



ENERGIA
odNOWA

PRZYJAZNY ROZWÓJ POLSKI

Ludziom – gospodarce – środowisku





ENERGIA
odNOWA

PRZYJAZNY ROZWÓJ POLSKI

Ludziom – gospodarce – środowisku

RAPORT MERYTORYCZNY

Dokument ramowy LIFE_WZROST_PL



**INSTYTUT
NA RZECZ
EKOROZWOJU**

Raport merytoryczny przygotowany
przez konsorcjum organizacji:



EC BREC Instytut
Energetyki Odnawialnej sp. z o.o.



Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju



Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA



Fundacja WWF Polska

Opracowanie i redakcja merytoryczna:

Tobiasz **Adamczewski**
Andrzej **Kassenberg**
Marcin **Popkiewicz**

Redakcja językowa:

Urszula **Drabińska**

Wydawca:

Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju

ISBN: 978-83-89495-87-7



Dofinansowano
przez Unię Europejską
w ramach programu LIFE



Dofinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Niniejszy materiał został opublikowany dzięki dofinansowaniu Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Za jego treść odpowiada wyłącznie Fundacja WWF Polska.

Spis treści

Streszczenie Andrzej Kassenberg, Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju	7
Executive Summary Andrzej Kassenberg, Institute for Sustainable Development	13
Wykaz skrótów	19
Wprowadzenie Tobiasz Adamczewski, Fundacja WWF Polska	25
Rozdział 1. Klimat się zmienia	
Aleksandra Kardaś, Marcin Popkiewicz, portal naukaoklimacie.pl	28
Wstęp	28
Bilans energetyczny Ziemi i efekt cieplarniany	30
Dzisiejsza zmiana klimatu na tle historii	31
Przyczyna zmiany klimatu	34
Projekcje przyszłej zmiany klimatu	39
Następstwa zmiany klimatu	41
Globalny problem	44
Inna planeta	44
Rekomendowane poziomy ograniczenia zmiany klimatu	47
Przeciwdziałanie zmianie klimatu	49
Rozdział 2. Źródła emisji zanieczyszczeń powietrza w Polsce	
Arkadiusz Węglarz, Paweł Gilewski, Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA	51
Wstęp	51
Rodzaje zanieczyszczeń atmosfery	53
Tlenki siarki (SO _x)	53
Tlenki azotu (NO _x)	53
Tlenek węgla (CO)	53
Amoniak (NH ₃)	54
Pyły	54
Metale ciężkie, dioksyny i furany	56
Inne związki zanieczyszczające powietrze	56
Gazy cieplarniane	56
Podsumowanie	57
Źródła emisji zanieczyszczeń do atmosfery	58
Emisje substancji szkodliwych dla zdrowia i życia ludzkiego	58
Emisje gazów cieplarnianych	63
Sposoby ograniczania emisji substancji zanieczyszczających powietrze	65
Metody zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych	67
Podsumowanie	67

Rozdział 3. Alternatywne ścieżki rozwoju

Andrzej Kassenberg, Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju	69
Kluczowe problemy	69
Megatrendy	69
Wizje świata przyszłości.....	76
Zrównoważony rozwój.....	76
Zielona gospodarka.....	79
Niskoemisyjny rozwój	81
Niskoemisyjna gospodarka – poziom lokalny	86
Gospodarka o obiegu zamkniętym.....	87
Symbio-miasto.....	91
Symbio-przemysł.....	93
Gospodarka umiaru zamiast podsumowania.....	95

Rozdział 4. Odnawialne źródła energii – aspekty ekonomiczne i konkurencyjność

Katarzyna Michałowska-Knap, Aneta Więcka, Grzegorz Wiśniewski, EC BREC Instytut Energetyki Odnawialnej sp. z o.o.	97
Kluczowe problemy	97
Trendy rozwoju energetyki.....	98
Rewolucja we wprowadzaniu OZE do energetyki jest konieczna	104
Bariery prawne i blokady polityczne	107
Dlaczego „rewolucja” jest konieczna.....	109
Rewolucja nie musi być trudna	113
Jak powinna wyglądać zmiana?.....	113
Jak przeprowadzić zmianę?.....	114
Jakie bariery stoją na drodze do zmian paradygmatu w energetyce?	115
Jakie wsparcie może ułatwić wprowadzenie zmian?.....	115
Korzyści ekonomiczne rewolucji w energetyce.....	116
Korzyści społeczne, w tym zdrowotne.....	116
Inne korzyści	117
Rewolucja już trwa.....	117

Rozdział 5. Odnawialne źródła energii – w skali mikro, rozproszonej i scentralizowanej

Katarzyna Michałowska-Knap, Aneta Więcka, Grzegorz Wiśniewski, EC BREC Instytut Energetyki Odnawialnej sp. z o.o.	124
Niedokończona rewolucja prosumencka w Polsce – tezy	124
Kluczowe problemy	124
Wprowadzenie	125
Rewolucja jest konieczna	126
Rewolucja nie musi być trudna	135
Rewolucja to korzyści	141
Korzyści ekonomiczne	141
Korzyści społeczne, w tym zdrowotne.....	144
Przykłady działań lokalnych o charakterze systemowym.....	146
Epilog	149

Rozdział 6. Efektywność energetyczna,

Bartłomiej Asztemborski, Ryszard Wnuk, Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA	151
Jakie znaczenie mają poprawa efektywności energetycznej i oszczędność energii?	151
Polityka efektywności energetycznej Unii Europejskiej	152
Polityka i regulacje dotyczące efektywności energetycznej w Polsce	153
Krajowe cele w zakresie oszczędności energii i uzyskane oszczędności energii	154
Uzyskane dotychczas oszczędności energii	155
Potencjał oszczędności energii	156
Efektywność energetyczna w gospodarstwach domowych w Polsce	158
Efektywność energetyczna zaczyna się w naszych domach	161
Efektywność energetyczna w transporcie	166
Efektywność energetyczna w sektorze usług	168
Efektywność energetyczna w sektorze przemysłu	171
Podsumowanie	175

Rozdział 7. Transport

Wojciech Szymalski, Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju	177
Kluczowe zagadnienia	177
Wstęp	178
Jak podróżować?	182
Ograniczenie liczby podróży	183
Transport w miastach	185
Transport pasażerski poza miastem	190
Elektryfikacja transportu pasażerskiego	191
Opcje dla transportu towarowego i zbiorowego	193
Pokonać strach	199
Rewolucja już trwa	201

Rozdział 8. Instrumenty polityki klimatycznej UE

Agata Golec, Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju	203
Kluczowe zagadnienia	203
Wstęp	203
Dlaczego polityka klimatyczna jest ważna?	204
A jak wygląda to w Polsce?	205
Międzynarodowe negocjacje klimatyczne	206
Protokół z Kioto	206
Droga do globalnego porozumienia	207
Porozumienie paryskie a Polska	209
Polityka klimatyczna Unii Europejskiej	210
Europejski system handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych w wybranych sektorach gospodarki (EU ETS)	210
Propozycja reformy systemu EU ETS	216
Redukcja emisji w sektorach nieobjętych systemem EU ETS (non-ETS)	217
Pakiet energetyczno-klimatyczny	220

Ramy polityki klimatyczno-energetycznej do 2030 roku	223
Czy Polska może się wycofać z systemu EU ETS?	225
Przychody z aukcji EU ETS wsparciem dla rozwoju niskoemisyjnej gospodarki	226
Mapa drogowa 2050 dotycząca budowy gospodarki niskowęglowej.....	228
Mapa drogowa 2050 a stanowisko Polski	230
Polityka klimatyczna w Polsce	231
Podsumowanie	233

Rozdział 9. Finanse a klimat

Bartłomiej Asztemborski, Paweł Gilewski, Antonina Kaniszewska, Arkadiusz Węglarz, Ryszard Wnuk,

Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA	236
Pierwsze reakcje świata finansów na politykę klimatyczną	236
Wiele jeszcze musi zostać zmienione	239
„Polska węglem stoi”	239
Zjawisko „bańki węglowej”	243
Wybór optymalnego przedsięwzięcia	246
Koszty zewnętrzne	247
Cykl życia produktu – LCA	248
Zielone zamówienia publiczne	250
Wsparcie finansowe działań związanych z gospodarką niskoemisyjną	251
Podsumowanie	251

Rozdział 10. Emisyjność konsumpcji

Anna Dąbrowska, Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju

Kluczowe problemy	253
Wstęp	253
Nieźródnoważona konsumpcja	254
Ślad węglowy, czyli jak bardzo naciskamy Ziemi na odcisk?	254
Zmiany klimatu na talerzu	257
Globalny wymiar konsumpcji	265
Jak żyją świadomi konsumenci?	267

Zakończenie	269
--------------------------	-----

Bibliografia	270
---------------------------	-----

Spis rysunków	294
----------------------------	-----

Spis tabel	298
-------------------------	-----

Streszczenie

Andrzej Kassenberg

Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju

Przeciwdziałanie zmianom klimatu stanowi najprawdopodobniej największe wyzwanie na naszej planecie. Obecnie klimat na Ziemi ociepla się w związku z rosnącą koncentracją gazów cieplarnianych w atmosferze, emitowanych przez człowieka od początku rewolucji przemysłowej. Stanowi to fakt powszechnie znany i nie ma na całym świecie ani jednej instytucji naukowej o międzynarodowej renomie, która miałaby odmienną opinię na ten temat. Postulaty dotyczące ograniczenia emisji gazów cieplarnianych pojawiły się już w latach 70. XX wieku. Pierwszą międzynarodową umową dotyczącą tej kwestii jest *Ramowa konwencja w sprawie Zmian Klimatu ONZ* podpisana w 1992 roku, podczas szczytu Ziemi w Rio de Janeiro. Polska ratyfikowała dokument w 1994 roku. Od 1995 roku organizowane są coroczne konferencje stron Konwencji. Na konferencji w Paryżu pod koniec 2015 roku wszystkie uczestniczące w nim delegacje 196 państw zgodnie zaakceptowały cel „utrzymania wzrostu średniej globalnej temperatury na poziomie znacznie poniżej 2°C poziomu przedindustrialnego i kontynuowanie wysiłków na rzecz ograniczenia wzrostu temperatur do 1,5°C”.

Średnia temperatura powierzchni Ziemi od początku XX wieku już wzrosła o ponad 1°C, a ostatnie lata należą do najcieplejszych od czasu prowadzenia pomiarów temperatury. Aby mieć pewność, że temperatura nie wzrośnie o więcej niż 2°C, nie możemy wyemitować w sumie więcej niż 2500–3000 mld ton CO₂. Wykorzystaliśmy już blisko 80% tego limitu, a przy obecnym poziomie emisji osiągniemy go w ciągu kilkunastu lat. Jeśli nie podejmiemy zdecydowanych działań w tej kwestii, czeka nas wiele problemów takich jak: wzrost średniego poziomu morza, częstsze występowanie ekstremów pogodowych, przesuwanie się stref klimatycznych, załamywanie się ekosystemów, zagrożenia dla zdrowia publicznego i wydajnej gospodarki, a także masowe migracje ludzi.

Sytuacja na świecie jest dość skomplikowana, gdyż z jednej strony następuje szybki wzrost liczby ludność (może ona zbliżyć się do 10 mld w 2050 roku), a z drugiej strony – gwałtowny wzrost klasy średniej, zwłaszcza w Azji. Łącznie będzie wywoływało to silną presję na pozyskiwanie zasobów, co może, ale nie musi, prowadzić do wzrostu emisji gazów cieplarnianych. Obecnie ponad połowa ludności świata mieszka na obszarach miejskich, a do 2050 roku udział ten ma zwiększyć się do dwóch trzecich, co także zwiększy tę presję. Według prognoz

do 2030 roku światowe zapotrzebowanie na energię i żywność ma się zwiększyć o 50%, zaś na wodę o 40%.

Rada Europejska, widząc tak poważne zagrożenie, w październiku 2009 roku wyznaczyła dla UE cel zmniejszenia do 2050 roku emisji gazów cieplarnianych o 80–95% w stosunku do 1990 roku. Według Komisji Europejskiej osiągnięcie 80% redukcji w wyniku niskoemisyjnej transformacji gospodarki powinno przynieść korzyści gospodarcze. Unia Europejska od wielu lat prowadzi aktywną politykę ochrony klimatu, a emisja gazów cieplarnianych spada. System handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS) stanowi podstawowy instrument unijnej polityki klimatycznej, który ma mobilizować do inwestycji w technologie niskoemisyjne i generować środki na transformację energetyczną. Obejmuje on ponad 11 tys. instalacji w sektorze elektroenergetycznym i energochłonnych sektorach przemysłowych (m.in. produkcja stali, cementu nawozów, papieru i szkła) w 31 krajach. Przychody z aukcji uprawnień do emisji CO₂ mogą i powinny stanowić dodatkowe wsparcie dla rozwoju niskoemisyjnej gospodarki.

Według tzw. dyrektywy EU ETS równowartość co najmniej 50% środków ze sprzedaży uprawnień powinna być przeznaczona na działania na rzecz ochrony klimatu, niskoemisyjnej transformacji gospodarki. Trudno jednak określić, czy założenia te są rzeczywiście realizowane, także w Polsce. Wpływy ze sprzedaży uprawnień trafiają bowiem bezpośrednio do budżetu państwa, a Polska rozlicza się i tak już wydawanymi środkami na ochronę środowiska. Tymczasem przychody z aukcji powinny stanowić dodatkowe wsparcie dla niskoemisyjnej gospodarki. Ich łączna suma w latach 2021–2030 może wynieść od 44 do ponad 100 mld zł w zależności od kursu euro i wyceny uprawnień. Obok EU ETS zobowiązaniami co do redukcji emisji objęte są także sektory nieuczestniczące w nim, tj. rolnictwo, transport, gospodarka odpadami, procesy przemysłowe i sektor komunalno-bytowy z budynkami, małymi źródłami, gospodarstwami domowymi, usługami itp. (tzw. sektory non-ETS).

Polska angażuje się w międzynarodową politykę klimatyczną od dekad i była aktywna w tym obszarze, zanim jeszcze stała się członkiem UE. Pomimo często powtarzanych tez o tym, że polityka klimatyczna stanowi zagrożenie dla bezpieczeństwa energetycznego kraju i konkurencyjności naszej gospodarki, wraz ze spadkiem emisji od 1988 roku o ok. 35% polskie PKB wzrosło o ponad 100%. Wbrew powszechnym obawom polityka klimatyczna i związana z nią redukcja emisji gazów cieplarnianych to szansa na rozwój polskiej gospodarki. Najważniejsze w retoryce polityki ochrony klimatu jest zrozumienie, że jest to polityka długofalowa, która nie kończy się na pewnych średnioterminowych okresach ustalanych przez rządzących. Celem polityki klimatycznej jest doprowadzenie do neutralności klimatycznej (czy też dekarbonizacji), co oznacza praktycznie wyeliminowanie emisji gazów cieplarnianych powodowanych przez człowieka lub ich zbilansowanie w wyniku ich pochłaniania czy składowania.

Polska jest krajem o dominującej pozycji węgla w energetyce i w związku z tym o dużej emisji gazów cieplarnianych. W 2015 roku na jednego mieszkańca przypadało 10,2 tony CO₂eq, tj. blisko 17% więcej niż średnio w UE. Jednocześnie w wyniku stosowania w gospodarstwach domowych paliw kopalnych o niskiej jakości i przy niskiej sprawności urządzeń grzewczych czy też braku lub niewystarczającej termomodernizacji, zwłaszcza budynków jednorodzinnych (co najmniej 70%), a także przy szybko rosnących emisjach zanieczyszczeń powietrza z transportu Polska ma najbardziej zanieczyszczone powietrze w UE. Ma to wielostronne konsekwencje, a do najbardziej znaczącej należy fakt, że narażenie na pył PM_{2,5} odpowiada w Polsce za

ponad 40 tys. przedwczesnych zgonów rocznie. W zakresie prowadzenia polityki ochrony klimatu w warunkach polskich istotne jest powiązanie polityki rozwoju gospodarczego i innowacji ze zmniejszeniem emisji gazów cieplarnianych oraz poprawą jakości powietrza. Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych i Instytut na rzecz Ekorozwoju przygotowały mapę drogową dla Polski – raport *2050.pl – podróż do niskoemisyjnej przyszłości*. Dokument ten pokazuje, że aktywna agenda modernizacji może przekształcić Polskę w kraj wysoko rozwinięty do 2050 roku, jest to jednak kwestia obrania odpowiedniego kierunku wymagającego poważnych reform. Przedstawione w raporcie obliczenia wskazują, że w oparciu o już istniejące technologie możliwe jest osiągnięcie redukcji emisji gazów cieplarnianych o 55–63% do 2050 roku w stosunku do 1990 roku. Dalej idące ograniczenie emisji powyżej 80% wymagać będzie jednak wdrożenia systemowych innowacji prowadzących do zmian jakościowych w całym sektorze energetycznym. Jest to możliwe w dłuższej perspektywie przy jednoczesnym zapewnieniu trzykrotnego wzrostu dochodu narodowego na głowę mieszkańca.

Jednym z kluczowych rozwiązań na małą i dużą skalę jest całościowa zmiana w rozumieniu energetyki przyszłości, która już zaczyna się dokonywać. Odnawialne źródła energii stają się bowiem sposobem na rewolucję technologiczną oraz kompleksową, proekologiczną modernizację. Jednak nasuwa się teza, że Polska podczas 13-letniej obecności w UE nie przeprowadziła zasadniczej modernizacji krajowej energetyki. Wbrew celom polityki unijnej nie zostały uruchomione skuteczne mechanizmy prawne niezbędne do trwałej, innowacyjnej, proekologicznej transformacji. Kontynuacja obecnych trendów może doprowadzić do katastrofy ekologicznej i gwałtownego spowolnienia rozwoju kraju zarówno z przyczyn ekologicznych, jak i ekonomicznych. Utrwalenie dogmatu zaopatrzenia elektroenergetyki w węgiel kamienny i brunatny z polskich zasobów, pod hasłem zapewnienia w ten sposób bezpieczeństwa energetycznego, będzie dalej obciążało gospodarkę kosztami utrzymania sektora węglowego. Autorzy raportu *Ukryty rachunek za węgiel. Analiza wsparcia gospodarczego dla elektroenergetyki węglowej oraz górnictwa w Polsce* wskazują, że przez 20 lat wydaliśmy 170 mld zł – bez uwzględnienia przyszłych kosztów wynikających z utraty zdrowia czy zdegradowanego środowiska. Według ich całościowych obliczeń polskie społeczeństwo „wydało” już blisko 2,2 bln zł w wariantcie pesymistycznym, zaś w optymistycznym – 700 mld zł. Nie wiadomo, jak długo Polska będzie kontynuować niezwykle ryzykowne ekologicznie i gospodarczo trendy.

Ogólnoświatowe działania zmierzające do ograniczenia emisji CO₂ bezpośrednio wpływają na gwałtowny wzrost ryzyka inwestycji w projekty węglowe. To z kolei, biorąc pod uwagę powiązanie instytucji finansowych ze spółkami wydobywczymi, powoduje powstanie zjawiska tzw. bańki węglowej, polegającego na tym, że wartość spółek naftowych, gazowych i górniczych jest oparta na aktywach (złożach), których eksploatacja byłaby niezgodna z porozumieniem klimatycznym. Na wielu płaszczyznach wyraźnie obserwowane jest ograniczenie środków, które dotychczas wspierały gospodarkę węglową, i przesunięcie ich na działania, które mają na celu poprawę efektywności energetycznej lub wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Bez strategicznego przeniesienia środków inwestycyjnych na niskoemisyjne kierunki rozwojowe może okazać się, że polska gospodarka surowo zapłaci za uporczywą politykę prowęglową, która z jednej strony obarczona jest ryzykiem bańki węglowej, a z drugiej – nie skorzysta z szansy transformacji, którą dużo chętniej sfinansowałyby instytucje finansowe i fundusze unijne.

Naukowcy z Uniwersytetu Stanforda przygotowali globalne analizy (uwzględniono w nich także Polskę), w których badano możliwości realizacji wszystkich, w tym również ciepłych i transportowych, potrzeb energetycznych dzięki energii z bezemisyjnych źródeł wiatrowych i słonecznych z niewielkim udziałem energii wodnej i geotermalnej. Całkowite przejście na OZE w Polsce byłoby możliwe już w 2050 roku i przyniosłoby 94 tys. miejsc pracy do obsługi nowej energetyki oraz 110 tys. kolejnych przy wytwarzaniu urządzeń i ich instalacji. Największy wkład wniosłoby lądowa i morska energetyka wiatrowa (odpowiednio 43% i 23%) oraz energetyka słoneczna fotowoltaiczna, w tym farmy słoneczne (12%), słoneczna energetyka przemysłowa (10%) i fotowoltaika na domach mieszkalnych (5%). Warto zaznaczyć, że Międzynarodowa Agencja Odnawialnych Źródeł Energii (IRENA), analizując obecne trendy, zauważyła, że w skali światowej już w 2025 roku na całym świecie OZE – a w szczególności fotowoltaika i energetyka wiatrowa, w tym także morska – bez subsydiów i bez uwzględnienia kosztów zewnętrznych wpływu energetyki na środowisko staną się w pełni konkurencyjnymi z energetyką opartej na paliwach kopalnych. Fundacja Clean Energy Canada w raporcie z 2015 roku podaje, że już 45 krajów przyjęło strategię 100% OZE.

Unia Europejska od wielu lat przygotowuje państwa członkowskie do zmiany systemu energetycznego na przyjazny środowisku i oparty na odnawialnych źródłach energii. W rezolucji z 26 maja 2016 roku w sprawie stworzenia nowego ładu dla odbiorców energii Parlament Europejski zwraca uwagę, że skutkiem trwającej transformacji jest odchodzenie od systemu energetycznego opartego na tradycyjnej, scentralizowanej produkcji energii i przechodzenie do systemu bardziej zdecentralizowanego, energooszczędnego, elastycznego i opartego w dużej mierze na odnawialnych źródłach energii. Ważkim elementem tej zmiany są małoskalowe instalacje OZE o charakterze prosumenckim. Stanowią one jeden z głównych nurtów obecnych w światowej energetyce, a uwidaczniający się efekt skali, stopniowo przyczynia się do spadku nakładów inwestycyjnych, co sprzyja dalszemu upowszechnieniu tych technologii. Popularyzacja prosumenckich mikroinstalacji OZE, umożliwiających produkcję i konsumpcję energii przez użytkowników indywidualnych, zbiorowych (np. szkoły) i przemysłowych, jest nie tylko kluczowym elementem rozwoju niskoemisyjnej energetyki rozproszonej, lecz może także stanowić strategiczne uzupełnienie i wsparcie polskiego systemu energetycznego, wzmacniać niezależność energetyczną oraz dać impuls do aktywizacji grupy obywateli skłonnych do podejmowania decyzji inwestycyjnych.

Kluczowym działaniem jest również zmniejszanie zużycia energii. Przynosi ono korzyści nie tylko w ograniczeniu zużycia, lecz prowadzi także do efektywnego użytkowania energii, co daje istotne korzyści ekonomiczne zwłaszcza dla lokalnych gospodarek. Zwiększanie efektywności energetycznej procesów wytwarzania, przesyłu i użytkowania energii jest filarem prowadzenia zrównoważonej polityki energetycznej. Polska osiągnęła istotny postęp w realizacji krajowego celu w zakresie oszczędnego gospodarowania energią i oszczędności energii finalnej. Konieczna pod względem ochrony klimatu ciągła poprawa efektywności energetycznej będzie wymagała dalszych szeregu bodźców, a przede wszystkim zwiększenia innowacyjności gospodarki. Całkowity potencjał poprawy efektywności energetycznej można podzielić na dwie kategorie. Pierwszą jest poprawa efektywności wynikająca z ciągłego postępu technologicznego i intensyfikacji procesów wytwórczych. Drugą są dodatkowe, skoncentrowane działania skupiające się na szybkim przejściu do jakościowo nowych rozwiązań, które są na ogół

wspierane przez interwencję publiczną. Istotny potencjał oszczędności energii dotyczy budynków.

Tak jak ogólna emisja gazów cieplarnianych w Polsce w latach 1988–2015 wyraźnie spadła, tak emisja z sektora transportu wzrosła dwukrotnie, a w roku 2015 z transportu drogowego stanowiła ona 97,5% emisji z całego sektora. Jesteśmy uzależnieni od importu ropy, a jej spalanie powoduje dodatkowe koszty zewnętrzne (środowiskowe i zdrowotne). Emisję z transportu nie jest łatwo ograniczyć, ponieważ odpowiadają za nią miliony silników samochodów, autobusów, ciężarówek i innych środków transportu, z których większość jest własnością prywatną. W zakresie celów Unia Europejska postanowiła, że do 2050 roku emisje z transportu powinny zostać ograniczone o 60% w stosunku do 1990 roku. W Polsce nie mamy tak szczegółowo określonego celu dla sektora transportu. Aby uzyskać wyraźne ograniczenie emisji gazów cieplarnianych z transportu, trzeba podejmować działania w oparciu o kompleksową wizję, obejmującą zarówno sfery ludzkich zachowań transportowych, infrastruktury, jak i taboru wykorzystywanego do przewozów. Główne elementy propozycji ograniczenia do 2050 roku emisji gazów cieplarnianych sprowadzają się do interwencji w trzech polach: zarządzania popytem na transport (ograniczania potrzeb transportowych), preferencji najmniej energochłonnych środków transportu oraz stymulowania zmian technologicznych w infrastrukturze i taborze ograniczających emisje, w szczególności elektryfikacja transportu lub przejście na paliwo wodorowe. Niezbędnym jest także uwzględnienie kosztów zewnętrznych i zasady „zanieczyszczający płaci” w rachunku ekonomicznym transportu. Warto zaznaczyć, że promowana w Polsce elektromobilność nie przyniesie ograniczeń w emisji gazów cieplarnianych, jeżeli będzie utrzymywał się wysoki udział węgla w wytwarzaniu energii elektrycznej.

Konsumpcja w istotny sposób wpływa na środowisko i przyczynia się do obserwowanych zmian klimatu. Mieszkalnictwo, transport i żywność należą do tych kategorii konsumpcji, które najsilniej oddziałują na środowisko, w tym na klimat. Chociaż kwestie żywnościowe mają tak istotne znaczenie dla ochrony klimatu, rzadko dostrzegamy tę zależność. Na świecie marnuje się blisko jedna trzecia wyprodukowanej żywności, co wiąże się ze znaczną emisją gazów cieplarnianych. W samej Unii Europejskiej co roku marnotrawione jest 90 mln ton żywności, co w przeliczeniu na osobę daje 180 kg. Według Eurostatu w Polsce marnuje się rocznie blisko 9 mln t żywności. Powyższe dane sytuują nasz kraj na piątej pozycji w UE. Znaczna część tej żywności nadaje się jeszcze do spożycia. Według FAO ślad węglowy niezużytej żywności szacuje się na 3,3 mld t CO₂eq., co oznacza, że marnotrawstwo żywności jest odpowiedzialne aż za 7% emisji gazów cieplarnianych na świecie. Nadal nie dostrzegamy powiązania między konsumpcją mięsa a zmianą klimatu, podczas gdy hodowla zwierząt (w tym karczowanie lasów pod uprawy dla hodowli) odpowiada za 18% światowych emisji gazów cieplarnianych.

Obecnym wyzwaniem jest zmiana wzorców konsumpcji (i produkcji) na bardziej zrównoważone. Warto odnotować, że Francja, jako pierwszy kraj na świecie, wprowadziła prawo zabraniające supermarketom wyrzucania żywności. Niechciane produkty spożywcze oddawane są organizacjom charytatywnym i kuchniom dla bezdomnych. W Europie możemy znaleźć liczne przykłady społeczności, które odrzuciły to „standardowe” podejście do konsumpcji i na co dzień kierują się odpowiedzialnością za klimat i przyszłe pokolenia. Lokalne społeczności żyjące w zgodzie z zasadami zrównoważonego rozwoju zamieszkują najczęściej tzw. ekowioski lub ekologiczne osiedla mieszkaniowe.

Jak przedstawiono powyżej, kluczowe dla świata, w tym także dla Polski, są: przechodzenie na zasoby odnawialne (w tym energetyczne), znacząca poprawa efektywności korzystania z zasobów i energii, zmiany w zachowaniach ludzi i biznesu, a także zwrócenie uwagi na efektywne gospodarowanie przestrzenią przy postępującej urbanizacji. Powoli dochodzi do świadomości ludzi, że świat fizycznie i jego zasoby są skończone (nawet niektóre odnawialne), poszukuje się alternatywnych ścieżek rozwoju, gdyż linearny model gospodarki jest nie do utrzymania na dłuższą metę. Proponowane są różne rozwiązania – od zrównoważonego rozwoju przez niskoemisyjny rozwój, zieloną gospodarkę do rozwiązań zaczerpniętych ze świata przyrody, czyli symbio-miasta, symbio-przemysłu czy wręcz gospodarki o obiegu zamkniętym. Kluczowe staje się pytanie: jak dokonać tej zmiany? Jak stary, odchodzący model efektywnie ekonomicznie, społecznie i ekologicznie zmienić na nowy? Czy etyka i moralność, umiar konsumpcyjny i sprawiedliwość międzypokoleniowa dadzą się przełożyć na dzisiejszy język coraz bardziej globalizującego się i podzielonego świata?

© FRANCISCO MÁRQUEZ, WWF-SPAIN



Executive Summary

Andrzej Kassenberg

Institute for Sustainable Development

Counteracting climate change is most likely the biggest challenge of our times. At present, the Earth's climate is warming due to the increasing concentration of greenhouse gases in the atmosphere, emitted by humans since the beginning of the industrial revolution. This is a well-known fact, and there is no worldwide academic institution with an international reputation that would have a different opinion on the subject. Appeals for greenhouse gas emission reductions have already emerged in the 1970s. The first international agreement on this subject is the United Nations Framework Convention on Climate Change signed in 1992 at the Earth Summit in Rio de Janeiro. Poland ratified the document in 1994. Since 1995, annual Conferences of Parties to the Convention have been organized. At a Paris conference in late 2015, all 196 participating delegations agreed to " limit global warming to well below 2°C above pre-industrial levels – and pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5°C."

The average surface temperature of the Earth since the beginning of the 20th century has already risen by more than 1°C, and the last few years have been the warmest since temperature measurements began. To be sure the temperature does not rise by more than 2°C, we cannot emit a total of more than 2500-3000 billion tons of CO₂. We have already used nearly 80% of this limit, and at the current level of emissions we will achieve it in over a dozen or so years. If we do not take decisive action on this issue, we are facing many problems such as rising sea levels, the increased occurrence of extreme weather patterns, the shifting of climatic zones, the collapse of ecosystems, threats to public health and an effective economy, as well as massive human migration.

The situation in the world is quite complex, because on the one hand there is a rapid increase in population (it may approach 10 billion in 2050), and on the other hand - a sharp rise in the middle class, especially in Asia. In total, this will cause strong pressure on resource mobilization, which may or may not lead to an increase in greenhouse gas emissions. Today more than half the world's population lives in urban areas, and by 2050 this share is expected to increase to two thirds, which will also increase this pressure. According to forecasts by 2030,

world energy and food demand is expected to increase by 50% and water consumption by 40%.

Seeing such a serious threat, in October 2009, the European Council set a target for the EU to reduce greenhouse gas emissions by 80-95% compared to 1990. According to the European Commission, achieving 80% of the reduction resulting from a low carbon economy should bring economic benefits. The European Union has for many years been active in climate protection and greenhouse gas emissions have declined. The EU Emissions Trading Scheme (EU ETS) is a fundamental instrument of EU climate policy to mobilize investment in low carbon technologies and generate energy transformation. It covers more than 11 thousand installations in the power sector and energy-intensive industrial sectors (including steel, cement, paper and glass) in 31 countries. Revenue from CO₂ emission allowance auctions can and should provide additional support to the development of a low carbon economy.

According to the so-called EU ETS Directive, the equivalent of at least 50% of the accumulated funds from the sale of allowances should be reinvested in climate protection, low carbon economic transformation. It is difficult to determine whether these assumptions are actually implemented, also in Poland. The proceeds from the sale of allowances go directly to the state budget, and Poland reports their spending through already issued measures to protect the environment (an equivalent, rather than additional measures). Meanwhile, auction revenues should provide additional support to the development of a low carbon economy. Their total amount in the years 2021-2030 can range from 44 to over 100 billion PLN depending on the euro exchange rate and valuation of allowances. In addition to the EU ETS, non-participating sectors, such as agriculture, transport, waste management, industrial processes and the communal-on-property sector with buildings, small-scale sources, households, services, etc., are also covered by reduction commitments (non-ETS sectors).

Poland has been involved in international climate policy for decades and was active in this area before it even became a member of the EU. Despite repeatedly saying that climate policy poses a threat to the country's energy security and the competitiveness of our economy, with an approximate 35% drop in emissions since 1988, Polish GDP has grown by more than 100%. Contrary to popular concerns, climate policy and the associated reduction of greenhouse gas emissions are opportunities for the development of the Polish economy. The most important in the rhetoric of climate protection policy is to understand that this is a long-term policy that does not end with certain medium-term periods set by short-term governments. The goal of climate policy is to bring about climate neutrality (or decarbonisation), which means practically eliminating human-induced greenhouse gas emissions or balancing them as a result of their absorption or storage.

Poland is a country with a dominant position of coal in the power industry and therefore with high greenhouse gas emissions. In 2015, 10.2 tonnes of CO₂eq per inhabitant accounted for nearly 17% more than the EU average. At the same time, as a result of the use of low-quality fossil fuels in households and the lack of or inadequate thermomodernisation, especially of single-family houses (at least 70%), as well as in rapidly growing pollutants from transport, Poland has the most polluted air in the EU. This has multiple consequences, and to the most significant one is the fact that PM_{2.5} dust exposure is responsible for over 40,000 premature deaths in Poland per year. It is important to link economic development and innovation

policies with the need to reduce greenhouse gas emissions and improve air quality. The Warsaw Institute of Economics and the Institute for Sustainable Development have prepared a road map for Poland – report 2050.pl – a journey to a low-carbon future. This document shows that an active modernization agenda can transform Poland into a highly developed country by 2050, but it is a matter of shaping the right direction for major reforms. The calculations shown in the report indicate that greenhouse gas emission reductions are achievable by 55-63% by 2050 compared to 1990, based on existing technologies. Further reductions of more than 80%, however, will require systemic innovation leading to qualitative changes throughout the energy sector. This is possible in the long run, while ensuring a threefold increase in national income per capita.

One of the key solutions on a small and large scale is a comprehensive change in the meaning of energy, which is already beginning to take place. Renewable energy sources become a means of a technological revolution and a comprehensive, pro-ecological modernization. However, there is an argument that Poland, during its 13-year presence in the EU, has not carried out major modernization of the national power industry. Contrary to the objectives of EU policy, effective legal mechanisms necessary for sustainable, innovative, pro-ecological transformation have not been launched. Continuing current trends can lead to ecological catastrophe and a sharp slowdown in the country's development, both for environmental and economic reasons. Strengthening the dogma of the need to supply brown and hard coal from Polish resources to the energy sector, under the motto of ensuring energy security, will continue to burden the economy with the costs of aiding the coal sector. Authors of the report *The Hidden Cost of Coal* shows that for 20 years we have spent PLN 170 billion PLN – without taking into consideration future costs resulting from the loss of health or the degraded environment. According to their overall calculations, Polish society has "spent" nearly 2.2 trillion zlotys in a pessimistic scenario, while in an optimistic one – 700 billion zlotys. It is not known how long Poland will continue its extremely ecologically and economically risky trends.

Worldwide measures to reduce CO₂ emissions directly affect the rapid increase in investment risks in carbon-intensive projects. This, in turn, taking into account the association of financial institutions with mining companies, triggers the phenomenon of the so-called carbon bubble, where the value of oil, gas and mining companies is based on assets (deposits) whose operation would be incompatible with the climate agreement. On many levels, there is clearly a reduction in the resources available to the development of a carbon-intense economy and the shift to activities that aim to improve energy efficiency or the use of renewable energy sources. Without the strategic transfer of investment funds to low carbon development, the Polish economy may severely pay for a persistent pro-coal policy that, on the one hand, is burdened with the risk of a carbon bubble, and on the other hand will not benefit from a transformation opportunity that would be financially supported by financial institutions and EU funds.

Stanford University researchers have prepared global analyses (Poland included), which investigated the feasibility of implementing all energy needs, including heat and transport, through energy from zero emission wind and solar sources with little water and geothermal energy. The complete transition to RES in Poland would be possible in 2050 and would bring 94,000 jobs for the new power industry and 110 thousand successive jobs in the manufactu-

ring of equipment and their installation. The largest contribution would be from land and marine wind energy (43% and 23% respectively) and photovoltaic solar power, including solar farms (12%), solar industrial power (10%) and photovoltaics on residential homes (5%). It is worth noting that the International Agency for Renewable Energy Sources (IRENA), analyzing current trends, noted that worldwide as early as 2025 around the world, RES – especially photovoltaics and wind power, including maritime – could run without subsidies and without external costs on the environment will become fully competitive with fossil fuel power. The Clean Energy Canada Foundation reports in 2015 that already 45 countries have adopted 100% RES strategies.

The European Union has been preparing Member States for many years to change the energy system to become environmentally friendly and based on renewable energy sources. In its resolution of 26 May 2016 on delivering a new deal for energy consumers, the European Parliament points out that the transition is due to a shift away from a traditional, centralized energy production systems and a transition to a more decentralized, energy-efficient, flexible and large-scale system based on renewable energy sources. A key element of this change is the implementation of small-scale RES installations for prosumers. This is one of the main trends in the global energy industry, and the resulting effect of scale gradually contributes to a decrease in prices, which further favors the disbursement of these technologies. Popularization of prosumer RE micro-installations, which makes it possible to produce and consume energy from individual, collective (eg. school) and industrial users, is not only a key element in the development of low-emission dispersed energy sources, but can also be a strategic and supporting complement to the Polish energy system. It is also an impulse to activate groups of citizens willing to make investment decisions into sustainable development.

The key is also to reduce energy consumption. It brings benefits not only through reducing consumption, but also in the efficient use of energy, which has significant economic benefits, especially for local economies. Increasing energy efficiency in energy generation, transmission and use is the cornerstone of sustainable energy policy. Poland has made significant progress in achieving its national goal of saving energy and saving final energy consumption. The continuous improvement of energy efficiency required by the need for climate protection will require a number of stimuli and, above all, increase the innovation of the economy. The total potential for improving energy efficiency can be divided into two categories. The first is to improve efficiency resulting from continuous technological progress and intensification of manufacturing processes. The second is an additional, focused effort aimed at the rapid transition to qualitatively new solutions that are generally supported by public intervention. There is a significant potential for energy savings in buildings.

As the overall greenhouse gas emissions in Poland in 1988-2015 have clearly declined, emissions from the road transport sector have doubled, and by 2015 it accounted for 97.5% of the sector's emissions. Our addiction to the import of oil and its combustion causes additional external (environmental and health) costs. Emissions from transport are not easy to cut down as millions of cars, buses, trucks and other means of transport, most of which are privately owned, are responsible here. With regard to reduction objectives, the European Union has decided that by 2050 emissions from transport should be reduced by 60% compared to 1990. In Poland we do not have a specific target for the transport sector. In order to achieve a clear reduction of greenhouse gas emissions from transport, action must be

taken on the basis of a comprehensive vision, covering both: human behavior and the infrastructure and the rolling stock used for transport. Key elements of the proposal to reduce greenhouse gas emissions by 2050 are boiled down to three areas: transport demand management (transport demand reduction), the preference for least energy-intensive transport modes, and the stimulation of technological changes in infrastructure and emission limiting vehicles, in particular electrification of transport and/or transit to hydrogen fuel. It is also necessary to take into account the external costs and the "polluter pays" principle in the transport sector. It is worth noting that electromobility promoted in Poland will not bring about a reduction in greenhouse gas emissions if there is a high share of coal in electricity generation.

Consumption has a significant impact on the environment and contributes to observed climate change. Housing, transport and food are among the categories of consumption that have the greatest impact on the environment, including the climate. Despite the fact that sustainable food production and consumption is very important to climate protection, we rarely see this dependency. Around one third of food produced in the world is associated with significant greenhouse gas emissions. In the European Union alone, 90 million tons of food is wasted every year, which translates into 180 kg per person. According to Eurostat, nearly 9 million tonnes of food is wasted annually in Poland. The above figures place our country at the fifth position in the EU. Much of this food is still eatable. According to FAO, the carbon footprint of unused food is estimated at 3.3 billion tonnes of CO₂eq, which means that food waste is responsible for as much as 7% of greenhouse gas emissions worldwide. We still do not see the link between meat consumption and climate change, while animal husbandry (including grubbing up of forests for farming) accounts for 18% of global greenhouse gas emissions.

The current challenge is to change the patterns of consumption (and production) to be more sustainable. It is worth noting that France, as the first country in the world, has introduced a law banning supermarkets from throwing away food. Unwanted foods are donated to charity organizations and homeless shelters. In Europe we can find numerous examples of communities that have rejected this "standard" approach to consumption and take responsibility for climate protection and future generations. Local communities living in harmony with the principles of sustainable development often live in so-called ecological housing estates.

As mentioned above, it is crucial for the global community, including Poland, to shift to renewables (including energy), significant improvements in energy and resource efficiency, changes in behavior of people and business, and attention to effective space management (with progressing urbanization). Slowly we are gaining consciousness that the physical world and its resources are finite (even if some seem renewable), alternative paths are sought, because the linear economy model is unsustainable in the long run. Various solutions are proposed - from sustainable development through low carbon development, green economy to solutions taken from the natural world, i.e. symbiosis, or even a circular economy. The key question is: how do we make this change? Do we change an old, outdated economic, social and resource-management model to a new one? Can ethics and morality, consumption moderation and intergenerational justice translate into today's increasingly globalized and fragmented world?

GLOBAL WARMING IMAGES, WWF



Wykaz skrótów

AAU	ang. <i>assigned amount units</i> , jednostki przyznanej emisji
AEA	ang. <i>annual emission allocation</i> , jednostki rocznych limitów emisji w systemie non-ETS
AGD	artykuły gospodarstwa domowego
B(a)P	benzo(a)piren
BedZED	<i>Beddington Zero Energy Development</i> , przyjazne środowisku osiedle Beddington, zlokalizowane w londyńskiej dzielnicy Hackbridge
BRICS	<i>Brazil, Russia, India, China, South Africa</i> , Brazylia, Rosja, Indie, Chiny i Republika Południowej Afryki
BRT	ang. <i>bus rapid transit</i> , system uprzywilejowanych autobusów
CAN Europe	<i>Climate Action Network Europe</i> , Europejska Sieć na rzecz Klimatu
CCS	ang. <i>carbon capture and storage</i> , technologia wychwytywania i składowania CO ₂
CCU	ang. <i>carbon capture and usage</i> , technologia wychwytywania i wykorzystania CO ₂
CDM	ang. <i>clean development mechanism</i> , mechanizm czystego rozwoju
CER	ang. <i>certified emission reduction</i> , jednostki poświadczonej redukcji emisji
CH₄	metan
CHP	ang. <i>combined heat and power</i> , kogeneracja
CO	tlenek węgla
CO₂	dwutlenek węgla
CO₂eq	ekwiwalent dwutlenku węgla, podawany, by móc łatwiej porównać wpływ CO ₂ do wpływu innych gazów cieplarnianych na klimat
COP	ang. <i>Conferences of the Parties</i> , konferencje stron Konwencji Klimatycznej
dol./W	dolar na wat
EAŚ	Europejska Agencja Środowiska
EEV	ang. <i>energy efficient vehicles</i> , energooszczędne pojazdy
EEX	<i>European Energy Exchange</i> , Europejska Giełda Energii
EIPA	<i>European Institute of Public Administration</i> , Europejski Instytut Administracji Publicznej
ENVI	<i>European Parliament's Committee on Environment, Public Health and Food Safety</i> , Komisji Ochrony Środowiska Naturalnego, Zdrowia Publicznego i Bezpieczeństwa Żywności w Parlamencie Europejskim
ERU	ang. <i>emission reduction units</i> , jednostki redukcji emisji
ESD	ang. <i>effort sharing decision</i> , decyzja 2009/406/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie wysiłków podjętych przez państwa członkowskie, zmierzających do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w celu realizacji do roku 2020 zobowiązań Wspólnoty dotyczących redukcji emisji gazów cieplarnianych
EUA	ang. <i>European union allowances</i> , uprawnienia do emisji Unii Europejskiej

EU ETS	<i>European Union Emission Trading System</i> , Europejski System Handlu Uprawnieniami do Emisji
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i> , Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa
FIT	ang. <i>feed-in tariff</i> , system taryf gwarantowanych
G7	grupa siedmiu najbardziej wpływowych państw świata: Francja, Japonia, Kanada, Niemcy, Stany Zjednoczone, Wielka Brytania i Włochy
G20	grupa 19 państw oraz Unia Europejska, której celem jest dyskusja nad wspólną polityką finansową
GHG	ang. <i>greenhouse gases</i> , gazy cieplarniane
GISS	Goddard Institute for Space Studies, jeden z instytutów NASA
GJ	gigadżul
GtCO₂eq/rok	gigatony CO ₂ ekwiwalentnego na rok
GW	gigawaty
GW_e	gigawaty elektryczne
GWP	ang. <i>global warming potential</i> , potencjał tworzenia efektu cieplarnianego
GW_t	gigawaty cieplne
H₂O	woda, para wodna
H₂SO₃	kwask siarkawy
H₂SO₄	kwask siarkowy
HELE	ang. <i>high efficiency low emissions</i> , wysokosprawne, niskoemisyjne technologie
HFC	fluorowęglowodory.
ICT	ang. <i>information communication technology</i> , technologie umożliwiające zarządzanie i przesyłanie informacji
IEA	<i>International Energy Agency</i> , Międzynarodowa Agencja Energetyczna
IEO	Instytut Energetyki Odnawialnej
IET	ang. <i>international emission trading</i> , międzynarodowy handel emisjami
INDC	ang. <i>intended nationally determined contributions</i> , dobrowolne zobowiązania do redukcji emisji
IOŚ - PIB	Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> , Międzyrządowy Panel do spraw Zmian Klimatu
IRENA	<i>International Renewable Energy Agency</i> , Międzynarodowa Agencja Odnawialnych Źródeł Energii
JI	ang. <i>joint implementation</i> , mechanizm wspólnych wdrożeń
IT	ang. <i>information technology</i> , technologia informacyjna
JSW	Jastrzębska Spółka Węglowa
KAPE	Krajowa Agencja Poszanowania Energii
KB	kotły na biomasę
KDT	kontrakty długoterminowe
KE	Komisja Europejska
kgoe/euro05	kilogram ekwiwalentu ropy naftowej na euro wyrażone w kursie rynkowym z 2005 roku
kgoe/paskm	kilogram ekwiwalentu ropy naftowej na pasażerokilometr
kgoe/tkm	kilogram ekwiwalentu ropy naftowej na tonokilometr
km/h	kilometr na godzinę

KOBiZE	Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami
KPD	krajowy plan działań
KS	kolektory słoneczne
kW	kilowat
KWB+EL Bełchatów	kopalnia węgla brunatnego + elektrownia Bełchatów
KWB Turoszów	kopalnia węgla brunatnego Turoszów
kW_e	kilowat elektryczny
kWh	kilowatogodzina
kWh/m²/rok	kilowatogodzina na metr kwadratowy na rok
kWh/pracujący	kilowatogodzina na jednego pracującego
kW_t	kilowat cieplne
kV	kilowolty
LACE	ang. <i>levelized avoided cost of electricity</i> , metoda oceny kosztów energii elektrycznej
LCA	ang. <i>life cycle assessment</i> , analiza cyklu życia produktów
LCOE	ang. <i>levelised cost of energy</i> , uśredniony koszt energii elektrycznej
LED	ang. <i>light-emitting diode</i> , dioda elektroluminescencyjna
MEWi	małe elektrownie wiatrowe
MSR	ang. <i>market stability reserve</i> , mechanizm rezerwy stabilizacyjnej rynku EU ETS
MŚP	małe i średnie przedsiębiorstwa
Mtoe	ang. <i>megaton of oil equivalent</i> , megatona ekwiwalentu ropy naftowej
MW	megawat
MW_e	megawat elektryczny
MWh	megawatogodzina
MW_t	megawat cieplny
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i> , agencja kosmiczna Stanów Zjednoczonych
NFOŚiGW	Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
NH₃	amoniak
N₂O	podtlenek azotu
NO	tlenek azotu
NO₂	dwutlenek azotu
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> , amerykańska agencja rządowa zajmująca się prognozą pogody, ostrzeżeniami sztormowymi, ostrzeżeniami przed innymi ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi
non-ETS	<i>non-Emission Trading System</i> , sektory nieobjęte europejskim system handlu uprawnieniami do emisji
NO_x	tlenki azotu
NPRGN	narodowy program rozwoju gospodarki niskoemisyjnej
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i> , Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju
OFE	otwarte fundusze emerytalne
ODEX	zagregowany wskaźnik efektywności energetycznej
ONZ	Organizacja Narodów Zjednoczonych
OTC	ang. <i>over the counter</i> , handel pomiędzy przedsiębiorstwami w ramach EU ETS
OZE	odnawialne źródła energii

OZE-E	odnawialne źródła energii elektrycznej
OZE-T	odnawialne źródła energii cieplnej
PC	pompy ciepła
PFC	perfluorowęglowodory
PGN	plan gospodarki niskoemisyjnej
PJ	petadżul
PKB	produkt krajowy brutto
PKO BP	Powszechna Kasa Oszczędności Bank Polski SA
PKP	Polskie Koleje Państwowe SA
PM2,5	pył zawieszony o średnicy do 2,5 mikrometra
PM10	pył zawieszony o średnicy od 2,5 do 10 mikrometrów
PoISEFF	<i>Polish Sustainable Financing Facility</i> , Program Finansowania Rozwoju Energii Zrównoważonej w Polsce
PONE	program ograniczania niskiej emisji
PPEJ	program polskiej energetyki jądrowej
ppm	ang. <i>parts per million</i> , liczba cząsteczek na milion
PSE SA	Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA
PV	moduły fotowoltaiczne
RAN	<i>Rainforest Action Network</i> , sieć na rzecz ochrony lasów tropikalnych
RCP	ang. <i>representative concentration pathway</i> , reprezentatywny scenariusz koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze
RMU	ang. <i>removal units</i> , jednostki pochłaniania
ro-ro	ang. <i>roll on/roll off</i> – typ statku towarowego, pasażersko-towarowego lub barki przystosowanego do przewożenia ładunków tocznych i pojazdów (samochodów osobowych, ciężarówek lub wagonów kolejowych)
RPO	regionalny program operacyjny
RTV	sprzęt radiowo-telewizyjny
SAIDI	ang. <i>system average interruption duration index</i> , miara czasu przerw w dostawach energii elektrycznej
SF₆	sześciofluorek siarki
SO₂	dwutlenek siarki
SO₃	trójtlenek siarki
SO_x	tlenki siarki
SPA 2020	Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020
SPPW	Szwajcarsko-Polski Program Współpracy
toe	ang. <i>ton of oil equivalent</i> , tona ekwiwalentu ropy naftowej
toe/pracujący	tona ekwiwalentu ropy naftowej na pracującego
TSP	ang. <i>total suspended particulates</i> , całkowity pył zawieszony TSP
TWh	terawatogodzina
T_{W(max)}	tzw. temperatura mokrego termometru
TV	telewizory
UE	Unia Europejska
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> , Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu

URE	Urząd Regulacji Energetyki
VAT	ang. <i>value added tax</i> , podatek od towarów i usług
W	wat
WCC	<i>World Council of Churches</i> , Światowa Rada Kościołów
WE	Wspólnota Europejska
Wh/euro05	watogodzina na euro wyrażona w kursie rynkowym z roku 2005
WHO	<i>World Health Organization</i> , Światowa Organizacja Zdrowia
W/m²	wat na m ² , miara wymuszenia radiacyjnego
WRAP	<i>Waste & Resources Action Programme</i> , program działań w zakresie odpadów i zasobów
WWA	wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne
WWF	<i>World Wide Fund for Nature</i> , Światowy Fundusz na rzecz Ochrony Przyrody



Wprowadzenie

Tobiasz Adamczewski
Fundacja WWF Polska

Niniejszy raport stanowi podstawę merytoryczną dla projektu *Energia odNowa*. W 10 rozdziałach autorzy odnoszą się do głównych wyzwań stojących przed Polską w erze starań walki o stabilny klimat. Każda część napisana została przez innego specjalistę, zgodnie z jego kompetencjami i doświadczeniem. Choć rozdziały są wobec siebie komplementarne, każdy z nich stanowi oddzielny esej.

Raport rozpoczyna się rozdziałem przedstawiającym przyczyny zmian klimatu i potencjalne ich skutki. Mówi nie tylko o tym, że jako ludzie jesteśmy odpowiedzialni za globalne ocieplenie, lecz także o tym, że to od nas zależy, jak bardzo zdestabilizujemy klimat. Rekomendacje są jasne: należy zaprzestać emisji gazów cieplarnianych do połowy obecnego wieku i doprowadzić do neutralności klimatycznej.

Rozdział drugi wskazuje źródła emisji i dotyka kwestii zanieczyszczenia powietrza substancjami innymi niż gazy cieplarniane. Kolejne części mówią o budowaniu gospodarki niskoemisyjnej, spójnej z rekomendacjami świata nauki wobec koniecznych redukcji emisji. Raport nawiązuje m.in. do konieczności zrównoważonej konsumpcji (rozdział 10) w gospodarce o obiegu zamkniętym (rozdział 3). Części poświęcone transportowi i efektywności energetycznej (rozdziały 6 i 7) pokazują, że zwiększając efektywność, redukując emisyjność osobokilometrów, oszczędzamy pieniądze i zmniejszamy deficyt handlowy naszego kraju.

