



Green economy
– wpływ zielonej ekonomii
na klimat i rozwój gospodarczy

Cytowanie: Juszczyk, A., Rabięga, W. (2021), *Green economy – wpływ zielonej ekonomii na klimat i rozwój gospodarczy*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa.

Warszawa, grudzień 2021 r.

Autorzy: Adam Juszczyk, Wojciech Rabięga

Współpraca: Katarzyna Dębkowska, Kamil Lipiński

Redakcja merytoryczna: Piotr Arak, Andrzej Kubisiak

Redakcja: Jakub Nowak, Małgorzata Wieteska

Projekt graficzny: Anna Olczak

Skład i łamanie: Tomasz Gałązka

Współpraca graficzna: Joanna Cisek, Sebastian Grzybowski

Polski Instytut Ekonomiczny

Al. Jerozolimskie 87

02-001 Warszawa

© Copyright by Polski Instytut Ekonomiczny

ISBN 978-83-66698-68-0

Spis treści

Kluczowe liczby.....	4
Kluczowe wnioski.....	6
Wprowadzenie	7
I. Gdzie dziś jesteśmy?	9
1. Trudna sytuacja wyjściowa.....	9
2. Pozytywne doświadczenia historyczne Polski ostatnich trzech dekad....	10
3. Historyczne spojrzenie sektorowe.....	13
II. Wskaźniki rozwoju zielonej ekonomii.....	15
1. Metodologia modelu	15
2. Wyniki modelu.....	16
3. Wydatki na ochronę środowiska	20
4. Prywatne inwestycje w gospodarkę obiegu zamkniętego	22
5. Podatki środowiskowe	25
6. Publiczne wsparcie dla paliw kopalnych	27
7. Taryfy gwarantowane dla odnawialnych źródeł energii	30
8. Budowa nowych mocy OZE w elektroenergetyce.....	32
9. Przyrost odnawialnych źródeł energii w ciepłownictwie i chłodnictwie.....	36
Podsumowanie	38
Aneks	40
Bibliografia	44
Spis ramek, tabel i wykresów	46

Kluczowe liczby

+0,22

pozytywny wpływ wzrostu wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii na wzrost PKB *per capita* w krajach Unii według modelu PIE dla danych z lat 2011-2019. Oznacza to, że rozwój zielonej ekonomii w sposób umiarkowanie pozytywny wpływa na rozwój gospodarczy

-0,66

wynosi współczynnik wpływu wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii na poziom emisji CO₂ krajów UE-27, co oznacza, że rozwój zielonej ekonomii w istotny sposób przyczynia się do spadku poziomu emisji w Unii Europejskiej

18. miejsce

na 27 państw UE zajęła Polska w rankingu rozwoju zielonej ekonomii w latach 2011-2019

5,2 tony

emisji CO₂ przypadają na mieszkańca UE w 2019 r.

7,3 tony

emisji CO₂ przypadają na mieszkańca Polski w 2019 r.

Ponad trzykrotnie

wzrosły emisje w sektorze transportu w Polsce w 2018 r. w porównaniu do 1990 r.

o 1/3

(73 mln ton CO₂ rocznie) zmalały emisje związane z elektroenergetyką i ciepłownictwem w Polsce w porównaniu do 1990 r.

2,4 proc. PKB

wynosiły średnio podatki środowiskowe w UE-27 w 2019 r. W Polsce ta wartość jest nieco wyższa i wynosi 2,6 proc.

306 MW

na 1 mln mieszkańców wynosił wzrost mocy OZE w krajach UE-27 w latach 2011-2019

167 MW

na 1 mln mieszkańców wynosił wzrost mocy OZE w Polsce w latach 2011-2019

o 10 pkt. proc.

większy wzrost PKB uzyskały państwa o najwyższym poziomie wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii w porównaniu do reszty krajów UE

Kluczowe wnioski

- Od kwietnia do końca 2021 r. na działania obudowy gospodarki w związku z pandemią wydano w Polsce **35 mld EUR**, z czego **13,5 mld EUR** na inwestycje wspomagające zieloną transformację. **Dla porównania budżet Polski w 2021 r. wyniósł ok 116 mld EUR (523 mld PLN).**
- Od 1995 r. gospodarka Polski zwiększyła się 2,5-krotnie, podczas gdy roczne emisje gazów cieplarnianych utrzymują się na mniej więcej stałym poziomie ok. 400 Mt ekwiwalentu CO₂. Wynika z tego, że emisje na jednostkę produktu są coraz mniejsze.
- **Od 2000 r. polska gospodarka obniżyła swoją energochłonność o ponad 40 proc. (z 360 toe/mln EUR do 209 toe/mln EUR).** Mimo tego dalej zużywamy blisko dwa razy więcej energii na jednostkę PKB niż średnio w krajach UE-28.
- **Większość sektorów polskiej gospodarki emituje mniej niż w latach 90.** Spadek emisji w elektroenergetyce i ciepłownictwie oraz rolnictwie w porównaniu do poziomów z 1990 r. wyniósł po 32 proc., a w gospodarce odpadami – 42 proc. Wyjątkiem pozostał transport, którego emisje uległy zwiększeniu o 214 proc.
- Według szacunków modelu miękkiego PIE, rozwój zielonej ekonomii pozytywnie przekłada się na obniżenie emisji (ładunek czynnikowy –0,66) i w niewielkim stopniu pozytywnie wpływa na wzrost PKB (ładunek czynnikowy 0,22). **Inwestycje w zieloną gospodarkę nie spowalniają wzrostu gospodarczego, jednocześnie wydajnie umożliwiając realizację celów klimatycznych.**
- **Na podstawie naszego modelu wnioskujemy, że najbardziej pozytywny wpływ na rozwój zielonej ekonomii ma wysoki udział OZE w elektroenergetyce, ciepłownictwie i chłodnictwie oraz ustanowienie optymalnego poziomu taryf gwarantowanych (feed-in-tariffs) dla OZE.**
- **Malta, Luksemburg, Litwa, Rumunia i Włochy to kraje o najwyższej dynamice rozwoju zielonej ekonomii w latach 2011-2019.** Polska zajmuje miejsce w drugiej połowie rankingu (18. na 27 państw). Wyższym wskaźnikiem rozwoju zielonej ekonomii charakteryzowały się kraje tzw. „nowej” UE niż kraje „starej” UE.
- **Wydatki publiczne na ochronę środowiska w krajach UE-27 wahają się w przedziale od 0,2 proc. PKB (Finlandia) do 1,4 proc. PKB (Malta).** W drugiej dekadzie XXI w. w 16 krajach Unii odnotowano spadek wydatków na ochronę środowiska. W Polsce wydatki te w 2019 r. wyniosły niespełna 0,55 proc. PKB, co oznacza spadek o 0,16 pkt. proc. w porównaniu do 2011 r.

Wprowadzenie

Pojęcie zielonej ekonomii (*green economy*) pierwszy raz zostało użyte w 1989 r. w raporcie *Blueprint for a Green Economy*. Wraz z rozwojem debaty na temat zmian klimatu i niezbędnych działań w ich ograniczaniu pojęcie to zyskiwało na popularności jako sposób utrzymania rozwoju gospodarczego przy jednoczesnej realizacji celów klimatycznych, ustalonych przy okazji najpierw Protokołu z Kyoto, a później Porozumienia Paryskiego (www1). Debata na temat zielonej ekonomii pobudziła nowe plany Komisji Europejskiej, która w ramach odbudowy gospodarki po pandemii koronawirusa zamierza wzmocnić działania prowadzące do osiągnięcia neutralności klimatycznej UE do 2050 r.

Plany odbudowy gospodarki po pandemii, wpisujące się w cele ochrony środowiska i klimatu, nazywane są „zieloną odbudową” (*green recovery*). Działania związane z polityką zielonej odbudowy można zauważyć w wielu krajach na świecie, w tym w państwach UE-27, USA, Chinach czy Korei Południowej. W 2020 r. z ponad 3200 mld USD wydanych na działania związane z odbudową gospodarki w 44 krajach analizowanych przez OECD, blisko 700 mld USD (ok. 22 proc.) było zainwestowane w działania mające pozytywny wpływ na klimat (www2).

W Unii zielona transformacja jest uważana za główny czynnik przyszłego wzrostu gospodarczego. Stąd też kraje członkowskie wydają na zielone inwestycje najwięcej środków w ramach odbudowy pandemicznej. Do końca 2021 r. w 18 krajach UE analizowanych przez *Green Recovery Tracker* z 700 mld EUR przeznaczonych na pobudzenie gospodarki 210 mld EUR (30 proc.) wydano na inwestycje wspomagające zieloną

transformację, a 50 mld EUR na inne działania mogące opóźnić jej rozwój, takie jak wsparcie dla spalania paliw kopalnych¹. W Polsce w ramach odbudowy pandemicznej wydano do końca 2021 r. 36 mld EUR, z czego 13,5 mld (37 proc.) przeznaczono na inwestycje wspomagające zieloną transformację (www3).

Wysoki poziom inwestycji publicznych w zielone sektory gospodarki skłania do zadania pytania o ich wpływ na spadek emisji i wzrost gospodarczy. W literaturze nie brak publikacji dotyczących idei zielonej gospodarki, w których autorzy skupiają się na mierzeniu postępów w osiąganiu celów zrównoważonego rozwoju, nie zaś na relacji między zielonymi inwestycjami a rozwojem gospodarczym. Ich autorzy oceniają efekty zrównoważonego rozwoju, takie jak poziom emisji CO₂ i zanieczyszczenia powietrza cząsteczkami PM_{2,5} i PM₁₀. Wskaźniki te są dobrym miernikiem do oceny postępów kraju w realizacji celu neutralności klimatycznej i szeroko pojętej ochronie środowiska naturalnego. Nie dają jednak informacji na temat oceny konkretnych działań inwestycyjnych, podatkowych czy legislacyjnych, podejmowanych by zmaksymalizować pozytywny wpływ na klimat i gospodarkę.

Odpowiadając na potrzebę weryfikacji konkretnych działań związanych z ochroną klimatu, w poniższym raporcie postanowiliśmy odpowiedzieć na pytanie, jaki jest wpływ zielonej gospodarki na PKB i poziom emisji CO₂ w krajach UE-27. Na potrzeby obliczeń modelu wykorzystanego w raporcie, zieloną gospodarkę definiujemy jako szereg działań sektora publicznego i prywatnego na sektory związane z elektroenergetyką, gospodarką

¹ Pozostałe wydatki można określić jako neutralne dla zielonej transformacji.

obiegu zamkniętego i ochroną środowiska naturalnego. Jako okres badawczy przyjmujemy lata 2011-2019. Jest to okres między kryzysem finansowym zapoczątkowanym w 2007 r. a kryzysem wywołanym pandemią COVID-19.

W pierwszym rozdziale raportu opisujemy rozwój gospodarczy Polski w ciągu ostatnich 30 lat z uwzględnieniem emisji CO₂ i na tle postępów europejskich. Dodatkowo zamieszczamy też analizę redukcji emisji gazów cieplarnianych

poszczególnych sektorów polskiej gospodarki. W drugim rozdziale prezentujemy wyniki naszego modelu, omawiamy strukturę wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii i jego wpływ na emisje i PKB w latach 2011-2019. W kolejnej części tego rozdziału omawiamy szerzej wskaźniki cząstkowe zielonej ekonomii składające się na modelowany wskaźnik w krajach UE-27. Raport kończy się podsumowaniem i aneksem zawierającym opis metodologiczny modelu.

▼ Ramka 1. Jak zdefiniować zieloną ekonomię?

Nie istnieje jedna, powszechnie przyjęta definicja zielonej ekonomii (funkcjonuje także określenie „zielony wzrost”, ściśle związane z zieloną ekonomią, często też z nią utożsamiane). Poszczególne instytucje i podmioty (UNEP, Bank Światowy, OECD, Komisja Europejska) posługują się natomiast roboczymi definicjami na potrzeby własnych instrumentów i programów. Przykładowo w Programie ONZ ds. Środowiska (UNEP, 2011) na potrzeby Green Economy Initiative (GEI) zdefiniowano roboczo zieloną ekonomię jako taką, „której rezultatem jest poprawa dobrobytu człowieka, społecznej sprawiedliwości, przy jednoczesnym znacznym ograniczeniu presji na środowisko i jego zasoby”. OECD z kolei w swoich działaniach odnosi się raczej do pojęcia „zielonego wzrostu”, który określa jako zmianę modelu produkcji i konsumpcji na rzecz zmniejszenia presji na środowisko w sposób efektywny ekonomicznie (www4). Wspólne dla wszystkich koncepcji zielonej ekonomii jest natomiast uznanie konieczności zmiany obecnego modelu gospodarczego na bardziej przyjazny dla środowiska (www5).

Zazielenianie gospodarki jest rozpatrywane na wielu płaszczyznach, obejmując takie zagadnienia jak rozwój odnawialnych źródeł energii w energetyce transporcie i ciepownictwie, poprawa efektywności energetycznej, zmiana modelu konsumpcji, rozwój alternatywnych zielonych miejsc pracy w miejscach sektorów związanych z wydobyciem, przetwarzaniem i zużyciem paliw kopalnych czy zielone inwestycje.

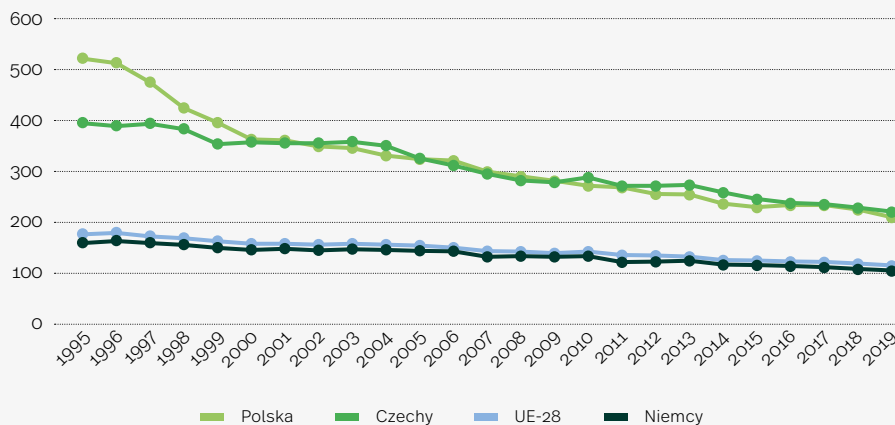
I. Gdzie dziś jesteśmy?

1. Trudna sytuacja wyjściowa

Polska należy obecnie do najbardziej zanieczyszczonych regionów UE. Nasz kraj stoi wobec wyzwania gruntownej transformacji niskoemisyjnej i poprawy jakości powietrza w najbliższych dekadach. Ze względu na trudną sytuację wyjściową w sektorze energetycznym i komunalnym – opierających się na paliwach kopalnych – skala tego wyzwania jest większa niż w innych krajach UE. Gospodarka Polski w znacznym stopniu jest oparta na sektorach

energochłonnych. Mimo że w latach 2000-2019 Polska obniżyła energochłonność gospodarki z poziomu ok. 360 toe/mln EUR do 209 toe/mln EUR, nadal zużywamy ponad dwukrotnie więcej energii na jednostkę PKB niż wynosi średnia w UE. W 2019 r. zużycie energii w Polsce było na poziomie ok. 104 Mtoe, co stanowiło ok. 6 proc. zużycia energii UE-28 i było trzykrotnie niższe niż zużycie energii w niemieckiej gospodarce.

▼ Wykres 1. Energochłonność gospodarki Polski, Niemiec, Czech i UE-28 w latach 1995-2019 (w toe/mln EUR)



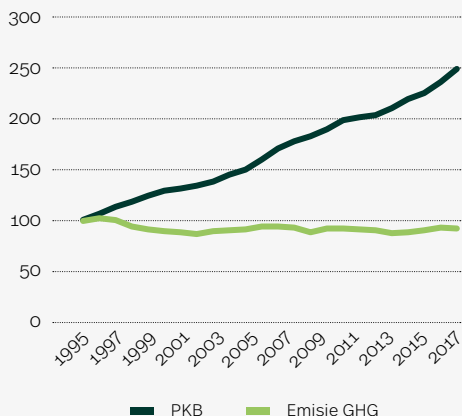
Źródło: opracowanie własne PIE.

2. Pozytywne doświadczenia historyczne Polski ostatnich trzech dekad

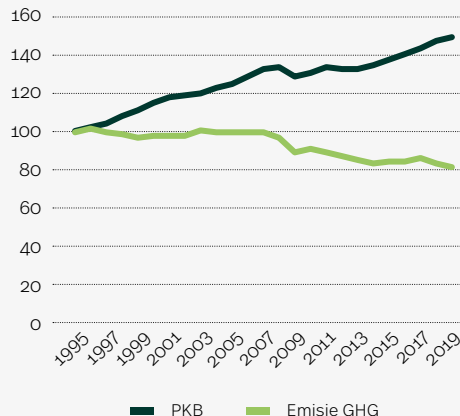
Mimo trudnej sytuacji wyjściowej, doświadczenia polskiej transformacji systemowej i oderwanie ścieżki realnego PKB od ścieżki emisji pokazuje, że **poprawa jakości środowiska może się odbywać w warunkach dynamicznego wzrostu gospodarczego**. Od 1995 r. gospodarka Polski zwiększyła się 2,5-krotnie, podczas gdy emisje gazów cieplarnianych

utrzymywane są na mniej więcej stałym poziomie ok. 400 Mt ekwiwalentu CO₂. Wynika z tego, że emisje na jednostkę produktu są coraz mniejsze. Podobny trend jest widoczny także w przypadku całej UE-27, dla której emisje spadły o 20 proc. w porównaniu do 1995 r. przy jednoczesnym wzroście PKB o 50 proc.

