

Radosław SZCZERBOWSKI¹

Niemiecka polityka energetyczna w kontekście odejścia od węgla

Wprowadzenie

Europejski Zielony Ład (ang. *European Green Deal*) to jedna z najbardziej kompleksowych strategii Unii Europejskiej w zakresie ochrony środowiska oraz przeciwdziałaniu zmianom klimatycznym. Projekt Europejskiego Zielonego Ładu przyjęty został przez Unię w grudniu 2019 roku. Europa do 2050 roku planuje zostać pierwszym kontynentem neutralnym dla klimatu. Wśród obszarów, które w sposób szczególny są brane pod uwagę w zaproponowanych rozwiązaniach, są między innymi: bezpieczeństwo, efektywność energetyczna, ochrona klimatu, obniżenie emisyjności gospodarki oraz gospodarka obiegu zamkniętego. Zielony Ład jest w założeniu całościową odpowiedzią Unii na największy globalny kryzys naszych czasów, jakim są zmiany klimatyczne. W stosunku do 1990 roku, który został przyjęty jako rok bazowy, emisje gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej mają się zmniejszyć o 55% już w 2030 roku (EGD 2021). Celem jest gospodarka niskoemisyjna, co oznacza fundamentalne zmiany nie tylko w sektorze energetyki, lecz we wszystkich obszarach życia gospodarczego na przestrzeni najbliższych trzydziestu lat. Efektem tych działań ma być wypracowanie całkowicie nowego modelu gospodarczego, który wzrost gospodarczy stawiać będzie na równi z neutralnością klimatyczną, dbaniem o zasoby naturalne oraz zasadami sprawiedliwości i solidarności (Ananicz i in. 2021).

Pod koniec 2016 roku Komisja Europejska przedstawiła zestaw regulacji dotyczących konkurencyjności Unii Europejskiej w zakresie transformacji rynków energetycznych w kierunku czystej energii, tzw. Pakiet Zimowy (Clean 2016). Proponowane w pakiecie zapisy regulacji wprowadzają kluczowy limit emisji CO₂ dla wytwarzania energii elektrycznej na poziomie 550 g CO₂/kWh. Kolejnym dokumentem, który spowodował znaczące zmiany

¹ Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddział Poznański; e-mail: szczerbowski@poczta.fm.

w europejskim systemie energetycznym, są ustalenia 21 Konferencji Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (COP21 2015). Ustalenia 21 Konferencji w Paryżu z 2015 roku zakładają kilka ważnych celów, których spełnienie ma na celu ograniczenie emisji gazów cieplarnianych oraz spowolnienie globalnych zmian klimatu. Kluczowe punkty zawarte w umowie podpisanej przez blisko 200 krajów z całego świata, to przede wszystkim jak najszybsze ograniczenie emisji gazów cieplarnianych.

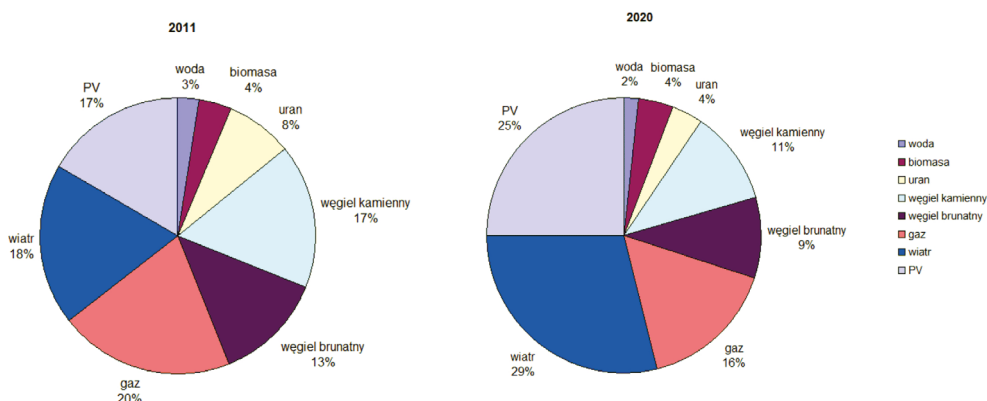
Wydaje się, że krajem, który wywiera zdecydowanie największy wpływ na politykę energetyczną krajów Unii Europejskiej, są Niemcy. Zainicjowana w 2011 roku niemiecka transformacja energetyczna *Energiewende* (Energiewende 2012), zaproponowana przez rząd, ze względu na narzucone tempo zmian, stanowi nową jakość w strategii energetycznej Niemiec. *Energiewende* stanowi przełom energetyczny w Niemczech, który jest przede wszystkim związany z dynamicznym rozwojem odnawialnych źródeł energii i planem wyłączenia z eksploatacji elektrowni jądrowych, a w dalszej perspektywie również węglowych.

Polityka energetyczna Niemiec

Historia rozwoju niemieckiej polityki energetycznej *Energiewende* wywodzi się z drobnych, lokalnych inicjatyw, które pojawiły się na początku lat dziewięćdziesiątych XX w. Momentem przełomowym było uchwalenie ustawy o odnawialnych źródłach energii w 2000 roku. Wspomniana ustawa o OZE (EEG 2000), wprowadziła system wsparcia dla odnawialnych źródeł energii, zapewniający im gwarantowaną taryfę przez 20 lat oraz pierwszeństwo zakupu przez operatorów sieci. *Energiewende* zakorzeniło się w świadomości Niemców, o czym świadczą kilka faktów. Po pierwsze już ponad 60% mocy zainstalowanej w niemieckim systemie elektroenergetycznym to źródła odnawialne, które produkują ponad 50% energii elektrycznej. W 2011 roku, czyli w momencie tworzenia zapisów *Energiewende*, udział mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych wynosił 42%, a produkowana z nich energia elektryczna stanowiła 24% wprowadzanej do sieci elektroenergetycznej (rys. 1 i 2). Po drugie ponad 40% instalacji produkujących czystą energię jest własnością rolników oraz osób prywatnych. Ponadto niemiecka polityka energetyczna cieszy się ponad 90% poparciem mieszkańców, a w sektorze energii odnawialnej pracuje ponad 340 tys. osób (Obserwator 2020).

