



MICHAŁ BARANOWSKI

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
ORCID: 0000-0002-1261-6350
michal.baranowski@ncbr.gov.pl

MARTYNA ZAWADZKA

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju,
Uniwersytet Warszawski
ORCID: 0000-0001-9837-4323
martynakopcinska@uw.edu.pl

Polityka naukowo-technologiczna i innowacyjna w zakresie źródeł energii – Polska na tle trendów światowych

Science, Technology and Innovation Policy
in the Field of Energy Sources – Poland against
the Background of Global Trends

Słowa kluczowe:

źródła energii; polityka
naukowo-techniczna;
polityka innowacyjna;
badania, rozwój i innowacje;
B+R+I

Keywords:

energy sources; science
and technology policy;
innovation policy;
research, development
and innovation; RDI

Polityka naukowo-technologiczna i innowacyjna w zakresie źródeł energii – Polska na tle trendów światowych

Tematyka badawcza w zakresie nowych źródeł energii, w szczególności źródeł odnawialnych, charakteryzuje się wyższą dynamiką rozwoju niż pozostałe obszary badawcze w zakresie energii. Obszar ten jest rozwijany przede wszystkim w Stanach Zjednoczonych, państwach Unii Europejskiej oraz krajach Azji Wschodniej. Państwa te charakteryzuje potencjał do wdrożeń i ich skalowania, szczególnie przez korporacje, które prowadzą prace B+R i posiadają patenty w tym zakresie. Unia Europejska wspiera rozwój technologii z obszaru energii – stworzyła szeroki zestaw zarówno polityk naukowo-technicznych (oraz innowacyjnych), jak i instrumentów ich realizacji. Polska na tym tle wypada skromniej, choć też dysponuje katalogiem instrumentów w postaci programów NCBR przystosowanych do lokalnej specyfiki. Jednocześnie projekty realizowane w NCBR charakteryzują się mniejszą skalą niż w programie Horyzont 2020. Polska powinna szerzej włączyć się w projekty unijne w nowej perspektywie finansowej oraz budować odpowiedni potencjał badawczy. Jest to kluczowe w kontekście inicjatywy REPowerEU i uzyskania niezależności energetycznej od Federacji Rosyjskiej.

Science, Technology and Innovation Policy in the Field of Energy Sources – Poland against the Background of Global Trends

Research investigating alternative energy sources, especially renewables (RES) is growing faster than other topics in the field of energy. This area is developed mainly in the United States, the European Union and East Asia. These countries have the ability to implement new technologies on a large scale, mostly by corporations that carry out R&D and have suitable patents in their portfolio. The EU supports the development of alternative energy sources technologies with its science, technology and innovation policies and provides a vast range of instruments for their implementation. Poland has a number of programmes funded by the National Centre for Research and Development (NCBR). The projects carried out are significantly smaller than their counterparts in the Horizon 2020 Programme. Poland should increase its involvement in the EU projects in the future. This is crucial in light of the REPowerEU initiative to gain energy independence from the Russian Federation.

Wstęp

Energetyka jest strategicznym obszarem z perspektywy bezpieczeństwa kraju, a także efektywności i konkurencyjności gospodarki. Jest to także obszar złożony pod względem aspektów technicznych wynikających z wielu procesów składających się na korzystanie z dostarczanej energii. Istotne jest zarówno wytwarzanie energii, dobór optymalnego źródła, przesłanie, przetwarzanie, rozdzielanie oraz magazynowanie energii. Na efektywność i kosztochłonność procesu wpływa zasób energetyczny kraju, działalność i stopień rozwoju przedsiębiorstw funkcjonujących na rynku, ich zaawansowanie w aspekcie stosowanych rozwiązań technologicznych względem konkurencji międzynarodowej oraz otoczenie prawno-regulacyjne. Globalnym problemem jest degradacja środowiska i ocieplenie klimatu. Lokalnym są ceny i związana z tym konkurencyjność, przeciwdziałanie szokom podażowym – także wynikającym z konfliktów międzynarodowych. Jednym ze sposobów wyjścia naprzeciw tym wyzwaniom są nowe technologie, w tym w zakresie alternatywnych źródeł energii, a dodatkową korzyścią – idąca za tym tzw. renta technologiczna.

Celem artykułu jest prezentacja trendów badawczych w zakresie nowych źródeł energii na świecie i w Polsce, a w efekcie przedstawienie wynikających z tego konsekwencji w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu międzynarodowym. W artykule wykorzystano narzędzia scientometryczne, analizę patentową, wyszukiwanie tekstowe w bazach projektowych oraz inne dane statystyczne istotne z punktu widzenia wdrożeń lub komercjalizacji nowych technologii.

Dane i metody

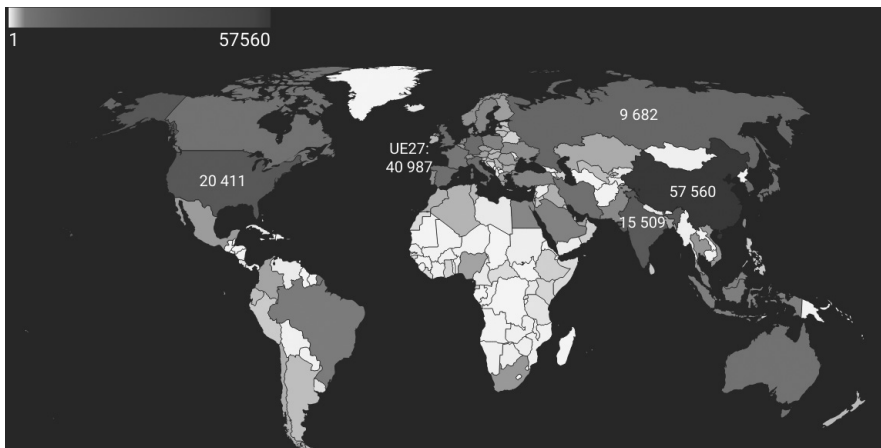
Prezentowane wnioski wynikają z prowadzonych badań metodami ilościowymi oraz analizy danych zastanych, tzw. *desk research*. Analiza danych zastanych obejmowała zarówno kwerendę aktów prawnych i dokumentów strategicznych, jak i analizę treści publikacji oraz raportów z obszaru energetyki, np. raportów z badań ewaluacyjnych¹. Korzystano

1 M.in. I. M. de Alegría Mancisidor, P. D. de Basurto Uraga, P. R. de Arbulo López, *European Union's renewable energy sources and energy efficiency policy review: The Spanish perspective*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2019, vol. 13, issue 1, s. 100–114.

z danych dostępnych w bazach Międzynarodowej Organizacji Własności Intelektualnej, Europejskiego Urzędu Patentowego, bazie Scopus, bazie projektów programu Horyzont 2020 oraz danych Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. W tym ostatnim przypadku badaniem objęci zostali beneficjenci-liderzy umów ze wszystkich programów Centrum w latach 2003–2021, czyli ponad 14 500 projektów (umów). Baza umów NCBR to wewnętrzny dokument instytucji. Zmienną, która pozwoli zidentyfikować tematykę projektu, był tytuł projektu. W przypadku analizy ilościowej zastosowaną metodą jest wyszukiwanie tekstowe w zbiorach danych. Schemat analizy polega na wyszukiwaniu grupy fraz lub pojedynczych słów w wybranym zakresie bazodanowym. W przypadku baz NCBR zastosowano filtr zaawansowany dostępny w ramach MS Excel.