▼ Wykres 2. Dynamika PKB i emisji gazów cieplarnianych (GHG) w Polsce w latach 1995-2018 (w proc.)



▼ Wykres 3. Dynamika PKB i emisji gazów cieplarnianych (GHG) w UE-27 w latach 1995-2019 (w proc.)

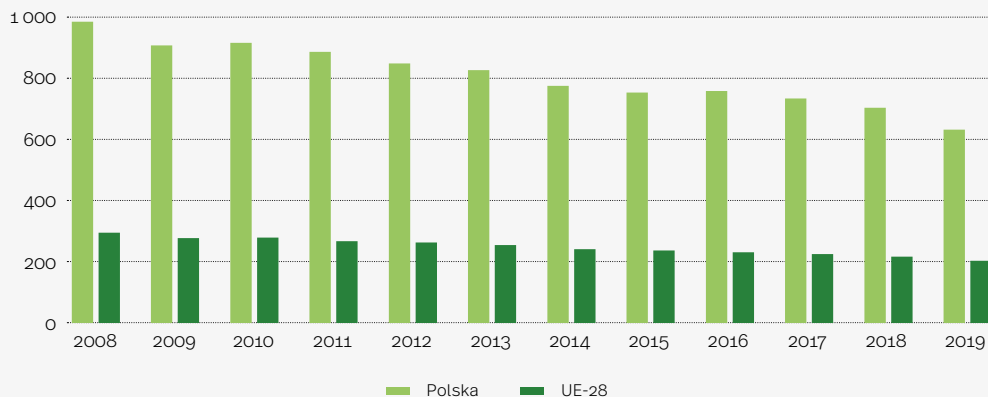


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu i Europejskiej Agencji Środowiskowej (European Environmental Agency, EEA).

W ostatniej dekadzie Polska zmniejszyła emisje CO₂ na jednostkę produktu (euro wartości dodanej) o około 1/3. Niemniej jednak – w porównaniu do UE-28 – każda jednostka wartości dodanej polskiej gospodarki wiąże się z emisją

trzy razy większej ilości dwutlenku węgla. W 2019 r. wartość tego współczynnika była na poziomie 633 gram CO₂/EUR wartości dodanej, podczas gdy dla państw UE-28 było to zaledwie 204 gramy CO₂/EUR.

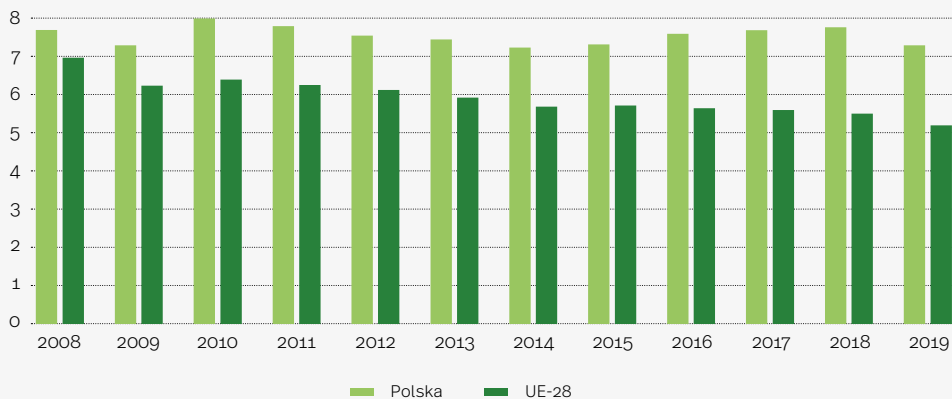
▸ **Wykres 4. Emisje CO₂ na jednostkę produktu w Polsce i UE-28 (gram CO₂/EUR wartości dodanej)**



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

Emisje na mieszkańca w Polsce wynosiły w ostatniej dekadzie ok. 7,5 tony CO₂ rocznie na osobę. W UE ilość emisji zmalała z 7 ton CO₂/os. w 2008 r. do nieco ponad 5 ton CO₂/os. w 2019 r., czyli 2 proc. rocznie.

▸ **Wykres 5. Emisje na mieszkańca Polski i UE-28 (w t/os.)**



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

Stosując tzw. dekompozycję Kaya (Logarithmic Mean Divisia Index, LMDI) można pokazać, jakie czynniki wpłynęły na redukcję emisji w badanym okresie. Główne z nich to:

- zmiany w strukturze produkcji poprzez przeniesienie produkcji z sektorów energochłonnych do innych sektorów,
- spadek zużycia paliw,
- poprawa efektywności spalania paliw wynikająca z postępu technologicznego.

Gdyby nie te czynniki, to wraz ze wzrostem gospodarczym proporcjonalnie rosłyby emisje.

Punktem wyjściowym do dekompozycji zmian emisji dwutlenku węgla jest poniższa tożsamość Kaya:

$$CO_2 = Popul \cdot \frac{PKB}{Popul} \cdot \frac{Energia}{PKB} \cdot \frac{CO_2}{Energia}$$

gdzie:

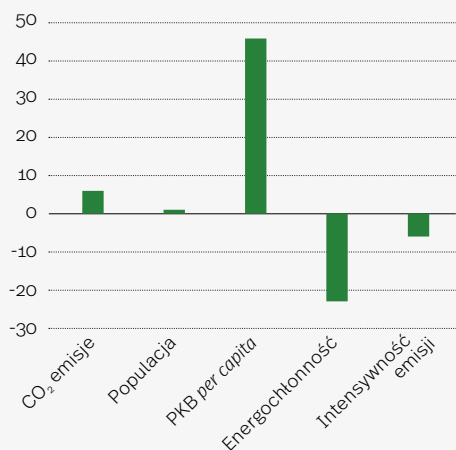
Popul – wielkość populacji,

PKB – Produkt Krajowy Brutto,

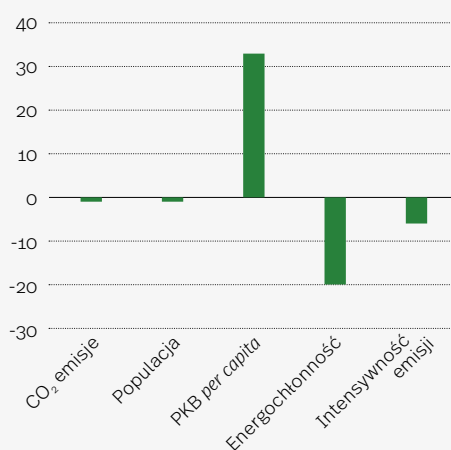
Energia – zużycie energii w gospodarce,

CO_2 – łączne emisje dwutlenku węgla w gospodarce.

» Wykres 6. Zmiany emisji CO_2 wraz z ich dekompozycją za pomocą metody badania przyczynowego w latach 2000-2010 w Polsce (w proc.)



» Wykres 7. Zmiany emisji CO_2 wraz z ich dekompozycją za pomocą metody badania przyczynowego w latach 2010-2018 w Polsce (w proc.)



Źródło: opracowanie własne PIE.

W okresie 2000-2010 wielkość emisji (ze spalania paliw) w Polsce wzrosła z 290 do 307 mln ton CO₂, a następnie utrzymywała się na stałym poziomie do 2018 r. W analizowanych okresach gospodarka Polski podążała ścieżką wzrostu średnio 3,9 proc. r/r (lata 2000-2010) oraz 3,5 proc. r/r (lata 2010-2018). Tak istotny wzrost gospodarczy przy niezmienności pozostałych czynników spowodowałby wzrost emisji o ponad 40 proc. w okresie 2000-2010 i o ponad 30 proc. w latach 2010-2018. Obniżenie emisji może w praktyce odbywać się przez redukcję energochłonności gospodarki (energia/PKB) i intensywności emisji dwutlenku węgla przy produkcji i konsumpcji energii (CO₂/energia). Technicznie przekłada się to na poprawę efektywności energetycznej, przejście na bezemisyjne nośniki energii lub wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla.

Mimo znacznego rozwoju gospodarczego ograniczenie wzrostu emisji w Polsce wynikało przede wszystkim z obniżenia energochłonności gospodarki mierzonej zużyciem

energii na jednostkę produktu. Obniżenie wartości tego wskaźnika wynikało głównie ze zmian strukturalnych gospodarki i postępu technologicznego. Poprawa w zakresie energochłonności polskiej gospodarki wpływałaby na ponad 20 proc. ograniczenia emisji (przy pozostałych czynnikach niezmiennych) w każdym z analizowanych okresów.

Drugim czynnikiem, który istotnie wpłynął na ograniczenie emisji, była poprawa intensywności emisji spalanych paliw. Spadek wielkości tego wskaźnika wynika z zastępowalności paliw wysoce emisyjnych paliwami niskoemisyjnymi, jak i z optymalizacji samych procesów spalania. Zarówno w latach 2000-2010, jak i 2010-2018, obniżenie emisyjności spalanych paliw zahamowało wzrost emisji o ok. 6 proc. Współwystępowanie wskazanych czynników: postępu technologicznego, przemian strukturalnych gospodarki i poprawy intensywności spalania paliw, sprawiły, że wzrost emisji był znacznie niższy niż wynikałoby to z wysokiego wzrostu gospodarczego naszego kraju w latach 2000-2018.

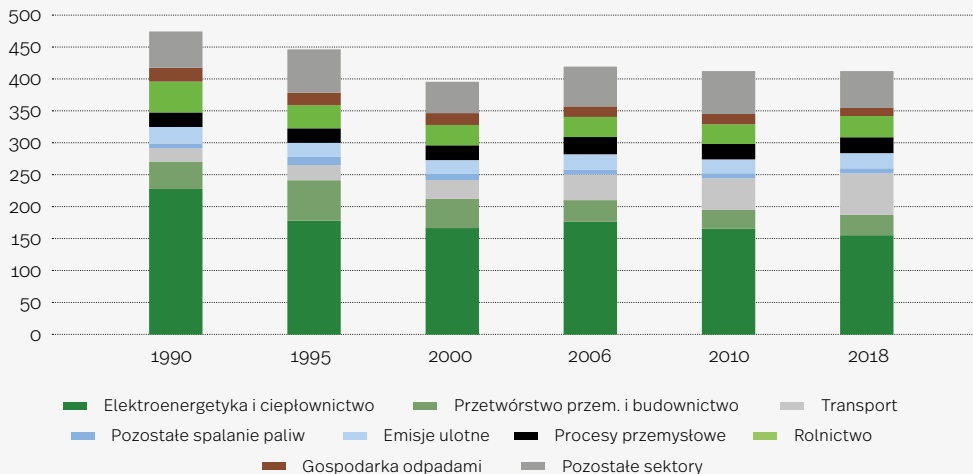
3. Historyczne spojrzenie sektorowe

W latach 1990-2018 wielkość emisji gazów cieplarnianych w Polsce spadła z ok. 470 do 400 milionów ton CO₂ rocznie. Najwyższy udział w krajowych emisjach gazów cieplarnianych ma wciąż elektroenergetyka i ciepłownictwo. Udział tych sektorów w ogóle emisji zmalał jednak z blisko 50 proc. w 1990 r. do niecałych 40 proc. w 2018 r. Wysoki pozostaje także udział transportu (ok. 16 proc.), rolnictwa, przetwórstwa przemysłowego i budownictwa (po ok. 8 proc.).

Większość sektorów polskiej gospodarki zanotowała spadek emisji w porównaniu z 1990 r. Największy można zauważyć w gospodarce odpadami (o 41 proc.), elektroenergetyce i ciepłownictwie (32 proc.) oraz rolnictwie (32 proc.). O 10 proc. wzrosły emisje ze spalania paliw

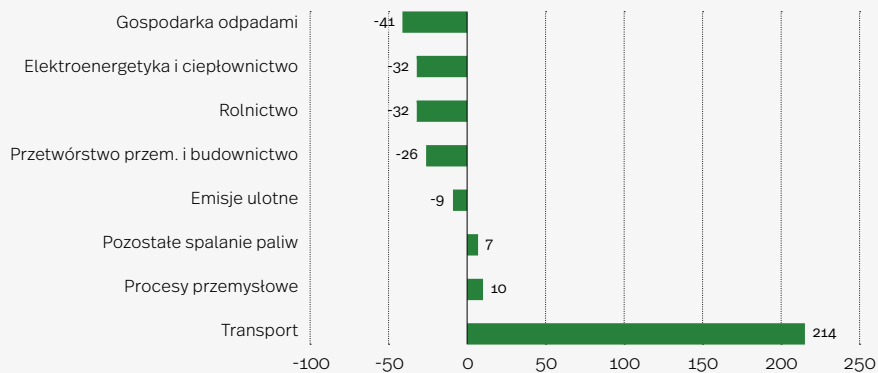
w procesach przemysłowych, o 214 proc. w sektorze transportu i o 7 proc. w pozostałych (tj. nieujętych w innych kategoriach) sektorach. Trzykrotny wzrost emisji w transporcie wynika w dużej mierze ze zwiększenia się liczby samochodów osobowych, co nastąpiło w Polsce po 1990 r. Tylko w latach 1990-2015 liczba zarejestrowanych samochodów osobowych wzrosła blisko czterokrotnie (do 20,7 mln), liczba zrealizowanych przebiegów samochodów osobowych wzrosła ponad trzykrotnie (do 182 mld wozokilometrów) (Menes, 2018). Ograniczanie emisji może zatem w przyszłości wymagać nie tylko przekształceń sektora energetycznego, ale zmiany postrzegania roli transportu zrównoważonego, który może pełnić istotną rolę w redukcji polskich emisji CO₂.

➤ **Wykres 8.** Poziomy emisji oraz osiągnięte redukcje emisji gazów cieplarnianych (GHG) w wybranych sektorach w Polsce w latach 1990-2018 (w mln ton CO₂e)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych EEA.

➤ **Wykres 9.** Zmiany emisji gazów cieplarnianych (GHG) wg sektorów w Polsce w latach 1990-2018 (w proc.)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych EEA.

II. Wskaźniki rozwoju zielonej ekonomii

1. Metodologia modelu

Głównym celem naszego badania jest ocena wpływu zielonej ekonomii na PKB oraz emisje CO₂. Zastosowaliśmy w tym celu podejście modelowe do postawionych zagadnień. Zielona ekonomia jest zjawiskiem niemierzalnym bezpośrednio, które można wytłumaczyć za pomocą szeregu odpowiednio dobranych wskaźników. Związki między zmiennymi ukrytymi możemy mierzyć za pomocą modelowania miękkiego (Mierzyńska, 2000; Herbst, 2009). Wyniki analizy umożliwiają opisanie zarówno relacji między zmienną ukrytą zielona ekonomia (nazywaną w publikacji wskaźnikiem rozwoju zielonej ekonomii) a zmiennymi, na które wpływa (PKB, emisje CO₂), jak i odzwierciedlenie zmiennej ukrytej „zielona ekonomia” przez wybrane zmienne składowe.

W literaturze praktykuje się różnorodne podejścia do wskaźników zielonej ekonomii. W większości badacze stosują wskaźniki oceniające efekty, takie jak emisje, udział odnawialnych źródeł energii w produkcji energii czy poziom zanieczyszczenia powietrza pyłami PM_{2,5} i PM₁₀. Efekty te są dobrym miernikiem oceny dążeń krajowych do neutralności klimatycznej i transformacji energetycznej. Z naszej perspektywy takie wyniki są jednak niewystarczające, ponieważ nie dają informacji na temat wpływu poszczególnych

działań wpisujących się w zieloną ekonomię na rozwój gospodarczy i klimat.

W tak postawionym problemie wykorzystuje się wskaźnik oparty na konkretnych działaniach podejmowanych przez kraj, takich jak wysokość inwestycji w poszczególne branże zielonej ekonomii, legislacja, taryfy i podatki związane z sektorami zielonej ekonomii. Takie podejście jest jednak rzadziej spotykane w literaturze, głównie przez brak danych, co w istotny sposób utrudnia badania nad zieloną gospodarką (Georgeson, Maslin, Poessinow, 2017).

W naszym raporcie postanowiliśmy pokazać zarówno działania państw UE, jak i ich efekty, skupiając się na kilku najważniejszych podwskaźnikach zielonej ekonomii. Wybór zmiennych wykorzystanych w modelu oparliśmy na wskaźnikach zielonej ekonomii z baz danych Eurostatu, Międzynarodowego Funduszu Walutowego i OECD. Następnie badaliśmy wpływ stworzonych za ich pomocą wskaźników zielonej ekonomii na PKB i poziom emisji. Wśród wybranych sektorów zielonej ekonomii znalazło się 20 czynników należących do następujących 8 kategorii^{2,3}:

- Wydatki rządowe na ochronę środowiska,
- Prywatne inwestycje związane z gospodarką obiegu zamkniętego,

² Pełna lista wskaźników należących do każdej kategorii wraz ze źródłem znajduje się w aneksie.