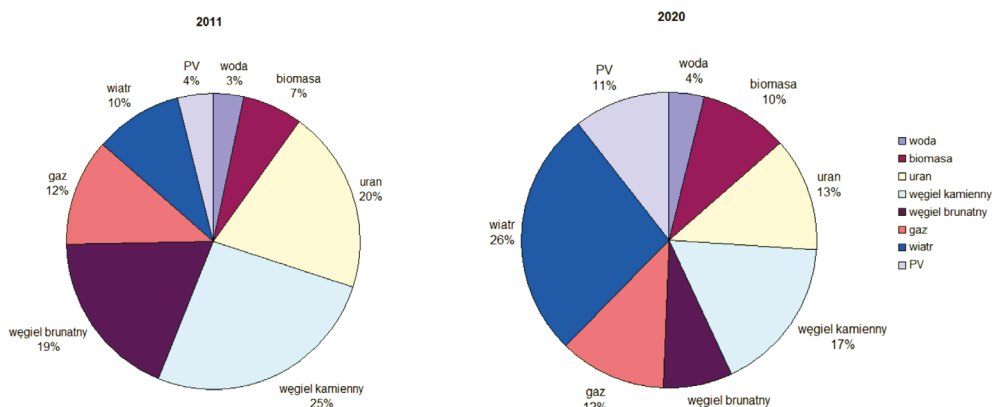
Analizując politykę energetyczną Niemiec, można stwierdzić, że *Energiewende* jest jedną z najbardziej kluczowych inicjatyw w polityce Niemiec realizowaną z konsekwencją od co najmniej dwóch dekad. Akceptacji wybranego kierunku zmian w polityce energetycznej Niemiec przez inne wysoko uprzemysłowane państwa Europy Zachodniej sprzyjał również podpisany w 1997 r. Protokół z Kito, którego jednym z głównych orędowników były Niemcy.

W 2019 roku Bundestag uchwalił ustawę o Ochronie klimatu (niem. *Klimaschutzgesetz*), w której zapisano wprowadzenie opłat za emisję dwutlenku węgla w sektorach transportu i ogrzewania, które dotychczas nie były objęte europejskim systemem handlu uprawnieniami do emisji. Przede wszystkim jednak usankcjonowała prawnie nowy cel klimatyczny, który zakłada, że do 2050 roku Niemcy osiągną neutralność emisyjną. W praktyce oznacza to, że do 2050 roku powinno dojść do redukcji emisji gazów cieplarnianych o 95%, w odniesieniu do poziomu z roku 1990 (BMU 2019). Osiągnięcie tego ambitnego zamierzenia zdecydowanie



Rys. 1. Procentowe udziały mocy zainstalowanej źródeł wytwórczych w roku 2011 i 2020 w Niemczech
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Energy 2021

Fig. 1. Percentages of installed generation capacity in 2011 and 2020 in Germany



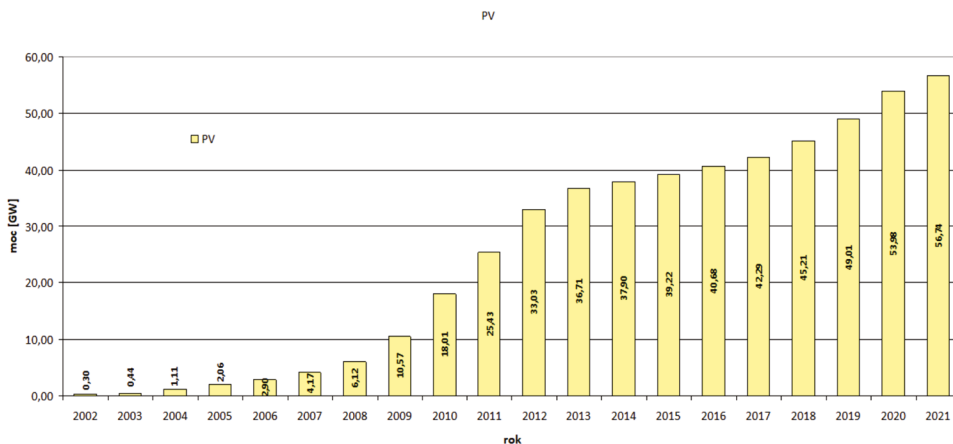
Rys. 2. Procentowe udziały źródeł wytwórczych w produkcji energii elektrycznej w roku 2011 i 2020 w Niemczech
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Energy 2021

Fig. 2. Percentage shares of generation sources in electricity production in 2011 and 2020 in Germany

utrudni fakt, że Niemcy definitywnie rezygnują z energetyki jądrowej, która stanowi niskiemisyjne, wydajne, a przede wszystkim w pełni sterowalne źródło energii, w przeciwieństwie do źródeł odnawialnych, zależnych od warunków pogodowych. Wydaje się, że w tej kwestii fundamentalnym wyzwaniem będzie znalezienie sposobu na magazynowanie energii na dużą skalę oraz opracowanie technologii umożliwiającej integrację niestabilnych źródeł energii odnawialnej z systemem elektroenergetycznym.

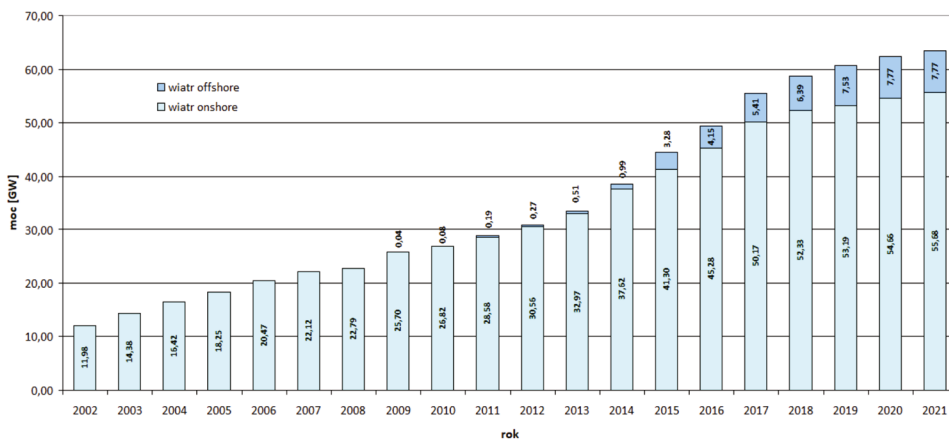
2. Niemiecki system energetyczny

Od 2000 roku, kiedy rząd niemiecki wprowadził ustawę o źródłach energii odnawialnej (EEG 2000), można zauważyć znaczny wzrost instalowanej mocy w źródłach wytwórczych, szczególnie odnawialnych, które uzyskały znaczne wsparcie w rozwoju (rys. 3 i 4). Dynamiczny wzrost mocy zainstalowanej nie poskutkowało wzrostem produkcji i zużycia energii elektrycznej (rys. 5 i 6). Ponieważ w systemie energetycznym pojawiła się duża ilość źródeł odnawialnych o zdecydowanie krótszym czasie pracy, a wycofane zostały źródła systemowe