Wyniki analiz definiuje dobór słów kluczowych. Ma on charakter ekspercki, co sprawia, że w zależności od przyjętego podejścia oraz zakresu słów można otrzymać nieco inne wyniki. Frazy do analiz słów kluczowych zostały dobrane na podstawie analiz dokumentów strategicznych, a także prowadzonych wcześniej badań z użyciem podobnej metodyki w dużych zbiorach danych (*big data*). Były to: energia solarna, energia wiatrowa, wodór, hydrogen, h₂, PV, biogaz, bioenergia, energia morska, energia geotermalna, jądrowa, magazynowanie energii, dystrybucja energii oraz energia. Każde ze słów wyszukiwane było z odpowiednimi końcówkami fleksyjnymi, mogło być osobnym wyrazem w tytule projektu lub częścią wyrazu (np. wysokoenergetyczny zawiera odmianę słowa energia). Skala analizowanego zbioru pozwoliła na lekturę wyfiltrowanej listy, przeanalizowano uzyskane rezultaty i ekspercko je oceniano, by nie zakwalifikować błędnie danego projektu. W przypadku analiz słów kluczowych wyszukiwanych w bazach patentowych zastosowano podobne podejście, używając anglojęzycznych odpowiedników terminów (hydrogen, solar OR sun OR photovoltaic, bioenergy OR biogas, nuclear power, wind, ocean energy OR ocean current OR ocean wave, geothermal) i wyszukując patenty w ramach klasy H02 Międzynarodowej Klasyfikacji Patentowej – wytwarzanie, przetwarzanie lub rozdział energii elektrycznej. Zawężenie precyzyjnie pokazuje trendy związane z nowymi źródłami energii. Wyszukiwania ograniczono do lat 2000–2021.

Trendy światowe związane z obszarem energetyki



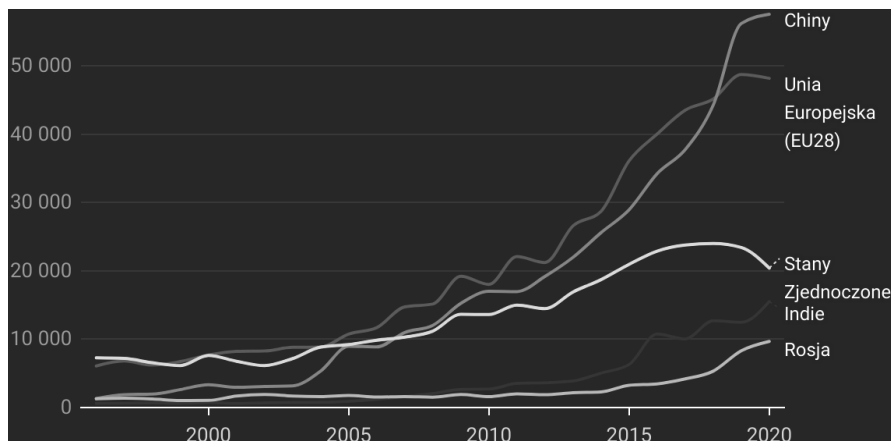
Mapa 1. Publikacje naukowe z zakresu energetyki w 2020 r. (liczba dokumentów)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SCImago (baza Scopus)

Zaangażowanie naukowców w tematykę badawczą związaną z energetyką jest dość zróżnicowane w ujęciu geograficznym. Jednym ze wskaźników, który pozwala pośrednio wnioskować o rzeczonym zaangażowaniu, jest aktywność badawcza mierzona liczbą publikacji. Mówi ona pośrednio o stanie prac naukowych i ich zaawansowaniu, wskazując na potencjał badawczy państwa w danym obszarze. Analiza bibliometryczna wykonana za pomocą narzędzi SCImago zasilana danymi z bazy Scopus (jednej z dwóch największych baz publikacji naukowych na świecie)² wskazuje na dużą dywersyfikację aktywności publikacyjnej z zakresu energetyki między poszczególnymi krajami. W 2020 r. można wskazać trzy kraje z największą aktywnością publikacyjną. Kolejno były to Chiny (57 560 publikacji), kraje Unii Europejskiej (EU27 – 40 987) i Stany Zjednoczone (20 411). Dodatkowo znaczącą liczbę prac opublikowano także w Indiach (15 509) oraz

2 Zgodnie z dostępnymi danymi baza Scopus w 2022 r. zawierała ponad 82 mln publikacji, podczas gdy Web of Science 79 mln. Spójność i pokrywanie się baz jest przedmiotem osobnych analiz, np. A. Martín-Martín i in., *Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories*, „Journal of Informetrics” 2018, vol. 12, issue 44, s. 1160–1177, DOI: 10.1016/j.joi.2018.09.002.

Federacji Rosyjskiej (9 862). Pozostałe kraje, łącznie z Japonią, z której pochodziła znaczna liczba publikacji w całym okresie 1996–2020, czy Koreą Południową miały ich zdecydowanie mniej. Wadą analizy ilościowej jest nieprecyzyjność związana z pominięciem aspektu jakościowego publikowanych materiałów. Warto zauważyć, że Polska zajmuje 20 miejsce na świecie pod względem liczby publikacji z zakresu energetyki.

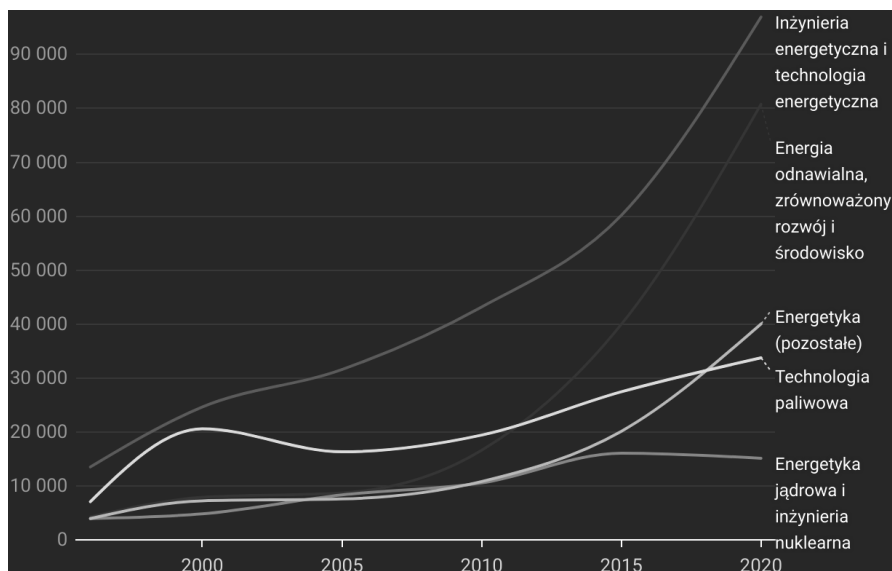


Wykres 1. Publikacje w obszarze energetyki w wybranych krajach w latach 1996–2020 (liczba dokumentów)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SCImago (baza Scopus)

Lata 1996–2020 charakteryzują się wysoką dynamiką przyrostu publikacji pochodzących z Chin oraz z krajów Unii Europejskiej (EU28). W pierwszej połowie lat 2000. liczba publikacji z Unii Europejskiej była zbliżona do tych pochodzących ze Stanów Zjednoczonych, ale w drugiej połowie dekady jej dynamika przyspieszyła, co wskazuje na względnie większe zainteresowanie tematyką w Europie. Spadła także liczba publikacji ze Stanów Zjednoczonych po 2018 r. W drugiej połowie drugiej dekady XXI w. rośnie znacząco także liczba publikacji indyjskich oraz rosyjskich.

Energetyka jest złożonym obszarem składającym się z wielu pól badawczych, które podobnie jak w innych dziedzinach nauki nie muszą rozwijać się równomiernie. W ostatnim ćwierćwieczu obszarem tematycznym, który najszybciej rósł pod względem liczby publikacji, była energia odnawialna, rozwój zrównoważony i środowisko (wzrost o 1803%). Liczba publikacji w pozostałych obszarach także wzrastała, ale nie tak dynamicznie.