W raporcie autorzy odnoszą się również do polityki klimatycznej Unii Europejskiej (rozdział 8). Jednym z głównych wątków jest pakiet klimatyczno-energetyczny, który promuje m.in. zwiększanie efektywności energetycznej i rozwój odnawialnych źródeł energii. Ustawy te stwarzają też mechanizm finansowania promowanych rozwiązań poprzez system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS). Raport pokazuje, że mechanizm handlu emisjami staje się powszechny w skali globalnej i wcale nie musi oznaczać wyłącznie kosztów społeczno-gospodarczych – może stanowić szansę na niskoemisyjny rozwój. Szczególnie w dobie odchodzenia instytucji finansowych od technologii schyłkowych, opartych na paliwach kopalnych (o czym mówi rozdział 9), potrzebny jest zwrot w kierunku odnawialnych źródeł energii. Dobrze działający system EU ETS powinien wypierać technologie emisyjne i wspierać źródła energii odnawialnej. W rozdziałach 4 i 5 autorzy przedstawiają bariery rozwoju odnawialnych źródeł energii w Polsce, a także drzemący w nich potencjał zarówno w skali prosumenckiej, jak i dla energetyki wieloskalowej.

Z badań opinii publicznej przeprowadzonych w ramach projektu *Energia odNowa*¹ wynika, że Polacy już są przekonani o tym, że polityka klimatyczna jest potrzebna. Wolą odnawialne źródła energii od węgla i uważają, że warto wspierać efektywność energetyczną. Blisko połowa z nas obawia się jednak, że Polski nie stać na politykę klimatyczną i że może nam się nie udać powstrzymanie globalnego ocieplenia. Ten raport sugeruje, że nie możemy się poddawać, że alternatywna, niskoemisyjna ścieżka rozwoju ma sens oraz że polityka klimatyczna UE powinna być postrzegana jako nasza szansa na innowacyjny rozwój, a nie zagrożenie.

© STEVE MORELLO, WWF



¹ Adrian Wójcik, Katarzyna Byrka, *Polacy o zmianie klimatu i polityce energetycznej*, Warszawa 2016, [http:// energia-odnowa.pl/wp-content/uploads/2016/10/I-fala-badania-Raport-od-Adriana-i-Katarzyny.pdf](http://energia-odnowa.pl/wp-content/uploads/2016/10/I-fala-badania-Raport-od-Adriana-i-Katarzyny.pdf) [dostęp 3.02.2017].

W ramach projektu *Energia odNowa* powstał film *Punkt krytyczny. Energia odNowa*,
reż. Łukasz Bluszcz

Film dostępny na stronie www.EnergiaodNowa.pl

PUNKT KRYTYCZNY

REŻYSERIA ŁUKASZ BLUSZCZ

E N E R G I A o d N O W A

TO OSTATNI MOMENT, BY ZACZĄĆ DZIAŁAĆ...

www.energiaodnowa.pl



Dofinansowano przez Unię Europejską w ramach programu LIFE



Dofinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Niniejszy film został sfinansowany w ramach projektu współfinansowanego ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Za jego treść odpowiada wyłącznie Fundacja WWF Polska.

Klimat się zmienia

Aleksandra Kardaś, Marcin Popkiewicz

portal naukaoklimacie.pl

Obecnie klimat na Ziemi ociepla się w związku z rosnącą koncentracją w atmosferze gazów cieplarnianych emitowanych przez człowieka. Jeśli nie podejmiemy działań w tej kwestii, czeka nas wiele problemów – m.in. wzrost średniego poziomu morza, częstsze występowanie ekstremów pogodowych, przesuwanie się stref klimatycznych, załamywanie się ekosystemów, zagrożenia dla zdrowia publicznego i wydajnej gospodarki, a także masowe migracje ludzi.

Podstawowym i niezbędnym elementem przeciwdziałania zmianie klimatu jest ograniczenie emisji dwutlenku węgla, przede wszystkim przez rezygnację z użycia paliw kopalnych.

Wstęp

Niektórzy postrzegają zachodzące obecnie zmiany klimatu jako kwestię kontrowersyjną. Czy klimat Ziemi ociepla się, czy jednak nie? Czy ocieplenie jest częścią naturalnych cykli zmian klimatu, czy rezultatem naszej działalności? A jeśli przyczyniamy się do tego procesu, to w jakim stopniu? A także – czy zmiana klimatu rzeczywiście jest poważnym problemem?

Naukowcy badają to zagadnienie od dawna. Pierwsze obliczenia dotyczące spodziewanej reakcji klimatu na wzrost koncentracji dwutlenku węgla w atmosferze przeprowadzono w XIX wieku¹, a pierwszy oficjalny raport na temat zagrożeń związanych ze zmianą klimatu został przedstawiony prezydentowi USA Lyndonowi Johnsonowi już w 1965 roku². Najbardziej znaną organizacją zajmującą się tą kwestią jest niewątpliwie założony w 1988 roku przez ONZ Międzyrządowy Zespół do spraw Zmiany Klimatu (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC), powołany w celu oceny ryzyka związanego z wpływem człowieka na klimat.

¹ Svante Arrhenius, *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground*, „Philosophical Magazine and Journal of Science” 1896, nr 41.

² *Restoring the Quality of Our Environment*, Environmental Pollution Panel, President's Science Advisory Committee, 1965.

Tysiące naukowców dokonuje przeglądu stanu wiedzy naukowej w tym obszarze i co kilka lat publikuje obszerne raporty. Wnioski?

W raporcie IPCC z 2013 roku czytamy:

Ocieplenie systemu klimatycznego jest bezdyskusyjne. Wiele zmian obserwowanych w systemie od lat pięćdziesiątych XX wieku nie ma precedensu w skali wielu dziesięcioleci, a nawet tysiącleci (...).

Jest niezwykle prawdopodobne³, że człowiek wpłynął w sposób dominujący na obserwowane od połowy XX wieku ocieplenie. (...) Kontynuacja emisji gazów cieplarnianych spowoduje dalsze ocieplenie oraz zmiany wszystkich elementów systemu klimatycznego, zwiększając prawdopodobieństwo dotkliwych, powszechnych i nieodwracalnych następstw dla ludzi i ekosystemów⁴.

Należy podkreślić, że na całym świecie nie ma ani jednej instytucji naukowej o międzynarodowej renomie, która miałaby opinię odmienną od IPCC.

CZY GLOBALNE OCIEPLENIE POWODOWANE PRZEZ LUDZI JEST FAKTEM?



RYSUNEK 1.1. Konsensus naukowy w kwestii zmiany klimatu⁵.

Jak zauważył John P. Reisman: „Nauka nie jest demokracją. Jest dyktaturą. Dyktaturą dowodów”. Zmiana klimatu i jej związek z działalnością człowieka to sprawdzalne naukowo zjawiska potwierdzone licznymi dowodami – i stąd właśnie bierze się jednogłośnie opinia organizacji badawczych. Przyjrzyjmy się zatem, co mówi nauka na ten temat.

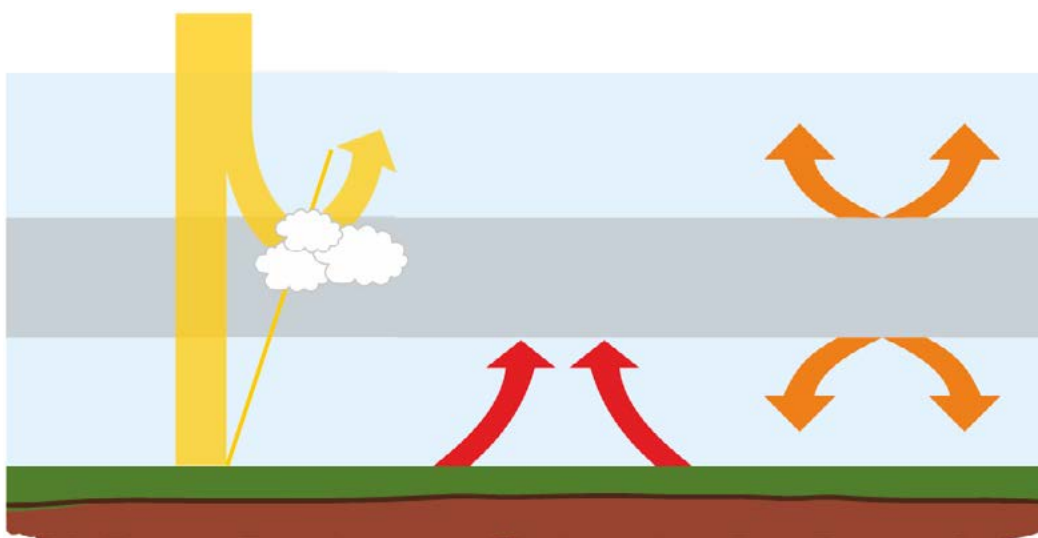
³ W języku IPCC „niezwykle prawdopodobne” oznacza prawdopodobieństwo wynoszące 95–100%.

⁴ *Zmiana klimatu 2013. Fizyczne podstawy naukowe*, red. Thomas E. Stocker, Dahe Qin i in., Międzyrządowy Zespół ds. Zmiany Klimatu, Warszawa 2015, <https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/polish/ar5-wg1-spm.pdf> [dostęp 5.02.2017].

⁵ *The 97% Consensus on Global Warming*, <https://www.skepticalscience.com/global-warming-scientific-consensus-intermediate.htm> [dostęp 10.05.2016].

Bilans energetyczny Ziemi i efekt cieplarniany

Źródłem energii ziemskiego systemu klimatycznego jest Słońce. Energia dociera do Ziemi w postaci promieniowania widzialnego, które jest w większości przepuszczane przez atmosferę i pochłaniane przez powierzchnię planety. Zasilona energią słoneczną powierzchnia Ziemi promieniuje, emitując przede wszystkim fale podczerwone. W przeciwieństwie do promieniowania widzialnego podczerwień jest efektywnie pochłaniana przez znajdujące się w atmosferze gazy cieplarniane – parę wodną (H_2O), dwutlenek węgla (CO_2), metan (CH_4), tlenek azotu (N_2O) i inne. Dzięki ich obecności powietrze rozgrzewa się i również emituje promieniowanie podczerwone – w kierunku powierzchni Ziemi, a także w przestrzeń międzyplanetarną.



RYСУNEK 1.2. Schematyczne przedstawienie bilansu energetycznego atmosfery. Żółta strzałka symbolizuje promieniowanie słoneczne (widzialne), które częściowo jest rozpraszane przez atmosferę i zawarte w niej chmury i zanieczyszczenia, ale w większości dociera do powierzchni Ziemi i jest przez nią pochłaniane. Czerwona strzałka oznacza promieniowanie ziemskie (podczerwone) w większości pochłaniane przez atmosferę (gazy cieplarniane w atmosferze przedstawiono na rysunku umownie jako szarą warstwę). Promieniowanie atmosfery (podczerwone) symbolizują pomarańczowe strzałki.

Dzięki tej „izolacji” tworzonej przez gazy cieplarniane temperatura przy powierzchni Ziemi wynosi średnio blisko $15^{\circ}C$, a nie kilkanaście stopni poniżej zera⁶. Gdyby nie gazy cieplarniane obecne w atmosferze naszej planety, byłaby ona skuta lodem od biegunów aż po równik⁷.

W sytuacji stabilnego klimatu ilość energii w ziemskim systemie klimatycznym i średnia temperatura naszej planety powinny być stałe. Ziemia wypromieniowywałaby wtedy w kosmos tyle samo energii, ile otrzymuje od Słońca.

Jeśli z jakiegoś powodu dochodzi do wzrostu stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze, w przestrzeń kosmiczną ucieka mniej energii. Przy niezmiennym jej dopływie ze Słońca bilans

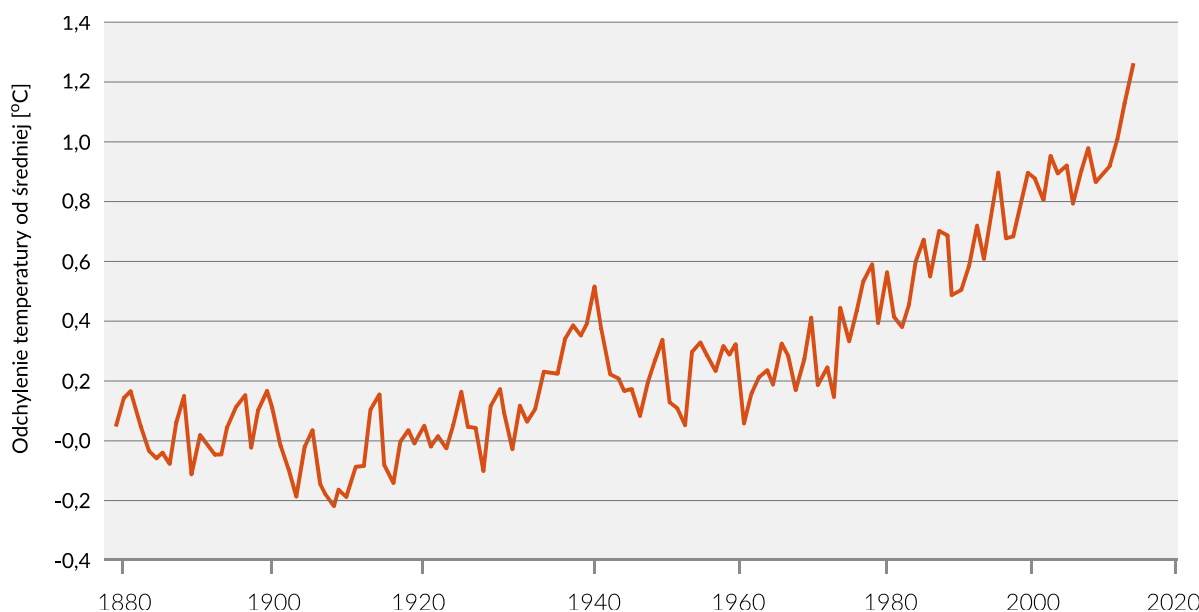
⁶ Gavin A. Schmidt, *Taking the Measure of the Greenhouse Effect*, http://www.giss.nasa.gov/research/briefs/schmidt_05/ [dostęp 16.05.2016].

⁷ Andrew A. Lacis, Gavin A. Schmidt, David Rind, Reto A. Ruedy, *Atmospheric CO_2 : Principal Control Knob Governing Earth's Temperature*, „Science” 2010, nr 330, s. 356.

energetyczny planety zostaje zaburzony – coraz więcej energii gromadzi się w ziemskim systemie klimatycznym. Obecne zaburzenie potwierdzają satelitarne i naziemne pomiary zmian widma promieniowania, wzrostu temperatury oceanów oraz innych czynników^{8, 9, 10}. W miarę nagrzewania się Ziemia emitować będzie coraz więcej promieniowania. Po pewnym czasie doprowadzi to do zrównoważenia ilości energii pochłanianej i wypromieniowywanej przez planetę. Ta równowaga zapanuje jednak przy podwyższonej temperaturze powierzchni.

Dzisiejsza zmiana klimatu na tle historii

Średnia temperatura powierzchni Ziemi od początku XX wieku wzrosła o ok. 1°C¹¹. Ostatnim miesiącem, w którym średnia globalna temperatura była poniżej średniej z XX wieku, był luty 1985 roku. Pomimo niskiej – na tle ostatniego stulecia – aktywności słonecznej (czyli niższej od średniej ilości energii produkowanej przez Słońce) lata 2014 i 2015 zapisały się jako najcieplejsze w historii pomiarów¹². Rekord został ponownie pobity w 2016 roku¹³.



RYСУNEK 1.3. Obserwowane odchylenie globalnej temperatury powierzchni Ziemi względem średniej z lat 1880–1910. Opracowanie własne, dane NASA GISS¹⁴.

⁸ John E. Harries, Helen E. Brindley, Pretty J. Sagoo, Richard J. Bantges, *Increases in greenhouse forcing inferred from the outgoing longwave radiation spectra of the Earth in 1970 and 1997*, „Nature” 2001, nr 410.

⁹ Jennifer A. Griggs, John E. Harries, *Comparison of spectrally resolved outgoing longwave data between 1970 and present*, „SPIE Proceedings” 2004, nr 5543.

¹⁰ David Chapman, Phuong Nguyen, Milton Halem, *A decade of measured greenhouse forcings from AIRS*, „SPIE Proceedings” 2013, nr 8743.

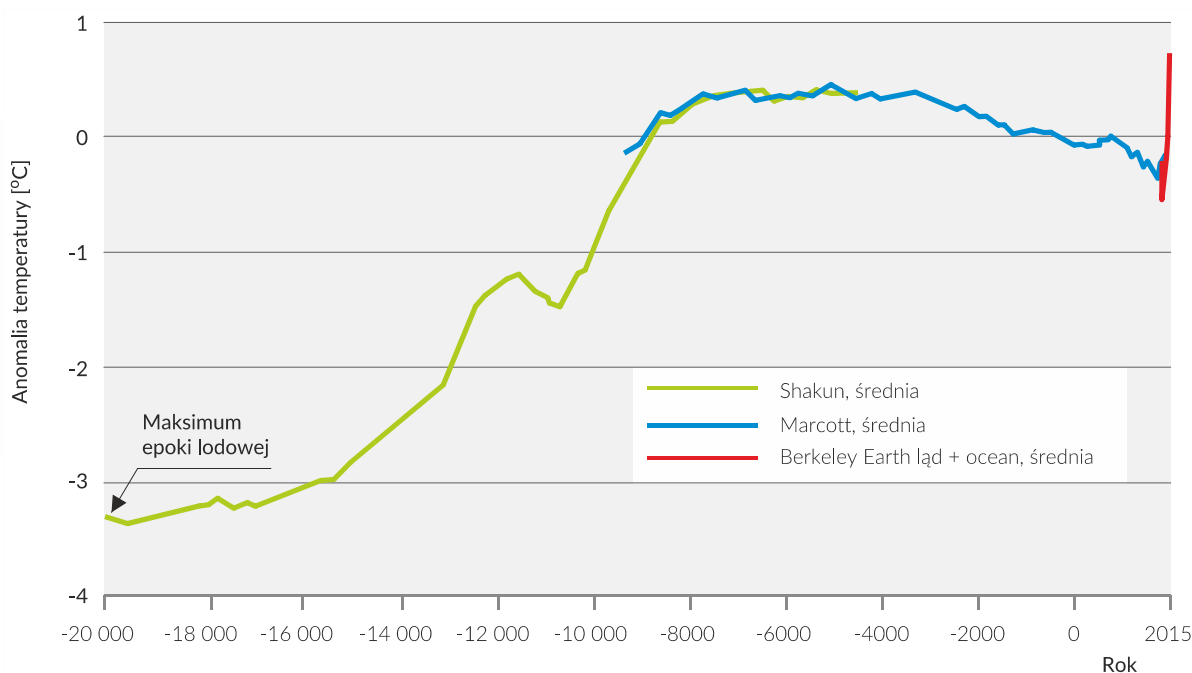
¹¹ *Zmiana klimatu 2013...*, dz. cyt.

¹² *WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015*, World Meteorological Organization, 2016.

¹³ Dane serii pomiarowej NASA GISS, http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata_v3/GLB.Ts+dSST.txt [dostęp 08.02.2017].

¹⁴ Tamże.

Jednak czy wzrost temperatury o 1°C – w perspektywie wcześniejszych naturalnych zmian klimatu – to dużo czy mało? To zjawisko normalne czy nietypowe?



RYСУNEK 1.4. Zmiany temperatury w ostatnich 22 tys. lat. Linia zielona¹⁵ i niebieska¹⁶ – rekonstrukcje na podstawie danych paleoklimatycznych, linia czerwona – wyniki pomiarów bezpośrednich¹⁷.

Jak widać na rysunku 1.4, nawet w niezbyt odległej historii miała miejsce naturalna zmiana klimatu – wyjście naszej planety z epoki lodowej, której maksimum wystąpiło mniej więcej 22 tys. lat temu. Około 10 tys. lat temu klimat Ziemi ustabilizował się na obecnym poziomie, ze średnią temperaturą powierzchni Ziemi wyższą o mniej więcej 4°C niż w maksimum zlodowacenia. Ten okres stabilnych temperatur to holocen – czas rozkwitu naszej cywilizacji. Stabilne strefy klimatyczne ułatwiły ludzkości rozpoczęcie osiadłego trybu życia i rozwój rolnictwa. Stabilna linia brzegowa sprzyjała budowie portów. W ciągu kilku tysięcy lat, aż do początku epoki przemysłowej, średnia temperatura powierzchni Ziemi spadła mniej więcej o 0,7°C. Odpowiadały za to zmiany orbity Ziemi. W najnowszych czasach dzieje się jednak coś nietypowego – na powolne zmiany będące skutkiem tych procesów nakłada się gwałtowny wzrost temperatury. Choć na podstawie kierunku zmian orbity Ziemi można by spodziewać się spadku temperatury, w ciągu ostatniego stulecia klimat ocieplił się bardziej, niż ochłodził przez poprzednich kilka tysięcy lat. Trwające obecnie szybkie ocieplenie to zjawisko bez precedensu w ostatnich tysiącach lat.

¹⁵ Jeremy D. Shakun, Peter U. Clark, Feng He, Shaun A. Marcott, Alan C. Mix, Zhengyu Liu, Bette Otto-Bliesner, Andreas Schmittner, Edouard Bard, *Global warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation*, „Nature” 2012, nr 484.

¹⁶ Shaun A. Marcott, *A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 1,300 Years*, „Science” 2013, nr 339.

¹⁷ HadCRUT4, Met Office, 2014, <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut4/> [dostęp 10.05.2016].

Wzrost średniej globalnej temperatury to nie jedyne zjawisko świadczące o zachodzącym globalnym ociepleniu. Ponad 90% ciepła gromadzącego się w systemie klimatycznym Ziemi akumuluje się w oceanach. Pomiary wskazują, że obecnie codziennie pochłaniają one energię, jaką uwolniłoby pół miliona wybuchów bomb takich, jak ta zrzucona na Hiroszimę w 1945 roku¹⁸. To właśnie skutek zachwiania bilansu energetycznego planety przez wzrost stężenia gazów cieplarnianych.

Kolejnym obserwowanym trendem jest spadek masy lodowców i lądolodów oraz zasięgu pokrywy śnieżnej. Grenlandia i Antarktyda tracą rocznie odpowiednio blisko 290 mld ton i ponad 130 mld ton lodu¹⁹. Taka ilość lodu po stopieniu wystarczyłaby do pokrycia całej Polski warstwą wody o grubości ponad 1,3 m. Naukowcy informują, że fragmenty lądolodu Antarktydy Zachodniej już przekroczyły punkt, za którym jego rozpadu nie da się powstrzymać²⁰.



RYSUNEK 1.5. Oznaki ogrzewającego się świata²¹.

Topnienie lodów oraz wzrost temperatury oceanu przyczyniają się do wzrostu poziomu morza, który rozpoczął się w połowie XIX wieku. W latach 1901–2010 średni globalny poziom oceanów wzrósł o prawie 20 cm²², w ostatniej dekadzie rósł w tempie przekraczającym już

¹⁸ *Global Ocean Heat and Salt Content*, National Oceanic and Atmospheric Administration, http://www.nodc.noaa.gov/OC5/3M_HEAT_CONTENT/ [dostęp 13.05.2016].

¹⁹ *Vital Signs of the Planet: Land Ice*, NASA, <http://climate.nasa.gov/vital-signs/land-ice/> [dostęp 17.05.2016].

²⁰ Eric Rignot, Jeremie Mouginot, Mathieu Morlighem, Helene Seroussi, Bernd Scheuchl, *Widespread, rapid grounding line retreat of Pine Island, Thwaites, Smith, and Kohler glaciers, West Antarctica, from 1992 to 2011*, „Geophysical Research Letters” 2014, t. 41, nr 10.

²¹ *The State of the Climate*, National Oceanic and Atmospheric Administration, 2009, <http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/cmb/bams-sotc/2009/bams-sotc-2009-brochure-hi-rez.pdf> [dostęp 4.02.2017] za: John Cook, *Przewodnik naukowy do sceptycyzmu globalnego ocieplenia*, http://ziemianarozdrozu.pl/dl/Guide_Skepticism_Polish.pdf [dostęp 10.05.2016].

²² *Zmiana klimatu 2013...*, dz. cyt.

3 mm/rok²³. To sytuacja bezprecedensowa, wiemy bowiem, że wcześniej, w ostatnich 2–3 tys. lat wahań średniego poziomu oceanu były o rząd wielkości mniejsze²⁴.

Do innych zjawisk świadczących o postępującym globalnym ociepleniu należą wzrost wilgotności atmosfery, zanik lodu pływającego w Arktyce, przesuwanie się zasięgu występowania poszczególnych gatunków zwierząt i roślin w stronę biegunów lub wyżej nad poziom morza, szybsze nadchodzenie wiosny i wiele innych²⁵.

Przyczyna zmiany klimatu

Obserwowany obecnie wzrost temperatury wynika z zaburzenia bilansu energetycznego Ziemi, czego przyczyną jest również mierzony wzrost koncentracji gazów cieplarnianych, w tym przede wszystkim dwutlenku węgla. Dlaczego przybywa ich w atmosferze?

Przed nastaniem rewolucji przemysłowej naturalne procesy odpowiadające za ich emisję i pochłanianie były zbilansowane niemal do zera: oceany, ekosystemy lądowe, litosfera (wulkany) emitowały do atmosfery praktycznie tyle samo węgla, ile z niej pobierały (w wyniku rozpuszczania CO₂ w wodzie, fotosyntezy, chemicznego wietrzenia skał i innych procesów). **Przez kilka tysięcy lat klimat był w związku z tym bardzo stabilny. Rewolucja przemysłowa przyniosła szybki wzrost użycia paliw kopalnych. Spalając je, ludzkość zaczęła w błyskawicznym tempie wprowadzać w obieg coraz większe ilości węgla, uwięzionego dotychczas pod ziemią od dziesiątek, a nawet setek milionów lat. To stała, niezbilansowana nadwyżka, która radykalnie zmieniła ten bilans.**

Przyjrzyjmy się emisjom związanym ze spalaniem paliw kopalnych – węgla, ropy i gazu (przedstawia je rysunek 1.6). W oczy rzuca się szybki wzrost emisji: w erze przemysłowej niemal podwajają się one co około ćwierć wieku.

Nie całość naszych emisji dwutlenku węgla pozostaje w atmosferze. Mniej więcej połowę pochłaniają lądy (biosfera i gleby) i oceany (a przynajmniej tak było dotychczas). W wodzie morskiej co godzinę rozpuszcza się ponad milion ton CO₂²⁶, czego skutkiem jest zakwaszanie wód oceanów. Obserwowany wzrost ilości dwutlenku węgla rozpuszczonego w oceanie światowym świadczy o tym, że jest on miejscem odkładania się atmosferycznego CO₂, a nie jego źródłem.

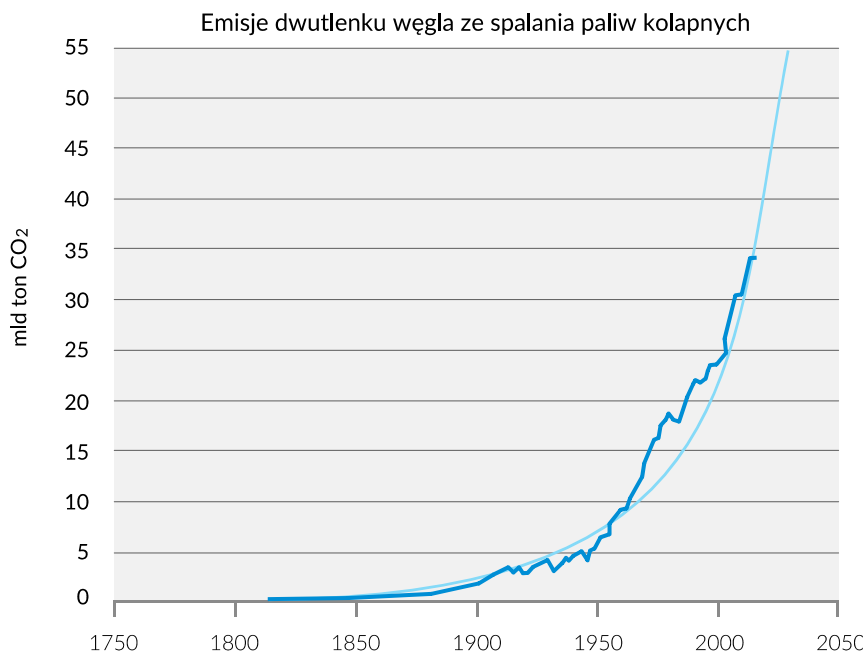
Jak pokazują analizy rdzeni lodowych z Antarktydy i Grenlandii, w ciągu ostatnich kilku tysięcy lat, przed nastaniem rewolucji przemysłowej, stężenie CO₂ w atmosferze wynosiło ok. 280 ppm (cząsteczek substancji na milion cząsteczek powietrza). Wraz z początkiem rewolucji przemysłowej zaczął się bardzo szybki wzrost koncentracji CO₂ – obecnie ten poziom to już ponad 400 ppm.

²³ *Vital Signs* ..., dz. cyt.

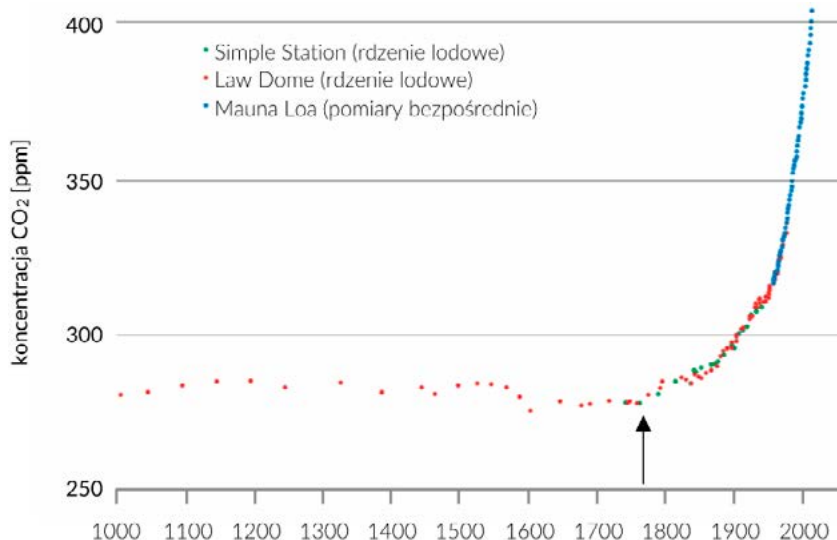
²⁴ Robert E. Kopp, Andrew C. Kemp, Klaus Bittermann, Benjamin P. Horton, Jeffrey P. Donnelly, W. Roland Gehrels, Carling C. Hay, Jerry X. Mitrovica, Eric D. Morrow, Stefan Rahmstorf, *Temperature-driven global sea-level variability in the Common Era*, „Proceedings of the National Academy of Sciences” 2016, t. 113 nr 11.

²⁵ *Zmiana klimatu 2013...* dz. cyt.

²⁶ *Historical CO₂ Record from the Siple Station Ice Core*, Carbon Dioxide Information Analysis Center, <http://cdiac.ornl.gov/ftp/trends/co2/siple2.013> [dostęp 12.05.2016].



RYSUNEK 1.6. Zmiany emisji dwutlenku węgla ze spalania paliw kopalnych (linia czarna) oraz przybliżenie trendu funkcją wykładniczą, rosnącą o 2,6% rocznie (linia niebieska), czyli podwajającą się co 27 lat²⁷.

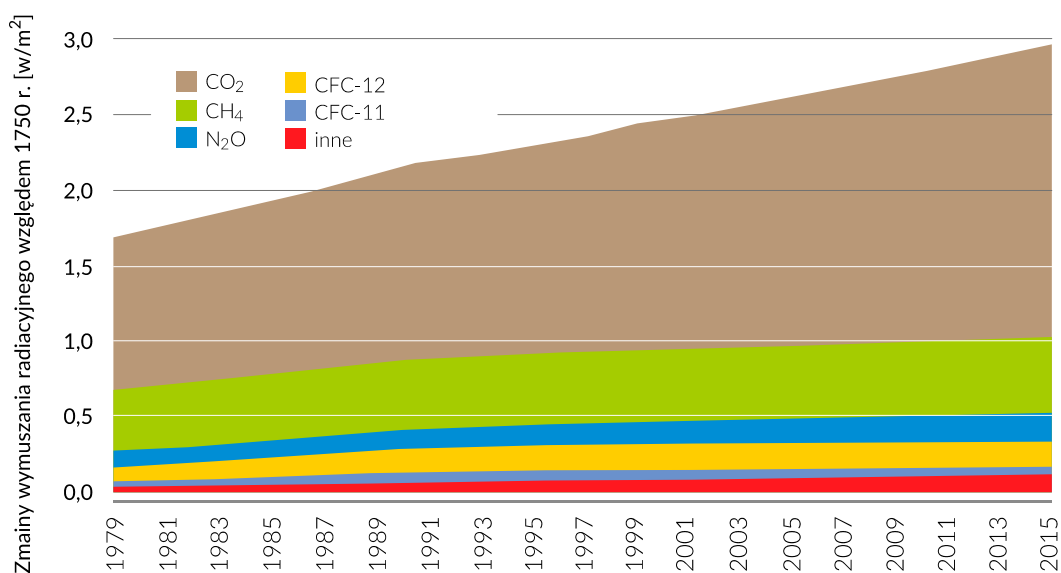


RYSUNEK 1.7. Koncentracja dwutlenku węgla (CO₂) w cząsteczkach na milion w ciągu ostatniego tysiąca lat, mierzona na podstawie pęcherzyków powietrza uwięzionego w rdzeniach lodowych (do 1977 roku) i bezpośrednio (po 1958 roku). Zaznaczony został 1769 rok, w którym James Watt opatentował maszynę parową. Kropki w kolorze czerwonym odpowiadają danym z rdzeni lodowych pobranych na stanowisku Law Dome²⁸, a zielone – Siple Station²⁹. Niebieskie kropki reprezentują bezpośrednie pomiary na Mauna Loa na Hawajach.

²⁷ *Fossil-Fuel CO₂ Emissions*, Carbon Dioxide Information Analysis Center, http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html [dostęp 12.05.2016].

²⁸ *Historical CO₂ record from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores*, Carbon Dioxide Information Analysis Center, <http://cdiac.ornl.gov/ftp/trends/co2/lawdome.combined.dat> [dostęp 12.05.2016].

Stężenie CO₂ w ostatnich setkach tysięcy lat wahało się pomiędzy 180 a 300 ppm. Badania pokazują, że tak dużej ilości dwutlenku węgla jak obecnie (400 ppm) nie było w atmosferze od kilku, a prawdopodobnie kilkunastu milionów lat³⁰. Nie tylko atmosferyczne stężenie dwutlenku węgla wzrosło w ostatnich stuleciach w tak spektakularny sposób. Stężenie podtlenku azotu zwiększyło się o kilkadziesiąt procent, a metanu aż trzykrotnie. Dodatkowo w atmosferze pojawiły się nieobecne w niej wcześniej freony i cząsteczki wielu innych sztucznych związków przepuszczających światło widzialne, a pochłaniających promieniowanie podczerwone (czyli gazów cieplarnianych). Im większe są stężenia gazów cieplarnianych, tym skuteczniej te związki blokują ucieczkę promieniowania podczerwonego z Ziemi w kosmos. Ich wpływ opisujemy za pomocą tzw. wymuszania radiacyjnego wyrażanego w W/m². Dla uproszczenia, gdy mówi się o stężeniu gazów cieplarnianych, podaje się często tzw. ekwiwalent CO₂ (CO₂eq), żeby móc łatwiej porównać wpływ CO₂ do wpływu innych gazów cieplarnianych na klimat. Względny wpływ poszczególnych gazów na klimat przedstawia rysunek 1.8.



RYСУNEK 1.8. Zmiany wymuszania radiacyjnego związanego ze zmianami stężeń gazów cieplarnianych w atmosferze – dwutlenku węgla (CO₂), metanu (CH₄), tlenku azotu (N₂O), freonu-12 (CFC-12), freonu-11 (CFC-11) i 15 innych gazów cieplarnianych potraktowanych łącznie (15-minor). Największy i najszybciej rosnący wkład ma CO₂³¹.

²⁹ Dane Mauna Loa NOAA Earth System Research Laboratory, ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2_annmean_mlo.txt [dostęp 12.05.2016].

³⁰ *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

³¹ *Annual Greenhouse Gas Index*, NOAA Earth System Research Laboratory, <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html> [dostęp 10.05.2016].

Dlaczego w powyższym zestawieniu nie uwzględniono tak ważnego gazu cieplarnianego, jakim jest para wodna? Wynika to z faktu, że ilość pary wodnej w powietrzu dostosowuje się do warunków atmosferycznych – gdy w powietrzu robi się jej za dużo, po prostu się skrapla, powstają chmury, pada z nich deszcz i nadmiar pary wodnej jest usuwany z atmosfery. Zwiększenie koncentracji pary wodnej w atmosferze nie może więc wywołać zmiany klimatu.

Należy jednak pamiętać, że gdy inne czynniki zapoczątkowują ocieplenie, para wodna może spotęgować ich wpływ: w wyższej temperaturze rośnie parowanie, a cieplejsze powietrze może pomieścić więcej pary wodnej. Ostatecznie wzrost temperatury jest więc zawsze wyższy niż wynikający z samego tylko wzrostu koncentracji dwutlenku węgla, metanu i innych gazów.

To, że obecne ocieplenie związane jest ze wzmożonym działaniem gazów cieplarnianych, potwierdza szereg niezależnych obserwacji (rysunek 1.9). Należą do nich naziemne i satelitarne pomiary promieniowania atmosfery (długości fal, dla których odnotowano zmiany natężenia są charakterystyczne dla dwutlenku węgla, metanu i innych emitowanych przez nas gazów cieplarnianych), badania składu powietrza (węgiel pochodzący ze spalania paliw kopalnych ma specyficzny skład izotopowy), ogrzewanie się niższych i ochładzanie wyższych warstw atmosfery, a także to, że ocieplenie jest szczególnie wyraźne nocami (gdy Słońce „nie działa”, a gazy cieplarniane – jak najbardziej tak) i wiele innych.



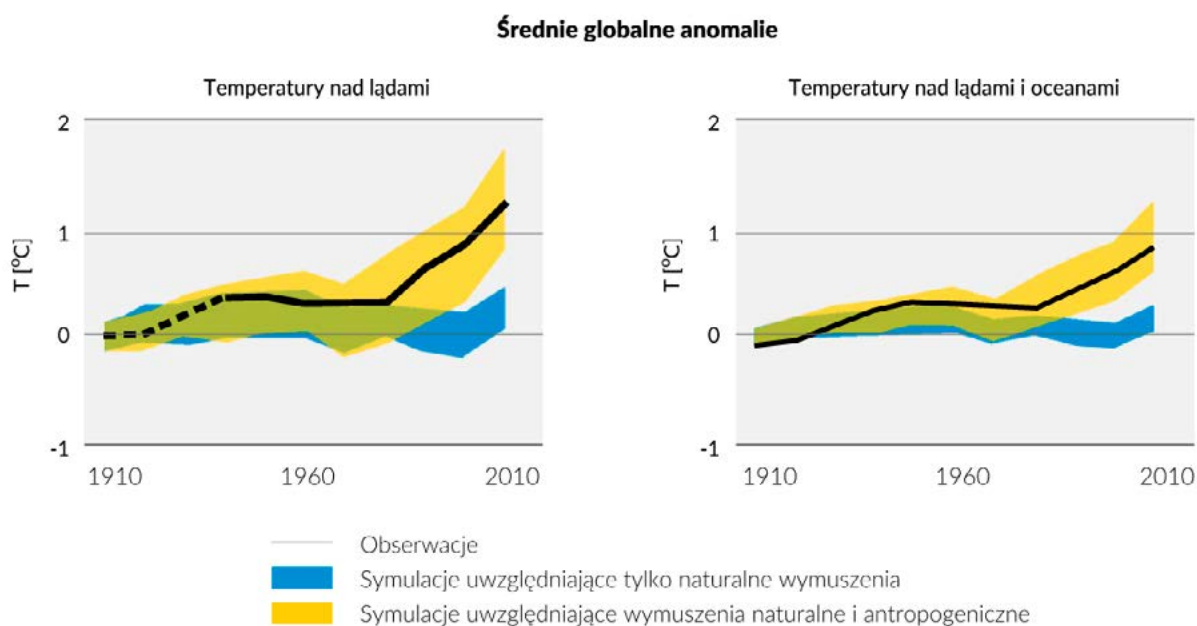
RYSUNEK 1.9. Ślady wpływu człowieka na klimat³².

Czy możliwe jest, żeby obserwowane zjawiska powodowało coś innego niż wzrost stężeń emitowanych przez nas gazów cieplarnianych w atmosferze? Nie, ponieważ wszystkie one są charakterystyczne dla działania gazów cieplarnianych, a nie jakichś innych czynników (np. zmian mocy Słońca, natężenia promieniowania kosmicznego, wybuchów wulkanów, wewnętrznych przepływów energii w ziemskim systemie klimatycznym). Na przykład, gdyby ocieplenie było powodowane wzrostem natężenia promieniowania słonecznego (warto zauważyć, że od dziesięcioleci obserwujemy jego spadek), to odnotowywalibyśmy większe ocieplenie w ciągu dnia niż nocy (w przypadku ocieplenia powodowanego wzrostem stężenia gazów cieplarnianych szybciej powinny ocieplać się noce – co właśnie obserwujemy) oraz nagrzewanie się

³² The State of the Climate..., dz. cyt.

atmosfery na wszystkich wysokościach (w przypadku ocieplenia powodowanego wzrostem stężenia gazów cieplarnianych wyższe warstwy atmosfery powinny się ochładzać – co także obserwujemy). Co więcej, próba zrzućenia odpowiedzialności na inny bodziec musiałaby też uwzględniać wyjaśnienie, dlaczego gazy cieplarniane, które wypuszczamy do atmosfery miałyby nie powodować oczekiwanych przez prawa fizyki skutków. Żadna konkurencyjna hipoteza nie znalazła jak do tej pory potwierdzenia w pomiarach.

W zasadzie już obecne stężenia gazów cieplarnianych wystarczyłyby do wzrostu temperatury o ponad 2°C (a długoterminowo o 3–4°C), ale chłodzące działanie rozciągającego się nad rozległymi regionami smogu, który odbija promieniowanie słoneczne, oraz powolne nagrzewanie się oceanów zmniejszają ten wpływ³³. Obserwowany w ostatnich dekadach wzrost temperatury zachodzi pomimo chłodzącego działania czynników naturalnych: aktywność słoneczna spada, rozkład ciepłych i chłodnych wód w światowym oceanie aż do 2015 roku, kiedy wystąpiło silne zjawisko El Niño³⁴, sprzyjał ochładzaniu atmosfery, wzrosła aktywność wulkaniczna – a więc i ilość rozpraszających promieniowanie słoneczne zanieczyszczeń w atmosferze; w stronę ochłodzenia działają też cykle orbitalne. Działanie czynników naturalnych powinno powodować spadek średniej temperatury powierzchni Ziemi, a zamiast tego temperatura rośnie, bijąc kolejne rekordy.



RYSUNEK 1.10. Porównanie obserwowanej i symulowanej zmiany klimatu. Średnie dekadalne odchylenia temperatury podano względem średniej z lat 1880–1919. Wyniki symulacji modelami pokazano jako zacieniowane pola określające przedział ufności od 5% do 95%. Źródło: piąty raport IPCC (2013)³⁵.

³³ Zmiana klimatu 2013. Fizyczne podstawy naukowe, dz. cyt.

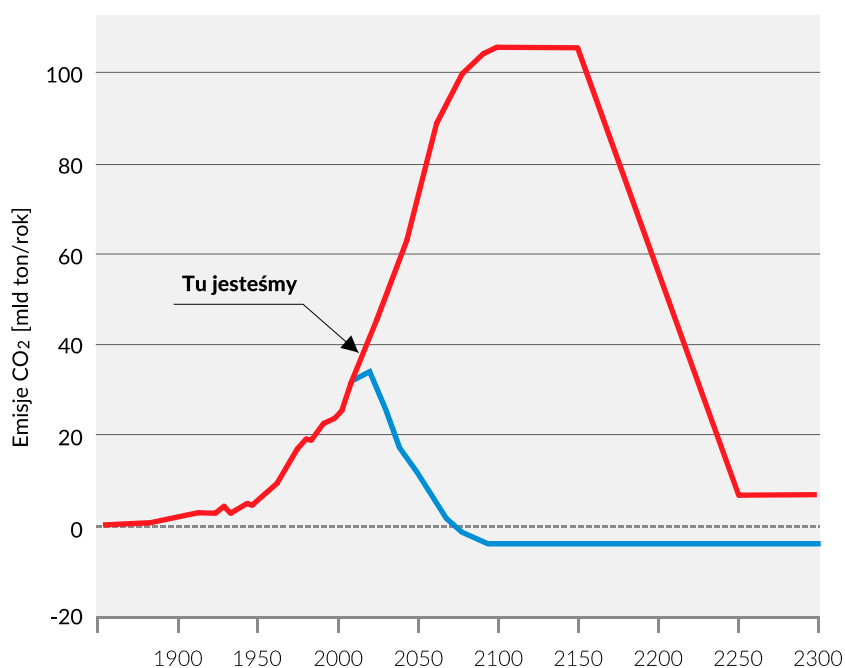
³⁴ Podczas zjawiska El Niño na dużej powierzchni Oceanu Spokojnego występuje podwyższona temperatura i atmosfera jest silniej niż zwykle podgrzewana przez ocean.

³⁵ Zmiana klimatu 2013..., dz. cyt.

Projekcje przyszłej zmiany klimatu

Dotychczas nasze emisje CO₂ szybko rosną. Co będzie, jeśli ten trwający od pokoleń trend wzrostu ilości spalanych paliw kopalnych utrzymamy przez kolejne dekady, zużywając wszystkie dostępne paliwa kopalne? Emisje w tym scenariuszu (RCP 8.5, gdzie 8.5 oznacza wymuszenie radiacyjne związane z działalnością człowieka, jakie zgodnie z tym scenariuszem wystąpi w 2100 roku) na rysunku 1.11 pokazuje linia czerwona. Linia niebieska pokazuje emisje w scenariuszu szybkiej redukcji spalania paliw kopalnych – do zera w ciągu 50 lat – oraz z założeniem, że w tym czasie na skalę przemysłową wprowadzone zostaną rozwiązania techniczne pozwalające na usuwanie CO₂ z atmosfery (RCP 2.6). **Jak widać, są to radykalnie różne scenariusze emisji.**

W skrajnie optymistycznym scenariuszu RCP 2.6 emisje są szybko ograniczane już teraz, a w drugiej połowie XXI wieku spadają poniżej zera, co oznacza olbrzymi wysiłek i wydatki społeczeństwa (za życia naszych dzieci) w celu wychwycenia wprowadzonego przez nas do atmosfery dwutlenku węgla i usuwania go z cyklu węglowego³⁶.



RYSUNEK 1.11. Emisje CO₂ w dwóch scenariuszach – spalania wszystkich paliw kopalnych (RCP 8.5, linia czerwona) oraz ograniczenia wzrostu temperatury do 2°C (RCP 2.6, linia niebieska).

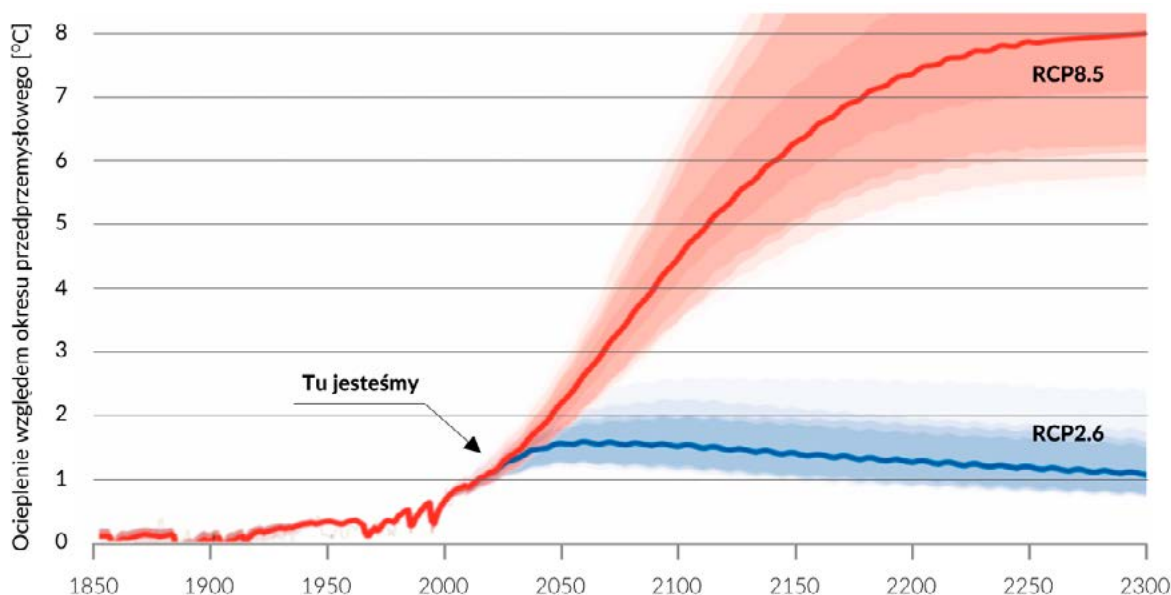
W scenariuszu spalania wszystkich potencjalnie ekonomicznie opłacalnych zasobów paliw kopalnych (RCP 8.5) stężenie CO₂ do końca wieku rośnie do ok. 1000 ppm, a w kolejnym stuleciu do ponad 2000 ppm. Koncentracja dwutlenku węgla w atmosferze osiągnie poziom tak wysoki, jakiego nie było od dziesiątków milionów lat. Znane nam gatunki ssaków, ptaków,

³⁶ Malte Meinshausen i in., *The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300*, „Climatic Change”, listopad 2011, s. 109–213.

a także my sami nigdy nie mieliśmy do czynienia z tak wysokimi stężeniami tego gazu – nasze mózgi wyewoluowały przy stężeniu CO₂ wahającym się od 180 do 300 ppm.

Znaczący wzrost koncentracji dwutlenku węgla zaszkodzi nam bezpośrednio – przy wyższych stężeniach CO₂ nasz organizm musi bowiem walczyć z zakwaszaniem krwi, w rezultacie czego czujemy się zmęczeni i otepiali. Badania laboratoryjne pokazują, że już stężenie gazu wynoszące 1000 ppm zauważalnie zaburza nasze procesy myślowe, a 2500 ppm degraduje zdolność myślenia strategicznego i inicjatywę aż do poziomu dysfunkcjonalnego³⁷.

Emisje ze scenariusza RCP 8.5 wprowadzą do obiegu przyrodniczego ilość węgla wystarczającą do podniesienia średniej temperatury powierzchni Ziemi o ponad 4°C do końca obecnego stulecia i o 8°C (z przedziałem niepewności od sześciu nawet do kilkunastu stopni) kolejne sto lat później. Ograniczenie wzrostu temperatury do mniej niż 2°C wymaga realizacji scenariusza, w którym do połowy tego stulecia emisje spadną do zera (jeśli nie zdążymy, to pozostanie nam – na razie mocno teoretyczna – opcja późniejszego wychwytywania CO₂ z atmosfery na skalę przemysłową).



RYСУNEK 1.12. Zmiana średniej temperatury powierzchni Ziemi w dwóch scenariuszach – wykorzystania wszystkich paliw kopalnych (RCP 8.5) oraz ograniczenia wzrostu temperatury do 2°C (RCP 2.6)³⁸.

Gdy patrzymy na powyższy wykres przedstawiający spodziewane zmiany średniej temperatury powierzchni Ziemi, można odnieść wrażenie, że projekcje cechuje silna niepewność. Największa jest związana z tym, że nie możemy przewidzieć decyzji ludzkości. Jeśli zdecydujemy się wykorzystać wszystkie paliwa kopalne, w następnym wieku temperatura wzrośnie prawdopodobnie o ok. 8°C względem epoki przedprzemysłowej. Bynajmniej nie będzie to koniec.

³⁷ William J. Fisk, Usha Satish, Mark J. Mendell, Toshifumi Hotchi, Douglas Sullivan, *Is CO₂ an Indoor Pollutant? Higher Levels of CO₂ May Diminish Decision Making Performance*, Lawrence Berkeley National Laboratory, Nowy Jork, marzec 2013, https://eetd.lbl.gov/sites/all/files/lbnl-6148e-is_co2_an_indoor_pollutant_v3.pdf [dostęp 18.05.2016].

³⁸ Malte Meinshausen i in., *The RCP greenhouse gas...*, dz. cyt.

W dłuższym horyzoncie czasowym możemy spodziewać się wzrostu temperatury o kolejne kilka stopni. Niepewność prognozowanego wzrostu nie jest wcale uspokajająca – być może ocieplenie będzie w dolnym zakresie prognoz, ale równie dobrze może znaleźć się w tym górnym.

Na szczycie klimatycznym w Paryżu w grudniu 2015 roku ustalono „utrzymanie wzrostu globalnych średnich temperatur na poziomie znacznie poniżej 2°C ponad poziom przedindustrialny i kontynuowanie wysiłków na rzecz ograniczenia wzrostu temperatur do 1,5°C”³⁹.

Linia niebieska na rysunku 1.12 odpowiada mniej więcej celowi ograniczenia zmiany klimatu uzgodnionemu na konferencji klimatycznej w Paryżu. Na razie jednak suma zadeklarowanych przez poszczególne kraje redukcji emisji prowadzi nas do scenariusza leżącego mniej więcej w połowie między niebieską a czerwoną linią.