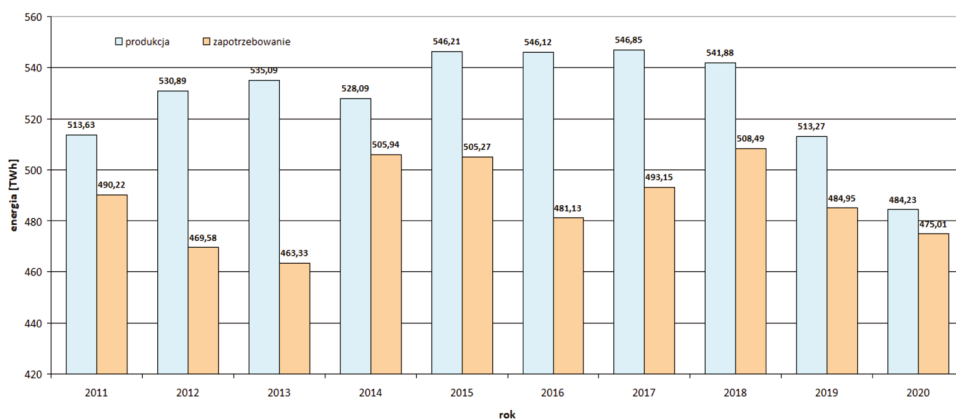
Rys. 3. Moc zainstalowana w źródłach fotowoltaicznych w Niemczech
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Energy 2021

Fig. 3. The installed power of photovoltaic sources in Germany



Rys. 4. Moc zainstalowana w źródłach wiatrowych w Niemczech
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Energy 2021

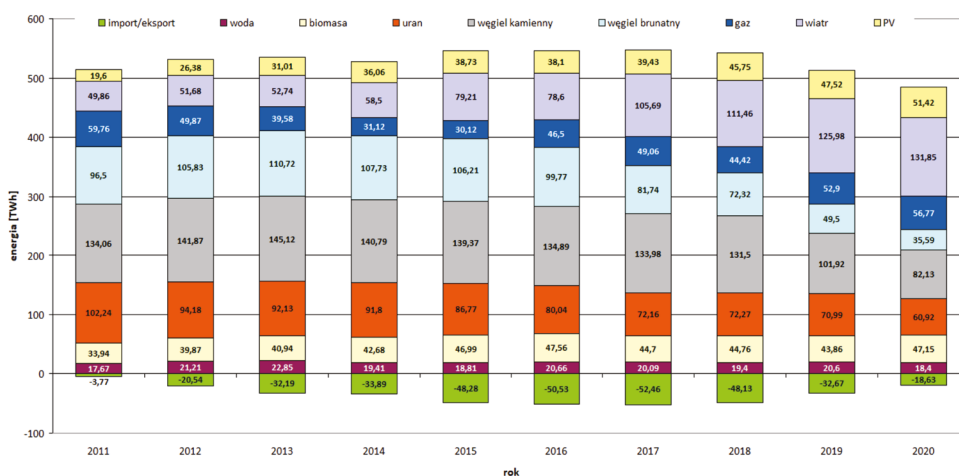
Fig. 4. The installed power of wind sources in Germany



Rys. 5. Produkcja i zapotrzebowanie na energię elektryczną w latach 2011–2020 w Niemczech

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Energy 2021

Fig. 5. Electricity production and demand from 2011 to 2020 in Germany



Rys. 6. Produkcja energii elektrycznej w latach 2011–2020 w Niemczech

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Energy 2021

Fig. 6. Electricity production from 2011 to 2020 in Germany

oparte na węglu i energetyce jądrowej. Ponadto jednym z założeń polityki energetycznej jest także wzrost efektywności energetycznej i ambitny plan zmniejszenia zużycia energii.

Od 2003 roku, w związku ze znacznym wzrostem mocy zainstalowanej i przewymiarowaniem mocy w systemie elektroenergetycznym, Niemcy eksportują swoją energię do krajów sąsiednich. W 2017 roku Niemcy wyeksportowały ponad 52 TWh energii elektrycznej (rys. 6). Największymi odbiorcami były: Szwajcaria, Austria i Holandia. Często była to energia,

której kraje sąsiednie nie zamówiły. Dlatego też istnieje obawa, że dalsze nieplanowane przepływy energii z Niemiec do krajów sąsiednich mogą doprowadzić w przyszłości do poważnych perturbacji w funkcjonowaniu systemu energetycznego.

Niemiecki system energetyczny to ponad 219 GW mocy zainstalowanej (rys. 7) oraz roczna produkcja energii na poziomie około 550 TWh (rys. 6). Produkcja energii znacznie przewyższa zapotrzebowanie na energię w Niemczech, które w latach 2016–2018 wynosiło około 600 TWh. Od roku 2019 można zauważyć wyraźny spadek produkowanej energii, zapotrzebowania na energię elektryczną (rys. 5) i związanego z tym eksportu energii do krajów sąsiednich. Analizując te dane, można zauważyć, że niemiecki system energetyczny charakteryzuje się dużym stopniem dywersyfikacji źródeł wytwórczych.