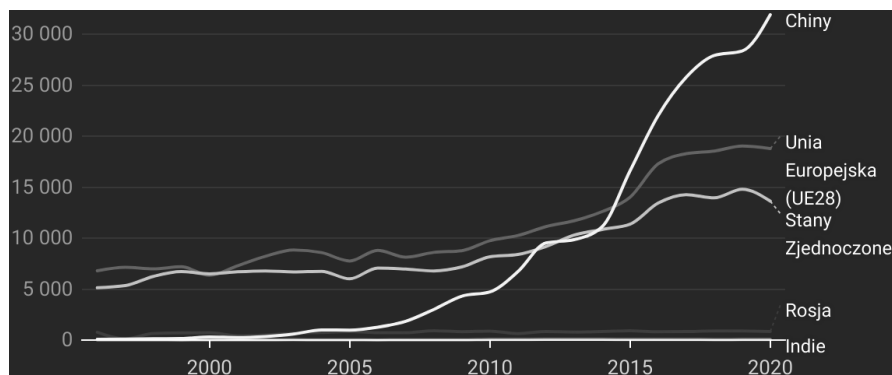


Wykres 2. Publikacje w obszarze energetyki według tematyki w latach 1996–2020 (liczba dokumentów)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SCImago (baza Scopus)

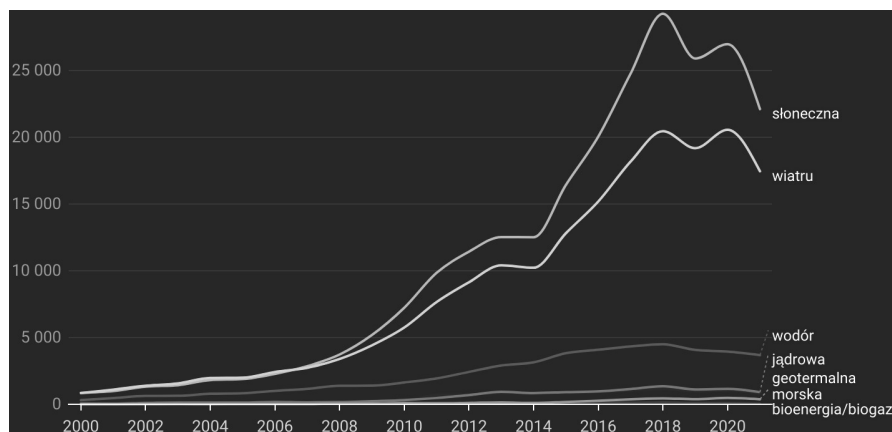
W przypadku publikacji dotyczących energetyki jądrowej w ostatnich latach widoczny był nawet ich niewielki spadek (w latach 2016–2020 ich liczba wzrosła o 283%). Podobnie technologia paliwowa po wzroście zainteresowania w drugiej połowie lat 90. charakteryzuje się mniejszą dynamiką przyrostu nowych publikacji niż pozostałe obszary (wzrost o 377%). Wzrost liczby publikacji jest też odbiciem szerszego zjawiska tzw. inflacji wiedzy i nie jest charakterystyczny wyłącznie dla energetyki.

Publikacje naukowe nie przekładają się na prawa własności przemysłowej, zwłaszcza na patenty. Widoczne jest to zwłaszcza w przypadku Rosji i Indii – aktywność patentowa podmiotów pochodzących z tych krajów jest zdecydowanie niższa niż w przypadku krajów UE, Stanów Zjednoczonych czy Chin. Podmioty chińskie zaczęły zdecydowanie więcej patentować od drugiej połowy lat 2010, wyraźnie przekraczając roczną liczbę patentów przyznawanych podmiotom z UE i USA. Liczba przyznanych patentów jest jedną z miar wynikowych sprawności systemu innowacyjnego. Jest to ważny, choć nie jedyny etap całego procesu, który kończy się wdrażaniem rozwiązań technologicznych do praktyki, a w konsekwencji uzyskiwaniem przewag konkurencyjnych.



Wykres 3. Przyznane patenty w obszarze „maszyny elektryczne, aparatura, energia” w latach 1996–2020 (szt., według kraju pochodzenia)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Światowej Organizacji Własności Intelektualnej (WIPO)



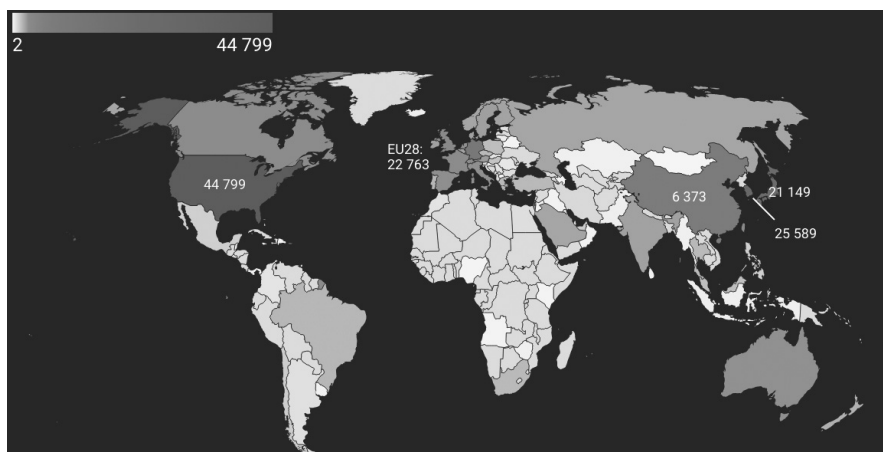
Wykres 4. Trendy w zakresie patentowania dla poszczególnych typów energii w latach 2000–2021 (liczba podmiotów)

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyszukiwania w bazie Espacenet Europejskiego Urzędu Statystycznego

Obserwacje dotyczące patentów różnicuje obszar, w którym do patentowania dochodzi najczęściej. Analiza przeprowadzona w bazie Espacenet Europejskiego Urzędu Patentowego w obszarze energetyki (klasa MKP H02 Międzynarodowej Klasyfikacji Patentowej) z wykorzystaniem słów kluczowych pokazuje trendy i popularność patentowania dla poszczególnych rodzajów energii. Zdecydowanie najwięcej przyznawanych jest w obszarze energii słonecznej (22 105 patentów w 2021 r.) i wiatrowej (17 451 w 2021 r.). Mimo zmniejszenia się liczby nowych patentów w latach 2019–2021 w tych kategoriach jest ich kilkakrotnie więcej niż związanych z technologiami

energii wodorowej (3683 patenty w 2021 r.). Aktywność patentowa w pozostałych rodzajach jest jeszcze niższa. W roku 2021 liczba patentów dla nich odpowiednio wyniosła: energia jądrowa – 906, geotermalna – 799, morska – 379, a bioenergia/biogaz zaledwie 35 patentów.

Bardziej dokładna analiza z wykorzystaniem klas MKP pozwala zejść o poziom niżej i określić tematykę, w której najczęściej się patentuje. W przypadku energii wiatru najczęściej patentów z ostatnich 20 lat dotyczy układów sieci zasilających lub rozdzielczych prądu przemiennego (H02J3) i układów do ładowania lub depolaryzacji baterii lub do zasilania odbiorników przez baterie (H02J7). Te dwie klasy są także najczęściej pojawiającymi się w przypadku energii słonecznej, wodoru oraz energii jądrowej. Druga z kolei najbardziej popularna klasa w wodrze dotyczy ogniów wtórnych (H01M10), czyli akumulatorów, które pobierają i oddają energię elektryczną za pomocą odwracalnych reakcji elektrochemicznych. Oznacza to, że kwestie magazynowania energii są tymi, gdzie jest powstaje najczęściej oryginalnych rozwiązań. Energia morska to z kolei najczęściej rozwiązań z zakresu maszyn lub silników do cieczy, w tym szczególnie przystosowania maszyn lub silników do specjalnego zastosowania (F03B13).



