, magazynowania, przetwarzania i zarządzania energią”* jest powiązany z niszami w największym stopniu, głównie za sprawą silnych związków ze słowem „energia”, które wystąpiło w opisach badań aż 16 razy (por. rysunek 14). Co więcej, „energia” łączy się głównie ze słowami charakteryzującymi m.in. efektywność (efficiency), magazynowanie (storage), zarządzanie (management) i wytwarzanie (generation) – jest więc doskonałym odzwierciedleniem przyjętych celów badawczych w tym kierunku. Podobnie można znaleźć wiele ciekawych powiązań kierunku *„Systemy sterowania i pomiaru w zakresie parametrów krytycznych instalacji przemysłowych i infrastruktury”* ze słowem „energia” oraz „bezpieczeństwo”. Jest tu widoczne bowiem współwystępowanie słów dotyczących infrastruktury, budynków, a także efektywności, zmniejszania negatywnej presji produkcji energii na środowisko, dzięki na przykład rozwojowi energetyki odnawialnej, zmniejszania strat energii na liniach przesyłowych, ograniczenia liczby awarii – obejmuje zatem szereg celów badawczych tego kierunku.



Powiązania ze słowem „energia” ma również kierunek badawczy *„Rozwiązania zapewniające niskoemisyjność w lotnictwie”*, gdzie oprócz powiązań z efektywnością, zmniejszeniem emisyjności i obciążeń dla środowiska, można znaleźć również bezpośrednie nawiązania do „transportu” i „aeronautyki”. Dodatkowo, kierunek ten znajduje odzwierciedlenie w niszy dotyczącej hałasu (słowo opisujące hałas również łączy się bezpośrednio z lotnictwem). Zastosowania dotyczące paliw i energii łączą także kierunek *„Rozwój technologii kosmicznych”* z niszami, chociaż nie bezpośrednio. W tym przypadku powiązania widać również w przypadku niszy dotyczącej szeroko rozumianych sieci (networks), w której prowadzone są badania dotyczące automatyzacji procesów i informatyki, a także czujników.

Pięć kierunków badań w ramach obszaru: Nowoczesny ekosystem biznesowy (NEKO) również wykazuje wiele powiązań ze zdiagnozowanymi niszami (m.in. energią, sieciami, bezpieczeństwem i zdrowiem). Kierunek *„Inteligentne narzędzia i usługi wspierające zarządzanie wiedzą”* oraz *„Rozwiązania w zakresie optymalizacji i automatyzacji procesów, usług oraz modeli biznesowych”* przede wszystkim łączy się z sieciami, technologiami opartymi na zaawansowanych modelach uczących się, wspierających pracowników i automatyzujących ich pracę, zwiększających bezpieczeństwo i higienę pracy, a także monitorujących pracę maszyn (wykrywanie awarii). Szereg obecnie prowadzonych badań w województwie mazowieckim wspiera kierunek *„Inteligentne systemy, infrastruktura oraz technologie wspierające zrównoważony rozwój”* poprzez szereg powiązań z niszą energetyczną (energy), a także zdrowotną (health).

W przypadku obszaru bezpiecznej żywności (BEZY) jedynie cztery priorytetowe kierunki badań łączą się z trzema niszami: zdrowiem, bezpieczeństwem i sieciami. Analiza powiązań słów kluczowych na grafie 15 wykazała, że te kierunki w najmniejszym stopniu (spośród wszystkich obszarów specjalizacji) łączą się ze słowami opisującymi nisze. Mimo to można wskazać wiele przykładów słów łączących kierunki z niszami, szczególnie z niszą dotyczącą zdrowia (health), gdzie można odnaleźć zarówno aspekty medyczne, żywieniowe (na przykład jedzenie, odżywianie i picie), jak i zrównoważonej produkcji rolnej (rolnictwo, środowisko, gleba, zrównoważony rozwój, dodatki do żywności). Z żywnością łączy się również nisza bezpieczeństwa (safety), która obejmuje badania nad materiałami, standardami, technologiami, przetwarzaniem odpadów, ekologią, a także monitorowaniem, kontrolą, wykrywaniem (m.in. czujnikami) i zarządzaniem – czym też wiąże się z niszą sieci (networks).

Wyniki badania wskazały, że 23 z 65 zidentyfikowanych nisz rozwojowych wpisuje się w 41 z 62 priorytetowych kierunków badań w ramach 4 obszarów inteligentnej specjalizacji Mazowsza. Są to zatem te nisze, które powinny być wspierane w dalszym rozwoju. W największym stopniu w kierunkach zaplanowanych badań



pojawiają się nisze: bezpieczeństwo (pojawiające się w 27 przypadkach), energia (24), zdrowie (13), diagnostyka (7) oraz sieci związane z optymalizacją, automatyzacją procesów produkcyjnych i informatyzacją (5). Wszystkie nisze łączą wspólne słowa kluczowe występujące zarówno w realizowanych już badaniach przez podmioty gospodarcze z Mazowsza, jak i kierunkach badań priorytetowych. W nisze rozwojowe najbardziej wpisują się badania z obszaru Wysoka jakość życia (WOJAŻ) oraz Inteligentne systemy w przemyśle i infrastrukturze (INSPI), a w najmniejszym stopniu Bezpieczna żywność (BEZY).

Pytani w wywiadach przedstawiciele podmiotów gospodarczych realizujących badania w obszarach zidentyfikowanych nisz wskazywali na bariery, które potencjalnie mogą uniemożliwić wykorzystanie potencjału tych nisz. Następnie bariery te zostały przedyskutowane w zespole projektowym i przygotowano propozycje interwencji publicznej wraz z jej zakresem. Generalnie, **zidentyfikowane bariery nie są nowe i nadal są aktualne**. Uwidaczniają się także wraz z pojawianiem się na rynku nowych podmiotów, które stykają się z tymi samymi problemami. Dotyczy to szczególnie nisz badawczych, których dynamika rozwoju jest szczególnie wysoka. Dlatego zidentyfikowane bariery w funkcjonowaniu nisz rozwojowych wymagają ścisłej współpracy między sektorem publicznym, prywatnym i nauki w celu wypracowania mechanizmów ich bieżącej identyfikacji i skutecznego usuwania.

Kluczowa bariera to **trudno dostępny kapitał** na finansowanie prac badawczo-rozwojowych, zwłaszcza w niszach rozwojowych – nie tylko z uwagi na innowacyjność tych prac, złożoność wykorzystywanej wiedzy i jej wysoką wartość, ale również duże ryzyko niepowodzenia (wsparcie finansowe powinno zatem obejmować ryzyko niepowodzenia na różnych etapach realizacji prac). Dodatkowo, w wywiadach wskazywano trudności ze znalezieniem środków na szkolenia pracowników, którzy często do prowadzenia badań w tematach niszowych muszą posiadać wyspecjalizowaną wiedzę, często niedostępną w głównym nurcie edukacji. Wreszcie, badane podmioty odczuwają **braki infrastrukturalne** ze względu na deficyt środków na inwestycje. W celu przezwyciężenia bariery finansowej interwencja publiczna mogłaby koncentrować się na dwóch aspektach: po pierwsze tworzeniu infrastruktury wspomagającej podmioty funkcjonujące w niszach, jak na przykład parki przemysłowe, a po drugie, udzielaniu dotacji lub pożyczek, tworzeniu funduszy inwestycyjnych dla przedsiębiorców z tych sektorów.

Podmioty realizujące badania w niszach rozwojowych wskazywały też na **brak wykwalifikowanych naukowców**, o czym była mowa wyżej. Ponieważ nisze rozwojowe wymagają specjalistycznej wiedzy i umiejętności, które mogą być trudne do znalezienia na lokalnym rynku pracy, podmioty muszą same inwestować w przygotowanie i wyszkolenie odpowiednich pracowników naukowych. Interwencja publiczna mogłaby zatem polegać



na tworzeniu programów edukacyjnych i szkoleniowych, które dostosowują ofertę edukacyjną do potrzeb tych sektorów oraz promowaniu migracji talentów.

Bardzo ważną barierą, o której będzie również mowa w dalszej części raportu, jest **niedostateczna współpraca i transfer wiedzy między podmiotami**. Brak współpracy nie tylko pomiędzy sektorem naukowym, przemysłowym i administracją publiczną, ale również pomiędzy samymi przedsiębiorcami ogranicza rozwój nisz. Interwencja publiczna może polegać na tworzeniu platform współpracy, programów wymiany wiedzy i transferu technologii, a także promowaniu partnerstw między różnymi podmiotami.

Badanie zidentyfikowało bariery, które potencjalnie mogą uniemożliwić wykorzystanie potencjału wyłonionych w analizie nisz. Jest to przede wszystkim trudno dostępny kapitał, którego brak powoduje trudności w planowaniu i realizacji prac badawczo-rozwojowych, braki w infrastrukturze i braki w szkoleniu pracowników. Oprócz tego wskazywane są trudności w pozyskiwaniu wykwalifikowanych pracowników, a także niechęć do współpracy podmiotów gospodarczych i instytucji naukowych.

3.7. Najczęstsze i najrzadsze modele współpracy w realizacji działań B+R

Przez **model współpracy** należy rozumieć m.in. liczbę podmiotów zaangażowanych we współpracę, pochodzenie współpracujących podmiotów (regionalne, krajowe, międzynarodowe), rodzaj realizowanych prac badawczych, czas trwania i intensywność współpracy, sposoby zarządzania własnością intelektualną, a także branże występujące najczęściej w powiązaniu z poszczególnymi tematami badawczymi.

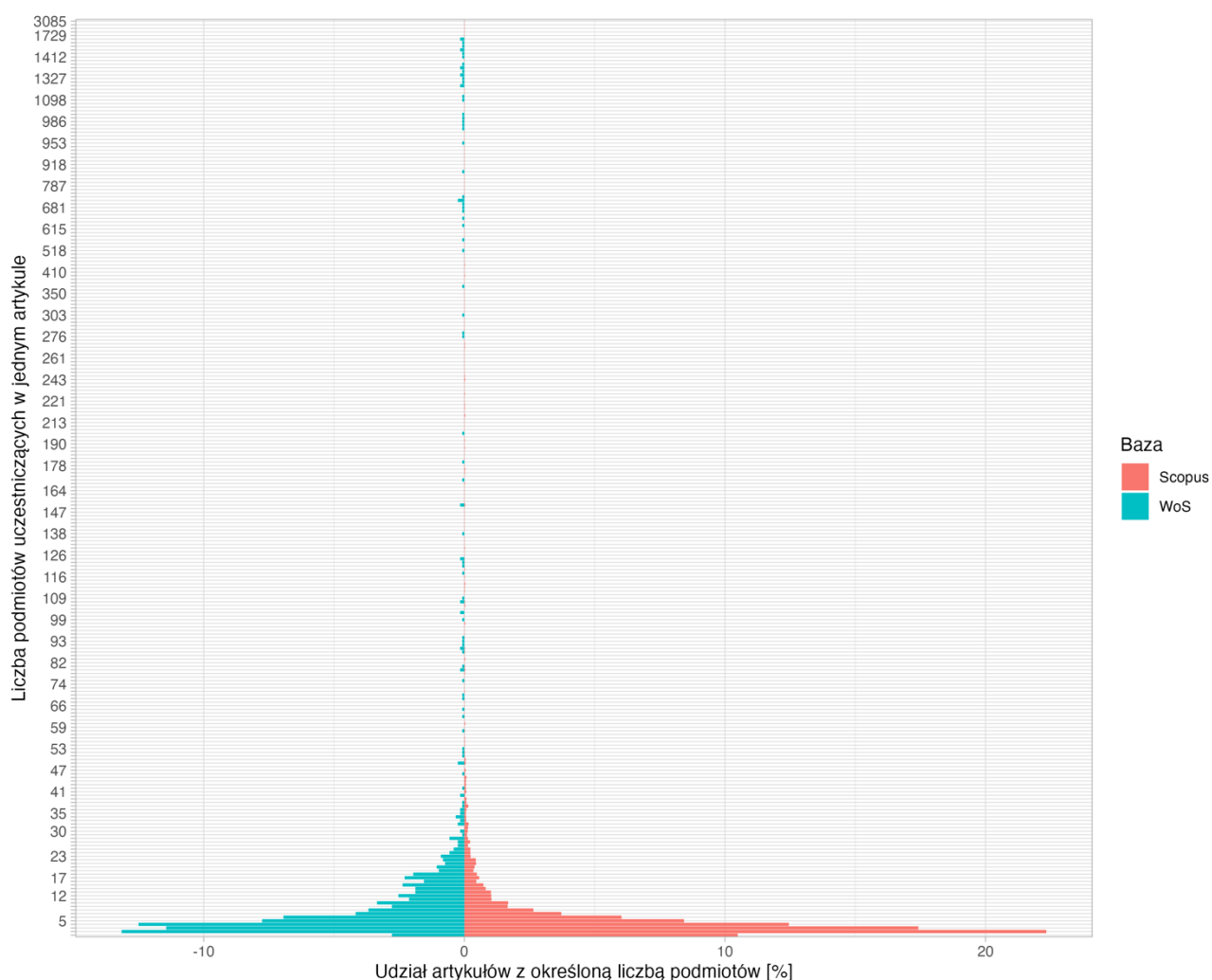
Jak wynika z przeprowadzonych wywiadów, przesłanki do podejmowania współpracy są bardzo różnorodne, począwszy od większych możliwości finansowych, poprzez wsparcie kadrowe, merytoryczne, skończywszy na możliwościach współpracy ze znajomymi badaczami, możliwościami rozwoju, a także na wysokim prestiżu projektu, w którym podmioty biorą udział.

Badania bibliometryczne wykazały, że współpraca w realizacji działań B+R jest uzależniona od rodzaju działań realizowanych przez podmioty z województwa mazowieckiego. **Analizie poddano jedynie publikacje, w których wziął udział co najmniej jeden podmiot gospodarczy z województwa mazowieckiego.** W przypadku publikacji indeksowanych w obu analizowanych bazach liczba podmiotów ogółem (polskich i zagranicznych) afiliowanych do jednej publikacji jest bardzo różnorodna i sięga nawet 3 085 podmiotów (artykuł w bazie Scopus), zob. rysunek 17. Co ciekawe, istnieje spora liczba publikacji w Web of Science o liczbie podmiotów powyżej tysiąca w jednej pracy. Generalnie jednak rozkład procentowy publikacji



z różnymi liczbami uczestniczących w nich podmiotów jest podobny dla obu baz i **wskazuje na pewien model współpracy w przypadku publikowania**.

Warto również zauważyć, że **stosunkowo mały odsetek publikacji jest pisany przez autorów z jednej instytucji** (w Web of Science jest to tylko 2,8% publikacji, a w Scopus – 10,5%), co świadczy o **generalnym nakierowaniu na współpracę** podczas publikowania. Największy odsetek publikacji powstaje przy współpracy 2–4 instytucji (52% dla Scopus i 37% dla Web of Science). Generalnie, w publikacjach indeksowanych w Web of Science średnia liczba podmiotów i ich mediana jest wyższa (odpowiednio 45,2 i 6) niż w publikacjach indeksowanych w Scopus (13,2 i 3).



