

Wnioski z analiz prognostycznych na potrzeby
Polityki energetycznej Polski do 2050 roku

Warszawa, sierpień 2014 r.

Prezentowane wyniki są prognozami rozwoju, obrazującymi trendy, jakie mogą zachodzić w sektorze energetycznym przy wystąpieniu określonych warunków.

Wyniki prognozy zapotrzebowania na paliwa i energię nie są traktowane przez rząd jako wartości docelowe, które należy osiągnąć w trakcie realizacji polityki energetycznej. Mają one wartość analityczną i potwierdzającą słuszność przyjętych kierunków działań.

Horyzont przygotowania dokumentu wyznaczony na 2050 r. powoduje, że przewidywanie w tym okresie obarczone jest bardzo dużym prawdopodobieństwem błędu. W związku z powyższym w pracach nad *Polityką energetyczną do 2050 roku*, oprócz zlecenia przygotowania długoterminowej prognozy zapotrzebowania na paliwa i energię, która przedstawia prawdopodobny rozwój sytuacji w sektorze energii w przypadku realizacji polityki energetycznej Polski, dokonano analizy prognoz wykonanych przez inne ośrodki naukowe oraz Komisję Europejską. Wnioski z analiz zostały wykorzystane przy tworzeniu przedmiotowego projektu.

Najważniejsze analizy prognostyczne wykorzystane przy tworzeniu niniejszego opracowania:

1. *Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2050 roku*, Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A., 2013.
2. *Uaktualnienie prognozy zapotrzebowania na paliwa i energię do roku 2030*, Agencja Rynku Energii S.A., 2013.
3. *Poland: Reference Scenario 2013*, National Technical University of Athens dla Komisji Europejskiej, 2013.
4. *Prognoza zapotrzebowania gospodarki polskiej na węgiel kamienny i brunatny jako surowca dla energetyki w perspektywie 2050 roku*, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, 2013.

Ponadto Ministerstwo Gospodarki dokonało także własnych analiz na potrzeby niniejszego dokumentu.

1. *Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2050 roku* – Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.

Prognoza została wykonana przy założeniu realizacji kierunków zapisanych w *Polityce energetycznej Polski do 2050 roku*. Główne założenia strategiczne przyjęte do wyliczeń:

- międzynarodowa presja na redukcję emisji gazów cieplarnianych zostanie utrzymana, a europejska polityka klimatyczna będzie kontynuowana, m.in. poprzez utrzymanie systemu EU ETS i stopniowy wzrost cen uprawnień do emisji CO₂. Jednocześnie, wobec braku rozstrzygnięć na poziomie europejskim, do celów prognozy nie założono przyjęcia

najambitniejszych celów redukcji emisji CO₂ do 2050 r. (o 80% względem roku bazowego – 2005),

- OZE będą obecne w bilansie energetycznym kraju, a cele OZE dla 2020 r. zostaną utrzymane do 2050 r., jednak bez ich dalszego pogłębienia. Ewentualny wzrost udziału źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym po 2020 r. wynikał będzie z przewag konkurencyjnych danej technologii na rynku, a nie z uruchomienia dodatkowych narzędzi wsparcia,
- polityka nakierowana na wzrost efektywności energetycznej gospodarki będzie kontynuowana, przekładając się na obniżenie jej energochłonności. W szczególności założono promowanie i upowszechnianie się budownictwa energooszczędnego i pasywnego, a także dalsze zaostrzanie norm emisyjności w transporcie, co będzie przekładać się na spadek paliwochłonności pojazdów oraz zmniejszenie zależności Polski oraz Unii Europejskiej od importu ropy naftowej spoza obszaru UE,
- nastąpi rozwój europejskich rynków energii oraz infrastruktury przesyłowej, co zapewni dywersyfikację i stabilność dostaw nośników energetycznych, w szczególności gazu ziemnego,
- nie dojdzie do istotnych zmian w strukturze opodatkowania nośników energii, w szczególności do wprowadzenia podatku uzależnionego od emisyjności danego paliwa dla odbiorców poza systemem EU ETS,
- program polskiej energetyki jądrowej będzie realizowany z możliwością dalszego rozwoju energetyki jądrowej po 2035 roku w razie stwierdzenia opłacalności budowy kolejnych elektrowni jądrowych,
- aktualne regulacje środowiskowe będą wdrożone, w szczególności dotyczące ograniczenia emisji SO₂, NO_x i pyłów w energetyce,
- ze względu na wysoki stopień niepewności dotyczący perspektyw wykorzystania gazu ziemnego oraz ropy ze złóż niekonwencjonalnych w Polsce przyjęto utrzymanie ich wydobycia na poziomie zbliżonym do obecnego przez cały okres prognozy,
- założono brak ograniczeń dostępności węgla kamiennego, ropy naftowej, gazu ziemnego oraz paliwa jądrowego na globalnych rynkach, a więc możliwość zaspokojenia popytu na te paliwa zgłaszanego przez gospodarkę na drodze importu,
- prognoza cen nośników w imporcie do Polski została opracowana na podstawie scenariusza *New Policies* Międzynarodowej Agencji Energetycznej (por. tabela 1).

Tabela 1. Prognoza cen nośników w imporcie do Polski opracowana na podstawie scenariusza *New Policies* Międzynarodowej Agencji Energetycznej

	Jednostka	2010	2015	2020	2030	2040	2050
węgiel kamienny	USD'10/t	107	97	100	104	104	104
	USD'10/GJ	3,6	3,3	3,4	3,5	3,5	3,5
gaz ziemny	USD'10/1000 m ³	365	348	331	342	364	388
	USD'10/GJ	10,4	9,9	9,4	9,7	10,4	11,1
paliwo jądrowe	USD'10/GJ	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	1,1
ropa naftowa	USD'10/boe	83	105	106	114	128	143

W związku z faktem, że w prognozie przyjęto zwiększającą się presję na redukcję emisji gazów cieplarnianych, przyjęta została rosnąca ścieżka cen uprawnień do emisji CO₂.