Następstwa zmiany klimatu

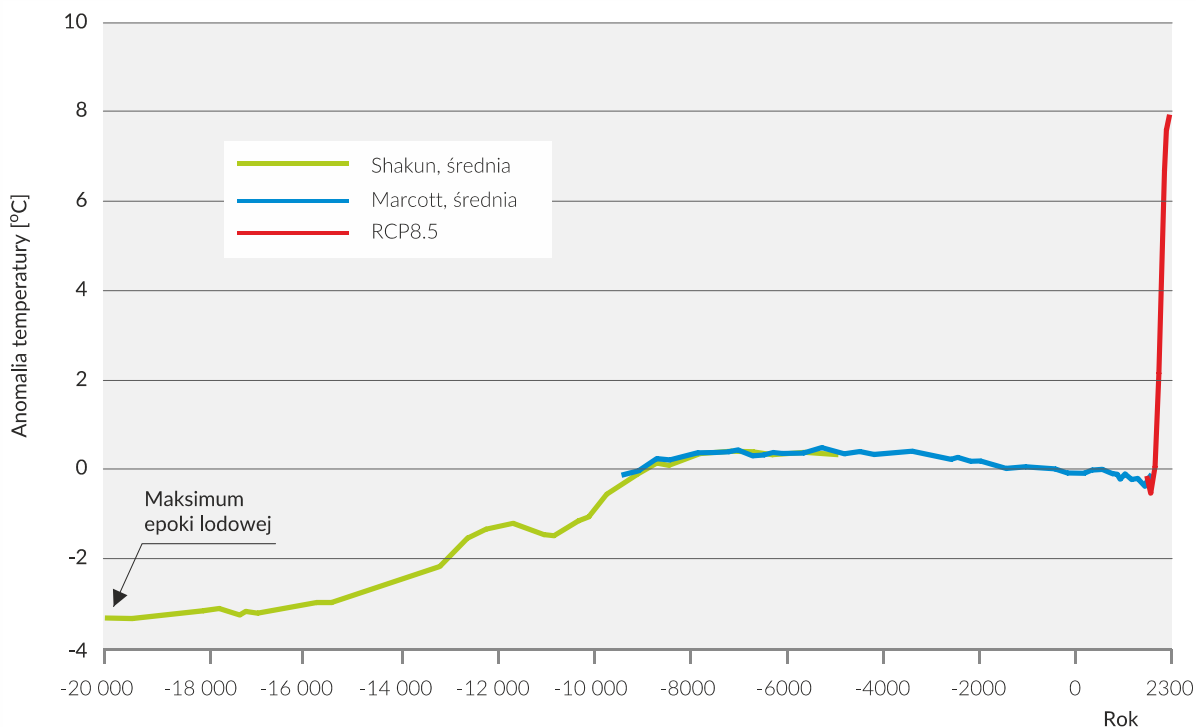
Mimo że Polska nie jest regionem najbardziej narażonym na konsekwencje zmiany klimatu, ich następstwa już teraz nas dotykają, a z czasem będą one coraz bardziej kosztowne. Według rządowego planu adaptacji do zmiany klimatu z 2013 roku, opracowanego dla Ministerstwa Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska, zatytułowanego *Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030*, w pierwszej dekadzie XXI wieku Polska z powodu globalnego ocieplenia straciła ok. 54 mld zł, w latach 2011–2020 prognozowane straty, jeśli nie będą podjęte działania adaptacyjne, są szacowane na 86 mld zł. W trzeciej dekadzie tego wieku mogą wynieść nawet 120 mld zł⁴⁰.

Jeśli wykorzystamy wszystkie paliwa kopalne, zrealizujemy scenariusz widoczny na wykresie 1.13. W takim przypadku nasz wpływ dalece wykroczy poza naturalną zmienność klimatu – w ciągu dwóch stuleci temperatura powierzchni Ziemi wzrośnie o ok. 8°C, a następnie stopniowo nawet o kilkanaście. Stabilny klimat holocenu odejdzie w przeszłość, a zastąpią go kolejno warunki odpowiadające najcieplejszym fazom interglacjacji (średnia temperatura na Ziemi wynosząca o 1,5°C więcej niż w obecnej epoce), klimatowi pliocenu (o 3°C więcej), a w końcu z eocenu i ery dinozaurów (o 5–10°C więcej). Dla porównania: wahania aktywności słonecznej w zakresie odpowiadającym różnicy między klimatem XX wieku a „małą epoką lodową” w drugiej połowie XVII wieku odpowiadały różnicy średniej temperatury globalnej rzędu zaledwie co najwyżej 0,3°C⁴¹.

³⁹ *Adoption of the Paris Agreement*, UNFCCC, 12 grudnia 2015, <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf> [dostęp: 10.05.2016] – tłum. autora.

⁴⁰ *Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030*, Ministerstwo Środowiska, 2013, https://bip.mos.gov.pl/fileadmin/user_upload/bip/strategie_plany_programy/Strategiczny_plan_adaptacji_2020.pdf [dostęp: 11.05.2016].

⁴¹ Georg Feulner, Stefan Rahmstorf, *On the effect of a new grand minimum of solar activity on the future climate on Earth*, „Geophysical Research Letters” 2010, t. 37.



RYSUNEK 1.13. Zmiany temperatury w ostatnich 22 tys. lat wraz z prognozą przyszłości na podstawie scenariusza RCP 8.5. Opracowanie własne, linia zielona⁴² i niebieska⁴³ – rekonstrukcje na podstawie danych paleoklimatycznych, linia czerwona – wyniki pomiarów bezpośrednich⁴⁴ oraz projekcji klimatu⁴⁵ (gruba linia odpowiada minimalnemu szacowanemu wzrostowi temperatury w scenariuszu spalania wszystkich paliw kopalnych, linia średniej grubości – wartości najbardziej prawdopodobnej, a linia najcieńsza – maksymalnemu prognozowanemu wzrostowi temperatury).

Czy możemy zaadaptować się do zmieniającego się klimatu? W scenariuszu ocieplenia ograniczonego do 2°C – na pewno. Ale czy będzie to możliwe także w świecie, w którym spalimy wszystkie możliwe zasoby paliw kopalnych?

Jeśli obecny trend wzrostu emisji gazów cieplarnianych będzie kontynuowany, doprowadzimy do zamiany znacznej części Ziemi w miejsce nienadające się do życia dla ludzi i innych zwierząt stałocieplnych. Organizm ludzki można porównać do grzejnika o mocy ok. 100 W. Produkowane przez niego ciepło musi być na bieżąco odprowadzane. Przy niskiej temperaturze otoczenia jest to proste. Także przy temperaturze otoczenia przekraczającej temperaturę ciała (36,6°C), ale przy niskiej wilgotności powietrza, nie następuje to problemów – ciepło może być odprowadzone dzięki parowaniu potu, możemy więc znieść temperatury nawet powyżej 40°C. Jednak wysoka wilgotność powietrza utrudnia parowanie potu, więc mechanizm chłodzenia przestaje działać. Istnieje zatem zależna od wilgotności temperatura graniczna, powyżej której niemożliwe jest chłodzenie ciała przez parowanie. Jeśli jest zbyt ciepło oraz wilgotno, człowiek nie jest w stanie usunąć ciepła z organizmu, co przy dłuższym przebywaniu w takich warunkach doprowadziłoby do jego śmierci w wyniku udaru cieplnego.

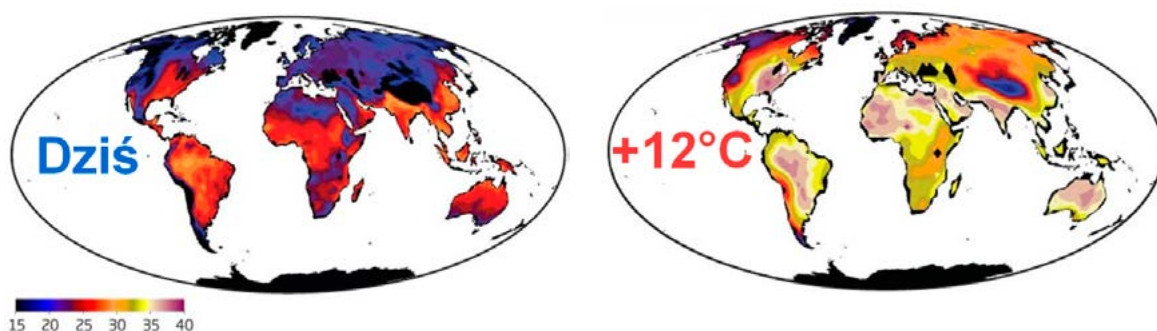
⁴² Jeremy D. Shakun, Peter U. Clark i in., *Global warming preceded...*, dz. cyt.

⁴³ Shaun A. Marcott, *A Reconstruction...*, dz. cyt.

⁴⁴ HadCRUT4, Met Office, 2014, <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut4/> [dostęp 10.05.2016].

⁴⁵ Malte Meinshausen i in., *The RCP greenhouse gas...*, dz. cyt.

Tę złożoną funkcję temperatury i wilgotności możemy mierzyć za pomocą tzw. temperatury mokrego termometru⁴⁶. Wielkość ta mówi między innymi o możliwości chłodzenia organizmu poprzez odparowywanie potu. Gdy sięga ona 35°C, stojący w bezruchu, w cieniu, w podmuchach silnego wiatru, zdrowy i silny człowiek bez ubrania wytrzyma kilka godzin. Jeśli będzie musiał pracować, przebywać na słońcu lub w przypadku, gdy inne czynniki będą odbiegać od idealnych, próg przeżycia będzie znacznie niższy. Dziś na powierzchni Ziemi nie ma miejsc, w których temperatura mokrego termometru przekraczałaby 30°C (zobacz rysunek 1.14). W świecie cieplejszym o 12°C (do czego możemy doprowadzić) zabójcze warunki będą panowały na zdecydowanej większości powierzchni lądów⁴⁷. Człowiek może do pewnego stopnia chronić się przed nimi, np. dzięki klimatyzacji. Jednak tego samego nie można powiedzieć o żyjących na tych terenach zwierzętach.



RYСУNEK 1.14. Najwyższe tzw. temperatury mokrego termometru $T_{W(max)}$, decydujące o możliwości pozbywania się ciepła przez organizmy żywe. Regiony z $T_{W(max)}$ przekraczającą 35°C to tereny fizycznie niezdatne do życia dla ssaków⁴⁸.

Trzeba podkreślić, że problemem nie jest jedynie to, że cieplejszy klimat planety byłby dla nas gorszy czy nawet fizycznie zabójczy w rejonach zwrotnikowych. Chodzi o szybkość wzrostu średniej temperatury, która jest na tyle duża, że trudno nam się będzie przystosować do nowej sytuacji i nadążyć ze zmianą miejsc zamieszkania, uprawianych roślin czy dostosowaniem infrastruktury.

Strefy klimatyczne przesuną się o tysiące kilometrów w kierunku biegunów. Tereny z klimatem arktycznym i subarktycznym znikną zupełnie, podobnie jak ich ekosystemy. Zmiany będą zbyt gwałtowne, by zwierzęta i rośliny mogły się dostosować bądź przenieść w inne miejsce. W rejonie Morza Śródziemnego (i nie tylko) prognozowane upały oraz znaczący spadek opadów sprzyjać będą występowaniu bardzo intensywnych susz.

⁴⁶ Zwanej tak ze względu na sposób pomiaru – termometr jest owijany wilgotnym materiałem. W zależności od wilgotności w otoczeniu woda paruje i wydajniej lub słabiej chłodzi termometr.

⁴⁷ Steven C. Sherwood, Matthew Huber, *An adaptability limit to climate change due to heat stress*, „Proceedings of the National Academy of Sciences” 2010, t. 107, nr 21.

⁴⁸ Tamże.

Globalny problem

Nie jest to zresztą kwestia odległej przyszłości. Uchodźcy z Bliskiego Wschodu i Afryki już teraz coraz tłumniej szukają lepszych warunków do życia w Europie.

Gdyby nie rewolucja w Syrii, nie byłoby prawdopodobnie tzw. Państwa Islamskiego, którego działania doprowadziły z kolei do destabilizacji Iraku. To najpoważniejsze przyczyny strumienia uchodźców płynącego do nas z Bliskiego Wschodu. Jednym z powodów rewolucji w Syrii była zaś najprawdopodobniej zmiana klimatu. Klimatolodzy od dawna prognozowali, że w miarę ocieplania się klimatu i przesuwania się stref klimatycznych rejon Morza Śródziemnego będzie jednym z najszybciej wysuszających się na planecie. I rzeczywiście – w latach 2006–2010 w Syrii nastąpiła największa w nowożytnej historii kraju susza. Po wyczerpaniu dostępnych pokładów wodonośnych plony załamały się, padła większość zwierząt hodowlanych, a we wsiach położonych we wschodniej i północno-wschodniej części kraju setki tysięcy rodzin utraciło środki utrzymania i wyemigrowało z nich do większych miast, takich jak Aleppo czy Damaszek. Ubóstwo dotknęło z tego powodu blisko 80% populacji Syrii. Brak pomocy ze strony rządu i represje wobec ludności doprowadziły do wojny domowej.

Zmiana klimatu i jej konsekwencje nie były oczywiście jedynym destabilizacyjnym czynnikiem. Wśród nich można tu wymienić także wzrost populacji (zarówno Syrii, jak i Bliskiego Wschodu oraz Afryki – mniej więcej pięciokrotny od 1950 roku), rabunkową eksploatację zasobów, czynniki geopolityczne, gwałtownie postępujące wylesianie, wysychanie oraz zanieczyszczanie rzek i jezior, utratę nadmiernie pompowanych wód głębinowych, erozję gleb oraz degradację ekosystemów. Na to wszystko nałożyła się zmiana klimatu, która – jak pokazują analizy – w przypadku Syrii była najprawdopodobniej kroplą, która przepełniła czarę goryczy⁴⁹.

Na świecie będzie niestety coraz więcej miejsc, w których dodatkowa presja w postaci zmiany klimatu doprowadzi do załamania porządku społecznego. Setki tysięcy uchodźców szukających schronienia w Europie lub ginących w drodze ku jej wybrzeżom mogą być zwiastunem scen chaosu i cierpienia, które rozleją się po świecie wraz z klimatem wzrostem średniej globalnej temperatury. Rysunek 1.14 pozwala zrozumieć, skąd i dokąd będą przemieszczać się setki milionów uchodźców klimatycznych.

Nie ma fizycznej możliwości, żeby europejskie społeczeństwa przyjęły dziesiątki, a może nawet setki milionów uchodźców. Jeśli chcemy myśleć o rozwiązaniu kryzysu, nie możemy koncentrować się na leczeniu objawów, lecz musimy skupić się na przyczynach – destabilizacji sytuacji poza naszymi granicami. A to, wśród wielu innych problemów do rozwiązania, wymaga ograniczenia skali zmian klimatu.

Inna planeta

Wykorzystanie wszystkich paliw kopalnych miałoby oczywiście więcej konsekwencji niż tylko wzrost średniej temperatury powierzchni Ziemi czy zmiana miejsca i pór występowania opadów. Wzrost temperatury doprowadziłby do całkowitego stopienia lodolodów Grenlandii i Antarkty-

⁴⁹ Collin P. Kelley, Shahrzad Mohtadi, Mark A. Cane, Richard Seager, Yochanan Kushnir, *Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought*, „Proceedings of the National Academy of Sciences” 2015, t. 112, nr 11, <http://www.pnas.org/content/112/11/3241.full.pdf> [dostęp 5.02.2017].

dy, w rezultacie światowy poziom mórz wzrósłby o kilkadziesiąt metrów. Morze Bałtyckie zamieniłoby się w Zatokę Bałtycką, a cała Dania, północne regiony Polski i Niemiec oraz kraje bałtyckie zniknęłyby pod wodą. Oczywiście nie nastąpiłoby to z dnia na dzień – stopienie lodolodów będzie trwało stulecia, jednakże wzrost poziomu morza będzie mógł być liczony nawet w metrach na stulecie⁵⁰. Oznaczałoby to też kilkaset lat braku stabilnej linii brzegowej. Zalanie miast często nie przebiegałoby łagodnie, z powolnym wzrostem poziomu wody o kilka centymetrów rocznie, lecz w katastrofach, kiedy przy niesprzyjających warunkach pogodowych fala sztormowa przełamywałaby wały i zalewała miasto leżące kilka lub kilkanaście metrów poniżej poziomu morza.

Do katastrofalnego wzrostu poziomu morza nie trzeba zresztą spalania całości węgla, ropy i gazu. Nawet ustabilizowanie się stężenia CO₂ na obecnym poziomie 400 ppm (często określanym jako „bezpieczny”) doprowadzi do stopniowego wzrostu średniej temperatury powierzchni Ziemi o ok. 2–3°C. Ostatnim razem, kiedy panowały takie warunki, poziom morza był wyższy o 20–30 m⁵¹.

Już teraz, w rezultacie rozpuszczania się w oceanach ok. 25% emitowanego przez nas CO₂, kwasowość oceanów wzrosła o 30%, czyli do poziomu, jaki nie występował od ponad 20 mln lat. Wykorzystanie wszystkich paliw kopalnych spowoduje spadek współczynnika pH wód oceanicznych o 0,7–1. Nastąpi wzrost ich kwasowości do poziomu niemającego precedensu od co najmniej ostatnich 300 mln lat⁵². Będzie to miało katastrofalne konsekwencje dla organizmów budujących wapienne szkieleciki i muszle. Obniżenie wskaźnika pH wody oznacza również obniżenie koncentracji jonów węglanowych – struktury zbudowane z węglanu wapnia zamiast wzrastać staną się podatne na rozpuszczenie w wodzie. Są miejsca na świecie, gdzie już się to odbywa – a tych miejsc będzie coraz więcej. Ograniczenie możliwości budowania szkieletów dotyczyć będzie organizmów, których aktywność stanowi podstawę ekosystemu raf koralowych i łańcucha pokarmowego w oceanach, w tym m.in. koralowców, małży i wielu gatunków zooplanktonu⁵³.

Ocieplanie się powierzchniowych warstw oceanów prowadzi do spadku ich natlenienia. Co więcej, wzrost temperatury wód powierzchniowych powoduje spadek ich gęstości, przez co słabnie ich mieszanie się z bogatymi w składniki odżywcze wodami głębinowymi. Już teraz obserwuje się następstwa tych procesów: ilość fitoplanktonu oceanicznego od połowy XX wieku spadła o 40%, a największy spadek następuje tam, gdzie wzrost temperatury jest największy⁵⁴.

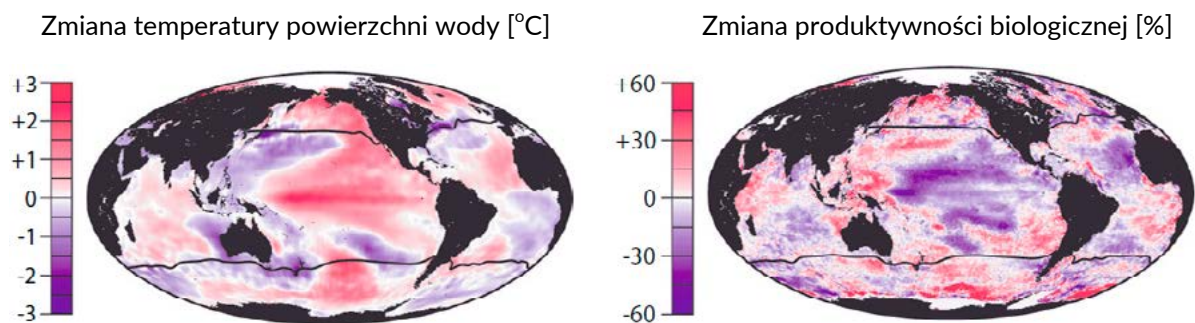
⁵⁰ Peter U. Clark, Jeremy D. Shakun i in., *Consequences of twenty-first-century policy for multi-millennial climate and sea-level change*, „Nature Climate Change” 2016, t. 6, s. 360–369.

⁵¹ Gavin L. Foster, Eelco J. Rohling, *Relationship between sea level and climate forcing by CO₂ on geological timescales*, „Proceedings of the National Academy of Sciences” 2013, t. 110, nr 4, <http://www.pnas.org/content/110/4/1209.full.pdf>, [dostęp 5.02.2017].

⁵² Carles Pelejero, Eva Calvo, Ove Hoegh-Guldberg, *Paleo-perspectives on ocean acidification*, „Trends in Ecology and Evolution” 2010, t. 25, nr 6, s. 332–344.

⁵³ *20 faktów o zakwaszaniu oceanów*, 10.04.2014, <http://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/20-faktow-o-zakwaszaniu-oceanow-42> [dostęp 13.05.2016].

⁵⁴ *Temperature and Productivity Anomalies, 1999–2004*, [w:] Sarah Dewitt, *NASA Data Reveals Climate Warming Reduces Ocean Food Supply*, NASA, Goddard Space Flight Center, 12.06.2006, http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2006/warm_marine_multimedia.html [dostęp 12.05.2016].



RYSUNEK 1.15. Odchylenie od średniej temperatury oceanów w latach 1999–2004 zestawione ze zmianą produktywności biologicznej. Kolor czerwony oznacza wzrost wartości, kolor niebieski – jej spadek⁵⁵.

Gwałtowny wzrost temperatury powierzchni oceanów doprowadzi do zahamowania cyrkulacji wód oceanicznych. Obecnie napędza ją opadanie zimnej wody na dno w rejonach podbiegunowych, tymczasem właśnie w tych rejonach wzrost temperatury będzie szczególnie silny. Słodka woda z topniejących lodolodów Grenlandii i Antarktydy spłynie do oceanów i trafi w miejsca, w których obecnie woda opada w głąbiny. Ciepła i słodka woda nie będzie jednak opadać na dno, co doprowadzi do zatrzymania oceanicznej cyrkulacji termohalinowej⁵⁶ i mechanizmów usuwania CO₂ z atmosfery, a co gorsza – do odtleniania głębokich warstw oceanów.

W miarę postępowania zmian klimatu ekosystemy oceaniczne doświadczą masowego wymierania gatunków, prowadzącego do poważnej utraty bioróżnorodności. W scenariuszu znacznych zmian klimatu w oceanach dominować będą mikroby i meduzy, a w skrajnej sytuacji – bakterie siarkowe⁵⁷.

Jeśli obecny trend wzrostu emisji będzie kontynuowany, przekroczymy kolejne środowiskowe punkty krytyczne, np. topnienia lodolodów Antarktydy i Grenlandii, wymierania raf koralowych, kolejnych ogniw łańcucha pokarmowego w oceanie, lasów deszczowych Amazonii, ekosystemów arktycznych, rozpadu wiecznej zmarzliny i oceanicznych hydratów metanu czy zastąpienia życia tlenowego w oceanach przez produkujące siarkowodor bakterie siarkowe. Po przekroczeniu punktów krytycznych zatrzymanie i odwrócenie tych zmian nie będzie już możliwe, ponieważ działające w ziemskim systemie klimatycznym sprzężenia zwrotne będą je dalej napędzać.

To, do czego możemy doprowadzić, spalając kopalne węgiel, gaz i ropę, niepokojąco przypomina scenariusze wielkich wymierań z historii geologicznej Ziemi, podczas których ginęła większość zamieszkujących naszą planetę gatunków. Nie do końca rozumiemy mechanizmy prowadzące do przemiany środowiska z przyjaznego życiu tlenowemu w zabójcze, jednak to, że nie do końca je rozumiemy i nie jesteśmy pewni, co się stanie, nie powinno nas uspokajać, lecz

⁵⁵ Tamże.

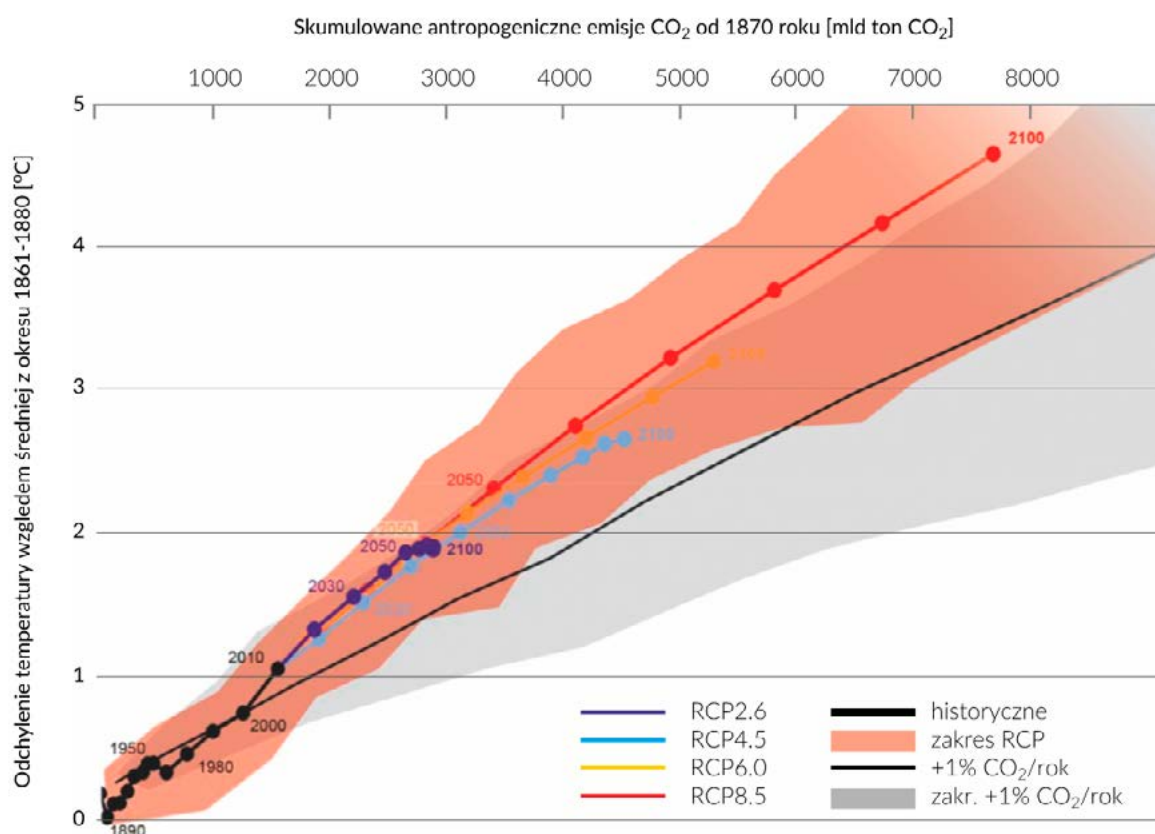
⁵⁶ Cyrkulacja termohalinowa to ruchy wód oceanicznych napędzane różnicami w temperaturze wód w różnych częściach świata i na różnych głębokościach.

⁵⁷ Jonathan L. Payne, Matthew E. Clapham, *End-Permian Mass Extinction in the Oceans: An Ancient Analog for the Twenty-First Century?*, „Annual Review of Earth and Planetary Sciences” 2012, t. 40, s. 89–111.

stanowić poważne ostrzeżenie. Wiemy bowiem, że jeśli coś miało miejsce w przeszłości, to jest to możliwe również w przyszłości.

Rekomendowane poziomy ograniczenia zmiany klimatu

Na szczycie klimatycznym w Paryżu pod koniec 2015 roku uczestniczące w nim delegacje 196 państw zgodnie zaakceptowały cel „utrzymania wzrostu średniej globalnej temperatury na poziomie znacznie poniżej 2°C poziomu przedindustrialnego i kontynuowanie wysiłków na rzecz ograniczenia wzrostu temperatur do 1,5°C”⁵⁸.



RYSUNEK 1.16. Wzrost średniej temperatury powierzchni Ziemi, jaki wystąpi w zależności od sumy światowych emisji CO₂. Wyniki symulacji historycznych (1860–2010) pokazano kolorem czarnym. Po 2010 roku są one przedłużone o wyniki projekcji klimatu zgodnie ze scenariuszami emisji RCP2.6, 4.5, 6.0 i 8.5 (liczby oznaczają wymuszenie radiacyjne związane z działalnością człowieka, jakie zgodnie z poszczególnymi scenariuszami wystąpią w 2100 roku). Kolorowe linie odpowiadają wartościom średnim dla poszczególnych scenariuszy (dla każdego wykonano wiele eksperymentów numerycznych). Kolorowe cieniowanie ilustruje całkowity zakres wyników symulacji, jakie otrzymano w wyniku wszystkich eksperymentów numerycznych. Czarna linia i szare cieniowanie przedstawiają dla porównania średnią i zakres wyników dla scenariusza wzrostu koncentracji CO₂ w atmosferze o 1% rocznie⁵⁹.

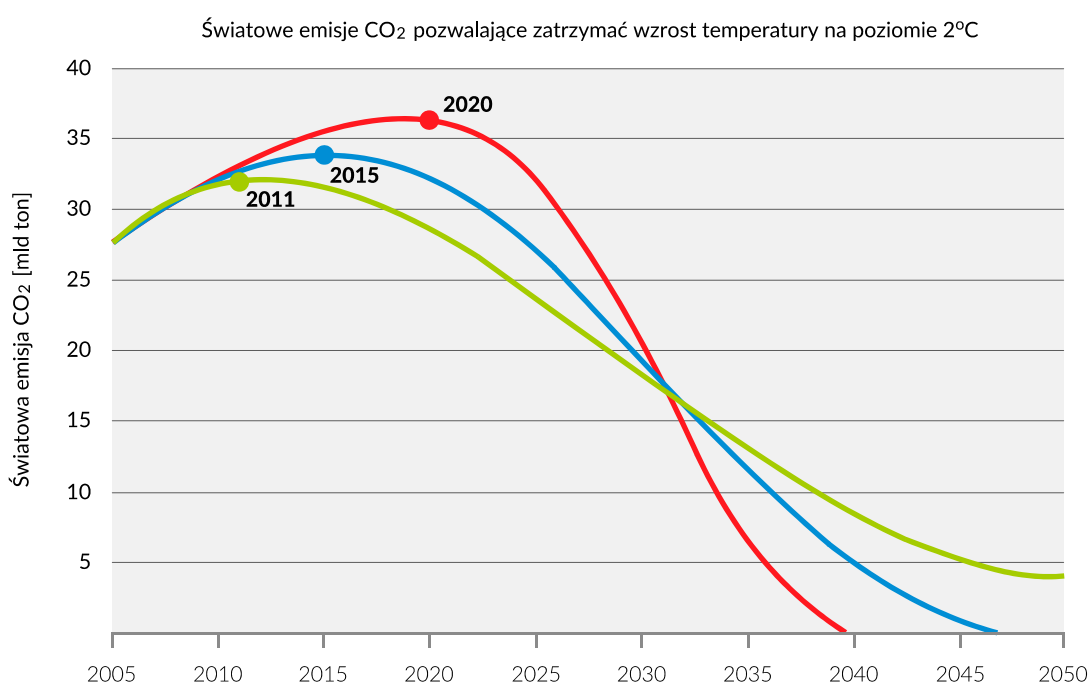
⁵⁸ Paris Agreement, ONZ 2015, 12.06.2006, https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf [dostęp 12.05.2016].

⁵⁹ Tamże.

Cel jest racjonalny, biorąc pod uwagę spodziewane następstwa wzrostu temperatury, ale przy obecnych trendach nierealistyczny. Aby mieć pewność, że temperatura nie wzrośnie o więcej niż 2°C, nie możemy wyemitować do atmosfery w sumie więcej niż 2500–3000 mld ton CO₂⁶⁰.

Warto zauważyć, że istotne jest nie tempo emisji, ale całkowita ilość wyemitowanych gazów cieplarnianych. Wynika to z faktu, że dwutlenek węgla wprowadzony do atmosfery pozostaje w niej bardzo długo. Procesy usuwające go z powietrza mają ograniczone możliwości: pochłaniająca CO₂ w procesie fotosyntezy roślinność może rozrastać się tylko na tyle, na ile pozwolą jej dostępność siedlisk, wody, składników odżywczych itd. Ilość dwutlenku węgla, jaki da się rozpuścić w oceanie, również jest ograniczona. Procesy wietrzenia skał krzemianowych (które reagując z dwutlenkiem węgla, zmieniają się w węglany) będą usuwać wyemitowany przez nas dwutlenek węgla przez setki tysięcy lat⁶¹.

Dotychczas wyemitowaliśmy już około dwóch trzecich dostępnego limitu. Oznacza to, że możemy spalić jeszcze mniej więcej połowę tej ilości paliw kopalnych co dotychczas i wyemitować wskutek tego ok. 800 mld ton CO₂. Biorąc pod uwagę, że duże emisje CO₂ wynikają także z procesów wylesiania i produkcji cementu i że prawdopodobnie nie zaprzestaniemy szybko tych praktyk, emisje związane z użyciem paliw powinniśmy ograniczyć do ok. 600 mld ton CO₂⁶². Przy obecnym tempie emisji (rzędu 35 mld ton CO₂ rocznie) wykorzystamy ten limit w ciągu kilkunastu lat.



RYСУNEK 1.17. Rekomendacje odnośnie zmniejszenia emisji CO₂, mającego na celu uniknięcie wzrostu średniej temperatury globalnej o ponad 2°C – z prawdopodobieństwem 66%⁶³.

⁶⁰ *Zmiana klimatu 2013...*, dz. cyt.

⁶¹ Tamże.

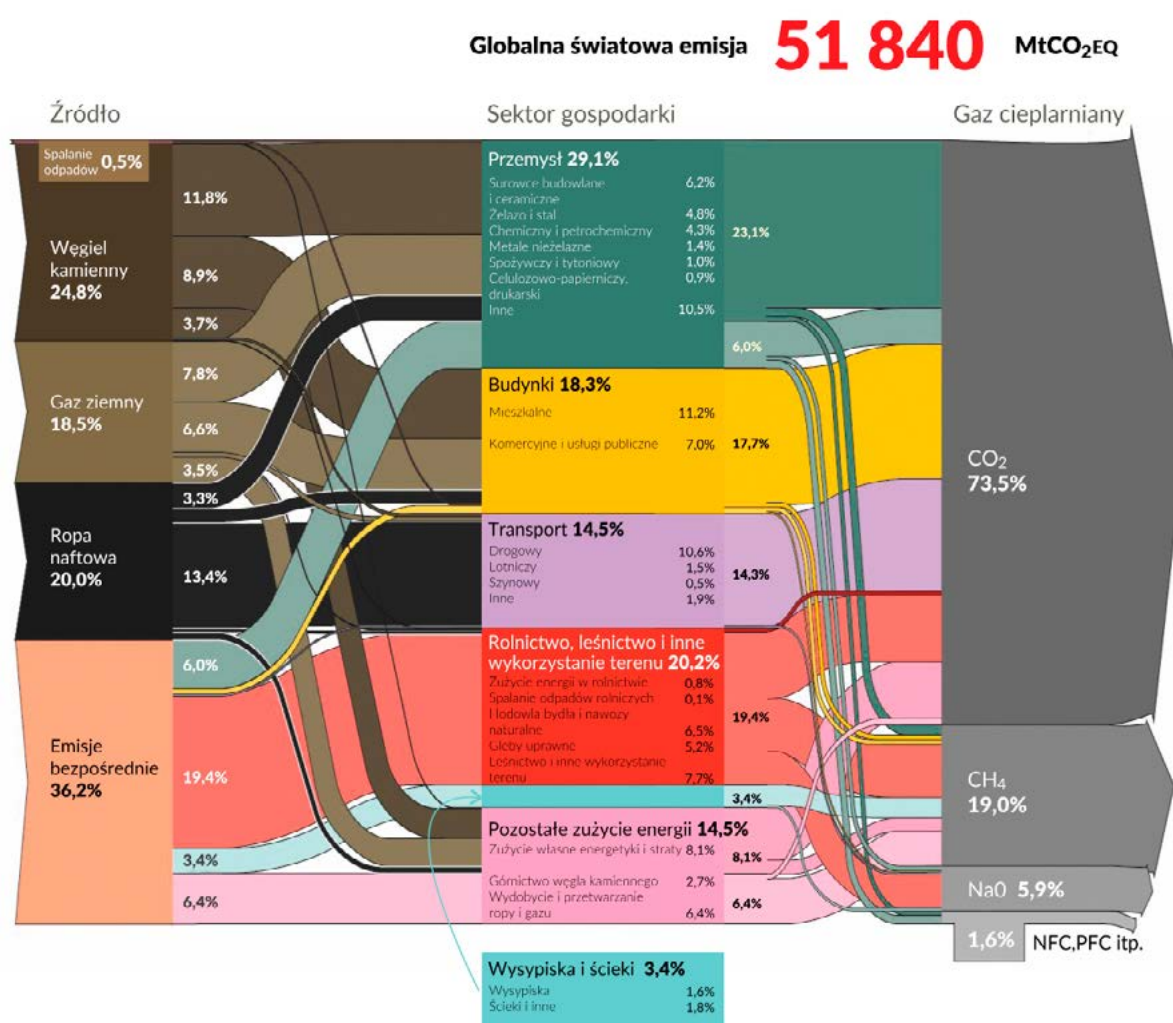
⁶² Kevin Anderson, *Duality in climate science*, „Nature Geoscience” 2015, t. 8, s. 898–900.

⁶³ *The Copenhagen Diagnosis: Updating the World on the Latest Climate Science*, Climate Science Report 2009, <http://www.copenhagen diagnosis.com/> [dostęp 12.05.2016].

Przeciwdziałanie zmianie klimatu

Aby zahamować zmianę klimatu, koniecznym posunięciem jest zdecydowane zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, przede wszystkim dwutlenku węgla i metanu. Głównym procesem, który należy ograniczyć jest wykorzystywanie paliw kopalnych, odpowiadających za blisko dwie trzecie światowych emisji gazów cieplarnianych^{64, 65}.

Paliwa kopalne są zasobem nieodnawialnym i szybko się wyczerpują, czyli tak czy inaczej trzeba znaleźć dla nich alternatywę. Działanie to staje się pilne. Korzystną konsekwencją odejścia od paliw kopalnych będzie zmniejszenie zanieczyszczeń powietrza, ograniczenie kosztów zewnętrznych związanych z wydobyciem paliw oraz zbudowanie przyszłościowych, innowacyjnych działów gospodarki (i stworzenie przy tym nowych miejsc pracy). Z polskiego punktu widzenia pozytywnym efektem rezygnacji z użycia paliw kopalnych będzie także uniezależnienie się od ich importu.



RYSUNEK 1.18. Światowe emisje gazów cieplarnianych z podziałem na źródła, sektory i gazy cieplarniane. Za emisje bezpośrednie (poza spalaniem węgla, gazu i ropy) odpowiadają m.in. wylesianie, hodowla zwierząt czy wysypiska⁶⁶.

⁶⁴ World GHG Emissions Flow Chart, Ecofys 2015.

⁶⁵ Corinne Le Quéré, Global Carbon Budget 2015, „Earth System Science Data” 2015, t. 7, wyd. 2.

⁶⁶ World GHG Emissions..., dz. cyt.

Epoka paliw kopalnych skończy się, a próby jej przedłużania wiążą się z olbrzymimi kosztami, nie tylko finansowymi. Wcześniej czy później paliwa kopalne będziemy musieli czymś zastąpić. O tym, jak to zrobić, opowiadają kolejne rozdziały tego raportu.



Źródła emisji zanieczyszczeń powietrza w Polsce

Arkadiusz Węglarz, Paweł Gilewski

Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA

Kraków, Nowy Sącz, Gliwice, Zabrze, Sosnowiec i Katowice znalazły się w pierwszej dziesiątce miast europejskich z największą liczbą dni w roku ze stężeniem PM10 przekraczającym normy zanieczyszczenia powietrza, utrzymującym się przez sto dni w roku. Polska jest krajem o dominującej pozycji węgla w energetyce i w związku z tym o dużej emisji gazów cieplarnianych. Ma najbardziej zanieczyszczone powietrze w Unii Europejskiej.

Istnieje realna szansa zmiany sytuacji w zakresie poprawy jakości powietrza i zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych. Konieczne są konsekwentne działania w zakresie wzrostu efektywności energetycznej budynków i zamiany źródeł energii (ciepła i energii elektrycznej) na niskoemisyjne.

Wstęp

Polska od lat ma najbardziej zanieczyszczone powietrze w Unii Europejskiej, jest też znaczącym emitentem gazów cieplarnianych. Linią demarkacyjną, jeśli chodzi o wielkość emisji zanieczyszczeń, jest 1989 rok. Przed okresem transformacji największe emisje zanieczyszczeń powietrza pochodziły z zakładów wykorzystujących węgiel i paliwa stałe do wytwarzania energii. Dzięki sukcesywnym zmianom przepisów ochrony środowiska, nakładającym ograniczenia głównie na duże podmioty, zanieczyszczenia stopniowo były redukowane. Ograniczenie emisji i wyśrubowane normy środowiskowe objęły głównie duże podmioty takie jak elektrownie, elektrociepłownie i ciepłownie. Zakłady te zostały zmuszone do zastosowania odpowiednich urządzeń odpylających i odsiarczających, dzięki którym emisja tych substancji do powietrza uległa znacznemu zmniejszeniu. Wejście Polski do Unii Europejskiej w 2004 roku było znaczącym katalizatorem zmian w zakresie redukcji emisji zanieczyszczeń. Konieczne były wdrożenie przepisów unijnych do prawodawstwa polskiego oraz podjęcie działań, które umożliwią osiągnięcie określonych na poziomie unijnym celów dotyczących jakości powietrza. Jedną z ważnych zmian, która wpłynęła na duże podmioty emitujące CO₂, było wprowadzenie

Europejskiego Systemu Handlu Emisjami (EU ETS), który nakłada zbiorcze limity w tym zakresie.

Przed Polską wciąż stoi wiele wyzwań związanych z ograniczaniem emisji zanieczyszczeń do powietrza, jednakże widać już pozytywne efekty podejmowanych działań w jego ochronie. Do tej pory w dużych zakładach udało się np. znacznie zredukować emisje siarki czy rtęci. Mimo to kwestia emisji gazów cieplarnianych nadal pozostaje dużym problemem.

Można wyróżnić dwa główne rodzaje emisji: wysoką i niską. Do tzw. wysokiej emisji zalicza się tę pochodzącą z sektora przemysłu oraz energetyki zawodowej. Natomiast zjawisko niskiej emisji jest efektem spalania w domowych piecach i kotłach węgla oraz innych paliw stałych, w tym przede wszystkim drewna i niestety również śmieci. Znaczącym źródłem niskiej emisji jest również sektor transportu. Źródła niskiej emisji znajdują się na wysokości nie wyższej niż 40 metrów. Ten typ emisji jest szczególnie uciążliwy dla ludzi, gdyż determinuje lokalną jakość powietrza, która zwłaszcza w okresach grzewczych ulega znacznemu pogorszeniu. Stanowi on także jedną z głównych przyczyn powstawania smogu. Istotne jest rozróżnienie, że niska emisja nie jest bezpośrednio tożsama ze smogiem. Jak wspomniano wcześniej, jest ona jednym z głównych czynników jego powstawania, lecz aby go zaobserwować, konieczne jest zaistnienie określonych warunków atmosferycznych (w szczególności brak wiatru i wysoka wilgotność powietrza). Ponadto brak smogu nie oznacza braku niskiej emisji – często te dwa pojęcia są mylone.

Doraźne przeciwdziałanie zjawisku smogu jest trudne. Niektóre miasta (np. Warszawa) w okresach znaczących przekroczeń wybranych substancji oferuje bezpłatną komunikację publiczną jako zachętę do rezygnacji z indywidualnych środków transportu. Długookresowe działania, które pozwalają na ograniczenie intensywności smogu związane są z ograniczaniem niskiej emisji, określone są np. w programach ochrony powietrza.

Jako ilustrację skali zjawiska problemu jakości powietrza w Polsce warto przywołać niechlubną dla Polski statystykę, według której sześć polskich miast znajduje się w pierwszej dziesiątce miast europejskich z największą liczbą dni w roku, w których przekroczone są limity stężenia pyłu PM10 (ang. *particulate matter* – PM). Do miast tych należą: Kraków, Nowy Sącz, Gliwice, Zabrze, Sosnowiec i Katowice. Normy przekraczane są ponad sto dni w roku.

Do najważniejszych i powszechnie występujących substancji zanieczyszczających powietrze można zaliczyć: dwutlenek siarki (SO₂), tlenki azotu (NO_x), tlenek węgla (CO), pyły, metale ciężkie (kadm, ołów, rtęć), amoniak (NH₃), lotne związki organiczne oraz trwałe zanieczyszczenia organiczne.

Zgodnie z przeprowadzoną przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE) inwentaryzacją emisji gazów cieplarnianych¹ w Polsce dominującym gazem cieplarnianym jest dwutlenek węgla, natomiast w znacznych ilościach emitowane są także metan, tlenek azotu oraz fluorowane gazy cieplarniane. Porównanie emisji różnych zanieczyszczeń opiera się na sprowadzeniu do wspólnej jednostki, tj. ekwiwalentnej emisji CO₂, która jest rozumiana jako ilość gazów cieplarnianych wyrażona iloczynem masy danego gazu cieplarnianego w tonach metrycznych i jej współczynnika globalnego ocieplenia.

¹ Krajowy raport inwentaryzacyjny 2016. Inwentaryzacja gazów cieplarnianych w Polsce dla lat 1988–2014, raport syntetyczny, Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, Warszawa, maj 2016.

Rodzaje zanieczyszczeń atmosfery

Do głównych substancji zanieczyszczających powietrze zaliczają się:

Tlenki siarki (SO_x)

Podstawowym produktem spalania zawierających siarkę paliw są tlenki siarki SO₂ i SO₃, które w kontakcie z wodą zamieniają się w kwasy H₂SO₃ i H₂SO₄. Związki zakwaszające szkodliwie oddziałują na środowisko, w szczególności na szatę roślinną. Jednym z głównych czynników bezpośredniego zakwaszania są tzw. kwaśne deszcze, które powstają na skutek reakcji wody z pochłoniętymi z powietrza gazami.

Poza wpływem na środowisko naturalne należy także podkreślić wpływ tlenków siarki na zdrowie ludzi. Zawarte w powietrzu tlenki siarki powodują korozję materiałów konstrukcyjnych, takich jak np. stal, cynk, miedź i aluminium. Natomiast kwasy siarkowe rozpuszczają marmur, wapń i cement, uszkadzając w ten sposób budynki, pomniki i zabytki. Problem ten można w zasadzie rozwiązać za pomocą instalacji odsiarczania spalin, które w dużych zakładach, dzięki unijnym wymaganiom, są standardem. Niestety w polskich gospodarstwach nagminnie pali się bardzo zasiarczonym węglem. Szczególną popularnością cieszy się tzw. ekogroszek – paliwo o bardzo wysokiej zawartości siarki (rzędu 1,7%).

Tlenki azotu (NO_x)

Tlenki azotu należą do najbardziej niebezpiecznych związków dostających się do atmosfery w wyniku działalności gospodarczej. Odgrywają one istotną rolę w powstawaniu takich niekorzystnych zjawisk, jak kwaśne deszcze, smog zimowy, smog fotochemiczny, a pośrednio – jako prekursor ozonu troposferycznego – również w nasileniu efektu cieplarnianego. Dla zdrowia ludzkiego najbardziej szkodliwe są zjawiska smogowe i zwiększone stężenie ozonu przy powierzchni gruntu. Kwaśne deszcze stanowią główne zagrożenie dla równowagi ekosystemów wodnych i leśnych, natomiast nasilony efekt cieplarniany, do którego tlenki azotu się przyczyniają, może prowadzić do globalnych zaburzeń klimatycznych.

Emisja tlenków azotu NO_x oznacza sumaryczną emisję NO i NO₂ przeliczoną na równoważnik NO₂; emisja pozostałych tlenków azotu nie jest uwzględniana.

Dwutlenek azotu NO₂ jest trującym gazem, oddziałuje w sposób szkodliwy na roślinność, zdrowie ludzkie oraz ogranicza widzialność.

Tlenek węgla (CO)

Tlenek węgla powstaje podczas niepełnego spalania paliw. W atmosferze utlenia się do CO₂, w wyniku tej reakcji powstaje również ozon. Tlenek węgla jest gazem bezbarwnym, bezwonym, silnie trującym dla organizmu człowieka. Ze względu na mały ciężar właściwy szybko rozprzestrzenia się w powietrzu atmosferycznym. Istotą szkodliwego działania tlenku węgla jest to, że wdychany wraz z powietrzem łączy się z hemoglobina krwi, która traci pod jego wpływem zdolność do pobierania tlenu.

Amoniak (NH₃)

Amoniak jest lżejszym od powietrza gazem o bardzo dużej aktywności chemicznej. Doskonale rozpuszcza się w wodzie oraz w parze wodnej. Rozpuszczony w wodzie ma silne właściwości utleniające, przez co jest ważną przyczyną korozji elementów metalowych w budynkach. Amoniak, ze względu na swoje właściwości fizyko-chemiczne, może być przyczyną znacznego spadku produktywności zwierząt, a nawet poważnych problemów zdrowotnych zwierząt i ludzi. Osoby, które codziennie wdychają powietrze zawierające amoniak, uskarżają się często na chroniczny kaszel, pieczenie w oczach, bóle mięśni i duszności².

Pyły

Pyłem nazywa się mieszaninę cząstek stałych zawieszonych w powietrzu. Obecnie ze względu na rozmiary cząstek stosuje się następujący podział pyłów:

- **całkowity pył zawieszony TSP** – oznacza całkowitą zawartość pyłu w powietrzu, obejmuje frakcje PM10 i PM2,5;
- **pył drobny PM10** – oznacza frakcję pyłu zawieszonego, której cząstki mają średnice mniejsze niż 10 µm;
- **pył bardzo drobny PM2,5** – jest to frakcja pyłu zawieszonego, o rozdrobnieniu koloidalnym, w której cząstki mają średnice mniejsze niż 2,5 µm³.

Pyły⁴ oddziałują szkodliwie przede wszystkim na:

- **zdrowie ludzkie** – przedostają się do organizmu człowieka przez drogi oddechowe lub pośrednio przez układ pokarmowy, kiedy spożywana jest skażona żywność (szczególnie dotyczy to metali ciężkich); najbardziej toksyczne są pyły emitowane przez hutnictwo miedzi, cynku, ołowiu i aluminium, toksyczne są też pyły pochodzące z hutnictwa żelaza, przemysłu gumowego, celulozowego, nawozów sztucznych, farb i lakierów;
- **glebę i roślinność**, oddziaływanie uzależnione jest w dużym stopniu od składu chemicznego pyłów; szkodliwe działanie pyłów polega także na pokrywaniu liści warstwą izolującą, ograniczającą dostęp promieniowania słonecznego;
- **wody powierzchniowe i podziemne** – powodują ich zanieczyszczenie;
- **materiały maszyn i mechanizmów** – powodują przyspieszone ich zużywanie się.

² Ryszard Rolecki, *Charakterystyka toksykologiczna trwałych zanieczyszczeń organicznych i szlaki narażenia ludzi na te zanieczyszczenia*, materiały robocze do sporządzenia profilu TZO w Polsce, Instytut Ochrony Środowiska, <http://www.ks.ios.org.pl/gef/doc/GF-POL-INV-R15.PDF> [dostęp 5.02.2017].

³ Grubość włosa ludzkiego to przeciętnie 50–60 µm.

⁴ Stanisław Kamiński, *Podstawowe zanieczyszczenia powietrza*, http://archiwum.ekoportal.gov.pl/prawo_dokumenty_strategiczne/ochrona_srodowiska_w_polsce_zagadnienia/Powietrze/PodstawoweZanieczyszczenia_Powietrza.html [dostęp 5.02.2017].

Ponadto problemem jest osadzanie się pyłów na liniach wysokiego napięcia, korozja materiałów wykonanych z metali oraz szybsze brudzenie się materiałów, ograniczenie widzialności, gdyż pyły w atmosferze stają się jądrami kondensacji pary wodnej, przez co sprzyjają powstawaniu mgieł i smogów. Te z kolei wpływają na absorpcję i rozpraszanie słonecznego promieniowania świetlnego.

Efekty zdrowotne przewlekłej ekspozycji na pył zawieszony są już obecnie bardzo dobrze poznane. Co jednak istotne, bardzo niebezpieczne może być nie tylko wieloletnie narażenie, lecz także nawet stosunkowo krótka ekspozycja na pył zawieszony, w szczególności w przypadku wysokich jego stężeń w powietrzu. Szczególnie zagrożone są kobiety ciężarne, dzieci, osoby starsze oraz osoby cierpiące na choroby układów krążenia lub oddechowego, a również osoby otyłe i cukrzycy. Warto podkreślić, iż istnieją badania pokazujące, że w danej grupie wiekowej najbardziej wrażliwe na wpływ zanieczyszczeń powietrza są osoby o niskim statusie socjoekonomicznym. W wielu badaniach wykazano, że krótka ekspozycja na PM_{2,5} istotnie zwiększa ryzyko zgonu, m.in. z powodu dolegliwości ze strony układu krążenia, a także ryzyko wystąpienia niekoniecznie kończących się zgonem, niemniej bardzo niebezpiecznych zdarzeń, takich jak zawał mięśnia sercowego czy też nagłe zatrzymanie krążenia. Warto zaznaczyć, że narażeniu na pył PM_{2,5} przypisuje się w Polsce rocznie ponad 40 tys. zgonów – to ponad dziesięciokrotnie więcej niż liczba ofiar śmiertelnych wypadków drogowych w naszym kraju.



RYSUNEK 2.1. Liczba Polaków rocznie umierających przedwcześnie przez zanieczyszczenia powietrza w porównaniu do liczby osób zabitych w wypadkach drogowych⁵.