Mapa 2. Rozkład geograficzny podmiotów zgłaszających patenty z zakresu energii słońca w latach 2000–2021 (liczba patentów)

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyszukiwania w bazie Espacenet Europejskiego Urzędu Statystycznego

Przechodząc do dystrybucji geograficznej właścicieli patentów z zakresu energii słońca, obraz jest trochę inny niż w przypadku publikacji naukowych

i patentów z bardzo ogólnie zakreślonego obszaru maszyny elektryczne, aparatura i energia. Najwięcej podmiotów patentujących³ z zakresu energii słonecznej pochodzi ze Stanów Zjednoczonych (44 799), Korei (25 589) i Japonii (21 149). Łącznie podmiotów zgłaszających z krajów Unii Europejskiej także była duża liczba – 22 763. Właścicielami największej liczby patentów są przedsiębiorstwa azjatyckie, w tym: State Grid Corporation of China, LG Electronics, Mitsubishi, Panasonic, Toyota, ale także amerykański General Electric.



Mapa 3. Rozkład geograficzny podmiotów zgłaszających patenty z zakresu energii wiatru w latach 2000–2021 (liczba patentów)

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyszukiwań w bazie Espacenet Europejskiego Urzędu Statystycznego

Spośród podmiotów patentujących w zakresie energii wiatru najczęściej osiągnięć mają podmioty ze Stanów Zjednoczonych (32 943). Niemniej pod tym względem pozycja UE jest mocniejsza (łącznie 26 445) niż krajów azjatyckich, w tym w szczególności Japonii (17 513) i Korei (15 546). Podobnie jak w przypadku energii słońca duża liczba patentów jest w posiadaniu korporacji azjatyckich, takich jak State Grid Corporation of China, Mitsubishi Electric czy Hitachi. Stosunkowo dużo znajduje się także w portfolio korporacji zachodnich takich jak General Electric czy Siemens.

W przypadku energii wodoru liderem jest Japonia (10 804 patenty), następnie USA (9 057) i Korea Płd. (5 009). Kraje UE wyraźnie odstają

3 Na jeden patent może przypadać więcej niż jedna instytucja i więcej niż jeden kraj.

od czołówki (łącznie 3 506 patentów). Duża liczba patentów znajduje się w rękach korporacji azjatyckich, przede wszystkim motoryzacyjnych, takich jak Toyota, Hyundai czy Kia, które są zaangażowane w produkcję pojazdów z napędem wodorowym (FCEV). W przypadku energii oceanu (prądów, fal) liderem są także podmioty z USA (689 patentów), które posiadają dużo więcej patentów niż te z Korei (110) czy Chin (92). Właścicielami praw są głównie uniwersytety. Podobnie energia geotermalna jest domeną podmiotów z tych krajów: USA (3 193 patenty), Korei Płd. (1 602) i Japonii (1 333), z czego najwięcej posiada General Electric i koncerny koreańskie: LG i Samsung. W przypadku biogazu/bioenergii z kolei zbliżona liczba kilkuset patentów znajduje się w posiadaniu podmiotów z USA i Niemiec. Rozkład w przypadku ostatniego typu energii – nuklearnej wygląda jeszcze inaczej – tutaj najczęściej patentów mają podmioty z Korei Płd. (2 278), następnie USA (2 076) i Japonia (1 468).

| Branża | Nakłady na B+R (mln euro) ▼ | Liczba przedsiębiorstw |
|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Ogólnoprzemysłowa | 19 084 | 69 |
| Produkcja ropy i gazu | 9 011 | 26 |
| Elektryczność | 3 609 | 25 |
| Energia alternatywna | 2 034 | 8 |
| Gaz, woda, wielofunkcyjność | 1 391 | 14 |

Wykres 5. Najwięksi inwestorzy w B+R z branż związanych z energetyką w 2020 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie EU Industrial R&D Investment Scoreboard 2021

Największa praktyczna wartość praw własności przemysłowej polega na ich wdrażaniu, szczególnie w przedsiębiorstwach. Analiza patentowa wykazała, że prawa są głównie własnością przedsiębiorstw, co prawdopodobnie wynika z prowadzenia przez nich prac B+R. Część ze wspomnianych korporacji międzynarodowych znajduje się na liście 2500 największych inwestorów w badania i rozwój, która przygotowywana jest przez Komisję Europejską⁴. Łączne nakłady przedsiębiorstw przypisanych

4 N. Grassano i in., *The 2021 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*, EUR 30902 EN, „Publications Office of the European Union” [online], 2021 [dostęp: 17 V 2022]: <<https://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard/2021-eu-industrial-rd-investment-scoreboard>>.

do branż związanych z energią to ponad 35 mld dolarów, czyli poniżej 4% wszystkich nakładów na B+R we wszystkich przedsiębiorstwach na liście. W zbiorze dominują przedsiębiorstwa z UE (38), Chin (29), Japonii (27) i USA (22). Swój udział ma także Wielka Brytania (6). Gdyby grupę przedsiębiorstw pochodzących z UE rozszerzyć o Wielką Brytanię, to wówczas liczyłaby ona 44 przedsiębiorstwa. Pokazuje to względnie dużą rolę przedsiębiorstw z Europy w inwestowaniu w B+R w analizowanym obszarze. Wskazana powyżej lista nie może być uznana jednak za całkowitą. Niektóre korporacje międzynarodowe są przypisane do innych branż, np. szeroko rozumianej inżynierii przemysłowej, a także inwestują w rozwiązania z zakresu energetyki. Pokazuje to synergię pomiędzy potencjałem naukowym a wdrożeniowym w analizowanym obszarze.

Polityka naukowo-techniczna Unii Europejskiej w zakresie energii

Kraje mają możliwość tworzenia mechanizmów popytowych, które stymulują rozwój wybranych technologii. Ramy dla wsparcia powinny wyznaczać dokumenty strategiczne państwa oraz dokumenty wyższego rzędu, czyli strategie organizacji, do których należy dany kraj. W przypadku omawianej tematyki warto przywołać powstały w 2007 r. *Europejski Strategiczny Plan w Dziedzinie Technologii Energetycznych* (plan EPSTE)⁵. Wskazuje on, że UE stanie się światowym liderem w zakresie odnawialnych źródeł energii (OZE). Plan był podstawą do stworzenia 10 kluczowych działań. Rozwój OZE został wskazany w pierwszych dwóch inicjatywach i obejmuje technologie z zakresu: energii wiatru przybrzeżnego, fotowoltaiki, energii geotermalnej, energii oceanu, skoncentrowanej energii słonecznej / termicznej energii słonecznej. Pozostałe obszary związane są z systemami energetycznymi, efektywnością, zrównoważonym transportem, przechwytywaniem dwutlenku węgla i bezpieczeństwem jądrowym.

Kierunki rozwoju polityki naukowo-technicznej UE w zakresie energii wyznacza także *Europejski Zielony Ład*. Jest to inicjatywa Komisji Europejskiej, która w założeniu ma zintensyfikować działania na rzecz

5 *Plan EPSTE*, 27 IV 2010: <eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0191:FIN:PL:PDF> [dostęp: 28 III 2022].

ochrony klimatu⁶. Jednocześnie jest rodzajem parasola nad różnymi działaniami podejmowanymi w tym obszarze, w tym strategiami związanymi z transformacją energetyczną, przejściem na czystą energię. W komunikacie z grudnia 2019 r. zostało wskazanych kilka obszarów przełomowych technologii dotyczących nowych źródeł energii: czystego wodoru i innych paliw alternatywnych. Określono obszary technologiczne ułatwiające ich wykorzystywanie, takie jak magazynowanie energii. Zadeklarowano także, że KE zaproponuje środki w obszarze polityki morskiej, by wykorzystać rosnące możliwości pozyskiwania energii z morskich źródeł odnawialnych⁷.