Tabela 2. Prognoza cen uprawnień do emisji CO₂ (EUR'10/tCO₂)

	2010	2015	2020	2030	2040	2050
Uprawnienia do emisji CO₂	14,5	7,5	12,5	25	35	45

Prezentacja wybranych, wyników prognozy

Tabela 3. Prognoza wielkości i struktury krajowego zapotrzebowania na energię pierwotną (Mtoe)

	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
węgiel kamienny	43,0	36,9	35,5	32,8	31,3	30,1	29,9	27,1	24,4
węgiel brunatny	11,6	14,3	13,0	11,9	9,1	2,5	2,6	2,2	2,1
ropa naftowa	26,5	25,4	27,2	27,5	26,9	25,1	23,4	22,3	21,5
gaz ziemny	12,8	14,1	15,2	15,3	15,2	16,1	16,1	15,8	15,5
OZE	7,3	9,2	12,0	12,6	14,0	14,6	14,1	13,8	13,7
energia jądrowa	0,0	0,0	0,0	2,8	5,6	10,8	10,9	10,6	10,3
pozostałe	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
razem	101,8	100,2	103,2	103,3	102,5	99,5	97,3	92,2	87,9

Krajowe zapotrzebowanie na energię pierwotną do roku 2030 nie zmieni się (por. tabela 3), utrzymując się na poziomie ok. 102-103 Mtoe rocznie, by w kolejnych dwóch dekadach obniżyć się o ok. 15%. Tym samym dojdzie do rozejścia się trendów popytu na energię

i wzrostu gospodarczego, dzięki któremu w latach 2010-2050 produkt Polski wzrośnie o 160%. Warunkiem realizacji tego scenariusza jest znaczne zwiększenie efektywności energetycznej przede wszystkim w gospodarstwach domowych i transporcie. Szczególnie duży wkład do tego procesu wniesie poprawa efektywności cieplnej budynków osiągnięta dzięki konsekwentnej termomodernizacji istniejącej substancji mieszkaniowej i usługowej oraz podwyższeniu energetycznych standardów budowlanych stawianych nowym inwestycjom. Znaczący wkład do ograniczenia popytu gospodarstw domowych i sektora usługowego na energię elektryczną, a tym samym na nośniki energii pierwotnej, wniesie podniesienie sprawności urządzeń AGD, RTV i oświetlenia wymuszona przez implementację coraz bardziej wymagających standardów efektywnościowych na poziomie całej UE. Podobnie pozytywny wpływ polityka europejska będzie mieć na efektywność paliwową w europejskim transporcie drogowym – zarówno osobowym, jak i ciężarowym – co, wraz z rozpowszechnieniem się samochodów hybrydowych w drugiej połowie analizowanego okresu, pozwoli na znaczącą redukcję zapotrzebowania na ropę naftową, przy jednoczesnym wzroście popytu na usługi i przewozy transportowe jako takie.

W związku ze stopniową modernizacją i przebudową technologiczną polskiej elektroenergetyki, stopniowo maleć będzie udział węgla kamiennego, którego rola w zaspakajaniu popytu na energię pierwotną zmaleje z obecnych 42% do 28% w 2050 r. Wraz z wyczerpywaniem się już eksploatowanych złóż węgla brunatnego oraz spadkiem relatywnej opłacalności elektrowni nim opalanych przy wzroście cen uprawnień do emisji, w zgodzie z przyjętymi założeniami scenariusza referencyjnego, także rola tego paliwa w polskim miksie energetycznym ulegnie redukcji. Miejsce węgla brunatnego zajmą przede wszystkim paliwa jądrowe, na które zapotrzebowanie pojawi się w wyniku realizacji rządowego programu rozwoju energetyki jądrowej. Wzrośnie także, z obecnych 13% do 18% w 2050 r., znaczenie gazu ziemnego, co będzie się wiązać z popularyzacją tego paliwa w ciepłowniach i elektrociepłowniach miejskich i przemysłowych oraz z przejściem przez elektrownie gazowe roli źródeł szczytowych niezbędnych wobec przewidywanego rozwoju niedyspozycyjnych źródeł wiatrowych i słonecznych. Wzrost znaczenia OZE w strukturze krajowego zapotrzebowania na energię pierwotną (z 7% do 16%) wynika z dynamicznego rozwoju systemowych elektrowni wiatrowych oraz rozproszonych źródeł generacji energii elektrycznej i ciepła ze źródeł odnawialnych.

Znaczącym przemianom, zarówno w ujęciu sektorowym, jak i paliwowym, ulegnie także struktura zapotrzebowania na energię finalną. Prognoza przewiduje, że Polska do 2050 r. pozostanie krajem z rozwiniętym przemysłem i produkcją budowlaną, a co za tym idzie także zapotrzebowanie na energię ze strony sektora produkcyjnego utrzyma się na wysokim poziomie. Jednocześnie, wobec podnoszącej się efektywności energetycznej budynków, urządzeń AGD, RTV i oświetlenia, a także coraz efektywniejszymi paliwowo samochodami osobowymi, spadnie zgłaszany przez gospodarstwa domowe popyt na energię pierwotną. Zmiany technologiczne podnoszące efektywność paliwową pojazdów ciężarowych pozwolą na utrzymanie do 2030 r. popytu na ropę naftową ze strony usług transportowych na poziomie niewiele wyższym od obecnego. Stanie się tak pomimo znaczącego rozwoju przewozów towarowych w tym czasie. W kolejnych dwóch dekadach, kiedy przyrost polskiego PKB będzie już wolniejszy, wzrost efektywności paliwowej – przede wszystkim w samochodach

osobowych, dzięki popularyzacji pojazdów o napędzie hybrydowym – pozwoli na dalszą redukcję roli transportu jako nabywcy energii.