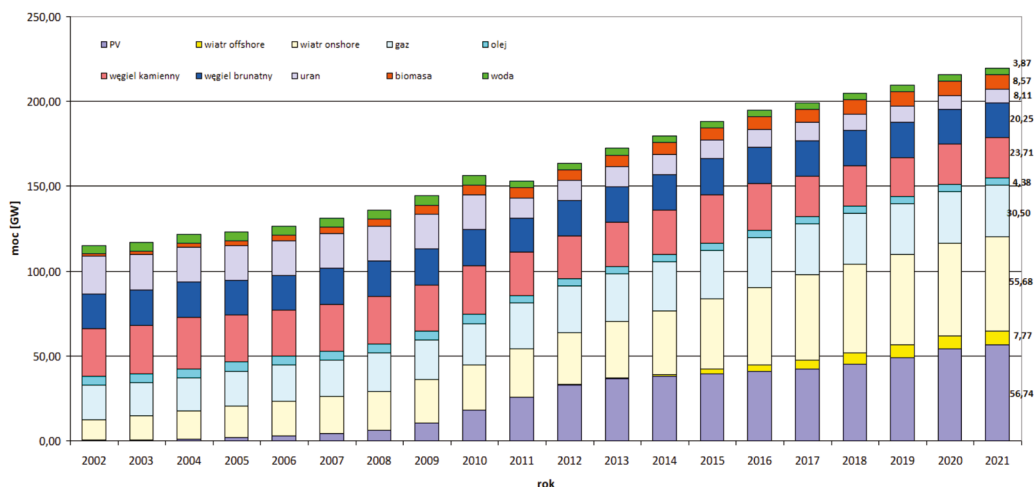
Mimo negatywnego nastawienia Niemiec do energetyki węglowej udział obu rodzajów węgla w niemieckim bilansie energetycznym wynosi 21% mocy zainstalowanej i odpowiada za 24% produkowanej energii elektrycznej. W niemieckim miksie energetycznym energia jądrowa nadal zapewnia około 13% zapotrzebowania na energię, przy tylko 4% udziale w mocy zainstalowanej. Zgodnie z decyzjami rządu i parlamentu Niemiec, ostatnie 8 czynnych elektrowni jądrowych zostanie wyłączonych do 2022 roku. Od 2005 roku wycofane zostało z niemieckiego systemu ponad 14 GW mocy w elektrowniach węglowych. Pomimo tego, niemiecki system energetyczny dysponuje największą mocą zainstalowaną w elektrowniach węglowych w Europie, moc ta wynosi prawie 44 GW (tab. 1 i rys. 7).

TABELA 1. Liczba i moc działających elektrowni opalanych węglem brunatnym i kamiennym

TABLE 1. Number and capacity of operating lignite and hard coal-fired power plants

Razem			Małe elektrownie do 100 MW		Duże elektrownie pow. 100 MW			
			liczba	moc [GW]	liczba	moc [GW]	liczba	moc [GW]
Węgiel kamienny			67	23,8	12	0,8	55	23,0
Czynne elektrownie	Uruchomione przed 1990 r.	40	11,3	10	0,6	30	10,7	
	Uruchomione po 1990 r.	15	8,6	1	0,1	14	8,6	
W rezerwie			7	2,3	1	0,1	6	2,2
Zaplanowane do zamknięcia			5	1,5	0	0	5	1,5
Węgiel brunatny			44	20,5	6	0,5	38	20,0
Czynne elektrownie	Uruchomione przed 1990 r.	21	8,7	2	0,1	19	8,6	
	Uruchomione po 1990 r.	15	9,0	4	0,3	11	8,7	
Rezerwa	Już przeniesione	3	0,9	0	0	3	0,9	
	Do przeniesienia	5	1,8	0	0	5	1,8	
Razem węgiel brunatny i kamienny			111	44,2	18	1,3	93	43,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Phasing 2019.



Rys. 7. Sumaryczna moc zainstalowana w źródłach wytwórczych w Niemczech

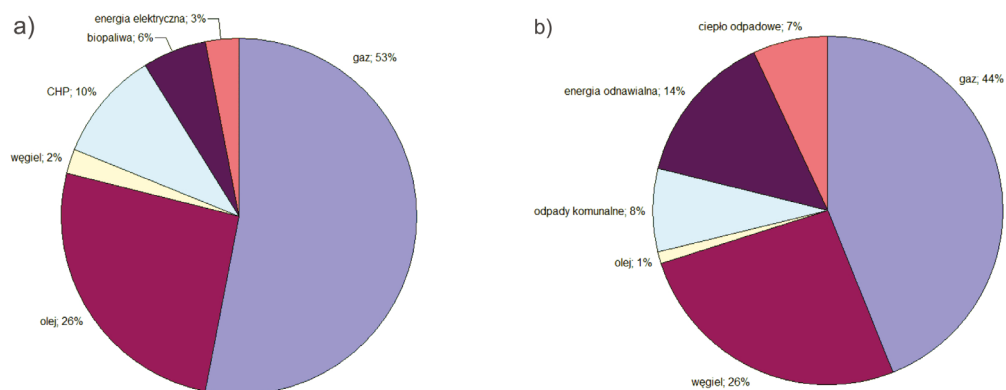
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Energy 2021

Fig. 7. Total installed generation capacity in Germany

Rezygnacja z energetyki węglowej jest kluczowym elementem transformacji energetycznej oraz polityki klimatycznej Niemiec. Wraz z wejściem w życie Ustawy o ograniczeniu i zaprzestaniu produkcji energii elektrycznej z węgla (Key 2021) z 2020 roku postanowiono najpóźniej do 2038 roku zakończyć produkcję energii elektrycznej z węgla. Zgodnie z projektem ustawy zainstalowana moc elektrowni węglowych uczestniczących w rynku energii ma zostać zredukowana z obecnych 42 do 30 GW w 2023 r. oraz do 17 GW w 2030 r. Ponadto w latach 2026, 2029 i 2032 mają zostać przeprowadzone analizy możliwości zakończenia spalania węgla w 2035 r. Duże elektrownie opalane węglem zostaną wyłączone zgodnie z indywidualnymi terminami ustalonymi na mocy ustawodawstwa i umowy między operatorami elektrowni a rządem.

Według Ministerstwa Energii około 10 milionów systemów grzewczych (głównie mieszkalnych i komercyjnych) w całym kraju ma ponad 15 lat i często jest wysoce nieefektywnych. Około 26% systemów grzewczych jest nadal opartych na oleju (choć nie wyposaża się nowych budynków w kotły olejowe). Zakłada się, że z czasem, w miarę przebudowy budynków, wykorzystanie kotłów olejowych będzie spadać. Ponadto wiele gospodarstw domowych (zwłaszcza na obszarach wiejskich) nie jest podłączonych do sieci gazowej ani do miejskich systemów ciepłowniczych. Z kolei zaledwie 3% budynków wykorzystuje pompy ciepła do ogrzewania, choć ich ilość w nowych budynkach wzrasta. Niemiecki sektor ciepłowniczy jest w dużym stopniu uzależniony od paliw kopalnych i odpowiada za 81% dostaw ciepła w ogrzewaniu pomieszczeń mieszkalnych w 2017 roku (rys. 8). Wykorzystanie ciepła sieciowego w Niemczech jest stosunkowo niewielkie w porównaniu z kilkoma innymi krajami europejskimi (BMU 2019).