³ W modelu zdecydowaliśmy się zrezygnować z części zmiennych, takich jak poziom zatrudnienia w sektorach związanych z ochroną środowiska, ze względu na duże braki danych. Nie uwzględniliśmy też poziomu udziału odnawialnych źródeł energii w sektorze transportowym. Wynika to z faktu, że ogólne emisje w sektorze transportu wzrosły w porównaniu do 1990 r. (o ok. 25 proc. w 2019 r.) (www7). Jednocześnie poziom OZE w sektorze transportowym w UE-27 w 2019 r. wyniósł ok 9 proc. (www8). Można więc stwierdzić, że dekarbonizacja sektora transportu i jej pozytywny wpływ na poziom emisji oraz PKB byłyby trudne do stwierdzenia na podstawie danych historycznych z lat 2011-2019. W przypadku pojedynczych braków danych dokonaliśmy ich uzupełnienia bazując na średnim wyniku dla UE skorygowanym o poziom PKB *per capita* w danym kraju w odniesieniu do średniej unijnej. Uzyskane zmienne w razie potrzeby konwertowaliśmy na przelicznik umożliwiający porównania między krajami (np. jako procent PKB). Następnie obliczaliśmy średnią dynamikę zmiany poziomu analizowanych wskaźników w latach 2011-2019.

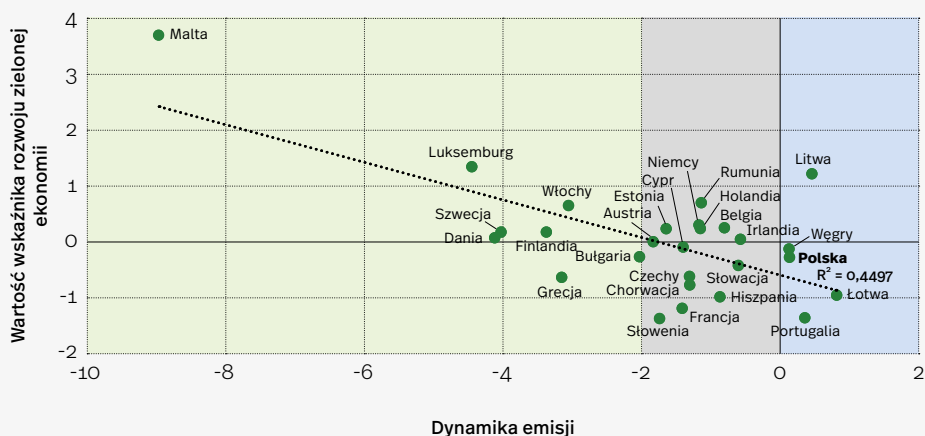
- Poziom dofinansowania paliw kopalnych ze środków publicznych (zmienne w tej kategorii zostały odwrócone z destymulanty na stymulantę),
- Podatki środowiskowe,
- Taryfy gwarantowane na produkcję energii elektrycznej z OZE,
- Wydatki na badania i rozwój w dziedzinie odnawialnych źródeł energii oraz wychwyty emisji CO₂,
- Udział odnawialnych źródeł energii w produkcji energii w elektroenergetyce,
- Poziom odnawialnych źródeł energii w ciepłownictwie i chłodnictwie.

2. Wyniki modelu

Analiza wyników modelu miękkiego, zastosowanego do badania wpływu wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii na PKB pozwoliła wykazać, że wpływ ten kształtuje się na poziomie stosunkowo niewielkim (wartość ładunku czynnikowego 0,22), ale jest on pozytywny. Współczynnik determinacji R² wyniósł 0,05 co oznacza, że zmiany wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii jedynie w 5 proc. wyjaśniają zmiany PKB.

Z kolei wpływ wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii na poziom emisji wykazuje, że wzrost poziomu zielonej gospodarki znacząco wpływa na zmniejszenie emisji (ładunek czynnikowy -0,66). Oznacza to, że inwestycje w sektory zielonej ekonomii wykazują bardzo pozytywny wpływ na zmniejszenie poziomu emisji, jednocześnie nie ograniczając rozwoju gospodarczego. Współczynnik determinacji R² wyniósł +0,43 co oznacza, że za pomocą wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii można wyjaśnić 43 proc. zmian w poziomie emisji CO₂.

➤ **Wykres 10.** Wpływ wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii na średnią dynamikę emisji CO₂ per capita w latach 2011-2019 w krajach UE-27 (w proc.)



Uwaga: zielonym kolorem zaznaczono państwa o najwyższej corocznej redukcji emisji per capita, szary przypisano do państw niewyróżniających się w tym obszarze, niebieski natomiast do państw, które zwiększały emisję w tym czasie. Wykres obrazuje korelację między poziomem rozwoju wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii a dynamiką emisji. Im niższa wartość na osi OX, tym wyższy poziom redukcji emisji CO₂.

Źródło: opracowanie własne PIE.

Najwyższym poziomem wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii i jednocześnie bardzo dużym poziomem redukcji emisji wyróżnia się Malta. Wśród krajów, które wykazały średnioroczną dynamikę spadku emisji CO₂ wyższą niż 4 proc. znalazły się także Luksemburg, Włochy, Finlandia, Szwecja, Dania i Austria. Wszystkie te kraje miały pozytywne wartości wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii. Jedynie w dwóch krajach, Bułgarii i Grecji, poziom emisji się zmniejszył powyżej 2 proc. rocznie mimo spadku poziomu wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii.

Wśród krajów, które wykazały spadek emisji 0-2 proc. występowały takie o zarówno pozytywnych, jak i negatywnych wartościach wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii. Natomiast dla krajów, których dynamika emisji rosta, 4 na 5 miały ujemną wartość wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii.

Poniżej przedstawiamy wpływ zmiennych składowych wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii, w ujęciu zagregowanym do 8 głównych kategorii i uszeregowanym od najbardziej pozytywnych do najbardziej negatywnych.

➤ **Tabela 1. Wpływ kategorii zmiennych na wskaźnik rozwoju zielonej ekonomii**

Kategoria zmiennych	Wpływ
Udział OZE w produkcji energii elektrycznej	Bardzo silny, pozytywny
Wysokość taryf gwarantowanych na produkcję energii elektrycznej z OZE	Umiarkowanie silny, pozytywny
Udział OZE w ogrzewaniu i chłodzeniu	Umiarkowanie silny, pozytywny
Prywatne inwestycje w gospodarkę obiegu zamkniętego	Niski lub jego brak
Wydatki na ochronę środowiska	Niski lub jego brak
Wysokość wsparcia rządowego dla sektora paliw kopalnych	Niski lub jego brak
Wydatki na badania i rozwój w dziedzinie odnawialnych źródeł energii oraz wylapywania emisji CO ₂	Niski lub jego brak
Podatki środowiskowe	Umiarkowanie negatywny

Uwaga: wpływ kategorii liczony jako średnia ładunków czynnikowych tworzących ją zmiennych. Ocena wpływu: bardzo silny dodatni (ładunek czynnikowy w przedziale od 0,7 do 1), umiarkowanie silny, dodatni (od 0,4 do 0,7), umiarkowany dodatni (od 0,2 do 0,4), niski lub jego brak (od -0,2 do 0,2), umiarkowanie negatywny (od -0,2 do -0,4), umiarkowanie silny negatywny (od -0,4 do -0,7), bardzo silny negatywny (od -0,7 do -1).

Źródło: opracowanie własne PIE.

Spośród analizowanych przez nas kategorii najsilniej pozytywnie na wskaźnik rozwoju zielonej ekonomii w modelu (a więc także na zwiększenie PKB i zmniejszenie emisji CO₂) wpływało zwiększanie udziału OZE w produkcji energii elektrycznej. Umiarkowanie silny pozytywny wpływ miało także zwiększanie udziału

OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie, a także zapewnienie wysokich taryf w systemie taryf gwarantowanych (*feed-in-tariffs*) na produkcję energii elektrycznej z OZE.

Większość pozostałych składników modelu charakteryzowała się stosunkowo niskim lub zerowym wpływem na wskaźnik rozwoju zielonej

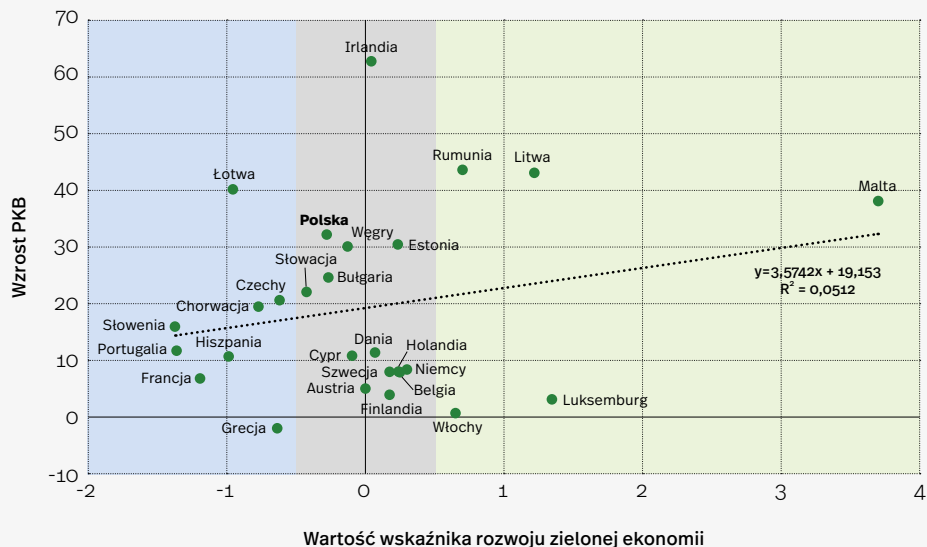
ekonomii. Jedynym wyjątkiem okazały się być podatki środowiskowe, które wykazały negatywny wpływ na wskaźnik rozwoju zielonej ekonomii. Należy jednak pamiętać, że w modelu jest uwzględniony wpływ samej stawki podatków, nie zaś późniejsze ich wydatkowanie. Finalny wpływ podatków środowiskowych zależy więc od tego na co są przeznaczone po wpłynięciu do budżetu. Jeśli zostaną przeznaczone np. na zwiększenie mocy OZE w elektroenergetyce, ostateczny wpływ będzie pozytywny.

Wśród krajów UE-27 najbardziej dynamicznym wzrostem zielonej ekonomii charakteryzuje się Malta, która zajmuje także pierwszą pozycję na liście krajów pod kątem dynamiki spadku emisji. Drugi na liście jest Luksemburg (także druga pozycja pod kątem spadku emisji), a trzecia Litwa, która mimo dużego wzrostu

zielonej ekonomii jest ostatnia wśród krajów UE w rankingu spadku emisji. Polska w rankingu zielonej ekonomii znajduje się na 18. miejscu wśród 27 państw Unii.

Rozwój zielonej ekonomii koreluje z wyższym wzrostem gospodarczym. Średni łączny wzrost PKB w latach 2011-2019 był o 10,3 pkt proc. wyższy dla państw-liderów w wartości wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii w porównaniu do krajów o najniższym poziomie tego wskaźnika (25,7 proc. vs. 15,4 proc.). Może to wskazywać na potencjalne korzyści z rozwijania zielonych technologii i infrastruktury. Choć należy pamiętać, że wzrost gospodarczy poszczególnych państw jest wynikiem wielu czynników, to uzyskane rezultaty modelu pozwalają zakwestionować istnienie konieczności wyboru między podnoszeniem poziomu życia i zrównoważonym rozwojem.

➤ Wykres 11. Wpływ wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii na wzrost PKB w latach 2011-2019 (w proc.) w krajach UE-27



Uwaga: niebieskim kolorem zaznaczono państwa najwolniej budujące zieloną gospodarkę, zielonym – liderów zielonej ekonomii, szarym – kolorem zaznaczono państwa niewyróżniające się w tym obszarze.

Źródło: opracowanie własne PIE.

➤ **Tabela 2.** Ranking krajów UE-27 ze względu na wskaźnik rozwoju zielonej ekonomii oraz dynamikę PKB i emisji CO₂ w latach 2011-2019

Kraj	Rozwój zielonej ekonomii	Dynamika PKB	Spadek emisji
	miejsce		
Malta	1	4	1
Luksemburg	2	20	2
Litwa	3	3	27
Rumunia	4	2	18
Włochy	5	26	7
Niemcy	6	18	16
Belgia	7	15	20
Holandia	8	21	17
Estonia	9	7	11
Finlandia	10	22	5
Szwecja	11	25	4
Dania	12	14	3
Irlandia	13	1	22
Austria	14	19	9
Cypr	15	24	13
Węgry	16	10	23
Bułgaria	17	6	8
Polska	18	8	24
Słowacja	19	23	21
Czechy	20	9	14
Grecja	21	27	6
Chorwacja	22	11	15
Łotwa	23	5	26
Hiszpania	24	17	19
Francja	25	16	12
Portugalia	26	13	25
Słowenia	27	12	10

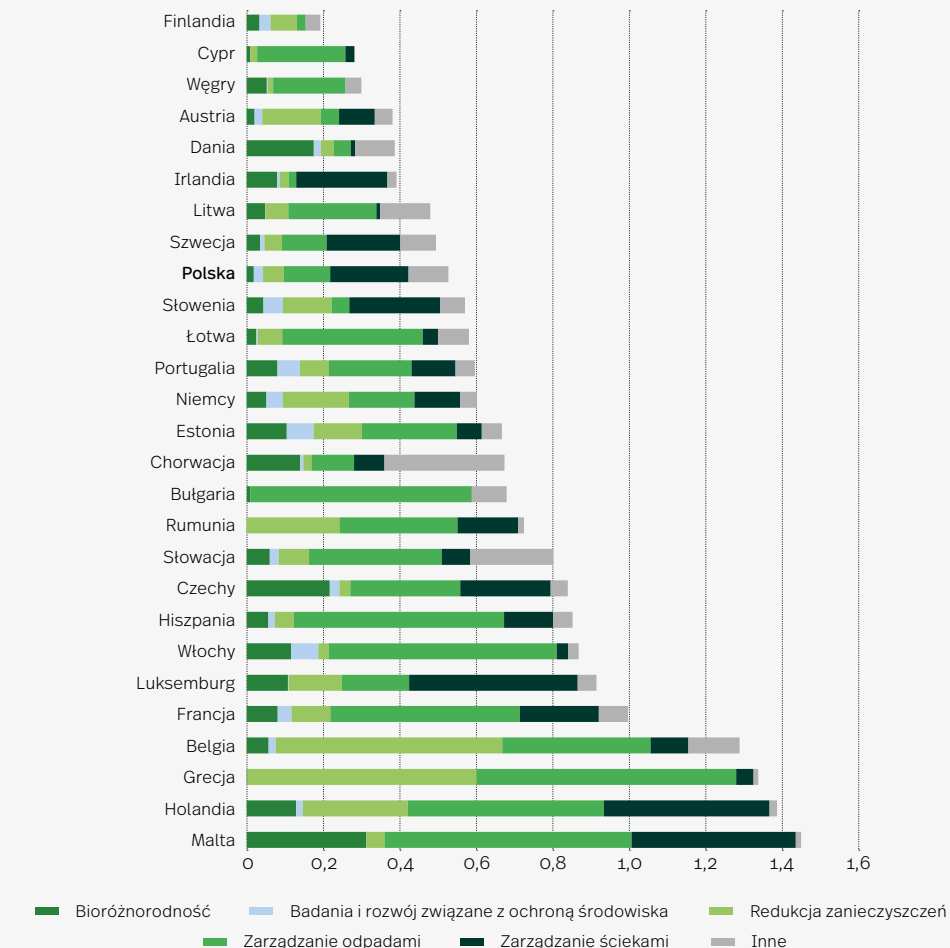
Źródło: opracowanie własne PIE.

3. Wydatki na ochronę środowiska

Jednym z istotnych elementów zielonej ekonomii są wydatki rządowe na ochronę środowiska. W krajach unijnych w 2019 r. największe wydatki na ten cel (jako proc. PKB) przeznaczono na Malcie (blisko 1,5 proc.), w Holandii (niecałe 1,4 proc.), Grecji (1,3 proc.) oraz Belgii (także 1,3 proc.). Najniższe wydatki na ochronę środowiska przeznaczono w Finlandii (0,2 proc.) i na

Cyprze (niecałe 0,3 proc. PKB). W większości krajów UE największy udział mają wydatki związane z zarządzaniem odpadami i gospodarką ściekową. W trzech z czterech krajów o największym poziomie wydatków na ochronę środowiska (Holandii, Grecji i Belgii) istotny udział mają także wydatki związane z redukcją zanieczyszczeń.