Tabela 4. Prognoza struktury zapotrzebowania na energię finalna wg sektorów w latach (Mtoe)

	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
rolnictwo	3,8	3,2	2,8	2,4	2,3	2,1	2,0	1,9	1,7
przemysł i budownictwo	15,4	15,2	16,8	17,8	18,9	20,0	20,9	21,0	20,2
transport	17,6	18,9	20,9	21,4	21,0	19,5	17,9	16,6	16,0
usługi	8,5	8,6	8,7	8,2	8,1	7,9	7,5	7,5	7,2
gosp. domowe	21,1	21,4	22,4	22,5	22,0	21,0	19,9	18,7	17,6
razem	66,5	67,2	71,6	72,3	72,3	70,4	68,2	65,7	62,7

Ważną zmianą w strukturze zapotrzebowania na energię będzie wzrost popytu na energię elektryczną. W ujęciu brutto przewidujemy, że zwiększy się on o ok. 40% – z 158 TWh w 2010 r. do 223 TWh w 2050 r. Wiązać się to będzie zarówno z rozwojem gospodarczym Polski, jak i z przesunięciem popytu na energię finalną z paliw kopalnych w kierunku energii elektrycznej, wynikającym z narastającej mechanizacji przemysłu i usług, rozpowszechnienia się pojazdów elektrycznych (hybrydy plug-in) oraz elektryfikacji procesu ogrzewania wody i produkcji ciepła w wielu gospodarstwach domowych do tej pory używających do tego celu węgla czy gazu. Pociągnie to za sobą także wzrost zapotrzebowania na moc z obecnych 29 GW do 42 GW po 2040 r.

Tabela 5. Prognoza produkcji energii elektrycznej wg paliwa (TWh)

	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
węgiel kamienny	87,9	72,5	76,9	75,9	79,0	84,4	88,8	82,3	74,5
węgiel brunatny	48,6	58,4	53,8	49,6	38,1	11,1	11,3	10,7	10,3
gaz	6,8	5,8	11,8	11,9	13,0	18,4	17,5	23,3	20,4
OZE	11,6	20,6	34,0	36,9	51,9	61,1	65,1	67,5	73,2
energia jądrowa	0,0	0,0	0,0	11,8	23,3	45,1	45,4	44,2	43,2
inne	2,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
razem	157,7	158,8	177,9	187,5	206,8	221,4	229,7	229,5	222,9

Tabela 6. Prognoza ilości mocy zainstalowanej w produkcji energii elektrycznej wg technologii (MWe)

	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
węgiel brunatny – elektrownie istniejące	8 750	8 350	7 557	7 557	6 617	1 332	1 332	1 332	1 332
węgiel brunatny – elektrownie nowe	0	0	450	450	450	450	450	450	450
węgiel kamienny – elektrownie istniejące	15 911	15 911	12 388	12 388	9 413	2 611	766	766	766
węgiel kamienny – elektrownie nowe	0	0	3 000	3 000	4 500	12 500	12 500	12 500	12 500
węgiel kamienny – EC istniejące	5 282	5 274	4 565	4 365	3 409	1 666	1 266	362	362
węgiel kamienny – EC nowe	0	0	923	1 360	3 029	5 402	5 760	7 197	6 783
gaz – elektrownie	0	0	0	0	0	3 000	6 500	6 500	6 500
gaz – elektrociepłownie	906	1 464	2 988	3 007	3 301	3 395	2 663	3 994	2 952
elektrownie jądrowe	0	0	0	1 500	3 000	6 000	6 000	6 000	6 000
duże elektrownie wodne	1 696	1 696	1 696	1 696	1 696	1 696	1 696	1 696	1 696
małe elektrownie wodne	650	670	700	725	750	775	800	800	800
biomasa – elektrownie	325	530	530	530	530	530	205	0	0
biogaz – elektrownie	102	140	360	800	1 400	1 500	1 600	1 700	1 800
elektrownie wiatrowe na lądzie	1 800	3 050	7 050	9 800	13 500	18 000	19 000	20 000	21 000
fotowoltaika rozproszona	1	25	175	600	2 426	4 213	7 149	10 723	15 830
inne	582	582	472	372	272	172	72	72	72
razem	36 005	37 692	42 854	48 151	54 293	63 242	67 759	74 092	78 843

Tabela 7. Prognoza produkcji ciepła sieciowego wg paliwa (PJ)

	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
węgiel kamienny	280,6	274,5	278,1	278,0	270,1	258,4	245,1	237,5	221,4
węgiel brunatny	6,4	7,0	7,7	7,9	7,9	7,8	7,5	0,1	0,1
produkty ropopochodne	6,7	6,1	6,0	5,9	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3
gaz	31,6	32,7	51,3	52,2	52,1	50,9	49,2	46,9	44,3
OZE	12,4	28,3	24,8	26,6	27,7	28,3	28,5	28,1	27,1
inne	7,1	9,1	10,1	10,6	11,1	11,6	12,1	12,1	11,5
razem	344,8	357,8	378,0	381,3	374,7	362,7	347,9	330,0	309,8

Głównym producentem energii elektrycznej w całym okresie prognozy będą elektrownie opalane węglem kamiennym. Potrzeba zaspokojenia szybko rosnącego popytu spowoduje konieczność podjęcia inwestycji w nowe moce węglowe już w bieżącej dekadzie, zwłaszcza, że równolegle wycofywane będą z użycia bloki wybudowane w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku. W efekcie obu tych procesów do 2030 r. produkcja energii elektrycznej w elektrowniach opalanych węglem kamiennym wzrośnie o ok. 20% w porównaniu z rokiem 2010. W tym samym czasie zapotrzebowanie na energię elektryczną wzrośnie o ok. 40%, a zasoby węgla brunatnego w istniejących kopalniach zaczną się wyczerpywać. Jednocześnie otwieranie nowych złóż tego surowca będzie ekonomicznie nieuzasadnione, o ile cena uprawnień do emisji dwutlenku węgla będzie rosła w zgodzie z założeniami scenariusza referencyjnego. Powstałą lukę między produkcją a popytem na energię elektryczną będą musiały wypełnić technologie niskoemisyjne.