⁵ Mike Holland, *Cost-benefit Analysis of Final Policy Scenario for the EU Clean Air Package*, Komisja Europejska, 2013 oraz Komenda Główna Policji, *Wypadki drogowe w Polsce w 2013 roku*, Warszawa.

Z emisją pyłów związana jest substancja zwana benzo(a)pirenem. Jest on toksyczny, rakotwórczy, mutageny, działa na rozrodczość i jest niebezpieczny dla środowiska. Może powodować m.in. raka, wady genetyczne i upośledzać płodność.

Metale ciężkie, dioksyny i furany

W skład pyłu zawieszonego mogą wchodzić również metale (w tym bardzo toksyczne metale ciężkie, takie jak np. rtęć) i ich związki, a także rakotwórcze i mutagenne wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) i ich pochodne oraz bardzo szkodliwe związki z grupy dioksyn. W grupie metali ciężkich występują zarówno pierwiastki niezbędne dla organizmów żywych, jak i pierwiastki o nieznanym roli fizjologicznej. Wspólną cechą jest to, że po przekroczeniu dopuszczalnej dawki nawet te, które są niezbędne organizmom w niewielkich czy śladowych ilościach, działają toksycznie na rośliny, zwierzęta i ludzi.

Do najbardziej toksycznych, wywołujących liczne schorzenia, zalicza się kadm, rtęć i ołów – metale całkowicie zbędne dla organizmów żywych. Dioksyny to z kolei substancje, które nawet w bardzo małych dawkach są niebezpieczne dla zdrowia ludzkiego. Powodując m.in. zaburzenia gospodarki hormonalnej, problemy z płodnością oraz negatywnie oddziałują na rozwijający się płód.

Inne związki zanieczyszczające powietrze

Z całą gamą bardzo szkodliwych dla zdrowia ludzkiego związków chemicznych mamy do czynienia w przypadku spalania odpadów (przedmiotów z tworzyw sztucznych, ale także mebli z płyt wiórowych lub lakierowanego drewna) w domowych piecach i kotłach lub na otwartej przestrzeni. Wśród licznych trucizn, które mogą w takiej sytuacji powstawać, są m.in. chlorowódór (żrący, szkodliwy dla zdrowia gaz), bardzo toksyczny cyjanowódór czy też rakotwórczy i toksyczny formaldehyd. Innymi szkodliwymi substancjami powstającymi podczas spalania odpadów mogą być rakotwórcze węglowodory aromatyczne (np. benzen i styren), a także, podobnie jak przypadku spalania węgla i drewna, wspomniane wyżej wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) i dioksyny. Spalanie lub termiczny rozkład tworzyw sztucznych może skutkować też emisją bardziej „egzotycznych” substancji szkodliwych, np. akroleiny czy też estrów kwasu ftalowego i tereftalowego.

Gazy cieplarniane

W poprzednim rozdziale szeroko opisano zjawiska związane z efektem cieplarnianym i zmianami klimatycznymi spowodowanymi emisjami gazów cieplarnianych przez człowieka, dlatego poniżej ograniczono się do krótkiej charakterystyki cieplarnianych tych substancji, a skupiono się na źródłach i wielkości emisji.

Do gazów cieplarnianych zaliczamy:

Dwutlenek węgla

Dwutlenek węgla to najważniejszy gaz odpowiedzialny za powodowane przez człowieka wzmocnienie efektu cieplarnianego. Normalnie stężenie CO₂ w powietrzu objętościowo wynosi

0,03% i aby organizm człowieka funkcjonował prawidłowo, nie powinno być większe. Zdolności adaptacyjne organizmu ludzkiego powodują, że po pewnym czasie człowiek może przyzwyczaić się do stężenia 0,15%. Wdychanie powietrza z większą zawartością dwutlenku węgla jest szkodliwe. Przy stężeniu tego gazu wynoszącym ok. 30% następuje natychmiastowa śmierć.

Metan

Drugim pod względem ważności gazem powodującym wzmocnienie efektu cieplarnianego jest metan (CH₄). Ma on obecnie ponad dwukrotnie mniejszy udział w efekcie cieplarnianym niż dwutlenek węgla. Metan to najprostszy węglowodór, jest głównym składnikiem gazu ziemnego, gazów występujących w kopalniach oraz gazów powstających przy beztlenowym rozkładzie materiału organicznego. Dla człowieka jest trujący.

Fluorowane gazy cieplarniane

Fluorowane gazy cieplarniane, tj. HFC, to substancje chemiczne zawierające w swojej cząsteczce fluor oraz odznaczające się wysokim lub bardzo wysokim współczynnikiem potencjału tworzenia efektu cieplarnianego (GWP). To jedyne gazy cieplarniane objęte protokołem z Kioto, które nie występują naturalnie – są wytwarzane przez człowieka.

Do środowiska naturalnego HFC wydostają się głównie w wyniku złej eksploatacji lub awarii instalacji chłodniczych i klimatyzacyjnych. Istnieje też problem z ich utylizacją w wyniku wycofania z eksploatacji starego sprzętu chłodniczego domowego użytku.

Para wodna

Para wodna (H₂O) ma największy wkład w **naturalny** efekt cieplarniany. Ze względu na szybkość cyklu wodnego antropogeniczne emisje pary wodnej nie mają znaczenia, istnieje jednak wpływ pośredni: emisje innych gazów cieplarnianych (CO₂, CH₄) powodują wzrost średniej temperatury powietrza. Oznacza to z kolei, że cieplejsze powietrze jest też wilgotniejsze, a więc wyższe temperatury intensyfikują zmianę klimatu. Zapoczątkowane przez człowieka ocieplenie nasila się zatem przez parę wodną.

Podsumowanie

Emisje zanieczyszczeń do powietrza są związane z szeregiem negatywnych konsekwencji zarówno na poziomie globalnym, jak i lokalnym. Globalnym efektem jest destabilizacja ziemskiego klimatu. Lokalne lub regionalne spojrzenie ukierunkowane jest w szczególności na pogarszającą się jakość powietrza i skutki, jaką niesie ona z sobą dla ludzi.

Dyskusja na temat emisji gazów cieplarnianych obecna jest już od dłuższego czasu w przestrzeni publicznej. W ostatnich miesiącach w Polsce ponadto coraz częściej w mediach poruszana była kwestia smogu i związanego z nim niskiej emisji. Społeczeństwo gazy cieplarniane łączy najczęściej z globalnie wzrastającą temperaturą, a mniej ze zdrowiem. Tymczasem te pozornie dwa odmienne zagadnienia mają wspólny mianownik.

Podstawowym dokumentem regulującym jakość powietrza w Polsce jest ustawa *Prawo ochrony środowiska*. Poprzez odpowiednie rozporządzenia ustala ona m.in. długoterminowe cele w zakresie dopuszczalnych poziomów wybranych substancji w powietrzu. W ramach państwo-

wego monitoringu środowiska dokonywana jest ocena jakości powietrza, w której zawarte są informacje o emisjach do atmosfery poszczególnych substancji. Takie dokumenty co roku tworzy się również na poziomie wojewódzkim. W sytuacjach przekroczenia norm opracowywane są programy ochrony powietrza, w nich przedstawia się działania naprawcze.

Ważną rolę, w szczególności z punktu oddziaływania na edukację społeczną i wymuszania zmiany pewnych zachowań (jak np. palenie w lokalnych kotłowniach odpadami), odgrywają takie organizacje jak Polski Alarm Smogowy oraz lokalnie powstające alarmy smogowe, m.in. w Warszawie czy Krakowie. Poprzez różnego rodzaju akcje społeczne zwiększają one świadomość społeczną w zakresie jakości powietrza i są katalizatorem dobrych zmian. W ramach informowania społeczeństwa o jakości powietrza (np. po to, aby w trakcie dużych przekroczeń norm zasugerować niewychodzenie z domu lub korzystanie z komunikacji miejskiej) powstają także tzw. indeksy powietrza. Przykładem jest Warszawski Indeks Powietrza, który zostanie udostępniony mieszkańcom m.in. w formie aplikacji internetowej. Będzie systemem oceny i prognoz zanieczyszczeń powietrza wspierającym zarządzenie jakością powietrza w Warszawie. Istotną rolę w takich działaniach stanowi integracja z już istniejącą siecią pomiarową w ramach Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska.

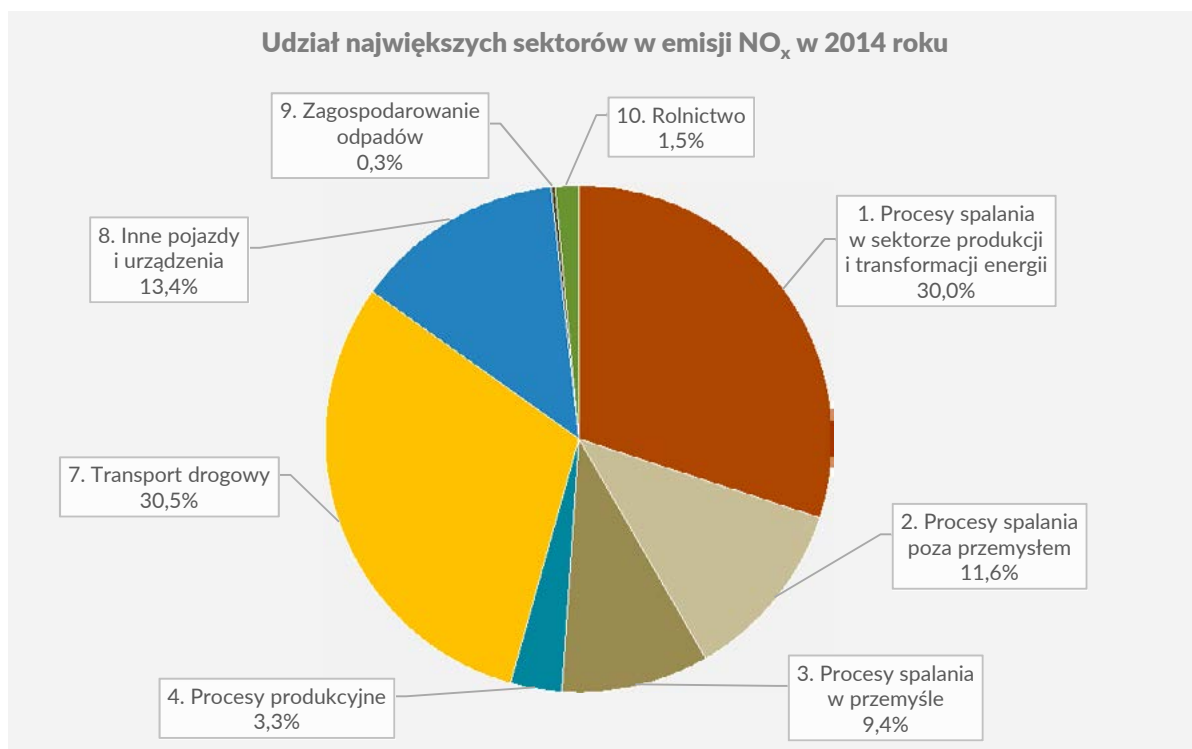
Źródła emisji zanieczyszczeń do atmosfery

Emisje substancji szkodliwych dla zdrowia i życia ludzkiego

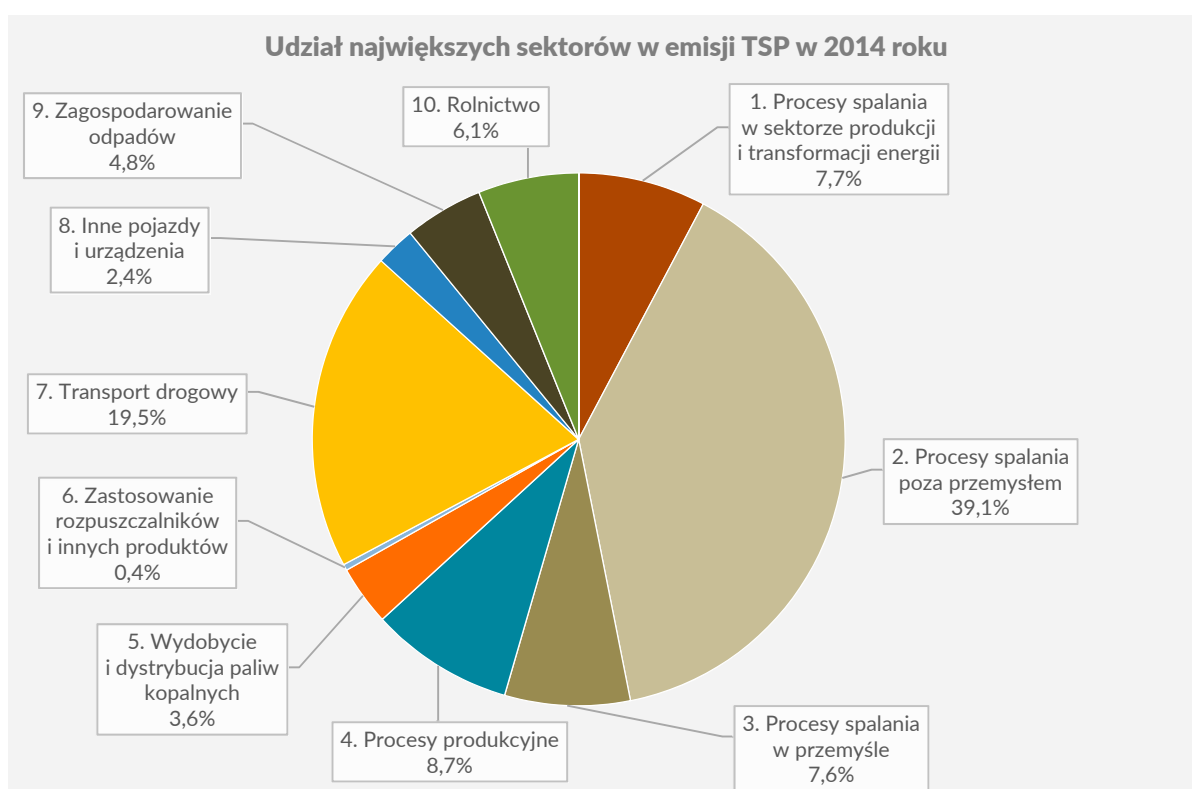
Choć wiele osób wciąż uważa, że to przemysł (elektrownie i elektrociepłownie węglowe, huty, koksownie, cementownie, rafinerie) jest głównym źródłem zanieczyszczeń powietrza w Polsce, w skali całego kraju to jednak tzw. niska emisja w największym stopniu odpowiada za złą jakość powietrza w kraju.

Według danych Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) głównym źródłem pyłu zawieszonego oraz dominującym źródłem WWA i związków z grupy dioksyn są w Polsce zanieczyszczenia emitowane przez domowe piece i kotły opalane węglem (często bardzo złej jakości, np. mułem węglowym), drewnem, inną biomasą, a nierzadko także różnego typu odpadami (tworzywa sztuczne, lakierowane meble).

Dopiero drugim w kolejności źródłem zanieczyszczeń powietrza w naszym kraju jest motoryzacja, a szczególnie pojazdy z silnikami diesla, emitujące znaczne ilości pyłu zawieszonego i tlenków azotu. Przemysł jako źródło zanieczyszczeń powietrza plasuje się na trzeciej pozycji. Lokalnie może się jednak zdarzyć, że zanieczyszczenia z transportu lub zanieczyszczenia przemysłowe mogą być bardziej istotne niż te pochodzące z niskiej emisji. Na potwierdzenie powyższych faktów na rysunku 2.2 pokazano udział największych sektorów gospodarki w emisji tlenków azotu w 2014 roku. Natomiast na rysunkach 2.3, 2.4, i 2.5 przedstawiono udział sektorów gospodarki w emisji poszczególnych frakcji pyłów.

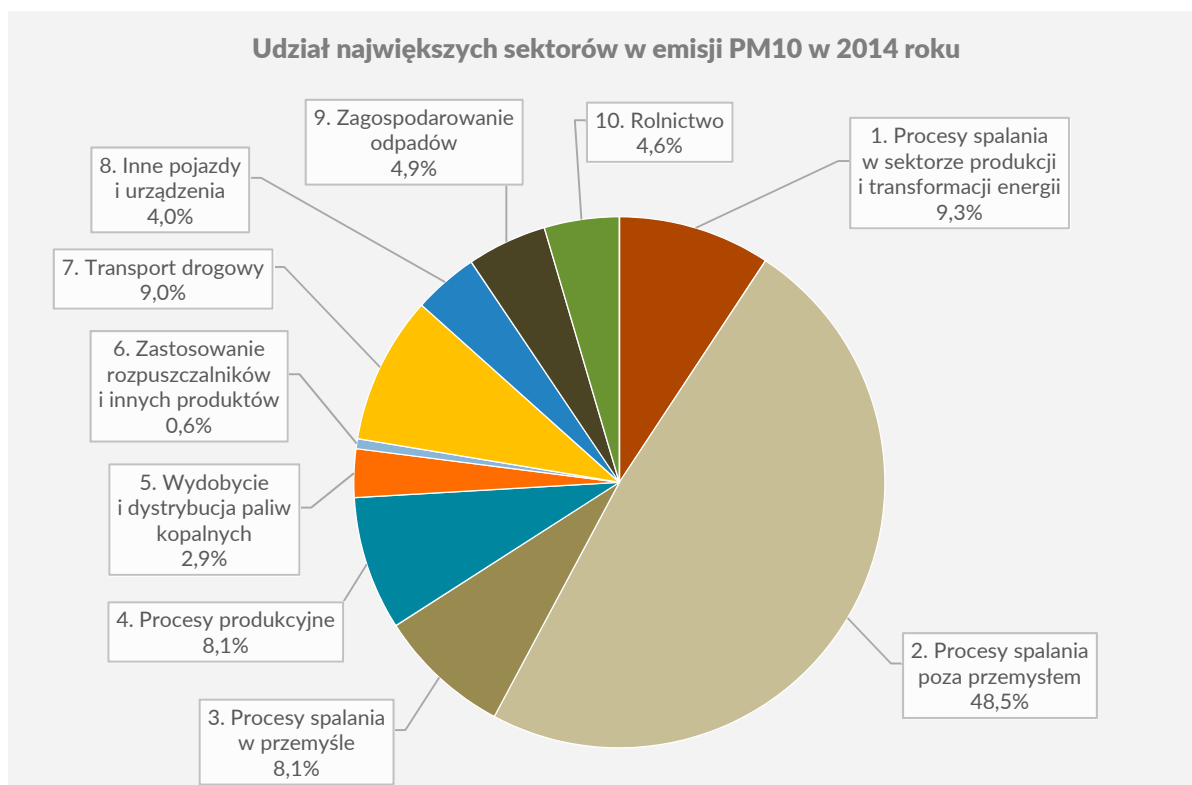


RYSUNEK 2.2. Udział największych sektorów gospodarki w emisji tlenków azotu w 2014 roku⁶.

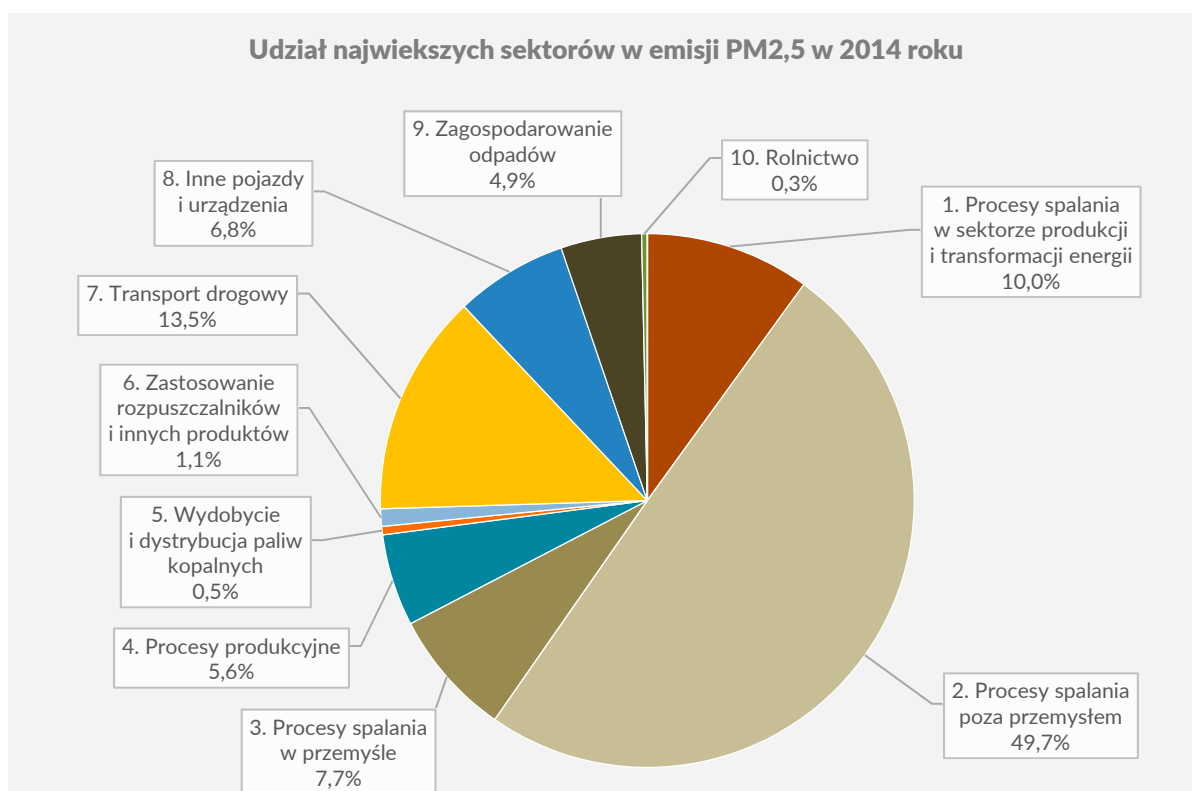


RYSUNEK 2.3. Udział największych sektorów gospodarki w emisji pyłów całkowitych TSP w 2014 roku⁷.

⁶ Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2013–2014 w układzie klasyfikacji SNAP i NFR. Raport podstawowy, IOŚ-PIB i KOBIZE, Warszawa 2016.



RYSUNEK 2.4. Udział największych sektorów gospodarki w emisji pyłów PM10 w 2014 roku⁸.

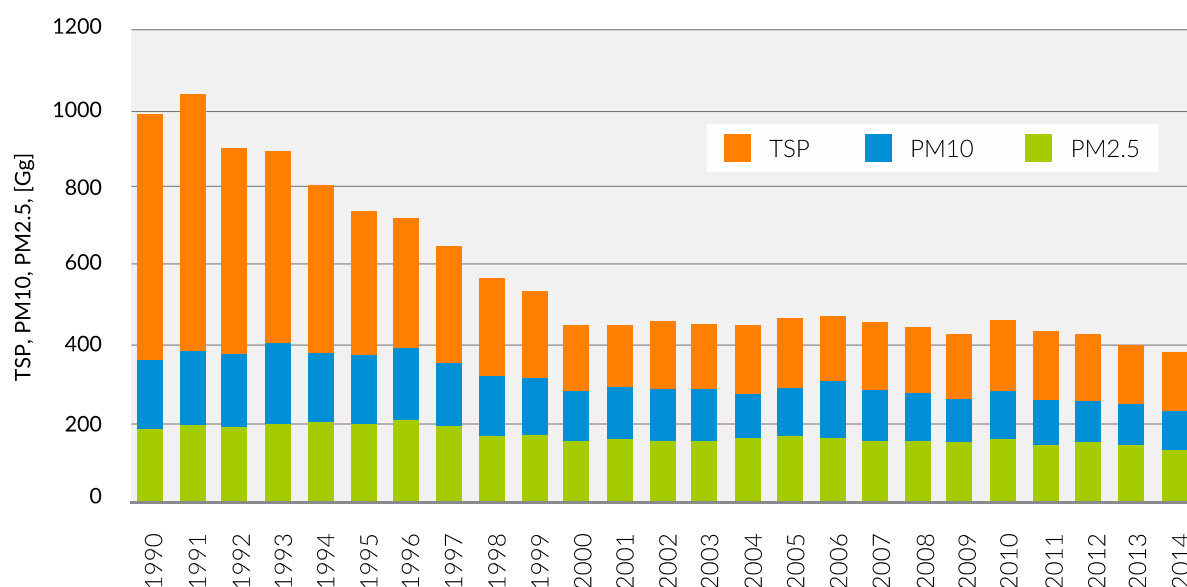


RYSUNEK 2.5. Udział największych sektorów gospodarki w emisji pyłów PM2,5 w 2014 roku⁹.

⁷ Tamże.

⁸ Tamże.

Z kolei rysunek 2.6 pokazuje trend w zakresie emisji do powietrza pyłów.



RYСУNEK 2.6. Trend krajowej emisji pyłów¹⁰.

Na rysunku 2.6 widać, że od 14 lat emisja pyłów utrzymuje się na mniej więcej jednakowym poziomie. Warto też podkreślić, że różnice w wielkości zanieczyszczeń pyłowych, jakie obserwuje się pomiędzy poszczególnymi latami w ciągu ostatniej dekady, są spowodowane przede wszystkim czynnikami meteorologicznymi. Wynika to z faktu, że jeśli w danym roku mamy łagodniejszą zimę, z większą ilością dni wietrznych, to stężenia zanieczyszczeń są niższe niż w przypadku surowej zimy z utrzymującą się bezwietrzną, wyżową pogodą.

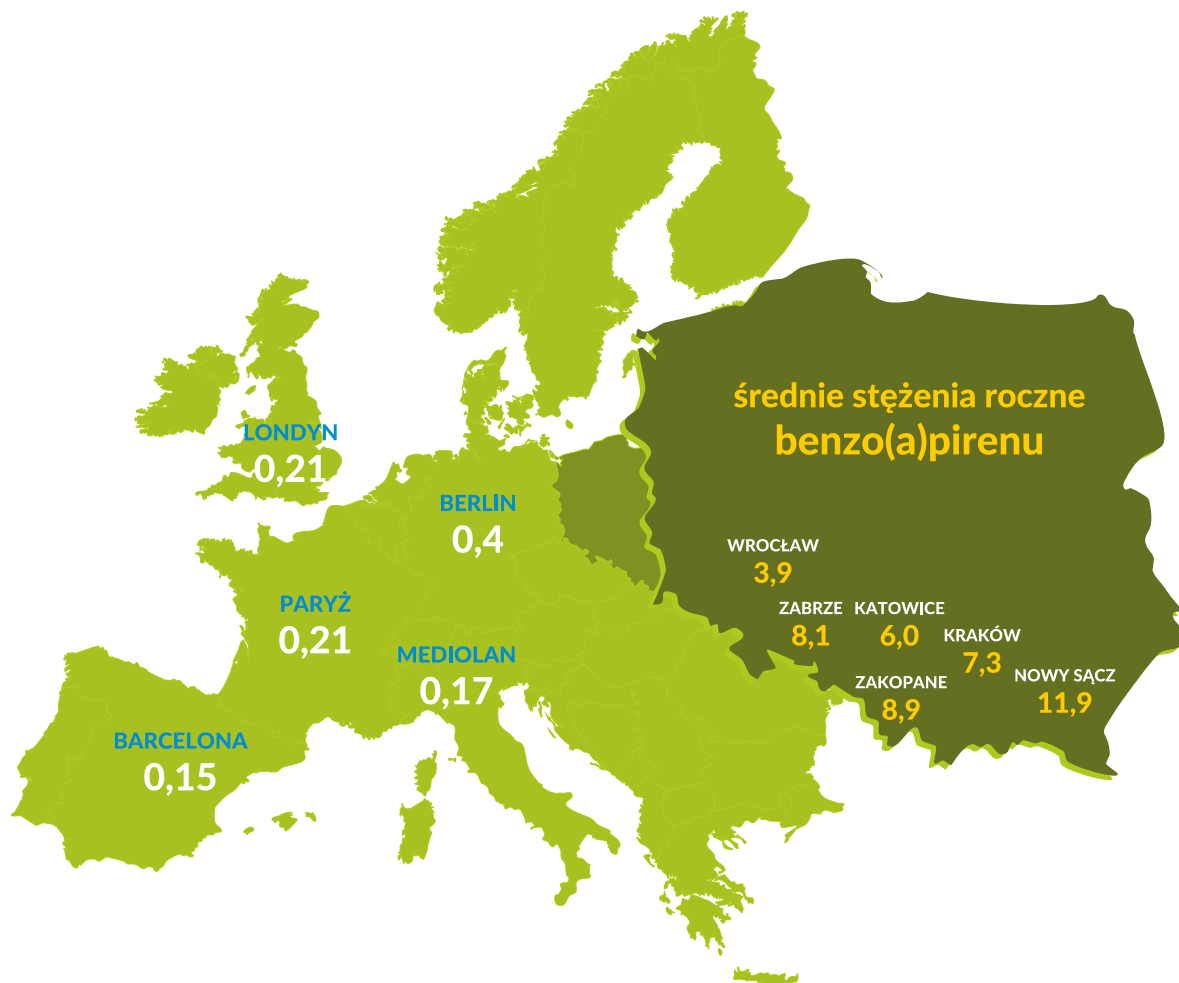
Poza pyłem zawieszonym bardzo wysokie są też w Polsce stężenia wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), w tym wyjątkowo niebezpiecznego, rakotwórczego i mutagennego benzo(a)pirenu – B(a)P. Również pod tym względem Polska jest niekwestionowanym europejskim liderem, zajmując niechlubne pierwsze miejsce wśród krajów Unii Europejskiej.

Dopuszczalny prawnie poziom zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem – średnie stężenie roczne równe 1 ng/m³, czyli nanogram na metr sześcienny – jest przekroczony praktycznie na terenie całej Polski. Stężenia tej substancji w polskim powietrzu są wielokrotnie, od kilkunastu do kilkudziesięciu razy wyższe niż stężenia, z jakimi mają do czynienia mieszkańcy krajów zachodniej Europy (rysunek 2.7).

W Polsce nie istniały do niedawna jakiegokolwiek regulacje prawne umożliwiające walkę z zanieczyszczeniami pochodzącymi z innych źródeł niż przemysł. Dlatego też prowadzone od lat programy wymiany źródeł ciepła na bardziej ekologiczne, mimo oferowania korzystnych warunków finansowych, cieszyły się do tej pory nikłym zainteresowaniem. Równoległe z wymianą starych pieców i kotłów węglowych prymitywne kotły węglowe wciąż instalowane są w nowych budynkach.

⁹ Tamże.

¹⁰ Tamże.



RYSUNEK 2.7. Porównanie średnich stężeń rocznych benzo(a)pirenu (w ng/m^3) w europejskich i polskich miastach¹¹.

W połowie listopada 2015 roku weszła w życie tzw. poprawka antysmogowa, czyli nowelizacja art. 96 ustawy *Prawo ochrony środowiska*, dzięki której władze samorządowe (sejmiki wojewódzkie) będą mogły decydować, jakie paliwa w jakiego rodzaju instalacjach mogą być spalane na danym obszarze. Co istotne, poprawka ta daje samorządom możliwość podejmowania takich decyzji, ale w żaden sposób ich do tego nie obowiązuje. Niemniej jednak wszystkie gminy w Polsce nareszcie uzyskały (przynajmniej potencjalnie) narzędzie prawne do skutecznej walki z niską emisją.

Skuteczna walka mająca na celu ograniczanie emisji zanieczyszczeń do powietrza z sektora komunalno-bytowego jest jednym z ważnych kierunków wskazanych w dokumentach szczebla centralnego.

W 2015 roku opracowany został *Krajowy program ochrony powietrza*, którego głównym celem jest szeroko rozumiana poprawa jakości życia mieszkańców ze szczególnym uwzględnieniem jakości powietrza.

¹¹ *Air Quality in Europe - 2015*. European Environmental Agency, Kopenhaga 2015.

Szczegółowe cele określone w tym dokumencie to:

- osiągnięcie w możliwie krótkim czasie poziomów dopuszczalnych i docelowych pyłu zawieszonego i innych substancji wynikających z prawodawstwa unijnego,
- w perspektywie 2030 roku osiągnięcie poziomów wskazywanych przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) oraz wypełnienie nowych wymagań wynikających z tworzonych przepisów unijnych.

Przepisy związane z ochroną środowiska reguluje dział II ustawy *Prawo ochrony środowiska*. Stanowi ona podstawę prawną działań m.in. na rzecz ograniczania niskiej emisji. Jednym z dokumentów określonych w dokumencie są programy ochrony powietrza opracowywane przez Wojewódzkie Inspektoraty Środowiska, w których dokonywana jest ocena jakości powietrza w oparciu o prowadzony monitoring stanu powietrza. W programach tych określone są kierunki działań redukcji zanieczyszczeń m.in. z sektora komunalno-bytowego.

Emisje gazów cieplarnianych

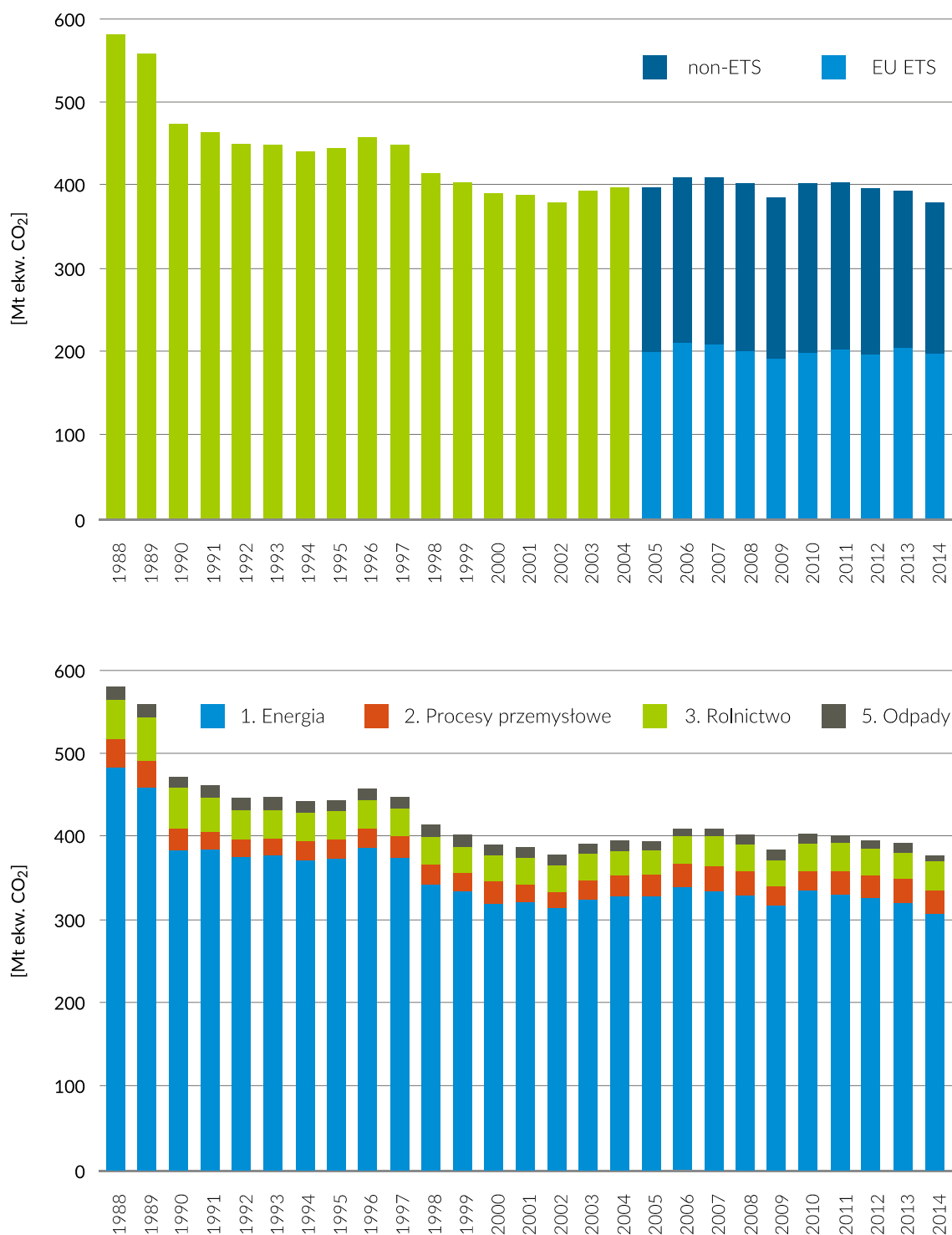
Główne źródła emisji gazów cieplarnianych w Polsce i na świecie wywołane działalnością człowieka to:

- produkcja energii elektrycznej i ciepła sieciowego;
- indywidualne ogrzewanie mieszkań, przygotowanie c.w.u., przygotowanie posiłków;
- ogrzewanie budynków użyteczności publicznej, obiektów handlowych i usługowych oraz przygotowanie c.w.u.;
- produkcja przemysłowa obejmująca spalanie paliw w zakładach przemysłowych oraz procesy technologiczne bez spalania paliw powodujące emisje CO₂, CH₄ i N₂O;
- transport indywidualny (samochody osobowe), zbiorowy (autobusy), transport towarów (samochody ciężarowe) – spalanie paliw silnikowych;
- oczyszczanie ścieków i składowanie odpadów komunalnych – beztlenowa fermentacja substancji organicznej, powodująca wytwarzanie się biogazu (w tym ok. 60% metanu, który jest bezpośrednio emitowany do atmosfery lub po spalaniu powoduje emisje CO₂);
- działania w rolnictwie, w tym hodowla zwierząt powodująca głównie emisje metanu.

Całkowita krajowa emisja gazów cieplarnianych w Polsce w 2014 roku wyniosła 380 mln t ekwiwalentu CO₂ (bez emisji z użytkowania gruntów i pochłanianie przez nie gazów cieplarnianych, zmiany użytkowania gruntów oraz leśnictwa)^{12, 13}. W porównaniu do bazowego 1988 roku wielkość emisji w 2014 roku zmniejszyła się o 34,5%. Dominującą rolę w emisjach krajowych odgrywa dwutlenek węgla (81,65%), udział metanu i podtlenku azotu jest znacznie mniejszy i wynosi odpowiednio 10,9% i 5,2%. Wszystkie gazy przemysłowe mają niewielki udział w krajowej emisji gazów cieplarnianych (łącznie ok. 2,3%). Wielkość emisji gazów cieplarnianych w latach 1988–2014 przedstawiono na rysunku 2.8.

¹² Krajowy raport inwentaryzacyjny 2016..., dz. cyt.

¹³ Dla uproszczenia, gdy mówi się o stężeniu gazów cieplarnianych, podaje się tzw. ekwiwalent CO₂ (CO₂eq), żeby móc łatwiej porównać wpływ CO₂ z wpływem innych gazów cieplarnianych na klimat.



RYСУNEK 2.8. Emisja gazów cieplarnianych w Polsce w latach 1988–2014¹⁴.

Analiza trendu pokazanego na rysunku 2.8. wyraźnie wskazuje na stagnację w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych począwszy od 2002 roku. Do „Energii” zaliczono również transport (ok. 14% emisji w tej kategorii), o czym więcej w rozdziale 7. Natomiast głównymi źródłami emisji gazów cieplarnianych są elektrownie, elektrociepłownie i ciepłownie.

¹⁴ Krajowy raport inwentaryzacyjny 2016..., dz. cyt.

Sposoby ograniczania emisji substancji zanieczyszczających powietrze

Jakość powietrza oraz wielkość emisji zanieczyszczeń nierozzerwalnie związane są z rodzajem stosowanych paliw.

Aby poprawić jakość powietrza w Polsce, należy wprowadzić działania docelowych oraz przejściowe.

Do pierwszych z nich należą:

- redukcja zapotrzebowania na paliwo (zwiększenie efektywności energetycznej, o czym mowa w rozdziale 6, np. poprzez ocieplenie budynków, zrównoważony transport, wymianę sprzętu AGD),
- rozwój elektromobilności (dużym bodźcem rozwoju w tym zakresie jest przyjęty w 2016 roku *Plan rozwoju elektromobilności w Polsce* opracowany przez Ministerstwo Energii),
- wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii.

Do drugich zaliczają się:

- wypełnienie przez paliwa stosowane we wszystkich poruszających się po kraju polskich i zagranicznych środkach transportu obligatoryjnych wymagań jakościowych i ekologicznych przyjętych w przepisach Unii Europejskiej, regulaminach Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ oraz zaleceniach wyspecjalizowanych organizacji międzynarodowych,
- zastępowanie węgla paliwami gazowymi i płynnymi,
- poprawa jakości paliw wykorzystywanych do wytwarzania energii (szczególnie węgla kamiennego – poprzez jego wzbogacanie i odsiarczanie),
- modernizacja obiektów i urządzeń do produkcji ciepła, w tym urządzeń grzewczych w gospodarstwach domowych – podwyższania ich sprawności oraz zmiana rodzaju stosowanych paliw,
- rozwój sieci ciepłowniczych.

Drugim problemem związanym z zanieczyszczeniem powietrza substancjami trującymi jest spalanie odpadów.

Spalanie odpadów powinno mieć miejsce wyłącznie w wyposażonych w odpowiednie urządzenia (np. filtry) profesjonalnych spalarniach w zakładach termicznego unieszkodliwiania odpadów, gdzie proces ten odbywa się w określonych warunkach (właściwa temperatura, ilość tlenu) i nie stanowi zagrożenia dla zdrowia ludzkiego (przy założeniu, że spalarnia działa tak, jak powinna). Wiele osób boi się wpływu zakładów termicznego unieszkodliwiania odpadów na środowisko i protestuje przeciwko ich budowie, nie zdając sobie sprawy, że palenie śmieci w gospodarstwach domowych jest nieporównywalnie bardziej niebezpieczne. Oczywiście najlepszym rozwiązaniem problemów odpadów jest ich odzysk i recykling, ale niestety wymaga to zmiany przyzwyczajeń i wzrostu świadomości społecznej, a to proces, który zajmuje trochę czasu. W tej chwili wiele gospodarstw domowych nie segreguje śmieci, dlatego opłacalnym jest produkcja paliwa z odpadów i spalanie ich w specjalnych instalacjach, z których ciepło i ewentualnie energia elektryczna oddawane są do lokalnych sieci ciepłowniczych lub elektroenergetycznych.

Oddziaływanie na zdrowie i życie człowieka zanieczyszczeń powietrza spowodowanych głównie niską emisją jest duże i wielce szkodliwe. Proces poprawy jakości powietrza w warunkach polskich nawet przy dobrej woli wszystkich obywateli i instytucji potrwa jeszcze jakiś czas. Co należy robić, aby w tej sytuacji zminimalizować skutki zanieczyszczenia powietrza na nasze zdrowie, pokazano na rysunku 2.9.

Co robić podczas wysokich stężeń?



RYSUNEK 2.9. Sposoby ograniczenia skutków działania zanieczyszczeń powietrza na zdrowie człowieka¹⁵.

¹⁵ Krajowa Agencja Poszanowania Energii (KAPE S.A.), materiały z projektu *Niska emisja*.

Metody zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych

Istnieje wiele metod ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Wśród nich godne polecenia są:

- promocja technologii niskoemisyjnych w gospodarce,
- zastosowanie odnawialnych źródeł energii,
- poprawa efektywności energetycznej nowo projektowanych budynków,
- termomodernizacja budynków istniejących,
- zamiana źródeł ciepła z węglowych na źródła ciepła wykorzystujące biomasę lub ewentualnie gaz ziemny, który też jest mniej szkodliwy dla klimatu niż węgiel,
- poprawa sprawności lokalnych źródeł ciepła,
- zmniejszenie strat ciepła w miejskich sieciach ciepłowniczych i źródłach zaopatrujących je w ciepło,
- rozwój źródeł kogeneracyjnych, opartych na źródłach odnawialnych, produkujących ciepło i energię elektryczną w skojarzeniu,
- zamiana węgla na gaz ziemny, olej opałowy lub biomasę w zakładach przemysłowych,
- poprawa efektywności energetycznej oświetlenia wewnętrznego i zewnętrznego,
- wymiana sprzętu AGD na efektywny energetycznie,
- stopniowa modernizacja środków transportu,
- rozwój rynku usług energetycznych,
- poprawa gospodarki odpadami komunalnymi i ściekami – ograniczenie emisji metanu poprzez wykorzystanie biogazu,
- zapobieganie wyciekom gazów ze sprzętu zawierającego gazy fluorowane poprzez ograniczanie emisji, odzysk gazów, szkolenia dla personelu (np. serwisującego urządzenia) i odpowiednią sprawozdawczość,
- rezygnacja z wykorzystania gazów fluorowanych w tych zastosowaniach, w których optymalne jest wykorzystanie rozwiązań alternatywnych, bardziej przyjaznych dla środowiska.

Podsumowanie

Aby radykalnie ograniczyć emisje zanieczyszczeń i poprawić jakość powietrza, potrzebna jest swoistego rodzaju rewolucja – szczególnie w myśleniu użytkowników paliw i energii oraz wytwórców energii. Do tego niezbędne są jednak odpowiednie regulacje wspierające zmianę i obciążające sankcjami prawnymi i finansowymi tych, którzy przyczyniają się do zanieczyszczeń. Wiele zapisów dotyczących ochrony powietrza jest już ujętych w prawodawstwie, a na skutek wzrastającej świadomości społecznej również władze lokalne są motywowane do podejmowania innych działań naprawczych niż tylko te opisane we wcześniejszych podrozdziałach. Przykładem takich dokumentów są np. plany gospodarki niskoemisyjnej (PGN), które oprócz ograniczania zużycia energii mają na celu również lokalną poprawę jakości powietrza, a także programy ograniczania niskiej emisji (PONE), ukierunkowane na przeprowadzanie inwestycji w zakresie indywidualnych systemów grzewczych.

Priorytetowe, szczególnie w miastach, gdzie ruch powietrza w wyniku położenia geograficznego lub typu zabudowy jest ograniczony, jest ograniczenie zjawiska niskiej emisji. W Polsce sposób wyboru systemu grzewczego i paliwa niezbędnego do jego zasilania podyktowany jest przede wszystkim możliwościami ekonomicznymi inwestorów. Węgiel i drewno to nadal najtańszy opał. Jeśli jednak weźmiemy pod uwagę koszty zewnętrzne, które obejmują również wynikające z wyboru paliwa zagrożenia dla zdrowia ludzi, to tak wyznaczona cena paliw stałych przestaje być konkurencyjna. Konieczne są mechanizmy wsparcia wymiany źródeł ciepła oraz odpowiednie normy dla instalacji grzewczych i wyznaczenie wysokich wymagań dotyczących wskaźników efektywności energetycznej budynków. Indywidualne wybory źródeł ciepła przełożą się na stan zanieczyszczeń powietrza i w konsekwencji na zdrowie populacji dopiero, gdy staną się one powszechne. Należy też uświadamiać Polaków, jakie znaczenie dla całego społeczeństwa mają ich indywidualne decyzje, oraz wprowadzić normy wraz z regulacjami zachęcającymi do zmiany.

W zakresie prowadzenia polityki ochrony klimatu w warunkach polskich istotne jest powiązanie polityki wzrostu rozwoju gospodarczego i innowacji ze zmniejszeniem emisji gazów cieplarnianych. Polska powinna specjalizować się w technologiach wzrostu efektywności energetycznej oraz sposobów magazynowania energii ze źródeł odnawialnych, czyli w gospodarce niskoemisyjnej. Wskazane jest odejście od budowy wielkich elektrowni węglowych i skupienie się na rozwoju energetyki rozproszonej opartej o OZE oraz mikrokogeneracji wykorzystującej lokalne zasoby energetyczne, biogaz i biomasę.

© ROBERT VAN WAARDEN, WWF



Alternatywne ścieżki rozwoju

Andrzej Kassenberg

Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju

Kluczowe problemy

Szybko rosnąca liczba ludności na świecie oraz następujący gwałtowny wzrost klasy średniej, zwłaszcza w Azji, będzie wywoływał silną **presję na pozyskiwanie zasobów**, w tym nieodnawialnych. W związku z tym kluczowe dla świata są: przechodzenie na zasoby odnawialne (w tym energetyczne), znacząca poprawa efektywności korzystania z zasobów i energii, zmiany w zachowaniach ludzi i biznesu, a także zwrócenie uwagi na efektywne gospodarowanie przestrzenią przy postępującej urbanizacji.

Nowe technologie powodują coraz szybsze rewolucyjne zmiany, w szczególności w dziedzinach nano- i biotechnologii oraz technologii informacyjnych i komunikacyjnych. Fundamentalną kwestią jest wspieranie tych, które stwarzają możliwości zmniejszenia wpływu ludzi na środowisko i zwiększenia bezpieczeństwa zasobów, oraz ograniczanie czy wręcz eliminowanie tych, które powodują lub mogą spowodować wzrost zagrożeń i niepewności.

Fizycznie świat i jego zasoby są skończone (nawet niektóre odnawialne), poszukuje się alternatywnych ścieżek rozwoju, gdyż **linearny model gospodarki jest nie do utrzymania** na dłuższą metę. Coraz szersze jest zrozumienie tego faktu i to nie tylko wśród działaczy ekologicznych, lecz także wśród polityków, ekspertów, przedstawicieli biznesu i samorządowców. Poszukiwane są różne rozwiązania – od zrównoważonego rozwoju przez niskoemisyjny rozwój, zieloną gospodarkę do rozwiązań zaczerpniętych ze świata przyrody, czyli symbio-miasta, symbio-przemysłu czy wręcz **gospodarki o obiegu zamkniętym**. Kluczowe staje się pytanie: **jak dokonać tej zmiany?** Jak stary, odchodzący model efektywnie ekonomicznie, społecznie i ekologicznie zmienić na nowy? Czy etyka i moralność, umiar konsumpcyjny i sprawiedliwość międzypokoleniowa dadzą się przełożyć na dzisiejszy język coraz bardziej globalizującego się i podzielonego świata?

Megatrendy

Dokonujące się na świecie zmiany, które decydują o kierunku jego rozwoju, określa się pojęciem megatrendów. Pozwalają one w ujęciu historycznym określić i wyjaśnić zachodzące przemiany. Jednocześnie służą one do projekcji przyszłych zmian (w przypadku ich kontynuacji) lub prawdopodobnych kierunków ich ewolucji. Istnieje wiele opracowań definiujących

i określających megatrendy. Interesująca propozycja została przedstawiona w opracowaniu Europejskiej Agencji Środowiska (EAŚ), która, choć dotyczy całościowych zagadnień rozwoju, omawia je w kontekście środowiskowym.

Zidentyfikowanych zostało 11 megatrendów¹. Biorąc pod uwagę propozycje EAŚ, a także wiele innych opracowań, można obecne i przyszłe trendy zarysować w następujący sposób:

Pogłębiająca się rozbieżność trendów dotyczących światowej populacji. Rewolucja przemysłowa miała wpływ na przyspieszenie zmian demograficznych na świecie. Jednak ich dynamika daje się odczuć szczególnie po II wojnie światowej. Od lat 60. XX w. liczba ludności na świecie wzrosła ponad dwukrotnie i obecnie wynosi 7,3 mld (2015)². Według prognoz ONZ będzie ona nadal rosła i w 2050 roku może osiągnąć 9,7 mld, a w roku 2100 przekroczyć 11 mld. To przekłada się na zwiększenie liczebności dostępnej na rynku siły roboczej oraz, co także kluczowe, liczby konsumentów.

Obecnie obserwowane trendy są rozbieżne w różnych częściach świata, gdyż z jednej strony wzrasta liczba osób w wieku starszym, a z drugiej strony dynamicznie rosną młode populacje. W państwach wysoko rozwiniętych społeczeństwa się starzeją i będą się starzeć, w części z nich liczba ludności maleje. W Europie w 2050 roku jedna trzecia ludności będzie mieć ponad 60 lat. Jednocześnie w państwach najslabiej rozwiniętych liczba ludności rośnie bardzo szybko³.

Rosnące i młodsze populacje w krajach rozwijających się, globalny wzrost zamożnej klasy średniej i starzenie się społeczeństw w krajach rozwiniętych będą miały wpływ na ruchy migracyjne. Tworzyć będą mieszankę korzyści i zagrożeń, zarówno w regionach rozwiniętych, jak i rozwijających się. Dostęp do żywności, czystej wody, urządzeń sanitarnych oraz usług zdrowotnych, przede wszystkim zmniejszenie śmiertelności, zwłaszcza u dzieci, a także długowieczność oraz programy zdrowotne ukierunkowane na zdrowie reprodukcyjne kobiet odgrywają kluczową rolę w rozwiązywaniu problemów demograficznych i zaradzeniu związanemu z nimi kryzysowi migracyjnemu⁴.

W stronę bardziej zurbanizowanego świata. Obecnie ponad połowa ludności świata mieszka na obszarach miejskich, a do 2050 roku udział ten ma zwiększyć się do dwóch trzecich. W 1950 roku sytuacja była odmienna. Na terenach wiejskich mieszkało dwie trzecie ludności, a w miastach tylko jedna trzecia. Przy odpowiednich inwestycjach ciągła urbanizacja może pobudzać tworzenie innowacyjnych rozwiązań problemów dotyczących środowiska, ale może również prowadzić do zwiększonego wykorzystania zasobów i zanieczyszczenia⁵.

Miasta przyszłości – nowoczesnie zarządzane, z inteligentnymi i zeroenergetycznymi budynkami (w których energia odnawialna wytwarzana przez budynek w danym roku jest równa całkowitej energii przez niego zużywanej), z systemami terenów biologicznie czynnych oraz zamieszkiwane przez świadomych obywateli – mogą ograniczyć presję na zasoby, zmniejszyć

¹ Środowisko Europy 2015. Stan i prognozy. Synteza, Europejska Agencja Środowiska, Kopenhaga 2015.

² Środowisko Europy..., dz. cyt.

³ World Population Prospects. Keys findings and advance tables. 2015 revision, United Nations, Nowy Jork 2015.

⁴ Diverging global population trends (GMT 1), 18.02.2015, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/demography> [dostęp 14.07.2016].