Paliwa kopalne dominują w produkcji ciepła sieciowego w Niemczech, w 2017 roku gaz ziemny stanowił 44% całkowitej produkcji, węgiel 26%, a paliwa ciekłe 1%. Odpady komunalne odpowiadały za kolejne 8%, energia odnawialna stanowiła 14%, głównie biopaliwa



Rys. 8. Procentowy udział źródeł w produkcji ciepła do ogrzewania budynków (a) oraz procentowy udział źródeł w produkcji ciepła w kogeneracji (b) w Niemczech
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: IEA 2020

Fig. 8. Percentage share of sources in heat production for building heating (a) and percentage share of sources in heat production in cogeneration (b) in Germany

i odpady odnawialne oraz niewielki udział ciepła słonecznego i geotermalnego. Pozostałe 7% ciepła sieciowego dostarczane jest z procesów przemysłowych. Strategia Niemiec w zakresie dekarbonizacji sektora ciepłowniczego polega na maksymalizacji korzyści z wprowadzania efektywności energetycznej przy jednoczesnym zwiększeniu roli odnawialnych źródeł energii. Rząd stawia sobie za cel zmniejszenie zużycia energii w budynkach o połowę oraz zwiększenie udziału źródeł odnawialnych do 60–70% zużycia do 2030 roku.

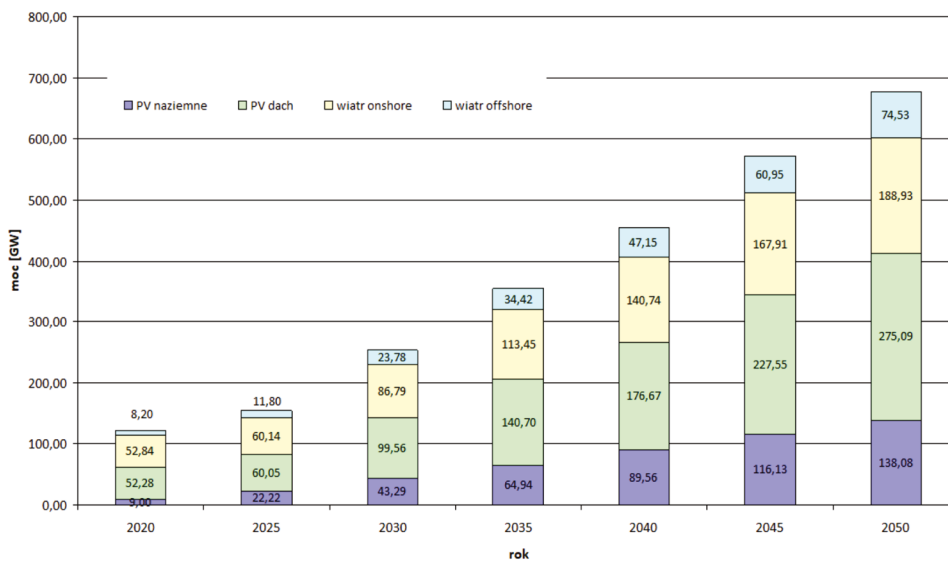
Fundamentalne pytanie brzmi, czy Niemcy będą w stanie zaspokoić swoje zapotrzebowanie na energię elektryczną w sytuacji, gdy od 2022 roku nastąpi wycofanie energetyki jądrowej, do 2035 roku wycofanie bloków elektrowni węglowych, przy jednoczesnym wzroście zapotrzebowania na energię, związanym chociażby ze wzrostem elektromobilności i coraz większym wykorzystaniem energii elektrycznej w systemach grzewczych. Ze względu na rosnący udział źródeł energii odnawialnej, które charakteryzują się zmienną produkcją, w niemieckim miksie energetycznym wzrosną wymagania dotyczące elastyczności przyszłego systemu elektroenergetycznego. Przejście na zasilanie energią elektryczną oparte głównie na odnawialnych źródłach energii oznacza zasadniczą zmianę struktury sektora energetycznego. W dłuższej perspektywie czasowej nie będą już funkcjonować w trybie ciągłym żadne elektrownie pracujące w podstawie obciążenia, wykorzystujące kopalne źródła energii lub uran.

2. Niemiecki system energetyczny w 2050 roku

Podstawowym problemem przy realizacji nowej polityki energetycznej Energiewende jest zapewnienie ciągłości dostaw energii po stopniowym wyłączaniu kolejnych elektrowni jądrowych. Obecnie Niemcy starają się wykorzystać w tym celu energetykę węglową oraz gaz ziemny, który jest surowcem niskoemisyjnym i pozwala na zachowanie celów redukcji emisji

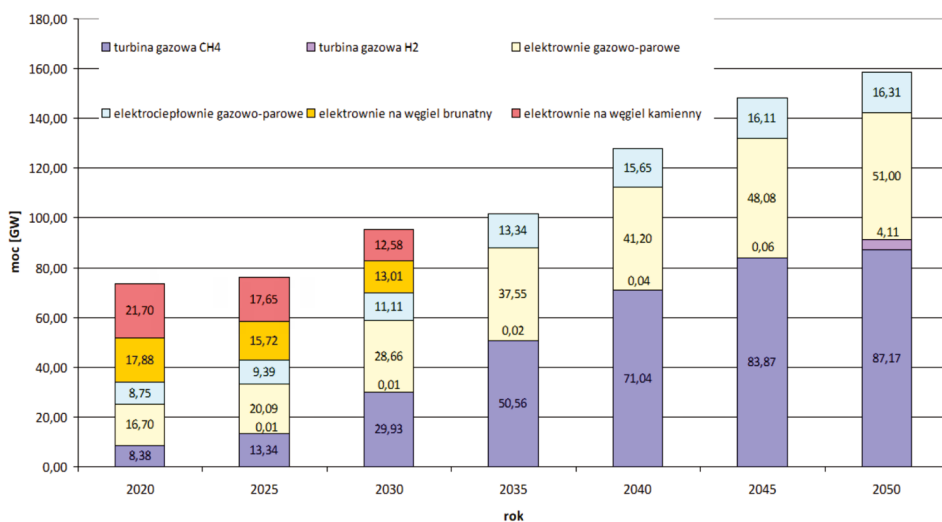
dwutlenku węgla. Wydaje się zatem, że dokonujące się obecnie zmiany w bilansie energetycznym Niemiec wpływają na ograniczenie bezpieczeństwa energetycznego tego kraju. Dzieje się tak na skutek zwiększenia się uzależnienia od dostaw importowanych surowców energetycznych, szczególnie gazu. Istotnym zagrożeniem dla bezpieczeństwa energetycznego Niemiec jest także niestabilność dostaw energii z elektrowni wiatrowych i fotowoltaicznych. Mocno nasycony źródłami o stochastycznym charakterze pracy, znacznie przewymiarowany system energetyczny będzie z pewnością potrzebował znacznych ilości nowej mocy wytwórczych, ale już nie systemowych, a rezerwowych, zdolnych elastycznie reagować na zmiany produkcji ze źródeł odnawialnych.