Uzupełnieniem elektrowni na węgiel kamienny w systemie energetycznym będą w pierwszej kolejności źródła odnawialne wsparte źródłami gazowymi działającymi przede wszystkim w rezerwie oraz pracującymi w skojarzeniu z produkcją ciepła. Powody wzrostu relatywnego znaczenia OZE są dwa. Po pierwsze, lawinowy rozwój fotowoltaiki na świecie powoduje szybki spadek kosztów energii słonecznej dla użytkowników końcowych. Już dziś w krajach o dużym nasłonecznieniu lub o wysokich cenach energii detalicznej instalacje fotowoltaiczne zaczynają być ekonomicznie opłacalne dla użytkowników indywidualnych działających w modelu rozproszonym (*retail grid parity*). Zgodnie z obecnymi trendami cenowymi można oczekiwać, że ok. 2020-2025 r. tak stanie się także w Polsce. Wystarczy to do upowszechnienia się tej technologii po 2025 r., gdyż osiągnięcie konkurencyjności systemowej (pełnego *grid parity*) przez fotowoltaikę nie jest konieczne do tego, aby gospodarstwa domowe i przedsiębiorstwa usługowe zyskały silny bodziec finansowy do jej użytkowania. Ich ceną odniesienia jest bowiem cena detaliczna za energię elektryczną, a nie cena hurtowa. Drugą technologią odnawialną, która powinna w nadchodzących dekadach zyskać na popularności jest energetyka wiatrowa. W odróżnieniu od energetyki słonecznej dominującym modelem ekonomicznym dla źródeł wiatrowych będą zapewne inwestycje komercyjne, starające się konkurować na hurtowym rynku energii z technologiami

konwencjonalnymi. Dlatego o rosnącej opłacalności inwestycji w turbiny wiatrowe w zestawieniu z blokami węglowymi zadecydują w równym stopniu system wsparcia dla OZE oparty o mechanizm aukcjoningu (do 2025 r.) i oczekiwany wzrost cen uprawnień do emisji i spadające koszty inwestycji (które ok. 2025-2030 r. powinny doprowadzić energetykę wiatrową do systemowego *grid parity*). Rozbudowie źródeł odnawialnych towarzyszyć będzie rozwój instalacji gazowych, które stopniowo przejmą w miksie energetycznym rolę źródeł rezerwowych i szczytowych, wspierając od strony technologicznej rozbudowę niedyspozycyjnych mocy solarnych i wiatrowych. Drugą rolą źródeł gazowych pracujących w skojarzeniu będzie produkcja ciepła sieciowego, choć w tym zakresie przedstawiona prognoza przewiduje zachowanie dominacji węgla kamiennego, który tylko w ograniczonym zakresie zostanie zastąpiony przez gaz oraz OZE.

Rozwój energetyki odnawialnej o zerowych krańcowych kosztach produkcji energii spowoduje zmianę pozycji rynkowej tradycyjnych technologii przesuwając część z nich z podstawy systemu do roli mocy szczytowych i rezerwowych. W połączeniu z rosnącymi opłatami za emisje w systemie ETS zmieni to rachunek ekonomiczny poszczególnych inwestycji, co dodatkowo zostanie wzmocnione przez pojawienie się w podstawie systemu elektrowni jądrowej, której przyłączenie do sieci zakładamy na 2025 r. Zminimalizowanie wpływu tej inwestycji na nowe bloki opalane węglem kamiennym wymagać będzie, aby zastąpiła ona w miksie energetycznym stare instalacje na węgiel brunatny, przy czym optymalny moment wystąpienia takiego zdarzenia powinien możliwie najdokładniej wpisać się w harmonogram wyczerpywania zasobów tego surowca w istniejących lokalizacjach.

Dalszy oczekiwany spadek kosztów inwestycji w technologie odnawialne oraz przyjęty do obliczeń wzrost cen uprawnień do emisji CO₂, podważą sens inwestowania w nowe moce wytwórcze oparte o węgiel brunatny, ale nie w węgiel kamienny. Zachowa on rentowność, lecz jego rola w miksie energetycznym ulegnie zmodyfikowaniu. Faworyzować to będzie bloki mniejsze o większej dyspozycyjności i efektywności, które stopniowo zastąpią obecnie pracujące instalacje węglowe. Jednocześnie z dekady na dekadę coraz bardziej opłacalne stawać się będą inwestycje w energetykę odnawialną wspieraną gazem oraz bloki jądrowe pracujące w podstawie systemu. Wszystkie te procesy spowodują ukształtowanie się miksu elektroenergetycznego w 2050 r. z nadal największym, choć mniejszym niż dziś udziałem energii elektrycznej wyprodukowanej z węgla kamiennego (33% wobec 57% dziś). Zróżnicowane technologie produkcji energii ze źródeł odnawialnych osiągną razem w 2050 r. udział zbliżony do energetyki węglowej (33%), jednak dalszy wzrost ich znaczenia będzie hamowany przez ograniczoną dyspozycyjność farm wiatrowych i fotowoltaiki. Energia jądrowa będzie odpowiadała za 19% produkowanej energii, natomiast gaz – za 9%. Zaledwie 5% (wobec 29% dziś) energii elektrycznej w 2050 r. produkować będą dobiegające końca eksploatacji ostatnie bloki opalane węglem brunatnym.

Energochłonność i elektrochłonność gospodarki

Znaczący wzrost PKB na przestrzeni lat 2010-2050 oraz przewidywany nacisk polityki publicznej na podnoszenie standardów efektywności energetycznej w budownictwie, transporcie, urządzeniach AGD, RTV i oświetleniu spowodują, że energochłonność polskiej

gospodarki w prognozowanym okresie poprawi się o około 2/3. Jednocześnie, postępujący proces elektryfikacji produkcji w przemyśle i usługach spowoduje, że postęp w elektrochłonności będzie zauważalnie mniejszy, choć nadal znaczący (40%). Tym samym Polska dołączy do tych państw Europy, w których nacisk na efektywność energetyczną jest szczególnie wysoki, dzięki czemu obciążenie kosztami energii obywateli i firm będzie znacząco niższe niż obecnie.