⁵ Środowisko Europy..., dz. cyt.

emisje zanieczyszczeń i przyczynić się do rozwiązania wielu problemów społecznych⁶. Miasta zwarte są najbardziej efektywne i zrównoważone środowiskowo, jednocześnie stanowią sposób zapewnienia dobrobytu rosnącej populacji. Inteligentne planowanie zapewnia efektywne wykorzystanie przestrzeni miejskiej. Jednak wzrostu liczby ludności miejskiej oczekuje się przede wszystkim w wielkich miastach, zwłaszcza slumsach. Obszary miejskie wytwarzają obecnie ok. 80% światowego produktu krajowego brutto, a spora jego część związana jest z klasą średnią. Grupa ta może wzrosnąć o ponad 170% – do 4,9 mld w 2030 roku⁷. Będziemy zatem mieli do czynienia z dwoma trendami – wzrostem udziału klasy średniej i znacznym przyrostem liczby osób żyjących w slumsach.

Zmieniające się obciążenie chorobami i ryzyko pandemii. Obecnie ok. 25% chorób i zgonów można przypisać czynnikom środowiskowym, a w 2050 roku zanieczyszczenie powietrza ma stać się główną przyczyną przedwczesnej umieralności na całym świecie⁸. Zanieczyszczenia wywołują poważne problemy zdrowotne, takie jak udary mózgu, choroby układu oddechowego (np. astma czy rak płuc) lub choroby serca. Szacuje się, że w miastach i na obszarach wiejskich w 2012 roku spowodowały one do 3,7 mln przedwczesnych zgonów⁹.

Według najnowszych danych w 98% miastach położonych w krajach o niskim i średnim dochodzie, liczących powyżej 100 tys. mieszkańców, jakość powietrza nie spełnia norm Światowej Organizacji Zdrowia (WHO). Natomiast w krajach o wysokich dochodach odsetek ten wynosi 56%¹⁰. Obecnie wydatki na służbę zdrowia stanowią 10% światowego PKB. Wszystkie państwa borykają się z problemem rosnących kosztów leczenia, a starzejące się społeczeństwa powodują, że 75% z nich pochłania leczenie chorób przewlekłych. Światowe Forum Ekonomiczne szacuje, że między 2010 a 2030 rokiem leczenie ich będzie globalnie kosztować 47 bln dolarów¹¹. Jednocześnie występuje ryzyko narażenia na pojawiające się nowe oraz powracające choroby zakaźne i pandemie, co jest związane z ubóstwem i nasila się wraz ze zmianami klimatu (migracje), a także rosnącą mobilnością osób i towarów¹².

Coraz szybsze zmiany technologiczne. Nowe technologie radykalnie zmieniają świat, w szczególności w dziedzinach nano- i biotechnologii, technologii informacyjnych i komunikacyjnych. Z jednej strony stwarzają one możliwości zmniejszenia wpływu ludzi na środowisko i zwiększenia bezpieczeństwa zasobów, z drugiej jednak łączą się również z zagrożeniami i niepewnością¹³. Ryzyko i niepewność związane z innowacjami technologicznymi mogą być zarządzane

⁶ *The upside of disruption. Megatrends shaping 2016 and beyond*, Ernst & Young, 2016.

⁷ *Towards a more urban world (GMT 2)*, 18.02.2015, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/urban-world> [dostęp 14.07.2016].

⁸ *Changing disease burdens and risks of pandemics (GMT 3)*, 18.02.2015, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/health> [dostęp 14.07.2016].

⁹ *Ambient (outdoor) air quality and health*, wrzesień 2016, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/> [dostęp 6.02.2016].

¹⁰ *WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database (update 2016)*, http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/ [dostęp 21.08.2016].

¹¹ *The global economic burden of non-communicable diseases*, World Economic Forum and the Harvard School of Public Health, 2011.

¹² *Środowisko Europy...*, dz. cyt.

¹³ Tamże.

za pomocą ram regulacyjnych oraz zasady ostrożności¹⁴. Jednym z najważniejszych efektów tego trendu jest fundamentalna rola internetu (w tym mediów społecznościowych), transmisji i przetwarzania danych (w tym *big data*), urządzeń przenośnych oraz technologii przechowywania w chmurze. Powszechność dostępu do sieci i jej masowe wykorzystanie powodują znaczące przekształcenia w funkcjonowaniu systemu społeczno-gospodarczego¹⁵. W 2013 roku ponad 2 mld użytkowników telefonów komórkowych na świecie dokonywało zakupów za pośrednictwem tych urządzeń¹⁶. Ważkim zjawiskiem jest internet rzeczy – dzięki niemu komunikować się pomiędzy sobą mogą nie tylko ludzie, lecz także urządzenia. Następować będą dalsze zmiany w sposobie pracy, ale prawdziwa rewolucja może nastąpić ok. 2020 roku, kiedy to na rynku pracy połowa pracowników będzie z pokolenia, które urodziło się i dorastało razem z technologiami cyfrowymi. W ciągu najbliższych 20 lat w wyniku automatyzacji w gospodarkach rozwiniętych może zniknąć blisko połowa obecnych zawodów¹⁷.

Coraz bardziej wielobiegunowy świat. Stały wzrost gospodarczy? Choć trwające do dziś skutki niedawnej recesji (2007–2009) nadal studzą optymizm gospodarczy w Europie, większość prognoz przewiduje w nadchodzących dekadach kontynuację ekspansji gospodarczej na świecie, wraz z towarzyszącą jej intensyfikacją konsumpcji i wykorzystania zasobów, w szczególności w Azji i Ameryce Łacińskiej. W przeszłości stosunkowo niewielka liczba państw dominowała w globalnej produkcji i konsumpcji. Obecnie obserwuje się znaczące przesunięcia w hierarchii gospodarczej, na pierwszy plan wychodzą przede wszystkim państwa azjatyckie, co wpływa na globalne współzależności i handel¹⁸.

Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) przewiduje, że globalny PKB w latach 2010–2050 wzrośnie prawie trzykrotnie. W 2050 roku łączny produkt krajowy brutto grupy G7, czyli Stanów Zjednoczonych, Japonii, Niemiec, Francji, Włoch, Kanady oraz Wielkiej Brytanii, ma stanowić 50% PKB grupy E7, w której skład wchodzi Chiny, Rosja, Brazylia, Indie, Indonezja, Meksyk oraz Turcja. Ogromne znaczenie ma fakt, że te ostatnie kraje z ośrodków produkcji przekształcają się w znaczące rynki zbytu towarów i usług. Na kontynencie azjatyckim w 2030 roku ma mieszkać 66% światowej klasy średniej, odpowiedzialnej za 59% światowej konsumpcji klasy średniej. Dla porównania warto wspomnieć, że w 2009 roku było to odpowiednio 28% i 23%. Na przykład obecnie w Indiach na 1000 mieszkańców przypada średnio 18 samochodów, w Chinach jest to ok. 60 samochodów, tymczasem na rozwiniętym rynku amerykańskim współczynnik ten wynosi aż 765 samochodów na 1000 mieszkańców¹⁹.

Zaostrzenie światowej konkurencji o zasoby. Globalne wykorzystanie zasobów materialnych od 1900 roku wzrosło dziesięciokrotnie i do 2030 roku może się jeszcze podwoić. Do wzrostu zapotrzebowania na zasoby przyczyniają się rozwój przemysłu i zmieniające się wzorce kon-

¹⁴ *Accelerating technological change (GMT 4)*, 18.02.2015, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/technology> [dostęp 14.07.2016].

¹⁵ *Megatrendy rozwojowe – wyzwanie i szansa dla rad nadzorczych*, PricewaterhouseCoopers, <http://www.forumrad-nadzorczych.pl/pl/artykuly-i-publikacje/megatrendy.html> [dostęp 14.07.2016].

¹⁶ *Pięć megatrendów, które w najbliższej przyszłości zmienią zachowania nabywców*, Mikson Group, <http://www.miksongroup.com/firma-konsultingowa/piec-megatrendow-ktore-w-najblizszej-przyszlosci-zmienia-zachowania-nabywcow/> [dostęp 14.07.2016].

¹⁷ *Megatrends 2015. Making sense of a world in motion*. Ernst & Young, 2015.

¹⁸ *Środowisko Europy...*, dz. cyt.

¹⁹ *Megatrendy rozwojowe...*, dz. cyt.

sumpcji. Skala wzrostu tego zapotrzebowania może ograniczyć dostępność wielu krytycznie ważnych zasobów i spowodować poważne szkody w środowisku. Nierównomierne rozmieszczenie geograficzne zasobów może dodatkowo wywołać skoki cen, odbić się na standardzie życia, a nawet przyczynić się do konfliktów geopolitycznych. W miarę swojego wzrostu gospodarki mają tendencję do zużywania większej ilości zasobów, zarówno odnawialnych, biologicznych, jak i nieodnawialnych zasobów minerałów, metali i paliw kopalnych. Wykorzystanie zasobów nakłada również rosnące obciążenie dla środowiska, poprzez oddziaływania związane z wydobyciem i wykorzystaniem surowców oraz unieszkodliwianiem wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń i odpadów. Wyczerpywanie się zasobów będzie prowadzić do wzrostu ich cen, a rosnące obawy niedostatku będą zachęcać kraje do wykorzystania źródeł, takich jak np. piaski roponośne, które wcześniej uważane były za nieopłacalne. Technologia pozwala wydobywać surowce z miejsc do tej pory niedostępnych, ale stwarza to także bardzo poważne zagrożenia dla środowiska przyrodniczego, chodzi choćby o wydobycie surowców w Arktyce²⁰. Urbanizacja świata i rosnąca liczba mieszkańców globu oznacza zwiększone zapotrzebowanie na surowce i zasoby naturalne. Według prognoz do 2030 roku światowe zapotrzebowanie na energię i żywność ma się zwiększyć o 50%, zaś na wodę o 40%. Z dostępem do wody problem może mieć aż połowa ludzkości. Zmniejszenie się dostępności wody może też obniżyć plony zbóż nawet o 30%²¹.

Rosnąca presja na ekosystemy. Wyrazem presji na środowisko jest tzw. ślad ekologiczny. Określa on zapotrzebowanie na produktywny ekosystemy lądowe i wodne niezbędne do wytworzenia żywności, paliw i innych surowców odnawialnych, które populacja zużywa i wykorzystuje do asymilacji odpadów. Obecnie konsumujemy 1,6 razy więcej zasobów niż wynosi potencjał biologiczny Ziemi do ich odtwarzania. Granica odnawialności została przekroczona 40 lat temu (rysunek 3.1). Według Living Planet Index, którym mierzy się trendy w zmianie liczebności populacji tysięcy gatunków kręgowców, w latach 1970–2010 spadła ona o 52%²². Dalszy wzrost światowej gospodarki będzie przyczyniał się do postępującej utraty różnorodności biologicznej oraz degradacji naturalnych ekosystemów i ich usług. W rezultacie wzrostu ludności na świecie i związanych z tym potrzeb żywnościowych i energetycznych oraz zmieniających się wzorców konsumpcji najpoważniejsze skutki dla przyrody będą dotyczyć ubogich, rozwijających się krajów²³. W połączeniu z modyfikacjami klimatu zmiany te budzą poważne obawy. Wygląda na to, że działania służące ochronie różnorodności biologicznej nie zrekompensują strat²⁴. Wzrost konkurencji o żywność, wodę i inne zasoby naturalne może sprzyjać niestabilności w różnych regionach i zwiększać ryzyko wystąpienia konfliktu²⁵.

²⁰ Środowisko Europy..., dz. cyt.

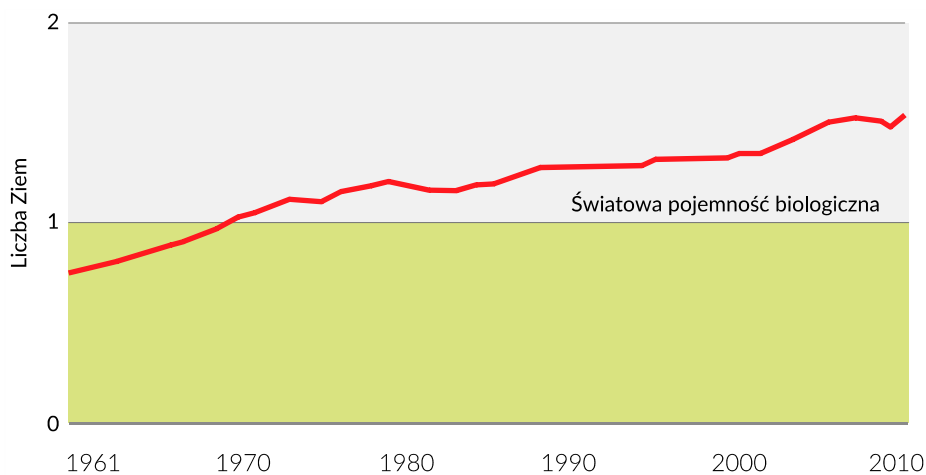
²¹ Megatrendy rozwojowe..., dz. cyt.

²² Living Planet Report 2014. WWF International, Institute of Zoology, Global Footprint Network, Water Footprint Network.

²³ Środowisko Europy..., dz. cyt.

²⁴ Usługi ekosystemów to korzyści, które ludzie czerpią z ekosystemów. Są to m.in. żywność, woda pitna, drewno, regulacja klimatu, ochrona przed naturalnymi zagrożeniami, kontrola erozji gleby, składniki farmaceutyczne i miejsce rekreacji. *Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności*, Wspólnoty Europejskie, 2008.

²⁵ Growing pressures on ecosystems (GMT 8), 18.02.2015, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/ecosystems> [dostęp 14.07.2016].



RYСУNEK 3.1. Ekologiczny ślad ludzkości²⁶.

Coraz poważniejsze skutki zmiany klimatu. Ocieplenie klimatu jest wyraźne, a wiele ze zmian odnotowywanych od 1950 roku nie miało sobie podobnych w ciągu poprzednich dekad i tysiącleci. Stężenie dwutlenku węgla w atmosferze od 1750 roku wzrosło o blisko połowę, przy czym większość tego wzrostu miała miejsce po 1970 roku, kiedy globalne zużycie energii zaczęło szybko rosnać. Dane z rdzeni lodowych pokazują, że obecne stężenie dwutlenku węgla jest wyższe niż kiedykolwiek w ciągu ostatnich 800 tys. lat. Oczekuje się, że jeśli pod koniec XXI wieku (w latach 2081–2100) emisje gazów cieplarnianych będą nadal rosły tak jak w ostatnich dekadach, to średnia temperatura powierzchni planety podniesie się o 3,3–5,5°C w porównaniu do lat 1880–1910²⁷. Przewiduje się, że postępujące zmiany klimatu spowodują poważne skutki zarówno w ekosystemach, jak i społeczeństwach (m.in. w zakresie dostępu do żywności, częstości występowania susz i ekstremalnych warunków pogodowych). Zdecydowane redukcje emisji mogłyby ograniczyć wzrost temperatur do 1–2,4°C, co pozwoliłoby osiągnąć przyjęty w *Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu* (UNFCCC) cel ograniczenia wzrostu średniej globalnej temperatury do 2°C w porównaniu z okresem 1880–1910.

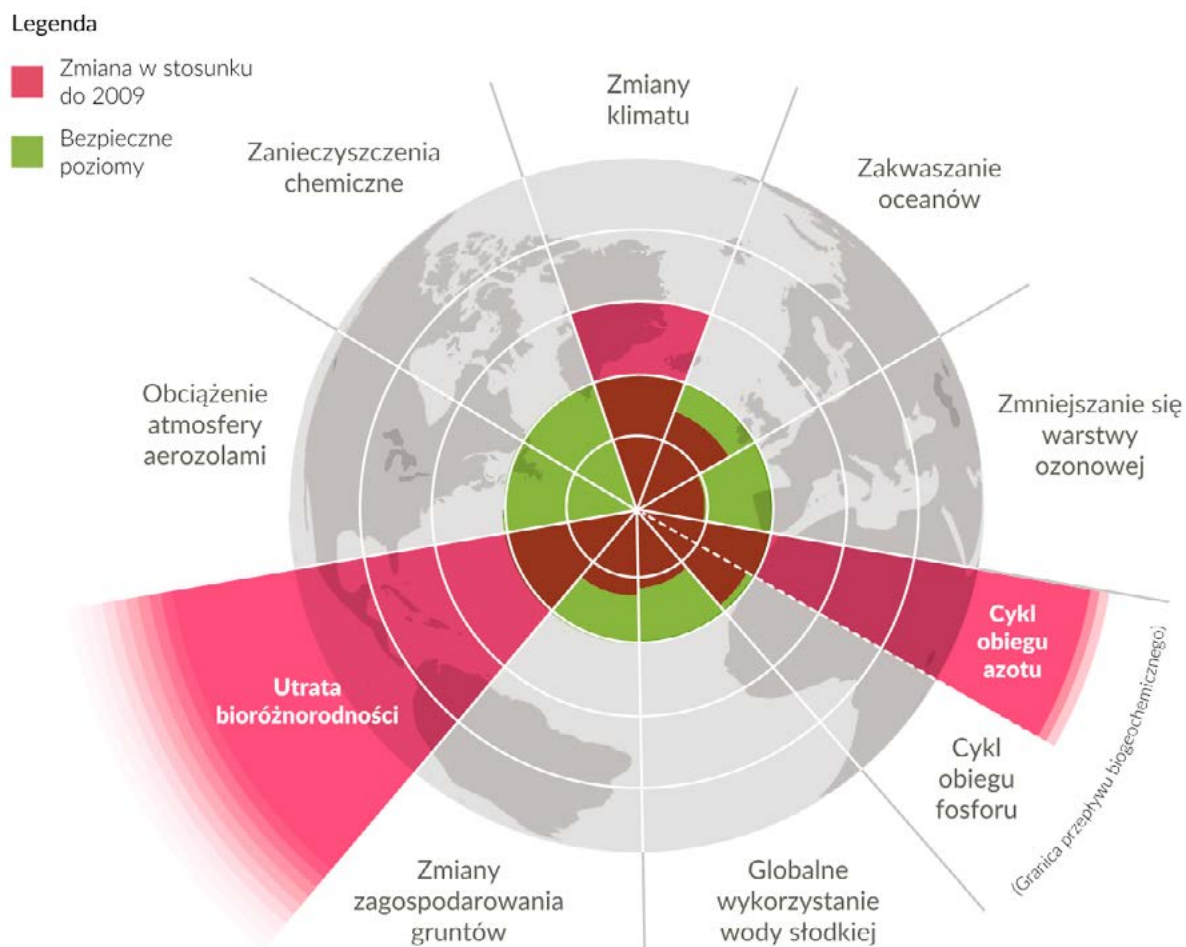
Zwiększające się zanieczyszczenie środowiska. Od początku rewolucji przemysłowej w XIX wieku zanieczyszczenie środowiska stało się globalnym problemem transgranicznym, który wpływa na stan powietrza, wody, gleby i ekosystemów, bezpośrednio przekładając się na ludzkie zdrowie i jakość życia. Na całym świecie ekosystemy są narażone na krytyczne poziomy zanieczyszczeń występujące w kombinacjach o coraz bardziej złożonej strukturze. Działalność człowieka, wzrost liczby ludności na świecie i zmieniające się wzorce konsumpcji są najważniejszymi czynnikami powodującymi rosnące obciążenie środowiska. Zanieczyszczenia pochodzą z trzech głównych obszarów działalności: spalania węgla, ropy i gazu (przede wszystkim przez energetykę, przemysł i transport), stosowania nawozów sztucznych i pestycydów w rolnictwie oraz rosnącego wykorzystania chemikaliów^{28, 29}. Ze wzrostem emisji zanieczyszczeń

²⁶ *Living Planet Report...*, dz. cyt.

²⁷ *Global Land-Ocean Temperature Index in 0.01 degrees Celsius, base period: 1951–1980*, NASA GISS, http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata_v3/GLB.Ts+dSST.txt [dostęp 6.02.2017].

²⁸ *Increasing environmental pollution (GMT 10)*, 18.02.2015, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/pollution> [dostęp 15.07.2016].

wiąże się przekroczenie granic planetarnych, takich jak utrata różnorodności biologicznej, zaburzenia w obiegu związków azotu oraz zmiana klimatu (rysunek 3.2).



RYSUNEK 3.2. Granice planetarne³⁰.

Zmieniające się podejście do sprawowania rządów. W dokumencie Europejskiej Agencji Środowiska *Środowisko Europy 2015. Stan i prognozy* czytamy: „Coraz bardziej ograniczone możliwości rządów wobec coraz poważniejszych długoterminowych wyzwań globalnych, przed którymi stoją społeczeństwa, wymaga przyjęcia dodatkowych dróg podejmowania decyzji i zwiększenia zaangażowania przedsiębiorstw i społeczeństwa obywatelskiego. Zmiany te są konieczne, ale powodują również obawy dotyczące koordynacji, efektywności i odpowiedzialności”³¹.

Powyższe trendy obowiązują w każdym kraju, także w Polsce. Stanowią podstawę strategicznego myślenia i planowania rozwoju. W szczególności ważne dla naszego kraju są:

- a) Zmiany w strukturze wiekowej społeczeństwa ze względu na jego starzenie się. Oznacza to np. zmiany dostępnej siły roboczej, w usługach, a zwłaszcza w ochronie zdrowia.

²⁹ *Środowisko Europy...*, dz. cyt.

³⁰ *Living Planet Report...*, dz. cyt.

³¹ *Środowisko Europy...*, dz. cyt.

- b) Postępująca urbanizacja kraju wymagająca zwrócenia szczególnej uwagi na zintegrowane podejście do rozwoju miast w duchu *smart city*.
- c) Zwrócenie uwagi na bardzo szybki postęp technologiczny na świecie i konieczność dostrzeżenia w nim miejsca dla Polski, tak aby nie wpaść w pułapkę średniego dochodu, co nam obecnie grozi ze względu na niewystarczające wspieranie innowacji, zwłaszcza ekoinnowacji. Jest to także ważne ze względu na coraz ostrzejszą konkurencję o zasoby – wymaga zwrócenia większej uwagi na te odnawialne, zasadniczego wzrostu produktywności zasobów oraz zmian w konsumpcji w kierunku jej zrównoważenia.
- d) Postępująca deprecjacja kapitału naturalnego. Potrzebne jest włączenie do procesu podejmowania decyzji znaczenia i wartości różnorodności biologicznej oraz usług ekosystemów.
- e) Dostrzeżenie wagi i znaczenia zmian klimatu oraz potraktowanie ich jako szansy na budowę innowacyjnej gospodarki, co wymaga dekarbonizacji całej gospodarki, a przede wszystkim sektora energetycznego.

Wizje świata przyszłości

Zrównoważony rozwój

Zarysowane powyżej megatrendy wyraźnie pokazują, że dalsze podążanie dotychczasową drogą utożsamiania rozwoju ze wzrostem stanowi poważne zagrożenie, zarówno ekologiczne jak i społeczne, dla całej cywilizacji. Od lat poszukuje się alternatywnych kierunków rozwoju, aby ograniczyć, a być może nawet wyeliminować, wiele z powyższych zagrożeń. Pod koniec lat 80. XX wieku, w trakcie prac przygotowawczych do szczytu Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 roku, wypracowano koncepcję zrównoważonego rozwoju. Została ona opisana w raporcie *Nasza wspólna przyszłość* i brzmi: „Na obecnym poziomie cywilizacyjnym możliwy jest rozwój zrównoważony, to jest taki rozwój, w którym potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokojone bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie”. Koncepcja ta opiera się ona na dwóch kluczowych pojęciach³²:

- potrzeb, w szczególności podstawowych potrzeb ubogich tego świata, co staje się nadrzędnym priorytetem,
- ograniczeń, nałożonych przez stan technologii i organizacji społecznej na zdolność środowiska do zaspokojenia obecnych i przyszłych potrzeb.

Idea została przeniesiona także do polskiego prawa. W *Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej* i w *Ustawie o ochronie środowiska* przywoływana jest zasada zrównoważonego rozwoju. Jego prawna definicja brzmi następująco: „Zrównoważony rozwój to taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń”³³.

³² *Our Common Future*, World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, 1987.

³³ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku *Prawo ochrony środowiska*, Dz. U. z 2001 r. nr 62, poz. 627.

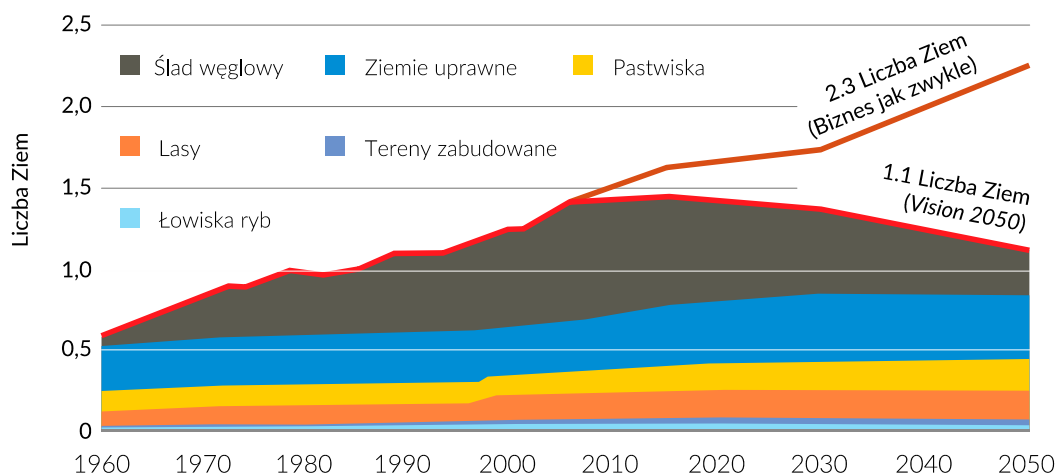
Warto zwrócić uwagę, że zrównoważony rozwój to nie tylko poszukiwanie kompromisu pomiędzy trzema jego składowymi – społeczeństwem, gospodarką i przyrodą, ale przede wszystkim płaszczyzna, na której zachodzi integracja i równoprawne traktowanie tych trzech elementów. Innymi słowy, kluczowym zagadnieniem jest zapewnienie funkcjonowania systemów ziemskich w stopniu niezbędnym do podtrzymywania życia (np. globalnego klimatu), bowiem to one decydują o zapewnieniu warunków środowiskowych do funkcjonowania cywilizacji ludzkiej (rysunek 3.3).



RYSUNEK 3.3. Zrównoważony rozwój. Opracowanie własne autora.

Przykładem koncepcji wychodzącej z tak rozumianej definicji zrównoważonego rozwoju jest propozycja Światowej Rady Biznesu ds. Zrównoważonego Rozwoju, tzw. Wizja 2050. Punktami wyjścia dla tej propozycji była liczba ludności na świecie w 2050 roku przekraczająca 9 mld, co dla biznesu oznacza nowych konsumentów, oraz wyczerpujące się zasoby i ocieplanie się klimatu, które wymagają zmiany konsumpcyjnego stylu życia na bardziej zdrowy, co też przełoży się na rynek dóbr konsumpcyjnych. Wizja ta została wypracowana przez liderów 29 globalnych firm we współpracy z ekspertami. Z jednej strony założono, że zaspokojenie potrzeb tak znacznej liczby ludności musi następować w ramach limitów, jakie narzuca skończoność planety i jej surowców, z drugiej strony – że ludzkość uzyska zaspokojenie potrzeb podstawowych, tzn. żywności, wody, energii i schronienia oraz dostęp do innych dóbr konsumpcyjnych, a ponadto powszechny stanie się wysoki standard życia, w tym dostęp do edukacji, służby zdrowia i możliwość przemieszczania się. Przyjęto, że w 2050 roku ślad ekolo-

giczny mieszkańców planety będzie praktycznie taki, na jaki pozwala biowydajność (wydajność ekosystemów), tzn. powinno nam wystarczyć 1,1 planety (rysunek 3.4).



RYСУNEK 3.4. Ślad ekologiczny według Wizji 2050 vs. „biznes jak zwykle”. Ilu Ziemi używamy?³⁴

Prowadzone rozważania dotyczyły dziewięciu obszarów (ludzkie wartości, rozwój społeczny, gospodarka, rolnictwo, lasy, energetyka, budownictwo, transport i gospodarka materiałowa), dla których wypracowano krytyczne ścieżki dojścia do uzyskania zrównoważonej przyszłości. Przedstawione ścieżki dojścia przewidują zmiany w zachowaniu i wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań technologicznych. Odnoszą się do problematyki gospodarowania wodą, żywnością i energią. Całość zbudowano w sposób zintegrowany, z wykorzystaniem podejścia holistycznego.

Krytyczne ścieżki dojścia do uzyskania zrównoważonej przyszłości

- Zapewnienie 9 mld ludzi dostępu do edukacji, zachęcenie, zwłaszcza kobiet, do angażowania się w życie gospodarcze oraz wypracowanie radykalnie bardziej efektywnego, w sensie środowiskowym, stylu życia.
- Włączenie w kalkulacje ekonomiczne kosztów zewnętrznych – od zagadnień dotyczących emisji gazów cieplarnianych i usług ekosystemów.
- Podwojenie produkcji żywności, ale bez wzrostu areалу terenów rolniczych i zużycia wody.
- Ograniczenie o połowę procesu wylesiania i rozwijanie plantacji lasów.
- Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych o 50% w 2050 roku w stosunku do 2005 roku wraz ze zmianami w kierunku niskoemisyjnej produkcji energii i wprowadzenia wysoce efektywnych rozwiązań po stronie użytkowania energii.
- Wprowadzenie niskoemisyjnych rozwiązań w transporcie.
- Co najmniej czterokrotna, a nawet dziesięciokrotna poprawa wskaźnika produktywności zasobów i materiałów.

³⁴ Tamże.

Autorzy uważają, że istnieją szanse na zbudowanie gospodarki niskoemisyjnej, zeroodpadowych miast, realizowanie transportu i infrastruktury w zgodzie z biowydajnością i zapewnieniem usług ekosystemów, prowadzących do odpowiedniej jakości życia i godnych warunków egzystencji³⁵.

We wrześniu 2015 roku na forum Organizacji Narodów Zjednoczonych, podczas szczytu zrównoważonego rozwoju 193 kraje przyjęły *Agendę na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030* (inaczej *Agenda 2030*). Stanowi ona plan działania świata do 2030 roku, który ma służyć eliminacji ubóstwa, zapewnieniu pokoju i godnego życia dla wszystkich ludzi. Dokument zachęca wszystkie kraje i wszystkie zainteresowane strony do realizacji tego planu w oparciu o partnerską współpracę. Obejmuje zintegrowane, niepodzielne i zbilansowane trzy wymiary zrównoważonego rozwoju: ekonomiczny, społeczny i środowiskowy. Agenda opisuje 17 celów zrównoważonego rozwoju (rysunek 3.5) oraz 169 zadań powiązanych z nimi, monitorowanych odpowiednimi wskaźnikami³⁶.



RYSUNEK 3.5. Cele zrównoważonego rozwoju ONZ³⁷.

Zielona gospodarka

Ściśle powiązana z koncepcją zrównoważonego rozwoju jest idea zielonej gospodarki. Traktowana jest ona jako alternatywna wizja, który ma generować rozwój gospodarczy i poprawę jakości życia ludzi w sposób zgodny z zasadami zrównoważonego rozwoju. Zielona gospodarka promuje trzy poziomy odniesienia, czyli trwałe i zaawansowane podejście do: gospodarki,

³⁵ *Vision 2050: The New Agenda for Business – in Brief*, World Business Council for Sustainable Development, 2010.

³⁶ *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, United Nations, <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> [dostęp 16.07.2016].

³⁷ *Agenda Rozwoju 2030*, Główny Urząd Statystyczny, <http://stat.gov.pl/zrownowazony-rozwoj/agenda/> [dostęp 16.06.2016].

środowiska i potrzeb społecznych³⁸. Innymi słowy, kładzie ona nacisk na wzrost dobrobytu ludzi i równość społeczną, a równolegle dąży do zmniejszenia zagrożenia dla środowiska i nie-
dobrej jakości zasobów naturalnych³⁹.

WWF rekomenduje budowanie zielonej gospodarki poprzez koncentrację na sześciu powiązanych obszarach⁴⁰:

Zmiana definicji i sposobu mierzenia dobrobytu tak, aby do tradycyjnie stosowanej miary, czyli PKB, dodać jako równoprawne: *Human Development Index*, współczynnik Giniego, czyli wskaźnik nierówności społecznej, *Living Planet Index*, wskaźniki dotyczące stanu usług ekosystemów i ślad ekologiczny. Jednocześnie planowanie rozwoju powinno odbywać się w granicach wyznaczonych przez dostępne zasoby oraz zdolność do absorpcji zanieczyszczeń przez środowisko.

Inwestowanie w kapitał przyrodniczy, tj.:

- Wzrost powierzchni obszarów chronionych do poziomu wyznaczonego przez *Konwencję o ochronie różnorodności biologicznej*, tj. 10% ich udziału w każdym regionie ekologicznym, przy czym WWF i inne organizacje postulują 15%.
- Podjęcie działań na rzecz trzech kluczowych biomów⁴¹, tj. lasów, wód śródlądowych i oceanów.
- Inwestowanie w biowydajność.
- Nadanie wartości ekonomicznej różnorodności biologicznej i usługom ekosystemów.

Zapewnienie na odpowiednim poziomie usług energetycznych i wyżywienia. Prowadzone studia pokazują możliwość zaspokojenia potrzeb energetycznych z użyciem energetyki odnawialnej w połączeniu ze znaczącą poprawą efektywności energetycznej budynków i transportu. Jednocześnie niezbędnym staje się wycofywanie z paliw kopalnych, aby nie powodować emisji gazów cieplarnianych. Taka strategia wymaga inwestowania w nowe technologie i innowacje, a jednocześnie może tworzyć zielone miejsca pracy. W zakresie wyżywienia dotyczy to nie tylko zwalczania niedożywienia czy marnotrawstwa jedzenia, ale także dążenia do równoprawnego dostępu do produktów żywnościowych. W sumie oznacza to zasadniczą reorientację naszych oczekiwań w zakresie produktów spożywczych.

Właściwe użytkowanie terenów i związane z nim planowanie przestrzenne. Kluczowym staje się pytanie, czy jesteśmy w stanie wyżywić i zapewnić warunki do mieszkania rosnącej liczbie osób na naszej planecie przy jednoczesnej ochronie bioróżnorodności i zachowaniu usług ekosystemów. Według FAO (ang. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*) wzrost produkcji żywności o 70% pozwoli na wyżywienie wszystkich ludzi na świecie. Jednocześnie w związku z odchodzeniem od paliw kopalnych coraz więcej terenów przeznaczają się pod biopali-

³⁸ Manish Bapna, John Talberth, Q&A: *What is a "Green Economy?"*, 5.04.2011, <http://www.wri.org/blog/2011/04/qa-what-green-economy-0> [dostęp 16.07.2016].

³⁹ Małgorzata Burchard-Dziubińska, *Zielona gospodarka jako nowy obszar zainteresowania ekonomii*, IX Kongres Ekonomistów Polskich, <http://www.kongres.pte.pl> [dostęp 16.07.2016].

⁴⁰ *Living Planet Report 2010: Biodiversity, biocapacity and development*, WWF International, Gland 2010.

⁴¹ Biom – rozległy obszar o określonym klimacie, charakterystycznej szacie roślinnej i szczególnym świecie zwierzęcym.

wa i biomateriały. FAO ocenia, że potrzeby te mogą zostać zaspokojone bez dalszego wylesiania, zwłaszcza bez wycinania cennych drzewostanów. Ze względu na zróżnicowanie biowydajności w poszczególnych krajach rozwiązanie tych problemów wymaga globalnego podejścia. Przykładowo Kanada i Australia mają możliwość wzrostu wykorzystania swoich terenów bez przekroczenia limitu śladu ekologicznego, podczas gdy Singapur czy Wielka Brytania są w odwrotnej sytuacji. Walka o wartościowe tereny czy dostęp do wody staje się coraz bardziej powszechna, zwłaszcza w Afryce.

Dzielenie się ograniczonymi i nierównomiernie występującymi zasobami. W sytuacji limitowanego dostępu do zasobów ze względu na fizyczną ich skończoność lub ograniczoną odnawialność niezbędne staje się znalezienie narzędzia do równoprawnego zaspokojenia dostępu do energii, wody czy żywności poszczególnym krajom i ludziom. Jednym z rozwiązań jest określenie dostępnej ilości zasobów w formie budżetów poszczególnych krajów. Takim rozwiązaniem jest np. handel uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, którego podstawą jest dopuszczalna wielkość emisji jako budżet, w ramach którego musi realizować rozwój gospodarczy i społeczny. Niezbędna staje się też zmiana skali i rodzaju konsumpcji rządów, firm, samorządów, gospodarstw domowych i poszczególnych osób tak, aby ci, co konsumują dużo i marnotrawią zasoby, stworzyli możliwość konsumpcji tym, którzy konsumują mniej i często poniżej poziomu godnego życia.

Niezbędne zmiany instytucjonalne procesu podejmowania decyzji i rządzenia. Obecny system gospodarowania środowiskiem przyrodniczym poniósł klęskę i dotyczy to zarówno rządów, jak i rynków. Niezbędna jest głęboka zmiana. Dalekowzroczne rządy muszą dostrzec szansę na prowadzenie gospodarki i rozwoju społecznego z uwzględnieniem wartości środowiska przyrodniczego i właściwej alokacji środków w dążeniu do społecznie godnego życia. Ważne i niezbędne są działania na międzynarodową skalę, wycofywanie szkodliwych środowiskowo subsydiów i budowanie globalnej równowagi, a także zintegrowanego postępowania od poziomu międzynarodowego przez lokalny, regionalny po sektorowy. Niezbędne jest wypracowanie nowego mechanizmu finansowego prowadzącego do transformacji gospodarki rynkowej tak, by uwzględniać w rachunku ekonomicznym koszty zewnętrzne, dostępność zasobów i wartość usługi ekosystemów. W tej zmianie istotna rola przypada przedsiębiorcom.

Niskoemisyjny rozwój⁴²

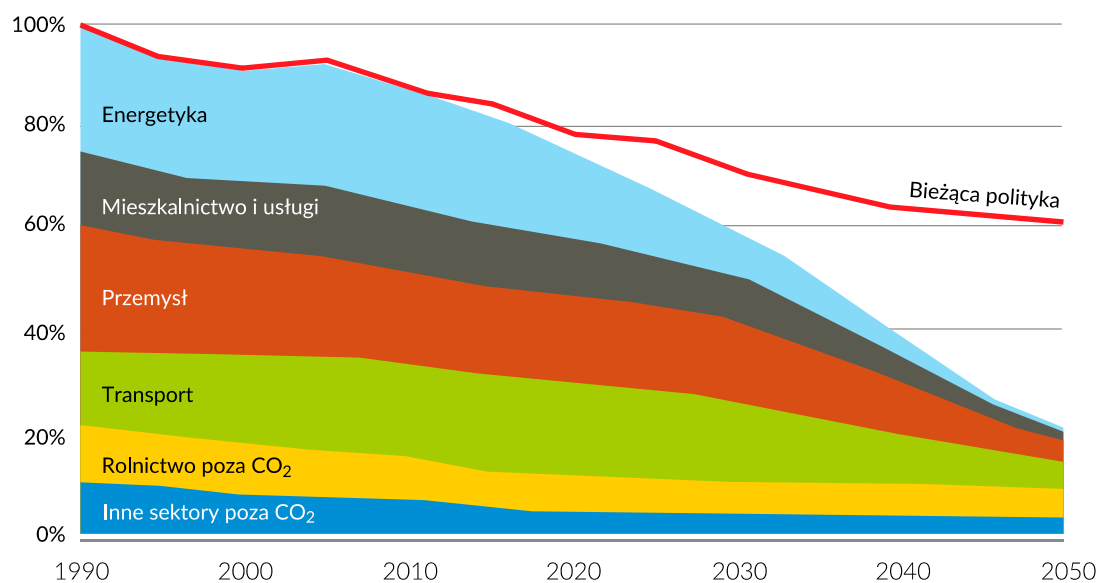
Ograniczenie wzrostu globalnej średniej temperatury do 2°C, a może nawet 1,5°C, wymaga znacznych redukcji emisji gazów cieplarnianych. Do końca bieżącego stulecia emisja tych gazów powinna spaść do zera, a być może wręcz poniżej zera (konieczne byłoby wtedy aktywne usuwanie dwutlenku węgla z atmosfery). Radykalne ograniczenie emisji gazów cieplarnianych oznacza dekarbonizację światowej gospodarki, czyli uniezależnienie gospodarek od paliw kopalnych. W konsekwencji prowadziłyby to do zbilansowania emisji i pochłaniania

⁴² Do przygotowania tego rozdziału wykorzystano teksty z publikacji Andrzeja Kassenberga, powstałej przy współpracy Ewy Świerkuli, *Polska niskoemisyjna. Od idei do działania*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Heinrich Boell Stiftung Warszawa, Warszawa, listopad 2015.

dwutlenku węgla. Przekształcenie gospodarki w kierunku niskoemisyjności stanowi jedno z najważniejszych wyzwań gospodarczych i środowiskowych stojących przed Unią Europejską i jej państwami członkowskimi.

Rada Europejska, widząc tak poważne zagrożenie, w październiku 2009 roku wyznaczyła cel dla Europy i innych krajów o rozwiniętej gospodarce – zmniejszenie do 2050 roku emisji gazów cieplarnianych o 80–95% w stosunku do 1990 roku⁴³. Chcąc przełożyć to wyzwanie na bardziej praktyczne działania, Europejska Fundacja Klimatyczna przygotowała i opublikowała w 2010 roku raport zatytułowany *Mapa drogowa 2050: praktyczny przewodnik do prosperującej i niskoemisyjnej Europy*. Jako cel do osiągnięcia przyjęto w nim redukcję emisji gazów cieplarnianych w UE o 80%. Według tego raportu proces niskoemisyjnej transformacji gospodarki europejskiej powinien przynieść korzyści gospodarcze. Oszacowano, że koszty inwestowania w sektorze elektroenergetyki wzrosną znacząco, z ok. 30 mld euro w 2010 roku do ok. 65 mld euro w 2050 roku. Jednak opóźnienie w podejmowaniu tych działań spowoduje koszty w wysokości ponad 90 mld euro już w 2035 roku.

Komisja Europejska także zajęła się tą problematyką i w 2011 roku opublikowała *Plan działań prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 roku*. Uznano w nim cel przekształcenia całej gospodarki UE w 2050 roku w konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną. Oznacza to, że UE powinna przygotować się na ograniczenie wewnątrzspółnotowych emisji do 2050 roku o 80% w porównaniu z ich poziomem z 1990 roku (rysunek 3.6).



RYСУNEK 3.6. Przebieg ograniczania wewnętrznych emisji gazów cieplarnianych w UE do 80% (100% = 1990 r.)⁴⁴.

⁴³ Rada Europejska, *Konkluzje prezydencji – Bruksela, 29–30 października, 15265/1/09, REV 1*, Rada Unii Europejskiej, Bruksela, 1.12.2009.

⁴⁴ Komisja Europejska, *Plan działania prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r.*, komunikat do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2011) 112, wersja ostateczna, Bruksela, 8.03.2011.

Rodzi się pytanie, co to oznacza dla Polski. Aby odpowiedzieć na to pytanie, Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych i Instytut na rzecz Ekorozwoju, dzięki wsparciu ze strony Europejskiej Fundacji Klimatycznej, przygotowały mapę drogową dla Polski – raport *2050.pl – podróż do niskoemisyjnej przyszłości*⁴⁵. Celem przyświecającym autorom tego dokumentu było znalezienie odpowiedzi na pytanie, jak modernizować Polskę, aby droga ograniczenia emisji była równocześnie drogą przekształcenia Polski w kraj bardziej konkurencyjny, wysoko rozwinięty i zamożny, a przy tym odpowiedzialny i dbający o środowisko. Raport pokazuje, że aktywna agenda modernizacji może przekształcić Polskę w kraj wysoko rozwinięty do 2050 roku, jest to jednak kwestia obrania odpowiedniego kierunku wymagającego poważnych reform.

W ramach projektu przeanalizowano pakiet działań ograniczających emisje gazów cieplarnianych oraz poprawiających efektywność energetyczną i paliwową w budownictwie, transporcie, sektorze energetycznym, przemyśle, gospodarce odpadami oraz rolnictwie. Skupiono się przy tym na aspektach technicznych, a pominięto zmiany behawioralne oraz organizacyjne. Przyjęto jednak konserwatywne podejście niewymagające upowszechnienia się przełomowych innowacji, takich jak np. tanie magazynowanie energii elektrycznej. Przedstawione w raporcie obliczenia wskazują, że w oparciu o już istniejące technologie możliwe jest osiągnięcie redukcji emisji gazów cieplarnianych o 55–63% do 2050 roku w stosunku do 1990 roku. Jednocześnie może to być przedsięwzięcie ekonomicznie w pełni uzasadnione, prowadzące w skali makro do oszczędności netto w postaci niższego zużycia paliw kopalnych (rysunek 3.7).

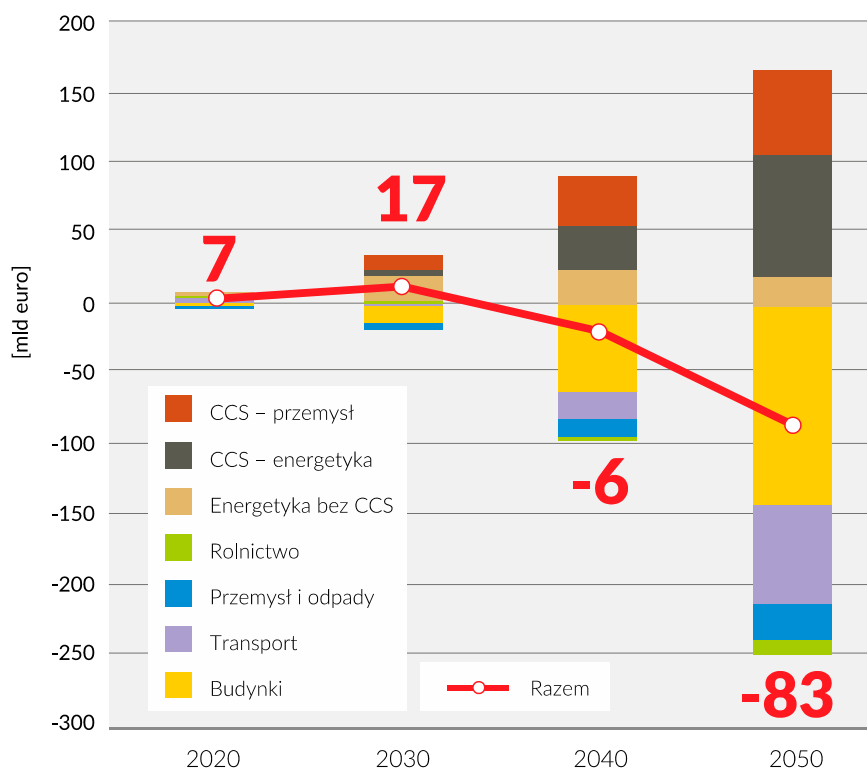
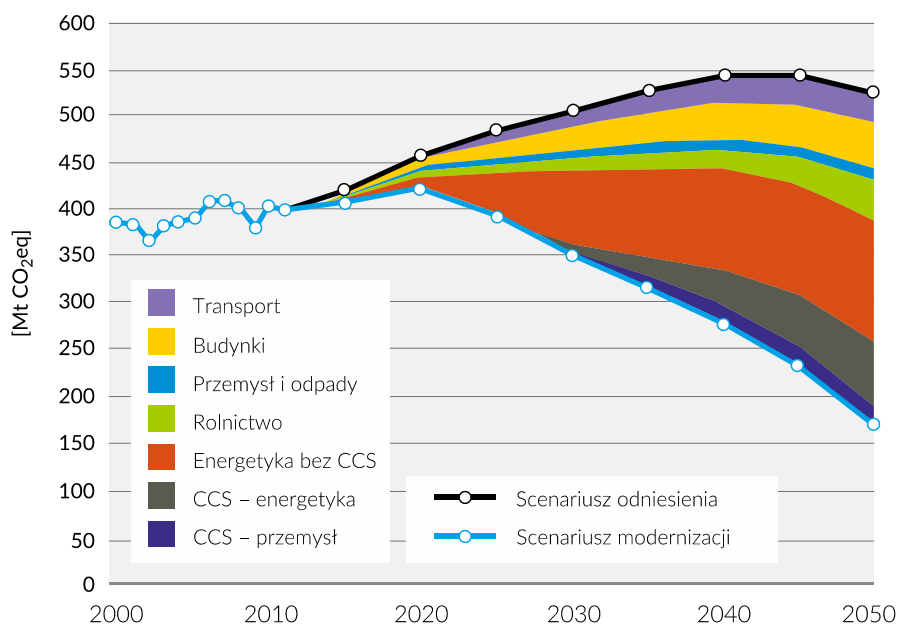
Dalej idące ograniczenie emisji powyżej 80% wymagać będzie jednak wdrożenia systemowych innowacji prowadzących do zmian jakościowych w całym sektorze energetycznym. Obejmują one m.in. znaczny wzrost znaczenia energii elektrycznej w bilansie paliwowym, zwłaszcza w transporcie, budynkach oraz przemyśle, rozwój technologii magazynowania energii oraz integrację różnych obszarów wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Na świecie już sprzedaje się rocznie 600 tys. pojazdów z napędem elektrycznym (dane z 2015 roku), a na szczycie klimatycznym w Paryżu ustalono, że w 2030 roku stanowić będą one 20% wszystkich pojazdów⁴⁶. IHS Research szacuje, że do końca pierwszego półrocza 2016 roku całkowity potencjał podłączonych do sieci magazynów energii wzrósł do 2 GW⁴⁷. W latach 2006–2015 nastąpiło podwojenie zainstalowanych mocy w energetyce odnawialnej na świecie. Obecnie wynosi ona blisko 2000 GW⁴⁸.

⁴⁵ *2050.pl – podróż do niskoemisyjnej przyszłości*, red. Maciej Bukowski, Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych i Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2013.

⁴⁶ Marcin Bołtryk. *Jazda do gniazdka z prądem*.05.10.2016. <https://www.pb.pl/jazda-do-gniazdka-z-pradem-843867>. [dostęp 25.06.2017]

⁴⁷ *IHS: technologia litowo-jonowa zdominowała rynek magazynowania energii*. 15.07.2016. <http://gramwzielone.pl/trendy/22455/ihs-technologia-litowo-jonowa-zdominowala-rynek-magazynowania-energii> [dostęp 25.06.2017]

⁴⁸ *Renewable Energy Statistic 2016*, International Renewable Energy Agency, 2016.



RYСУNEK 3.7. Górny wykres: potencjał redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce według sektorów do 2050; dolny wykres: skumulowane koszty redukcji emisji (wartości ujemne = korzyści netto)⁴⁹.

Istotną rolę w osiągnięciu głębokiej redukcji emisji może również odegrać odejście od liniowego modelu cyklu życia produktu (od surowców przez dobro konsumpcyjne po odpady) na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym. Niskoemisyjna transformacja okazuje się zatem spójna z szerszymi priorytetami rozwojowymi Polski. Wzrost innowacyjności odblokowuje potencjał

⁴⁹ Tamże.

wdrażania ekoinnowacji, które z kolei napędzają dalszą poprawę konkurencyjności gospodarki. Wdrożenie energooszczędnych, niskoemisyjnych technologii poprawia nie tylko efektywność wykorzystania zasobów naturalnych i obieg energii w gospodarce, lecz wpływa pozytywnie także na kapitał ludzki poprzez poprawę zdrowia obywateli i ograniczenie zasięgu ubóstwa. Warto ponadto podkreślić, że poważane, eksperckie instytucje są warunkiem *sine qua non* efektywnego przeprowadzenia niskoemisyjnej transformacji⁵⁰.

Od kilku lat w dawnym Ministerstwie Gospodarki (teraz kompetencje te przejęło Ministerstwo Rozwoju) prowadzono prace nad projektem *Narodowego programu rozwoju gospodarki niskoemisyjnej* (NPRGN). Najpierw przygotowano założenia, a następnie, 4 sierpnia 2015 roku, kierownictwo resortu przyjęło projekt tego dokumentu.

Głównym celem określonym w NPRGN jest rozwój gospodarki niskoemisyjnej przy zapewnieniu zrównoważonego rozwoju kraju. Opierać się ma on na koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym tworzonej dzięki wymienionym poniżej działaniom.

Zgodnie z przyjętym modelem makroekonomicznym wdrożenie działań na rzecz transformacji niskoemisyjnej przekłada się na stopniowy spadek emisji z poziomu ok. 400 mln ton CO₂eq w 2010 roku do ok. 250 mln ton CO₂eq w 2050 roku. Oznacza to redukcję emisji na poziomie ok. 149 mln ton w stosunku do scenariusza bez podjęcia interwencji, co odpowiada spadkowi emisji na poziomie ok. 37% względem 2010 roku oraz 44% względem 1990 roku, w tzw. scenariuszu centralnym⁵¹. Jak zapisano w tym dokumencie, aby dokonać transformacji niskoemisyjnej niezbędnym będzie wydanie ponad 60 mld zł⁵². Należy wspomnieć, że przedstawione w dokumencie poziomy redukcji nie są spójne z celem UE redukcji emisji o 80–95% do 2050 roku w stosunku do 1990 roku. Samo powstanie dokumentu pokazało jednak, że strategiczne myślenie administracji publicznej o niskoemisyjnym rozwoju jest możliwe – wystarczy dobra wola polityczna.