Pomimo tego, istnieje w Niemczech szeroki konsensus naukowy co do tego, że z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia opłacalne będzie zaspokojenie zapotrzebowania na energię elektryczną głównie za pomocą krajowej energii odnawialnej w perspektywie 2050 roku. Stanie się tak nawet wtedy, gdy nastąpi w perspektywie średnio- i długoterminowej wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną z powodu wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną w związku z większym wykorzystaniem energii elektrycznej związanej z rozwojem elektromobilności i wykorzystaniem pomp ciepła w ogrzewnictwie. Produkcja energii elektrycznej ze wszystkich źródeł energii w Niemczech wyniosła w 2020 roku ponad 500 TWh, w roku 2017 było to prawie 600 TWh. Według różnych opracowań, roczna produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii może zostać zwiększona do co najmniej 800 TWh, przy czym największy potencjał rozwoju ma lądowa i morska energetyka wiatrowa oraz fotowoltaika (Phasing 2019). Według scenariusza referencyjnego „55/95”, który służy jako podstawa do porównania z innymi scenariuszami, w 2050 roku sumaryczna moc zainstalowana w źródłach wiatrowych i fotowoltaice ma wynosić ponad 670 GW (rys. 9).



Rys. 9. Prognozowany wzrost mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych w Niemczech do 2050 roku
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Energy 2021

Fig. 9. Projected growth of installed renewable capacity in Germany up to 2050



Rys. 10. Prognozowany udział mocy zainstalowanej w źródłach konwencjonalnych w Niemczech do 2050 roku
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Energy 2021

Fig. 10. Projected share of installed conventional capacity in Germany by 2050

Scenariusz ten stanowi zoptymalizowany wariant z celami redukcji emisji wynoszącymi 55% w 2030 r. i 95% w 2050 r. Zgodnie z tymi założeniami w niemieckim systemie elektroenergetycznym zainstalowanych będzie ponadto prawie 160 GW (rys. 10) mocy w elektrowniach z turbinami gazowymi zasilanymi metanem lub wodorem oraz elektrowniach i elektrociepłowniach gazowo-parowych.

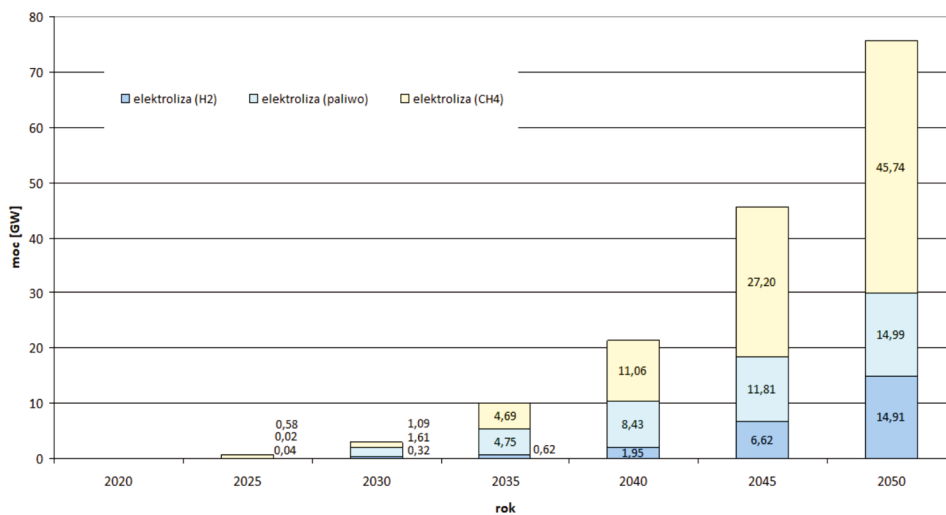
W Niemczech gaz ziemny jest obecnie wykorzystywany przede wszystkim do ogrzewania pomieszczeń i procesów technologicznych oraz do wytwarzania energii elektrycznej. Produkcja energii elektrycznej z wykorzystaniem gazu ziemnego zaspokaja około 12% całkowitej produkcji energii elektrycznej w Niemczech. Moc zainstalowana w elektrowniach na gaz ziemny w Niemczech, która wynosi ponad 30 GW, jest większa od mocy zainstalowanej w elektrowniach na węgiel kamienny. Zatem do 2050 roku zakładany jest ponad pięciokrotny wzrost mocy zainstalowanej w paliwie gazowym. Z ekologicznego punktu widzenia gaz ziemny jest znacznie mniej szkodliwy niż węgiel. Emisja CO₂ z jednej kilowatogodziny energii elektrycznej z elektrowni opalanych gazem ziemnym jest o połowę mniejsza niż z elektrowni opalanych węglem kamiennym i stanowi tylko około jednej trzeciej emisji z elektrowni opalanych węglem brunatnym. Zatem eliminacja węgla z energetyki i zastąpienie go gazem pozwoli w perspektywie 2050 roku na znaczną redukcję emisji gazów cieplarnianych.

Elektrownie gazowe posiadają wiele właściwości, które sprawiają, że nadają się do świadczenia różnorodnych usług na rzecz systemu energetycznego. W związku z tym są one dobrze przystosowane do kompensowania zmian energii elektrycznej generowanej przez elektrownie wiatrowe i słoneczne, a zatem mogą wnieść istotny wkład w bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej. Elektrownie gazowe są technicznie lepiej przystosowane do szybkiego reago-

wania na zmiany w zapotrzebowaniu na energię elektryczną w porównaniu z elektrowniami węglowymi. Również jednostkowe koszty inwestycyjne są niższe niż w przypadku elektrowni węglowych. W efekcie elektrownie gazowe są bardziej ekonomiczne również przy niskim poziomie wykorzystania mocy. Oznacza to, że z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia elektrownie gazowe są dobrze przygotowane do przejścia odpowiedzialności za bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej (Phasing 2019).