Tabela 8. Prognoza energochłonności (toe/mln PLN'10) i elektrochłonności gospodarki (GWh/mln PLN'10)

	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Energochłonność gospodarki – energia pierwotna	72	62	52	45	39	33	29	26	24
Energochłonność gospodarki – energia finalna	47	41	36	32	28	24	20	18	17
Elektrochłonność gospodarki	111	97	90	82	79	74	69	64	60

Emisje SO₂, NO_x, pyłów i CO₂ ze spalania paliw

Konsekwencją spadku znaczenia węgla w produkcji energii elektrycznej i ciepła, a także znaczącej modernizacji tych bloków węglowych, które pozostaną w polskim miksie energetycznym, będzie znaczące obniżenie emisji CO₂ (o blisko 40% względem 2010 r.), tlenków azotu (66%) i siarki (60%) oraz pyłów zawieszonych (57%) do 2050 r. Uzyskane dzięki podwyższeniu sprawności bloków węglowych, zmianie miksu energetycznego w kierunku niskoemisyjnym oraz instalacji lepszych systemów filtracji spalin w energetyce konwencjonalnej redukcje będą większe, jednak zachodzący równolegle mniej spektakularny postęp w obszarze transportu będzie rzutował na wyniki zagregowane in-minus. *Per saldo* osiągnięcie prognozowanych celów emisyjnych będzie ważną korzyścią, jaką Polacy odniosą z przemian w sektorze energetycznym – zmniejszy się bowiem istotnie jego negatywne oddziaływanie na zdrowie publiczne zbliżając Polskę znacząco do standardów europejskich w tym obszarze.

Tabela 9. Prognoza emisji CO₂, NO_x, SO₂ i pyłów ze spalania paliw (mln ton)

		2010	2020	2030	2040	2050	Zmiana 2010-2050
emisje CO ₂	ogółem GHG (MtCO _{2e})	402	390	350	299	239	-41%
	spalanie paliw kopalnych	333	319	279	233	203	-39%
	elektroenergetyka i ciepłownictwo	164	154	123	98	83	-49%
emisje NO _x	ogółem	867	590	411	364	315	-64%
	sektor paliwowo-energetyczny	287	168	103	83	71	-75%
	elektroenergetyka i ciepłownictwo	275	156	90	69	58	-79%

emisje SO ₂	ogółem	974	724	552	485	410	-58%
	sektor paliwowo-energetyczny	510	260	134	113	98	-81%
	elektroenergetyka i ciepłownictwo	477	228	101	78	65	-86%
emisje pyłów	ogółem	417	369	296	246	198	-53%
	sektor paliwowo-energetyczny	61	37	27	27	24	-60%
	elektroenergetyka i ciepłownictwo	40	18	6	5	4	-91%

2. *Uaktualnienie prognozy zapotrzebowania na paliwa i energię do roku 2030, Agencja Rynku Energii S.A.*

Prognoza została wykonana na potrzeby *Programu Polskiej energetyki jądrowej*, przyjętego przez Radę Ministrów w styczniu 2014 r.

Zgodnie z wynikami prognozy zapotrzebowanie na energię elektryczną będzie wzrastać we wszystkich sektorach gospodarki, przy czym najszybciej w sektorze usług oraz w gospodarstwach domowych.

Tabela 10. Prognoza udziału poszczególnych sektorów gospodarki krajowej w zużyciu energii elektrycznej (TWh)

	2015	2020	2025	2030
przemysł i budownictwo	43,8	46,5	49,3	53,5
transport	3,4	3,6	3,8	4,1
rolnictwo	1,6	1,7	1,8	1,9
handel i usługi	46,2	52,5	57,9	63,8
gospodarstwa domowe	29,4	32,3	35,1	38,2
zapotrzebowanie finalne	124,4	136,6	147,8	161,4

Ciepło sieciowe jest ciepłem wytwarzanym w różnego rodzaju źródłach m.in. kogeneracyjnych, a następnie przesyłanym systemem rurociągów do finalnych odbiorców. Największą grupą odbiorców ciepła sieciowego w Polsce są gospodarstwa domowe. Poziom ich zapotrzebowania uzależniony jest przede wszystkim od takich czynników jak: liczba ludności, powierzchnia budynków mieszkalnych podłączonych do sieci ciepłowniczych, standardy wydajności energetycznej budynków nowych i istniejących oraz sytuacja makroekonomiczna mieszkańców.

Tabela 11. Prognoza zapotrzebowania na ciepło sieciowe w podziale na sektory gospodarki (PJ)

	2015	2020	2025	2030
przemysł i budownictwo	61,7	64,6	67,5	72,0
rolnictwo	1,0	1,1	1,1	1,1
handel i usługi	33,0	36,6	39,7	42,7
gospodarstwa domowe	176,1	174,1	171,2	168,8
razem	271,9	276,4	279,5	284,6

Udział produkcji z elektrowni na węglu brunatnym zmniejszy się z 32% w 2010 r. do ok. 23% w 2030 r., przy czym należy wziąć pod uwagę następujący w tym okresie wzrost krajowej produkcji energii elektrycznej. W wartościach bezwzględnych spadek produkcji ze źródeł na węglu brunatnym wynosie w tym okresie ok. 5%. Dla elektrowni na węglu kamiennym produkcja w latach 2010-2030 zmniejszy się o ok. 27%, natomiast udział w całkowitej produkcji krajowej spadnie z 45% w 2010 r. do ok. 25% w 2030 r. Łącznie udział źródeł węglowych (z uwzględnieniem elektrociepłowni) zmniejszy się z 89% w 2010 r. do 59% w 2030 r. Nowe elektrownie jądrowe stanowiąc będą w 2025 r. ok. 6,5% udział w produkcji energii elektrycznej, a w 2030 r. udział ten rośnie do ok. 12%.