Kolejnym dokumentem jest przyjęta w lipcu 2020 r. *Strategia wodorowa na rzecz Europy neutralnej klimatycznie*⁸. Wskazano w niej, że wodór jest kluczowym surowcem dla osiągnięcia Zielonego Ładu oraz transformacji energetycznej. Zakłada się, że udział wodoru w ramach tzw. *policy-mix* wzrośnie z 2% w 2018 r. do 13–14%. Dokument był też podstawą stworzenia Europejskiego Sojuszu na rzecz Czystego Wodoru. W zakresie technologicznym podkreśla się znaczenie finansowania prac B+R, tak aby wdrożyć nowe przełomowe technologie. Priorytetem jest tzw. odnawialny wodór oraz technologie wodoru niskoemisyjnego. Wskazywane są także kierunki prac B+R nad technologiami efektywnymi kosztowo: elektrolizery oraz technologie eksperymentalne na niskich poziomach gotowości technologicznej (produkcja wodoru z morskich alg, pirolizy, bezpośredniego procesu rozszczepiania wody – *water splitting*). Drugim obszarem są technologie gromadzenia wodoru i jego dystrybucji, rozwiązania dla użytkowników w przemyśle i transporcie. Potrzebne są także projekty wspierające cały łańcuch związany z produkcją i wykorzystaniem wodoru.

6 Zob. Z. Ziemacki, *Europejski Zielony Ład i odbudowa polskiej gospodarki – szanse i wyzwania*, „Sprawy Międzynarodowe” 2021, t. 74, nr 3, s. 89–110, DOI: 10.35757/SM.2021.74.3.08.

7 *Europejski Zielony Ład*, 11 XII 2019: <eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF> [dostęp: 28 III 2022].

8 *Strategia wodorowa na rzecz Europy neutralnej klimatycznie*, Komisja Europejska, 8 VII 2020: <ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf> [dostęp: 28 III 2022].

Kolejnym dokumentem z 2020 r., odnoszącym się tym razem do innego źródła energii, jest *Strategia na rzecz redukcji emisji metanu*⁹. Dotyczy ona głównie powstrzymania wycieków metanu w przemyśle. Ślady polityki naukowo-technologicznej w dokumencie są nikłe i tylko częściowo odnoszą się do nowych źródeł energii lub efektywności energetycznej. Zapisano w nim, że badania nad nowymi technologiami wspomagającymi przekształcanie odpadów w biometan zostaną opisane w planie strategicznym dla Horyzontu Europa (*Strategic Plan 2021–2024 of Horizon Europe*)¹⁰.

Trzecią strategią doprecyzowującą zapisy Zielonego Ładu w zakresie technologii jest *Strategia UE mająca na celu wykorzystanie potencjału energii z morskich źródeł odnawialnych na rzecz neutralnej dla klimatu przyszłości*. Obejmuje ona pięć różnych źródeł OZE: energię solarną (pływające farmy fotowoltaiczne), wiatru (pływające oraz morskie farmy wiatrowe), a także energię fal oraz pływów. W dokumencie wskazano także technologie znajdujące się na wczesnym etapie rozwoju: biopaliwa z alg (biodiesel, biogaz i bioetanol) oraz konwersję oceanicznej energii cieplnej (OTEC)¹¹. Dokument określa kierunki badań, w szczególności w zakresie energetyki wiatrowej (turbiny, nowe technologie materiałowe, infrastruktura, cyfryzacja), a także innowacyjnych technologii sieciowych, gdzie szczególną uwagę położono na technologie prądu stałego o wysokim napięciu (HVDC). Pewne elementy, ale na dość dużym poziomie ogólności, zawiera także nowe podejście do zrównoważonej niebieskiej gospodarki¹² z maja

- 9 *Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie redukcji emisji metanu w sektorze energetycznym oraz zmieniające rozporządzenie (UE) 2019/942*, (COM(2021) 805 final).
- 10 *Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions on an EU strategy to reduce methane emissions*, „Komisja Europejska” [online], 14 X 2020 [dostęp: 28 III 2022]: <eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0663&from=EN>.
- 11 *Strategia UE mająca na celu wykorzystanie potencjału energii z morskich źródeł odnawialnych na rzecz neutralnej dla klimatu przyszłości*, „Komisja Europejska” [online], 19 XI 2020 [dostęp: 28 III 2022]: <eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0741&from=EN>.
- 12 *Komunikat w sprawie nowego podejścia do zrównoważonej niebieskiej gospodarki w UE*, 17 V 2021: <IMMC.COM%282021%29240%20final.POL.xhtml.1_PL_ACT_part1_v2.docx> [dostęp: 28 III 2022].

2021 r. Warto też nadmienić, że trwają prace nad strategią dotyczącą energii słonecznej, które rozpoczęły się w marcu 2022 r.

Inwazja Federacji Rosyjskiej na Ukrainę przyspieszyła prace związane z wdrażaniem Zielonego Ładu i uzyskaniem niezależności energetycznej, opartej także na OZE. 8 marca 2022 r. ogłoszono inicjatywę REPowerEU¹³. Nie zawiera ona bezpośrednich odwołań do polityki naukowo-technologicznej, ale należy domniemywać, że będzie miała także skutki w zakresie wspierania prac badawczych, w szczególności technologii wodorowych, energii słonecznej i bioenergii.

Instrumenty UE implementujące politykę naukowo-techniczną

Głównym instrumentem realizacji polityki naukowo-technologicznej UE są programy ramowe. Są to instrumenty służące rozwojowi priorytetowych dziedzin i rozwiązywaniu problemów ważnych z perspektywy polityki, gospodarki i społeczeństwa europejskiego. Realizacja pierwszego rozpoczęła się w 1984 r., w tej chwili trwa ósmy program na lata 2014–2020 pod nazwą Horyzont 2020. Kolejnym programem będzie zaplanowany na lata 2021–2027 Horyzont Europa. W Zielonym Ładzie wskazano, że co najmniej 35% budżetu programu Horyzont Europa przeznaczone zostanie na finansowanie rozwiązań związanych z jego wdrażaniem.

W ramach Horyzontu 2020 tematyka „bezpieczna, czysta i efektywna energia” stanowiła czwartą pod względem wysokości finansowania grupę tematyczną. Wysokość dofinansowania netto w tym obszarze stanowiła blisko 5 mld euro. Dofinansowano 1474 projekty o łącznej wartości 6,92 mld euro, przy średniej wartości 4,7 mln euro i średnio ok. 10 uczestnikach w projekcie. Stanowiły ok. 4% łącznej liczby projektów i ok. 8,2% wartości wszystkich projektów w Horyzoncie 2020. Projekty dotyczące tej tematyki wybierano łącznie w 100 konkursach (z 893)¹⁴. Przykładem takiego konkursu może być zorganizowany w 2021 r., powiązany z Zielonym Ładem, Green Deal Call. Wśród wybranych projektów znalazły się także te związane

13 *REPowerEU: Joint European action for more affordable, secure and sustainable energy*, Strasbourg, 8 III 2022: <ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_22_1511/IP_22_1511_EN.pdf> [dostęp: 28 III 2022].

14 Obliczenia własne z wykorzystaniem narzędzia <webgate.ec.europa.eu/dashboard/sense/app/93297a69-09fd-4ef5-889f-b83c4e21d33e/sheet/erUXRa/state/analysis>.

ze źródłami energii, jak REFHYNE II, którego celem jest stworzenie elektrolizera o mocy 100 MW, który docelowo ma produkować 15 000 ton wodoru rocznie¹⁵. Niektóre z konkursów przeprowadzane są nie w rozpowszechnionej formule grantowej, ale z wykorzystaniem formuły zamówień przedkomercyjnych (PCP)¹⁶, jak np. EuroWave – program nakierowany na rozwój energetyki fal morskich¹⁷.