W perspektywie długoterminowej, mniej więcej od 2040 r., coraz bardziej znaczący w wytwarzaniu energii elektrycznej będzie udział gazu syntetycznego zamiast gazu ziemnego. Gaz ten będzie wytwarzany w oparciu o wodór produkowany z energii odnawialnej z wykorzystaniem technologii *Power to Gas*. Można również zauważyć, że technologia *Power to Gas* będzie miała swoje znaczące miejsce w sektorze energetycznym przyszłości, w szczególności ze względu na możliwość magazynowania wodoru. Według scenariusza referencyjnego „55/95” w 2050 roku sumaryczna moc elektrolizerów w niemieckim systemie energetycznym wyniesie ponad 75 GW (rys. 11). Obecnie energia elektryczna magazynowana jest głównie w elektrowniach wodnych szczytowo-pompowych, których zdolności magazynowania mocy są w granicach 6–11 GW co pozwala na wytworzenie około 40 GWh energii elektrycznej (Phasing 2019).

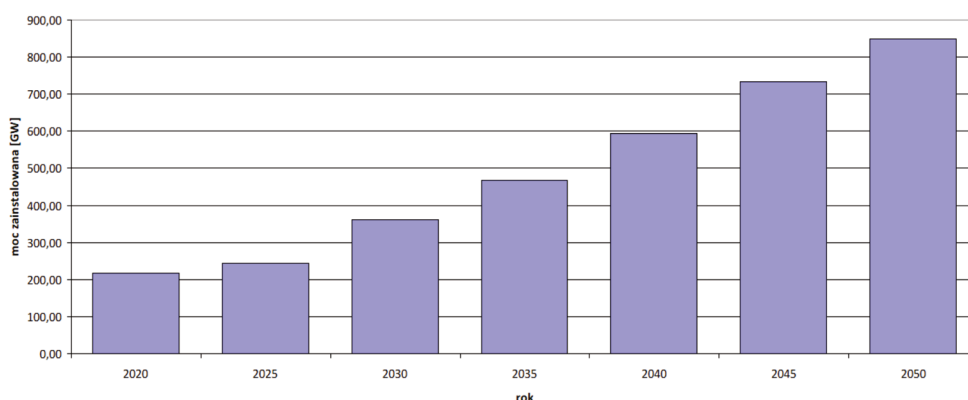
Biorąc pod uwagę obecnie duże uzależnienie Niemiec od paliw kopalnych w ciepłownictwie oraz szybki wzrost produkowanej energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, istnieje możliwość zarówno zwiększenia bezpośredniej roli źródeł odnawialnych w produkcji ciepła, jak i dążenia do sprzężenia sektorowego, aby w większym stopniu wykorzystywać energię elektryczną pochodzącą z odnawialnych źródeł energii. Ogrzewanie elektryczne może być dostarczane lokalnie przez pompy ciepła w budynkach lub poprzez wielkoskalową produkcję



Rys. 11. Prognozowany wzrost mocy zainstalowanej w elektrolizerach do 2050 roku

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Energy 2021

Fig. 11. Projected growth of installed capacity in electrolyzers to 2050



Rys. 12. Sumaryczna moc zainstalowana w źródłach wytwórczych w Niemczech do 2050 roku

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Energy 2021

Fig. 12. Total installed generation capacity in Germany by 2050

energii elektrycznej na potrzeby ogrzewania w lokalnych systemach ciepłowniczych. Wydaje się to tym bardziej możliwe, że łączna sumaryczna moc zainstalowana w systemie elektroenergetycznym w 2050 roku przekroczy 800 GW (rys. 12), w tym ponad 410 GW będzie zainstalowane w fotowoltaice, a ponad 260 GW w elektrowniach wiatrowych.

Zatem nadwyżki produkowanej energii będzie można przeznaczyć do produkcji ciepła. Duża skala elektryfikacji sektora ogrzewnictwa może stanowić wyzwanie dla sieci elektroenergetycznej poprzez przesunięcie zapotrzebowania na energię do sektora ciepłowniczego, ale poprzez sprzężenie sektorowe może również przynieść możliwość poprawy efektywności całego systemu energetycznego.

Podsumowanie

Rząd Niemiec wyznaczył długoterminowy cel w zakresie rozwoju energii odnawialnej, której udział w końcowym zużyciu energii powinien osiągnąć 60% w 2050 roku, a ponad 80% zużywanej energii elektrycznej będzie generowane przez źródła odnawialne. Jeśli Niemcy rzeczywiście osiągną swój cel w zakresie rozwoju odnawialnych źródeł energii, niezależność energetyczna Niemiec będzie bardzo stabilna.

Jednoczesne wyłączenie ostatnich elektrowni jądrowych oraz stopniowe wygaszanie bloków węglowych przy prognozowanym wzroście zapotrzebowania na energię elektryczną wymaga znacznego przyspieszenia rozbudowy mocy zainstalowanych w źródłach odnawialnych. Osiągnięcie założonego celu stoi pod znakiem zapytania ze względu m.in. na wciąż nierozwiązany kryzys branży wiatrowej, będącej lokomotywą Energiewende. Niewystarczający rozwój źródeł odnawialnych, który nie zostanie zrekompensowany przez nowe bloki gazowe, może wydłużyć proces wygaszania elektrowni węglowych.

Polityka Energiewende stanowi jednocześnie skuteczne narzędzie realizacji ekonomicznych i politycznych interesów Niemiec. Zarówno w wymiarze wewnętrznym, jak i zewnętrznym

nym. Polityczny charakter zmian w sektorze energetycznym Niemiec jest szczególnie istotny, ponieważ pomimo coraz większych nakładów finansowych na ten projekt, kolejne ekipy rządzące w Niemczech są w stanie go realizować, obciążając opłatami przede wszystkim niemieckie społeczeństwo. Element ten stanowi jednocześnie powód do wielu dyskusji. Istnieje wiele opinii, że niemiecki eksperyment dotyczący energii odnawialnej jest skazany na niepowodzenie, bowiem koszty transformacji energetycznej rosną do rozmiarów już obecnie trudnych do udźwignięcia. Budowa nowych źródeł wytwórczych, koszty rekompensat za wcześniejsze wyłączenie bloków jądrowych czy elektrowni węglowych, wymagana modernizacja i rozwój sieci elektroenergetycznych, poprawa efektywności energetycznej to tylko kilka z przykładów, na które konieczne będą znaczne nakłady. Od czasu nowelizacji z 2017 roku poziom wsparcia dla rozwoju źródeł odnawialnych nie jest już ustalany przez państwo, lecz w drodze aukcji. Tylko małe instalacje nadal korzystają z gwarantowanych taryf. Ponadto dalszy rozwój odnawialnych źródeł energii został zsynchronizowany i uzależniony od stanu modernizacji sieci elektroenergetycznej. Dla każdej technologii, farm wiatrowych (lądowych i morskich), fotowoltaiki, biomasy, określono roczne wolumeny nowych mocy dostosowane do tempa rozwoju sieci.