Produkcja ze źródeł zasilanych gazem ziemnym wzrośnie z ok. 4,2 TWh w 2010 r. do ok. 14,2 TWh w 2030 r. (co stanowi udział na poziomie ok. 7,5% krajowej produkcji energii elektrycznej). Stosunkowo wysokie ceny gazu ziemnego sprawią, że nadal część istniejących ciepłowni i elektrociepłowni węglowych zastępowana będzie nowymi elektrociepłowniami węglowymi. Ponadto nieekonomiczne są układy gazowo-parowe pracujące w kondensacji co wskazuje, że przy założonych cenach gazu ziemnego rozwój elektrociepłowni gazowych uwarunkowany jest poziomem wsparcia w postaci certyfikatów za produkcję w skojarzeniu. Produkcja energii ze źródeł odnawialnych osiągnie w 2030 r. 32 TWh.

Tabela 12. Prognoza produkcji energii elektrycznej netto wg rodzaju paliw (TWh)

	2015	2020	2025	2030
węgiel brunatny	48,5	48,3	48,3	43,6
węgiel kamienny	68,7	72,8	68,2	66,8
gaz ziemny	10,7	14,5	13,7	17,1
olej opałowy	2,3	2,3	2,2	2,1
paliwo jądrowe	0,0	0,0	11,2	22,3
biomasa	7,3	7,4	7,5	6,5
biogaz	1,1	2,0	2,4	2,8

bioolej	0,0	0,0	0,0	0,0
energia wodna	2,3	2,4	2,4	2,5
energia wiatru	6,9	11,1	16,0	21,7
energia słoneczna	0,06	0,35	0,99	1,91
inne paliwa	0,23	0,18	0,12	0,10
razem	147,9	161,2	173,0	187,5

3. *Prognoza zapotrzebowania gospodarki polskiej na węgiel kamienny i brunatny jako surowca dla energetyki w perspektywie 2050 roku – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN*

Analiza przewiduje szesnaście scenariuszy opartych na różnych założeniach zróżnicowanych ze względu na podaż węgla, ceny uprawnień do emisji CO₂, zapotrzebowanie na energię, ceny paliw oraz założenia odnośnie rozwoju technologii (cele OZE, energetyka jądrowa, CCS). Na potrzeby polityki energetycznej przeanalizowano wnioski wynikające z tych scenariuszy.

Zdefiniowane zostały trzy scenariusze zapotrzebowania na energię elektryczną: niski, referencyjny i wysoki. Należy wskazać, że we wszystkich scenariuszach przewidywany jest wzrost zapotrzebowania na energię do 2050 r.

Tabela 13. Prognoza finalnego zapotrzebowania na energię elektryczną (TWh)

	2015	2020	2030	2040	2050
niski	124	135	149	167	179
referencyjny	127	140	162	186	204
wysoki	128	144	171	202	225

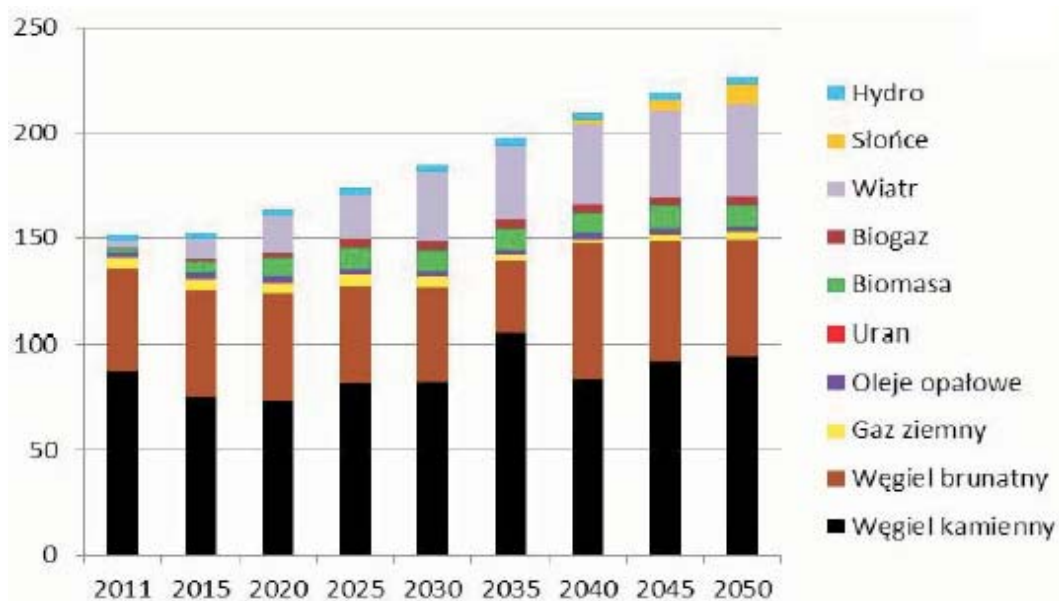
Jednym z kluczowych czynników wpływających na zmiany w bilansie energetycznym jest wysokość cen uprawnień do emisji CO₂. Prognoza przewiduje także dwie ścieżki rozwoju cen uprawnień do emisji CO₂ (por. tabela 14).

Tabela 14. Prognoza cen uprawnień do emisji CO₂ (EUR'10/tCO₂)