➤ Wykres 12. Publiczne wydatki na ochronę środowiska w krajach UE-27 w 2019 r. (w proc. PKB)

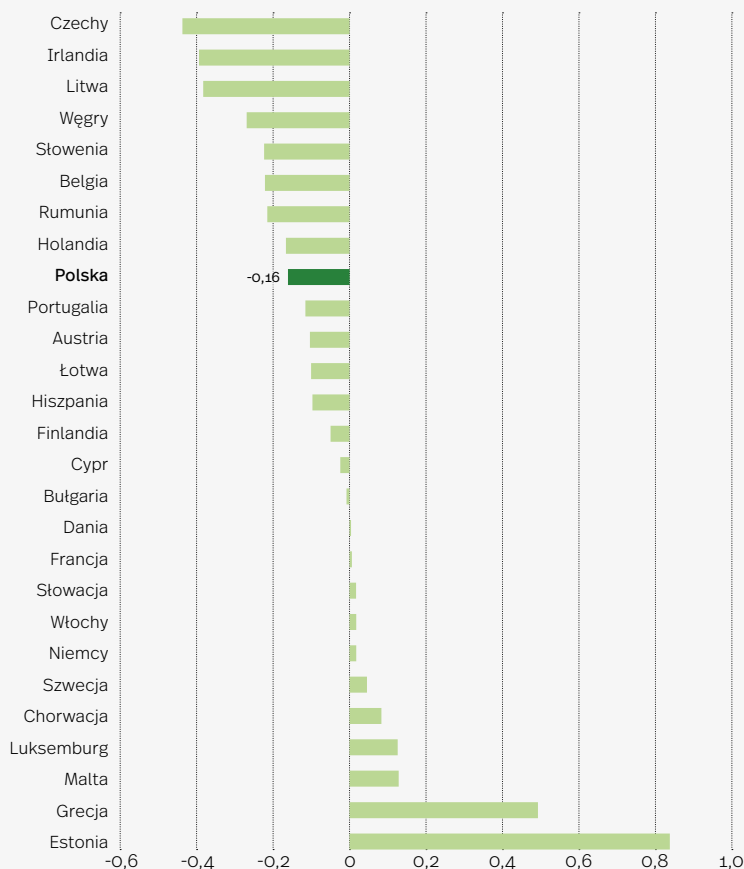


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych MFW.

W latach 2011-2019 podejście poszczególnych krajów UE do wydatków środowiskowych było bardzo zróżnicowane. W 11 państwach wspólnoty wskaźnik wydatków środowiskowych wzrósł lub pozostał na podobnym poziomie. Największy wzrost nastąpił w Estonii (pow. 0,8 pkt. proc.) oraz Grecji (0,5 pkt. proc.).

W 16 krajach można jednak zaobserwować spadek wydatków na ochronę środowiska w stosunku do PKB – największy w Czechach (pow. 0,4 pkt. proc.), Irlandii i Litwie (blisko 0,4 pkt. proc.). Polska także zalicza się do krajów, w których wydatki rządowe na ochronę środowiska zmalały w ciągu 8 lat – o 0,16 pkt. proc.

➤ Wykres 13. Zmiana w wydatkach środowiskowych w krajach UE-27 w latach 2011-2019 (w pkt. proc. PKB)



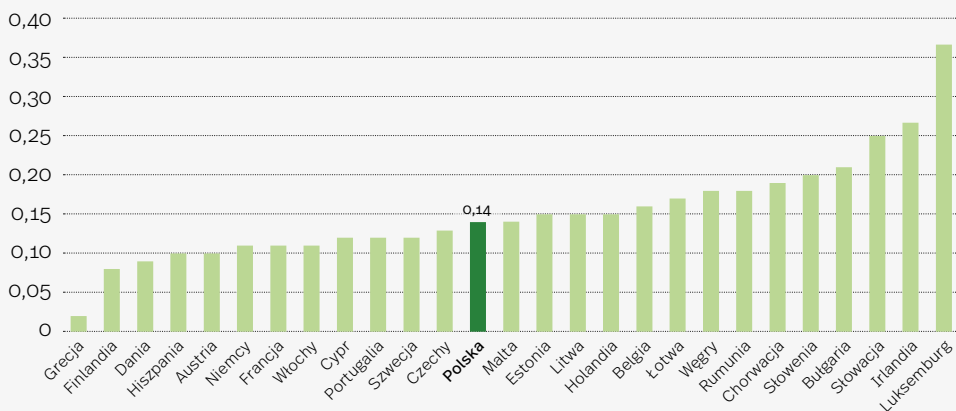
Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych MFW.

4. Prywatne inwestycje w gospodarkę obiegu zamkniętego

Zarządzanie odpadami jest częścią gospodarki obiegu zamkniętego (GOZ)⁴. Jest to koncepcja gospodarcza, w której produkty, materiały i surowce powinny pozostawać w gospodarce tak długo, jak jest to możliwe, a wytwarzanie odpadów powinno być jak najbardziej zminimalizowane. Idea ta uwzględnia wszystkie etapy cyklu życia produktu, od jego projektowania, przez produkcję, konsumpcję, zbieranie odpadów, aż do ich zagospodarowania.

Poza inwestycjami rządowymi na rozwój gospodarki obiegu zamkniętego wpływ mają także inwestycje prywatne. Poziom inwestycji brutto w dobra materialne w sektorach związanych z gospodarką obiegu zamkniętego w 2018 r. był najwyższy w Luksemburgu (0,37 proc. PKB), Irlandii (0,27 proc.) i na Słowacji (0,25 proc.). Najniższy poziom zanotowano natomiast w Grecji (0,02 proc.).

▸ Wykres 14. Prywatne inwestycje w aktywa materialne w sektorach gospodarki obiegu zamkniętego w 2018 r. (w proc. PKB)



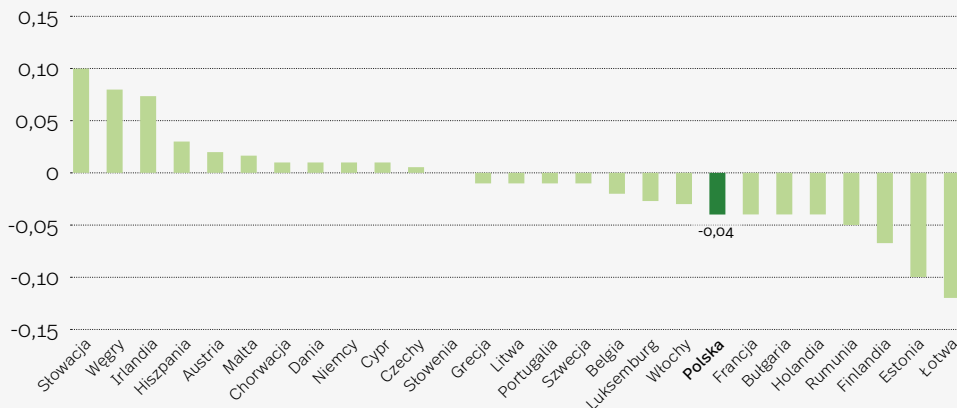
Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

W 11 z 27 krajów UE poziom prywatnych inwestycji w aktywa materialne sektorów gospodarki obiegu zamkniętego w 2019 r. wzrósł w porównaniu do 2011 r. Najbardziej na Słowacji (0,1 pkt. proc. PKB), Węgrzech (0,08 pkt. proc.)

i Irlandii (0,07 pkt. proc.). W 15 krajach natomiast zanotowano spadki inwestycji – największe na Łotwie (0,12 pkt. proc.), w Estonii (0,1 pkt. proc.) i Finlandii (0,07 pkt. proc.).

⁴ Gospodarka obiegu zamkniętego obejmuje m.in. recykling, amortyzację i naprawę sprzętu oraz sprzedaż produktów używanych (www9).

Wykres 15. Zmiana w poziomie prywatnych inwestycji w aktywa materialne w sektorach gospodarki obiegu zamkniętego między 2011 r. a 2019 r. (w pkt. proc.)

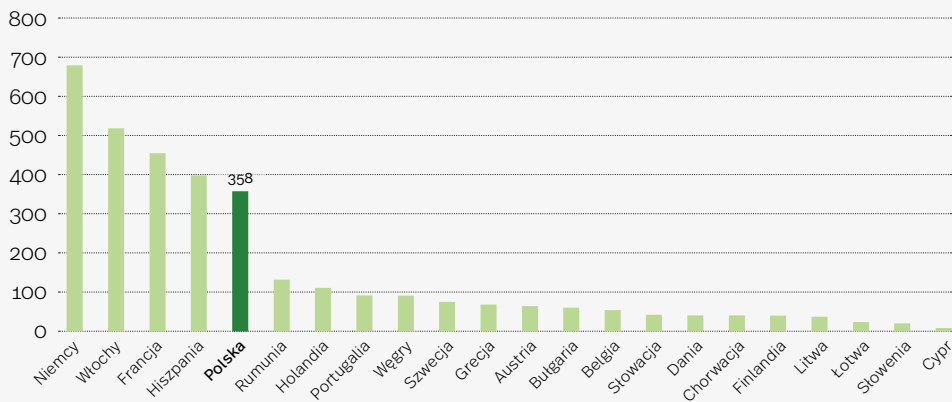


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

Inwestycje w sektory należące do gospodarki obiegu zamkniętego przyczyniają się do zwiększania liczby miejsc pracy. W 2018 r. w sektorach GOZ pracowało ponad 3,5 mln osób (wzrost z 3,3 mln w 2011 r.). Najwięcej

w Niemczech (680 tys.), Włoszech (518 tys.) i Francji (455 tys.). W Polsce liczba osób pracujących w sektorach GOZ wyniosła w 2018 r. 358 tys., co było wynikiem o 34 tys. wyższym niż w 2011 r.

Wykres 16. Liczba osób pracujących w sektorach gospodarki obiegu zamkniętego w 2018 r. (w tys.)



Uwaga: brak danych dla części krajów UE-27; wartości dla Francji z 2017 r.

Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

▾ Ramka 2. Recykling w Polsce

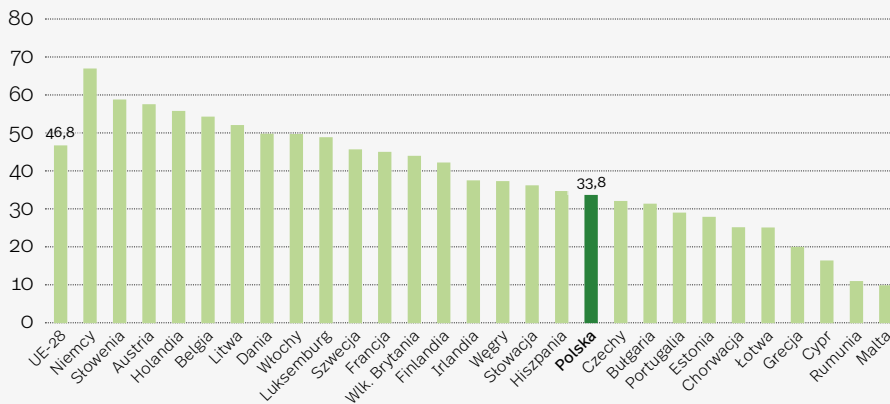
Za ponad połowę wytwarzanych odpadów w Polsce odpowiada górnictwo i wydobywanie. Źródłem kolejnych 20 proc. jest przetwórstwo przemysłowe, a za 15 proc. odpowiadają łącznie sektory elektroenergetyki i ciepłownictwa. Odpady inne niż komunalne (z gospodarstw domowych) w 2018 r. stanowiły ok. 90 proc. ogółu odpadów. Ograniczanie ich wytwarzania przy zwiększającej się produkcji i konsumpcji jest istotnym warunkiem zmniejszania negatywnego wpływu na środowisko.

Znaczącą rolę w gospodarowaniu odpadami odgrywają procesy ich odzysku. W 2018 r. ponad połowa odpadów została poddana odzyskowi we własnym zakresie przez wytwórcę i przekazana innym odbiorcom do procesów odzysku. Unieszkodliwianie odpadów poprzez składowanie to efekt niewłaściwego gospodarowania zasobami, skutkujący emisją zanieczyszczeń do atmosfery, gleby i wody. Jedynie powtórne wykorzystanie odpadów, odzyskanie lub poddanie ich recyklingowi sprawia, że mogą one stać się potencjalnym zasobem. To z kolei przyczynia się do zmniejszenia zużycia surowców pierwotnych w celu wytworzenia produktów, co przekłada się najbardziej efektywnie gospodarowanie zasobami.

Najważniejsze zadania w gospodarowaniu odpadami komunalnymi, wynikające z konieczności ochrony środowiska, sprowadzają się do minimalizacji powstawania odpadów i racjonalnego ich zagospodarowania oraz jak największego ograniczenia składowania ich w środowisku.

W Polsce recyklingowi poddane zostało ok. 1/3 odpadów komunalnych, co jest znacznie poniżej średniej w UE-28 (o 13 pkt. proc.). Znacznie lepiej wygląda recykling odpadów ze sprzętu elektrycznego i elektronicznego (e-odpady). W Polsce odsetek ten w 2018 r. był na poziomie 39 proc., tj. 3 pkt. proc. poniżej średniej w UE-28.

▾ Wykres 17. Współczynnik recyklingu odpadów komunalnych w krajach UE-28 w 2018 r.



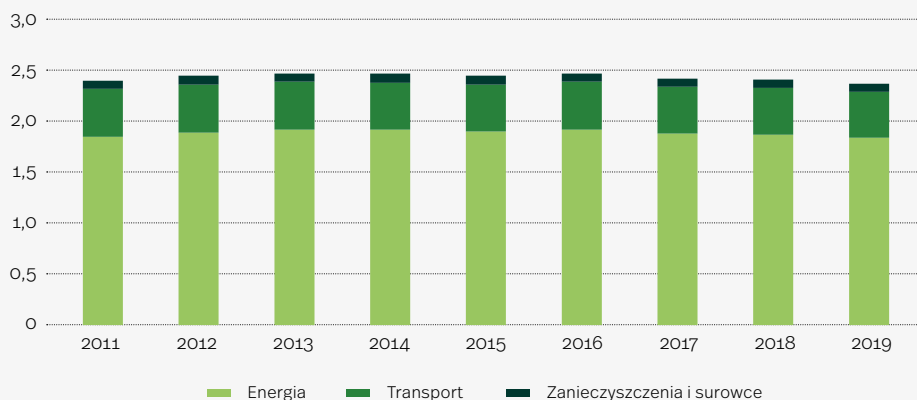
Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

5. Podatki środowiskowe

W 2019 r. podatki środowiskowe w krajach Unii Europejskiej wyniosły 330 mld EUR, co odpowiadało 2,4 proc. unijnego PKB i 5,9 proc. dochodów rządowych z podatków i składek na ubezpieczenia społeczne. Jest to wzrost o 57 mld EUR w porównaniu z 2011 r., jednak w porównaniu do poziomu PKB udział podatków środowiskowych

pozostał na podobnym poziomie. Większość podatków środowiskowych stanowią opłaty i świadczenia związane ze zużyciem i wytwarzaniem energii (77,9 proc.). Transport odpowiada za 18,9 proc. wpływów, a świadczenia wynikające z emisji zanieczyszczeń i wydobycia surowców naturalnych są odpowiedzialne jedynie za 3,2 proc.

▸ Wykres 18. Wysokość podatków środowiskowych w UE-27 w latach 2011-2019 (w proc. PKB)

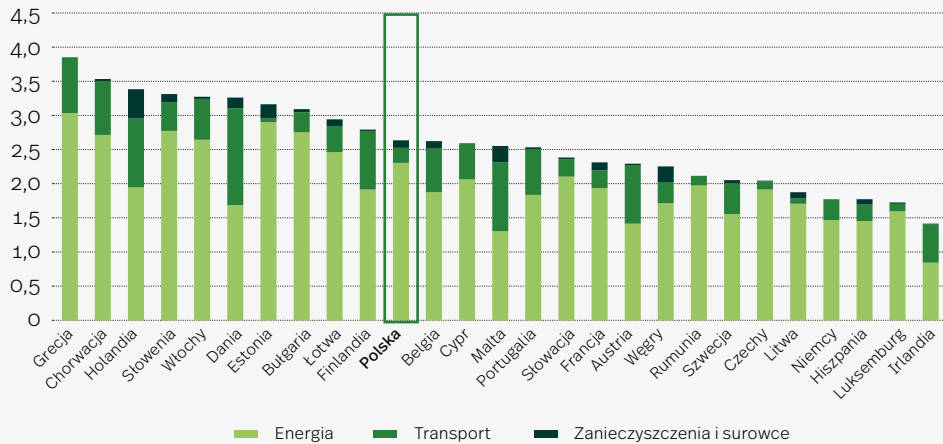


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

Najwięcej podatków środowiskowych w UE w wartościach bezwzględnych zapłacili mieszkańcy Niemiec (61 mld EUR), Włoch (59 mld EUR) i Francji (56 mld EUR). Polscy podatnicy znaleźli się na 6. miejscu w UE, płacąc w 2019 r. 14 mld EUR podatków środowiskowych, z czego ponad 12 mld stanowiły podatki i opłaty od energii.