Zejście na niższy poziom agregacji¹⁸ pozwala określić typ wspieranej w projektach energii. Najwięcej projektów dotyczyło energii słonecznej (410 projektów o łącznej wartości 750 mln euro) i energii wiatru (173 projekty o łącznej wartości 584 mln euro). Następne były energia geotermalna (51 projektów o łącznej wartości 245,3 mln euro), hydroelektryczność (45 projektów o łącznej wartości 140,2 mln euro) oraz energia pływów morskich (22 projekty o łącznej wartości 265,4 mln euro), energia z wodoru (15 projektów o łącznej wartości 142,6 mln euro) i energia morska (6 projektów o wartości 22 mln euro). Zidentyfikowano 36 projektów dotyczących energii jądrowej na łączną kwotę 171,2 mln euro. Z zakresu OZE realizowanych jest 959 projektów o łącznej wartości 4,2 mld euro.

Przy spojrzeniu na uczestników i kraje, z których pochodzą, widać specjalizacje w zależności od typu energii. Dla energii jądrowej największa liczba jednostek uczestniczących w projektach pochodzi z Francji (82), druga jest Belgia z 38 uczestnictwami. W przypadku energii słonecznej najbardziej aktywni są Hiszpanie (245) i Niemcy (220), podobnie jest w przypadku energii wiatru – Hiszpania (149) i Niemcy (145). Z kolei w przypadku energii geotermalnej najwięcej jednostek pochodzi z Włoch (66).

Jedną z ważniejszych inicjatyw KE dotyczących nowych źródeł energii jest projekt ITER – Międzynarodowy Eksperymentalny Reaktor Termonuklearny o wartości 5,61 mld euro. Jest to programu budowy instalacji pozwalającej na produkcję energii z kontrolowanej fuzji jądrowej. Pozyskiwanie energii w ten sposób nie było wcześniej uwzględnione

15 Strona REFHYNE 2: „REFHYNE” [online], 2021 [dostęp: 28 III 2022]: <refhyne.eu/>.

16 Por. M. Zawadzka, M. Baranowski, *Bliżej rynku, bliżej nowoczesnych rozwiązań. Zamówienie Przedkomercyjne i Partnerstwo Innowacyjne w praktyce NCBR*, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa 2021.

17 „Europe Wave” [online], 6 VII 2021 [dostęp: 28 III 2022]: <www.weamec.fr/en/project-calls/h2o2o-pcp-europewave/>.

18 Analiza z wykorzystaniem kategorii EuroSciVoc.

w analizie ze względu na eksperymentalny charakter prac, natomiast dokonanie przełomu technologicznego w tej technologii będzie miało znaczenie globalne¹⁹.

Powstawanie innowacyjnych technologii niskoemisyjnych w skali demonstracyjnej, w tym dotyczących generowania energii z OZE, wspiera ETS Innovation Fund²⁰. Ma on dysponować środkami w wysokości 10 mld EUR w latach 2020–2030 pochodzącymi ze sprzedaży uprawnień do emisji CO₂ (ETS). Wśród innych instrumentów można dodatkowo wymienić choćby Łącząc Europę (CEF) wraz z nowym instrumentem na rzecz transgranicznego wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych. Wreszcie finansowanie projektów innowacyjnych odbywa się także za pomocą środków Europejskiego Funduszu Inwestycyjnego (EFI) wspierającego głównie rynek kapitałowy, przede wszystkim kapitał wysokiego ryzyka (*venture capital*)²¹. Podobny charakter – oparty o instrumenty zwrotne, przede wszystkim pożyczki, poręczenia oraz finansowanie typu *private equity* – ma program InnovFin Energy Demonstration Projects prowadzony przez Europejski Bank Inwestycyjny (EBI)²². Nakierowany jest on na projekty na wyższym poziomie gotowości technologicznej (TRL). Programy typu InvestEU – wbrew deklaracjom – mają raczej charakter wdrożeniowy i wykraczają poza same B+R+I.

Warto też wspomnieć o stosunkowo nowej formie finansowania dużych projektów, jaką są IPCEI (Important Projects of Common European Interests). Mechanizm wspiera ważne projekty z punktu widzenia konkurencyjności europejskiej gospodarki. Zawiera finansowanie projektów B+R+I. W chwili obecnej są finansowane m.in. IPCEI dotyczące technologii wodorowych.

Polityka europejska w zakresie wspierania badań, rozwoju i innowacyjności charakteryzuje się dużą liczbą inicjatyw i możliwości finansowania

19 *The EU's 2021–2027 long-term budget and NextGenerationEU: Facts and figures*, European Commission, Directorate-General for Budget, 2021.

20 *The Innovation Fund*, „Clerens” [online], 2022 [dostęp: 28 III 2022]: <www.euinnovationfund.eu/>.

21 „EFI” [online], 2022 [dostęp: 28 III 2022]: <www.eif.org/what_we_do/guarantees/news/2021/eif-and-alter5-to-finance-renewable-energy-projects.htm>.

22 „EIB” [online], 2022 [dostęp: 28 III 2022]: <www.eib.org/en/products/mandates-partnerships/innovfin/products/energy-demo-projects.htm>.

projektów na różnym poziomie zaawansowania – od technologii eksperymentalnych do wyższych TRL. Ich mnogość może stanowić zarówno zaletę związaną ze skalą finansowania i różnorodnością wsparcia, ale także wadę. Duża liczba realizowanych projektów w ramach różnych instrumentów i instytucji utrudnia ocenę ich wzajemnej komplementarności oraz tego, na ile faktycznie przyczyniają się do dokonania przełomu technologicznego w omawianym obszarze.

Ewolucja polityki naukowo-technicznej Polski

Kierunki wskazane z ramach dokumentów strategicznych UE zarysowują pewien kontekst działania wspólnoty, jednak nie muszą być odzwierciedlone w politykach poszczególnych krajów. Wynika to bowiem z potencjałów, jakimi dysponują państwa, i doświadczeń w prowadzeniu prac w danych dziedzinach. Założenia polityki naukowo-technicznej w Polsce ewoluowały w ostatnich latach. O ile strategiczne kierunki wsparcia są względnie stałe, to zmieniają się obszary priorytetowe. Dokumentem, który określa kierunki naukowe, także w zakresie energetyki, jest *Krajowy Program Badań* (KPB). KPB powstał w 2011 r. i wskazywał, że jednym ze strategicznych kierunków wsparcia są nowe technologie w zakresie energetyki. KPB odnosi się do kluczowych problemów polskiej gospodarki energetycznej, które mają być stopniowo rozwiązywane poprzez wsparcie sektora energetycznego. Z problemów zostały wskazane między innymi przestarzała infrastruktura, a co za tym idzie problem w ciągłości przesyłu energii, uzależnienie od zewnętrznych dostawców energii oraz negatywne oddziaływanie sektora na środowisko. Według założeń polityki docelowo sektor energetyczny ma przekształcić się w „system zrównoważony i niskoemisyjny, przyjazny środowisku, wykorzystujący zróżnicowane surowce energetyczne, z jednoczesnym wzrostem efektywności energetycznej”²³. Aby osiągnąć taki stan, w dokumencie został wskazany szeroki wachlarz technologii, które powinny być wspierane. Przede wszystkim mowa o technologiach niskoemisyjnych oraz rozwijaniu energetyki odnawialnej. Tu bez wyjątku wskazywano wszystkie rodzaje energii: geotermii, biomasy, energii

23 *Krajowy Program Badań. Założenia polityki naukowo-technicznej i innowacyjnej państwa*, Rada Ministrów, 16 VIII 2011, s. 9: <<https://www.ifj.edu.pl/dzialy/don/pdf/krajowy-program-badan.pdf>> [dostęp: 28 III 2022].