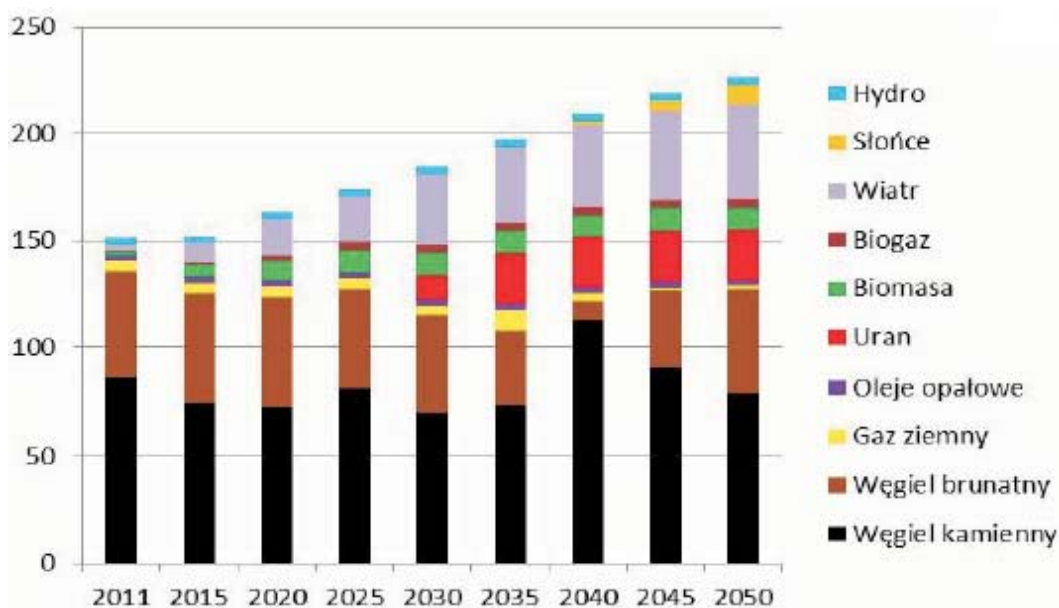
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
referencyjny	10,25	15,5	15,5	17,5	18,5	19,5	20,5	21,75
wysoki	10,25	15,5	23,75	33,0	41,25	50,5	51,5	52,5

Wyniki scenariuszy referencyjnych wskazują na utrzymanie przez węgiel dominującej pozycji w bilansie wytwarzania energii elektrycznej, wzrośnie znaczenie odnawialnych źródeł energii (głównie energetyki wiatrowej), natomiast stosunkowo niskie ceny uprawnień do emisji nie dają impulsu do rozwoju energetyki jądrowej. W przypadku przyjęcia wyższych cen uprawnień do emisji wykorzystanie energetyki jądrowej staje się uzasadnione ekonomicznie.

Rysunek 1. Prognoza produkcji energii elektrycznej netto w podziale na paliwa w scenariuszu referencyjnym (TWh)



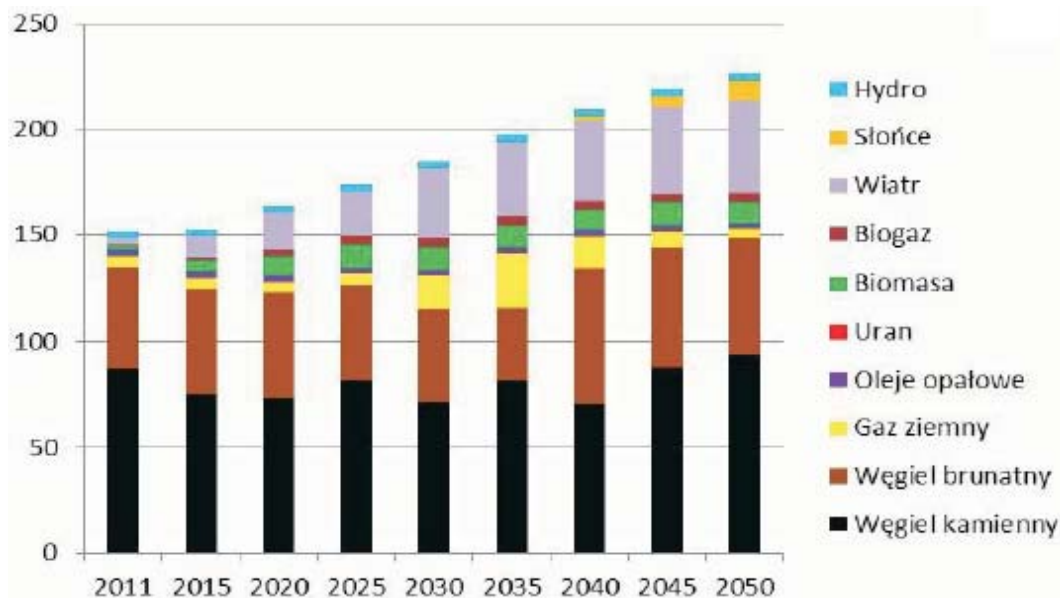
Rysunek 2. Produkcja energii elektrycznej netto wg scenariusza referencyjnego z wysokimi cenami uprawnień do emisji CO₂ (TWh)



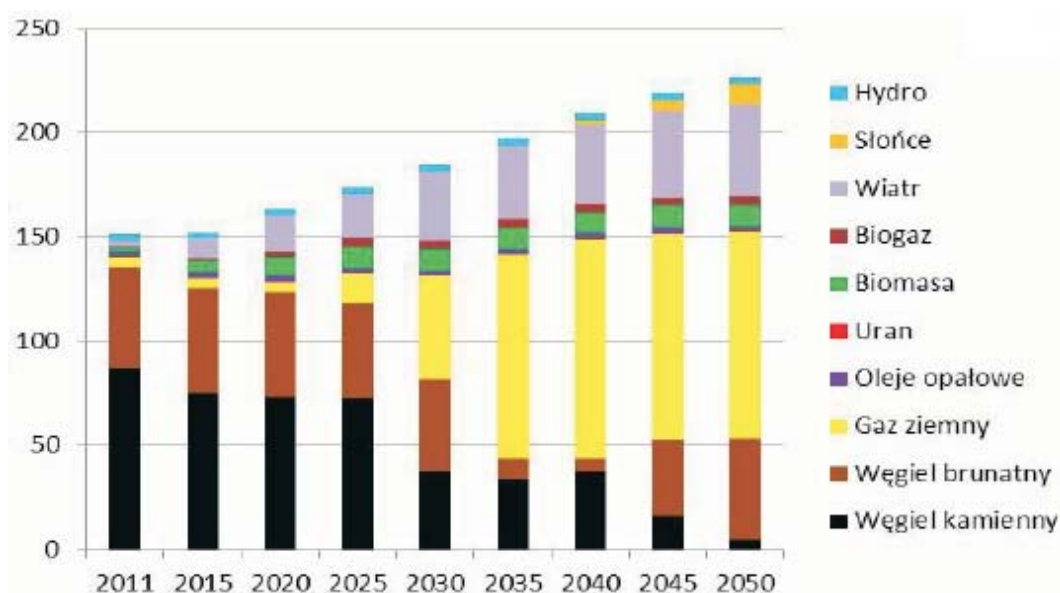
Scenariusze gazowy i gazowy z wysokimi cenami uprawnień do emisji CO₂ wskazują na możliwe skutki wzrostu podaży gazu ziemnego i spadku cen tego paliwa na sektor

energetyczny. Z analizy wyników obu scenariuszy można wyciągnąć wniosek o tym, że na wzrost skali wykorzystania energetyki opartej na gazie ziemnym najważniejszy wpływ będzie miała wysokość cen uprawnień do emisji CO₂.