W odniesieniu do poziomu PKB największe podatki środowiskowe płać mieszkańcy Grecji (blisko 4 proc.), Chorwacji (3,5 proc.), Holandii (3,4 proc.) i Słowenii (3,3 proc.). Najmniej, bo poniżej 1,5 proc., wynoszą one w Irlandii. **W Polsce jest to nieco powyżej 2,6 proc., (0,2 pkt. proc. powyżej średniej unijnej).**

▼ Wykres 19. Wysokość podatków środowiskowych w krajach UE-27 w 2019 r. (jako proc. PKB)

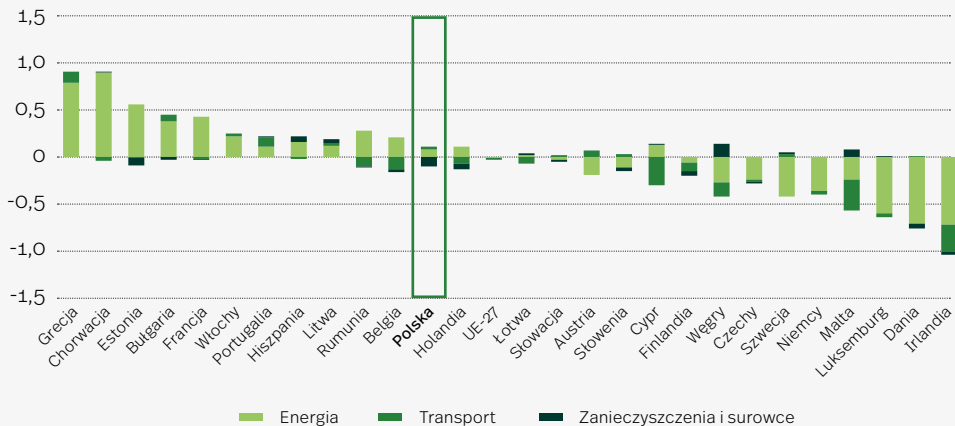


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

W 2019 r. – w porównaniu do 2011 r. – obciążenie podatkami środowiskowymi w relacji do PKB wzrosło w 12 krajach UE-27. Najwięcej w Grecji (o 0,93 pkt. proc.) i Chorwacji (0,86 pkt. proc.). Największy spadek podatków środowiskowych w relacji do PKB można zauważyć w Irlandii (1,1 pkt. proc.), Danii (0,79 pkt. proc.) i Luksemburgu

(0,64 pkt. proc.). W Polsce udział ten pozostał na prawie niezmiennym poziomie (spadek o 0,02 pkt. proc.). Mimo wzrostu obciążeń z tytułu podatków od energii (0,08 pkt. proc.) i transportu (0,01 pkt. proc.) spadł udział podatków od zanieczyszczeń i surowców (0,11 pkt. proc.).

▼ Wykres 20. Zmiana wysokości podatków środowiskowych w latach 2011-2019 w krajach UE-27 (w pkt. proc. PKB)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

Udziały gospodarstw domowych i przedsiębiorstw w podatkach środowiskowych są do siebie zbliżone. 46,7 proc. wszystkich wpływów pochodzi od firm, natomiast 49,9 proc. od konsumentów. Przedsiębiorstwa płacą wyższe podatki od energii (50,4 proc. vs. 45,4 proc.), są natomiast mniej obciążone podatkami transportowymi (32,4 proc. vs. 67 proc.) oraz podatkami od zanieczyszczeń i surowców naturalnych (42,2 vs. 55,4 proc.).

Jednym z najbardziej powiązanych z transformacją energetyczną podatków w Unii

Europejskiej jest system uprawnień do emisji CO₂. W 2019 r. łączna suma przychodów z systemu EU ETS wyniosła 12,2 mld EUR, co przekłada się na 4,7-procentowy udział we wszystkich podatkach od energii. Udział ten znacząco rośnie rok do roku ze względu na zwiększające się ceny uprawnień do emisji CO₂, które w grudniu 2021 r. przekroczyły 80 EUR/tonę (w por. do wartości 20-30 EUR/tonę w 2019 r.) (www6). Największym płatnikiem w ramach systemu EU ETS w 2019 r. były Niemcy (2,8 mld EUR), Włochy (1,3 mld EUR), Polska (1,2 mld EUR) i Hiszpania (1 mld EUR).

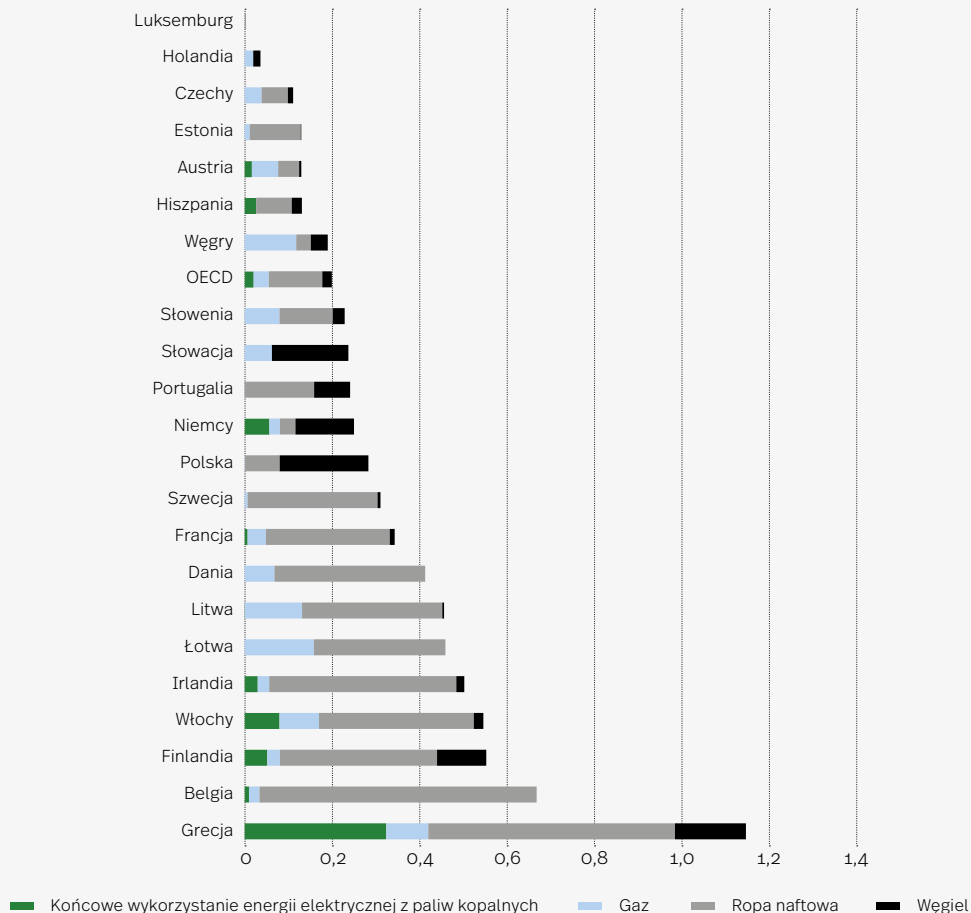
6. Publiczne wsparcie dla paliw kopalnych

W procesie rozwoju zielonej gospodarki kluczowe jest ograniczanie działań mających negatywny wpływ na środowisko, głównie publicznego wsparcia dla energetyki opartej na paliwach kopalnych. Wśród krajów Unii należących do OECD największy poziom dofinansowań w postaci transferów bezpośrednich, ulg podatkowych lub innych form wsparcia do produkcji, przetwórstwa i zużycia finalnego paliw kopalnych w 2020 r. można zaobserwować w Grecji (blisko 1,2 proc. PKB), Belgii (niecałe 0,7 proc. PKB) oraz Estonii i Włoszech (poniżej 0,6 proc. PKB). W Polsce wynosił on 0,28 proc., co jest wynikiem o 0,08 pkt. proc. wyższym od średniej dla krajów OECD.

W krajach o najwyższym poziomie dofinansowania paliw kopalnych ze środków publicznych dominowało wsparcie sektora wydobycia i przetwarzania ropy naftowej⁵. Na najwyższym poziomie było ono w Belgii (0,63 proc. PKB), Grecji (0,56 proc. PKB) i Irlandii (0,42 proc. PKB). W przypadku pierwszej dziesiątki krajów o najwyższym poziomie wsparcia paliw kopalnych duże znaczenie miało także dofinansowanie gazu (0,16 proc. PKB na Łotwie, 0,13 proc. PKB na Litwie, 0,12 proc. PKB na Węgrzech). Część krajów UE stosuje także wsparcie obniżające koszt zużycia energii elektrycznej pochodzącej ze spalania paliw kopalnych dla odbiorców końcowych i wsparcie dla węgla, który na najwyższym poziomie jest dofinansowywany w Polsce (0,2 proc. PKB), Słowacji (0,17 proc. PKB) Grecji (0,16 proc. PKB) i Niemczech (0,13 proc. PKB).

⁵ Oleje naftowe i oleje otrzymywane z minerałów bitumicznych, ropy naftowej oraz wtórnie rafinowanych lub przetworzonych produktów (np. olej napędowy, benzyna, nafta).

Wykres 21. Wysokość wsparcia publicznego dla paliw kopalnych w 2019 r. (w proc. PKB)

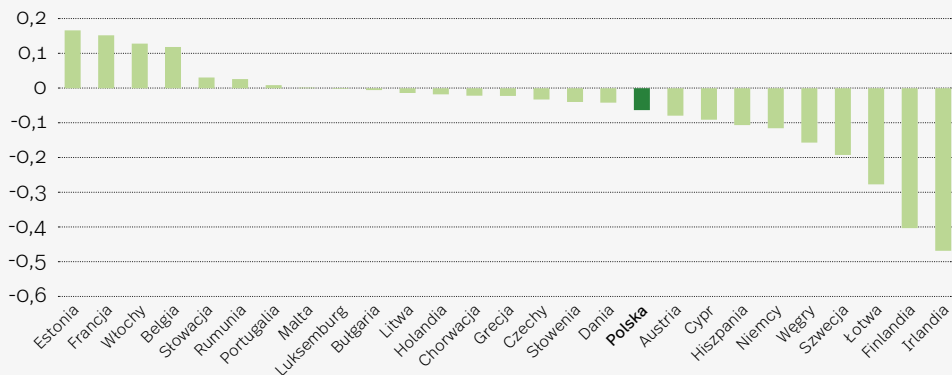


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych OECD.

W przypadku 7 z 22 krajów UE należących do OECD można zanotować wzrost finansowania dla paliw kopalnych w stosunku do 2011 r. – największy w Estonii (0,17 pkt. proc.) i we Francji (0,15 pkt. proc.). W pozostałych przypadkach finansowanie paliw kopalnych miało trend

spadkowy – największy w Irlandii (spadek o 0,63 pkt. proc.), Finlandii (0,44 pkt. proc.) i na Łotwie (0,35 pkt. proc.). W Polsce dofinansowanie dla paliw kopalnych w drugiej dekadzie XX w. także uległo obniżeniu – z 0,34 do 0,28 proc. (spadek o 0,06 pkt. proc.).

Wykres 22. Zmiana wysokości wsparcia publicznego dla paliw kopalnych w latach 2011-2019 (w pkt. proc. PKB)

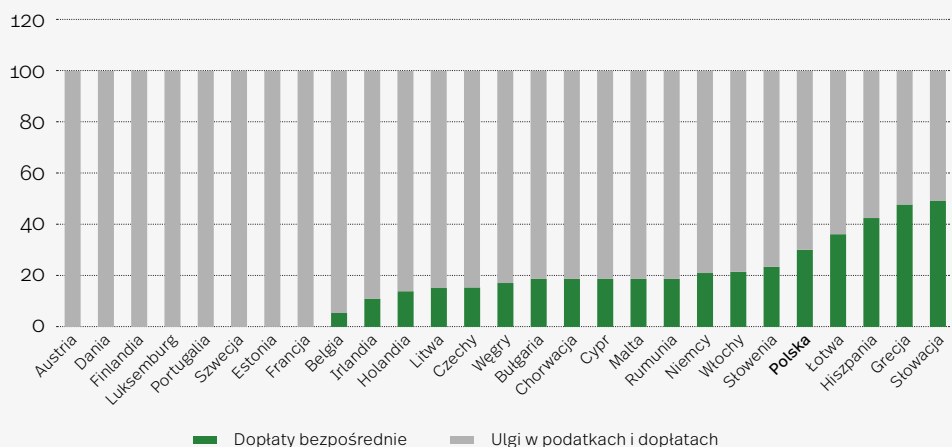


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

Rządy krajów Unii Europejskiej preferują pośrednie formy wsparcia dla paliw kopalnych. W 11 z 22 krajów UE należących do OECD wsparcie nie występowało w postaci dopłat bezpośrednich, a jako ulgi podatkowe. Jedynie na Słowacji

nieznacznie przeważał udział dopłat bezpośrednich (51 proc.). Dopłaty miały także istotny udział w strukturze wsparcia dla paliw kopalnych na Węgrzech (47 proc.), w Grecji (46 proc.), Polsce (42 proc.), Hiszpanii (38 proc.) i Niemczech (32 proc.).

Wykres 23. Udział dotacji bezpośrednich i ulg w podatkach i dopłatach w publicznym wsparciu dla paliw kopalnych (w proc.)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych OECD.

▸ Ramka 3. Pełny koszt finansowania paliw kopalnych

Dane OECD użyte w raporcie i modelu obrazują tylko oficjalnie raportowane wsparcie rządowe dla sektora paliw kopalnych. Według raportu Międzynarodowego Funduszu Walutowego **rzeczywiste jego rozmiary są kilkukrotnie większe i w skali świata osiągnęło 5,9 bln USD w 2020 r. (6,8 proc. światowego PKB)**. W 2025 r. koszt publicznego wsparcia dla paliw kopalnych według MFW może wynieść nawet 7,4 proc. globalnego PKB, co będzie spowodowane wzrostem ich zużycia w krajach rozwijających się. Największym źródłem zaniżonej wyceny paliw kopalnych pozostaje w skali świata brak wliczania w ich cenę kosztów zanieczyszczenia lokalnego powietrza (42 proc.), które przekłada się na pogorszenie stanu zdrowia społeczności. Istotny wpływ mają także niewycenione koszty globalnego ocieplenia (29 proc.) a także inne lokalne efekty zewnętrzne, takie jak zatary komunikacyjne i wypadki drogowe (15 proc.). Ujęte zwykle w kalkulacjach subsydia bezpośrednie dla sektora paliw kopalnych stanowią 8 proc., a ulgi podatkowe – 6 proc. całości kosztów, jakie otrzymuje on ze strony państw świata (Perry i in., 2021).

7. Taryfy gwarantowane dla odnawialnych źródeł energii

Taryfy gwarantowane są instrumentem wsparcia przydzielanym w ramach pomocy publicznej. Mają stymulować rozwój OZE zapewniając wytwórcom energii ze źródeł odnawialnych stabilną perspektywę finansowania inwestycji przez wprowadzenie stałych cen, opartych na kosztach wytwarzania energii. Państwa UE wprowadzały w latach 2011-2019 taryfy gwarantowane dla elektrowni fotowoltaicznych,

wiatrowych, małych elektrowni wodnych, biomasowych i odpadowych. Analiza danych dotyczących wysokości taryf gwarantowanych w 27 państwach Unii Europejskiej w latach 2011-2019 pozwala zidentyfikować różnorodne podejścia, reprezentowane przez przedstawicieli państw członkowskich, związane z wykorzystaniem tego instrumentu wsparcia OZE.

▸ Tabela 3. Stosunek Państw UE do taryf gwarantowanych jako instrumentu wsparcia poszczególnych rodzajów OZE w latach 2011-2019

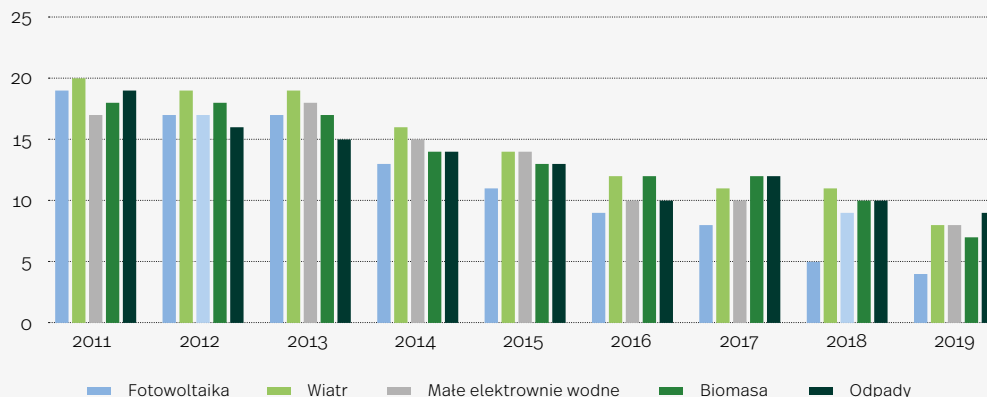
Polityka przyjęta wobec taryf	Państwa UE
Nigdy nie wprowadziły żadnej ze wskazanych taryf	Belgia, Polska, Szwecja, Malta, Rumunia
Wprowadziły część taryf i zniósły wszystkie	Czechy, Irlandia, Łotwa, Litwa, Cypr
Wprowadziły wszystkie wskazane taryfy i każdą z nich zniósły	Grecja, Portugalia, Słowacja, Słowenia, Hiszpania, Chorwacja
Wprowadziły część taryf i część utrzymały, część zniósły	Finlandia
Wprowadziły część taryf i wszystkie utrzymały	Węgry
Wprowadziły wszystkie wskazane taryfy i część utrzymały	Austria, Dania, Francja, Niemcy, Włochy, Luksemburg, Bułgaria
Wprowadziły wszystkie wskazane taryfy i wszystkie utrzymały	Estonia, Holandia

Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych OECD.