Koncepcja gospodarki o obiegu zamkniętym według NPRGN

- niskoemisyjne wytwarzanie energii – energia jest niezbędna na każdym etapie gospodarki o zamkniętym obiegu, stąd tak ważne jest, by pozyskiwać ją w sposób przyjazny środowisku i po możliwie najniższej cenie;
- poprawa efektywności gospodarowania surowcami i materiałami, w tym odpadami, skutkującą redukcją odpadów na składowiskach i zwiększeniem stopnia ich powtórnego wykorzystania;
- rozwój zrównoważonej produkcji, obejmujący przemysł, budownictwo i rolnictwo – w obrębie tego celu istotne jest zidentyfikowanie działań przyczyniających się do wytwarzania produktów, które nie tylko są bardziej przyjazne środowisku, ale po zakończonym cyklu życia staną się ponownym zasobem;

⁵⁰ Maciej Bukowski, Andrzej Kassenberg, Aleksander Śniegocki, *Perspektywy niskoemisyjnej transformacji w Polsce*, Instytut WiseEuropa, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa, lipiec 2016.

⁵¹ Scenariusz centralny: w całym analizowanym okresie 2010–2050 proces poprawy efektywności wykorzystania zasobów oraz spadku emisyjności infrastruktury przeważa nad wzrostem aktywności gospodarczej, tym samym stopniowo obniżając całkowite emisje.

⁵² Projekt narodowego programu rozwoju gospodarki niskoemisyjnej (NPRGN), Ministerstwo Gospodarki, 4.08.2015.

Zakres lokalnych działań w ramach niskoemisyjnego rozwoju jest bardzo szeroki, gdyż dotyczy wielu zagadnień. Przede wszystkim warto zwrócić uwagę na budowanie zrównoważonej energetyki i tym samym samowystarczalności na poziomie lokalnym. Drogą do tego jest rozwój instalacji energetyki odnawialnej z ważną rolą prosumenta, czyli mikroinstalacji. Nierozzerwalnie łączy się to z wprowadzaniem rozwiązań o wysokim poziomie efektywności energetycznej, w szczególności w budownictwie oraz budynkach mieszkalnych i komunalnych. Nie można zapominać o poprawie efektywności energetycznej w małych i średnich przedsiębiorstwach.

Drugim ważnym kierunkiem jest kształtowanie zrównoważonej mobilności. Obejmuje to oddziaływanie na zachowania użytkowników infrastruktury transportowej, ograniczanie ich potrzeb transportowych, korzystanie z łańcuchów ekomobilności, tworzenie zachęt do rezygnacji z samochodu czy do współużytkowania pojazdów, uprzywilejowanie transportu zbiorowego i niezmotoryzowanego (np. rowerów miejskich). Punktem wyjścia do zrównoważonej mobilności jest prawidłowa organizacji przestrzeni prowadząca do minimalizacji potrzeb transportowych, co leży w gestii planowania przestrzennego. Rozwijane są nowe modele urbanistyczne, czyli kompaktowe, przystosowane dla pieszych, skupione wokół wysokiej jakości systemów transportu publicznego miasta i dzielnice z niezbędnymi obszarami zieleni.

Te dwa powyższe kierunki, wraz z kształtowaniem zielonej i błękitnej infrastruktury, powiązane z zasadami zrównoważonego rozwoju, nie tylko powodują ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, lecz także przygotowują do adaptacji do nadchodzących zmian klimatu. Wyraźnie widać, że transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej na poziomie lokalnym przynosi wiele korzyści i współkorzyści oraz prowadzi pośrednio do zwiększenia atrakcyjności miejsca zamieszkania.

Gospodarka o obiegu zamkniętym⁵⁴

Zderzenie megatrendów, takich jak wzrost liczby ludności czy gwałtowny przyrost klasy średniej we wschodzących gospodarkach, z takimi zjawiskami, jak wyczerpywanie się zasobów nieodnawialnych, granice odnawialności zasobów odnawialnych czy też utrata lub ograniczanie usług ekosystemów, stwarza bariery rozwoju gospodarczego. Linearne podejście „pobierz ze środowiska – zużyj – wyrzuć”, które opierało się na łatwo dostępnych w dużej ilości zasobach – i nadal jeszcze na tym się opiera, choć dostęp do zasobów staje się ograniczony – jest nie do utrzymania na dłuższą metę (rysunek 3.9). Coraz trudniej zapewniać ludziom godziwe warunki do życia oraz utrzymywać środowisko przyrodnicze w dobrej kondycji. Poprawa produktywności zasobów i efektywności energetycznej nie zmienia charakteru podejścia do problemów, opóźnia jedynie nieuniknioną katastrofę. Dlatego niezbędna jest zmiana całego systemu.

Czym zatem jest gospodarka o obiegu zamkniętym? To taka gospodarka, która pozwala zachować możliwie jak najdłuższą wartość dodaną produktów i wyeliminować odpady. Pozostają one jako zasoby w obrębie gospodarki. System pozwala na ich ponowne, wielokrotne wykorzystanie w sposób produktywny, tworząc w ten sposób wartość dodaną. Wymaga to zmian w każdym ogniwie łańcucha wartości. Zamknięty obieg to takie podejście, w którym już na

⁵⁴ Do przygotowania tego podrozdziału wykorzystano teksty z publikacji Andrzeja Kassenberga, powstałej we współpracy z Wojciechem Szymalskim, *Czas wyzwań – czas odpowiedzi, czyli droga ku gospodarce zamkniętego obiegu*, raport na 350-lecie firmy Saint-Gobain, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa, listopad 2015.

etapie projektowania zapewnia się utrzymanie produktów, komponentów i materiałów w najwyższym stopniu użyteczności, a w każdym momencie cyklu – ich wartości. Zmiany następują kolejno: od fazy projektowania do nowych modeli biznesowych i rynkowych, od nowych sposobów przekształcania odpadów w zasoby do kreowania nowych wzorców zachowania konsumentów. Oznacza to zasadniczą zmianę systemową oraz wprowadzenie rozwiązań innowacyjnych nie tylko w technologiach, lecz także w zarządzaniu, organizacji społeczeństwa, metodach finansowania i polityce⁵⁵.



RYSUNEK 3.9. Gospodarka linearna⁵⁶.

Oto cechy globalnego, zamkniętego modelu gospodarczego.

Cechy globalnego, zamkniętego modelu gospodarczego⁵⁷

- Oddziela się wzrost i rozwój od zużycia ograniczonych zasobów.
- Rozróżnia się i oddziela materiały techniczne od biologicznych oraz utrzymuje się ich najwyższą wartość w każdym momencie.
- Koncentruje się na skutecznym projektowaniu i stosowaniu materiałów, aby zoptymalizować ich przepływ i utrzymać lub zwiększyć zasoby techniczne i zasoby biologiczne.
- Zapewnia się rozwój innowacji w takich dziedzinach, jak projektowanie produktów, modele usług i przedsiębiorczości, żywność, rolnictwo oraz surowce i produkty biologiczne.
- Ustanawia się ramy i poszczególne części składowe gospodarki, aby zbudować odporny system, zdolny funkcjonować przez długi czas.

⁵⁵ Komisja Europejska, *Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „Zero odpadów dla Europy”*, komunikat do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Bruksela, 2.07.2014, COM(2014) 398, wersja ostateczna.

⁵⁶ David Russell Schilling, *Linear “Take, Make, Waste” Paradigm Giving Way to Circular “Make, Use, Return” Scenario*, 14.11.2013, <http://www.industrytap.com/linear-take-make-waste-paradigm-giving-way-to-circular-make-use-return-scenario/8831> [dostęp 7.02.2017].

⁵⁷ *Circular model overview*, Ellen MacArthur Foundation, <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/circular-economy/the-circular-model-an-overview.pdf> [dostęp 7.02.2017].

W gospodarce zamkniętego obiegu istnieje wyraźne rozróżnienie pomiędzy konsumpcją a użytkowaniem zasobów. Wynika z tego zasadnicza zmiana polegająca na tym, że wytwórca czy sprzedawca zachowuje prawo własności do swojego produktu tam, gdzie jest to możliwe. Dostarcza usługę klientowi (czyli satysfakcję z korzystania z produktu), przy czym nie chodzi tu o jednorazowe skonsumowanie. Ta zasadnicza zmiana ma istotne implikacje dla skutecznych i wydajnych systemów odbioru produktów, a także dla rozprzestrzeniania się produktowych oraz biznesowych modeli zachowania i praktyk. System stymuluje wytwarzanie coraz bardziej wytrzymałych produktów, łatwych do demontażu czy naprawy (remontu). Jednocześnie tam, gdzie jest to zasadne, prowadzi do przejścia od kupowania produktu do uzyskania usługi zapewniającej taką samą satysfakcję jak posiadanie produktu. Według Waltera Stahela, pioniera gospodarki o obiegu zamkniętym, obowiązujący model linearny spowodował odwrót od usługi na rzecz kupna produktu, co prowadzi do marnotrawstwa. W przeszłości w sytuacji niedoboru lub ubóstwa często stosowano strategię ponownego użycia i przedłużenia żywotności produktów, ale wiązało się to zazwyczaj z obniżeniem jego jakości. Dzisiaj gospodarka o obiegu zamkniętym staje się synonimem dobrego gospodarowania zasobami i inteligentnego zarządzania⁵⁸.

Właściwa gospodarka o obiegu zamkniętym opiera się na kilku kluczowych zasadach, a mianowicie:

Projektowanie bez odpadów

Odpady nie mają prawa istnieć, gdy składniki biologiczne i techniczne (lub materiały), z których zaprojektowany jest produkt, przewidziane są do wykorzystania w cyklach biologicznych lub technicznych obiegu materiałów w następstwie demontażu lub zmiany funkcji. W większości materiały biologiczne są nietoksyczne i mogą być kompostowane, a materiały sztuczne, techniczne mogą być ponownie wykorzystane przy minimalnym zużyciu energii i pełnym odzysku (rysunek 3.10).

Budowanie odporności dzięki różnorodności

Modułowość, wszechstronność i adaptacyjność to cechy, które powinny być traktowane priorytetowo w niepewnym i szybko zmieniającym się świecie. Różnorodne systemy, z wieloma połączeniami na różnych poziomach, są znacznie bardziej odporne na szokowe, zewnętrzne zmiany niż systemy uproszczone, budowane jedynie z myślą o maksymalizacji zysku i jednorazowego efektu.

⁵⁸ The circular model..., dz. cyt.



RYSUNEK 3.10. Gospodarka o obiegu zamkniętym⁵⁹.

Dążenie do wykorzystywania energii ze źródeł odnawialnych

Systemy gospodarcze w ostatecznym rachunku powinny opierać się na energii odnawialnej. Każde działanie w obrębie gospodarki zamkniętego obiegu wymaga dokładnego przeanalizowania źródła energii zaangażowanej w produkcję czy dostarczenie usługi. Ważne jest, aby systemy rolnicze wykorzystujące energię słoneczną, a także korzystające aktualnie z paliw kopalnych, dążyły do ograniczania tych drugich. Warto podkreślić, że wprowadzenie ekologicznej reformy podatkowej, tzn. zmniejszenie opodatkowania pracy ludzkiej, a zwiększenie opodatkowania zużycia energii i konsumpcji materiałów, z założeniem neutralności budżetowej, znacznie przyspieszyłoby zmianę w kierunku gospodarki zamkniętego obiegu. Warto dodać, że przejście na energetykę odnawialną i zmiana systemu podatkowego prowadzą do wzrostu zatrudnienia. W 2015 roku liczba osób pracująca w energetyce odnawialnej na świecie wzrosła do 8,1 mln – to 5% więcej niż w roku poprzednim. Najwięcej osób zatrudnionych jest w energetyce słonecznej. Natomiast w Niemczech najwięcej osób zatrudnionych jest w energetyce wiatrowej⁶⁰.

Stosowanie myślenia systemowego

Zrozumienie, jak poszczególne części systemu wpływają na siebie i na całość modelu, i dostrzeżenie relacji między nimi mają kluczowe znaczenie. Elementy systemu są rozpatrywane z uwzględnieniem ich środowiskowego i społecznego kontekstu. Myślenie systemowe zwykle odnosi się do systemów realnego świata, które są nieliniarne, bogate w sprzężenia zwrotne, współzależne. W takich systemach niedookreślone warunki wyjściowe ze sprzężenia-

⁵⁹ Komisja Europejska, *Ku gospodarce...*, dz. cyt.

⁶⁰ *Energiewende direkt*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 4.07.2016.

mi zwrotnymi prowadzą często do niespodziewanych konsekwencji, a rezultaty są nieproporcjonalne do wkładu. Takie systemy nie mogą być zarządzane w tradycyjny, linearny sposób, wymagają więcej elastyczności i łatwiejszego adaptowania się do zmieniających się warunków. W dokumencie rządowym *Strategia odpowiedzialnego rozwoju*, który został przyjęty 16 lutego 2017 roku, przewiduje się przygotowanie jeszcze w tym samym roku mapy drogowej transformacji w kierunku gospodarki o zamkniętym obiegu. Opracowany dokument będzie miał o charakterze wykonawczy i zidentyfikuje działania na rzecz zwiększenia wydajności wykorzystania zasobów i ograniczenia powstawania odpadów. Okres jego realizacji przewidziano na lata 2017–2025⁶¹.

Symbio-miasto⁶²

Jednym z najważniejszych praktycznych przykładów wdrażania gospodarki o obiegu zamkniętym jest koncepcja symbio-miasta powstała w Szwecji w 2008 roku. Oznacza ona uzyskanie tego samego poziomu życia przy zużywaniu znacznie mniejszej ilości zasobów i energii, w wyniku integracji rozwiązań technologicznych i funkcji miejskich. Istota symbio-miasta polega na włączeniu miasta w ekosystem na zasadzie symbiozy. Podstawowym założeniem jest domykanie obiegów materii poprzez ponowne wykorzystanie odpadów w systemie miasta lub oddawanie ekosystemowi materii w takim samym stanie, w jakim została pobrana. Ale to nie wszystko – w gospodarce obiegu zamkniętego nie tylko ponownie wykorzystujemy odpady, lecz także musimy zadbać, aby produkowane materiały nadawały się do ponownego wykorzystania lub przetworzenia przy użyciu minimalnej ilości energii. Ze środowiska powinniśmy pobierać jak najmniej, a także oddawać mu jak najmniej szkodliwych substancji. W podejściu charakteryzującym symbio-miasto daje się wyraźnie zauważyć, że korzyści środowiskowe i ekonomiczne są wynikiem „uwolnienia” synergii pomiędzy różnymi systemami miejskimi. Miasto takie opiera się na siedmiu kluczowych elementach (rysunek 3.11)⁶³.

Siedem kluczowych elementów symbio-miasta

- 1 **architektura** – zadaniem architektów jest nie tylko projektowanie budynków, obiektów i infrastruktury, architektura ma także pełnić ważną rolę w poprawie środowiska miasta, jego bezpieczeństwa i tworzenia jego dobrobytu;
- 2 **energetyka** – ma skupić się przede wszystkim na poszukiwaniu miejsc i okoliczności, gdzie energia jest tracona, oraz na odzyskiwaniu jej w wyniku skoordynowanych działań oszczędzających pieniądze, zasoby i środowisko;
- 3 **planowanie krajobrazu** – służyć ma znaczącej poprawie jakości życia, planiści mają za-

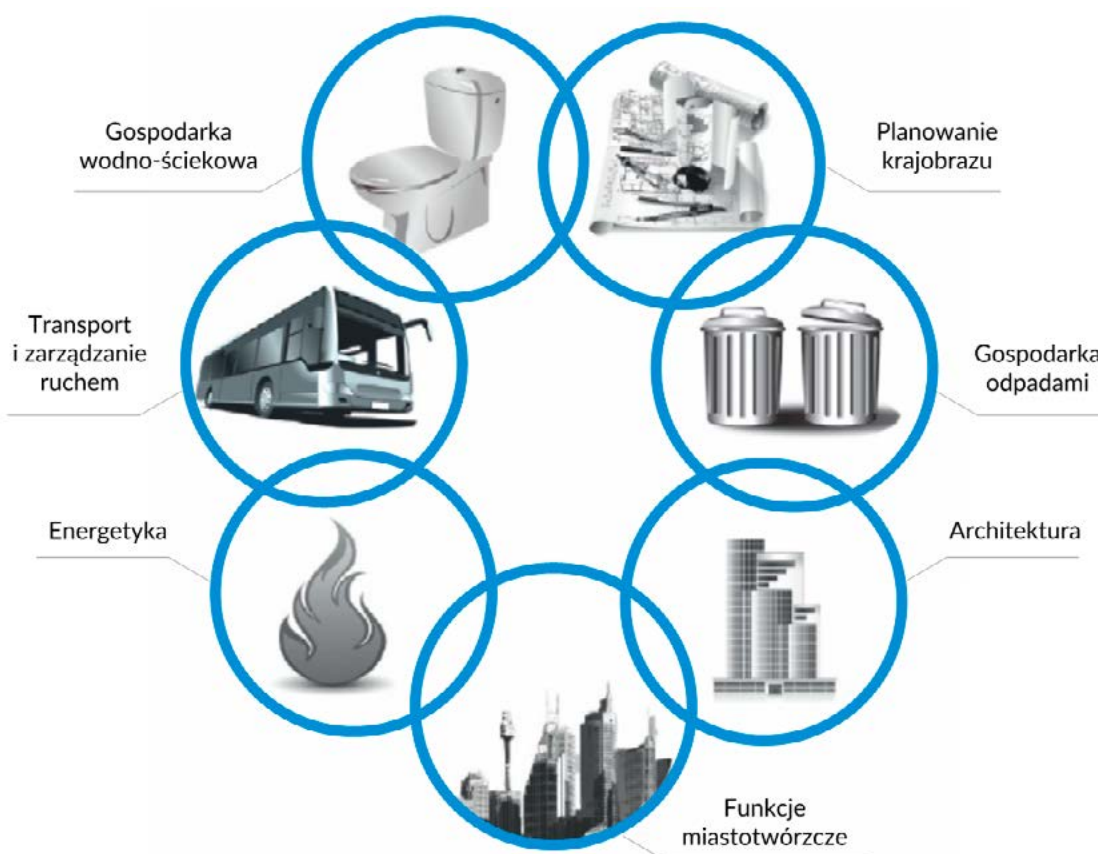
⁶¹ *Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do roku 2030)*, Ministerstwo Rozwoju, Warszawa 2017.

⁶² Do przygotowania tego rozdziału wykorzystano teksty z publikacji Andrzeja Kassenberga, powstałej we współpracy z Wojciechem Szymalskim, *Czas wyzwań – czas odpowiedzi, czyli droga ku gospodarce zamkniętego obiegu*, raport na 350-lecie firmy Saint-Gobain, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa, listopad 2015.

⁶³ *SymbioCity. Sustainability by Sweden*, <http://www.symbiocity.org/en/approach/> [dostęp 7.02.2017].

danie wypracować harmonię zabudowanych części miasta ze środowiskiem przyrodniczym, co przyniesie miastu korzyści ekonomiczne i społeczne;

- 4 **transport i zarządzanie ruchem** – należy kształtować coraz bardziej efektywny transport publiczny i niezmotoryzowany, ograniczać niekorzystny wpływ transportu na środowisko, a w ten sposób ratować życie i oszczędzać pieniądze;
- 5 **gospodarka odpadami** – wymaga innowacyjnego podejścia, tak aby przynosiła współkorzyści środowiskowe, ekonomiczne i społeczne, co wymaga „odkrycia” korzystnych powiązań między nimi;
- 6 **funkcje miastotwórcze, przemysł i budynki** – trzeba krytycznie spojrzeć na przestrzenne, ekonomiczne, środowiskowe i społeczne relacje występujące w mieście, tak aby zrównoważone podejście służyło budowaniu dobrobytu mieszkańców oraz wysokiej jakości życia i środowiska;
- 7 **gospodarka wodno-ściekowa** – wymagane jest głębokie zrozumienia synergii występujących pomiędzy systemami miejskimi, trzeba dążyć do „zawrócenia” wody i ścieków, do uzyskania wody pitnej, biogazu i nawozów.



RYSUNEK 3.11. Siedem kluczowych elementów wchodzących w skład symbio-miasta⁶⁴.

⁶⁴ SymbioCity. Sustainability by Sweden, http://www.metrodcliving.com/shades_of_green/WindowsLiveWriter/symbiocity%20sustainable%20growth.jpg [dostęp 7.02.2017].

Całość wymaga inteligentnego zarządzania, co nie jest możliwe bez nowoczesnych systemów informacyjnych i technologii komunikowania się. Takie zarządzanie może jednak przyczynić się do wielu oszczędności.

Inteligentne zarządzanie w symbio-mieście oznacza:

- łączenie zarządzania odpadami z produkcją ciepła,
- zintegrowanie oczyszczalni ścieków z transportem miejskim poprzez zastosowanie w nim biogazu,
- wykorzystanie przemysłowego ciepła odpadowego w miejskim systemie ciepłowniczym,
- wytwarzanie ciepła lub chłodu oraz energii elektrycznej z energii słonecznej, wprowadzanie do eksploatacji budynków zeroenergetycznych,
- wykorzystanie wody opadowej czy też wykorzystanie dachów do zakładania małych enklaw zieleni (miniogrodów).

Dobry przykład

Stockholm Royal Seaport to dawny obszar przemysłowo-portowy stający się nową zieloną dzielnicą. To największy prowadzony obecnie w Sztokholmie projekt zrównoważonej przebudowy miasta. Po ukończeniu w 2030 roku Seaport będzie miał 10 tys. nowych domów i 30 tys. dodatkowych miejsc pracy w otoczeniu, które łączy nowoczesną architekturę z klimatem inteligentnej i wydajnej infrastruktury. Wprowadzono najnowsze rozwiązania urbanistyczne, w tym inteligentne sieci energetyczne, co ma umożliwić zmniejszenie rocznego zużycia energii do maksymalnie 55 kWh na m². W pełni zautomatyzowany system ogrzewania i wentylacji będzie pobierać energię elektryczną z sieci, gdy jej ceny są najniższe. Zarządzanie mobilnością i zasobooszczędne sieci transportowe pozwolą ludziom podróżować, mieszkać, pracować i spotykać się, gdzie i kiedy chcą – w sposób zrównoważony. Seaport znajduje się zaledwie osiem minut jazdy rowerem od głównego dworca kolejowego w Sztokholmie, a z resztą miasta powiązany jest tramwajem. Sieć dróg rowerowych i pieszych szlaków uzupełnia ten środek transportu. Autobusy będą wykorzystywać biopaliwo. Rozpoczęcie budowy nastąpiło w 2011 roku, powierzchnia wynosi 236 ha, a całkowity koszt inwestycji to 2,2 mld euro. Emisja dwutlenku węgla będzie wynosić poniżej 1,5 t na osobę do 2020 roku, a w roku 2030 ma zostać zredukowana do zera⁶⁵.

Symbio-przemysł⁶⁶

Symbio-przemysł, podobnie jak symbio-miasto, wywodzi się z koncepcji ekosystemu, w którym niemal w pełni domykają się obiegi materii i energii. Istotą ekosystemu nie są poszczególne jego elementy, ale połączenia między nimi. Właśnie one sprawiają, że żyją nie tylko pojedyncze stworzenia, lecz „żyją”, czyli ulegają naturalnemu przekształceniu, także krajobrazy, regiony, kontynenty, świat. James Lovelock wysunął nawet hipotezę, że Ziemia nie jest wcale bez-

⁶⁵ Stockholm Royal Seaport, <http://bygg.stockholm.se/royalseaport> [dostęp 1.08.2016].

⁶⁶ Do przygotowania tego rozdziału wykorzystano teksty z publikacji Andrzeja Kassenberga, powstałej we współpracy z Wojciechem Szymalskim, *Czas wyzwań – czas odpowiedzi, czyli droga ku gospodarce zamkniętego obiegu*, raport na 350-lecie firmy Saint-Gobain, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa, listopad 2015.

dusznym ekosystemem, ale myślącą jednostką, która wie swoje życie – za starożytnymi Grekami nazwał ją Gają.

W oparciu o tę analogię można powiedzieć, że symbio-przemysł to ekosystemy przemysłowe składające się przede wszystkim z zespołów powiązanych wzajemnie, dobrowolnie współdziałających różnych organizacji (przedsiębiorstw) zlokalizowanych na jednym obszarze, co ma służyć bardziej efektywnemu wykorzystaniu surowców i lepszemu postępowaniu z odpadami.

Na terenach uprzemysłowionych symbioza może przybrać postać parku ekoprzemysłowego.

Korzyści z tworzenia symbioz przemysłowych⁶⁷:

- **środowiskowa**, tzn. prowadząca do efektywnego wykorzystania zasobów, ze stopniową redukcją używania zasobów nieodnawialnych i zmniejszeniem zanieczyszczeń,
- **ekonomiczna**, tzn. ograniczanie kosztów zakupu zasobów i kosztów gospodarki odpadami, a także generowanie dodatkowych przychodów w wyniku sprzedaży produktów ubocznych i odpadów z jednego przedsiębiorstwa jako surowców wtórnych dla drugiego,
- **biznesowa**, tzn. budowanie korzystnych relacji z zewnętrznymi podmiotami gospodarczymi, kreowanie własnego wizerunku środowiskowego, powstawanie nowych produktów i zajmowanie nowych rynków,
- **społeczna**, tzn. wzrost zatrudnienia, poprawa warunków pracy, tworzenie czystszej i bezpieczniejszego środowiska, co razem przyczynia się do podnoszenia jakości życia.

Kluczowym zagadnieniem przy projektowaniu symbiozy systemu ekoprzemysłowego jest dobór przedsiębiorstw oraz inwentaryzacja rodzaju wyrobów, strumieni surowców, materiałów i emitowanych zanieczyszczeń.

Przykładowe warunki do powstania sieci powiązań pomiędzy firmami⁶⁸:

- Przedsiębiorstwa powinny być różnorodne, ale komplementarne.
- Wszelkie transakcje wymiany i współpracy powinny być ekonomicznie opłacalne.
- Wszelkie działania muszą wynikać z potrzeb i woli firm, nie mogą być im narzucane z zewnątrz.
- Podejmowane działania powinny być realizowane przy bliskiej współpracy z instytucjami kontroli i nadzoru.
- Mała odległość między współpracującymi partnerami jest ważna ze względu na ekonomikę transportu.
- Czynniki motywującymi firmy do tworzenia symbiozy przedsiębiorstw są jasne i klarowne przepisy i wymagania prawne, korzyści uzyskiwane w wyniku współpracy.

⁶⁷ Ewa Głodek, *Modele stref przemysłowych i mieszkalnych*, materiał z konferencji zorganizowanej w ramach projektu *Opolska strefa zeromisyjna – model synergii przedsiębiorstw*, http://icimb.pl/opole/images/stories/PDF/Konf_OSZ/osz_Glodek.pdf [dostęp 7.02.2017].

⁶⁸ Tamże.

Gospodarka umiaru zamiast podsumowania

Wizje rozwoju cywilizacji do połowy XXI wieku przedstawione z dwóch różnych punktów widzenia – przez reprezentantów biznesu i organizacje ekologiczne – wyraźnie pokazują na zbliżenie stanowisk. W sumie sprowadzają się one do uznania fizycznej skończoności ekosystemu kuli ziemskiej, zarówno jeśli chodzi o zasoby nieodnawialne, jak i odnawialne (granice odnawialności), do stwierdzenia ograniczonej pojemności środowiska (kontrola odprowadzania zanieczyszczeń) oraz konieczności zachowania usług ekosystemów. Aby chronić Ziemię i naszą cywilizację, niezbędne staje się wypracowanie nowego podejścia do rozwoju gospodarczego; ów nowy ład można nazwać gospodarką umiaru. Wyraża się ona przede wszystkim w stabilnym poziomie zużycia zasobów, co przekłada się na skalę konsumpcji.

Innymi słowy, gospodarkę umiaru wyznaczają cztery kluczowe elementy⁶⁹.

Cztery kluczowe elementy wyznaczające gospodarkę umiaru⁷⁰:

- 1 **zrównoważone podejście**, czyli gospodarka o ustabilizowanej wielkości w ramach limitu wyznaczonego przez dostępne zasoby i zdolność do neutralizacji zanieczyszczeń,
- 2 **sprawiedliwy podział**, czyli równoprawne możliwości uzyskania godnych warunków do życia dla ludzi,
- 3 **efektywna alokacja środków na różne aktywności**, tak aby wykorzystać odpowiednio gospodarkę rynkową, z uwzględnieniem jej zalet i niedoskonałości (oraz kosztów zewnętrznych),
- 4 **wysoka jakość życia**, a nie wzrost PKB jako główny cel rozwoju gospodarczego, czyli priorytetowe uwzględnianie ludzkich potrzeb i zapewnianie wszystkim godziwych warunków życia.

⁶⁹ *Enough is Enough. Ideas for a Sustainable Economy in a World of Finite Resources. The Report of the Steady State Economy Conference*, red. Dan O'Neill, Rob Dietz, Nigel Jones, Center for the Advancement of the Steady State Economy and Economic Justice for All, Leeds 2010.

⁷⁰ *Enough is Enough*. ... dz. cyt.



Odnawialne źródła energii – aspekty ekonomiczne i konkurencyjność

Katarzyna Michałowska-Knap, Aneta Więcka, Grzegorz Wiśniewski

EC BREC Instytut Energetyki Odnawialnej sp. z o.o.

TEZA

Odnawialne źródła energii to sposób na rewolucję technologiczną oraz kompleksową, proekologiczną modernizację polskiej energetyki.

Kluczowe problemy

Analiza rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce nie może być przeprowadzona w oderwaniu od trendów europejskich i światowych. Dokonano jej w oparciu o wieloletnie dane i statystyczne trendy, które uwzględniają także relacje z energetyką konwencjonalną i środowiskiem, silnie wpływające na rozwój i konkurencyjność odnawialnych źródeł energii (OZE). Taka analiza pozwala już na wstępie wyłoić najważniejsze problemy energetyki odnawialnej i postawić tezy.

Transformacja gospodarcza w latach 90. XX wieku oraz podczas pierwszych lat obecności Polski w Unii Europejskiej (do końca pierwszej dekady obecnego stulecia) zmieniła odbiorców energii, którzy zaczęli cenić wygodę, efektywność i czystość ekologiczną. Jednak ewolucyjne i adaptacyjne zmiany w systemie wytwarzania energii elektrycznej i jej dostarczania ostatecznie nie zaszły. Nie nastąpiła głębsza zmiana struktury paliwowej (tak jak to miało miejsce w krajach Zachodu) czy scentralizowanego modelu wytwarzania energii elektrycznej. Nadal produkowana jest ona przez tradycyjne przedsiębiorstwa energetyczne, a nie przez niezależnych wytwórców i tzw. prosumentów (gospodarstwa domowe i małe firmy) w systemie generacji rozproszonej.

Nie wiadomo jeszcze, czy polska energetyka na długo utknęła w tradycyjnym modelu opartym na centralnej elektrowni na paliwa stałe, który dominował w Europie i na świecie w latach 70. lub 80. ubiegłego wieku i od którego powszechnie i coraz szybciej odchodzi się już od lat 90.

W przeciwieństwie do rynku ciepła, gdzie działania na rzecz termomodernizacji i łagodniejsze zimy doprowadziły do zmniejszenia zużycia paliw, w elektroenergetyce (także w transporcie) nie zadziałały mechanizmy efektywności energetycznej. Rosnące zapotrzebowanie na energię

elektryczną nie było kompensowane inwestycjami w źródła bezemisyjne lub co najmniej niskoemisyjne. W efekcie konserwowania i modernizacji przestarzałej infrastruktury w polskiej energetyce od 2002 roku przestały spadać emisje CO₂ i innych zanieczyszczeń (zwłaszcza rakotwórczych, takich jak benzo(a)pireny). W przypadku SO₂ i NO_x w Polsce nastąpiło znaczące obniżenie tempa ograniczania emisji¹, dlatego też wypełnianie kolejnych wymogów środowiskowych UE ich dotyczących staje się coraz większym wyzwaniem. Różnica „czystości ekologicznej” w energetyce między Polską i UE powiększa się zamiast pomniejszać, tak jak ma to miejsce w przypadku PKB. Można postawić tezę, że trendy emisji zanieczyszczeń do atmosfery to pochodna przyjętego zachowawczego modelu w energetyce, który od momentu wejścia Polski do UE charakteryzował się znacznie wolniejszym spadkiem wykorzystania węgla (faktycznie doszło do stabilizacji jego zużycia) i niższym niż w UE tempem wzrostu wykorzystania odnawialnych źródeł energii.

Nasuwa się teza, że Polska podczas 15-letniej obecności w UE nie przeprowadziła zasadniczej modernizacji krajowej energetyki, a jedynie z opóźnieniem (czasami za zgodą wspólnoty, dzięki tzw. derogacjom) dostosowywała się do trendów i wymogów europejskich. Wbrew celom polityki unijnej nie zostały uruchomione skuteczne mechanizmy prawne niezbędne do trwałej, innowacyjnej, proekologicznej transformacji. Kontynuacja obecnych trendów może doprowadzić do katastrofy ekologicznej i gwałtownego spowolnienia rozwoju kraju zarówno z przyczyn ekologicznych, jak i ekonomicznych. W wielu państwach rewolucja w energetyce, polegająca na coraz szybszym odchodzeniu od paliw kopalnych na rzecz OZE, trwa już od co najmniej dekady. Od kilku lat zaangażowane są w nią także Chiny i Indie. Nie ma już od niej odwrotu. Upada również model tradycyjnego przedsiębiorstwa (monopolu) energetycznego, który paradoksalnie – niemalże 20 lat po rozpoczęciu zasadniczej transformacji społeczno-gospodarczej w kierunku gospodarki rynkowej – wraca do łask w Polsce. Nie wiadomo, jak długo Polska będzie kontynuować niezwykle ryzykowne ekologicznie i gospodarczo trendy.

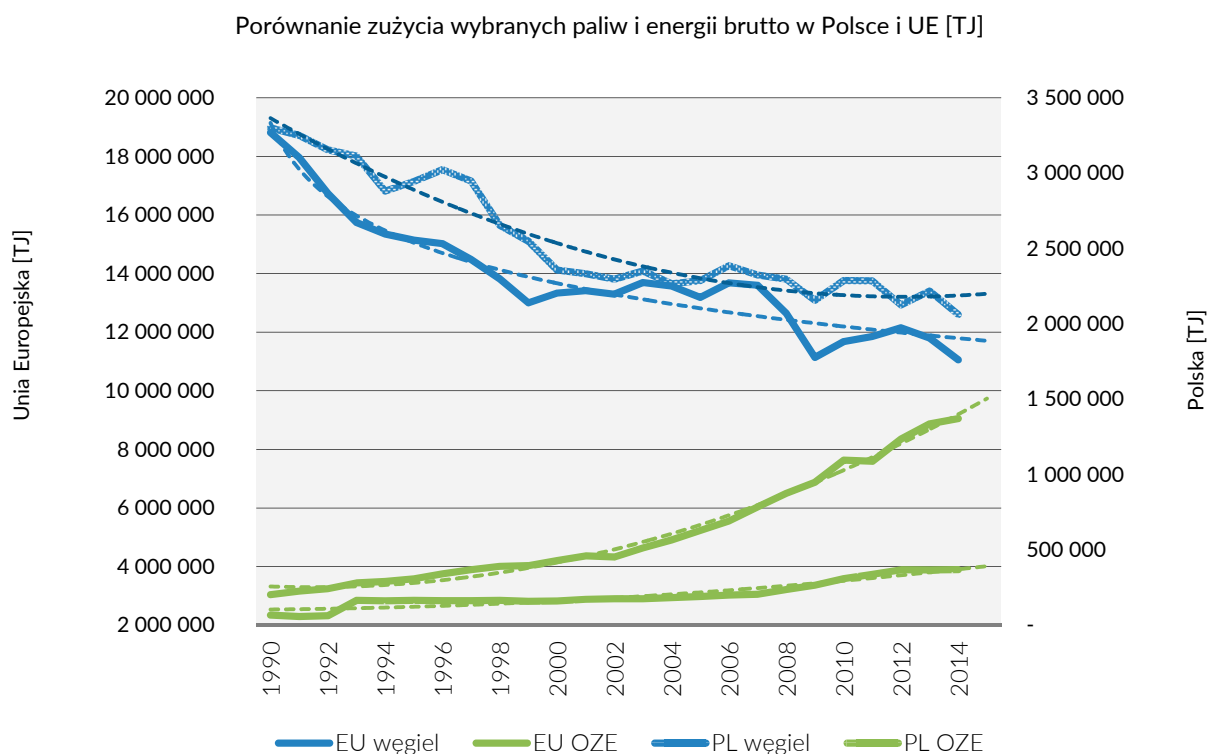
Światowa energetyka znalazła się w punkcie zwrotnym. Chodzi zarówno o znaczący już udział OZE, zwłaszcza w elektroenergetyce, jak i o zatrzymanie w 2015 roku wzrostu globalnej emisji gazów cieplarnianych. Efekt skali nowych zjawisk jest znaczący. Odnawialne źródła energii stały się tzw. głównym nurtem nie tylko europejskiej, lecz także światowej energetyki. Nawet silnymi instrumentami prawnymi i politycznymi (stosowanymi obecnie w Polsce w celu podtrzymania życia starego modelu) niezwykle trudno będzie przekonać inne kraje do zmiany już ugruntowanych trendów i powrotu do minionej już epoki w energetyce. Tezy te na tyle, na ile pozwala krótka forma opracowania, są poddane analizie w kolejnych podrozdziałach.

Trendy rozwoju energetyki

Polska energetyka jest zdominowana przez węgiel. Jego wykorzystanie spada co prawda od początku transformacji, od 1990 roku, ale od połowy ubiegłej dekady (paradoksalnie, od momentu wejścia Polski do UE i przyjęcia przyjaznych dla środowiska przepisów unijnych) jest to spadek wolniejszy. W ostatnich latach zużycie węgla w polskiej gospodarce ustabilizowało się. Obecne trendy w zużyciu energii z węgla oraz z odnawialnych źródeł stwarzają iluzję,

¹ Źródła emisji..., dz. cyt.

że ten pierwszy w Polsce na wieki wieków pozostanie paliwem dominującym. W UE węgiel do połowy lat 90. również był głównym paliwem energetyki (po ropie naftowej stosowanej głównie w transporcie). W 1996 roku Unia Europejska zużyła po raz pierwszy więcej gazu ziemnego niż węgla. Obecnie poziom zużycia węgla w Europie zbliżył się do poziomu zużycia energii jądrowej, która już od kilku lat notuje trend spadkowy. Wieloletnie trendy zużycia węgla i energii z odnawialnych źródeł przedstawiono na poniższym wykresie, opracowanym na podstawie danych Eurostatu (rysunek 4.1). Wynika z nich, że już w ciągu najbliższych kilku lat zużycie węgla w UE będzie mniejsze niż zużycie odnawialnej energii, która stanie się drugim po gazie źródłem ciepła i prądu. Będzie ona zastępować paliwa nieodnawialne w transporcie.



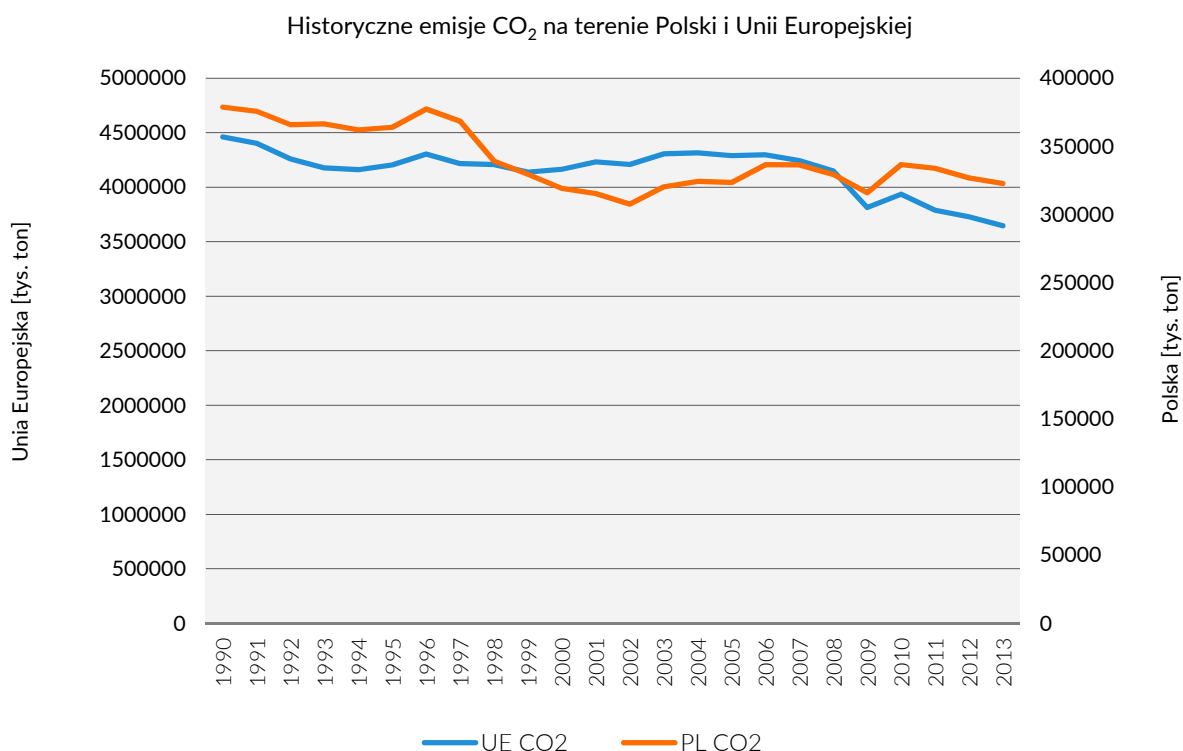
RYСУNEK 4.1. Trendy zużycia węgla i energii z odnawialnych źródeł w Polsce i w UE².

Nic nie wskazuje na to, aby unijne trendy zużycia paliw kopalnych i energii z odnawialnych źródeł miały się radykalnie odwrócić. W szczególności czynniki środowiskowe przemawiają za tym, że obecne, nieśmiałe tendencje odchodzenia od węgla na rzecz OZE w Polsce będą kontynuowane. Pozostaje pytanie, czy będzie to przejście ewolucyjne, czy też rewolucyjne. Dotychczasowe zmiany były zbyt powolne, a zastany stan rzeczy nie odpowiada obecnym potrzebom cywilizacyjnym i aspiracjom coraz szerszych rzesz społeczeństwa, świadomych zagrożeń środowiskowych. Nie można zatem wykluczyć szybkich zmian o charakterze rewolucyjnym.

Energetyka bazująca na węglu i procesach spalania w dalszym ciągu ma niezwykle duży wkład w emisję zanieczyszczeń do atmosfery i to nie tylko w przypadku CO₂. Rysunek 4.2 pokazuje

² Baza danych Eurostatu, oprac. Instytut Energetyki Odnawialnej.

osłabienie trendu w Polsce w stosunku do UE w zakresie redukcji emisji CO₂ z pozyskiwania energii. Znamienne jest, że osłabienie dobrego trendu nastąpiło dokładnie w chwili wejścia w życie pakietu energetyczno-klimatycznego 3×20 w 2009 roku.



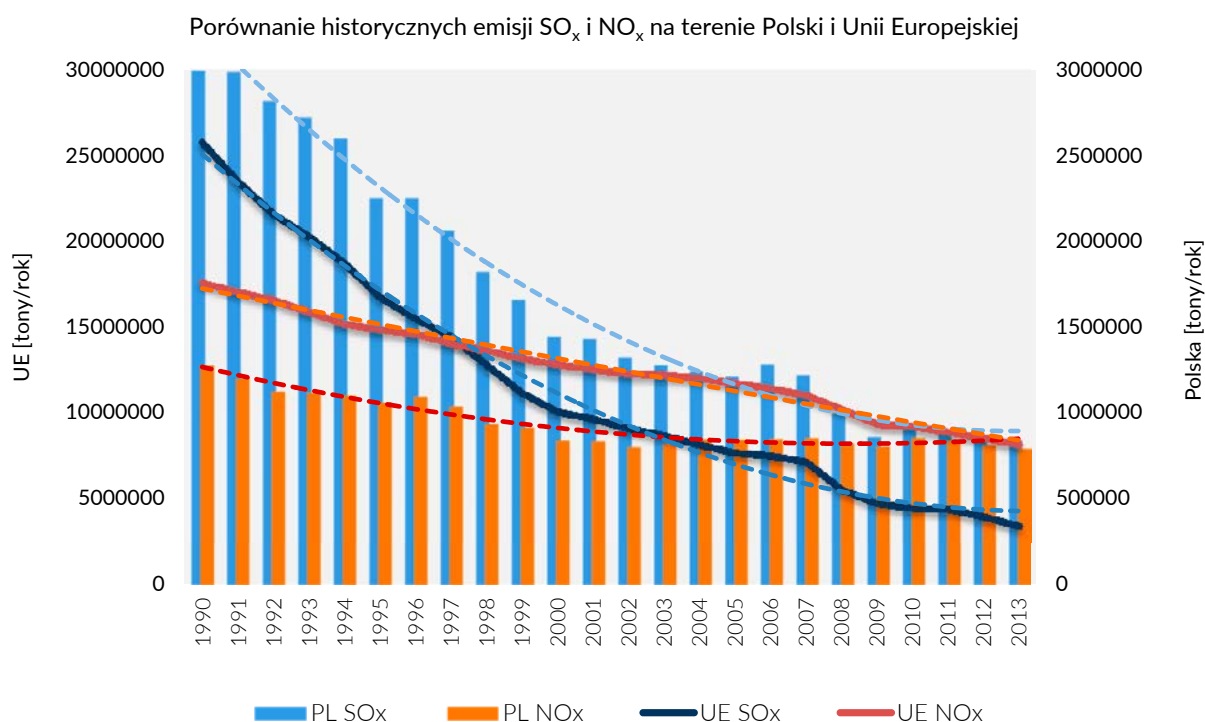
RYSUNEK 4.2. Emisje CO₂ w Polsce i w UE³.

Polska przestała nadrobić zaległości względem UE w ograniczeniu emisji tlenków siarki (SO_x), a od 2009 roku spowolniła tempo redukcji emisji tlenków azotu NO_x w porównaniu z ogółem UE. Ilustruje to rysunek 4.3.

Niekorzystne trendy ujawniają się również w przypadku innych zanieczyszczeń związanych ze spalaniem paliw kopalnych. W szczególności dotyczy to benzo(a)pirenów, pyłów oraz rtęci, które mogą wywołać bardzo poważne skutki zdrowotne.

Ujawnione niekorzystne tendencje dotyczące struktury zużycia paliw, małego udziału odnawialnych źródeł energii oraz szeroko rozumianej emisji wskazują na olbrzymią rolę energetyki odnawialnej w ochronie atmosfery. Czy nasz kraj zdoła odwrócić ewidentnie niekorzystne trendy? Jak szybko może ponownie wejść na drogę czystego rozwoju?

³ Dane Europejskiej Agencji Środowiska, opracowanie: Instytut Energetyki Odnawialnej.



RYСУNEK 4.3. Emisje SO₂ i NO_x w Polsce i w UE⁴.

Kontynuacja obecnych trendów może doprowadzić do katastrofy ekologicznej i gwałtownego spowolnienia rozwoju kraju zarówno z przyczyn ekologicznych, jak i ekonomicznych. Europa i świat inwestują w źródła nieemisyjne nie tylko z powodów ekologicznych. Kraje UE uwzględniają najmniejszy ze wszystkich wpływ tych źródeł na środowisko, brak emisji z procesów spalania i minimalizację szkód przy eksploatacji innych zasobów produkcyjnych (np. glebowych). Kraje i przedsiębiorcy inwestują w OZE przede wszystkim dlatego, że źródła te po zainstalowaniu prowadzą do nieuchronnego spadku kosztów energii w dłuższym okresie. Dzięki odnawialnym źródłom energii firmy poprawiają też swoją konkurencyjność.

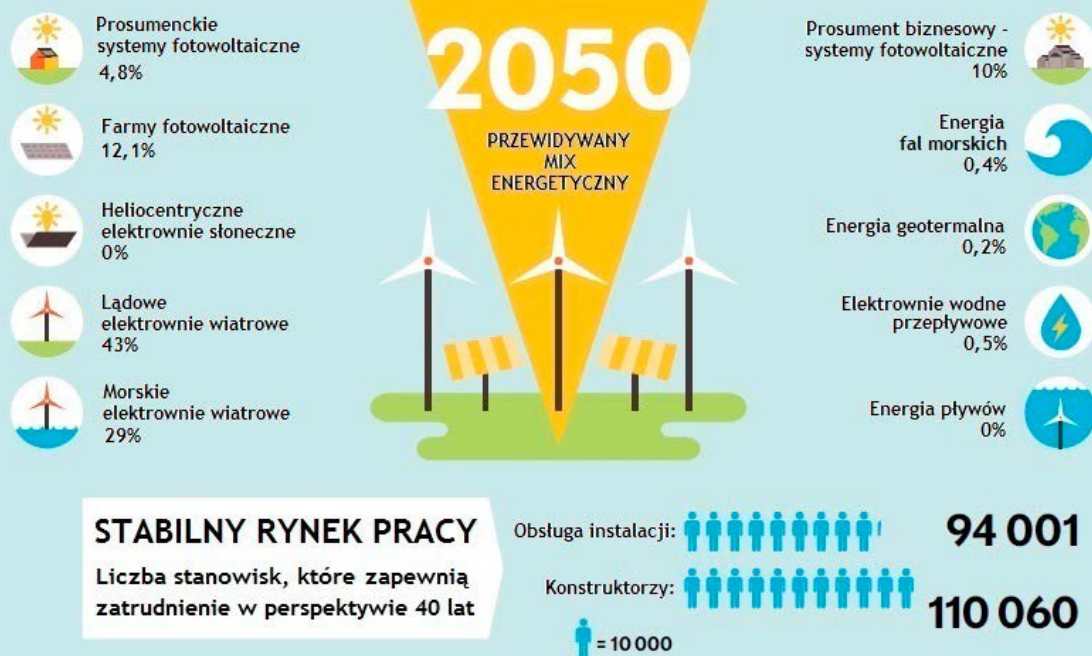
Naukowcy z Uniwersytetu Stanforda przygotowali globalne analizy (uwzględniono w nich także Polskę), w których badano możliwości realizacji wszystkich, w tym także ciepłych i transportowych, potrzeb energetycznych dzięki energii z bezemisyjnych źródeł wiatrowych i słonecznych z niewielkim udziałem energii wodnej i geotermalnej⁵. Wykluczono przy tym paliwa stałe. Uczniowie wykazali, że całkowite przejście na OZE w Polsce byłoby możliwe już w 2050 roku i przyniosłoby 94 tys. miejsc pracy do obsługi nowej energetyki oraz 110 tys. kolejnych przy wytwarzaniu urządzeń i ich instalacji. Największy wkład wniosłoby lądowa i morska energetyka wiatrowa (odpowiednio 43% i 23%) oraz energetyka słoneczna fotowoltaiczna, w tym farmy słoneczne (12%), słoneczna energetyka przemysłowa (prosument biznesowy 10%) i fotowoltaika na domach mieszkalnych (5%). Powyższe dane przedstawiono na rysunku 4.4.

⁴ Baza danych Eurostatu, oprac. Instytut Energetyki Odnawialnej.

⁵ Mark Z. Jacobs i in., *100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight (WWS) All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World*, Stanford University, 2016, <https://web.stanford.edu/group/efmh/jacobson/Articles/I/CountriesWWS.pdf> [dostęp 4.07.2016].

100% POLSKA

Transformacja polskiej gospodarki energetycznej w kierunku 100% wykorzystania OZE we wszystkich jej sektorach (energetyka zawodowa, transport, przemysł)

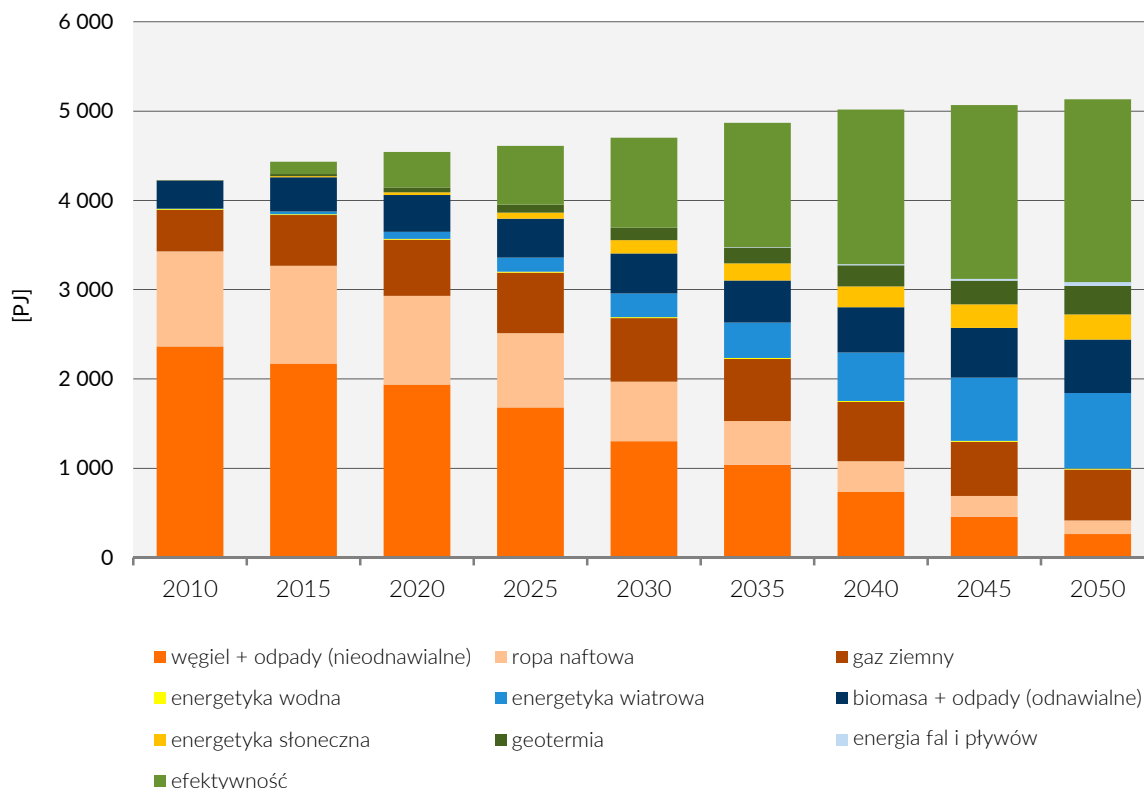


RYSUNEK 4.4. Scenariusz pokrycia wszystkich polskich potrzeb energetycznych w 2050 roku przez źródła nieemisyjne, elektryczne⁶.