Literatura

- Ananicz i in. 2021 – Ananicz, S., Buras, P. i Smoleńska, A. 2021. *Nowy rozdział, Transformacja Unii Europejskiej a Polska*. Warszawa: Fundacja im. Stefana Batorego. [Online] https://www.batory.org.pl/wp-content/uploads/2021/04/Nowy-rozdzial_Transformacja-UE-a-Polska.pdf [Dostęp: 01.09.2021].
- BMU 2019. [Online] <https://www.bmu.de/en/topics/climate-adaptation/climate-protection/national-climate-policy/climate-action-plan-2050-germanys-long-term-low-greenhouse-gas-emission-development-strategy> [Dostęp: 07.09.2021].
- Clean 2016 – Clean Energy For All Europeans. COM(2016) 860 final, Brussels, 30.11.2016.
- COP21 2015 – United Nations Framework Convention on Climate Change, 21st Conference of the Parties, FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1, Paris, 2015.
- EEG 2000 – Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien. [Online] <https://www.clearingstelle-ee-gkwg.de/gesetz/275> [Dostęp: 01.09.2021].
- Energiewende 2012 – Die Energiewende in Deutschland. Mit sicherer, bezahlbarer und umweltschonender Energie ins Jahr 2050. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Berlin.
- Energy 2021. [Online] <https://www.energy-charts.de> [Dostęp: 07.09.2021].
- EGD 2021. [Online] https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl [Dostęp: 01.09.2021].
- IEA 2020 – Germany 2020, Energy Policy Review, International Energy Agency. [Online] www.iea.org [Dostęp: 08.09.2021].
- Key 2021 – Key findings and Summary, Monitoring report 2020, Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. [Online] www.bundesnetzagentur.de [Dostęp: 01.09.2021].
- Klimaschutzplan 2019. [Online] https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/-klimaschutzplan_2050_bf.pdf [Dostęp: 01.09.2021].
- Obserwator 2020. [Online] <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/energiewende-czyli-jak-niemcy-nawarzyli-sobie-piwa/> [Dostęp: 03.09.2021].
- Phasing 2019 – Phasing Out Coal in the German Energy Sector, Interdependencies, Challenges and Potential Solutions, German Institute for Economic Research (DIW Berlin). [Online] https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2019/3537-kohlereader_englisch-final.pdf [Dostęp: 28.08.2021].

Niemiecka polityka energetyczna w kontekście odejścia od węgla

Słowa kluczowe: Energiewende, bezpieczeństwo energetyczne, polityka energetyczna, system elektroenergetyczny

Streszczenie: Na całym świecie trwa intensywna modernizacja i przebudowa sektora energetycznego. Niemcy, które przyjęły jeden z najambitniejszych programów transformacji energetycznej spośród wszystkich krajów uprzemysłowionych, należą do liderów tych przemian. Transformacja energetyczna w Niemczech, zwana Energiewende, to wielki plan przekształcenia systemu energetycznego w bardziej efektywny, zasilany głównie przez odnawialne źródła energii. Dzięki tej długoterminowej strategii, która jest realizowana już od wielu lat, planują zasadniczą transformację swojego sektora energetycznego. Niemiecka transformacja energetyczna opiera się w głównej mierze na energetyce wiatrowej i słonecznej. Niemcy są piątą potęgą ekonomiczną na świecie i największą gospodarką w Europie. Narodowa strategia klimatyczna Niemiec została określona również w „Planie działań na rzecz klimatu do 2050 roku” (Klimaschutzplan 2019), który wyznacza długoterminową ścieżkę redukcji emisji w poszczególnych sektorach w ramach Energiewende. W porównaniu z rokiem bazowym 1990 główne cele zakładają redukcję emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 40% do 2020 roku, 55% do 2030 roku, 70% do 2040 roku i 80–95% do 2050 roku, kiedy to kraj ma być w większości neutralny pod względem emisji gazów cieplarnianych. Cele te są uzupełnione krótko- i średnioterminowymi celami w zakresie zużycia energii i efektywności energetycznej oraz dostaw energii ze źródeł odnawialnych. Strategię transformacji energetycznej można podsumować trzema celami: redukcja zużycia energii we wszystkich sektorach, wykorzystanie energii odnawialnej wszędzie tam, gdzie ma to sens ekonomiczny i ekologiczny oraz pokrycie pozostałego zapotrzebowania na energię za pomocą energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnych źródeł.

Germany's energy policy in the context of the phase-out of coal

Keywords: Energiewende, Energy Safety, Energy Policy, Power System

Abstract: The energy sector is undergoing intensive modernization and reconstruction all over the world. Germany, which has adopted one of the most ambitious programs for the Energiewende of all the industrialized countries, is one of the leaders in this transition. Germany's energy transition, called the Energiewende, is a major plan for transforming the energy system into a more efficient one supplied mainly by renewable energy sources. Thanks to this long-term strategy, which has been implemented for many years, they are planning a fundamental transformation of their energy sector. The German energy transformation is based mainly on wind and solar energy. Germany is the fifth largest economic power in the world and the largest economy in Europe. Germany's national climate change strategy is defined in the Climate Action Plan 2050, which sets out a longer-term pathway for sector-specific emissions reductions, as part of the Energiewende. Compared with the base year of 1990, the key goals are to achieve at least a 40% cut in greenhouse gas (GHG) emissions by 2020, 55% by 2030, 70% by 2040 and 80–95% by 2050, at which point the country expects to be mostly GHG-neutral. These targets are complemented with short- and medium-term targets for energy consumption and energy efficiency, and renewable energy supply. The energy transition strategy can be summarised by three objectives: reduce energy consumption in all sectors, use renewable energy directly wherever it makes economic and ecological sense and cover the remaining need for energy by renewables-based electricity.