Rysunek 16. Zestawienie udziału artykułów z określoną liczbą afiliowanych podmiotów dla artykułów z co najmniej jednym podmiotem gospodarczym z województwa mazowieckiego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Elsevier i Clarivate [n = 8 629 dla Scopus, n = 1 224 dla Web of Science]

W przypadku projektów widać nieco inny model współpracy. W tym przypadku liczy się **szerokie partnerstwo między podmiotami z różnych krajów**, przez co mediana liczby



podmiotów na jeden projekt jest najwyższa z badanych baz danych i wynosi 16. Jest też 28 projektów (5,7%), w których jest tylko jeden podmiot. Co ciekawe, są to spółki w większości z kapitałem polskim z obszaru badań naukowych, produkcji komputerów, ICT i oprogramowania.



Rysunek 17. Zestawienie udziału projektów i patentów z określoną liczbą przypisanych podmiotów dla projektów i patentów z co najmniej jednym podmiotem gospodarczym z województwa mazowieckiego.

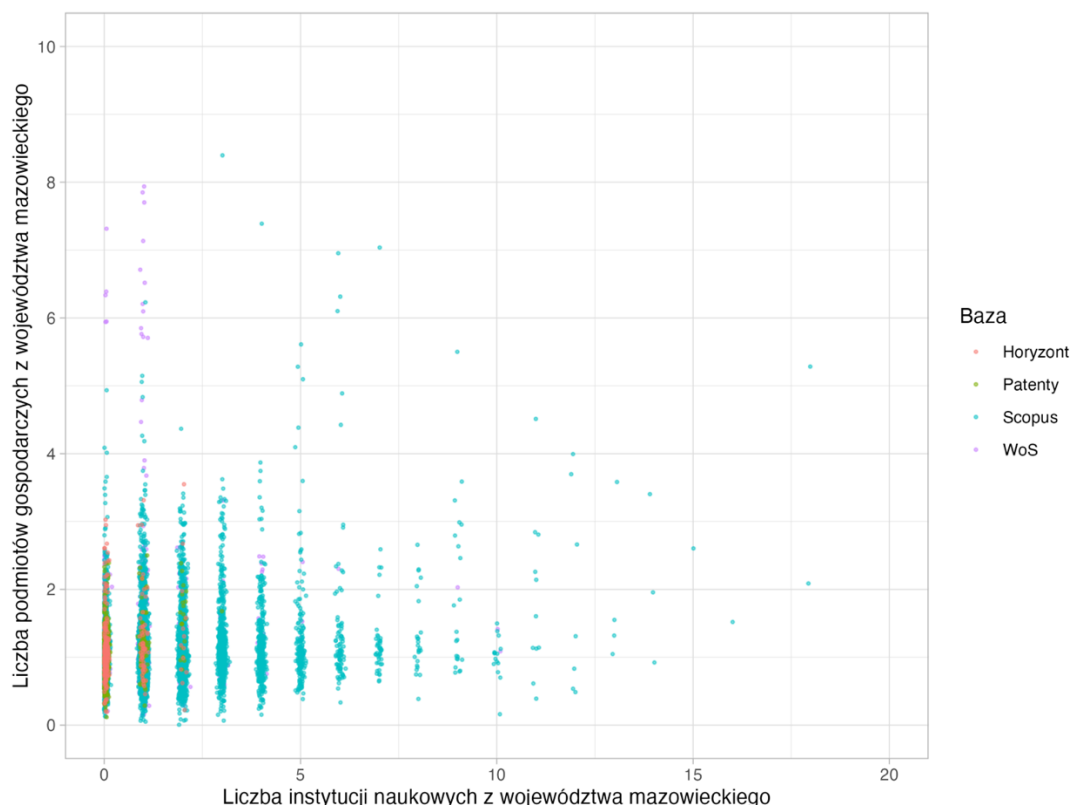
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z portalu Cordis i baz patentowych [n = 492 dla projektów Programu Horyzont 2020 i n = 1 389 dla patentów].

Zupełnie odrębny (od opisanych wyżej) model współpracy występuje w przypadku składania patentów. Dominuje tutaj uczestnictwo jedynie jednego podmiotu (82%)¹⁷. Rzadko do patentu przypisanych jest więcej niż dwa podmioty (taka sytuacja występuje tylko w przypadku 5% patentów). Może to świadczyć o tym, że **podmioty chętnie współpracują przy publikacjach i w projektach, ale wolą same patentować, aby uzyskać wyłączne prawa do użytkowania zastrzeżonej technologii**. Wywiady indywidualne potwierdzają te wyniki. Własność intelektualna zostaje po stronie finansującego badania, czasami tylko w całości

¹⁷ mimo tego, że do analizy wzięto wszystkie występujące w patencie podmioty (czasami podmiot zgłaszający i przypisany do patentu był inny).



spoczywa na jednym podmiocie z partnerstwa, najczęściej jest dzielona po równo na członków zespołu badawczego i stąd mogłyby wystąpić trudności w przypadku komercjalizacji wyników badań przez jednego z partnerów. Co ciekawe, nie wszyscy rozmówcy posiadali podpisaną umowę o współpracy, co mogłoby stanowić kolejny problem w przypadku komercjalizacji. Prawdopodobnie taka umowa wówczas musiałaby zostać podpisana, ale jej uzgodnienie po fakcie (zakończeniu współpracy badawczej) mogłoby być problematyczne.



Rysunek 18. Zestawienie liczby podmiotów naukowych w publikacjach z baz Scopus, Web of Science, projektach Programu Horyzont 2020 i patentach podmiotów gospodarczych z województwa mazowieckiego w latach 2014–2020.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Elsevier, Clarivate, danych z portalu Cordis i baz patentowych [n = 8 629 dla Scopus, n = 1 224 dla Web of Science, n = 492 dla projektów Programu Horyzont 2020 i n = 1 389 dla patentów]. Dla lepszej czytelności zastosowano limity na osi X (do 20 z 60) i osi Y (do 10 z 28).

W kolejnym kroku warto przeanalizować modele współpracy pomiędzy podmiotami z województwa mazowieckiego. Okazuje się, że średnio w połowie różnych działań badawczo-rozwojowych (publikacji, projektów, patentów) podmioty gospodarcze współpracują z instytucjami naukowymi z województwa mazowieckiego. Najwięcej podmiotów współpracuje z jednostkami naukowymi przy przygotowywaniu publikacji indeksowanych w Scopus (63%), a następnie w Web of Science (43%). W przypadku projektów i patentów ten odsetek jest zauważalnie mniejszy, tj. odpowiednio 14% i 8%, co wynika ze zidentyfikowanych wyżej modeli współpracy przy realizacji tych rodzajów działalności. W projektach Programu Horyzont 2020



liczy się bowiem partnerstwo międzynarodowe, z kolei w przypadku patentów działania są prowadzone przez podmioty gospodarcze przeważnie samodzielnie.

Skoro podmioty w połowie aktywności B+R współpracują z jednostkami naukowymi z województwa, warto przeanalizować, ile takich jednostek jest angażowanych do jednego produktu (publikacji, projektu i patentu). Rysunek 18 przedstawia zależność liczby instytucji naukowych od liczby podmiotów gospodarczych w jednym produkcie. Aby zapobiec nakładaniu się punktów (oznaczających jeden produkt), wykres został rozmyty w pionie, poprzez dodanie losowego szumu do punktów używając rozkładu normalnego. Dzięki temu rysunkowi łatwo zauważyć **różnice w modelach współpracy**, gdzie w przypadku publikacji indeksowanych w Scopus, liczba angażowanych różnych instytucji naukowych z Mazowsza jest **przeważająco wyższa niż w pozostałych aktywnościach** i wielu przypadkach przekracza 10. Z kolei w przypadku wielu publikacji indeksowanych w Web of Science bierze w udział wiele podmiotów gospodarczych (często blisko 8), ale angażowanych jest najczęściej po 1–2 instytucje naukowe. W tym aspekcie modele Web of Science oraz projektów i patentów są podobne, ponieważ w tych ostatnich również biorą udział najczęściej 1–2 instytucje naukowe. Różnica modeli dla projektów i patentów w stosunku do Web of Science jest jedynie taka, że we współpracy występuje najczęściej jeden podmiot gospodarczy.

Na koniec warto przeprowadzić **pogłębioną analizę modeli współpracy za pomocą analizy głównych składowych** – PCA (*ang. Principal Component Analysis*), dzięki której zredukowane zostaną zmienne charakteryzujące poszczególne modele, a powstałe składowe (PC) wskażą kluczowe aspekty poszczególnych modeli. Do analizy wykorzystano zbiór zawierający następujące zmienne:

- PID – identyfikator publikacji w bazach Scopus, Web of Science, projektu i patentu (na potrzeby samej analizy PID zostało pominięte);
- L.cytowan – liczba cytowań danej pracy;
- L.podm.ogolem – liczba wszystkich zaangażowanych w pracę podmiotów;
- L.podm.polskich – liczba podmiotów pochodzących z całej Polski;
- L.wyst.podm.w.publ – liczba wystąpień danego podmiotu w tej samej pracy – wskazująca na wykorzystanie współpracującego ze sobą zespołu z danego podmiotu;
- L.podm.z.mazowska – liczba podmiotów z województwa mazowieckiego w danej pracy;
- L.podm.gosp.z.mazowska – liczba podmiotów gospodarczych z województwa mazowieckiego w danej pracy;
- L.podm.nauk.z.mazowska – liczba instytucji naukowych z województwa mazowieckiego w danej pracy;
- L.publ.w.Scopus.ogolem – liczba wszystkich publikacji danego podmiotu w bazie SCOPUS;
- L.publ.w.WoS.ogolem – liczba wszystkich publikacji danego podmiotu w bazie WoS;



- L.patentow.ogolem – liczba wszystkich patentów danego podmiotu;
- L.projektow.ogolem – liczba wszystkich projektów danego podmiotu.

W celu zbadania struktury dokonano uśrednienia rekordów, gdzie zmienną grupującą był przedmiot badania (artykuł, projekt, patent) – przeprowadzone analizy dawały podobne wyniki bez uśredniania, ale model na danych uśrednionych jest prostszy w interpretacji tj. każdy rekord określa dokładnie jedną pracę badawczą. Tak przygotowaną bazę danych bibliometrycznych poddano analizie PCA w celu zredukowania wymiarowości 11 zmiennych bibliometrycznych. Wyniki przedstawia Tabela 1.

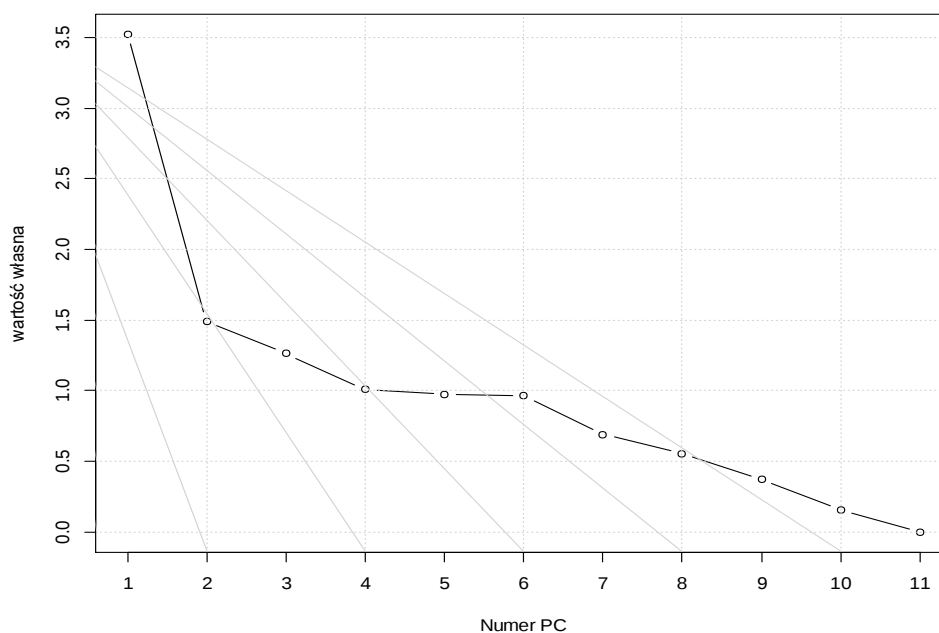
Tabela 1. Wyniki analizy głównych składowych dla modeli współpracy przy przygotowywaniu publikacji, projektów do Programu Horyzont 2020 i patentów.

Główna składowa (PC)	Wartość własna	Procent wyjaśnionej wariancji	Skumulowany procent wyjaśnionej wariancji
PC1	3,52	32,02	32,02
PC2	1,49	13,55	45,57
PC3	1,26	11,48	57,04
PC4	1,01	9,20	66,24
PC5	0,98	8,88	75,12
PC6	0,96	8,76	83,88
PC7	0,69	6,26	90,14
PC8	0,55	5,03	95,17
PC9	0,37	3,39	98,56
PC10	0,16	1,44	100,00
PC11	0,00	0,00	100,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Elsevier, Clarivate, danych z portalu Cordis i baz patentowych [n = 8 629 dla Scopus, n = 1 224 dla Web of Science, n = 492 dla projektów Programu Horyzont 2020 i n = 1 389 dla patentów].

Według kryterium wartości własnej, do dalszej analizy powinny być uwzględnione tylko składowe PC1–PC4, co wyjaśniłoby 66,24% całej wariancji. Blisko progu znajdują się również składowe PC5 i PC6, których uwzględnienie pozwoliłoby przekroczyć 80% skumulowanej wariancji. Analiza wykresu osypiska (por. rysunek 19) nie pozwala na jednoznaczną decyzję o uwzględnieniu składowych PC5 i PC6. Dlatego też przeanalizowane zostaną wykresy czynnikowe poszczególnych par składowych (por. rysunek 20).