Taki miks energetyczny sprawiłby, że koszt energii wynosiłby poniżej 10 centów amerykańskich za 1 kWh, czyli mniej niż energia z systemu opartego na węglu. Na urządzenia do przetwarzania odnawialnych zasobów energii w energię użytkową należałoby przeznaczyć mniej niż 2,5% powierzchni kraju, a zdecydowana jej większość byłaby użytkowana wielofunkcyjnie (pod realizację różnych celów, nie tylko energetycznych). Na przykład instalacje fotowoltaiczne mogłyby być umieszczane na konstrukcjach wyniesionych ponad powierzchnię ziemi (uprawnej lub wykorzystywanej w inny sposób) i w ten sposób chronić glebę przed wysychaniem oraz błyskawiczną ucieczką wód opadowych. Rozwój OZE pozwala zatem nie tylko na zwiększenie skuteczności ochrony powietrza, w tym eliminację niskiej emisji, lecz także na ochronę wód przed oddziaływaniem energetyki węglowej, nawadnianiem itp.

Instytut Energetyki Odnawialnej w publikacji *[R]ewolucja energetyczna dla Polski. Scenariusz zaopatrzenia Polski w czyste nośniki energii w perspektywie długookresowej* (wydanie II zmienione) przygotował alternatywny scenariusz rozwoju polskiej energetyki do 2050 roku. Scenariusz w swoich założeniach jest mniej rewolucyjny niż powyższy, przygotowany przez Uniwersytet Stanforda. Zakłada on stopniowe odchodzenie od energetyki węglowej na rzecz energetyki odnawialnej.

⁶ Dane Stanford University, oprac. graficzne Instytut Energetyki Odnawialnej.



RYSUNEK 4.5. Scenariusz zapotrzebowania na energię pierwotną⁷.

Scenariusz alternatywny zakłada znaczący, 27-procentowy spadek zużycia pierwotnych nośników energii, z poziomu 4224 PJ w 2010 roku do 3085 PJ w 2050. W porównaniu ze scenariuszem referencyjnym zużycie energii pierwotnej w 2050 roku będzie niższe aż o 40%. Mimo to, potrzeby energetyczne są w pełni zbilansowane – nie ma problemu niedoboru energii na rynku, standard życia mieszkańców lub produktywność gospodarki nie ulegają obniżeniu. Najważniejszym skutkiem realizacji scenariusza alternatywnego jest zmniejszenie uzależnienia gospodarki od paliw konwencjonalnych, w tym od importu ropy naftowej. Stopniowo, ale konsekwentnie, maleje znaczenie węgla w energetyce. Jego udział spada z 56% w 2010 roku do 9% w 2050. Miejsce paliw kopalnych zajmują odnawialne źródła energii. Ich udział rośnie z 7,8% w 2010 roku do 68% w 2050. Znaczący udział mają: energetyka wiatrowa – 27% (847 PJ), biomasowa – 19% (600 PJ) oraz słoneczna – 9% (281 PJ). Tak duży wzrost udziału OZE możliwy jest dzięki poprawie sprawności urządzeń oraz obniżaniu się kosztów technologii. Dotyczy to głównie fotowoltaiki i energii wiatru. W scenariuszu alternatywnym nie występuje konieczność budowy elektrowni jądrowych. Znaczący spadek zapotrzebowania na energię pierwotną w scenariuszu alternatywnym jest pochodną zmniejszenia zapotrzebowania na energię finalną. Dodatkowo efekt ten jest wzmacniany ograniczeniem strat w przesyłce energii w efekcie rozwoju energetyki rozproszonej i prosumenckiej. Wiąże się to także z proefektywnościową zmianą struktury wytwarzania energii.

⁷ [R]ewolucja energetyczna dla Polski. Scenariusz zaopatrzenia Polski w czyste nośniki energii w perspektywie długookresowej (wydanie II zmienione), Instytut Energetyki Odnawialnej, wyd. Greenpeace Polska, październik 2013.

Rewolucja we wprowadzaniu OZE do energetyki jest konieczna

Globalna ochrona klimatu prowadzona jest przede wszystkim pod hasłem redukcji emisji CO₂. Polska, stosując protekcyjną politykę wobec górnictwa węglowego i bazującej na węglu energetyki, albo stara się podać w wątpliwość słuszność polityki dekarbonizacji, albo domaga się kolejnych okresów derogacji na zmniejszanie wyłącznie emisji CO₂⁸. Wymieniane są różne, coraz bardziej wątpliwe powody, dla których redukcja emisji CO₂ nie mieści się w polskiej racji stanu⁹. Jednocześnie zapomina się lub przemilcza fakt, że produktami ubocznymi działalności energetycznej opartej na spalaniu węgla są także emisje metanu – gazu o dużym wpływie na klimat¹⁰ – oraz pyłów, metali ciężkich i szeregu związków chemicznych o udowodnionym działaniu chorobotwórczym, w tym rakotwórczym. Jakkolwiek zasięg ich rozprzestrzeniania może mieć charakter międzykontynentalny (globalny), atmosferę dewastuje głównie w skali regionalnej oraz lokalnej.

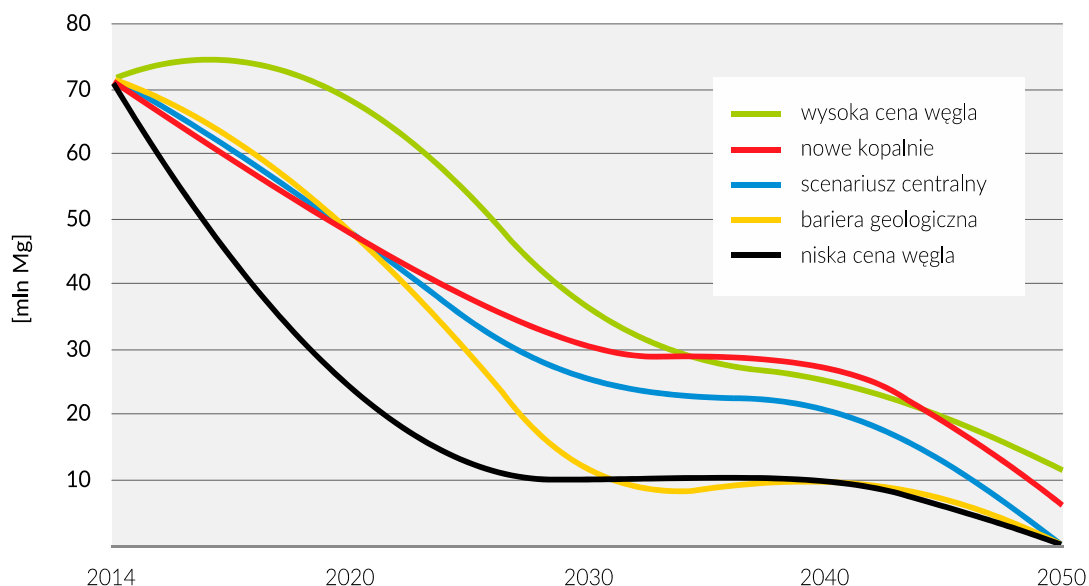
Zdecydowanie nadużywana jest teza, jakoby fakt posiadania własnych złóż węgla był jednoznaczny z gwarancją bezpieczeństwa energetycznego kraju i jego obywateli. Wielokrotne przypadki strajków wszczynanych z niejasnych przyczyn politycznych wskazują, że nie tylko import paliw jest obciążony ryzykiem politycznym. Dostęp do „dobra narodowego”, jakim jest rodzimy węgiel, także może być skutecznie zakłócony. Tym samym nieuprawnione jest twierdzenie o konieczności trwania przy węglu ze względów bezpieczeństwa. Paradoksalnie, skupiony w wielkich instalacjach potencjał wytwórczy oparty na spalaniu węgla jest naturalnym i łatwym celem ewentualnego ataku o podłożu politycznym czy terrorystycznym. Warto też pamiętać, że węgiel kamienny nie gwarantuje Polsce długoterminowego bezpieczeństwa energetycznego. Polskie zasoby przemysłowe są ograniczone, a ekonomicznie polski węgiel nie jest konkurencyjny względem węgla z importu, w tym z Federacji Rosyjskiej, która wykorzystuje dostęp do surowców energetycznych w polityce międzynarodowej¹¹. Scenariusze pozyskania węgla energetycznego w Polsce prowadzą do wniosku, że postawienie w polityce energetycznej na elektrownie wykorzystujące to paliwo związane będzie z koniecznością jego importu. Kompleksowe, długoterminowe analizy na ten temat opublikował m.in. think tank WiseEuropa (rysunek 4.6).

⁸ Więcej o derogacjach i polityce klimatyczno-energetycznej w rozdziale 8.

⁹ Argumenty tego typu, bazujące na błędnych, całkowicie empirycznie niepotwierdzonych przesłankach po raz pierwszy pojawiły się w lobbystycznym *Raporcie 2030* i są w dalszym ciągu bezkrytycznie powtarzane w bieżącej debacie politycznej. Więcej na blogu *Odnawialny*, <http://odnawialny.blogspot.com/2015/11/raport-sprzed-8-lat-oparty-na.html> [dostęp 10.10.2016].

¹⁰ Więcej na blogu naukowym *Doskonale Szare*, <http://doskonaleszare.blox.pl/2010/12/FAQ-Gazy-cieplarniane.html> [dostęp 10.10.2016].

¹¹ Grzegorz Wiśniewski, *Węgiel i wpływy Rosji*, „Rzeczpospolita”, 11.01.2016, <http://www.rp.pl/Energianews/301119837-Wegiel-i-wplywy-Rosji.html> [dostęp 10.10.2016].



RYСУNEK 4.6. Prognoza pozyskania węgla kamiennego w Polsce – wynik analizy ekonomicznej¹².

Kwestią odrębną jest motywowany względami ekonomicznymi wyścig technologiczny. Energia elektryczna z odnawialnych źródeł bezpaleniskowych (wiatr, słońce, pływy morskie) cechuje się niemalże zerowym kosztem zmiennym. Koszt eksploatacyjny będący bliski zeru wynika z braku konieczności zakupu paliwa. W związku z bazowaniem na zasobach odnawialnych korzystanie z tych źródeł nie tylko nie prowadzi do wyczerpywania zasobów (paliw i wody) i nie pociąga za sobą konieczności ponoszenia kosztów zewnętrznych (np. na przeciwdziałanie skutkom zdrowotnym zanieczyszczeń powstających w procesach spalania), lecz także, w ostatecznym rozrachunku, uzyskiwana w ten sposób energia jest tańsza od tej pozyskiwanej metodami tradycyjnymi. Wyroby i usługi wytworzone z wykorzystaniem droższej energii z węgla będą siłą rzeczy mniej konkurencyjne na wspólnym rynku.

Wspieraniu rozwoju obiektywnie tańszej energii z OZE służy wprowadzony przez Komisję Europejską system handlu uprawnieniami do CO₂ (EU ETS). Jego zadaniem jest odzwierciedlenie, przynajmniej częściowo, kosztów zewnętrznych wpływu energetyki konwencjonalnej na zmiany klimatu, nieujawnianych np. w cenie energii elektrycznej wytworzonej z paliw kopalnych. Przy okazji pobierania opłat za emisje tworzy się pula środków, która powinna być reinwestowana w niskoemisyjny rozwój. Temu samemu celowi służyć będzie dyskutowany obecnie system certyfikacji, tzw. etykiet środowiskowych, który dotyczyć będzie żywności eksportowanej z Polski na rynek wewnętrzny UE. System ten będzie odzwierciedlał nie tylko strukturę wytwarzania energii elektrycznej zużytej do wytworzenia tej żywności (o czym mówi się oficjalnie), lecz także warunki środowiskowe, w jakich została ona wyprodukowana, będące pochodną powyższego. Nie można odmówić słuszności tej inicjatywie, a próby jej ewentualnego blokowania¹³ (z uwagi na „obiektywne uzależnienie Polski od węgla”) uderzają także

¹² Maciej Bukowski, Jędrzej Mańnicki, Aleksander Śniegocki, Rafał Trzeciakowski, *Polski węgiel: Quo vadis? Perspektywy rozwoju górnictwa węgla kamiennego w Polsce*, WiseEuropa, Warszawa 2015, http://wise-europa.eu/wp-content/uploads/2016/03/wegiel_raport_15_06_elektroniczny.pdf [dostęp 14.02.2017].

¹³ Paweł Woźniak, *Etykiety środowiskowe uderzą w polski eksport*, „Gazeta Polska Codziennie”, 1.06.2016, <http://gpcodziennie.pl/51210-etykiety-srodowiskowe-uderzawpolskieksport.html#.V698hDVnT9I> [dostęp 10.10.2016].

w zdrowie i bezpieczeństwo Polaków. Tym samym utrzymywanie węglowego *status quo* na gruncie prawa unijnego, już wdrożonego (EU ETS) i planowanego (non-ETS do 2030 roku, etykiety środowiskowe żywności) będzie działało również na niekorzyść polskich eksporterów żywności.

Rozwój odnawialnych źródeł energii, w szczególności technologii dostosowanych do wykorzystania przez małe i średnie przedsiębiorstwa (MŚP) oraz klientów indywidualnych, niezwykle silnie, pozytywnie oddziałuje na rynek pracy. Górnictwo i energetyka tradycyjna zatrudniają łącznie ok. 250 tys. osób i jest to grupa zamknięta, z tendencją spadkową. W samym rolnictwie, przetwórstwie żywności i przemyśle drzewnym, potencjalnie pierwszoplanowej grupie użytkowników – aktywistów energetyki rozproszonej i obywatelskiej, skupionych jest ponad 2,6 mln osób, czyli ponad dziesięciokrotnie więcej¹⁴. Ponadto, w przeciwieństwie do sektora energetycznego, którego udział w eksporcie jest symboliczny (poniżej 1%), wyżej wymienione branże kreują blisko 25% eksportu, zatem wzmocnienie ich poprzez doposażenie w samodzielne kompetencje energetyczne spowoduje wzrost tego potencjału. A sam polski rynek usług energetycznych (poza produkcją urządzeń) dedykowanych rozproszonej energetyce odnawialnej (instalacja i serwisowanie) szacowany jest na 60 tys. miejsc pracy¹⁵, co z nawiązką skompensować może efekty kurczenia się rynku pracy w górnictwie.

Innowacyjność technologiczna gospodarki jest warunkiem koniecznym ucieczki Polski z tzw. pułapki średniego dochodu, czyli zjawiska spowolnienia tempa rozwoju krajów szybko rozwijających się, po tym jak w efekcie prowadzenia reform rynkowych odnotowują wyjątkowo szybkie tempo wzrostu PKB dzięki wykorzystaniu tzw. prostych rezerw i inicjatywy obywateli. Dynamiczny rozwój OZE oraz technologii z obszarów automatyki i sterowania procesów oraz informatyki i telekomunikacji (tzw. ICT) wspierających wykorzystanie OZE stwarza impuls innowacyjny znacznie silniejszy i o szerszym zasięgu społecznym niż dalsze doskonalenie tradycyjnych technologii węglowych.

W tym kontekście szczególnej wymowy nabiera fraza wypowiedziana przez jednego z saudyjskich szejków, Ahmeda Zakiego Yamaniego, odpowiedzialnego za energetykę tego kraju: „Epoka kamienia łupanego nie skończyła się z powodu braku kamieni”. Fakt posiadania złóż węgla nie powinien być bezwzględną determinantą długofalowej strategii, niejako wbrew rozwojowi technologicznemu i przemianom zachodzącym w otoczeniu, także politycznym.

Bariery prawne i blokady polityczne

Aktualnie rozwój odnawialnych źródeł energii w Polsce bardzo spowolnił w związku z niekończącymi się procesami legislacyjnymi dotyczącymi nowelizacji ustawy o OZE, tzw. ustawy odległościowej (ograniczającej możliwości lokalizacji elektrowni wiatrowych) oraz *Prawa wodnego*.

¹⁴ Dane szacunkowe, zestawione na podstawie bloga *Odnawialny*. Por.: *Czy projekt nowelizacji ustawy o OZE jest politycznie korzystny dla rządu i partii rządzącej?*, <http://odnawialny.blogspot.com/2016/05/czy-projekt-nowelizacji-ustawy-o-oze.html> [dostęp 10.10.2016].

¹⁵ [R]ewolucja energetyczna dla Polski, dz. cyt.

Zgodnie z uchwaloną w lutym 2015 roku ustawą OZE dotychczasowy system wsparcia ich rozwoju, oparty na przychodach ze sprzedaży energii po cenie konkurencyjnego rynku powiększonych o przychody z praw majątkowych do świadectw pochodzenia (zielonych certyfikatów), miał zostać zastąpiony systemem aukcyjnym dla większych instalacji oraz systemem taryf gwarantowanych (FIT, z ang. *feed-in tariff*) na energię z instalacji prosumenckich. Spod systemu wsparcia całkowicie wyłączone zostało współspalanie w nowych jednostkach i energia elektryczna z wielkich elektrowni wodnych. Kolejna nowelizacja z grudnia 2015 roku zawiesiła wejście w życie przepisów dotyczących FIT, natomiast aktualna wersja ustawy, po nowelizacji z czerwca 2016 roku, prowadzi do całkowitego załamania wsparcia dla OZE. W to miejsce przywrócone zostało wsparcie dla współspalania, a prosumentom dedykowany jest całkowicie nieopłacalny, bez dodatkowych dotacji, system wymiany barterowej nazywany „opustem” (częściowe bilansowanie energii wprowadzonej i zużytej przy współczynniku 0,8 i 0,7 – w zależności od wielkości mikroinstalacji). Przepisy są niekorzystne ekonomicznie dla rozwoju mikroinstalacji OZE, a w szczególności mikroelektrowni wiatrowych i domowych systemów fotowoltaicznych.

Równolegle do prac nad nowelizacją ustawy w pierwszym półroczu 2016 roku parlament zajmował się przepisami o inwestycjach w energetykę wiatrową – tzw. ustawą odległościową (lub antywiatrakową), regulującą warunki przyłączania i funkcjonowania farm wiatrowych. Ze względu na wymóg zachowania odległości od pojedynczych zabudowań mieszkalnych wynoszącej dziesięciokrotność wysokości wiatraka od podstawy do szczytu śmigła wyklucza w praktyce powstawanie nowych farm oraz podkopuje opłacalność funkcjonowania istniejących farm poprzez wprowadzenie potencjalnych kosztownych obciążeń podatkowych i paropodatkowych, niespotykanych przy żadnej innej technologii wytwarzania energii elektrycznej.

Całość opisanych powyżej działań legislacyjnych prowadzi nie tyle do zahamowania rozwoju, ile wręcz do regresu sektora rozproszonych odnawialnych źródeł energii w Polsce.

Zapowiadane jest zintensyfikowanie wsparcia rozwoju geotermii oraz biogazowni. Pierwsza z tych technologii ze swej natury jest bardziej źródłem ciepła niż energii elektrycznej, a dodatkowo obciążona jest skutkami zasolenia wód geotermalnych; obie są traktowane jako bardziej przewidywalne niż odnawialne źródła oparte na energii wiatru i słońca. Należy jednak podkreślić, że owa „przewidywalność” nie przekłada się na realne zdolności regulacyjne (których brak jest podstawą dyskryminowania OZE zależnych od pogody). Z racji kapitałochłonności obydwie te technologie są predystynowane do pracy ciągłej. Oznacza to pozostawienie po stronie wielkich i nieelastycznych źródeł opalanych węglem konieczności równoważenia całej zmienności obciążenia. W systemie prawnym wsparcia odnawialnych źródeł pominięto naturalną cechę fotowoltaiki, jaką jest generacją w okresach największego zapotrzebowania na energię elektryczną w okresie letnim. Pozwala to ograniczyć konieczność nadszycia generacji węglowej za obciążeniem w okresie, który jest najtrudniejszy ze względu na brak wolnych mocy wytwórczych i problemy z wodą.

Ponadto w ustawie o OZE przywrócone do łask zostało współspalanie biomasy z węglem w elektrowniach węglowych, w tym – poprzez zmiany w definicjach – spalanie i współspalanie z węglem biomasy leśnej. Współspalanie biomasy, zwłaszcza w sposób niezrównoważony i niepoddany rygorystycznej kontroli zużycia zasobów, nie prowadzi do obniżenia emisji CO₂ do atmosfery. Związane jest też z uwalnianiem całego szeregu związków chemicznych

nieobecnych przy spalaniu pyłu węglowego. Chociaż emisja tych związków pozostaje bez wpływu na klimat globalny, to istotnie pogarsza poziom skażenia atmosfery w skali lokalnej i regionalnej. Dodatkowo współspalanie biomasy w wielkich piecach ma negatywny wpływ na trwałość instalacji, zwiększa częstość występowania awarii i podnosi koszty serwisowe¹⁶.

Tym samym efekt nowelizacji ustawy o OZE ocenić można jako działania pozorne, obliczone na formalne wypełnienie celów pakietu energetyczno-klimatycznego UE 3×20 wyznaczonych na 2020 rok, bez perspektywy sprostania wymaganiom podwyższonym na kolejne lata¹⁷, i to nawet wtedy, gdy spalanie i współspalanie biomasy nadal będzie kwalifikowane przez Komisję Europejską (KE) jako zgodne z celami polityki klimatycznej, co może okazać się wątpliwe.

Natomiast wzajemna korelacja działań ujętych w trzech wyżej wymienionych ustawach wskazuje, że intencją jest przede wszystkim wsparcie tradycyjnej elektroenergetyki opartej na spalaniu węgla. W tym kontekście każda forma wytwarzania energii, która prowadzi do ograniczenia wolumenu energii produkowanej z węgla oraz do pogorszenia czasu wykorzystania źródeł węglowych, jest z tą intencją sprzeczna. Wówczas zrozumiały (jakkolwiek nieakceptowalny) staje się sens skorelowanych wzajemnie działań legislacyjnych.

Opisane powyżej zjawiska trudno oceniać pozytywnie, są to skutki uboczne prowadzonej polityki. Obecnym wyzwaniem jest szerszy oddźwięk w mediach oraz zaangażowanie społeczne w przedmiotowej kwestii. Poza wąskim gronem specjalistów merytorycznie zaangażowanych oraz osób i firm, które w dobrej wierze zainwestowały już w OZE, panuje przeświadczenie o poprawności przypisania państwu wyłącznej kompetencji w zakresie zapewnienia zaopatrzenia w energię elektryczną.

Jest to wynikiem ugruntowanej, rozumiałej tradycji historycznej – kiedyś wytwarzanie energii elektrycznej faktycznie było domeną wysokospecjalistycznej działalności, dodatkowo uwarunkowanej ekonomicznym efektem skali. Jednakże wówczas w branży elektroenergetyków panował także etos służebności względem reszty społeczeństwa. Nawet w gorącym okresie – w latach 1980–1981 – nie odbywały się strajki podkopujące wydolność systemu elektroenergetycznego. Urynkowanie całej gospodarki spowodowało gruntowną zmianę postaw wewnątrz branży, coraz brutalniej dyskontującej swój monopol w formie interesu klasowego. Dotychczas nie pozostało to bez wpływu na postrzeganie tej kwestii przez ogół społeczeństwa.

Pozostaje to w sprzeczności ze szczegółowymi oczekiwaniami społecznymi, jeśli chodzi o same źródła energii. Najnowsze badania opinii publicznej przeprowadzone przez CBOS wskazują na wysoki i rosnący wzrost poparcia dla energii elektrycznej wytwarzanej w odnawialnych źródłach – tabela 4.1.

¹⁶ Grzegorz Wiśniewski, Katarzyna Michałowska-Knap, Grzegorz Kunikowski, *Ocena skutków ekonomicznych utrzymania wsparcia dla technologii współspalania węgla z biomasą. Aktualizacja raportu*, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2013, <http://ieo.pl/pl/raporty/44--11/file> [dostęp 10.07.2016].

¹⁷ Grzegorz Wiśniewski, *Jak Polska realizuje unijne zobowiązanie dotyczące energii z OZE?*, blog *Odnawialny*, grudzień 2015, <http://odnawialny.blogspot.com/2015/12/jak-polska-realizuje-unijne.html> [dostęp 10.07.2016].

TABELA 4.1. Społeczna ocena źródeł pozyskiwania energii i zmiany ocen pozytywnych w stosunku do 2015 roku¹⁸.

	Procent ocen pozytywnych w 2016	Zmiana od 2015	Procent ocen pozytywnych w 2016	Zmiana od 2015	Procent ocen pozytywnych w 2016	Zmiana od 2015
Bezpieczeństwo	52	-10	24	+6	87	+1
Perspektywiczność	29	-10	52	+1	82	+2
	Węgiel		Paliwo jądrowe		OZE	

Akceptacja przez rząd energetyki korporacyjnej, nastawionej na technologie węglowe i jej dalsze promowanie, powoduje, że oczekiwania społeczne nie są realizowane. Postawy społeczne Polaków wobec OZE nie mają obecnie oparcia w korzyściach ekonomicznych i nie wywołują protestów przeciwko wycofywaniu się rządu z promocji tych źródeł energii. Brak aktywnego oporu społecznego wobec planów zwiększania inwestycji w energetykę węglową nie oznacza jednak, że jest to jeden z priorytetów zwykłych Polaków.

Dlaczego „rewolucja” jest konieczna

Rewolucja w zakresie wdrażania OZE jest niezbędna, gdyż tradycyjny system elektroenergetyczny spalający węgiel w wielkoskalowych instalacjach oraz ogrzewnictwo indywidualne, również oparte na węglu, wyczerpują swoje możliwości zaspokajania potrzeb energetycznych społeczeństwa i gospodarki. Energetyka węglowa wprowadza nieakceptowalne zagrożenia, gdyż:

- Wymaga pilnej odbudowy istniejących, zużytych i zamortyzowanych instalacji oraz budowy nowych mocy wytwórczych w związku z ciągle rosnącym zapotrzebowaniem na energię elektryczną. Jednocześnie – wobec rosnącej zmienności obciążenia systemu energetycznego (zapotrzebowania na energię) w czasie – coraz większa część mocy dyspozycyjnej pozostaje okresowo bezużyteczna, co dodatkowo obciąża rachunek ekonomiczny niezbędnych inwestycji. Prowadzi to do nieuchronnego i drastycznego wzrostu kosztów zaopatrzenia w energię elektryczną.
- Wykazuje coraz większe niedopasowanie do terytorialnie rozpraszającego się odbioru energii. Wskutek tego, przy koncentracji wytwarzania w wielkich źródłach, rośnie znaczenie sieci przesyłowych i dystrybucyjnych oraz długość drogi energii od źródła do miejsca jej konsumpcji. Tym samym wzrasta też koszt tego transportu, a ryzyko jego zakłóceń jest wyższe.
- Nie jest odporna na rosnące zagrożenia klimatyczne, terrorystyczne i polityczne. Dotyczy to wszystkich ogniw procesu zaopatrzenia w energię ze źródeł centralnych:

¹⁸ Magdalena Gwiazda, *Polacy o elektroenergetyce – obawy i oczekiwania*, CBOS, seminarium energetyczne Collegium Civitas, 2016.

- same źródła narażone są na rosnący deficyt wody do chłodzenia, ale też, wraz z kopalniami węgla, przyczyniają się do jego pogłębienia¹⁹,
 - miejsce wyprowadzenia mocy z elektrowni i linie przesyłowe są idealnym celem ataków terrorystycznych,
 - linie dystrybucyjne są ekspozowane z kolei na ekstrema pogodowe (wichury, śnieżyce, oblodzenie, katastrofalna szadź),
 - zarówno kopalnie, jak i elektrownie ekspozowane są na ryzyka polityczne, czego przykładem są strajki we francuskich elektrowniach atomowych w czerwcu 2016 roku, a w Polsce strajki w JSW (2015), KWB Turoszów (zapowiedziany na Euro2012) i KWB+EL Bełchatów (1993).
- Jest źródłem skażenia atmosfery na nieakceptowalnym poziomie: zarówno produkty spalania węgla i biomasy w wielkich paleniskach, jak i węgla, jego odpadów (dopuszczonych do obrotu), biomasy i śmieci w paleniskach przydomowych przyczyniają się do tworzenia przenikającego do płuc pyłu zawieszonego PM10, przenikającego do krwioobiegu PM2,5, a także benzo(a)pirenu i innych związków, które powstają w wyniku reakcji spalin z wodą atmosferyczną i promieniowaniem UV. Polskie miasta są najbardziej skażone w całej Unii Europejskiej pod względem zawartości w powietrzu pyłu PM2,5 i benzo(a)pirenu, a konsekwencje ekonomiczne negatywnego ich wpływu na zdrowie mieszkańców liczone są w miliardach złotych. Ocenia się, że uwzględnienie tych kosztów w rachunku utrzymania polskiego górnictwa obciąża PKB na poziomie 8% i jest przyczyną przedwczesnych zgonów 45 tys. osób rocznie²⁰.
 - Prowadzi do pogłębienia deficytu wody na cele gospodarcze, rolne i potrzeby ludności oraz do obniżania jej jakości; w tym kontekście sektor elektroenergetyczny jest coraz bardziej niedopasowany do zmieniających się warunków środowiskowych.

Kryzys zasilania w energię elektryczną, jaki wystąpił latem 2015 roku, jest dobitnym potwierdzeniem, że czas dywagacji i przypuszczeń na temat zagrożeń dla stabilności systemu energetycznego się skończył. Ryzyko całkowitej utraty równowagi bilansowej pomiędzy potrzebami energetycznymi a możliwościami systemu energetycznego, jakie wystąpiło 10 sierpnia 2015 roku, zmusiło operatora sieci, PSE SA, do sięgnięcia po niewykorzystywany w Polsce od lat 80. XX wieku mechanizm ograniczania dostępności energii. Ogłoszenie 20. stopnia zasilania nie było zjawiskiem nadzwyczajnym, przypadkowym, które w ciągu kolejnych kilkadziesiąt lat się nie powtórzy. Było to zmaterializowanie się wielorakiego ryzyka technicznego, rynkowego i klimatycznego, które narasta w sposób permanentny w tradycyjnym systemie elektroenergetycznym i wokół niego. Powtórzenie się tego scenariusza w latach kolejnych jest bardzo prawdopodobne.

Pozostawienie odpowiedzialności za zaspokojenie potrzeb energetycznych wyłącznie państwu zorientowanemu na kontynuację modelu wielkoskalowej energetyki węglowej jest obciążone

¹⁹ Iris Cheng, Harri Lamm, *Wielki skok na wodę. Jak przemysł węglowy pogłębia światowy kryzys wodny*, Greenpeace, 2016, http://www.greenpeace.org/poland/PageFiles/733513/RaportWielkiSkokNaWode_final_na_www.pdf [dostęp 15.09.2016].

²⁰ *Europe's Dark Cloud: How coal-burning countries are making their neighbours sick*, WWF, Sandbag, CAN, HEAL, Bruksela 2016, http://env-health.org/IMG/pdf/dark_cloud-full_report_final.pdf [dostęp 15.02.2017].

rosnącym ryzykiem ich niezaspokojenia. Na marginesie tego rozważania pozostaje fakt uporczywego zakłócania zaspokajania potrzeb energetycznych odbiorców energii elektrycznej przyłączonych do sieci na jej peryferiach, którzy już obecnie rokrocznie doznają przerw w zasilaniu o długości kilkuset minut na odbiorcę w ciągu roku. Jest to dziesięciokrotnie dłużej niż średnio w Europie²¹. Szczególnie wysokie koszty przerw w dostawie prądu ponoszą mali i średni przedsiębiorcy. Dla nich koszt każdej niedostarczonej kilowatogodziny jest o rzędy wielkości większy od jej oficjalnej ceny. Nawet częściowe odpaństwowienie i przeniesienie odpowiedzialności za jakość prądu na jednostki nie jest możliwe bez wykorzystania OZE. Ze względu na dramatyczny poziom zanieczyszczenia atmosfery w Polsce obecnie najbardziej pożądanym kierunkiem jest rozwój bezpaleniskowych OZE, nakierowanych nie tylko na wytwarzanie energii elektrycznej, lecz także ciepła, które ze swej natury eliminują pokusę wykorzystania najtańszych paliw odpadowych i śmieci.

Kontynuacja obecnego modelu energetyki (scenariusz „biznes jak zwykle”) wymagałaby:

- restytucji mocy wytwórczych wyeksploatowanych i nadmiernie emisyjnych oraz budowy nowych jednostek wytwórczych, których czas pracy – ze względu na rosnącą dynamikę zmian obciążenia, w szczególności pojawienie się letniego szczytu obciążenia – będzie coraz bardziej odbiegał w dół od normatywnych 6000 godzin pracy w ciągu roku;
- rozbudowy sieci przesyłowych, a zwłaszcza tzw. sieci podprzesyłowych (o napięciu do 110 kV), które już dziś pracują w permanentnym przeciążeniu, podczas gdy przepływy będą rosły w związku z postępującym odsuwaniem się centrów odbioru energii od miejsc jej wytwarzania.

W miarę budowy coraz większych mocy jednostkowych (bloki rzędu 1000 MW) rośnie zapotrzebowanie na tzw. rezerwę wirującą²² (odpowiednio więcej bloków musi pracować poniżej znamionowego punktu pracy), co dodatkowo zwiększa zapotrzebowanie na sumaryczną moc dyspozycyjną.

Utrwalenie dogmatu zaopatrzenia elektroenergetyki w węgiel kamienny z polskich zasobów, pod hasłem zapewnienia w ten sposób bezpieczeństwa energetycznego, będzie obciążało gospodarkę kosztami utrzymania sektora węglowego. Będzie tak się dziać dopóty, dopóki będzie on prezentowany jako ostoja bezpieczeństwa i nie zrezygnuje z postawy roszczeniowej oraz ukrywania immanentnej nieefektywności²³.

Utrzymywać się będzie nieakceptowalny poziom skażenia powietrza produktami spalania węgla, zarówno w elektrowniach, jak i w paleniskach przydomowych. Nie jest bowiem możliwe wyeliminowanie węgla z ogrzewnictwa indywidualnego dopóki sektor węglowy będzie podstawą elektroenergetyki. Tymczasem traci on konkurencyjność globalną. Zmniejszenie sprzedaży

²¹ *Benchmarking report 5.2 on the continuity of electricity supply*, Council of European Energy Regulations, http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity/Tab4 [dostęp 15.09.2016].

²² Rezerwa wirująca (ang. *spinning reserve*) – różnica między mocą znamionową zespołów wytwórczych a mocą pobieraną przy typowym obciążeniu. W praktyce jest to rezerwa mocy w pracujących, zsynchronizowanych z systemem zespołach wytwórczych.

²³ Por. *Polski węgiel: quo vadis? Perspektywy rozwoju górnictwa węgla kamiennego w Polsce*, WiseEuropa, 15.06.2015, <http://wise-europa.eu/2015/06/15/polski-wegiel-quo-vadis-perspektywy-rozwoju-gornictwa-węgla-kamiennego-w-polsce> [dostęp 15.09.2016].

węgla o 8–10 mln ton rocznie (tyle zużywają gospodarstwa domowe) wpłynęłoby znacząco na podniesienie kosztów stałych tony wydobywanego węgla, wzrost jego cen i dalsze pogorszenie konkurencyjności całej branży. W konsekwencji Polska – o ile zdecyduje się na dalsze wspieranie górnictwa pieniędzmi wyjętymi z innych, bardziej produktywnych sektorów gospodarki – będzie narażona na restrykcje ekonomiczne ze strony Komisji Europejskiej, czy to z tytułu pozwoleń na emisję, czy etykiet środowiskowych nałożonych na żywność.

To wszystko powoduje, że postulat ochrony Polaków przed nadmiernymi kosztami energii w obecnym modelu jest niemożliwy do spełnienia. Próby obrony *status quo* poprzez blokowanie rozwoju OZE czy kanalizowanie go do najmniej efektywnych kierunków (współspalanie biomasy, które niekoniecznie obniża poziom CO₂ w atmosferze) nie prowadzą nawet do krótkoterminowego obniżenia kosztów. Ryzykowny jest też model ograniczania udziału w systemie energetycznym źródeł o najmniejszych kosztach zmiennych (takich jak słońce czy wiatr), a nazbyt jednostronne zwiększanie takich jak biogazownie i geotermia – źródeł najdroższych inwestycyjnie i kosztownych w utrzymaniu (biogazownie ze względu na konieczność zapewnienia substratu, geotermia ze względu na zasolenie wody). Optymalny mikś energetyczny kraju powinien być budowany w sposób zrównoważony i silnie dywersyfikowany różnymi rodzajami źródeł energii.

Alternatywą dla kolejnych inwestycji w źródła węglowe jest stopniowe wyposażenie systemu elektroenergetycznego w rozproszoną infrastrukturę magazynowania energii, co pozwoli na ograniczenie zmienności przepływów w sieci oraz wymuszanych nimi inwestycji w sieć. Zmniejszy to również obciążenie funkcjonujących bloków węglowych, a jednocześnie poprawi ekonomikę ich pracy. Pozwoli też na szersze wykorzystanie w sieci odnawialnych źródeł energii o zerowym koszcie zmiennym, efektywnie obniżających wypadkowy poziom emisji oraz otwierającą drogę do zmiany modelu ogrzewnictwa indywidualnego na bezpaleniskowy (z wykorzystaniem sezonowych magazynów ciepła), wsparty wysokoefektywnym wykorzystaniem pelletów z biomasy w grzewczych kotłach automatycznych. Będące skutkiem realizacji tego scenariusza ograniczenie konieczności ponoszenia kosztów zewnętrznych funkcjonowania elektroenergetyki węglowej (a docelowo jej wyeliminowanie) pozwala na faktyczne obniżenie kosztów zaopatrzenia gospodarki i obywateli w energię elektryczną przy jednoczesnym podniesieniu poziomu bezpieczeństwa energetycznego i niezależności energetycznej.

Konieczne są jak najszybsze zmiany, gdyż realizacja tego programu, ze względu na jego złożoność, nie jest możliwa w kilka lat. Samo rozpoczęcie działań nie zabezpieczy przed ewentualnymi nawrotami problemu, jednakże pozwoli na stopniową redukcję tego ryzyka. Ewentualne działania naprawcze, realizowane tradycyjnie, nie eliminują ryzyka, wręcz mogą je nasilić, eksponując odbiorców energii na negatywne skutki pomimo ponoszenia znacznych obciążeń finansowych. Blokowanie ledwie rozpoczętych w ubiegłej dekadzie zmian odsuwa ich wprowadzenie w nieokreśloną przyszłość.

Rewolucja jest konieczna także dlatego, że przewidziane prawem (udział społeczeństwa obywatelskiego i subsydiarność na poziomie lokalnym) formy „oddolnego” oddziaływania na ustawodawcę są praktycznie wyłączone, a ideologiczna presja „odgórna” pcha go w przeciwnym kierunku.

Rewolucja nie musi być trudna

Jak powinna wyglądać zmiana?

Rewolucja energetyczna przy obecnym stanie techniki wcale nie musi być trudna. Jednak z uwagi na uwarunkowania historyczne i obciążenie starą infrastrukturą gospodarczą oraz zachowawczą politykę w Polsce jest ciągle wyzwaniem. Nie musi przy tym być bardziej kosztowna niż utrzymywanie *status quo*. W perspektywie może – a nawet powinna – przynieść obniżenie bezpośrednich kosztów zaopatrzenia w energię elektryczną przy jednoczesnej likwidacji kosztów zewnętrznych.

Pierwszym etapem powinno być dostosowanie mechanizmów rynku energii do zrównoważonego współistnienia źródeł scentralizowanych i rozproszonych. Obecnie brak takich mechanizmów, czego skutkiem jest destabilizowanie pracy źródeł centralnych (węglowych) przez zależne pogodowo OZE. Metodami administracyjnymi (np. poprzez generalne odmawianie wydania warunków przyłączenia, na podstawie argumentów abstrakcyjnych lub całkowicie nieadekwatnych) blokowany jest ponadto rozwój źródeł rozproszonych²⁴.

Przykładem takiego mechanizmu może być rynek usług systemowych i, w ostateczności, rezerw mocy. Jej pełnoprawnymi uczestnikami będą zarówno źródła wielkoskalowe, jak i źródła rozproszone oraz tzw. strona popytowa (odbiorcy), odpowiednio zagregowane.

Kolejnym przykładem jest wprowadzenie standardu taryf dynamicznych dla konsumentów energii, z ceną energii możliwie precyzyjnie odzwierciedlającą rzeczywistą sytuację w systemie.

Rynek energii dla wytwórców powinien odejść od kanonu tzw. miedzianej płyty²⁵, który fałszuje sygnały ekonomiczne, prowadzącego do takiej samej ceny energii w całym kraju. Jest to przeciwieństwo modułu z tzw. opłatami węglowymi. Wprowadzanie energii do sieci ma swój koszt zależny od konfiguracji sieci i odbiorców energii. Całkowicie nieprawdziwy jest także kanon obecny w obowiązującym prawie, mówiący o tym, że źródła wytwórcze energii nie uczestniczą w kosztach utrzymania sieci. Jest on oparty na poglądzie, że „sieci są potrzebne wyłącznie odbiorcom”. To m.in. powoduje, że źródła rozproszone, w tym OZE, przegrywają bezpośrednią konkurencję na rynku hurtowym – mimo że położone są blisko odbiorcy, nie powodują strat i nie zmuszają do rozwoju sieci przesyłowych. Te fakty nie znajdują jednak odzwierciedlenia w cenach za energię.

Dzięki działaniom opisanym powyżej wysłany zostanie sygnał ekonomiczny stymulujący zachowanie obydwu stron procesu wytwarzania i konsumpcji energii w kierunku bliższym optimum globalnego, tj. korzystniejszym dla wszystkich. Z punktu widzenia konsumentów oznacza to

²⁴ *Jak zostać prosumentem*, raport Federacji Konsumentów, Warszawa 2016, <http://www.federacja-konsumentow.org.pl/n,159,1307,91,1,raport-federacji-konsumentow.html> [dostęp 10.11.2016] oraz Joanna Bolesta, Grzegorz Wiśniewski, *Czy warto zostać prosumentem? Komentarz do poradnika Federacji Konsumentów „Jak zostać prosumentem”*, <http://www.cire.pl/item,124594,13,0,0,0,0,0,0,czy-warto-zostac-prosumentem-komentarz-do-poradnika-federacji-konsumentow-jak-zostac-prosumentem.html> [dostęp 10.11.2016].

²⁵ Popularna w światowej energetyce koncepcja zakładająca, że można energię przesłać dowolnie z jednego miejsca w drugie po tej samej cenie, choć w rzeczywistości istnieją ograniczenia sieci przesyłowej i przesył oraz produkcja w jednym miejscu kosztują drożej, a w innym taniej. Według koncepcji operator systemu przesyłowego musi zapewnić dostawę energii we wszystkie miejsca i wziąć na siebie dodatkowe koszty, a potem podzielić je pomiędzy wszystkich odbiorców.

zachętę do pobierania energii z systemu w okresie jej nadwyżek oraz unikanie pobierania energii w okresach jej niedoborów, a z punktu widzenia wytwórców – zdyskontowanie wartości źródeł zlokalizowanych blisko miejsc konsumpcji (źródeł rozproszonych) oraz stworzenie ekonomicznej podstawy do wprowadzenia magazynów energii, stabilizujących wpływ na system źródeł pogodowo-zależnych, przepływy energii w sieci oraz krzywą obciążenia jednostek wielkoskalowych.

Opis wymaganych dla dalszego rozwoju OZE zmian na rynku energii nie jest prosty, dlatego warto posłużyć się analogią. Za przykład niech posłuży potrzeba transportowa, która, obok potrzeby zapewnienia komfortu cieplnego i potrzeb cywilizacyjnych, jest jedną z trzech fundamentalnych potrzeb człowieka. Jest ona zaspokajana na trzech poziomach: indywidualnym (prywatne środki transportu), regionalnym (środki transportu komunalnego, pozostające w gestii samorządu) i państwowym (np. PKP). Podobnie zhierarchizowana jest odpowiedzialność za budowę i kondycję sieci dróg. Ta triada wzajemnie się uzupełnia. Trudno sobie wyobrazić stan, w którym wszystkie potrzeby transportowe zaspokajane byłyby przez państwo. Nikogo nie dziwi również to, że obywatel jest gotów wziąć na siebie odpowiedzialność za nabycie kompetencji na poziomie inwestycyjnym (kupuje środek transportu), kwalifikacji (zdobywa uprawnienia do kierowania nim) i prawnym (ponosi odpowiedzialność za spowodowanie szkody).

Nie ma żadnego powodu, aby podobny model nie mógł być zastosowany, jeśli chodzi o zaspokojenie zapotrzebowania na energię elektryczną. Tak jak wynalazek samochodu zrewolucjonizował zaspokajanie potrzeb transportowych, tak proekologiczne źródła rozproszone mogą i powinny zrewolucjonizować rynek energii. Efekt skali jednostkowej wielkiego źródła może zostać zastąpiony efektem skali masowej produkcji małych źródeł.

Jak przeprowadzić zmianę?

Przeprowadzenie zmiany jest możliwe na **dwa sposoby**.

Pierwszym, zalecanym, jest droga prawna. Obowiązki przedsiębiorstw energetycznych są ściśle regulowane ustawami, podobnie jak np. zasady kształtowania i kalkulacji taryf. Bez zmiany odpowiednich przepisów trudno będzie zbudować spójną w skali kraju infrastrukturę pomiarową niezbędną do wprowadzenia taryf dynamicznych, a wprowadzenie samych taryf będzie po prostu niemożliwe. Podobnie z mechanizmami rynku.

Apologeci *status quo* w energetyce mają tego świadomość i właśnie dlatego żadna nowelizacja prawa umożliwiająca zmiany dotychczas nie mogła się powieść. Jednak w dłuższej perspektywie jest to „gra do własnej bramki”. Z uwagi na silne oddziaływanie sektora energetycznego na instytucje państwa i prawo prowadzi to ostatecznie do efektów odwrotnych od zakładanych.

Konserwowanie mechanizmów rynku na gruncie skostniałego prawa nie jest jednak w stanie ani zatrzymać postępu technologicznego, ani ograniczyć opisanych wcześniej ryzyka wzrostu kosztów zaopatrzenia w energię, ryzyka niezagwarantowania jej dostaw oraz wzrostu skażenia powietrza i deficytu wody. W efekcie permanentnemu obniżaniu podlegać będzie ekonomiczna bariera wejścia na rynek technologii alternatywnego zaspokajania potrzeb energetycznych w sposób bezpieczny technicznie i ekologicznie. Konsekwencjami tego będzie wzrost

populacji odbiorców klasy nazywanych w marketingu klasą premium, którzy zdecydują się na całkowitą rezygnację z usług sektora tak słabo spełniającego ich oczekiwania, oraz przyspieszenie wzrostu obciążeń finansowych ze strony tego sektora, kumulowanych na odbiorcach pasywnych. Jednak wytrzymałość każdego odbiorcy ma swoje granice, a po jej przekroczeniu odbiorcy pasywni przestaną być pokorni (zaczną się buntować). Oznacza to:

- rewolucję w dosłownym znaczeniu tego pojęcia, bo cała odpowiedzialność za stworzenie tej sytuacji będzie przypisywana (i słusznie) państwu,
- przebudowę rynku wymuszoną przez utratę możliwości utrzymania *status quo* przez tradycyjną energetykę korporacyjną.

Jest to druga droga, niezalecana, gdyż w warunkach wymuszenia przy mniejszej efektywności nieuchronnie pociągnie za sobą większe koszty oraz pogorszenie spójności społecznej. Jednakże może być to jedyna droga, o ile dążenia i interesy społeczne grup pokrzywdzonych na dotychczasowym rynku energii nie będą włączane w system energetyczny.

Jakie bariery stoją na drodze do zmian paradygmatu w energetyce?

Zmiana nie musi być trudna technologicznie. Wszystkie niezbędne do niej elementy są już na rynku obecne, a niektóre z nich znajdują skuteczne zastosowanie w innych branżach. W szczególności są to:

- Wprowadzenie taryf dynamicznych – skuteczne zarządzanie stroną popytową (i wykorzystanie jej do świadczenia usług systemowych) oraz rezerwami mocy z zasobu zintegrowanego wymagają umiejętności operowania informacją cyfrową w skali tzw. *big data*, która jest powszechna na dużą skalę w obszarze mediów cyfrowych.
- Integracja zależnych pogodowo źródeł OZE wymaga stopniowego, choć na dużą skalę, wdrożenia magazynów energii, jednak nie w formie wielkoskalowych instalacji, podatnych na te same ryzyka co wielkie źródła, tylko w formie rozproszonej w sieci, bliżej odbiorców i małych źródeł. Program ten może być realizowany stopniowo, jako alternatywa dla programu wielkoskalowych inwestycji w źródła wytwórcze, płynnie zwiększając zdolność systemu do asymilacji kolejnych OZE. Następnie pozwoli to na zwiększenie wykorzystania mocy dyspozycyjnej wielkich źródeł, poprawi przez to ekonomikę ich pracy oraz ułatwi stopniowy proces wycofywania źródeł wyeksploatowanych i najbardziej szkodzących środowisku i zdrowiu obywateli.

Uruchomienie procesów technologicznych jest jednak uwarunkowane odpowiednią zmianą prawa, która aktualnie jest blokowana z przyczyn politycznych.

Jakie wsparcie może ułatwić wprowadzenie zmian?

Najważniejszą inicjatywą legislacyjną z ostatnich lat, która mogła zmienić rynek energii i docelowo model rozwoju energetyki było uchwalenie tzw. poprawki prosumenckiej w ustawie o OZE z 20 lutego 2015 roku. Poprawka wprowadzała taryfy gwarantowane na energię (tzw. taryfy FIT) tylko dla najmniejszych mikroinstalacji o mocy do 10 kW, które mogły doprowadzić do powstania 200–250 tys. instalacji do 2020 roku. Ten masowy ruch zmieniłby nastroje społeczne i polityczne wokół OZE oraz uruchomiłby potencjał innowacyjny polskich firm.

Niestety wejście w życie tego przepisu na wniosek ministra energii wprawdzie zostało odłożone, a po nowelizacji z czerwca 2016 roku system taryf FIT został w ogóle wykreślony z ustawy o OZE.

Korzyści ekonomiczne rewolucji w energetyce

Klarowne i stabilne prawo jest warunkiem długofalowych inwestycji w energetykę obywatelską i rozproszoną. Jest to podstawa angażowania rezerw finansowych (oszczędności) pozostających w dyspozycji obywateli oraz MŚP w poszerzenie bazy wytwórczej energii elektrycznej z wykorzystaniem OZE w formule źródeł rozproszonych oraz skorelowanych z nimi magazynów energii. Wbrew retoryce obecnej w przekazie medialnym inwestycje te służą ogółowi obywateli i przyczyniają się do wzrostu niezależności energetycznej państwa i bezpieczeństwa dostaw energii wszystkim, a nie tylko pojedynczym inwestorom.

Rozwój OZE, w tym np. fotowoltaiki, pozwala ograniczyć skutki ekonomiczne ograniczeń mocy w okresie letnim (najbardziej prawdopodobnych, urzeczywistnionych w sierpniu 2015 roku). Brak źródeł fotowoltaicznych w miksie energetycznym był bezpośrednią przyczyną sytuacji, w jakiej znalazł się wówczas polski system elektroenergetyczny. Argument nieprzydatności odnawialnych źródeł energii, jaki wówczas został podniesiony z powodu braku energii wiatrowej, był z gruntu fałszywy. Sztucznie zawężał pojęcie OZE do generacji z wiatru, o której wiadomo, że w okresie letnim jest najmniej aktywna²⁶. W czasie drastycznego niedoboru mocy polskim w systemie oparty na OZE niemiecki system miał jej nadmiar, mimo że pracował w podobnych warunkach (suszy i upału). Rozwój odpowiednio zarządzanej generacji rozproszonej pozwala ograniczyć zasięg i skutki awarii sieciowych.

Ograniczenie zapotrzebowania na węgiel, a za tym stopniowe ograniczanie skali sektora węglowego, pozwala na zmniejszenie obciążeń gospodarki (systemu podatkowego) z tytułu konieczności permanentnego oddłużania górnictwa, w tym przede wszystkim przejmowania przez podatnika (budżet państwa) obciążeń socjalnych związanych np. z emeryturami górniczymi.

Oczekiwane przez środowiska związane z OZE obniżanie wolumenu produkcji energii elektrycznej z węgla oraz sukcesywne zastępowanie indywidualnego ogrzewnictwa bezpaleniskowymi odnawialnymi źródłami ciepła pozwala na ograniczenie emisji do atmosfery szkodliwych produktów spalania węgla, jego odpadów i śmieci. W następstwie spadnie obciążenie budżetu państwa (systemu podatkowego) z tytułu kosztów leczenia, czyli ukrytych kosztów wspierania górnictwa węglowego.