W zakresie taryf gwarantowanych można także zauważyć znaczną różnorodność polityk publicznych poszczególnych państw członkowskich przy jednoczesnej ogólnej tendencji do stopniowego znoszenia taryf gwarantowanych. Przykładowo, taryfy gwarantowane dla elektrowni słonecznych, obowiązujące w 2011 r. aż w 19 państwach członkowskich UE, w 2019 r. obowiązywały jedynie w Bułgarii, Estonii, Holandii i na Węgrzech. W latach 2011-2019 można zauważyć spadkową tendencję w stosowaniu taryf: podczas gdy w 2011 r. stosowały je

22 państwa, w 2019 r. obowiązywały one w 11. Stosunkowo najrzadziej likwidowaną taryfą gwarantowaną była taryfa dla zakładów wytwarzających energię z odpadów, która w 2019 r. obowiązywała w 9 państwach UE (Austria, Dania, Estonia, Finlandia, Francja, Holandia, Luksemburg, Niemcy, Węgry). Spadkowa tendencja w zakresie stosowania taryf gwarantowanych jest wpisana w przejściową koncepcję funkcjonowania instrumentu, który ma mieć charakter przejściowy i stopniowo zanikać po zrealizowaniu wymaganych celów inwestycyjnych.

➤ **Wykres 24.** Liczba państw, w których obowiązywały taryfy gwarantowane dla poszczególnych rodzajów OZE

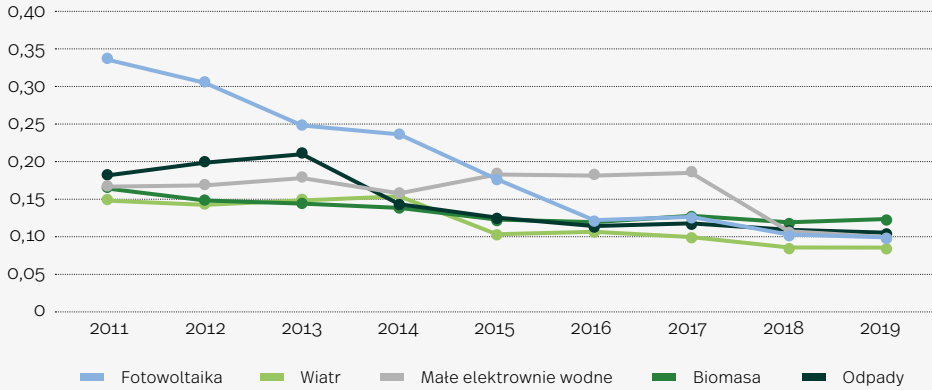


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych OECD.

W latach 2011-2019 wysokość taryf gwarantowanych w państwach UE miała wyraźny charakter spadkowy. Szczególnie widoczną tendencję w tym zakresie widać w przypadku średniej wysokości taryf dla energii elektrycznej pochodzącej z elektrowni fotowoltaicznych, których średnia wartość spadła w latach 2011-2019 ponad trzykrotnie, z poziomu 0,34 USD/kWh do poziomu 0,10 USD/kWh. Stosunkowo najstabilniejsza była średnia wysokość taryfy dla biomasy, wynosząca 0,17 USD/kWh w 2011 r. i 0,12 USD/kWh w 2019 r. Wraz ze stopniowym

spadkiem stosowania taryf i ich wysokości zmniejszała się różnica między wysokością ich wsparcia dla poszczególnych rodzajów OZE. W 2011 r. różnica między średnią wartością taryfy gwarantowanej dla elektrowni fotowoltaicznych (0,34 USD/kWh, maksimum) i średnią taryfą dla elektrowni wiatrowych (0,15 USD/kWh, minimum) była ponad dwukrotna. W 2019 r. różnica między średnią taryfą dla biomasy (0,12 USD/kWh, maksimum) i taryfą dla elektrowni wiatrowych (0,08 USD/kWh, minimum) była znacznie niższa i wynosiła 46 proc.

Wykres 25. Średnia wysokość wprowadzonej taryfy gwarantowanej w państwach UE-27 (w USD/kWh)



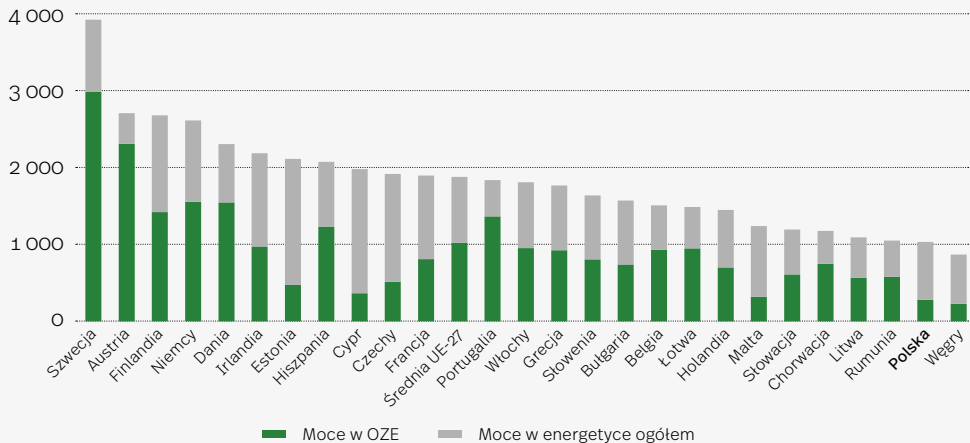
Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych OECD.

8. Budowa nowych mocy OZE w elektroenergetyce

Lata 2011-2019 były czasem bezprecedensowego wzrostu mocy zainstalowanej w energetyce odnawialnej. W tym okresie w państwach UE zainstalowano średnio 306 MW

energii odnawialnej na milion mieszkańców, podnosząc tę wartość względem 2011 r. aż o 43 proc. Można zauważyć, że państwa z większym udziałem źródeł odnawialnych

Wykres 26. Moce w energetyce odnawialnej i nieodnawialnej w 2019 r. (w MW/mln mieszkańców)

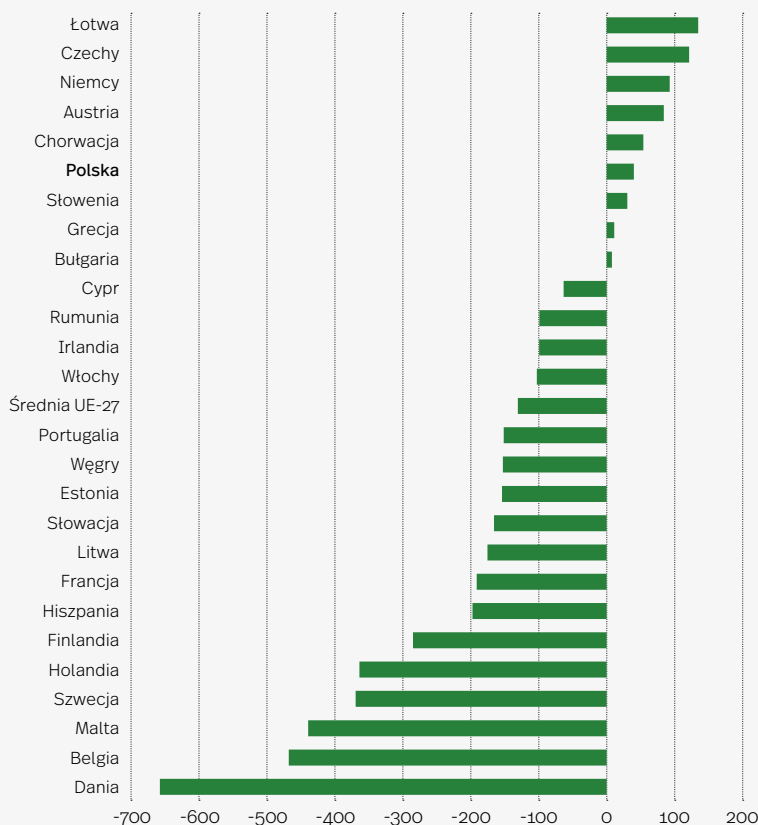


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych IRENA.

wykazują także zauważalnie wyższe wartości w zakresie zainstalowanych MW mocy w przeliczeniu na mieszkańca, co jest związane ze zmiennością generacji OZE. Wzrost mocy zainstalowanych w OZE napędza wzrost zapotrzebowania na nowe moce energetyczne, w związku z potrzebą utrzymania stabilności generacji systemu energetycznego – dodatkowe moce w przypadku niesprzyjających warunków pogodowych są niezbędne. W 2019 r. państwa UE, których udział OZE w zainstalowanych mocach

energetycznych na milion mieszkańców był niższy niż 40 proc. (Polska, Czechy, Węgry, Malta, Estonia, Cypr) dysponowały średnio 1 528 MW mocy zainstalowanych/mln mieszkańców, państwa utrzymujące się w przedziale 40-60 proc. wykazywały średnio 1792 MW mocy zainstalowanych/mln mieszkańców, państwa o udziale OZE w ogółem zainstalowanych mocach powyżej 60 proc. (Austria, Chorwacja, Dania, Łotwa Szwecja, Portugalia) dysponowały średnio aż 2 139 MW mocy zainstalowanych/mln mieszkańców.

▼ Wykres 27. Nowe moce ze źródeł innych niż odnawialne w latach 2011-2019 (w MW/mln mieszkańców)



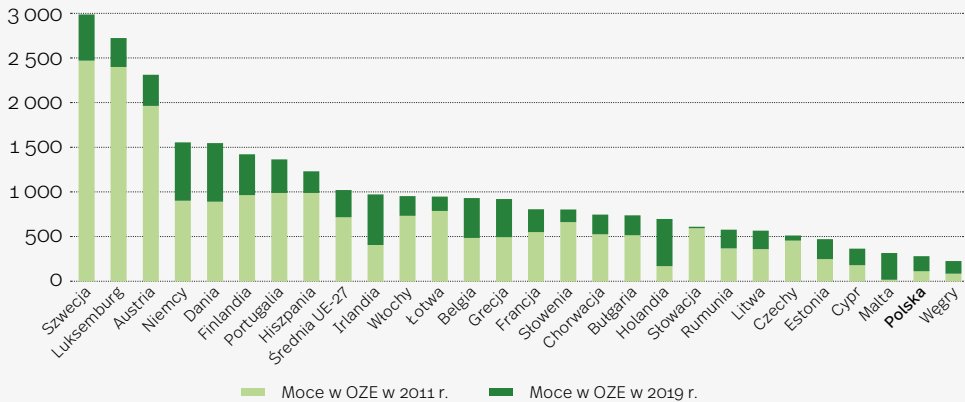
Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych IRENA.

Pojawianie się nowych mocy OZE w krajach Unii Europejskiej wiązało się ze stopniowym odchodzeniem od energii pochodzącej z innych źródeł. **W latach 2011-2019 w państwach UE-27 zlikwidowano średnio 131 MW energii nieodnawialnej na milion mieszkańców.** Część państw (Łotwa, Czechy, Niemcy, Chorwacja, Polska, Grecja i Bułgaria) zwiększyło jednak ilość mocy zainstalowanych także w energetyce nieodnawialnej. Nawet jednak wśród tych państw średnia wartość nowych zainstalowanych mocy w energetyce nieodnawialnej była niewielka i wynosiła 64 MW/mln mieszkańców.

Porównanie mocy zainstalowanych jedynie w OZE pozwala dostrzec znaczenie wieloletniej konsekwencji w budowaniu tego rodzaju źródeł, dalece wykraczający poza perspektywę lat 2011-2019. **Państwa, które już w 2011 r. były liderami**

w zakresie zainstalowanych mocy w OZE (Szwecja, Luksemburg, Austria, ponad 1900 MW/mln mieszkańców) utrzymały swoją pozycję. Najwięcej mocy w energetyce odnawialnej na mieszkańca w latach 2011-2019 pojawiło się w Niemczech i Danii (kolejno 655,2 i 654,6 MW nowych mocy OZE na milion mieszkańców). **Najwyższy względny wzrost zainstalowanych mocy OZE na milion mieszkańców w latach 2011-2019 miał miejsce na Malcie (ponad 16-krotny), Holandii (ponad 4-krotny), na Węgrzech (wzrost o 162 proc.) i w Polsce (o 141 proc.), a więc w państwach, w których udział energii odnawialnej w miksie energetycznym jest na stosunkowo niskim poziomie** (Malta 8 proc., Holandia 18 proc., Węgry 10 proc., Polska 14 proc. w 2019 r.). Pokazuje to wschodzący charakter rynków energetycznych tych państw w procesie europejskiej transformacji energetycznej.

▼ Wykres 28. Przyrost mocy zainstalowanych w energetyce odnawialnej w latach 2011-2019 (w MW/mln mieszkańców)

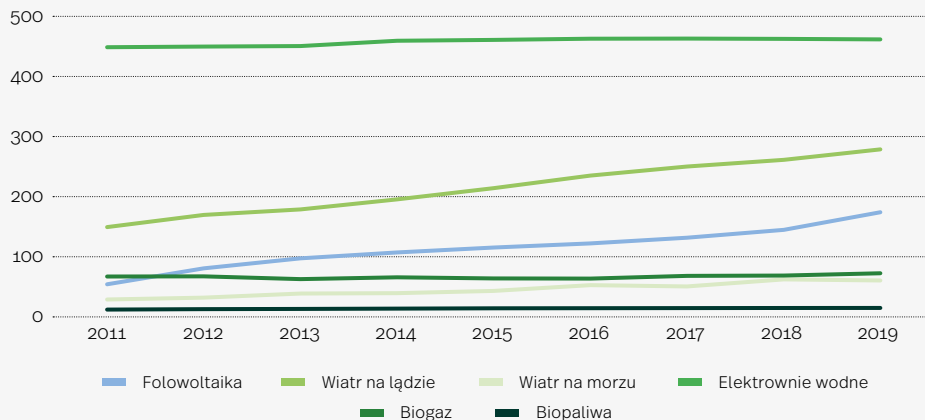


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych IRENA.

Analiza danych Eurostatu pozwala zidentyfikować znaczące różnice w dynamice rozwoju poszczególnych rodzajów OZE w UE. **Najwyższy średni wzrost mocy w latach 2011-2019 miał miejsce w lądowej energetyce wiatrowej** (ponad 130 MW/mln mieszkańców), wynikający ze

znacznego wzrostu w Irlandii (ponad 500 MW nowych mocy/mln mieszkańców), Finlandii i Niemczech oraz w energetyce fotowoltaicznej (ponad 122 MW/mln mieszkańców) w Holandii (wzrost ponad 400 MW/mln mieszkańców), Malcie i Belgii.

➤ **Wykres 29.** Średnia ilość mocy zainstalowanych poszczególnych rodzajów OZE w UE-27 w latach 2011-2019 (w MW/mln mieszkańców)

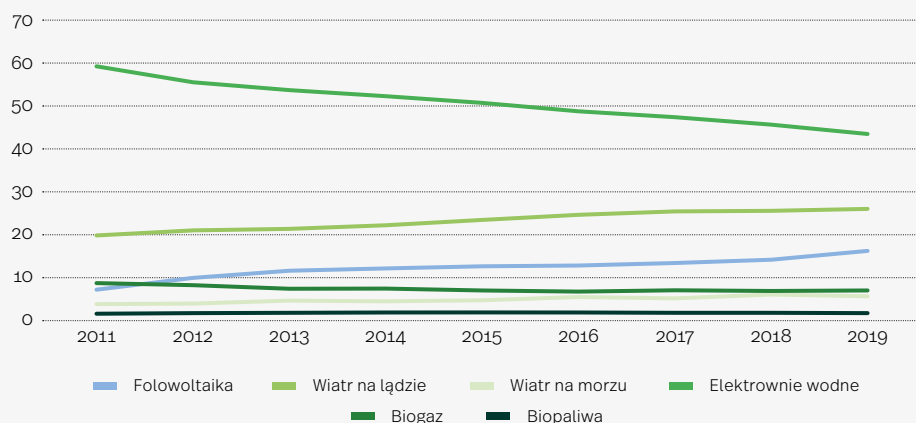


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych IRENA.

Najbardziej znaczącym odnawialnym źródłem energii w UE pozostają elektrownie wodne, ich udział jednak spada (z 59 proc. do 47 proc. mocy OZE w UE) ze względu na ograniczone możliwości dalszego rozwoju (średni wzrost jedynie 15 MW nowych mocy/mln mieszkańców). W przyszłości należy oczekiwać utrzymania się

obecných trendůw w zakresie wzrostu udziału lądowych elektrowni wiatrowych i słonecznych. Ich dynamika w latach 2011-2019 utrzymywała się na wysokim poziomie, co sprawia, że udział tych źródeł w ilości zainstalowanych mocy zwiększył się z 27 proc. w 2011 r. do 42 proc. w 2019 r.

➤ **Wykres 30.** Udział poszczególnych rodzajów OZE w mocach zainstalowanych energii odnawialnych w UE-27 w latach 2011-2019 (w proc.)