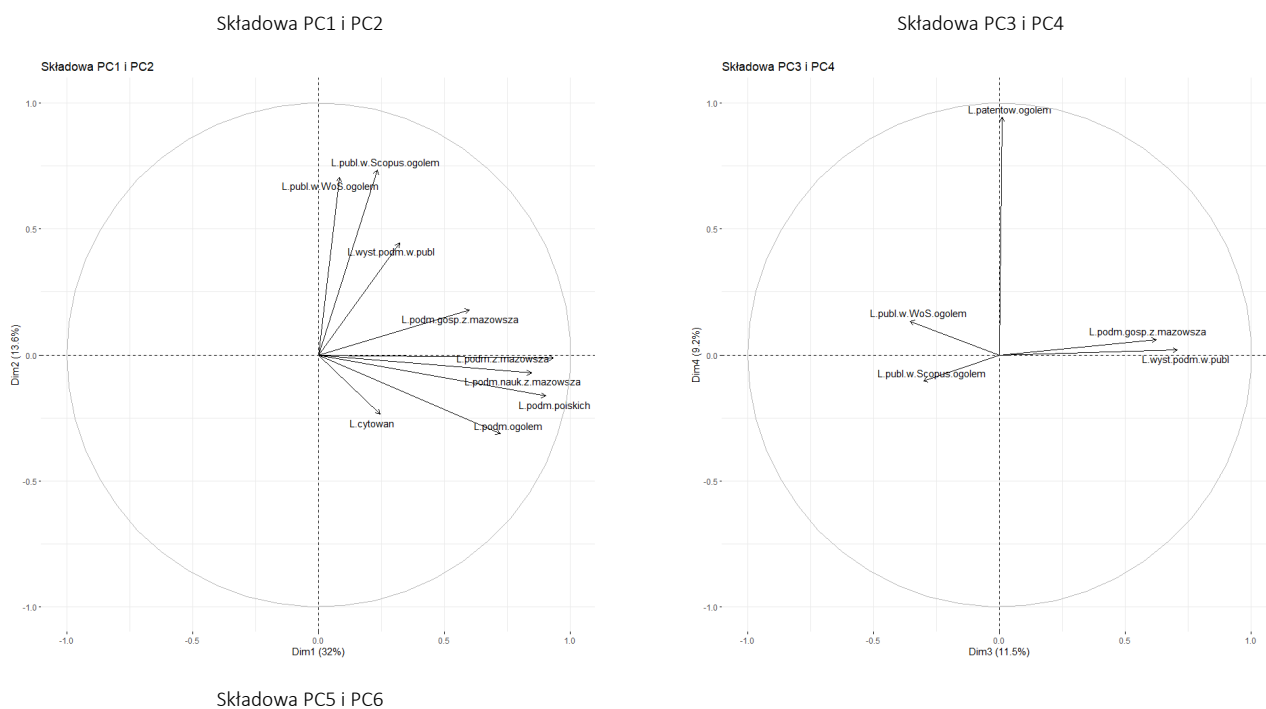


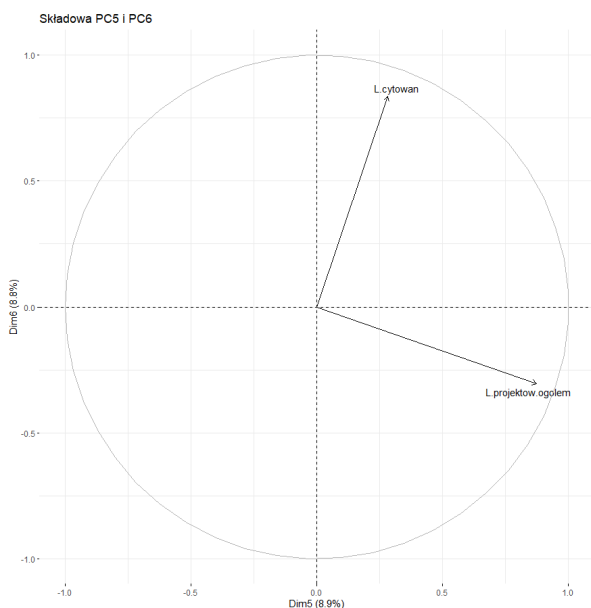


Rysunek 19. Wykres osypiska dla analizy głównych składowych PCA.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Elsevier, Clarivate, danych z portalu Cordis i baz patentowych [n = 8 629 dla Scopus, n = 1 224 dla Web of Science, n = 492 dla projektów Programu Horyzont 2020 i n = 1 389 dla patentów].

Dopiero analiza wykresów czynnikowych dostarcza nam informacji o charakterze składowych. Rysunek 20 wskazuje dość jednoznacznie, że składowe PC4, PC5 i PC6 kodują w głównej mierze odpowiednio: liczbę patentów, liczbę projektów i liczbę cytowań. Z tego względu **warto składowe PC5 i PC6 zostawić w analizie.**





Rysunek 20. Wykresy czynnikowe poszczególnych par składowych z analizy PCA.

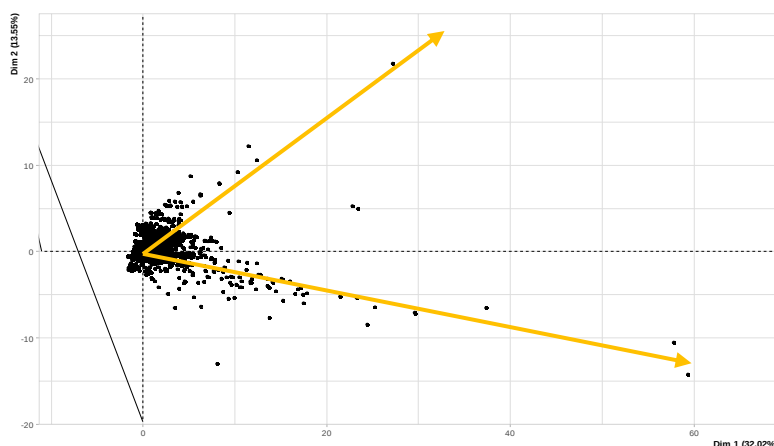
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Elsevier, Clarivate, danych z portalu Cordis i baz patentowych [n = 8 629 dla Scopus, n = 1 224 dla Web of Science, n = 492 dla projektów Programu Horyzont 2020 i n = 1 389 dla patentów].

Interpretacja głównych składowych daje bardzo ciekawe wnioski odnośnie modeli współpracy. Składowa PC1 koduje przede wszystkim wielkość współpracy mierzoną ogólną liczbą podmiotów ze szczególnym uwzględnieniem podmiotów mazowieckich. Pokrywanie się wektora ogólnej liczby podmiotów polskich z wektorem ogólnej liczby podmiotów mazowieckich sugeruje, że odsetek podmiotów mazowieckich do wszystkich podmiotów w rozważanych pracach utrzymuje się na podobnym poziomie. Podmioty wpisujące się w tę składową i o wysokiej wartości tego komponentu stawiają zatem **na częstą współpracę z podmiotami z Mazowsza, natomiast nie ma tu znaczenia długotrwała działalność badawczo-rozwojowa** (co wynika z prostopadle ułożonej zmiennej liczby publikacji ogółem). Mogą to być zatem podmioty, które **dołączają do jakichś badań lub zostają zaproszone do nich** bez nacisku na kontynuację współpracy lub samodzielne prowadzenie i publikowanie dalszych badań. Mogą to być właśnie te badania, które obejmują setki podmiotów i ogromne zespoły badawcze (przedstawione na rysunku 16 w górnej części wykresu). **Jest to zatem model warty wspierania przez politykę publiczną, szczególnie w kontekście kontynuowania współpracy** (ponieważ zasięg i oddźwięk takiego badania – dzięki liczbie podmiotów uczestniczących – może być znaczący).

Wysoka wartość składowej PC2 wskazuje w głównej mierze na **podmioty długotrwale prowadzące działalność badawczo-rozwojową i publikujące swoje wyniki**, które są indeksowane w bazach Scopus i Web of Science. Dla nich drugorzędne znaczenie ma liczba autorów z jednego ośrodka – są one raczej nastawione na publikowanie, chociaż trudno jest interpretować w tym przypadku, w jaki sposób kształtuje się ich liczba cytowań.



Co ciekawe, analizując wykres pokazujący przypisanie poszczególnych podmiotów do PC1 i PC2 (por. rysunek 22) można zauważyć wyraźny podział szczególnie względem osi PC2, a mianowicie wykres przypadków PC1 do PC2 ma strukturę w kształcie litery “V”. Górne ramię odpowiada za instytucje często i dużo publikujące, a dolne za publikujące rzadziej. Kształt litery “V” bierze się z tego, że w obu tych grupach zdarzają się współprace z dużą liczbą podmiotów – co powoduje wzrost czynnika PC1.



Rysunek 21. Wykres przypadków (podmiotów) wpisujących się w składową PC1 i PC2 na bazie analizy PCA.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Elsevier, Clarivate, danych z portalu Cordis i baz patentowych [n = 8 629 dla Scopus, n = 1 224 dla Web of Science, n = 492 dla projektów Programu Horyzont 2020 i n = 1 389 dla patentów].

Z kolei wysokie PC3 korespondować będzie z pracami pochodzącymi od **współpracujących ze sobą mazowieckich podmiotów gospodarczych** (wysoki dodatni wpływ L.podm.gosp.z.mazowska), **które raczej nie publikują często** (ujemny wpływ liczby publikacji w Scopus i Web of Science), ale za to w **licznych zespołach wewnętrznych** (na co wskazuje wysoki wpływ zmiennej L.wyst.podm.w.publ z jednoczesnym brakiem pozostałych zmiennych związanych z wielkością zespołu). Jest to zatem **kolejny model warty wspierania, szczególnie ze względu na to, że obejmuje podmioty gospodarcze z województwa**. Celem wsparcia powinno być tutaj również kontynuowanie i rozwijanie tej współpracy, aby pojawiało się więcej wyników prac badawczo-rozwojowych.

Pozostałe komponenty nie odpowiadają *de facto* za współpracę, tylko za cel i wyniki prac, tj. PC4 odpowiada za przygotowanie patentów, PC5 za projekty z Programu Horyzont 2020, a PC6 – za wynik aktywności w postaci liczby cytowań. Dlatego też nie będą tutaj omawiane.

Analiza dogłębna modeli współpracy wykazała trzy wzorce, z których dwa są warte wspierania. Po pierwsze, podmioty prowadzą wspólne prace w dużych zespołach z wieloma podmiotami ze świata i z Polski, a w szczególności z województwa. Takie podmioty powinny być wspierane polityką publiczną nakierowaną na kontynuowanie współpracy, co poprzez uczestnictwo wielu podmiotów



z województwa przyniesie potencjalnie dużą synergię. Podobnie, warto wspierać inny model współpracy, nakierowany na współdziałanie dużych zespołów z podmiotu współpracujących z innymi podmiotami gospodarczymi z województwa. Wzorzec, którego nie warto wspierać samodzielnie, to nakierowanie wyłącznie na publikowanie, jednakże powinien on być rozwijany w dwóch powyższych wzorcach (stać się ich celem).

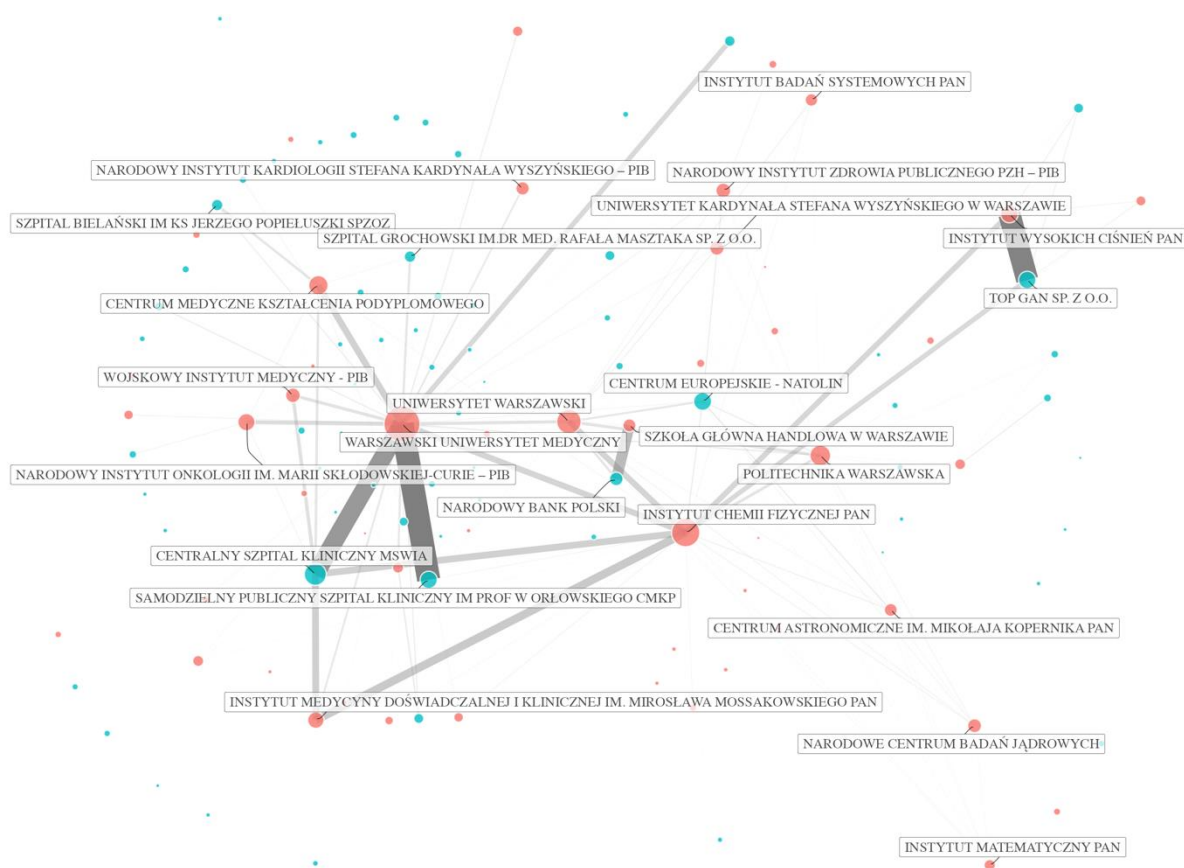
3.8. Bariery (czynniki hamujące), z którymi stykają się podmioty gospodarcze województwa mazowieckiego podejmujące działania B+R

Badania wykazały, że kluczową barierą (czynnikiem hamującym), z którymi stykają się podmioty gospodarcze województwa mazowieckiego podejmujące działania B+R jest **brak współpracy i wymiany wiedzy** (wskazywano, że współpracę podejmowano głównie z konieczności wynikającej z warunków uzyskania finansowania zewnętrznego). Blisko **połowa podmiotów gospodarczych** (1 127 z 2 372) **nie współpracowała z żadnym podmiotem lub instytucją naukową** w okresie 2014–2020. Dodatkowo, spośród podmiotów gospodarczych, które w latach 2014–2020 współpracowały, aż 40% (497 z 1 245) miało w całym okresie tylko jednego partnera, z którym realizowali jakąkolwiek aktywność badawczo-rozwojową. Co więcej, **prace badawczo-rozwojowe ponad połowy podmiotów są jednostkowe** – aż 1 255 podmiotów (53%) ma jedną publikację lub projekt lub patent! Kolejne 15% podmiotów (349) ma tylko dwie prace. Zatem **prowadzenie stałych i cyklicznych badań wydaje się być problemem podmiotów gospodarczych z województwa mazowieckiego**.

Jeżeli z 1 245 podmiotów, które mają jakąkolwiek współpracę z innymi podmiotami, w tym również z instytucjami nauki, wyeliminowane zostaną podmioty, które mają mniej niż 10 partnerów, pozostaną jedynie 192 podmioty. Jednak nawet one na grafie wykazują duże zróżnicowanie (rysunek 23). Odznaczają się na nim jedynie dwa szpitale – Centralny Szpital Kliniczny MSWiA i Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny im. Prof. W. Orłowskiego Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego (CMKP) oraz w dużo mniejszym stopniu Szpital Grochowski. Do tego można zauważyć dużą aktywność firmy Top GaN – producenta półprzewodnikowych diod laserowych emitujących światło o długości fali 400–420 nm na bazie technologii opracowanej w Instytucie Wysokich Ciśnień PAN tj. metodzie wzrostu kryształów GaN pod wysokim ciśnieniem. Współpracę odzwierciedla graf nr 22. Oprócz przytoczonych przykładów, należy wskazać również Centrum Europejskie Natolin – fundację założoną przez Skarb Państwa i Narodowy Bank Polski – jest to zatem kolejny podmiot publiczny. Z analizy wynika następujący wniosek: **podmioty aktywne w działalności badawczo-rozwojowej**



o rozległych partnerstwach to głównie podmioty państwowe, natomiast spółka Top GaN jest nielicznym wyjątkiem¹⁸.