wiatrowej, hydroenergii, energii słonecznej oraz inne źródła. Uznano także, że istotnym kierunkiem jest wsparcie tzw. generacji rozproszonej, a więc dywersyfikacji źródeł energii. Mowa tu o włączeniu na znaczną skalę odnawialnych źródeł energii wykorzystywanych w gospodarstwach domowych oraz rozwijaniu energetyki jądrowej. Kolejnym kierunkiem są technologie materiałowe w kontekście przesyłu i dystrybucji oraz rozwiązania służące modernizacji przestarzałego systemu elektroenergetycznego. Wskazano także energetykę opartą na wodorze oraz technologie czystego węgla. Oprócz wspierania technologii opartych o wskazane źródła energii stawiano na niekonwencjonalne surowce energetyczne, m.in. gaz łupkowy i metan ze złóż węglowych. Wszystkie z wymienionych kierunków miały przyczynić się do realizacji *Polskiej Polityki Energetycznej do roku 2030* uchwalonej w 2009 r. W 2021 r. polityka energetyczna została zaktualizowana. Przyjęta została *Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.*²⁴ Założenia polityki wskazują, że źródła zeroemisyjne w 2040 r. będą pokrywać ponad połowę energii. Twórcy strategii kładą nacisk na morską energię wiatrową oraz uruchomienie działalności elektrowni jądrowej. Podtrzymane zostały założenia KPB w obszarze energetyki rozproszonej i OZE. Dość duży nacisk został położony na technologie w transporcie, przede wszystkim zwiększenie wykorzystania paliw alternatywnych oraz rozwój elektromobilności i wodoromobilności. Wśród ośmiu celów szczegółowych strategii można wyróżnić cztery obszary technologiczne, które wskazują kierunki priorytetowe. Są to technologie magazynowania energii, inteligentne opomiarowanie i systemy zarządzania energią, elektromobilność i paliwa alternatywne oraz technologie wodorowe. W strategii do 2040 r. uwidaczniają się nowe kierunki wsparcia względem KPB i *Polityki Energetycznej do 2030*. Pojawia się zwrot w kierunku technologii wodorowych oraz magazynowania energii w obiektach mobilnych.

Instrumenty realizacji polityki

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju jest rządową agencją wykonawczą realizującą zadania z zakresu polityki naukowej, naukowo-technicznej

24 *Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.*, „Ministerstwo Klimatu i Środowiska” [online], 2 II 2021 [dostęp: 28 III 2022]: <<https://www.gov.pl/web/klimat/polityka-energetyczna-polski>>.

i innowacyjnej państwa. Zostały w nim uruchomione programy obszarowo związane z tematyką strategii, tj.: Poprawa bezpieczeństwa pracy w kopalniach, Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej, Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków oraz Zaawansowane technologie pozyskiwania energii. Realizacja umów projektowych rozpoczynała się w nich w latach 2010–2014. W 2021 r. wystartował nowy program strategiczny uzupełniający ofertę Centrum w zakresie rozwiązań podnoszących bezpieczeństwo energetyczne państwa – *Nowe Technologie w zakresie Energii*.

Tematy związane z energetyką są rozwijane nie tylko w programach strategicznych, ale także w ramach programów międzynarodowych, które Centrum realizuje w ramach umów bilateralnych. Projekty dotyczące technologii energetycznych były realizowane w ramach konkursów polsko-chińskich, polsko-tureckich oraz w ramach Norweskiego Mechanizmu Finansowego 2014–2021 – POLNOR 2019. Ponadto NCBR realizuje szereg inicjatyw w ramach nowych formuł wsparcia B+R przy użyciu przedkomercyjnych zamówień publicznych. Są to Program Bloki 200+, Magazynowanie wodoru, Innowacyjna biogazownia, budownictwo efektywne energetycznie i procesowo czy Magazynowanie Ciepła i Chłodu. Oprócz wymienionych inicjatyw unikatem na skalę kraju było przeprowadzenie *Wielkiego Wyzwania: Energia*. Efektem inicjatywy było przygotowanie prototypu przydomowej elektrowni wiatrowej. Portfolio inicjatyw prowadzonych w Centrum wskazuje, że projekty z zakresu energetyki są szeroko wspierane w ramach udzielanego finansowania. Oprócz wskazanych inicjatyw dostępne są też konkursy horyzontalne, takie jak flagowy program NCBR – PO IR 1.1.1, tzw. Szybka Ścieżka.

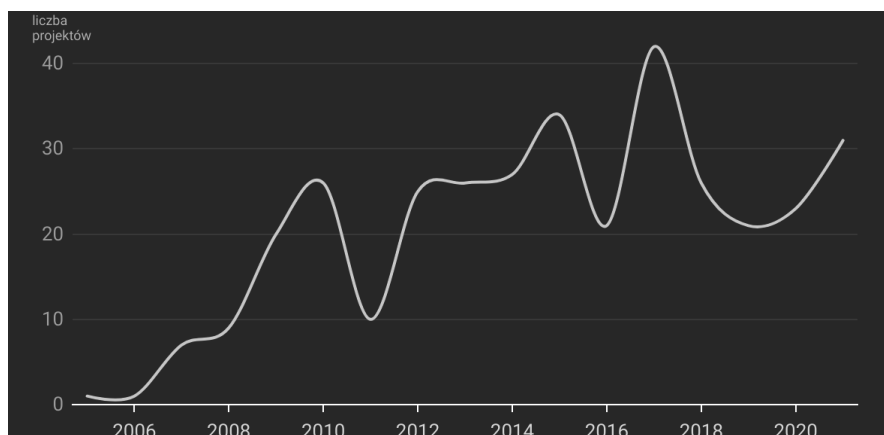
Analiza tematyczna projektów realizowanych w NCBR

Nie można wnioskować o tematyce projektów wyłącznie przez pryzmat programów, w jakich są składane wnioski. Zazwyczaj zawierały one kilka obszarów wsparcia, które nie zawsze były bezpośrednio związane z tematyką przewidzianą w polityce naukowo-technologicznej państwa. Sposobem na wybór projektów, które są bezpośrednio związane z analizowaną tematyką, jest analiza treści po słowach kluczowych.

Po zastosowaniu zaawansowanego filtru wyszukanych zostało 800 umów zawartych przez NCBR. Część projektów została jednak błędnie

zakwalifikowana do analizy. W rezultacie lektury projektów z zakresem polityki państwa w obszarze energetyki związanych było 350 projektów. Dodatkowo zidentyfikowane zostały 34 projekty, które dotyczyły wsparcia kadr w energetyce i finansowane były w ramach Programów Operacyjnych Kapitał Ludzki oraz Wiedza Edukacja Rozwój. Te jednak zostały wyłączone z dalszych analiz ze względu na nieco inną specyfikę.

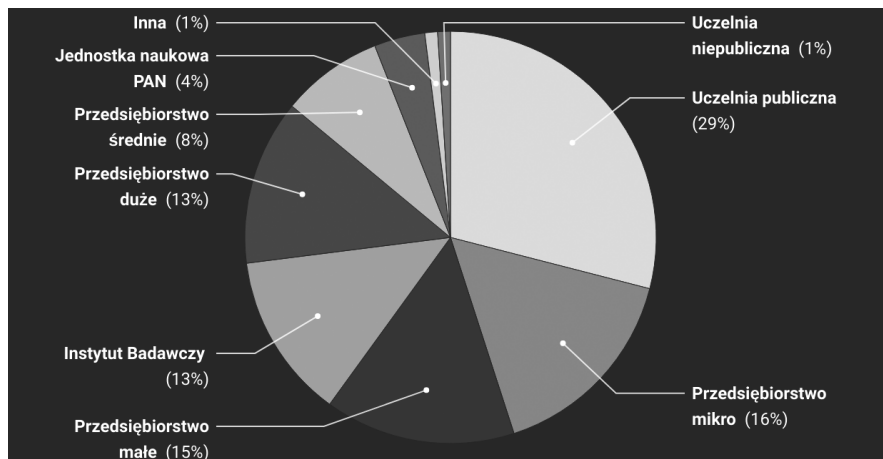
Przegląd projektów zakwalifikowanych do obszaru energetyki pozwala przybliżyć kierunki wsparcia i potencjał polskich podmiotów do realizacji projektów badawczo-rozwojowych. 350 wytypowanych projektów realizowało 226 unikatowych podmiotów. Wśród źródeł wsparcia dominują dwa główne – przeszło co czwarty (ok. 42%) projekt finansowany był ze środków krajowych, a 31% umów realizowano ze środków PO Inteligentny Rozwój. Tu największy udział ma Poddziałanie 1.1.1, tzw. Szybka Ścieżka, co niewątpliwie wynika ze skali udzielanego tam wsparcia i liczby ogłoszonych naborów. Patrząc na znacznie większą skalę wsparcia udzielanego w ramach PO IR, można wnioskować, że to środki krajowe są ukierunkowane na realizację projektów związanych z energetyką. W ich ramach znajdują się wspomniane wcześniej programy strategiczne. Potwierdza to także skala wsparcia, gdzie średnia wartość dofinansowania na projekt wyniosła ponad 12 mln zł, podczas gdy w PO IR nieco ponad 5 mln zł. Porównując budżety projektów NCBR z projektami europejskimi, dostrzegamy znaczną różnicę na niekorzyść programów Centrum.