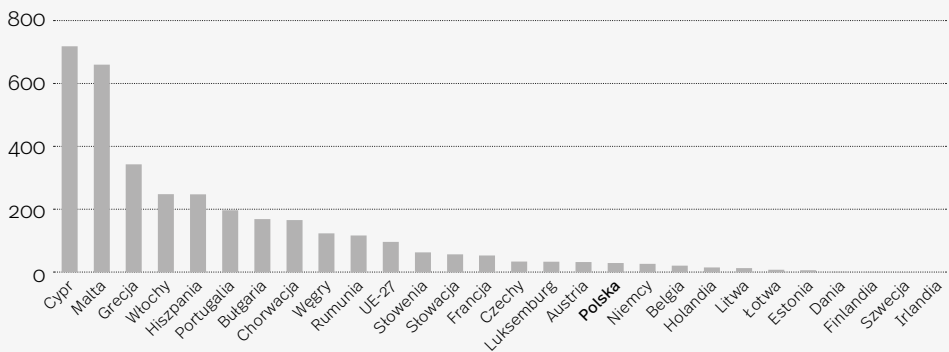
Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych IRENA.

9. Przyrost odnawialnych źródeł energii w ciepłownictwie i chłodnictwie

Poszczególne państwa Unii Europejskiej różnią się klimatem – dla Cypru i Malty wyzwaniami są przede wszystkim gorące lata, podczas gdy większość obywateli państw UE (przede wszystkim w Finlandii, Szwecji i Estonii) jest zmuszona ponosić znaczne wydatki związane

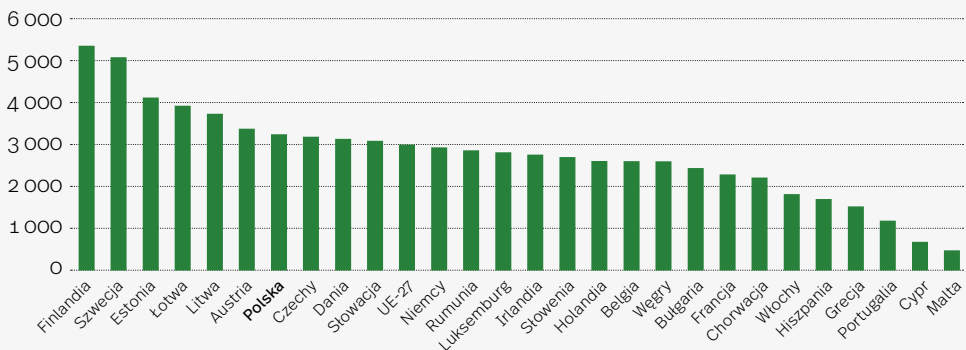
z ogrzewaniem w sezonie zimowym. Różnorodność państw UE pod względem stopniodni chłodzenia i ogrzewania znajduje odzwierciedlenie w różnym poziomie rozwoju infrastruktury ciepłowniczej i wydatkach energetycznych, związanych z jej funkcjonowaniem.

Wykres 31. Średnia liczba stopniodni chłodzenia w państwach UE-27 w latach 2011-2019



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

Wykres 32. Średnia liczba stopniodni ogrzewania w państwach UE-27 w latach 2011-2019



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

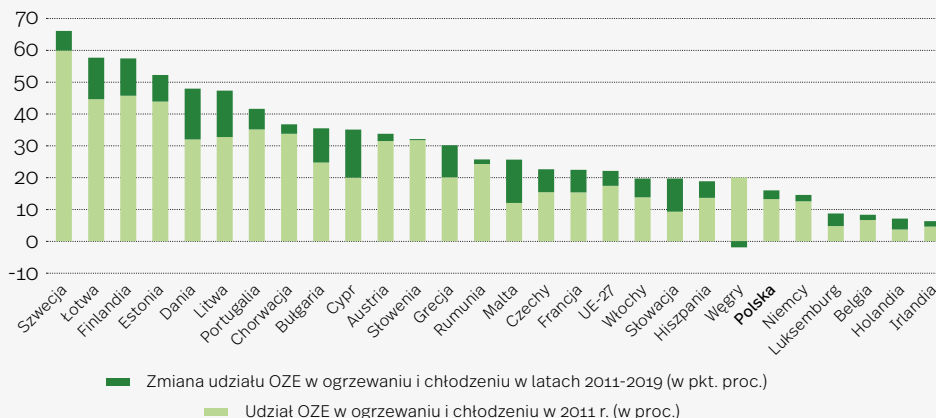
We wszystkich państwach Unii Europejskiej – z wyjątkiem Węgier – w latach 2011-2019 nastąpił wzrost udziału OZE w ciepłownictwie

i chłodnictwie. Średni poziom udziału OZE w tych obszarach wzrósł z 17,4 proc. w 2011 r. do 22,1 proc. w 2019 r. (względny wzrost o 22 proc.).

Jest to wartość zauważalnie niższa od wzrostu udziału OZE w miksie energetycznym UE oraz udziału OZE mocach zainstalowanych

na terenie UE, co wskazuje na wolniejszy rozwój energetyki odnawialnej w tym obszarze.

➤ **Wykres 33. Wzrost udziału OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie w UE w latach 2011-2019 (w proc.)**

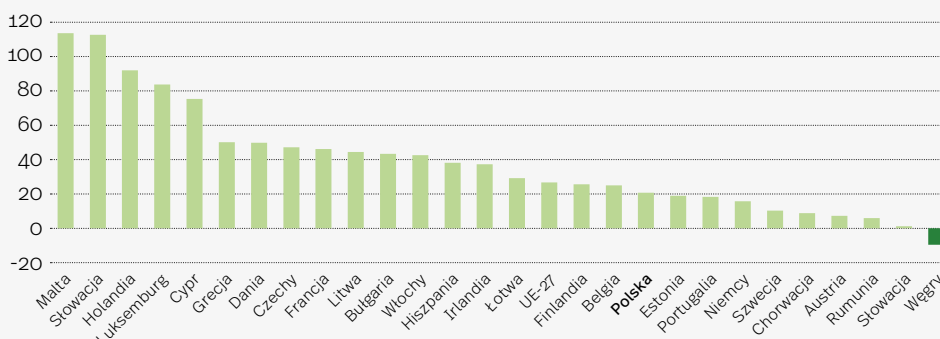


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

Najwyższy względny wzrost udziału OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie nastąpił w państwach, w których chłodzenie stanowi istotny wydatek energetyczny (Malta, Cypr, Grecja), co wskazuje na stosunkowo większą

łatwość wprowadzania OZE w chłodzeniu niż ogrzewaniu. Istotny wzrost odnotowano także w części państw o niewielkiej powierzchni i wysokiej gęstości zaludnienia: Holandii, Luksemburgu, Danii i Słowacji.

➤ **Wykres 34. Względna zmiana udziału OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie w latach 2011-2019 (w proc.)**



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Eurostatu.

Podsumowanie

Według wyników naszego modelu rozwój zielonej ekonomii ma istotnie pozytywny wpływ na spadek poziomu emisji i umiarkowanie pozytywny wpływ na wzrost PKB. Taki wniosek można wyciągnąć zarówno dla równania ogólnego w modelu, jak i wyników dla poszczególnych państw UE-27. Państwa o najwyższych poziomach wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii osiągnęły w latach 2011-2019 średnio o 10 pkt. proc. wyższy wzrost PKB niż reszta analizowanych krajów, mimo znacząco wyższych wydatków na ochronę środowiska i klimatu.

Spośród badanych przez nas czynników najsilniej do wzrostu poziomu wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii przyczynia się zwiększanie udziału odnawialnych źródeł energii w elektroenergetyce. Wysoki poziom pozytywnego oddziaływania wykazują także zwiększanie udziału OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie oraz wysoki poziom wprowadzonych taryf gwarantowanych (*feed-in-tariffs*).

Wśród krajów należących do UE-27 najwyższą dynamikę rozwoju wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii w latach 2011-2019 miały Malta i Luksemburg. Najniższy poziom rozwoju zielonej ekonomii – mierzony wskaźnikiem wynikowym z naszego modelu – wykazywały Słowacja i Portugalia. W rankingu dynamiki rozwoju zielonej ekonomii w ramach UE-27 Polska znajdowała się na 18. miejscu, czyli poniżej średniej unijnej. Wyższy wynik Polska uzyskała w przypadku wzrostu gospodarczego – średnioroczna dynamika wzrostu PKB *per capita* w parytecie siły nabywczej w latach 2011-2019 wyniosła 5,1 proc.,

co daje 8. miejsce wśród państw Unii. Jednocześnie emisje w latach 2011-2019 pozostawały na prawie niezmiennym poziomie (średnioroczny wzrost o 0,1 proc.) podczas gdy w większości krajów UE można zauważyć spadek emisji CO₂.

Stosunkowo niski poziom rozwoju wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii w Polsce w latach 2011-2019 wynika z ujemnej lub bliskiej zeru dynamiki większości analizowanych zmiennych składowych. Znaczący spadek można zaobserwować zwłaszcza w inwestycjach w gospodarkę obiegu zamkniętego i wydatkach rządowych na ochronę środowiska (w porównaniu do PKB). W latach 2011-2019 nie istniało też wsparcie OZE w postaci mechanizmu taryf gwarantowanych, a samą możliwość ich stosowania wprowadzono ustawowo dopiero w II połowie 2018 r. (www10). Poniżej średniej dla krajów UE-27 pozostawała w Polsce także dynamika rozwoju odnawialnych źródeł energii w ciepłownictwie⁶. Wzrost udziału OZE w elektroenergetyce był wyższy i pozostawał na poziomie średniej unijnej (ok. 7 proc. rocznie) – warto jednak pamiętać, że w obu przypadkach na korzyść dynamiki w Polsce działał efekt niskiej bazy⁷. Na plus należy ocenić jednak nieco wyższy niż w większości krajów unijnych spadek publicznego finansowania paliw kopalnych (ok. 3 proc. rocznie).

Warto zauważyć, że trend zazieleniania ekonomii w ostatnich latach w Polsce istotnie przyspieszył. Udział środków mających pozytywny wpływ na klimat w funduszach,

⁶ Mimo efektu niskiej bazy, która działała na korzyść Polski w przypadku oparcia modelu na dynamice wzrostu.

⁷ W modelu mierzona jest dynamika wzrostu. W Polsce w 2011 r. niższy udział OZE w elektroenergetyce oraz ciepłownictwie i chłodnictwie oznacza, że przyrost udziału OZE o 1 proc. daje wyższą dynamikę niż w przypadku krajów o dużym udziale OZE.

które przeznaczono na pobudzenie gospodarki w pandemii COVID-19 wyniósł do końca 2021 r. aż 37 proc. (7 pkt. proc. powyżej średniej dla analizowanych krajów UE). Znacząco przyspieszyła też budowa nowych mocy OZE – na przestrzeni roku (11.2020-11.2021) zainstalowana moc OZE uległa zwiększeniu z 12 do ponad 16 GW (www11).

Nie tylko w Polsce zmienne składowe wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii wymagają poprawy. W latach 2011-2019 aż w 16 krajach UE-27 spadł poziom wydatków na ochronę środowiska w stosunku do PKB – najwięcej w Czechach (0,43 pkt. proc.) i Irlandii (0,39 pkt. proc.). W 15 krajach UE-27 zmniejszyły się prywatne inwestycje w sektory gospodarki obiegu zamkniętego – najbardziej na Łotwie (0 0,12 pkt. proc.) i Estonii (0 0,1 pkt. proc.). Jednocześnie ciągle na wysokim poziomie pozostaje wsparcie publiczne dla paliw kopalnych, dochodząc nawet do prawie 1,2 proc. PKB w Grecji i powyżej 0,6 proc. w Belgii.

Wśród rekomendowanych działań do dalszego rozwoju zielonej ekonomii niewątpliwie należałoby wskazać inwestycje w OZE w elektroenergetyce i ciepłownictwie. Jest to istotne nie tylko z punktu widzenia wyników modelu, ale i rewizji celów udziału OZE w finalnym

zużyciu energii brutto dla Polski, jaką niesie za sobą pakiet „Fit for 55”. Konieczne wydaje się zintensyfikowanie działań mających na celu budowę nowych mocy OZE – zwłaszcza tych w elektroenergetyce. Tymczasem, według wyników aukcji na OZE z grudnia 2021 r., jedynie 3 z 5 aukcji zostało rozstrzygniętych, a wśród ofert wyraźnie dominowała fotowoltaika (361 z 375). Likwidacja ograniczeń zarówno finansowych (niewystarczające taryfowanie, brak odpowiedniego poziomu finansowania inwestycji), jak i legislacyjnych („ustawa 10h”) dla nowych mocy OZE powinny być uznane za jedno z priorytetowych działań w najbliższych latach.

Istotne wydaje się też rozwojowe podejście do sektorów związanych z gospodarką obiegu zamkniętego. Odsetek odpadów poddawanych recyklingowi jest w Polsce ciągle niższy niż średnia dla UE. Jednocześnie sektory związane z recyklingiem, obiegiem wtórnym i naprawą towarów wydają się mieć duży potencjał zapewniając w Polsce ponad 350 tys. miejsc pracy, przy niższym niż w wielu krajach UE-27 poziomie inwestycji prywatnych. Wskazuje to na duży potencjał dalszego rozwoju sektora, który może pozytywnie wpłynąć na cele związane z recyklingiem, zwiększeniem obiegu wtórnego towarów i stworzyć dodatkowe miejsca pracy.



Aneks

» Tabela 4. Lista zmiennych użytych do budowy wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii

Kategoria	Wskaźnik	Źródło danych
Rządowe wydatki na ochronę środowiska	Wydatki na bioróżnorodność i ochronę krajobrazu Wydatki na badania w dziedzinie ochrony środowiska Wydatki na usuwanie zanieczyszczeń Wydatki na zarządzanie odpadami Wydatki na gospodarkę ściekami Wydatki na ochronę środowiska nigdzie indziej nie ujęte	Międzynarodowy Fundusz Walutowy
Gospodarka obiegu zamkniętego	Prywatne inwestycje na aktywa materialne w sektorach gospodarki obiegu zamkniętego	Eurostat
Publiczne wsparcie dla paliw kopalnych	Dotacje bezpośrednie Ulgi w podatkach i opłatach	OECD
Podatki środowiskowe	Energia Transport Zanieczyszczenia i surowce naturalne	Eurostat
Taryfy gwarantowane (<i>feed-in-tariffs</i>) na odnawialne źródła energii	Fotowoltaika Energia wiatrowa Biomasa Małe elektrownie wodne	OECD
Udział odnawialnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej	Udział odnawialnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej	Eurostat
Udział odnawialnych źródeł energii w ciepłownictwie i chłodnictwie	Udział odnawialnych źródeł energii w ciepłownictwie i chłodnictwie	Eurostat
Wydatki na badania naukowe w zakresie odnawialnych źródeł energii i technologii wychwytu CO ₂	Wydatki na badania naukowe w zakresie odnawialnych źródeł energii i technologii wychwytu CO ₂	OECD

Źródło: opracowanie własne PIE.

Modelowanie miękkie

Twórcą modelowania miękkiego (*soft model ling*) jest Herman Wold (Wold, 1980; Rogowski, 1990). Nazwa modelu miękkiego jest związana z cechami modelu ekonometrycznego, jak i jego zmiennymi oraz z założeniami pozwalającymi na zastosowanie odpowiednich procedur estymacji i weryfikacji statystycznej (Mierzyńska, 2000; Pełto, 2004; Rogowski, 2002).

Modelowanie miękkie jest zatem jedną z metod pozwalających analizować relacje zachodzące między zmiennymi ukrytymi (nieobserwowalnymi), które obserwuje się (mierzy) za pomocą indykatorów (wskaźników)⁸. Należy przy tym pamiętać, że dany wskaźnik może odzwierciedlać zmienną ukrytą lub ją tworzyć. W pierwszym przypadku nazwiemy go indykatorem odzwierciedlającym, a w drugim – tworzącym. Wskazanie rodzaju wskaźnika należy głównie do badacza, aczkolwiek indykatory odbijające z założenia powinny charakteryzować się wysoką korelacją między sobą, natomiast indykatory tworzące powinny być nieskorelowane (Pełto, 2004).

Model miękkiej składa się z dwóch podmodeli: wewnętrznego (teoretycznego) i zewnętrznego (miary). Pierwszy opisuje relacje teoretyczne wynikające z przyjętej teorii, czyli relacje zachodzące między zmiennymi nieobserwowalnymi. W drugim zawarte są związki między zmiennymi ukrytymi a ich indykatorami, czyli definicje zmiennych teoretycznych. Obydwa modele są ze sobą powiązane, tzn. obydwa jednocześnie są wykorzystywane w procesie estymacji parametrów. Zakłada się, że relacje w modelach miękkich mają charakter liniowy.

Niech zmienne ukryte $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ będą endogeniczne, zaś $\xi_{n+1}, \xi_{n+2}, \dots, \xi_k$ ($k > n$) – z góry ustalone. Wówczas model wewnętrzny można zapisać w następujący sposób:

$$[\xi_1 \xi_2 \dots \xi_n] = [\xi_1 \xi_2 \dots \xi_n] \mathbf{B} + [\xi_{n+1} \xi_{n+2} \dots \xi_k] \mathbf{\Gamma} + \mathbf{V},$$

gdzie:

$\mathbf{B} = [b_{ij}]$ – macierz parametrów strukturalnych związanych ze zmiennymi endogenicznymi, jest macierzą kwadratową st. n o zerowej głównej przekątnej,

$\mathbf{\Gamma} = [\gamma_{ij}]$ – macierz parametrów strukturalnych związanych ze zmiennymi z góry ustalonymi, ma wymiar $(k - n) \times n$,

$\mathbf{V} = [v_{ij}]$ – n -wymiarowy wektor składników losowych o zerowych wartościach oczekiwanych i skończonych wariancjach.