Rysunek 22. Graf najczęstszej współpracy między podmiotami gospodarczymi z województwa mazowieckiego podczas przygotowania publikacji (z baz Scopus i Web of Science), projektów Programu Horyzont 2020 i patentów w latach 2014–2020.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Elsevier, Clarivate, danych z portalu Cordis i baz patentowych [n = 8 629 dla Scopus, n = 1 224 dla Web of Science, n = 492 dla projektów Program Horyzont 2020 i n = 1 389 dla patentów]. Uwaga: podmioty gospodarcze zaznaczono na niebiesko, na czerwono zaznaczono instytucje naukowe, które wystąpiły w produktach tej współpracy z podmiotami gospodarczymi. Wielkość węzłów oznacza liczbę wystąpień w produktach, a wielkość krawędzi – liczbę wspólnych produktów dwóch podmiotów.

Jak wykazała analiza opisana w poprzednim rozdziale, główne modele współpracy nie są nastawione na długotrwałe publikowanie. Jeżeli podmioty dużo publikują – nie ma dla nich znaczenia, czy i w jakich zespołach biorą udział (nie jest to czynnik różnicujący liczbę publikacji ogółem). Podmioty, które współpracują, są nastawione na szerokie partnerstwa z województwa, Polski i ze świata i nie mają problemu z nawiązywaniem takich kontaktów. Problemem jest jednak to (co również było wskazywane podczas wywiadów indywidualnych), że współpraca jest rzadko kontynuowana, trwa zazwyczaj tyle, ile trwa dany projekt – przeważnie 1–3 lata. Wynika to najczęściej z faktu, że finansowanie współpracy jest ograniczone

¹⁸ własność mieszana między sektorami z przewagą własności sektora prywatnego, w tym z przewagą własności krajowych osób fizycznych.



czasowo, m.in. poprzez ramy projektu lub też finansowanie określonego zadania przez dany podmiot.

Współpraca raczej kończy się samoistnie, wraz z zakończeniem badań i całego projektu. Mimo, że rozmówcy wywiadów chwalili sobie współpracę, zwracali uwagę na różnorodność zespołów badawczych, ale też podkreślali trudności w komunikacji, co w konsekwencji rzutowało na ogólne wrażenia ze współpracy. Nie były to jednak kwestie na tyle istotne, aby powodowały brak kontynuacji współpracy – raczej brak kontynuacji wynikał z braku ciągłości finansowania. Niemniej jednak rozmówcy wskazywali na pewne problemy i bariery na początkowym etapie współpracy:

- trudności z wypromowaniem i rozpowszechnieniem badania i możliwości udziału w nim;
- trudności w znalezieniu podmiotów chcących współpracować i wyborze konkretnych partnerów do badań;
- trudności w znalezieniu odpowiednich osób do zespołu badawczego,
- rozbieżność zdań i poglądów współautorów;
- konieczność pracy w międzynarodowym zespole;
- zły dobór lokalizacji podmiotów biorących udział w badaniach oraz komplikacje z tym związane (m.in. logistyczne);
- trudności w wydelegowaniu osób odpowiedzialnych za konkretne zadania;
- trudności z delegowaniem zadań do podgrup roboczych.

Według rozmówców problemy pojawiały się również w trakcie i na końcu współpracy, z których najważniejsze to:

- trudności z organizacją pracy zespołów badawczych;
- problemy z komunikacją pomiędzy członkami zespołów badawczych, szczególnie w międzynarodowym gronie;
- konieczność korzystania z zagranicznych norm i wytycznych pracy w Polsce;
- problemy z jakością pracy, na przykład zbyt duże uogólnienia, brak konkretów; konieczność poprawiania zadań po młodych członkach zespołów itp.;
- konieczność poprawy raportów ze względu na konflikt interesów;
- chęć wpływu na wynik badań przez niektórych członków zespołu;
- brak systematyczności w analizie danych;
- konieczność czekania na akceptację każdej części badań;
- brak możliwości konsultacji wyników z doświadczonymi badaczami spoza projektu.

Z kluczowymi barierami dotyczącymi współpracy łączą się inne bariery, które wynikają pośrednio z braku współpracy. Przede wszystkim brak współpracy oznacza brak dostępu do wykwalifikowanej kadry, na co wskazywano podczas wywiadów. Z reguły podmioty same



inwestują w podnoszenie kwalifikacji pracowników, ale mogą to robić w ograniczony sposób ze względu na brak odpowiednich środków finansowych, a także brak szkoleń szytych na miarę i o odpowiednio wysokim poziomie zaawansowania. Stąd wydaje się, że współpraca z doświadczonym partnerem może być rozwiązaniem obu wskazanych ograniczeń. Współpraca z partnerem może być też antidotum na słaby dostęp do infrastruktury badawczej – nie zawsze tworzenie własnego laboratorium jest optymalnym rozwiązaniem. Łatwiej i zdecydowanie taniej jest bowiem skorzystać z istniejącego zaplecza partnera niż tworzyć od podstaw własne laboratorium.

Brak współpracy to również brak tworzenia i rozwijania nowych rozwiązań. Rozmówcy podkreślali, że współpraca kończyła się po zakończeniu projektu. Przedsiębiorcy niechętnie inwestują własne środki w działalność badawczo-rozwojową z uwagi na wysokie koszty takiej działalności, wysokie ryzyko niepowodzenia, a także brak szybkiego zwrotu z takiej inwestycji. Dlatego wszelkie dofinansowanie lub pomoc zwrotna (abstrahując od tego, czy uzyskiwana samodzielnie czy w partnerstwach) byłaby bardzo pomocna w rozpoczęciu lub kontynuacji takiej aktywności. Problemem wydaje się być jednak to, że rozmówcy nie kontynuowali współpracy po zakończeniu finansowania, a więc najprawdopodobniej nie widzieli wystarczających korzyści z takiej współpracy, aby kontynuować ją na własną rękę.

*Mimo wyłonienia ciekawych i wartych wspierania modeli współpracy, badania wykazały, że blisko **połowa podmiotów gospodarczych nie posiadała żadnego podmiotu lub instytucji naukowej**, z którą współpracowała w okresie 2014–2020. Dodatkowo, spośród podmiotów gospodarczych, które współpracowały aż 40% miało w całym okresie tylko jednego partnera, z którym realizowali jakąkolwiek aktywność B+R. Co więcej, prace badawczo-rozwojowe ponad połowy podmiotów są jednostkowe (jedna publikacja lub jeden projekt lub jeden patent). Spośród najbardziej aktywnych i najszerzej współpracujących podmiotów gospodarczych, większość stanowią podmioty państwowe, co dodatkowo pogłębia niekorzystny obraz współpracy mazowieckich podmiotów przy pracach B+R. Brak współpracy powoduje szereg barier w prowadzeniu działalności B+R, jak brak dostępu do wysoko wykwalifikowanej kadry, infrastruktury i wyposażenia.*



Wnioski i rekomendacje z badania

Prace badawczo-rozwojowe były prowadzone w okresie pomiędzy 2014 a 2020 rokiem przez **2 570 podmiotów z województwa mazowieckiego**, z których 198 instytucji naukowych wpisanych było do rejestru POL-on. **2 372 podmioty gospodarcze** z województwa mazowieckiego przygotowały łącznie **1 224 publikacje** indeksowane w Web of Science, **10 027 publikacji** indeksowanych w Scopus, **492 projekty** z Programu Horyzont 2020 oraz **1 389 wniosków patentowych**.

Analiza słów kluczowych we wszystkich pracach wykazała istnienie ponad 14 tys. słów, z których 10,3 tys. słów (pogrupowanych w 27 obszarów) wystąpiło co najmniej dwa razy. Wskazuje to na dużą **różnorodność tematyki poruszanej przez analizowane podmioty gospodarcze z województwa mazowieckiego**. Najczęściej poruszały one tematy badawcze związane z **medycyną**, w szczególności związane z metodami leczenia różnych chorób oraz starzeniem się. Tematy medyczne występowały również w innych obszarach, jak fizyka, inżynieria czy nawet informatyka tworząc ciekawe połączenia interdyscyplinarne. Wyraźne były również tematy w dziedzinach nauk **fizycznych i chemicznych**, związane z badaniami nad pierwiastkami (galu, telluru, germanu) i ich związkami oraz ich zastosowaniem w elektromagnetyce, fotonice, kosmonautyce i urządzeniach elektronicznych. Występowały również tematy z obszaru matematyki, inżynierii, przetwarzania danych oraz ochrony środowiska.

Dominującymi obszarami badawczymi były w kolejności malejącej częstości występowania: obszary medycyny, fizyki, inżynierii oraz biochemii i genetyki, a także informatyki, socjologii i matematyki. Słowa związane z medycyną dotyczyły przeważnie kondycji zdrowotnej, różnych chorób, ich diagnozy i leczenia, a także ciąży i starzenia się. Spoza dziedziny medycyny pojawił się temat dotyczący azotku galu i jego zastosowania w laserach (tzw. niebieskim laserze) oraz układach elektronicznych, dzięki czemu można było zwiększyć poziom miniaturyzacji oraz poprawić sprawność energetyczną tych układów. Pojawiały się również tematy związane z nanocząstkami, światłowodami, technologią 5G, a także aspektami z nauk społecznych, m.in. kwestiami ekonomicznymi oraz Internetem rzeczy.

Z drugiej strony zidentyfikowano słowa **kluczowe najrzadziej występujące** w analizowanych pracach. Okazało się, że były one głównie uszczegółowieniem słów dominujących, opisanych wyżej. Były wśród nich jednak słowa nowe, mogące potencjalnie stanowić nisze rozwojowe.

Przez **nisze rozwojowe** rozumiano w badaniu obszary badawcze charakteryzujące się wysoką i nieprzerwaną dynamiką wzrostu liczby prac. Analiza wskazała **65 takich potencjalnych nisz badawczych**. Były to przede wszystkim nisze z obszaru energetyki i bezpieczeństwa, medycyny – nowoczesnych sposobów leczenia m.in. chorób układu krążeniowo-naczyniowego, cukrzycy, niektórych odmian raka, a także opieka nad kobietami w ciąży i dziećmi. Poza tym



występowały nisze z obszaru inżynieryjnego – technologie 5G, fotowoltaika, LED-y, a także genetyki – sekwencjonowanie nowej generacji (NGS). Warto zaznaczyć również duże znaczenie edukacji jako potencjalnej niszy.

Nisze rozwojowe, rozumiane jako najbardziej dynamicznie rozwijające się obszary badań, wpisują się częściowo w priorytetowe kierunki badań zidentyfikowane w inteligentnej specjalizacji województwa mazowieckiego. Wyniki badania wskazały, że 23 z 65 zidentyfikowanych nisz rozwojowych wpisuje się w 41 z 62 priorytetowych kierunków badań w ramach 4 obszarów inteligentnej specjalizacji. W największym stopniu w kierunki priorytetowych badań wpisują się nisze związane z bezpieczeństwem (pojawiające się w 27 przypadkach), energią (24), zdrowiem (13), diagnostyką (7) oraz sieciami (5). Nisze rozwojowe wpisują się najczęściej w badania z obszarów: Wysoka jakość życia (WOJAŻ) oraz Inteligentne systemy w przemyśle i infrastrukturze (INSPI), a najrzadziej – w Bezpieczną żywność (BEZY).

Analiza występowania słów kluczowych, z dominujących obszarów badawczych zidentyfikowanych na podstawie publikacji i projektów oraz w bazach patentów wskazuje na możliwość **komercjalizacji realizowanych tematów badawczych**. Dotyczy to w szczególności obszaru zdrowia (leczenia chorób i diagnostyki), bakterii i wirusów, komórek, białek, krwi i genów. Patentowane są również rozwiązania z zakresu nanotechnologii i nanocząstek, różnych pierwiastków, jonów, związków chemicznych (krzemionki), materiałów (poliuretanu). Komercjalizowane mogą być również tematy związane z czujnikami, promieniowaniem, pokrywaniem powierzchni, w tym wykorzystaniem inhibitorów, a przede wszystkim laserów opartych na azotku galu. Oprócz tematów dominujących pojawiło się kilka nowych, takich jak PCR (łańcuchowa reakcja polimerazy), silikon, kompozyty, enzymy czy technologie 3D, a także tematy związane ze zrównoważonym rozwojem, w szczególności z energią, emisją gazów, transportem, biogazami, biomasą i żywieniem.

Potencjalną komercjalizację wyników prac B+R prowadzą działy gospodarki związane przede wszystkim z opieką zdrowotną (dział 86), badaniami naukowymi i pracami rozwojowymi (dział 72), niektóre firmy z udziałem kapitału zagranicznego, a także producenci komputerów, wyrobów elektronicznych i optycznych (dział 26). Działy gospodarki, w których dominuje sektor państwowy, patentują nieco mniej niż powyższe działy. Również mniej niż te działy patentują działy zajmujące się oprogramowaniem (62), zarządzaniem (70) i doradztwem w zakresie architektury i inżynierii (71). Z kolei niektóre działy przemysłowe publikują mniej, ale patentują więcej niż powyższe działy, co wskazuje na ich znaczący potencjał komercjalizacyjny. Co ciekawe, zauważono znaczny rozdzwiek w aktywności patentowej pomiędzy branżami należącymi do tego samego działu, a dodatkowo w ramach poszczególnych branż występują zazwyczaj pojedyncze firmy, szczególnie aktywne na danym polu (wyjątkiem jest jedynie branża programistyczna). Niewielka liczba patentujących podmiotów w branżach może świadczyć o niewielkim potencjale innowacyjnym tej branży. Z drugiej strony nawet pojedyncze firmy



aktywne w pracach B+R często tworzą łańcuchy wartości i w ten sposób następuje dyfuzja wiedzy. Dodatkowo, często zupełnie różne branże prowadzą badania w pokrewnych obszarach tematycznych, co zwiększa możliwości transferu technologii i rozwiązań – i komercjalizację kolejnych wyników badań.

Blisko **połowa podmiotów gospodarczych aktywnych badawczo nie współpracowała z żadną organizacją badawczą**. Dodatkowo, spośród podmiotów gospodarczych, które współpracowały, aż 40% miało w całym okresie **tylko jednego partnera**, z którym realizowali jakąkolwiek aktywność B+R. Co więcej, **prace badawczo-rozwojowe ponad połowy podmiotów są jednostkowe** (jedna publikacja lub jeden projekt lub jeden patent). Spośród najbardziej aktywnych i najszerzej współpracujących podmiotów gospodarczych, większość stanowią podmioty państwowe, co dodatkowo pogłębia niekorzystny obraz współpracy mazowieckich podmiotów w aktywności B+R. Generalnie, w prace nad publikacjami angażowane są w większości 2–4 podmioty ogółem, w projektach Programu Horyzont 2020 jest ich kilkanaście z uwagi na konieczność zapewnienia szerokiego i silnego międzynarodowego konsorcjum. W przypadku patentów, najczęściej (80%) właścicielem praw własności intelektualnej jest tylko jeden podmiot.