Wykres 6. Liczba dofinansowanych projektów z zakresu energetyki w NCBR, lata 2005–2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy umów NCBR

Co roku w NCBR dofinansowywanych jest około 20–40 projektów z obszaru. 36% z analizowanych umów realizowane było przez konsorcjum podmiotów. Najczęściej funkcję lidera pełniły przedsiębiorstwa (łącznie 52% umów) oraz uczelnie (30%). Wśród przedsiębiorstw najczęściej występowały przedsiębiorstwa mikro (16%), choć nie ma znacznych różnic ze względu na wielkość przedsiębiorstwa. Jednak specyfika projektów energetycznych, ich kapitałochłonności i możliwości wdrożeniowe sprawiają, że to przedsiębiorstwa duże mają największy potencjał do realizacji projektów o tej charakterystyce, a te stanowiły 13% liderów w badanej grupie.



Wykres 7. Odsetek podmiotów-liderów kierujących projektami w NCBR z zakresu energetyki

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy umów NCBR

Należy podkreślić, że wsparcie publiczne udzielne przez NCBR nie jest jedyną możliwością finansowania projektów z rynku energetycznego. Jest uzupełnieniem potrzeb znajdujących się na rynku, szczególnie w obszarze projektów badawczo-rozwojowych, które obciążone są niepowodzeniem. Wsparcie dla wysokonakładowych i obarczonych ryzykiem projektów niejako ubezpieczają środki publiczne. Jest to niewątpliwie obszar strategiczny z perspektywy społeczno-gospodarczej kraju, a uzyskane rezultaty mogą stanowić o przewadze konkurencyjnej państwa na arenie międzynarodowej. Dlatego jest to obszar warty inwestowania, choć analizy trendów światowych wskazują, że konkurencja na rynkach światowych jest znaczna.

Wnioski

Na świecie trwa wyścig technologiczny w zakresie technologii związanych z pozyskiwaniem energii z nowych źródeł. Główne prace koncentrują się w krajach Zachodu (Stanach Zjednoczonych oraz UE), a także w krajach Azji Wschodniej (Chiny, Korea Płd., Japonia). Kraje/regiony posiadają swoje specjalizacje, które wynikają z ich potencjału wdrożeniowego i naukowego.

Dynamiczny przyrost liczby publikacji naukowych z zakresu nowych źródeł energii ma drugorzędne znaczenie z punktu widzenia wypracowania i wdrażania w poszczególnych państwach nowych technologii dających przewagę zarówno strategiczną, jak i gospodarczą.

Unia Europejska posiada polityki naukowo-technologiczne w zakresie pracy nad nowymi typami energii. W związku z Zielonym Ładem oraz innymi inicjatywami Komisji należy oczekiwać intensyfikacji prac badawczych związanych z OZE w nowym programie ramowym Horyzont Europa. Konsekwentna polityka przynosi rezultaty, co widać choćby po liczbie patentów pochodzących z UE w kluczowych obszarach. Także w UE działają korporacje posiadające potencjał do prowadzenia prac B+R i wdrażania ich wyników. Polska w aktywny sposób uczestniczy w różnego typu europejskich programach B+R+I, a także poprzez działalność NCBR wspiera realizację projektów ukierunkowanych na nowe źródła energii. Należy jednak nadmienić, że na tle Europy realizowane projekty są najczęściej na stosunkowo niewielkie kwoty. Obecnie Polska nie ma potencjału, by samodzielnie prowadzić duże projekty w tym zakresie. Polityka naukowo-badawcza oparta o analizy potencjału polskich podmiotów powinna jednoznacznie wskazywać technologie, w które należy inwestować. Na tej podstawie można lepiej projektować wsparcie publiczne, co może zwiększyć konkurencyjność i efektywność polskiej gospodarki.

W związku z inwazją Federacji Rosyjskiej na Ukrainę w lutym 2022 r. rośnie zapotrzebowanie na niezależność energetyczną Unii. Ma to być osiągnięte m.in. w oparciu o nowe źródła energii, w tym OZE. W związku z tym można oczekiwać intensyfikacji prac B+R, najprawdopodobniej na wyższych poziomach gotowości technologicznej, które umożliwiłyby implementację rozwiązań sprzyjających temu celowi.

Bibliografia

- Alegria Mancisidor I. M. de, Basurto Uruga P. D. de, Arbulo López P. R. de, *European Union's renewable energy sources and energy efficiency policy review: The Spanish perspective*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2019, vol. 13, issue 1, s. 100–114.
- Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions on an EU strategy to reduce methane emissions*, „Komisja Europejska” [online], 14 X 2020 [dostęp: 28 III 2022]: <eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0663&from=EN>.
- Europejski Zielony Ład*, 11 XII 2019: <eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF> [dostęp: 28 III 2022].
- Grassano N., Hernandez Guevara H., Fako P., Tübke A., Amoroso S., Georgakaki A., Napolitano L., Pasimeni F., Rentocchini F., Compañó R., Fatic S., Panzica R., *The 2021 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*, EUR 30902 EN, „Publications Office of the European Union” [online], 2021 [dostęp: 17 V 2022]: <<https://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard/2021-eu-industrial-rd-investment-scoreboard>>.
- Komunikat w sprawie nowego podejścia do zrównoważonej niebieskiej gospodarki w UE*, 17 V 2021: <IMMC.COM%0282021%029240%02ofinal.POL.xhtml.1_PL_ACT_part1_v2.docx> [dostęp: 28 III 2022].
- Krajowy Program Badań. Założenia polityki naukowo-technicznej i innowacyjnej państwa*, Rada Ministrów, 16 VIII 2011: <<https://www.ifj.edu.pl/dzialy/don/pdf/krajowy-program-badan.pdf>> [dostęp: 28 III 2022].
- Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.*, „Ministerstwo Klimatu i Środowiska” [online], 2 II 2021 [dostęp: 28 III 2022]: <<https://www.gov.pl/web/klimat/polityka-energetyczna-polski>>.
- REPowerEU: Joint European action for more affordable, secure and sustainable energy*, Strasbourg, 8 III 2022: <ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_22_1511/IP_22_1511_EN.pdf> [dostęp: 28 III 2022].
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie redukcji emisji metanu w sektorze energetycznym oraz zmieniające rozporządzenie (UE) 2019/942, (COM(2021) 805 final)*.
- Strategia wodorowa na rzecz Europy neutralnej klimatycznie*, Komisja Europejska, 8 VII 2020: <ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf> [dostęp: 28 III 2022].
- Zawadzka M., Baranowski M., *Blżej rynku, blżej nowoczesnych rozwiązań. Zamówienie Przedkomercyjne i Partnerstwo Innowacyjne w praktyce NCBR*, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa 2021.
- Ziemacki Z., *Europejski Zielony Ład i odbudowa polskiej gospodarki – szanse i wyzwania*, „Sprawy Międzynarodowe” 2021, t. 74, nr 3, s. 89–110, DOI: 10.35757/SM.2021.74.3.08.