Zakłada się, że składnik losowy j -tego równania v_j ($j = 1, 2, \dots, n$) jest nieskorelowany ze zmiennymi objaśniającymi tego równania.

⁸ Istnieją inne metody pozwalające badać modele zawierające zmienne ukryte, np. analiza czynnikowa, analiza głównych składowych, korelacja kanoniczna, modele nierównowagi, metoda LISREL, będąca uogólnieniem analizy czynnikowej (Rogowski, 1980).

Podmodelem zewnętrznym nazywamy związki zachodzące między zmiennymi ukrytymi a ich identyfikatorami. W przypadku modelu miękkiego przyjmuje się, że zmienne ukryte są sumami ważonymi swoich identyfikatorów:

$$\bigvee_{j=1,\dots,k} \bigvee_{t=1,\dots,T} \xi_{jt} = \sum_{i=1}^{n_j} w_{ij} x_{ijt},$$

oraz dla każdego indykatora odbijającego dana jest relacja mierząca siłę odzwierciedlenia zmiennej ukrytej:

$$\bigvee_{j=1,\dots,k} \bigvee_{t=1,\dots,T} x_{ij} = p_{ij0} + p_{ij} \xi_{jt} + u_{ijt},$$

gdzie:

ξ_{jt} – t -ta wartość zmiennej ukrytej ξ_j ,

x_{ijt} – t -ta wartość i -tego wskaźnika x_{ij} zmiennej ukrytej ξ_j ,

w_{ij} – nieznana waga wskaźnika x_{ij} ,

p_{ij0} – wyraz wolny relacji,

p_{ij} – ładunek czynnikowy mierzący siłę „odbijania” zmiennej ukrytej ξ_j przez jej i -ty indykator,

u_{ijt} – składnik losowy o zerowej wartości oczekiwanej, spełniający następujące założenia: brak autokorelacji, nieskorelowane ze zmiennymi ukrytymi oraz brak skorelowania między równaniami,

T – liczba badanych obiektów dla danych przekrojowych lub momentów obserwacji dla szeregów czasowych.

Szacowanie parametrów strukturalnych modelu miękkiego odbywa się za pomocą metody częściowych najmniejszych kwadratów PSL (*partial least squares*) i przebiega w trzech etapach. Pierwszy etap stanowi iteracyjne oszacowanie wag, co pozwala na oszacowanie wartości zmiennych ukrytych. Na drugim szacowane są parametry modelu wewnętrznego i zewnętrznego (ładunków czynnikowych). Proces estymacji kończy się obliczaniem wyrazów wolnych wszystkich relacji modelu.

W wyniku estymacji, oprócz parametrów modelu miary i modelu teoretycznego, otrzymuje się oszacowania wartości zmiennej ukrytej, które można traktować jako miarę syntetyczną. Wielkości te zależą nie tylko od relacji zewnętrznych, ale również od założonych w modelu wewnętrznym związków między zjawiskami złożonymi. Proces poznania jest zatem uzależniony od opisu teoretycznego. Oszacowania zmiennych nieobserwowalnych nie mają interpretacji merytorycznej, ale można interpretować zmiany ich wartości. Jeżeli estymatory wag i ładunków czynnikowych dla indykatorów będących stymulantami danej zmiennej ukrytej są dodatnie, a dla będących destymulantami ujemne, to możemy interpretować zmiany „wyestymowanych” obserwacji danej zmiennej ukrytej, w ten sposób, że większa wartość zmiennej ukrytej wskazuje na wyższy poziom badanego zjawiska na danym obiekcie. Interpretując kolejność tych liczb dokonuje się analizy porównawczej.

Własności statystyczne modelu miękkiego sprawdza się głównie wykorzystując test Stone'a-Goseta (test S-G), który jest miarą dokładności predykcji dokonanej na podstawie modelu w stosunku do predykcji „trywialnej” oraz metodą tzw. cięcia Tukey'a. Są to metody specyficzne dla modelowania miękkiego.

Rozróżniamy trzy rodzaje testu S-G⁹. Pierwszy (ogólny) bada jakość predykcji wszystkich indyktorów wybranej zmiennej nieobserwowalnej, drugi – jakość predykcji poszczególnych indyktorów, natomiast trzeci – jakość odtwarzalności wszystkich indyktorów dla poszczególnych momentów czasowych lub dla poszczególnych obiektów. Odpowiednie statystyki S-G wyraża się wzorami (Rogowski, 1990):

$$Q = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{t=1}^T (x_{ijt} - x_{ijt}^*)^2}{\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{t=1}^T x_{ijt}^2}$$

$$Q_i = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (x_{ijt} - x_{ijt}^*)^2}{\sum_{t=1}^T x_{ijt}^2} \quad (i = 1, \dots, n_j)$$

$$Q_t = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n_j} (x_{ijt} - x_{ijt}^*)^2}{\sum_{i=1}^{n_j} x_{ijt}^2} \quad (t = 1, \dots, T)$$

Wszystkie wielkości dane wzorami są ograniczone od góry jedynką. Jeżeli $Q = 1$ ($Q_i = 1$, $Q_t = 1$), to odtworzenie wartości indyktorów wybranej zmiennej ukrytej (wartości i -tego wskaźnika x_{ij} , wartości indyktorów dla obiektu lub momentu t) jest doskonałe. Jeżeli powyższe mierniki są ujemne, to mówimy, że model nie zapewnia dobrej prognozy, co w przypadku Q_i (Q_t) oznacza, że indyktor x_{ij} jest „obcy” (mechanizm założony w modelu nie wyjaśnia dostatecznie dobrze kształtowania się wartości indyktorów wybranej zmiennej nieobserwowalnej dla obiektu t lub w momencie t). Natomiast w przypadku gdy wartości testów S-G są bliskie zeru, problem jakości odpowiednich prognoz jest nierozstrzygnięty.

W celu zastosowania testów S-G należy wielokrotnie oszacować parametry modelu miękkiego, otrzymując dla każdego parametru modelu l oszacowań. Odchylenie standardowe tych liczb jest oszacowaniem precyzji estymatora danego parametru. Metoda ta nosi nazwę cięcia Tukey'a. Stosując regułę „2s” można badać istotność ocen parametrów modelu.

⁹ Podstawą do stosowania testu S-G są liczby, które otrzymujemy następująco: dla wybranej zmiennej ukrytej tworzy się macierz obserwacji jej indyktorów w , usuwając z tej macierzy co l -ty (l wybieramy arbitralnie, lecz nie może być dzielnikiem wymiaru w macierzy obserwacji indyktorów w) zaczynając od pierwszego i w ich miejsce wstawiamy np. średnią arytmetyczną pozostałych obserwacji. Powtarzamy tę operację, z tym, że usuwanie danych z oryginalnej macierzy obserwacji zaczynamy od wyrazu drugiego, trzeciego itd., do l -tego. W każdym kroku uzyskuje się prognozy usuniętych obserwacji (x_{ijt}^*), które są podstawą stosowania testu S-G.

Bibliografia

- Georgeson, L., Maslin, M., Poessinouw, M. (2017), *The global green economy: a review of concepts, definitions, measurement methodologies and their interactions*, „Geo: Geography and Environment”, No. 4, Vol. 1.
- Herbst, M. (2009), *Tworzenie i absorpcja kapitału ludzkiego przez polskie miasta akademickie*, „Studia Regionalne i Lokalne”, nr 38, wol. 4.
- Menes, M. (2018), *Rozwój motoryzacji indywidualnej w Polsce w latach 1990-2015*, „Przegląd Komunikacyjny”, nr 4, http://www.transportation.overview.pwr.edu.pl/UPLOAD/BAZA-ARTYKULOW/PL/2018/04/A_PL_18_04_03.pdf [dostęp: 12.12.2021].
- Mierzyńska, D. (2000), *Modele miękkie w analizie porównawczej złożonych zjawisk społeczno-ekonomicznych*, rozprawa doktorska, Uniwersytet w Białymstoku, Białystok.
- Perto, D. (2004), *Źródła finansowania rozwoju regionalnego*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok.
- Perry, I. i in. (2021), *Still Not Getting Energy Prices Right: A Global and Country Update of Fossil Fuel Subsidies*, <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2021/09/23/Still-Not-Getting-Energy-Prices-Right-A-Global-and-Country-Update-of-Fossil-Fuel-Subsidies-466004> [dostęp: 12.12.2021].
- Rogowski, J. (1990), *Modele miękkie. Teoria i zastosowanie w badaniach ekonomicznych*, Wydawnictwo Filii UW w Białymstoku, Białystok.
- Rogowski, J. (2002), *Modele miękkie w strategii finansowej regionu*, „Optimum. Studia Ekonomiczne”, nr 1.
- UNEP (2011), *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication – A Synthesis for Policy Makers*, <https://www.unep.org/greeneconomy> [dostęp: 01.12.2021].
- Wold, H. (1980), *Soft modelling: intermediate between traditional model building and data analysis*, Banach Center Publications, No. 1, Vol. 6.
- (www1) <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?menu=1446> [dostęp: 10.12.2021].
- (www2) <https://www.oecd.org/coronavirus/en/themes/green-recovery> [dostęp: 12.12.2021].
- (www3) <https://www.greenrecoverytracker.org/> [dostęp: 20.11.2021].
- (www4) <https://www.oecd.org/greengrowth/> [dostęp: 22.11.2021].
- (www5) <https://www.sejm.gov.pl/sejm7.nsf/InterpelacjaTresc.xsp?key=73328253> [dostęp: 22.11.2021].
- (www6) https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/greenhouse-gas-emissions-from-transport-2#tab-chart_1 [dostęp: 10.12.2021].
- (www7) <https://tradingeconomics.com/commodity/carbon> [dostęp: 09.12.2021].
- (www8) <https://www.eea.europa.eu/ims/use-of-renewable-energy-for> [dostęp: 05.12.2021].
- (www9) https://ec.europa.eu/eurostat/documents/8105938/8465062/cei_cie010_esmsip_NACE-codes.pdf [dostęp: 18.12.2021].

- (www10) <https://www.ure.gov.pl/pl/urzed/informacje-ogolne/aktualnosci/7636,>
Systemy-FIT-i-FIP-nowe-formy-wsparcia-wytwarzania-energii-elektrycznej-z-odnawia.html
[dostęp: 18.12.2021].
- (www11) <https://www.are.waw.pl/badania-statystyczne/wynikowe-informacje-statystyczne#informacja-statystyczna-o-energii-elektrycznej> [dostęp: 18.12.2021].



Spis ramek, tabel i wykresów

➤ Ramka 1. Jak zdefiniować zieloną ekonomię?	8
➤ Ramka 2. Recykling w Polsce	24
➤ Ramka 3. Pełny koszt finansowania paliw kopalnych	30
➤ Tabela 1. Wpływ kategorii zmiennych na wskaźnik rozwoju zielonej ekonomii	17
➤ Tabela 2. Ranking krajów UE-27 ze względu na wskaźnik rozwoju zielonej ekonomii oraz dynamikę PKB i emisji CO ₂ w latach 2011-2019	19
➤ Tabela 3. Stosunek Państw UE do taryf gwarantowanych jako instrumentu wsparcia poszczególnych rodzajów OZE w latach 2011-2019	30
➤ Tabela 4. Lista wskaźników użytych do budowy wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii	40
➤ Wykres 1. Energochłonność gospodarki Polski, Niemiec, Czech i UE-28 w latach 1995-2019 (w toe/mln EUR)	9
➤ Wykres 2. Dynamika PKB i emisji gazów cieplarnianych (GHG) w Polsce w latach 1995-2018 (w proc.)	10
➤ Wykres 3. Dynamika PKB i emisji gazów cieplarnianych (GHG) w UE-27 w latach 1995-2019 (w proc.)	10
➤ Wykres 4. Emisje CO ₂ na jednostkę produktu w Polsce i UE-28 (gram CO ₂ /EUR wartości dodanej)	11
➤ Wykres 5. Emisje na mieszkańca Polski i UE-28 (w t/os.)	11
➤ Wykres 6. Zmiany emisji CO ₂ wraz z ich dekompozycją za pomocą metody badania przyczynowego w latach 2000-2010 w Polsce (w proc.)	12
➤ Wykres 7. Zmiany emisji CO ₂ wraz z ich dekompozycją za pomocą metody badania przyczynowego w latach 2010-2018 w Polsce (w proc.)	12
➤ Wykres 8. Poziomy emisji oraz osiągnięte redukcje emisji gazów cieplarnianych (GHG) w wybranych sektorach w Polsce w latach 1990-2018 (w mln ton CO ₂ e)	14
➤ Wykres 9. Zmiany emisji gazów cieplarnianych (GHG) wg sektorów w Polsce w latach 1990-2018 (w proc.)	14
➤ Wykres 10. Wpływ wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii na średnią dynamikę emisji CO ₂ per capita w latach 2011-2019 w krajach UE-27 (w proc.)	16
➤ Wykres 11. Wpływ wskaźnika rozwoju zielonej ekonomii na wzrost PKB w latach 2011-2019 (w proc.) w krajach UE-27	18
➤ Wykres 12. Publiczne wydatki na ochronę środowiska w krajach UE-27 w 2019 r. (w proc. PKB)	20
➤ Wykres 13. Zmiana w wydatkach środowiskowych w krajach UE-27 w latach 2011-2019 (w pkt. proc. PKB)	21

↘ Wykres 14. Prywatne inwestycje w aktywa materialne w sektorach gospodarki obiegu zamkniętego w 2018 r. (w proc. PKB)	22
↘ Wykres 15. Zmiana w poziomie prywatnych inwestycji w aktywa materialne w sektorach gospodarki obiegu zamkniętego między 2011 r. a 2019 r. (w pkt. proc.)	23
↘ Wykres 16. Liczba osób pracujących w sektorach gospodarki obiegu zamkniętego w 2018 r. (w tys.)	23
↘ Wykres 17. Współczynnik recyklingu odpadów komunalnych w krajach UE-28 w 2018 r.	24
↘ Wykres 18. Wysokość podatków środowiskowych w UE-27 w latach 2011-2019 (w proc. PKB)	25
↘ Wykres 19. Wysokość podatków środowiskowych w krajach UE-27 w 2019 r. (jako proc. PKB) ..	26
↘ Wykres 20. Zmiana wysokości podatków środowiskowych w latach 2011-2019 w krajach UE-27 (w pkt. proc. PKB)	26
↘ Wykres 21. Wysokość wsparcia publicznego dla paliw kopalnych w 2019 r. (w proc. PKB)	28
↘ Wykres 22. Zmiana wysokości wsparcia publicznego dla paliw kopalnych w latach 2011-2019 (w pkt. proc. PKB)	29
↘ Wykres 23. Udział dotacji bezpośrednich i ulg w podatkach i dopłatach w publicznym wsparciu dla paliw kopalnych (w proc.)	29
↘ Wykres 24. Liczba państw, w których obowiązywały taryfy gwarantowane dla poszczególnych rodzajów OZE.	31
↘ Wykres 25. Średnia wysokość wprowadzonej taryfy gwarantowanej w państwach UE-27 (w USD/kWh)	32
↘ Wykres 26. Moce w energetyce odnawialnej i nieodnawialnej w 2019 r. (w MW/mln mieszkańców)	32
↘ Wykres 27. Nowe moce ze źródeł innych niż odnawialne w latach 2011-2019 (w MW/mln mieszkańców)	33
↘ Wykres 28. Przyrost mocy zainstalowanych w energetyce odnawialnej w latach 2011-2019 (w MW/mln mieszkańców)	34
↘ Wykres 29. Średnia ilość mocy zainstalowanych poszczególnych rodzajów OZE w UE-27 w latach 2011-2019 (w MW/mln mieszkańców)	35
↘ Wykres 30. Udział poszczególnych rodzajów OZE w mocach zainstalowanych energii odnawialnych w UE-27 w latach 2011-2019 (w proc.)	35
↘ Wykres 31. Średnia liczba stopniodni chłodzenia w państwach UE-27 w latach 2011-2019.	36
↘ Wykres 32. Średnia liczba stopniodni ogrzewania w państwach UE-27 w latach 2011-2019.	36
↘ Wykres 33. Wzrost udziału OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie w UE w latach 2011-2019 (w proc.)	37
↘ Wykres 34. Względna zmiana udziału OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie w latach 2011-2019 (w proc.)	37

Polski Instytut Ekonomiczny

Polski Instytut Ekonomiczny to publiczny *think tank* ekonomiczny z historią sięgającą 1928 roku. Jego obszary badawcze to przede wszystkim makroekonomia, energetyka i klimat, handel zagraniczny, foresight gospodarczy, gospodarka cyfrowa i ekonomia behawioralna. Instytut przygotowuje raporty, analizy i rekomendacje dotyczące kluczowych obszarów gospodarki oraz życia społecznego w Polsce, z uwzględnieniem sytuacji międzynarodowej.