Wśród podmiotów gospodarczych można wyróżnić trzy wzorce pracy nad publikacjami, projektami i patentami. Po pierwsze, podmioty prowadzą **wspólne prace w dużych zespołach z wieloma podmiotami ze świata i z Polski**, a w szczególności z województwa mazowieckiego. Poprzez uczestnictwo wielu podmiotów z województwa taki model współpracy może przynieść potencjalnie dużą synergię i tym samym dyfuzję wiedzy. Podobne korzyści może przynieść inny model współpracy – nakierowany na **współdziałanie dużego zespołu badaczy z jednego podmiotu z innymi podmiotami gospodarczymi z województwa**. Wzorzec, który przynosi najmniejszą synergię i dyfuzję wiedzy, to samodzielne publikowanie lub patentowanie.

Badanie potwierdziło¹⁹, że **najważniejszymi barierami** (czynnikami hamującymi), z jakimi stykają się podmioty gospodarcze prowadzące prace B+R (w tym należące do nisz rozwojowych) są:

- utrudniony dostęp środków finansowych na prowadzenie prac B+R i ich komercjalizację;
- utrudniony dostęp do specjalistycznej wiedzy i utrudniony jej transfer wynikający z braku współpracy międzysektorowej (gospodarka-nauka);
- utrudniony dostęp do infrastruktury badawczej i usług badawczych;
- utrudniony dostęp do wykwalifikowanej kadry, posiadającej specjalistyczną wiedzę.

¹⁹ Podobne bariery zidentyfikowano w badaniu: Borowczak A., Dobrowolska-Pawłowska K., Dziurdzik A., Klimczak T., Miller A., Płoszaj A. (2022), *Analiza wąskich gardeł dyfuzji innowacji, w tym cyfryzacji na Mazowszu*, LB&E na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Mazowieckiego w Warszawie, Warszawa.



Ponadto istnieje wiele barier o charakterze systemowym, świadomościowym w sektorze nauki oraz wynikających z niskiego potencjału przedsiębiorstw do absorpcji wiedzy²⁰.

Program operacyjny Fundusze Europejskie dla Mazowsza 2021–2027²¹ przewiduje katalog narzędzi/instrumentów odpowiadających na wymienione wyżej bariery²²:

- brak finansowania – konkursy na dotacje na prowadzenie prac B+R i wdrożenia;
- partnerstwa międzysektorowe – projekty realizowane przez przedsiębiorstwa obligatoryjnie we współpracy z organizacją badawczą;
- dostęp do infrastruktury badawczej – koszty kwalifikowalne projektów B+R lub partnerstwo z organizacją badawczą;
- specjalistyczna wiedza – koszty kwalifikowalne nabywania przez pracowników kompetencji lub partnerstwo z organizacją badawczą.

Ponadto badanie pokazało, że o ile publikacje i projekty realizowane są często w partnerstwach, to **wnioski patentowe składają zwykle pojedyncze podmioty**. Związane jest to z **posiadaniem praw własności intelektualnej (PWI)**, które powinny przysługiwać podmiotowi dokonującemu inwestycji wdrożeniowej. Z badań ewaluacyjnych wynika²³, że kwestie te nie są przedmiotem zainteresowania stron w momencie aplikowania o środki, a potem, kiedy wyniki prac B+R mają potencjał rynkowy stają się przyczyną sporu. Zachęty do tworzenia partnerstw powinny iść w parze z wymagalnością uregulowania podziału przyszłych praw PWI już na etapie podpisywania umowy o dofinansowanie.

Podsumowując, analiza pokazała, że:

- zidentyfikowano **trzy dominujące obszary badań** o największej liczbie badań, projektów i patentów (tj. obszary: 1) medyczny; 2) inżynierii, chemii i inżynierii chemicznej, materiałoznawstwa, fizyki, matematyki i informatyki; a także 3) nauk społeczno-ekonomicznych, humanistycznych, środowiskowych i rolniczych) oraz **65 nisz rozwojowych** województwa mazowieckiego (najbardziej dynamicznie rozwijających się obszarów badawczych), w tym **41 nisz wpisujących się w priorytetowe kierunki badań we wszystkich czterech obszarach inteligentnej specjalizacji** województwa mazowieckiego;
- **priorytetowe kierunki badań** wypracowane w ramach procesu przedsiębiorczego odkrywania w ramach inteligentnej specjalizacji województwa mazowieckiego:

²⁰ Tamże

²¹ Szczegółowy Opis Priorytetów Programu Fundusze Europejskie dla Mazowsza 2021-2027 (wersja SZOP.FEMA.002 z dnia 24 kwietnia 2023 r.)

²² Na podstawie: harmonogram-naboru-wniosków-fem.xls

²³ Klimczak T., Pylak K. (2020), *Ocena wpływu realizacji wybranych działań IV osi POIR oraz programów KE na rozwój jednostek naukowych, pobudzenie współpracy i komercjalizacji oraz rozwój kadr B+R a także na umiędzynarodowienie nauki polskiej i możliwości budowania partnerstw międzynarodowych w celu aplikowania do Programu Ramowego UE*. Moduł I, LB&E & EGO, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa.



- **nie obejmują wszystkich zidentyfikowanych dominujących obszarów badawczych** podejmowanych przez podmioty gospodarcze województwa mazowieckiego;
- **nie obejmują wszystkich zidentyfikowanych niszowych** (rozwijających się najbardziej dynamicznie) obszarów badawczych podejmowanych przez podmioty gospodarcze województwa mazowieckiego.

Podczas przygotowywania rekomendacji prowadzono wnikliwe dyskusje, odkrywające bezpośrednio trendy, pogłębiające zrozumienie zawartości każdego z klastrów tematycznych oraz znaczenia, jakie niosą ze sobą tematy publikacji w danym klastrze. Miało to szczególną wagę przy łączeniu tematów badawczych z inteligentną specjalizacją województwa. Aby dobrze zrozumieć treści, ważne było również zbadanie ich znaczenia kontekstowego w odniesieniu do podmiotów gospodarczych, które tworzą te treści. Dzięki takiemu podejściu opracowano rekomendacje oparte na zidentyfikowanych niszach rozwojowych i pracach badawczych B+R podejmowanych przez podmioty gospodarcze działające na obszarze województwa mazowieckiego i wskazano działania, które należy wzmocnić lub wprowadzić, by nastąpił dynamiczny rozwój inteligentnej specjalizacji regionu.

Z racji prowadzenia w województwie szeroko zakrojonych procesów przedsiębiorczego odkrywania, **rekomendacje dotyczą w głównej mierze aktualizacji priorytetowych kierunków badań** w ramach inteligentnej specjalizacji województwa mazowieckiego. Stosując przyjęte procedury przedsiębiorczego odkrywania, poddadzą one pod dyskusję możliwość rozszerzenia priorytetowych kierunków badań o obszary badawcze zidentyfikowane w badaniu (zarówno te dominujące jak i dynamicznie się rozwijające), które nie wpisują się w aktualnie zidentyfikowane kierunki badań.

Zidentyfikowane w badaniu bariery i czynniki hamujące prace B+R mazowieckich podmiotów, w tym należących do nisz rozwojowych, nie odbiegają od katalogu tych czynników identyfikowanych już w innych badaniach. Co więcej, wydaje się, że **katalog narzędzi Funduszy Europejskich dla Mazowsza 2021–2027 kompleksowo odpowiada na zidentyfikowane bariery**. Nie są zatem rekomendowane w tym obszarze żadne zalecenia. Pozostaje oczywiście kwestia szczegółowych rozwiązań stwarzających odpowiednie zachęty dla aplikujących. Te rozwiązania są tworzone na potrzeby poszczególnych naborów, których regulaminy nie zostały jeszcze opublikowane.



Tabela 2. Tabela rekomendacji.

Lp.	Wniosek (wraz ze wskazaniem strony w raporcie)	Powiązana z wnioskiem rekomendacja	Sposób wdrożenia (syntetyczne przedstawienie sposobu wdrożenia rekomendacji)	Podmiot/osoba odpowiedzialny /a za wdrożenie rekomendacji	Poziom rekomendacji (strategiczny lub operacyjny)	Priorytet wdrożenia (niski, średni, wysoki)
1.	Obszary dominujące w pracach B+R (s. 23-27): 1. Obszary badań medycznych, mikrobiologicznych, neuronaukowych, biochemicznych, genetycznych, biologii molekularnej oraz badań nad odpornością – w zakresie różnych technik diagnostyki i leczenia chorób (zarówno sposób leczenia, jak i leków) takich jak przede wszystkim nowotwory, choroby sercowo-naczyniowe i cukrzyca. 2. Obszary inżynierii, chemii i inżynierii chemicznej, materiałoznawstwa, fizyki, matematyki i informatyki – w zakresie badań nad pierwiastkami i związkami chemicznymi takimi jak gal, tlenek i azotek galu, deuter, a w szczególności materiały półprzewodnikowe (m.in. azotek galu, tlenek galu, tellurek kadmowo-rtęciowy), a także LED-y, światłowodowy, mikro-, nanostruktury i czujniki. 3. Obszary nauk społeczno-ekonomicznych, humanistycznych, środowiskowych i rolniczych – w zakresie zabezpieczania dóbr kultury, wzrostu gospodarczego, polityk makroekonomicznych, zarządzania procesami, planowaniem, efektywnością	Rekomenduje się poddanie pod dyskusję priorytetowych kierunków badań pod kątem możliwości dołączenia obszarów dominujących w pracach B+R zidentyfikowanych w niniejszym badaniu: jako uszczegółowienie celów badawczych, dodanie nowych celów badawczych do istniejących priorytetowych kierunków badań lub dodanie nowych priorytetowych kierunków badań.	Przedstawienie grupom roboczym opracowującym priorytetowe kierunki badań w ramach procesu przedsiębiorczego odkrywania obszarów dominujących w pracach B+R zidentyfikowanych w niniejszym badaniu. Weryfikacja, które z obszarów dominujących nie są w wystarczającym stopniu wspierane w ramach aktualnych priorytetowych kierunków badań (nie wpisują się w aktualne priorytetowe kierunki badań lub wpisują się w ograniczonym zakresie względem wniosków z analizy). Podjęcie dyskusji z grupami roboczymi nad uwzględnieniem tych obszarów dominujących w kolejnej aktualizacji priorytetowych kierunków badań.	Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego w Warszawie	Operacyjny	Średni



	i podejmowaniem decyzji. W obszarze nauk środowiskowych – zachowanie i różnorodność biologiczna, jej zachowanie, tworzenie nowych gatunków roślin, żywienie, monitorowanie i ochrona środowiska.					
2.	Obszary najrzadziej występujące w pracach B+R (s. 28-31): 1. Obszar medyczny – w zakresie niektórych jednostek chorobowych i wirusów (m.in. HCV, HBV, nadciśnienie, choroba Crohna, niepłodność, anoreksja, wypalenie zawodowe), sposobów diagnozy i leczenia (m.in. chirurgii, psychoterapii, obrazowania, telemedycyny), a także innowacyjnych podejść do diagnozy i leczenia chorób (adiponektyny, elastografia, autofagia, angioplastyka). 2. Obszar fizyki – w zakresie narzędzia FDTD, mikroskopu TEM, obserwacji gwiazd. 3. Obszar społeczeństwa – w zakresie zrównoważonego rozwoju, gazów cieplarnianych, eksploracji, przetwarzania i wykorzystywania danych, komunikacji optycznej, OFDM.	Wśród słów kluczowych najrzadziej występujących w pracach B+R znaleziono obszary, które potencjalnie mogłyby w przyszłości stanowić nisze rozwojowe województwa mazowieckiego (wskazane obok), dlatego rekomenduje się weryfikację ich potencjału w procesie przedsiębiorczego odkrywania.	Przedstawienie grupom roboczym opracowującym priorytetowe kierunki badań w ramach procesu przedsiębiorczego odkrywania obszarów najrzadziej występujących w pracach B+R zidentyfikowanych w niniejszym badaniu. Weryfikacja, które z obszarów najrzadziej występujących w pracach B+R mogą stać się potencjalnymi niszami rozwojowymi województwa mazowieckiego. Podjęcie dyskusji z grupami roboczymi nad uwzględnieniem niektórych obszarów najrzadziej występujących w kolejnej aktualizacji priorytetowych kierunków badań.	Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego w Warszawie	Operacyjny	Niski
3.	Potencjalne nisze rozwojowe (s. 31-33): 1. Nisze związane z bezpieczeństwem, w tym bezpieczeństwem energetycznym. 2. Nisze związane z medycyną, w tym z chorobami (m.in. niewydolnością serca, migotaniem przedsionków, tętniczym nadciśnieniem płucnym, astmą, cukrzycą,	Nisze rozwojowe (dynamicznie rozwijające się obszary badawcze) zidentyfikowane w badaniu powinny być premiowane w konkursach na dofinansowanie prac B+R w FEM 21–27.	Należy zastosować mechanizm koncentracji wsparcia na niszach rozwojowych odwołujący się do agend badawczych opisanych w priorytetowych kierunkach badań w województwie mazowieckim. Premiowane	Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego w Warszawie	Operacyjny	Średni



	grypą, stresem oksydacyjnym, zapaleniem wątroby typu c, epilepsją, osteoporozą, przewlekłą obturacyjną chorobą płuc, miażdżycą, rakiem jajnika, niedrobnokomórkowym rakiem płuca), diagnozą i leczeniem (m.in. biomarkerami, cytokinami, badaniami klinicznymi i typu „open-label”, obrazowaniem, sekwencjonowaniem nowej generacji), opieką nad ciążą i dziećmi. 3. Nisze techniczne w zakresie technologii 5G, kompozytów, fotowoltaiki, LED-ów. 4. Nisze związane z szeroko rozumianą edukacją.		powinny być te kierunki badań, wymienione w tym dokumencie, które obejmują nisze rozwojowe.			
4.	Potencjał komercjalizacyjny zidentyfikowanych tematów badawczych (s. 34-38): 1. W obszarze medycyny – w zakresie leczenie chorób i diagnostyki, a także badania nad bakteriami i wirusami, komórkami, białkami, krwią i genami. 2. W obszarze inżynierijskim – w zakresie nanotechnologii i nanocząstek, różnych pierwiastków, jonów, związków chemicznych (krzemionki), laserów opartych na azotku galu, materiałów (poliuretanu), czujników, promieniowania, pokrywania powierzchni, w tym wykorzystania inhibitorów. Działy i branże najbardziej zainteresowane wdrożeniami (s. 38-46): 1. Dział badań naukowych i prac rozwojowych – szczególnie w dziedzinie biotechnologii	Ponieważ wyniki badania wskazują, że w poszczególnych działach gospodarki patentują (i realizują projekty) podmioty z pojedynczych branż, a w branżach – często pojedyncze firmy (wyjątkiem jest tu branża oprogramowania), rekomenduje się wzmocnienie dyfuzji wiedzy na pokrewne podmioty i branże. Można w tym celu wykorzystać powiązania rynkowe, które zidentyfikowano w tym badaniu (klient – dostawca), a także wyniki badania dla województwa mazowieckiego pt. „<i>Analiza i wyznaczenie pokrewnej różnorodności branż tj. branż pokrewnych, których rozwój może być</i>	Identyfikacja branż (działów), które mogą potencjalnie korzystać z wyników prac B+R na bazie analizy kanałów dyfuzji z cytowanego badania. Premiowanie w kryteriach wyboru projektów B+R partnerstwa z podmiotem gospodarczym z innej branży / innego działu gospodarki. Zlecenie badania ewaluacyjnego oceniającego zwrot z wdrożenia innowacji w wyniku realizacji projektów B+R z zastosowaniem metod kontrfaktycznych (beneficjenci vs. nieskuteczni składający) wraz z zaplanowaniem zestawu działań promujących	Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego w Warszawie	Operacyjny	Wysoki