Rysunek 3. Produkcja energii elektrycznej netto wg scenariusza gazowego (TWh)



Rysunek 4. Produkcja energii elektrycznej netto wg scenariusza gazowego z wysokimi cenami uprawnień do emisji CO₂ (TWh)



Prognoza rozpatruje także scenariusze zakładające szybszy rozwój energetyki jądrowej i energetyki odnawialnej. W przypadku realizacji dwóch pierwszych scenariuszy odpowiednio źródła odnawialne i energetyka jądrowa wypierają węgiel z bilansu wytwarzania energii elektrycznej.

4. Reference Scenerio 2013 – Komisja Europejska

Prognoza wykonana na zlecenie Komisji Europejskiej przez National Technical University of Athens obejmuje swoim zakresem wszystkie państwa członkowskie Unii Europejskiej. Została wykonana przy założeniu realizacji przyjętych do 2012 r. rozstrzygnięć politycznych w ramach Unii Europejskiej.

Tabela 15. Prognoza produkcji energii pierwotnej (Mtoe)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
węgiel kamienny i brunatny	56,1	56,2	53,5	43,0	39,7	37,3	37,4	36,8
ropa i produkty naftowe	28,2	28,5	28,0	27,8	27,5	27,0	27,1	26,9
gaz ziemny	15,1	15,4	17,8	19,0	20,0	20,5	21,1	21,9
energia jądrowa	0,0	0,0	3,0	11,2	14,1	17,0	17,0	17,0
OZE	10,3	13,5	14,8	16,7	18,0	18,7	19,6	20,0
razem	109,7	113,7	117,1	117,7	119,2	120,5	122,2	122,5

Tabela 16. Prognoza produkcji energii elektrycznej wg paliw (TWh)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
węgiel kamienny i brunatny	155	165	156	118	109	108	122	135
OZE	17	27	32	36	43	43	46	49
energetyka jądrowa	0	0	13	48	61	74	74	74
gaz ziemny	5	7	9	11	12	14	18	17
razem	177	199	210	213	225	239	260	275

Prognoza wykonana przez Komisję Europejską przewiduje wysoki wzrost zapotrzebowania na energię do 2050 r. Węgiel pozostanie podstawą bilansu energetycznego, ale po 2035 r. zostanie wykorzystana technologia wychwytu i składowania dwutlenku węgla. Ważnym elementem są założone wysokie ceny uprawnień do emisji CO₂ (do 100 euro za 1 tonę w 2050 r.), które są impulsem do inwestycji w technologie niskoemisyjne (OZE, energetyka jądrowa, CCS).

5. Wnioski z analizy opracowań prognostycznych

- 1) W gospodarce narodowej będzie następował wzrost zapotrzebowania na energię pierwotną i energię elektryczną w Polsce. Prognozy różnią się skalą i tempem wzrostu, jednakże należy przyjąć, że w horyzoncie 2050 r., pomimo znacznego przewidywanego postępu w zakresie efektywności energetycznej zapotrzebowanie będzie rosnąć.
- 2) Ważnym czynnikiem dla kształtowania się bilansu energetycznego jest wysokość cen uprawnień do emisji CO₂ – zaostrzająca się polityka klimatyczna będzie prowadziła do konieczności inwestycji w źródła mniej emisyjne co będzie prowadziło do zmniejszenia emisji do konieczności poniesienia wyższych kosztów inwestycyjnych.
- 3) Węgiel pozostanie podstawą bezpieczeństwa energetycznego Polski w przewidywanym okresie, niemniej jego udział będzie się zmniejszał.
- 4) Wysokie ceny uprawnień do emisji CO₂ zdecydują o opłacalności wymiany bloków węglowych na nowe o wysokiej sprawności, skali wzrostu udziału gazu ziemnego oraz OZE, a także o konkurencyjności energetyki jądrowej.
- 5) Rola odnawialnych źródeł energii będzie uzależniona od osiągnięcia przez OZE ekonomicznej konkurencyjności w porównaniu z innymi technologiami wytwarzania energii. Należy jednak stwierdzić, że udział OZE w bilansie energetycznym będzie wzrastał, także ze względu na realizację polityki klimatycznej Unii Europejskiej.
- 6) Energetyka jądrowa jest uzasadnionym ekonomicznie źródłem wytwarzania energii w większości rozpatrywanych scenariuszy i analiz, w szczególności w przypadku znacznego wzrostu cen uprawnień do emisji CO₂.
- 7) W obecnym stanie wiedzy należy przyjąć, że do znacznego zwiększenia udziału gazu ziemnego w bilansie energetycznym konieczne będzie wspólne zaistnienie dwóch czynników – obniżenia cen tego paliwa (np.: poprzez zwiększenie podaży wynikające ze wzrostu wydobycia krajowego) oraz wzrostu cen uprawnień do emisji CO₂.
- 8) Ze względu na zaawansowaną wiekowo infrastrukturę wytwórczą w horyzoncie prognozy będzie następować wymiana źródeł wytwórczych energii elektrycznej. Ponadto, także ze względu na wzrastający udział energii ze źródeł odnawialnych będzie konieczna rozbudowa infrastruktury przesyłowej i dystrybucyjnej.