	(7211Z) i pozostałych nauk przyrodniczych i technicznych (7219Z), inżynierii (7112Z). 2. Dział opieki zdrowotnej – szczególnie branża praktyki lekarskiej ogólnej (8621Z). 3. Dział handlu hurtowego – branża sprzedaży hurtowej niewyspecjalizowanej (4609Z), a de facto producenci mebli i narzędzi, branża handlu hurtowego farmaceutyków (4646Z), a de facto przedstawicielstwa zagranicznych firm farmaceutycznych. 4. Dział produkcji komputerów, wyrobów elektronicznych i optycznych – branża producentów instrumentów i przyrządów pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (2615Z), branża producentów elementów elektronicznych (2611Z). 5. Dział ICT – branża związana z oprogramowaniem (6210Z), branża telekomunikacji przewodowej (6110Z). 6. Pojedyncze branże w sekcji przetwórstwa przemysłowego w zakresie produkcji maszyn i urządzeń (28), metalowych wyrobów gotowych (25), żywności (10), wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych (22), chemikaliów i wyrobów chemicznych (20), urządzeń elektrycznych (27). 7. Dział robót budowlanych związanych ze wznoszeniem budynków.	wspierany w ramach Mazowieckiego Systemu Innowacji” (2022), gdzie wskazano kanały dyfuzji innowacji pomiędzy branżami z uwzględnieniem wiedzy tworzonej w sektorze nauki.	wyniki tego badania przez Wykonawcę. Głównym pytaniem badawczym badania powinno być: Ile z 1 PLN inwestycji w projekt powstaje dodatkowego zysku dla przedsiębiorców z różnych branż / działów gospodarki? Które branże / działy gospodarki odnoszą największe korzyści z prac badawczych i rozwojowych? Które branże odznaczają się największym, a które najmniejszym ryzykiem niepowodzenia we wdrażaniu prac badawczych i rozwojowych? Jako główny element tego badania można zaplanować przebadanie projektodawców Regionalnego Programu Operacyjnego 2014–2020 i POIR z województwa mazowieckiego, w kontekście długookresowych korzyści, tj. przychodów, kosztów, zysków, a także losów wdrażanych innowacji, kontynuacji działalności innowacyjnej, współpracy z innymi podmiotami gospodarczymi i instytucjami naukowymi) i porównanie ich z innymi podmiotami, które nie			
--	---	--	---	--	--	--



			uzyskały dofinansowania z tych Programów.			
5.	Wyniki badania wykazały, że 23 z 65 zidentyfikowanych nisz rozwojowych wpisują się w 41 z 62 priorytetowych kierunków badań w ramach 4 obszarów inteligentnej specjalizacji (s. 46-47). Nisze rozwojowe najlepiej wpisujące się w obszary inteligentnej specjalizacji (s. 48-55): 1. Bezpieczeństwo, szczególnie w kontekście wysokiej jakości życia (WOJAŻ), systemów w przemyśle i infrastrukturze (INSPI) i bezpiecznej żywności (BEZY). 2. Energetyka w kontekście wytwarzania, w tym ze źródeł odnawialnych, magazynowania, przetwarzania, zarządzania, zmniejszania negatywnego wpływu lotnictwa (INSPI), instalacji przemysłowych, procesów produkcyjnych i infrastruktury (NEKO). 3. Zdrowie w kontekście zdrowia psychicznego, ochrony przed chorobami, terapii i rehabilitacji (WOJAŻ), wykluczenia społecznego (NEKO) i zdrowego żywienia oraz zrównoważonego rolnictwa (BEZY). 4. Diagnostyka w kontekście nowoczesnych rozwiązań diagnostycznych chorób cywilizacyjnych i nowotworów (WOJAŻ). 5. Sieci w kontekście inteligentnych sieci optymalizujących i automatyzujących procesy produkcyjne i zarządcze, a także rozwiązań	Nisze rozwojowe nie wpisujące się w aktualny katalog priorytetowych kierunków badań powinny być rekomendowane do szczególnego przeanalizowania w kontekście uszczegółowienia celów badawczych, dodania nowych celów badawczych do istniejących priorytetowych kierunków badań lub dodania nowych priorytetowych kierunków badań inteligentnej specjalizacji Mazowsza.	Przedstawienie grupom roboczym opracowującym priorytetowe kierunki badań w ramach procesu przedsiębiorczego odkrywania nisz, które nie wpisują się w obecne priorytetowe kierunki badań. Weryfikacja, które z nisz nie są w wystarczającym stopniu odzwierciedlone w ramach aktualnych priorytetowych kierunków badań (nie wpisują się w aktualne priorytetowe kierunki badań lub wpisują się w ograniczonym zakresie względem wniosków z analizy). Podjęcie dyskusji z grupami roboczymi nad uwzględnieniem tych nisz w kolejnej aktualizacji priorytetowych kierunków badań.	Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego w Warszawie	Operacyjny	Wysoki



	wspomagających biznes (NEKO) i Internet rzeczy (INSPI).					
6.	Badanie pokazało, że o ile publikacje i projekty realizowane są często w partnerstwach, to wnioski patentowe składają zwykle pojedyncze podmioty. Związane jest to z posiadaniem praw własności intelektualnej (PWI), które powinny przysługiwać podmiotowi dokonującemu inwestycji wdrożeniowej. Z badań ewaluacyjnych wynika, że kwestie te nie są przedmiotem zainteresowania stron w momencie aplikowania o środki, a potem, kiedy wyniki prac B+R mają potencjał rynkowy stają się przyczyną sporu (s. 56-60).	Zachęty do tworzenia partnerstw przy pracach B+R powinny iść w parze z wymagalnością uregulowania podziału przyszłych praw PWI już na etapie podpisywania umowy o dofinansowanie.	Należy obligatoryjnie wymagać podpisania umowy dotyczącej podziału PWI na etapie podpisywania umowy o dofinansowanie w projektach B+R dofinansowywanych z FEM 21–27. Należy dostarczyć szablon przykładowej umowy dotyczącej zasad podziału PWI pomiędzy partnerów.	Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego w Warszawie	Operacyjny	Średni



Conclusion and recommendation

Research and development work was carried out between 2014 and 2020 by **2 570 entities from the Mazowieckie Voivodeship**, of which 198 scientific institutions were listed in the POL-on register. **2,372 economic entities** from the Mazowieckie Voivodeship produced a total of **1,224 publications** indexed in Web of Science, **10,027 publications** indexed in Scopus, **492 projects** from the Horizon 2020 Programme and **1,389 patent applications**.

Analysis of keywords in all the works revealed the existence of over 14 thousand words, of which 10.3 thousand words (grouped into 27 areas) occurred at least twice. This indicates **a great diversity of topics covered by the analysed economic entities** from the Mazowieckie Voivodeship. Most frequently, they covered research topics related to **medicine**, in particular those related to methods of treating various diseases and ageing. Medical topics also occurred in other areas, such as physics, engineering or even computer science, creating interesting interdisciplinary combinations. Also prominent were themes in the **physical** and **chemical** sciences, related to research on elements (gallium, tellurium, germanium) and their compounds and their applications in electromagnetics, photonics, space science and electronic devices. There were also topics in the areas of mathematics, engineering, data processing and environmental protection.

The **predominant research areas** were, in descending order of frequency, the fields of medicine, physics, engineering and biochemistry and genetics, as well as computer science, sociology and mathematics. Words related to medicine mostly concerned health conditions, various diseases, their diagnosis and treatment, as well as pregnancy and ageing. Outside the medical field, there was a topic on gallium nitride and its use in lasers (the so-called blue laser) and electronic circuits, so that the level of miniaturisation could be increased, and the energy efficiency of these circuits could be improved. There were also topics related to nanoparticles, optical fibres, 5G technology, as well as aspects from the social sciences, including economic issues and the Internet of Things.

On the other hand, the **keywords occurring least frequently** in the analysed works were identified. It turned out that they were mainly a refinement of the dominant words described above. However, there were some new words among them that could potentially represent development niches.

Development niches were defined in the study as research areas characterised by a high and continuous growth rate in the number of works. The study identified 65 such potential research niches. These were primarily niches in the areas of energy and security, medicine – modern treatments for, among others, cardiovascular diseases, diabetes, certain types of cancer, as well as care for pregnant women and children. In addition, there were niches from the engineering area – 5G technologies, photovoltaics, LEDs, as well as genetics – next-



generation sequencing (NGS). It is also worth noting the high importance of education as a potential niche.

Development niches, understood as the most dynamically developing areas of research, **partly fit into the priority directions of research** identified in the smart specialisation of the Mazowieckie voivodeship. The results of the study indicated that 23 out of 65 identified development niches fit into 41 out of 62 priority directions of research within 4 areas of smart specialisation. To the greatest extent, niches related to security (appearing in 27 cases), energy (24), health (13), diagnostics (7) and networks (5) fit into the directions of priority research. The development niches fit most often into the research from the areas of: High quality of life (WOJAZ) and Intelligent systems in industry and infrastructure (INSPI), and least frequently in Safe food (BEZY).

An analysis of the keyword occurrences from the dominant research areas identified by publications and projects and in patent databases indicates **the potential for commercialisation of ongoing research topics**. This is particularly true in the areas of health (disease treatment and diagnostics), bacteria and viruses, cells, proteins, blood, and genes. Also patentable are solutions in the field of nanotechnology and nanoparticles, various elements, ions, chemical compounds (silica), materials (polyurethane). Topics related to sensors, radiation, surface coating, including the use of inhibitors, and above all gallium nitride-based lasers can also be commercialised. In addition to the dominant topics, several new ones have emerged, such as PCR (polymerase chain reaction), silicon, composites, enzymes, or 3D technologies, as well as sustainability topics, in particular energy, gas emissions, transport, biogas, biomass and nutrition.

Potential commercialisation of R&D results is pursued by economic divisions related primarily to health care (division 86), scientific research and development (division 72), some companies with foreign capital, and producers of computers, electronic and optical products (division 26). The economic divisions in which the state sector dominates patent slightly less than the above divisions. Also, less than these divisions patent the divisions dealing with software (62), management (70) and architectural and engineering consultancy (71). In contrast, some industrial divisions publish less but patent more than the above divisions, indicating their significant commercialisation potential. Interestingly, a significant disparity in patent activity between industries belonging to the same division was noted, and in addition, within industries there are usually single companies that are particularly active in a particular field (the only exception being the software industry). The small number of patenting entities within industries may be indicative of the low innovation potential of the industry. On the other hand, even individual companies active in R&D often form value chains and thus knowledge diffusion can occur. In addition, often completely different industries conduct research in related subject areas, which increases the possibilities for technology and solution transfer – and the commercialisation of further research results.



Nearly half of the research-active economic entities did not cooperate with any research organisation. In addition, of the economic entities that cooperated, as many as 40% had only one partner with whom they carried out any R&D activity during the entire period. Moreover, the R&D work of more than half of the entities is one-off (one publication or one project or one patent). Among the most active and extensively cooperating economic entities, the majority are state-owned entities, which further deepens the unfavourable picture of cooperation of Mazovian entities in R&D activity. In general, the majority of 2–4 entities in total are involved in the work on publications, in Horizon 2020 projects there are a dozen or so, due to the necessity of ensuring a broad and strong international consortium. In the case of patents, most often (80%) only one entity is the owner of the intellectual property rights.

Three patterns of working on publications, projects and patents can be distinguished among economic entities. Firstly, entities carry out **joint work in large teams with many entities from the world and Poland**, and in particular from the Mazovian region. Through the participation of many entities from the province, such a model of collaboration can potentially bring about great synergies and thus knowledge diffusion. A different model of collaboration – directed at the interaction of **a large team of researchers from one entity with other entities from the region** – can bring similar benefits. The model that brings the least synergy and knowledge diffusion is self-publishing or patenting.

The survey confirmed²⁴ that **the most important barriers** (inhibiting factors) faced by economic entities carrying out R&D work (including those belonging to development niches) are:

- difficult access to financial resources for carrying out R&D and its commercialisation;
- difficult access to and transfer of specialised knowledge resulting from lack of inter-sectoral cooperation (economy-science);
- difficult access to research infrastructure and services;
- difficult access to qualified staff with specialist knowledge.

In addition, there are many barriers of a systemic nature, awareness in the science sector and due to the low potential of enterprises to absorb knowledge²⁵.

The Operational Programme European Funds for Mazovia 2021–2027²⁶ **provides a catalogue of tools/instruments to address the barriers listed above²⁷:**

- no funding – competitions for grants to carry out R&D and implementation;

²⁴ Similar barriers were identified in the study: Borowczak A., Dobrowolska-Pawłowska K., Dziurdzik A., Klimczak T., Miller A., Płoszaj A. (2022), *Analysis of bottlenecks of diffusion of innovations, including digitisation in Mazowsze*, LB&E commissioned by the Office of the Marshal of the Mazowieckie Voivodeship in Warsaw, Warsaw.

²⁵ Ibidem.

²⁶ Detailed description of the priorities of the European Funds for Mazovia Programme 2021-2027 (version SZOP.FEMA.002 of 24 April 2023).

²⁷ Based on: harmonogram-naboru-wniosków-fem.xls



- cross-sector partnerships – projects carried out by enterprises obligatorily in cooperation with research organisation;
- access to research infrastructure – eligible costs of R&D projects or partnership with research organisation;
- specialised knowledge – eligible costs for the acquisition of competences by employees or partnership with a research organisation.

Furthermore, the study showed that while publications and projects are often carried out in partnerships, **patent applications are usually filed by single entities**. This is related to the ownership of intellectual property rights (IPR), which should belong to the entity performing the implementation investment. Evaluation studies²⁸ show that these issues are not addressed by the parties at the time of applying for funds and later, when the R&D results have market potential, they become a cause for dispute. Encouraging partnerships should go hand in hand with the requirement to regulate the division of future IPR rights already at the stage of signing the funding agreement.

In summary, the analysis showed that:

- **three dominant research areas** with the highest number of studies, projects and patents were identified (i.e. areas of: 1) medical science; 2) engineering, chemistry and chemical engineering, material science, physics, mathematics and computer science; and 3) socio-economic sciences, humanities, environmental sciences and agricultural sciences), as well as **65 development niches** of the Mazowieckie voivodeship (the most dynamically developing research areas), including **41 niches that fit into the priority research directions in all four areas of smart specialisation** of the Mazowieckie voivodeship;
- **priority research directions** developed as part of the entrepreneurial discovery process within the smart specialisation of the Mazowieckie Voivodeship:
 - **do not cover all the identified dominant research areas** undertaken by economic entities in the Mazowieckie Voivodeship;
 - **do not cover all identified niche** (most dynamically developing research areas) undertaken by economic entities in the Mazowieckie Voivodeship.

During the development of recommendations, in-depth discussions were held, uncovering trends directly, deepening the understanding of the content of each thematic cluster and the relevance of the publication topics in the cluster. This was of particular importance when linking research topics to the smart specialisation of the region. In order to have a good understanding of the content, it was also important to examine its contextual

²⁸ Klimczak T., Pylak K. (2020), *Assessment of the impact of the implementation of selected measures of the 4th axis POIR and EC Programmes on the development of scientific entities, stimulation of cooperation and commercialisation and development of R&D staff as well as on the internationalisation of Polish science and the possibility of building international partnerships in order to apply for the EU Framework Programme*. Module I, LB&E & EGO, National Centre for Research and Development, Warsaw.



relevance in relation to the economic entities that make up the content. Thanks to this approach, recommendations were developed based on the identified development niches and R&D research work undertaken by economic entities operating in the area of the Mazowieckie Voivodeship, and actions were identified that should be strengthened or introduced for the dynamic development of the region's smart specialisation to occur.

Due to the extensive entrepreneurial discovery processes conducted in the voivodeship, the **recommendations mainly concern the update of priority research directions** within the smart specialisation of the Mazowieckie voivodeship. Applying the adopted entrepreneurial discovery procedures, they will discuss the possibility of extending the priority research directions by research areas identified in the study (both dominant and dynamically developing ones), which do not fit into the currently identified research directions.

The barriers and factors inhibiting R&D work of Mazovian entities identified in the study, including those belonging to development niches, do not differ from the catalogue of these factors already identified in other studies. Moreover, it seems that **the catalogue of tools of the European Funds for Mazowsze 2021–2027 comprehensively responds to the identified barriers**. Therefore, no recommendations are recommended in this area. There remains, of course, the issue of detailed solutions creating appropriate incentives for applicants. These solutions are created for the needs of individual calls for proposals, the regulations of which have not yet been published.



Tabela 3. Recommendation table.

#	Conclusion (with indication of the page in the report)	Related recommendation	Implementation (synthetic representation of how the recommendation will be implemented)	Entity/person responsible for recommendation implementation	Recommendation level (strategic or operational)	Implementation priority (low, medium, high)
1.	Areas dominating R&D work (pp. 23-27): 1. Areas of medical, microbiological, neuroscientific, biochemical, genetic, molecular biology and immune research - in terms of various techniques for the diagnosis and treatment of diseases (both treatment modalities and drugs) such as primarily cancer, cardiovascular disease and diabetes. 2. Areas of engineering, chemistry and chemical engineering, materials science, physics, mathematics and computer science - in the study of elements and chemical compounds such as gallium, gallium oxide and gallium nitride, deuterium, and in particular semiconductor materials (including gallium nitride, gallium oxide, cadmium telluride), as well as LEDs, optical fibres, micro-, nano- and nanostructures and sensors. 3. Areas of socio-economic sciences, humanities, environmental sciences and agricultural sciences - in securing cultural assets, economic growth, macroeconomic policies, process management, planning, efficiency and decision-making. In the area of environmental sciences - conservation and	It is recommended to discuss the priority research directions in terms of the possibility of attaching the areas dominating the R&D work identified in this study: as a refinement of the research objectives, adding new research objectives to the existing priority research directions or adding new priority research directions.	Presentation to the working groups developing priority research directions as part of the entrepreneurial discovery process of the dominant areas of R&D work identified in this study. Verification of which dominant areas are not sufficiently supported in the current priority research directions (do not fit into the current priority research directions or fit to a limited extent relative to the conclusions of the study). Initiating a discussion with the working groups on the inclusion of these dominant areas in the next update of the priority research directions.	Marshal's Office of the Mazowieckie Voivodeship in Warsaw	Operational	Medium



	biodiversity, its preservation, creation of new plant species, nutrition, environmental monitoring and protection.					
2.	Areas of least frequent R&D (pp. 28-31): 1. Medical area - in terms of some disease entities and viruses (e.g., HCV, HBV, hypertension, Crohn's disease, infertility, anorexia, burnout), modes of diagnosis and treatment (e.g. surgery, psychotherapy, imaging, telemedicine), and innovative approaches to disease diagnosis and treatment (adiponectin, elastography, autophagy, angioplasty). 2. Area of physics - in terms of the FDTD tool, TEM microscope, stellar observations. 3. Area of society - on sustainability, greenhouse gases, data mining, processing and use, optical communication, OFDM.	Among the keywords least frequently occurring in R&D work, areas were found that could potentially constitute development niches of the Mazowieckie Voivodeship in the future (indicated opposite), therefore it is recommended to verify their potential in the entrepreneurial discovery process.	Presentation to working groups developing priority research directions as part of the entrepreneurial discovery process of the areas least frequently occurring in R&D work identified in this study. Verification of which of the areas least frequently occurring in R&D work could become potential development niches of the Mazowieckie Voivodeship. Initiating a discussion with the working groups on including some of the rarest areas in the next update of the priority research directions.	Marshal's Office of the Mazowieckie Voivodeship in Warsaw	Operational	Low
3.	Potential development niches (pp. 31-33): 1. Security-related niches, including energy security. 2. Niches related to medicine, including diseases (e.g. heart failure, atrial fibrillation, pulmonary arterial hypertension, asthma, diabetes, influenza, oxidative stress, hepatitis c, epilepsy, osteoporosis, chronic obstructive pulmonary disease, atherosclerosis, ovarian cancer, non-small cell lung cancer), diagnosis and treatment (e.g. biomarkers, cytokines, clinical and e.g. biomarkers, cytokines, clinical	The development niches (dynamic research areas) identified in the study should be given preference in FEM 21-27 R&D funding calls.	The mechanism of focusing support on development niches referring to research agendas described in Priority Research Directions in the Mazowieckie Voivodeship should be applied. Preference should be given to those research directions, listed in this document, which cover development niches.	Marshal's Office of the Mazowieckie Voivodeship in Warsaw	Operational	Medium



	and open-label trials, imaging, next-generation sequencing), pregnancy and child care. 3. Technical niches in 5G technologies, composites, photovoltaics, LEDs. 4. Niches related to education in the broadest sense.					
4.	Commercialisation potential of the identified research topics (pp. 34-38): 1. Area of medicine - in the field of disease treatment and diagnostics, as well as research on bacteria and viruses, cells, proteins, blood and genes. 2. Engineering area - in nanotechnology and nanoparticles, various elements, ions, compounds (silica), gallium nitride-based lasers, materials (polyurethane), sensors, radiation, surface coating, including the use of inhibitors. Departments and industries most interested in implementations (pp. 38-46): 1. Research and development - especially in biotechnology (7211Z) and other natural sciences and engineering (7219Z), engineering (7112Z). 2. Health care division - especially the general medical practice industry (8621Z). 3. Wholesale trade division - the non-specialised wholesale industry (4609Z), and de facto manufacturers of furniture and tools, the pharmaceutical wholesale industry (4646Z), and	Since the results of the study indicate that in individual sectors of the economy entities from single industries patent (and implement projects), and in industries - often single companies (the software industry is an exception), it is recommended to strengthen the diffusion of knowledge to related entities and industries. The market linkages identified in this study (customer – supplier), as well as the results of the study for the Mazowieckie Voivodeship entitled <i>"Analysis and delineation of related diversity of industries, i.e. related industries, the development of which can be supported within the Mazovian Innovation System"</i> (2022), where channels of diffusion of innovations between industries were identified, taking into account knowledge created in the science sector.	Identification of industries (divisions) that can potentially benefit from R&D results according to the analysis of diffusion channels from the cited study. Giving preference in the selection criteria for R&D projects to partnerships with an economic entity from another industry / another sector of the economy. Commissioning an evaluation study assessing the return on implementation of innovations as a result of R&D projects using counterfactual methods (beneficiaries vs. ineffective contributors) together with planning a set of activities promoting the results of this study by the Contractor. The main research question of the study should be: How much from 1 PLN of investment in the project is additional profit created for	Marshal's Office of the Mazowieckie Voivodeship in Warsaw	Operational	High



	de facto representative offices of foreign pharmaceutical companies. 4. Computer, electronic and optical products manufacturing division - measuring, control and navigation instruments and appliances manufacturers industry (2615Z), electronic components manufacturers industry (2611Z). 5. ICT - software-related industry (6210Z), wired telecommunications industry (6110Z). 6. Single industries in the manufacturing section of machinery and equipment manufacturing (28), finished metal products (25), food (10), rubber and plastic products (22), chemicals and chemical products (20), electrical equipment (27). 7. Building construction works division.		entrepreneurs from different industries / sectors of the economy? Which industries / sectors of the economy benefit most from research and development work? Which industries have the highest and the lowest risk of failure in the implementation of R&D work? As the main element of this study, it can be planned to survey the project developers of the Regional Operational Programme 2014-2020 and POIR from the Mazowieckie Voivodeship, in the context of long-term benefits, i.e. revenues, costs, profits, as well as the fate of implemented innovations, continuation of innovative activities, cooperation with other economic entities and scientific institutions) and compare them with other entities that have not received funding from these Programmes.			
5.	The results of the study showed that 23 of the 65 identified development niches fit into 41 of the 62 priority research directions within the 4 smart specialisation areas (pp. 46-47). Development niches that best fit into the smart specialisation areas (pp. 48-55):	Development niches that do not fit into the current catalogue of priority research directions should be recommended for special analysis in the context of detailing research objectives, adding new research objectives to the existing priority	Presentation to the working groups developing the priority research directions as part of the entrepreneurial discovery process of niches that do not fit within the current priority research directions. Verification of which	Marshal's Office of the Mazowieckie Voivodeship in Warsaw	Operational	High



	1. Security, especially in the context of a high quality of life (WOJAŻ), systems in industry and infrastructure (INSPI) and safe food (BEZY). 2. Energy, in the context of generation, including from renewable sources, storage, conversion, management, reduction of negative impacts of aviation (INSPI), industrial installations, production processes and infrastructure (NEKO). 3. Health in the context of mental health, disease protection, therapy and rehabilitation (INSPI), social exclusion (NEKO) and healthy nutrition and sustainable agriculture (BEZY). 4. Diagnostics in the context of modern diagnostic solutions for lifestyle diseases and cancer (WOJAŻ). 5. Networks in the context of intelligent networks optimising and automating production and management processes, as well as business support solutions (NEKO) and the Internet of Things (INSPI).	research directions or adding new priority research directions of the Mazovia smart specialisation.	niches are not sufficiently reflected within the current priority research directions (do not fit into the current priority research directions or fit in a limited way relative to the conclusions of the analysis). Initiating a discussion with the working groups on the inclusion of these niches in the next update of the priority research directions.			
6.	The study showed that while publications and projects are often carried out in partnerships, patent applications are usually filed by single entities. This is related to the ownership of intellectual property rights (IPRs), which should belong to the entity making the implementation investment. Evaluation studies show that these issues are not addressed by the parties at the time of applying for funds, and later when the	Incentives for R&D partnerships should go hand in hand with the requirement to regulate the sharing of future IPR already at the stage of signing the funding agreement.	It should be mandatory to require an agreement on IPR sharing at the stage of signing the grant agreement in R&D projects subsidised from FEM 21-27. A template of a sample agreement on IPR sharing rules between partners should be provided.	Marshal's Office of the Mazowieckie Voivodeship in Warsaw	Operational	Medium



	R&D results have market potential, they become a cause for dispute (pp. 56-60).					
--	---	--	--	--	--	--



Bibliografia

- Acedo, F. J., Barroso, C., Casanueva, C., & Galan, J. L. (2006). Co-authorship in management and organizational studies: An Empirical and Network Analysis. *Journal of Management Studies*, 43(5), 957–983.
- Aguinis, H., Gottfredson, R. K., & Wright, T. A. (2011). Best-practice recommendations for estimating interaction effects using meta-analysis. *Journal of Organizational Behavior*, 32(8), 1033–1043.
- Aguinis, H., Pierce, C. A., Bosco, F. A., Dalton, D. R., & Dalton, C. M. (2011). Debunking myths and urban legends about meta-analysis. *Organizational Research Methods*, 14 (2), 306–331.
- Andersen, N. (2019). Mapping the expatriate literature: A bibliometric review of the field from 1998 to 2017 and identification of current research fronts. *International Journal of Human Resource Management*. Available at doi: 10.1080/09585192.2019.1661267 (in press).
- Andrikopoulos, A., & Economou, L. (2016). International Review of Financial Analysis coauthorship and subauthorship patterns in financial economics. *International Review of Financial Analysis*, 46, 12–19.
- Appio, F. P., Cesaroni, F., & Di Minin, A. (2014). Visualizing the structure and bridges of the intellectual property management and strategy literature: A document co-citation analysis. *Scientometrics*, 101(1), 623–661.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975.
- Backhaus, K., Lügger, K., & Koch, M. (2011). The structure and evolution of business-to-business marketing: A citation and co-citation analysis. *Industrial Marketing Management*, 40(6), 940–951.
- Baker, H. K., Kumar, S., & Pandey, N. (2020). A bibliometric analysis of Managerial Finance: A retrospective. *Managerial Finance*, 46(11), 1495–1517.
- Baker, H. K., Kumar, S., & Pandey, N. (2021). Forty years of the Journal of Futures Markets: A bibliometric overview. *Journal of Futures Markets*. Available at doi: 10.1002/fut.22211 (in press).
- Baker, H. K., Kumar, S., & Pattnaik, D. (2020). Twenty-five years of the Journal of Corporate Finance: A scientometric analysis. *Journal of Corporate Finance*, 66, Article 101572.
- Baker, H. K., Pandey, N., Kumar, S., & Haldar, A. (2020a). A bibliometric analysis of board diversity: Current status, development, and future research directions. *Journal of Business Research*, 108(January), 232–246.
- Borowczak A., Dobrowolska-Pawłowska K., Dziurdzik A., Klimczak T., Miller A., Płoszaj A. (2022), Analiza wąskich gardel dyfuzji innowacji, w tym cyfryzacji na Mazowszu, LB&E na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Mazowieckiego w Warszawie, Warszawa.
- Broadus, R. N. (1987). Toward a definition of “bibliometrics”. *Scientometrics*, 12(5–6), 373–379.
- Brown, T., Park, A., & Pitt, L. (2020). A 60-year bibliographic review of the Journal of Advertising Research: Perspectives on trends in authorship, influences, and research impact. *Journal of Advertising Research*, 60(4), 353–360.
- Burton, B., Kumar, S., & Pandey, N. (2020). Twenty-five years of The European Journal of Finance (EJF): A retrospective analysis. *The European Journal of Finance*, 26(18), 1817–1841.
- Carney, M., Gedajlovic, E. R., Heugens, P. P., Van Essen, M., & Van Oosterhout, J. (2011). Business group affiliation, performance, context, and strategy: A meta-analysis. *Academy of Management Journal*, 54(3), 437–460.
- Chang, Y. W., Huang, M. H., & Lin, C. W. (2015). Evolution of research subjects in library and information science based on keyword, bibliographical coupling, and co-citation analyses. *Scientometrics*, 105(3), 2071–2087.
- Cisneros, L., Ibanescu, M., Keen, C., Lobato-Calleros, O., & Niebla-Zatarain, J. (2018). Bibliometric study of family business succession between 1939 and 2017: Mapping and analyzing authors’ networks. *Scientometrics*, 117(2), 919–951.



- Combs, J. G., Ketchen, D. J., Jr, Crook, T. R., & Roth, P. L. (2011). Assessing cumulative evidence within 'macro' research: Why meta-analysis should be preferred over vote counting. *Journal of Management Studies*, 48(1), 178–197.
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146–166.
- Crane, D. (1969). Social structure in a group of scientists: A test of the "invisible college". *American Sociological Review*, 34(3), 335–352.
- Dezso, C. L., & Ross, D. G. (2012). Does female representation in top management improve firm performance? A panel data investigation. *Strategic Management Journal*, 33(9), 1072–1089.
- Ding, Y., Yan, E., Frazho, A., & Caverlee, J. (2009). PageRank for ranking authors in co-citation networks. *Journal of the American Society for Information Science*, 60(11), 2229–2243.
- Donthu, N., Gremler, D. D., Kumar, S., & Pattnaik, D. (2020a). Mapping of Journal of Service Research themes: A 22-year review. *Journal of Service Research*. Available at doi: 10.1177/1094670520977670032 (in press).
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., Lim, M. W. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines, *Journal of Business Research*, Vol. 133, pp. 285–296.
- Donthu, N., Kumar, S., & Pattnaik, D. (2020b). Forty-five years of Journal of Business Research: A bibliometric analysis. *Journal of Business Research*, 109(1), 1–14.
- Donthu, N., Kumar, S., & Pandey, N. (2020c). A retrospective evaluation of Marketing Intelligence and Planning: 1983–2019. *Marketing Intelligence and Planning*. Available at doi: <https://doi.org/10.1108/MIP-02-2020-0066> (in press).
- Donthu, N., Kumar, S., Pandey, N., & Gupta, P. (2021). Forty years of the International Journal of Information Management: A bibliometric analysis. *International Journal of Information Management*, 57, Article 102307.
- Donthu, N., Kumar, S., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021a). Research constituents, intellectual structure, and collaboration patterns in Journal of International Marketing: An analytical retrospective. *Journal of International Marketing*. Available at doi: 10.1177/1069031X211004234 (in press).
- Donthu, N., Kumar, S., Pandey, N., & Soni, G. (2020d). A retrospective overview of Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics using a bibliometric analysis. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*. Available at doi: 10.1108/APJML-04-2020-0216 (in press).
- Donthu, N., Kumar, S., Pattnaik, D., & Lim, W. M. (2021). A bibliometric retrospection of marketing from the lens of psychology: Insights from Psychology & Marketing. *Psychology & Marketing*, 38(5), 834–865. <https://doi.org/10.1002/mar.21472>.
- Donthu, N., Reinartz, W., Kumar, S., & Pattnaik, D. (2020e). A retrospective review of the first 35 years of the International Journal of Research in Marketing. *International Journal of Research in Marketing*. Available at doi: 10.1016/j.ijresmar.2020.10.006 (in press).
- Durisin, B., & Puzone, F. (2009). Maturation of corporate governance research, 1993–2007: An assessment. *Corporate Governance: An International Review*, 17(3), 266–291.
- Ellegaard, O., & Wallin, J. A. (2015). The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? *Scientometrics*, 105(3), 1809–1831.
- Emich, K. J., Kumar, S., Lu, L., Norder, K., & Pandey, N. (2020). Mapping 50 years of Small Group Research through small group research. *Small Group Research*, 51(6), 659–699.
- Fahimnia, B., Sarkis, J., & Davarzani, H. (2015). Green supply chain management: A review and bibliometric analysis. *International Journal of Production Economics*, 162, 101–114.
- Gaur, A., & Kumar, M. (2018). A systematic approach to conducting review studies: An assessment of content analysis in 25 years of IB research. *Journal of World Business*, 53(2), 280–289.
- Hjørland, B. (2013). Facet analysis: The logical approach to knowledge organization. *Information Processing and Management*, 49(2), 545–557.



- Hu, C., Song, M., & Guo, F. (2019). Intellectual structure of market orientation: A citation/co-citation analysis. *Marketing Intelligence and Planning*, 37(6), 598–616.
- Junni, P., Sarala, R. M., Taras, V. A. S., & Tarba, S. Y. (2013). Organizational ambidexterity and performance: A meta-analysis. *Academy of Management Perspectives*, 27(4), 299–312.
- Kessler, M. M. (1963). Bibliographic coupling between scientific articles. *American Documentation*, 14(1), 123–131.
- Khan, M. A., Pattnaik, D., Ashraf, R., Ali, I., Kumar, S., & Donthu, N. (2021). Value of special issues in the Journal of Business Research: A bibliometric analysis. *Journal of Business Research*, 125, 295–313.
- Klimczak T., Pylak K. (2020), Ocena wpływu realizacji wybranych działań IV osi POIR oraz programów KE na rozwój jednostek naukowych, pobudzenie współpracy i komercjalizacji oraz rozwój kadr B+R a także na umiędzynarodowienie nauki polskiej i możliwości budowania partnerstw międzynarodowych w celu aplikowania do Programu Ramowego UE. Moduł I, LB&E EGO, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa.
- Kumar, S., Lim, W. M., Pandey, N., & Westland, J. C. (2021). 20 years of Electronic Commerce Research. *Electronic Commerce Research*, 21(1), 1–40.
- Kumar, S., Surekha, R., Lim, W. M., Mangla, S. K., & Goyal, N. (2021). What do we know about business strategy and environmental research? Insights from Business Strategy and the Environment. *Business Strategy and the Environment*. Available at doi: <https://doi.org/10.1002/bse.2813> (in press).
- Lahiri, S., Mukherjee, D., & Peng, M. W. (2020). Behind the internationalization of family SMEs: A strategy tripod synthesis. *Global Strategy Journal*, 10(4), 813–838.
- Lim, W. M., Yap, S. F., & Makkar, M. (2021). Home sharing in marketing and tourism at a tipping point: What do we know, how do we know, and where should we be heading? *Journal of Business Research*, 122, 534–566.
- Linnenluecke, M. K., Chen, X., Ling, X., Smith, T., & Zhu, Y. (2017). Research in finance: A review of influential publications and a research agenda. *Pacific Basin Finance Journal*, 43(April), 188–199.
- Liu, Ying, Mai, F., & MacDonald, C. (2019). A big-data approach to understanding the thematic landscape of the field of business ethics, 1982–2016. *Journal of Business Ethics*, 160(1), 127–150.
- Liu, Z., Yin, Y., Liu, W., & Dunford, M. (2015). Visualizing the intellectual structure and evolution of innovation systems research: A bibliometric analysis. *Scientometrics*, 103(1), 135–158.
- Makarius, E. E., Mukherjee, D., Fox, J. D., & Fox, A. K. (2020). Rising with the machines: A sociotechnical framework for bringing artificial intelligence into the organization. *Journal of Business Research*, 120, 262–273.
- Mustak, M., Salminen, J., Płe, L., & Wirtz, J. (2021). Artificial intelligence in marketing: Topic modeling, scientometric analysis, and research agenda. *Journal of Business Research*, 124, 389–404.
- MacCoun, R. J. (1998). Biases in the interpretation and use of research results. *Annual Review of Psychology*, 49(1), 259–287.
- Palmatier, R. W., Houston, M. B., & Hulland, J. (2018). Review articles: Purpose, process, and structure. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 46, 1–5.
- Pieters, R., & Baumgartner, H. (2002). Who talks to whom? Intra-and interdisciplinary communication of economics journals. *Journal of Economic Literature*, 40(2), 483–509.
- Podsakoff, P. M., Mackenzie, S. B., Bachrach, D. G., & Podsakoff, N. P. (2005). The influence of management journals in the 1980s and 1990s. *Strategic Management Journal*, 26(5), 473–488.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics? *Journal of Documentation*, 25(4), 348–349.
- Pylak K., Klimczak T., Miller A., Majerek D., Kędra A., Pylak D. (2022), Analiza i wyznaczenie pokrewnej różnorodności branż tj. branż pokrewnych, których rozwój może być wspierany w ramach Mazowieckiego Systemu Innowacji, LB&E Sp. z o.o. na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Mazowieckiego w Warszawie, ISBN: 978-83-65912-51-0, ss. 193, Warszawa 2022 (wrzesień 2021–14 stycznia 2022 roku).



- Ramos-Rodríguez, A. R., & Ruiz-Navarro, J. (2004). Changes in the intellectual structure of strategic management research: A bibliometric study of the Strategic Management Journal, 1980–2000. *Strategic Management Journal*, 25(10), 981–1004.
- Rossetto, D. E., Bernardes, R. C., Borini, F. M., & Gattaz, C. C. (2018). Structure and evolution of innovation research in the last 60 years: Review and future trends in the field of business through the citations and co-citations analysis. *Scientometrics*, 115 (3), 1329–1363.
- Samiee, S., & Chabowski, B. R. (2012). Knowledge structure in international marketing: A multi-method bibliometric analysis. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40 (2), 364–386.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104(July), 333–339.
- Stremersch, S., Verniers, I., & Verhoef, P. C. (2007). The quest for citations: Drivers of article impact. *Journal of Marketing*, 71(3), 171–193.
- Tahamtan, I., Safipour Afshar, A., & Ahamdzadeh, K. (2016). Factors affecting number of citations: A comprehensive review of the literature. *Scientometrics*, 107(3), 1195–1225.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222.
- Tunger, D., & Eulerich, M. (2018). Bibliometric analysis of corporate governance research in German-speaking countries: Applying bibliometrics to business research using a custom-made database. *Scientometrics*, 117(3), 2041–2059.
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538.
- Verma, S., & Gustafsson, A. (2020). Investigating the emerging COVID-19 research trends in the field of business and management: A bibliometric analysis approach. *Journal of Business Research*, 118, 253–261.
- Wallin, J. A. (2005). Bibliometric methods: Pitfalls and possibilities. *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology*, 97(5), 261–275.
- Weinberg, B. H. (1974). Bibliographic coupling: A review. *Information Storage and Retrieval*, 10(5–6), 189–196.
- Xu, X., Chen, X., Jia, F., Brown, S., Gong, Y., & Xu, Y. (2018). Supply chain finance: A systematic literature review and bibliometric analysis. *International Journal of Production Economics*, 204, 160–173.
- Zupic, I., & Cater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472.



4. Załączniki

4.1. Zestawienie najbardziej aktywnych przedsiębiorstw z województwa mazowieckiego

Załącznik jest dołączony do raportu końcowego w postaci odrębnego pliku xlsx. Zestawienie obejmuje najbardziej aktywne przedsiębiorstwa z województwa mazowieckiego (pod względem liczby artykułów zidentyfikowanych w bazach Web of Science i Scopus, udziału w projektach Horyzontu 2020 oraz występowania w bazie patentów Urzędu Patentowego RP), wraz z informacjami o obszarach działalności gospodarczej oraz dziedzin/specjalizacji w badaniach B+R, kierunkami współpracy (charakterystyką partnerstw, najczęściej współpracującymi podmiotami).

4.2. Zestawienie wszystkich przedsiębiorstw z województwa mazowieckiego zidentyfikowanych na podstawie bazy Web of Science

Załącznik jest dołączony do raportu końcowego w postaci odrębnego pliku xlsx. Zestawienie obejmuje wszystkie przedsiębiorstwa z województwa mazowieckiego zidentyfikowane na podstawie bazy Web of Science (wraz z określeniem dziedzin ich aktywności B+R).

4.3. Zestawienie wszystkich przedsiębiorstw z województwa mazowieckiego zidentyfikowanych na podstawie bazy Scopus

Załącznik jest dołączony do raportu końcowego w postaci odrębnego pliku xlsx. Zestawienie obejmuje wszystkie przedsiębiorstwa z województwa mazowieckiego zidentyfikowane na podstawie bazy Scopus (wraz z określeniem dziedzin ich aktywności B+R).

4.4. Zestawienie wszystkich przedsiębiorstw z województwa mazowieckiego zidentyfikowanych na podstawie bazy projektów Horyzontu 2020

Załącznik jest dołączony do raportu końcowego w postaci odrębnego pliku xlsx. Załącznik jest dołączony do raportu końcowego w postaci odrębnego pliku xlsx. Zestawienie obejmuje wszystkie przedsiębiorstwa z województwa mazowieckiego zidentyfikowane na podstawie bazy projektów Horyzontu 2020 (wraz z określeniem ich aktywności B+R).

4.5. Zestawienie w przedsiębiorstw z województwa mazowieckiego zidentyfikowanych na podstawie bazy patentów Urzędu Patentowego RP

Załącznik jest dołączony do raportu końcowego w postaci odrębnego pliku xlsx. Załącznik jest dołączony do raportu końcowego w postaci odrębnego pliku xlsx. Zestawienie obejmuje



wszystkie przedsiębiorstwa z województwa mazowieckiego zidentyfikowane na podstawie bazy patentów Urzędu Patentowego RP (wraz z określeniem ich aktywności B+R)

4.6. Zestawienie najbardziej aktywnych jednostek naukowych z województwa mazowieckiego

Załącznik jest dołączony do raportu końcowego w postaci odrębnego pliku .xlsx. Zestawienie obejmuje najbardziej aktywne jednostki naukowe z województwa mazowieckiego (pod względem liczby artykułów zidentyfikowanych w bazach Web of Science i Scopus, udziału w projektach Horyzontu 2020 oraz występowania w bazie patentów Urzędu Patentowego RP), wraz z informacjami o obszarach działalności gospodarczej oraz dziedzin/specjalizacji w badaniach B+R, kierunkami współpracy (charakterystyką partnerstw, najczęściej współpracującymi podmiotami).

4.7. Zestawienie najczęściej występujących słów kluczowych w patentach

Załącznik jest dołączony do raportu końcowego w postaci odrębnego pliku .xlsx. Zestawienie obejmuje listę słów kluczowych wraz ze wskazaniem ich udziału w patentach, a także projektach i publikacjach Web of Science i Scopus [%]

4.8. Charakterystyka nisz rozwojowych województwa mazowieckiego

Załącznik jest dołączony do raportu końcowego w postaci odrębnego pliku .xlsx. Zestawienie obejmuje listę wszystkich tematów niszowych z oznaczeniem 23 nisz wpisujących się w priorytetowe kierunki badań.