Korzyści społeczne, w tym zdrowotne

Do korzyści społecznych zaliczyć należy przede wszystkim restrukturyzację i wzrost zatrudnienia netto, a w tym w szczególności szansę na aktywizację zawodową obszarów wiejskich,

²⁶ Rok po opisywanym niezbilansowaniu mocy Polski Komitet Energii Elektrycznej (PKEE) opublikował raport *Rynek mocy – czyli jak uniknąć blackoutu*, w którym bezpośrednio powiązał brak generacji wiatrowej w sierpniu 2015 roku z przyczyną blackoutu, a nie z faktycznymi problemami: chłodzenia w elektrowniach węglowych i awarią w elektrowni Bełchatów; <http://www.pkee.pl/pl,aktualnosci,4,aktualnosci,1,raport-pkee-rynek-mocy-czyli-jak-uniknac-blackoutu,214> [dostęp 9.09.2016].

dotkniętych w znacznej mierze strukturalnym bezrobociem, mającym już cechy obciążenia wielopokoleniowego (bieda rodzi biedę – rozerwanie tego zakłętego kręgu jest szczególnie ważne). Restrukturyzacja oznacza też stopniową redukcję zatrudnienia w zawodzie związanym ze szczególnie wieloma zagrożeniami, wręcz ahumanitarnym, jakim jest górnictwo dołowe.

Ograniczenie stężenia w atmosferze pyłów zawieszonych, benzo(a)pirenu i innych szkodliwych produktów spalania jest jednym z fundamentalnych działań profilaktycznych niezbędnych do poprawy stanu zdrowia polskiego społeczeństwa.

Inne korzyści

Zaletą przechodzenia na OZE jest także m.in. dostosowanie elektroenergetyki do zmieniającego się klimatu i możliwości technicznych tradycyjnego generowania energii elektrycznej oraz profilu zapotrzebowania na nią. Nowością jest pojawienie się szczytu obciążenia latem, kiedy nie funkcjonuje segment wytwarzania energii elektrycznej w skojarzeniu z potrzebami scentralizowanego ogrzewnictwa, a możliwości (moce dyspozycyjne) elektrowni kondensacyjnych są najniższe w roku ze względu na pogorszenie warunków ich chłodzenia. Najmniejsze są także zdolności przesyłowe sieci ze względu na brak chłodzenia przewodów roboczych (dodatkowe nagrzewanie słońcem i słaby wiatr) oraz związane z tym największe ryzyko przekraczania dopuszczalnych zwisów przewodów w sieciach elektrycznych.

Korzyścią nie do przecenienia, jaką daje rozwój OZE, jest wzrost niezależności politycznej wynikający z redukcji ryzyka zakłóceń w dostępie do nośników energii pierwotnej i bezpieczeństwa energetycznego we wszystkich jego aspektach: technicznym, ekonomicznym i środowiskowym. Oznacza to także wygaszenie sporu ideologicznego o pryncypia polityki klimatycznej w relacjach z Komisją Europejską. W efekcie tego nastąpiłoby pogłębienie dobrych relacji ze strukturami UE, które są warunkiem zachowania bezpieczeństwa państwa.

Branża czystej energii oraz integralnie z nią związana formuła inteligentnych sieci, która pozwala rozproszone źródła OZE integrować w struktury atrakcyjne ekonomicznie, stanowi wciąż jeszcze nowość na rynku europejskim i światowym. Stanowi tym samym silny impuls proinnowacyjny dla kolejnych nowych gałęzi (w tym eksportu). Postawa „poczekajmy aż bogatsi wypracują wszystkie potrzebne rozwiązania, a my wtedy z nich skorzystamy bez ryzyka” oznacza, że, owszem, niczym nie ryzykujemy, ale poniesiemy jako kraj koszty, które pozwolą prekursorom zdyskontować ryzyko przez nie poniesione. Korzyścią jest możliwość aktywnego włączenia się do procesu budowy innowacyjnego przemysłu.

Rewolucja już trwa

Na całym świecie, w tym również w Unii Europejskiej, jest wiele przykładów potwierdzających, że rewolucja w energetyce trwa już od pewnego czasu i nie ma od niej odwrotu.

Międzynarodowa Agencja Energetyczna (IEA) potwierdziła, że w latach 2013–2014, po raz pierwszy od 40 lat, dzięki odnawialnym źródłom energii i efektywności energetycznej udało się zatrzymać światowy wzrost emisji CO₂ z sektora energetyki (zarówno w 2013 roku,

jak i w 2014 emisje związane z tą dziedziną gospodarki wyniosły ok. 32,2 mld ton)²⁷. IEA podkreśla, że w 2014 roku przybyło 123 GW nowych mocy OZE do wytwarzania energii elektrycznej, w tym po 50 GW w energetyce wiatrowej i fotowoltaice. Było to już dwukrotnie więcej niż wzrost mocy w całej światowej energetyce konwencjonalnej (według Bloomberg New Energy Finance w 2013 roku po raz pierwszy zainwestowano więcej w OZE niż w paliwa kopalne). Inwestycje w odnawialne źródła energii sięgnęły 295 mld dolarów i, zdaniem IEA, trend ich dominacji będzie się już tylko nasilać. Szczególnie szybko działają tak będzie w największych krajach uznawanych dotychczas za rozwijające się – BRICS²⁸ oraz w USA, Japonii i w Unii Europejskiej. Światowe emisje CO₂ będą przy tym spadać.

Inwestycje w OZE były dźwignią, która napędzała inne zielone inwestycje o łącznej wartości 788 mld dolarów, w szczególności w energooszczędnym budownictwie, transporcie elektrycznym i w takich technologiach jak magazynowanie energii. Potwierdza to (i potwierdzało jeszcze przed niezwykle prawdopodobnym przyjęciem globalnych nowych celów klimatycznych do 2030 roku) globalną skuteczność polityki klimatycznej i zasadność budowy zielonej gospodarki już od teraz. Praktycznie cały świat, a nie tylko UE – jak utrzymuje błędny dyskurs publiczny – konsekwentnie rozwija politykę klimatyczną²⁹. W kolejnych krajach wprowadzane są mechanizmy zbliżone do europejskiego systemu handlu emisjami (EU ETS), o czym mowa w rozdziale 8.

Międzynarodowa Agencja Odnawialnych Źródeł Energii (IRENA), analizując obecne trendy, zauważyła, że w skali światowej już w 2025 roku na całym świecie OZE – a w szczególności fotowoltaika i energetyka wiatrowa, w tym także morską – bez subsydiów i bez kosztów zewnętrznych wpływu energetyki na środowisko staną się w pełni konkurencyjnymi z energetyką opartej na paliwach kopalnych. IRENA jednocześnie zauważa, że wysokość jednostkowych kosztów inwestycyjnych w źródła fotowoltaiczne w latach 2009–2014 spadła ponad czterokrotnie (do 0,72 dol./W), a w 2014 roku w 30 krajach świata fotowoltaika prosumencka pozwalała już na wytwarzanie energii bezpośrednio u odbiorców końcowych taniej, niż kupując ją z sieci³⁰. Stanowi to wyzwanie dla tradycyjnych przedsiębiorstw energetycznych.

W latach 2008–2013, po przyjęciu pakietu klimatyczno-energetycznego 3×20 przez Unię Europejską, kapitalizacja rynkowa pięciu największych producentów energii elektrycznej w UE – takich potentatów jak E.ON, RWE, Engie, EDF czy Enel – spadła o 37%, tj. o ok. 100 mld euro³¹. To wynik głębokich zmian, jakie zaszły w tym okresie na rynku energii elektrycznej w Europie. Popyt na energię elektryczną w latach 2008–2013 spadł o 3,3% (przy jednoczesnym wzroście PKB sięgającym 4,1%), udział węgla w miksie energetycznym paliw dla elektroenergetyki zmniejszył się o 4,2%, a udział energetyki z OZE wzrósł w 2014 roku do 16%.

²⁷ *Global energy-related emissions of carbon dioxide stalled in 2014*, International Energy Agency, 2015.

²⁸ BRICS – określenie grupy państw rozwijających się: Brazylii, Rosji, Indii, Chin i – od 2011 roku – Republiki Południowej Afryki. Nazwa pochodzi od pierwszych liter nazw tych państw.

²⁹ *Tracking energy revolution*, Clean Energy Canada, 2015, <http://cleanenergycanada.org/trackingtherevolution-global/2015/assets/pdf/TER-G-Tracking-the-Global-Energy-Revolution-2015.pdf?download> [dostęp 5.07.2016].

³⁰ *Renewable Power Generation Costs in 2014*, International Renewable Energy Agency styczeń 2015, https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf [dostęp 18.05.2017].

³¹ *Report Carbon Tracker Initiative (CTI)*, międzynarodowego think tanku finansowego: <http://www.carbontracker.org/wp-content/uploads/2015/05/CTI-EU-Utilities-Report-v3-050615.pdf> [dostęp 5.07.2016].

Początkowe wsparcie dla innowacji i wdrożeń w energetyce odnawialnej w Niemczech i unijna polityka „zanieczyszczający płaci” w odniesieniu do emisji spowodowały, że małe źródła prosumenckie OZE znalazły się na rynku i weszły na krzywą spadku kosztów. Niezależni producenci energii z tych źródeł wypierają z rynku nie tylko koncerny węglowe, lecz także atomowe, które liczyły na możliwość wpisania się w politykę klimatyczną, jednak, przynajmniej w UE, trafiły na barierę ekonomiczną – niekonkurencyjność wobec OZE.

Widać to szczególnie we Francji, która obecnie 75% energii produkuje w elektrowniach jądrowych, 17% w OZE, a jedynie 8% przy spalaniu źródeł kopalnych. Zgodnie z uchwaloną w lipcu 2016 roku ustawą o transformacji do zielonej energetyki³² już do 2030 roku państwo to zmniejszy udział produkcji energii ze źródeł jądrowych do 50%, a z OZE podniesie do 40%. To kolejna zła wiadomość dla olbrzymich francuskich państwowych atomowych korporacji – EDF i dostawców technologii, takich jak AREVA. W praktyce oznacza to rezygnację światowego lidera z atomu na rzecz OZE i wyraźne wzmocnienie unijnej polityki klimatycznej z centralną rolą odnawialnych źródeł, której ton do tej pory nadawali Niemcy.

Nawet jeżeli wdrażane w Polsce prawo unijne (dyrektywy energetyczno-środowiskowe) oraz tradycyjne otoczenie regulacyjne wspierające państwowy kompleks węglowo-energetyczny opóźniły przemiany w polskiej energetyce, nie oznacza to, że trend spadkowy ominął polskie koncerny. Wobec niezwykle niekorzystnej struktury wytwarzania energii w Polsce zjawiska obserwowane w UE są zapowiedzią jeszcze poważniejszych problemów u nas. Powstaje zasadnicze pytanie o sens konsolidacji i budowy wielkich narodowych przedsiębiorstw energetycznych, jeżeli ich siłą miałyby być spalanie węgla i budowa elektrowni jądrowych. Więcej o tych trendach w rozdziale 9 – *Finanse a klimat*.

Z faktów tych wyciągają wnioski wielcy inwestorzy finansowi. Norweski parlament zdecydował, że od 2016 roku największy na świecie fundusz emerytalny rozpocznie wycofywanie się z inwestycji w firmy, w których minimum 30% dochodów przynosi węgiel. Podobnie postąpił francuski gigant ubezpieczeniowy AXA, który podjął decyzję o wycofaniu swoich kapitałów z inwestycji w wydobywanie i eksploatację węgla. Międzynarodową grupą finansową Santander (m.in. największy bank Hiszpanii) poinformowała, że wraz z kanadyjskimi funduszami emerytalnymi utworzy fundusz, który będzie inwestował w OZE. Na początek jego aktywa mają wynieść 2 mld dolarów.

Światowe przemysłowe i usługowe giganty same przestawiają się na OZE i samozaopatrzenie energetyczne. Na przykład IKEA zainwestuje 1 mld euro w odnawialne źródła energii, a Google w najbliższych pięciu latach chce w całości przełączyć się na prąd z energii słonecznej. Można przypuszczać, że wkrótce identycznie postąpią firmy działające w Polsce, w tym w szczególności przedsiębiorstwa zaliczane do tzw. odbiorców komercyjnych (przyłączonych do średnich napięć), którzy w Polsce ponoszą relatywnie najwyższe koszty zaopatrzenia w energię³³. Ograniczenia w dostępie do komercyjnych środków finansowych na tradycyjne inwestycje i kurczący się rynek oraz presja ze strony nowych technologii OZE i niezależnych

³² Ireneusz Chojnacki, *Francja redukuje atom na rzecz OZE*, 28.07.2015, http://energetyka.wnp.pl/francja-redukuje-atom-na-rzecz-oze,254678_1_0_0.html [dostęp 5.07.2016].

³³ *Analiza bieżąca rynku detalicznego energii elektrycznej w Polsce w I kw. 2015 roku*, Agencja Rynku Energii, <http://www.cire.pl/item,114134,13,0,0,0,0,0,analiza-biezaca-rynku-detalicznego-energii-elektrycznej-w-polsce-w-i-kw-2015-r.html> [dostęp 5.07.2016].

producentów energii systematycznie obniżają wartość rynkową tradycyjnych korporacji energetycznych.

Dokonane już zmiany na rynku coraz silniej i coraz powszechniej wspierane są nową światową polityką. W czasie szczytu klimatycznego ONZ w 2014 roku przedstawiciele uczestniczących w nim państw i inwestorzy złożyli obietnice wycofania z paliw kopalnych aktywów rzędu 100 mld dolarów i przeznaczenia ich na czyste technologie energetyczne³⁴.

Szczyt G7 w czerwcu 2016 roku doprowadził do generalnych ustaleń potwierdzających, że do końca tego stulecia konieczna jest całkowita dekarbonizacja. Jednak Niemcy, zmierzające ku 80% udziału energii z OZE w 2050 roku, przewidują, że nie jest to perspektywa ośmiu dekad, lecz kilkunastu lat. Wszystkie siedem najbardziej uprzemysłowionych państw świata chce uczestniczyć w stworzeniu funduszu wspierającego projekty ochrony klimatu w biedniejszych krajach świata, bo tam widzi początki konfliktów klimatycznych (o wodę, energię itp.), przenoszących się do krajów uprzemysłowionych (emigracja, terroryzm), i tam dostrzega rynek zbytu dla swoich czystych technologii. Od 2020 roku fundusz ma przeznaczać na te cele minimum 100 mld dolarów rocznie.

Rządy kolejnych krajów przyjmują strategie energetyczne zakładające 100% udziału energii z OZE w bilansach energetycznych. Jeszcze nie tak dawno, w 2011 roku, największe poruszenie wywołała strategia rządu duńskiego ustanawiająca cel 100% energii z OZE do 2050 roku, ale jeszcze więcej do myślenia daje najnowsza strategia norweska z celem OZE przekraczającym 100% w 2050 roku – wynoszącym dokładnie 114%, tak aby zielona energia zastąpiła ropę w norweskim eksporcie. Fundacja Clean Energy Canada w raporcie z 2015 roku podaje, że już 45 krajów przyjęło strategię 100% OZE³⁵. Ale dodaje też, że identyczne plany ma 45 miast (w tym Kopenhaga) i aż 60 największych firm amerykańskiego rankingu Fortune 100.

Światowa Rada Kościołów (WCC), zrzeszająca 300 kościołów w 150 krajach, do których należy 590 mln wiernych, jako pierwsza większa organizacja religijna przyjęła jednoznaczne stanowisko, że zgoda na postępujące zmiany klimatyczne oznacza brak szacunku dla praw człowieka³⁶. Kropkę nad „i” w religijnej motywacji na rzecz ochrony klimatu postawił papież Franciszek, ogłaszając encyklikę *Laudato si'*, w której mówi wręcz o grzechu klimatycznym, konieczności nawrócenia i wzywa 1,2 mld katolików na całym świecie do stopniowego, ale stanowczego wycofania się ze spalania węgla, i jednocześnie do wszechstronnego rozwoju OZE³⁷.

W lipcu 2016 roku w Komisja Europejska pakiecie *Transformacja systemów energetycznych* jeszcze raz opisała, jak ma wyglądać europejska strategia Unii Energetycznej. KE potwierdziła to, co zapowiedział w lutym 2016 roku jej szef Jean-Claude Juncker: Unia Europejska ma być światowym liderem OZE, i dodała, że wzmocni rolę efektywności energetycznej, rynku

³⁴ Wśród nich znalazł się wyrosły na paliwach kopalnych Rockefeller Brothers Fund, który poinformował o wycofaniu 50 mld dolarów już w najbliższych pięciu latach.

³⁵ Clean Energy Canada, <http://cleanenergycanada.org/trackingtherevolution-global/2015/assets/pdf/TER-G-Tracking-the-Global-Energy-Revolution-2015.pdf?download> [dostęp 4.07.2016].

³⁶ *World Council of Churches endorsed fossil fuel divestment*, 11.07.2014, <https://350.org/press-release/world-council-of-churches-endorses-fossil-fuel-divestment/> [dostęp 4.07.2016].

³⁷ Grzegorz Wiśniewski, *Jak Polska odpowie na zieloną encyklikę papieża Franciszka?*, 22.06.2015, <http://odnawialny.blogspot.com/2015/06/jak-polska-odpowie-na-zielona-encyklike.html> [dostęp 4.07.2016].

i usprawni system handlu emisjami CO₂ (co dodatkowo polepszy pozycję OZE w strategii energetycznej UE).

Energiewende to najbardziej spektakularna, realizowana w Niemczech w sposób kompleksowy od pięciu lat, długofalowa strategia zagospodarowania zasobów energetycznych o zerowym koszcie zmiennym, prowadząca docelowo do radykalnego obniżenia kosztów zaopatrzenia w energię (gospodarstwa domowe jeszcze płacą za energię elektryczną więcej, ale przedsiębiorstwa już mniej) i zmniejszenia zależności gospodarki od importu węglowodorów, przy jednoczesnej eliminacji zanieczyszczeń ze środowiska. Rewolucja niemiecka w energetyce nie dotyczy tylko źródeł wytwarzania, lecz także przemodelowania całego systemu energetycznego przez praktyczne wykorzystanie zasobów rozproszonych do świadczenia usług systemowych w ramach energetyki tradycyjnej. Przykładem jest wywodząca się ze zwykłego obrotu energią elektryczną firma Energy to Market (E2M), skupiająca źródła wytwórcze (głównie OZE) o mocach od kilkuset kW do kilku MW, o łącznym wolumenie produkcji energii elektrycznej rzędu 10 TWh rocznie. Po rozszerzeniu portfela o stronę popytową i wyposażeniu swoich klientów w infrastrukturę zdalnego odczytu i sterowania aktualnie świadczy na rzecz niemieckiego operatora przesyłowego (50 Hertz Transmission GmbH) usługi regulacji trójnej, wtórnej i pierwotnej w sposób identyczny z wielkimi elektrowniami systemowymi³⁸.

Obecnie rewolucja opanowuje Stany Zjednoczone oraz Azję i silnie oddziałuje na sektor węglowy, także w Polsce. Według szacunków Międzynarodowej Agencji Energetycznej (IEA) w latach 2014–2020 udział węgla w produkcji energii elektrycznej w Chinach zmniejszy się z 29% do 27%. Przewiduje się, że po 2020 roku zapotrzebowanie na węgiel w Chinach spadnie jeszcze bardziej. Powoduje to kilka czynników. Po pierwsze zakłada się dalsze spowolnienie wzrostu gospodarczego Chin. Po drugie zmiany strukturalne – obniżone prognozy produkcji stali i cementu – doprowadzą do zmniejszenia zużycia węgla. Ponadto węgiel w energetyce Chin odczuwa coraz większą konkurencję ze strony energii jądrowej i odnawialnych źródeł energii³⁹.

Naukowcy są zasadniczo przekonani, że dzięki źródłom bezemisyjnym, o niemalże zerowych kosztach zmiennych (eksploatacyjnych), można już do 2050 roku w pełni zelektryfikować świat. Jak różne kraje, w tym Polska, mogłyby do tego celu dojść, wskazuje raport Uniwersytetu Stanforda⁴⁰ przygotowany ze wsparciem naukowców z Berkeley i Technical University of Berlin.

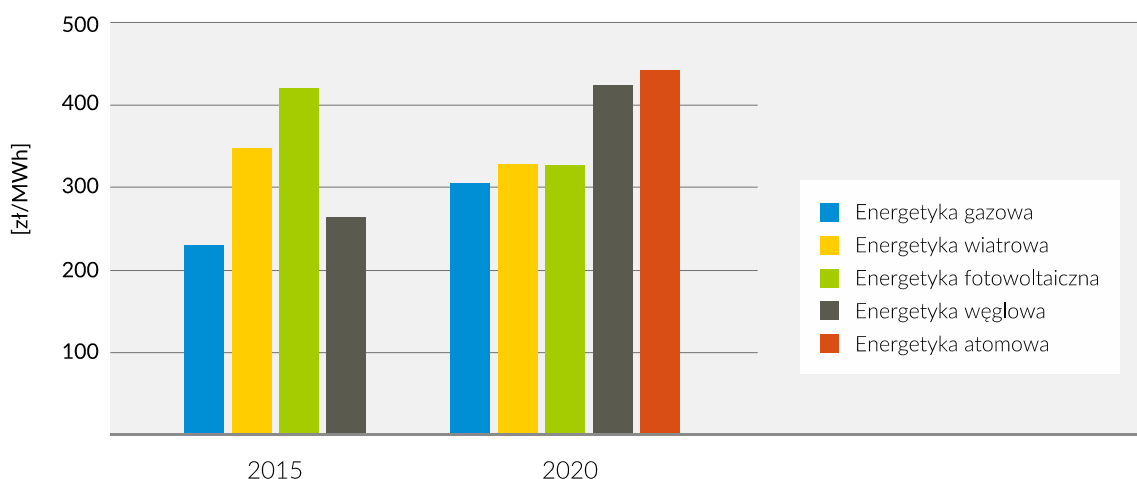
Na rysunku 4.7 pokazano porównanie kosztów produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych oraz konwencjonalnych w warunkach polskich. Do analiz przyjęto koszty energii elektrycznej, tzw. LCOE, wyłącznie dla nowych źródeł – zarówno odnawialnych, jak i konwencjonalnych, budowanych w latach 2015 i 2020. W przypadku energetyki konwencjonalnej założono, że wszystkie źródła spalające paliwa kopalne są obciążone kosztami nabywania

³⁸ Więcej o *Energiewende* w kontekście transformacji systemu energetycznego (nie tylko źródeł wytwarzania) w artykule Zbigniewa Styczyńskiego i Przemysława Komarnickiego *Transformacja systemu elektroenergetycznego w Niemczech: Energiewende – quo vadis?*, „Energetyka – Społeczeństwo – Polityka” nr 1/2016, http://energetyka-collegium.pl/wp-content/uploads/2016/07/Styczynski-Komarnicki-Stoetzer_n.pdf [dostęp 18.05.2017].

³⁹ Jan Wyganowski, *Koniec „złotego wieku” węgla?*, „Energia Gigawat” nr 11–12/2015, <http://www.cire.pl/pliki/2/koniecerywegladoc.pdf> [dostęp 4.07.2016].

⁴⁰ *100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight (WWS). All Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World*, <http://web.stanford.edu/group/efmh/jacobson/Articles/I/CountriesWWS.pdf> [dostęp 10.10.2016].

uprawnień do emisji CO₂, to znaczy, że pełne koszty nabywania uprawnień do emisji z tych źródeł będą obowiązywać w całym okresie ich eksploatacji (do tego sprowadza się nowy pakiet klimatyczno-energetyczny UE, który w pełni będzie obowiązywać od 2020 roku). Zgodnie z założeniami Komisji Europejskiej przyjęto, że opłata z tytułu emisji CO₂ wynosi 40 euro za tonę.



RYSUNEK 4.7. Porównanie kosztów energii elektrycznej dla poszczególnych źródeł energetyki odnawialnej i konwencjonalnej [zł/MWh].

W przypadku energetyki odnawialnej wzięto pod uwagę farmy wiatrowe oraz fotowoltaiczne (budowane na gruncie). W porównaniu kosztów korzystano z raportu *Analiza dotycząca możliwości określenia niezbędnej wysokości wsparcia dla poszczególnych technologii OZE* w kontekście realizacji *Krajowego planu działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych* oraz prognoz analiz LCOE dla energetyki węglowej i gazowej oraz jądrowej wykonanych w IEO w latach 2012–2015. Mimo że obecnie koszt produkcji energii elektrycznej poprzez spalanie węgla jest niższy, to za kilka lat, będzie on znacznie przewyższał koszt produkcji energii z odnawialnych źródeł energii, takich jak wiatr czy słońce. Analizy wskazują ponadto, że podobna sytuacja może wystąpić w przypadku energetyki atomowej. Koszt produkcji energii elektrycznej w energetyce jądrowej jest wyższy o 26%.

Przytoczone fakty układają się w pewną sekwencję i muszą skłaniać do szerszej refleksji. Nie ma już wątpliwości, że energetyka znalazła się w punkcie zwrotnym. Łatwo można potwierdzić tezę, że dotychczasowy wektor rozwoju szeroko rozumianej energetyki zmienił kierunek, a chybotliwa dotychczas krzywa, po której poruszała się światowa energetyka osiągnęła swój punkt przegięcia. Efekt skali nowych zjawisk jest znaczący i niezwykle trudno byłoby teraz o "recydywę" całego systemu w kierunku minionej już epoki. Jak wykazano, wbrew krajowej retoryce świat nie zwiariował na punkcie ekologii i klimatu oraz innowacji. OZE to nie jest już fanaberia naiwnych czy wybryki wystarczająco bogatych; to konsekwentna polityka, którą wspiera twardy interes gospodarczy, który ma ku temu niezwykle silne argumenty ekonomiczne i społeczne. W krótkim czasie OZE stały się tzw. głównym nurtem nie tylko europejskiej, lecz także światowej energetyki.



Odnawialne źródła energii – w skali mikro, rozproszonej i scentralizowanej

Katarzyna Michałowska-Knap, Aneta Więcka, Grzegorz Wiśniewski

EC BREC Instytut Energetyki Odnawialnej sp. z o.o.

NIEDOKOŃCZONA REWOLUCJA PROSUMENCKA W POLSCE – TEZY

Twarda ekonomia i dobre prawo, a nie moda, pozwolą na rozwój prosumeryzmu.

Oslabienie mechanizmów wsparcia dla prosumentów najprawdopodobniej wynika z nacisku firm energetycznych na politykę energetyczną.

Idea prosumeryzmu została na trwałe zaszczerpiona w świadomość społeczną, co przełoży się na jej rozwój, gdy nastaną ku temu odpowiednie warunki.

Kluczowe problemy

Napędem i paliwem do rozpropagowania idei prosumeryzmu w energetyce, rozumianej szeroko jako możliwość opłacalnej ekonomicznie produkcji energii przez dotychczasowych jej konsumentów, stały się: „proprosumencki” projekt ustawy o odnawialnych źródłach energii z 2012 roku, poprawka prosumencka tejże ustawy uchwalonej w 2015 roku, wprowadzająca taryfy gwarantowane dla mikroinstalacji, oraz program dotacji Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) do mikroinstalacji OZE z 2014 roku. To prawo i program o charakterze ekonomicznym, a nie moda czy postawy ekologiczne, były w stanie stworzyć znaczący ruch społeczny i wyzwoliły polityczne poparcie (jako wtórne w stosunku do rosnących oczekiwań społecznych) oraz dalsze inicjatywy polityczne (np. ideę spółdzielczości w energetyce) na rzecz prosumpcji.

Rosnąca w siłę i społecznie popierana idea prosumeryzmu spowodowała ostrą reakcję dotychczasowych silnych graczy na rynku energii – tradycyjnych, państwowych przedsiębiorstw energetycznych. W celu zatrzymania rewolucji prosumenckiej w Polsce w dyskusji publicznej pojawiło się wiele naciąganych lub nieprawdziwych argumentów ekonomicznych (wylbrzymiony został wpływ rozwoju energetyki prosumenckiej na ceny energii), zostały pokazane negatywne dla koncernów energetycznych skutki energetyki prosumenckiej w Niemczech, a w 2013 roku osłabiony został projekt ustawy o OZE. Następnie, można przypuszczać, firmy

energetyczne zacieśniły sojusz polityczny z sektorem węglowym. W latach 2014–2015 zaktywizowały działania lobbujące, które najprawdopodobniej w porozumieniu z administracją doprowadziły w 2016 roku do usunięcia rozwiązań prosumenckich z ustawy o OZE. Rewolucja prosumencka w Polsce została zatrzymana na etapie jej narodzin i została poddana całkowitej kontroli administracyjnej sprawowanej przez państwowe przedsiębiorstwa energetyczne w imieniu państwa.

Jednak idea prosumeryzmu została społecznie trwale zaszczipiona. Wiele wskazuje na to, że napędem do rozwoju energetyki prosumenckiej coraz bardziej będzie rynek, a nie przepisy prawne i programy rządowe. Najlepszą zachętą do inwestycji prosumenckich będą rosnące ceny energii (uboczny skutek polityki wspierania monopolu w energetyce), które odegrają zasadniczą rolę w rozwoju tzw. prosumenta biznesowego, gdyż to właśnie małe firmy ponoszą w Polsce najwyższe koszty zaopatrzenia w energię z krajowego systemu energetycznego. Problemy i uciążliwości związane z niską emisją i eksploatacją lokalnych kotłów węglowych sprzyjać będą rozwojowi mikroinstalacji do produkcji ciepła. Do 2020 roku rynek OZE podtrzymywany będzie przez dotacje przyznawane w ramach Regionalnych Programów Operacyjnych. Narastać będzie masa krytyczna świadomych osób, technologie OZE będą dojrzewać. Albo metodą mniejszych kroków, albo bardziej żywiołowo, pod wpływem okoliczności i trudnych obecnie do przewidzenia zdarzeń zewnętrznych, nastąpi prawdziwy przełom w polskiej energetyce.

Wprowadzenie

Rewolucja technologiczna i organizacyjna w energetyce odnawialnej w Polsce dojrzewa co najmniej od dekady. Nigdy nie była koncepcją całościową, na wzór niemieckiego przełomu energetycznego *Energiewende*. Nie wynikała ona również długofalowej polityki, tak jak sięgająca lat 70. duńska polityka rozwoju lokalnej energetyki wiatrowej. Początkiem rewolucji mogły jednak stać się cztery, bardzo różne, instrumenty wprowadzone przez rządy lub agendy rządowe.

Pierwszym z nich był system zielonych certyfikatów, wprowadzony w 2005 roku ustawą *Prawo energetyczne*. System przez kilka ostatnich lat nie działał, ale od przełomu lat 2008 i 2009 dał znaczący impuls do rozwoju dwóm przeciwstawnym technologiom i zjawiskom. Charakteru rewolucyjnego nabrał rozpędzający się rozwój energetyki wiatrowej (farm wiatrowych). Ich moc w latach 2006–2015 wzrosła o 4,5 GW (tylko w 2015 roku przybyło 700 MW mocy wiatrowych)¹. Rewolucja wiatrakowa została jednak chwilowo zatrzymana w połowie 2016 roku uchwaleniem dwóch wybitnie „antywiatrowych” dokumentów: ustawy o inwestycjach w elektrownie tego typu, tzw. odległościowej, oraz ustawy o odnawialnych źródłach energii. Systemowi zielonych certyfikatów towarzyszyła też kontrrewolucja. Głównym beneficjentem tej formy systemu wsparcia produkcji zielonej energii stała się technologia współspalania biomasy z węglem w blokach elektrowni węglowych. „Kontrrewolucja” jest tu o tyle uzasadnionym terminem, że beneficjentem stały się 44 elektrownie węglowe, które

¹ Urząd Regulacji Energetyki, <http://www.ure.gov.pl/pl/rynki-energii/energia-elektryczna/odnawialne-zrodla-ener/potencjal-krajowy-oze/5753,Moc-zainstalowana-MW.html> [dostęp 10.10.2016].

zainkasowały 40% całości kosztów wsparcia energetyki odnawialnej w ostatniej dekadzie², a zyski ze współspalania przeznaczyły na inwestycje w energetykę węglową. Współspalanie w zdecydowany sposób przyczyniło się też do nadwyżki zielonych certyfikatów na rynku, spadku ich wartości oraz do pogorszenia sytuacji finansowej niezależnych producentów energii z wiatru i do ich przejmowania przez koncerny węglowe.

Zwiastunem drugiej możliwej rewolucji w energetyce odnawialnej miał się stać program rządowy *Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010–2020 z 2010 roku*³. Dokument wywołał zainteresowanie rynku, ale przyniósł rozczarowanie inwestorom. W systemie zielonych certyfikatów biogazownie, pomimo poparcia politycznego, okazały się niekonkurencyjne wobec elektrowni wiatrowych i współspalania węgla. Do końca 2015 roku powstało tylko 70 biogazowni o łącznej mocy ok. 83 MW⁴. Większość z nich z powodu załamania się systemu zielonych certyfikatów spotkała się z widmem bankructwa.

Zdecydowanie większy impuls do wręcz rewolucyjnych zmian w energetyce dał prowadzony przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej program dopłat do kredytów bankowych na zakup i montaż kolektorów słonecznych (opisany szczegółowo w dalszej części) przez właścicieli domów i wspólnot mieszkaniowych. Program został ogłoszony w 2010 roku jako jeden z największych programów mikrofinansowania w Unii Europejskiej, a także na świecie. Dzięki niemu w ciągu pięciu lat na domach mieszkalnych powstało 67 tys. instalacji słonecznych⁵. Rozwinął się również krajowy przemysł produkcji kolektorów słonecznych, ale przede wszystkim tysiące osób bezpośrednio zetknęło się z bardzo przyjazną formą energetyki odnawialnej. Program spełnił też rolę edukacyjną. Za realizację podobnej idei dostępnych mikropożyczek (przez 40 lat i na znacznie większą skalę) Muhammad Yanus dostał Nagrodę Nobla. Z kolei w 2015 roku NFOŚiGW został nominowany do prestiżowej nagrody Komisji Europejskiej *Sustainable Energy Europe Award*. Kolektorowa rewolucja słoneczna zahamowana została wraz z zamknięciem programu z końcem 2014 roku i brakiem ciągłości wspierania aż do momentu pełnej komercjalizacji technologii. Program stworzył jednak bazę społeczną do dalszych działań na rzecz rozwoju prosumeryzmu.

W latach 2014–2015 w społeczeństwie polskim pojawił się ruch na rzecz prosumentów – osób fizycznych, prawnych i firm, dotychczas biernych konsumentów energii, którzy odkryli potrzebę produkcji energii elektrycznej w własnych mikroinstalacjach i dysponowania wyprodukowaną energią – zarówno jako producenci (sprzedaż energii do sieci), jak i konsumenci – oraz zużywania jej na własne potrzeby. Początki tego ruchu w Polsce sięgają 2012 roku, kiedy to w ówczesnym Ministerstwie Gospodarki pojawił się pierwszy, najbardziej „prosumencki” projekt ustawy o odnawialnych źródłach energii. Niestety, najprawdopodobniej pod

² Grzegorz Wiśniewski, Katarzyna Michałowska-Knap, *Rola technologii współspalania biomasy z węglem warunkach stworzonych przez ustawę o OZE*, ekspertyza dla WWF Polska, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2016.

³ *Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010–2020*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2010, <http://www.teraz-srodowisko.pl/media/pdf/aktualnosci/1043-kierunki-rozwoju-biogazowni-rolniczych.pdf> [dostęp 10.10.2016].

⁴ *Biogaz rolniczy*, Agencja Rynku Rolnego, <http://www.arr.gov.pl/energia-odnawialna/biogaz-rolniczy> [dostęp 10.11.2016].

⁵ *Dopłaty do kolektorów słonecznych. Bieżące efekty wdrażania*, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, <https://www.nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-krajowe/programy/doplaty-do-kredytow-na-kolektory-sloneczne/biezace-efekty-wdrazania/> [dostęp 10.11.2016].

naciskiem lobby koncernów energetycznych, projekt ten przemienił się wręcz w anty-prosumencki. Wtedy właśnie wokół zgłoszonej przez Instytut Energetyki Odnawialnej w formie projektu tzw. poprawki prosumenckiej i stojącej za nią idei wprowadzenia taryf gwarantowanych na energię z najmniejszych instalacji powstał jeden z największych w Polsce ruchów społecznych w energetyce. Był to ruch spontaniczny, niekoordynowany, zraszający organizacje ekologiczne, stowarzyszenia samorządowe oraz branżowe, które połączyła chęć walki o przepisy prosumenckie, które rząd usunął w 2013 roku z projektu ustawy o OZE. Z czasem trzon tego ruchu przyjął nazwę *Więcej niż energia*⁶. Podjęte działania doprowadziły do uchwalenia 20 lutego 2015 roku ustawy o OZE z systemem taryf gwarantowanych, który jednak – w efekcie kolejnej nowelizacji ustawy z 22 czerwca 2016 roku – został wykreślony i nigdy nie wszedł w życie. Nietrudno postawić tezę, że prosumencką rewolucję przejściowo zdławiła pełzająca kontrrewolucja prowęglowa. Energetykę obywatelską próbuje przejąć energetyka korporacyjna, a od tego momentu udziały zielonej energii mają rosnąć wolniej niż udziały czarnej energii, aby nie osłabiać monopolu tradycyjnych koncernów energetycznych.

Polskę czeka jednak renesans prosumeryzmu, bo Polacy zdobyli pierwsze doświadczenia i rozpoznali swoje potrzeby, a światowa rewolucja technologiczna w energetyce powoduje, że realizacja tych potrzeb jest w zasięgu ręki. Poniżej przedstawiono komponenty, które formują masę krytyczną do zasadniczej rewolucji prosumenckiej w naszym kraju, nawet jeżeli obecne prawo jej nie sprzyja.

Rewolucja jest konieczna

Unia Europejska od wielu lat przygotowuje państwa członkowskie do zmiany systemu energetycznego na przyjazny środowisku i oparty na odnawialnych źródłach energii. W rezolucji z 26 maja 2016 roku w sprawie stworzenia nowego ładu dla odbiorców energii⁷ Parlament Europejski zwraca uwagę, że skutkiem trwającej transformacji jest odchodzenie od systemu energetycznego opartego na tradycyjnej, scentralizowanej produkcji energii i przechodzenie do systemu bardziej zdecentralizowanego, energooszczędnego, elastycznego i opartego w dużej mierze na odnawialnych źródłach energii. Komisja Europejska przypomina, że ostatecznym celem powinna być gospodarka oparta w 100% na OZE. Można to osiągnąć wyłącznie w drodze ograniczenia zużycia energii, pełnego stosowania zasady „efektywność energetyczna przede wszystkim / jako podstawowe paliwo” oraz uszeregowania środków oszczędności energii i środków po stronie popytu przed środkami po stronie podaży.

W rezolucji wskazano, że UE powinna dawać obywatelom prawo do:

- produkcji, użytkowania, magazynowania i sprzedaży własnej energii ze źródeł odnawialnych (OZE) – indywidualnie lub zbiorowo,
- podejmowania działań służących oszczędności energii,
- stania się aktywnymi uczestnikami rynku energii dzięki zapewnieniu konsumentom wyboru.

⁶ Zob. <http://wiecejnizenergia.pl> [dostęp 10.10.2016].

⁷ Zob. <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P8-TA-2016-0234+0+DOC+XML+VO//PL&language=PL> [dostęp 5.07.2016].

Podczas prac Komisji Przemysłu, Badań Naukowych i Energii Parlamentu Europejskiego postawiono tezę o konieczności uzgodnienia na szczeblu UE – w drodze procedury partycypacyjnej pod przewodnictwem Komisji – wspólnej definicji prosumentów. Propozycja przedstawiona do konsultacji brzmi następująco:

„Prosumenci to aktywni odbiorcy energii, w tym gospodarstwa domowe (zarówno właściciele, jak i najemcy), instytucje i małe przedsiębiorstwa, którzy uczestniczą w rynku energii przez produkowanie energii ze źródeł odnawialnych indywidualnie lub zbiorowo, w formie spółdzielni, innych przedsiębiorstw społecznych lub zrzeszeń; prosumenci mogą również przyczynić się do efektywności energetycznej lub wspierać zarządzanie systemem energetycznym oraz integrację zmiennych źródeł energii odnawialnej w sieci w drodze reagowania na zapotrzebowanie; prosumenci przyczyniają się do osiągnięcia pełni możliwości produkcji energii odnawialnej przez maksymalizację rozwoju projektów w dziedzinie odnawialnej energii fotowoltaicznej, wiatrowej i innej na odpowiednich obszarach miejskich, w tym na dachach budynków, oraz na działkach gruntowych w sposób niepowodujący konfliktów z produkcją żywności lub zachowaniem różnorodności biologicznej”⁸.

Jest to znacznie szersza koncepcja prosumenta niż ujęta w definicji w znowelizowanej ustawie o OZE z 22 czerwca 2016 roku: „prosument – odbiorca końcowy dokonujący zakupu energii elektrycznej na podstawie umowy kompleksowej, wytwarzający energię elektryczną wyłącznie z odnawialnych źródeł energii w mikroinstalacji w celu jej zużycia na potrzeby własne, niezwiązane z wykonywaną działalnością gospodarczą regulowaną ustawą o swobodzie działalności gospodarczej”.

W polskim prawie prosument został „sformatowany” do indywidualnego odbiorcy końcowego działającego w ramach umowy na zakup energii w sieci narzuconej przez sprzedawcę. Znacznie szersza i bardziej zbliżona do definicji wpracowanej na Komisji Parlamentu Europejskiego była definicja z projektu ustawy o OZE z 2012 roku: „prosument to osoba fizyczna, prawna lub jednostka organizacyjna nieposiadająca osobowości prawnej będąca wytwórcą energii w mikroinstalacji w celu jej zużycia na potrzeby własne lub sprzedaż”.

Powyższą definicją posługują się autorzy opracowania, ponieważ umożliwia ona zaliczenie do kategorii prosumentów różnych wytwórców energii w różnych mikroinstalacjach i małych instalacjach z różnymi nośnikami energii z odnawialnych źródeł oraz zakłada możliwość aktywnego dysponowania wytworzoną energią. Niestety zawężona formalna definicja przyjęta ostatecznie w ustawie o OZE z 22 czerwca 2016 roku będzie znacząco wpływała na rozwój i kształt rynku prosumenckiego oraz jego wkład w rozwój krajowego systemu energetycznego.

Przyjęty na szczycie Unii Europejskiej w październiku 2014 roku nowy pakiet klimatyczno-energetyczny nakłada na państwa członkowskie obowiązek osiągnięcia w 2030 roku nowych celów. Cel dla zielonej energii został na razie określony dosyć ogólnie na poziomie co najmniej 27% udziału energii z odnawialnych źródeł w zużyciu energii w całej UE, bez sprecyzowanego podzielenia go na poszczególne kraje członkowskie. Powstała pewna pusta przestrzeń regulacyjna, którą wypełni nowa dyrektywa OZE. Przy obecnym tempie rozwoju cała UE może

⁸ Zob. *Sprawozdanie w sprawie stworzenia nowego ładu dla odbiorców energii (2015/2323(INI))*, 28.04.2016, Komisja Przemysłu, Badań Naukowych i Energii, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+REPORT+A8-2016-0161+0+DOC+XML+V0//PL> [dostęp 5.07.2016].

już w 2020 roku osiągnąć znacznie ponad 20%, a niektóre kraje znacząco powyżej 27% udziału energii z OZE. Bez wątplenia zatem nowe cele unijne i nowa dyrektywa będą wymagały zwiększenia również celów wewnętrznych poszczególnych krajowych na 2030 rok. Coraz poważniejsze odstawanie Polski od średniej unijnej w zakresie rozwoju zielonej energii i narastające opóźnienia technologiczne będą się przekładać albo na rosnące koszty dostosowania do regulacji unijnych, albo na konieczność importu czystej i taniej energii od innych państw członkowskich UE. Trudno w związku z tym wyobrazić sobie dalsze funkcjonowanie Polski jako równorzędnego partnera w Europie, bezpiecznego energetycznie i konkurencyjnego, bez pilnego dostosowywania krajowej strategii energetycznej do polityki UE w tym zakresie.

Coraz bardziej zwiększa się przepaść między Polską a innymi krajami UE zarówno pod względem udziału energii z odnawialnych źródeł, jak i nienowoczesnej, nieefektywnej krajowej struktury wytwarzania energii. W szczególności chodzi o nieefektywne, marnujące surowiec odnawialny, technologie energetycznego wykorzystania biomasy. Produkcja energii ze współspalania biomasy w elektrowniach węglowych (na niespotykaną nigdzie na świecie skalę) oraz biopaliw pierwszej generacji czy też „współspalanie metodami domowymi” w lokalnych kotłach stałopalnych (tzw. wielopaliwowych) są naszymi niechlubnymi specjalnościami. Wynika to z przyczyn historycznych, powodem jest też brak norm emisyjnych. Dlatego bardzo pilne jest nadrobienie zaległości w dostosowaniu polskiego prawa do legislacji unijnej i wyeliminowanie niekorzystnych trendów rynkowych.

Jeszcze pod koniec ostatniej dekady XX wieku wszystko wskazywało na to, że Polska powoli, ale konsekwentnie, dąży do rozwiązań rynkowych w energetyce, z dużym priorytetem dla OZE, efektywności energetycznej i budowy oddolnego filaru bezpieczeństwa energetycznego. Po przyjęciu w 2000 roku przez Radę Ministrów, a rok później przez Sejm *Strategii rozwoju energetyki odnawialnej* z suwerennie ustanowionym celem udziału OZE w bilansie produkcji energii wynoszącym 14% w 2020 roku⁹, wydawało się, że długookresowe myślenie o zrównoważonej polityce energetycznej uzyskało solidne i trwałe wsparcie polityczne. *Strategia* (programy wykonawcze ostatecznie nie zostały zatwierdzone) stawiała na technologie OZE zaliczane do energetyki rozproszonej. Jednak nie przewidywała np. wsparcia dla współspalania węgla z biomasą, zakładała uruchomienie produkcji urządzeń na potrzeby rynku OZE, w tym elektrowni wiatrowych, promowała już wtedy innowacyjne technologie np. najmniejsze systemy fotowoltaiczne oraz szerokie, lokalne wykorzystanie ciepła z OZE (biomasa, kolektory słoneczne, lokalna geotermia). Gdyby powyższa koncepcja była konsekwentnie realizowana, obecne dylematy w polskiej energetyce nie miałyby znamion dramatycznych wyborów podejmowanych w pośpiechu, pod presją UE i światowych megatrendów.

W połowie ubiegłej dekady zostały ukształtowane utrzymujące się do dziś (niepodlegające dyskusji politycznej ani publicznej) błędne filary polityki energetycznej:

- 1 energetyka ma być państwowa, czyli ma nie podlegać regułom otwartej konkurencji,
- 2 energetyka opiera się na węglu, czyli jest nieinnowacyjna, nie wpisuje się w politykę globalną oraz unijną,

⁹ To więcej niż obecny cel wynoszący 15% udziału energii z OZE w bilansie zużycia końcowego energii brutto w 2020 roku.

- 3 energia, przynajmniej na krótką metę, ma być tania dla państwowych firm i (okresami) dla odbiorców,
- 4 wszystkie polityki energetyczne przeszacowują zapotrzebowanie na energię i nie doszacowują kosztów zaopatrzenia w energię.

20 lutego 2015 roku Sejm przyjął *Ustawę o odnawialnych źródłach energii (OZE)*, która następnie skierowana została do Senatu RP. Pierwotnie miała ona wspierać rozwój OZE i doprowadzić do zwiększenia konkurencyjności branży oraz do wymiernych korzyści społeczno-gospodarczych. Temu celowi miało przyświecać przyjęcie poniższych rozwiązań prawnych.

Artykuł 41 ust. 10–20 uchwalonej ustawy zawierał przepisy tzw. poprawki prosumenckiej, wprowadzającej system taryf gwarantowanych (określanych powszechnie jako FIT – od ang. *feed-in tariffs*) dla właścicieli najmniejszych mikroinstalacji OZE. Poprawka z założenia miała dawać obywatelom możliwość wyboru pomiędzy kupowaniem energii od dostawcy, sprzedażą własnej energii z domowej mikroinstalacji do sieci lub produkcję na własne potrzeby. Poprawka wraz z uzasadnieniem jest sformułowana w sposób przejrzysty. Opinia publiczna oceniła uchwalenie ustawy o OZE pozytywnie¹⁰, głównie dlatego, że kojarzyła ją z wprowadzeniem po raz pierwszy w Polsce systemu taryf gwarantowanych dla najmniejszych prosumentów¹¹ – użytkowników mikroinstalacji o mocy do 10 kW. W maju 2016 roku zgłoszono poselski projekt ustawy OZE, który zakładał wykreślenie z ustawy systemu taryf gwarantowanych dla mikroinstalacji do 10 kW i zastąpienie ich zupełnie nowym i niespotykanym na świecie systemem wsparcia w postaci opustu. Wersja ta zakładała też wyeliminowanie w systemie aukcyjnym obowiązku ogłaszania aukcji, także dla źródeł „pogodowo zależnych”, dopuszczenie (a nawet preferowanie) w tym systemie technologii współspalania biomasy w elektrowniach węglowych oraz wycofanie preferencji dla niechcianej przez elektrownie biomasy pochodzenia rolniczego. 22 czerwca 2016 roku Sejm uchwalił zmiany w ustawie o odnawialnych źródłach energii.

Za poważny błąd należy uznać wykreślenie systemu taryf gwarantowanych (FIT) z promocji rozwoju prosumeryzmu w Polsce. Zmiany w ustawie powodują, że inwestycje i instalacje prosumenckie stają się ekonomicznie nieopłacalne bez dodatkowych dotacji. Korzystanie z opustów i rocznego rozliczenia prowadzi do zwrotu poniesionych nakładów na budowę mikroinstalacji dłuższego niż okres trwałości urządzeń¹². Przy obecnych relacjach cen energii i pełnych kosztów budowy instalacji w Polsce nie ma innego instrumentu, który zapewniłby taki rozwój oraz dał zrozumiały dla adresatów i skuteczny impuls do rozwoju rynku. W przypadku firm ograniczenie możliwości wykorzystania energii elektrycznej wytworzonej w mikroinstalacji na potrzeby związane z wykonywaną działalnością gospodarczą (inną niż produkcja energii elektrycznej) jest także niekorzystne dla właściciela mikroinstalacji, choć w przypadku firm opust dawałby lepsze efekty niż w przypadku gospodarstw domowych. System opustów

¹⁰ Potwierdzają to m.in. badania wykonane w maju 2016 roku przez TNS Polska na zlecenie Instytutu Energetyki Odnawialnej, zgodnie z którymi aż 30% obywateli słyszało o uchwaleniu ustawy.

¹¹ Prosument to osoba fizyczna, prawna lub jednostka organizacyjna nieposiadająca osobowości prawnej, będąca wytwórcą energii w mikroinstalacji w celu jej zużycia na potrzeby własne lub sprzedaż.

¹² Opinia Instytutu Energetyki Odnawialnej z 23 czerwca 2016 roku o uchwalonej ustawie o odnawialnych źródłach energii: *Inwestycje w mikroinstalacje OZE opłacalne tylko dla przedsiębiorców*, <http://ieo.pl/pl/aktualnosci/1090-opinia-instytutu-energetyki-odnawialnej-o-uchwalonej-ustawie-o-odnawialnych-zrodlach-energii-inwestycje-w-mikroinstalacje-oze-oplaczalne-tylko-dla-przedsiębiorców> [dostęp 5.07.2016].

proceeds to being taken over by energy companies for free surplus energy from physical persons. These cases indicate that all forms of prosumer activity in the new Energy Law have obtained worse conditions of „support” than up to this point and are conditions inadequate to the real costs borne by prosumers.

Concepts of microinstallations in energy and inseparably with it associated definition of prosumer are already terminologically recognizable both in official documents, as well as in the media. Microinstallation is a renewable energy source with a total installed electrical power not exceeding 40 kW_e (kilowatts of electrical energy) or a total installed thermal power not exceeding 200 kW_t (kilowatts of thermal energy). Microinstallations producing electricity are, in particular, small wind farms and water, photovoltaic systems, microbiogas plants or various types of microsystems for cogeneration of heat and electricity. Microinstallations producing heat and cold are solar collectors, boilers on biomass, heat pumps.

Microinstallations of RE have wide possibilities of application in typical residential, agricultural, cooperative and community housing as well as small industrial enterprises, and also in public buildings and offices. Below are presented short descriptions of various types of microinstallations of RE, taking into account the conversion process of energy in them.

Małe elektrownie wiatrowe (MEWi) – urządzenia zamieniające energię ruchu mas powietrza w energię kinetyczną ruchu obrotowego wirnika elektrowni. Wirnik połączony z generatorem wytwarza energię elektryczną. Ilość energii elektrycznej produkowanej w elektrowni wiatrowej zależy od wielkości i efektywności turbiny oraz prędkości wiatru. Ta z kolei determinowana jest głównie przez czynniki klimatyczne, ale przede wszystkim przez lokalizację. Małe elektrownie wiatrowe nie tworzą dużych farm wiatrowych, lecz lokalizuje się je pojedynczo w pobliżu obiektów budowlanych lub na budynkach, a wyprodukowana przez nie energia jest wykorzystywana lokalnie.

Moduły fotowoltaiczne (PV) – urządzenia zmieniające energię promieniowania słonecznego w energię elektryczną. Podstawowym elementem modułu jest ogniwo fotowoltaiczne zbudowane z cienkich warstw półprzewodników, najczęściej z krzemu. Ilość energii produkowanej przez moduły fotowoltaiczne zależy od poziomu nasłonecznienia, umiejscowienia instalacji PV oraz wydajności samych modułów. Urządzenia łatwo się montuje i integruje z budynkami.

Kolektory słoneczne (KS) – zamieniają promieniowanie słoneczne na ciepło, które można wykorzystać do podgrzewania wody użytkowej i wspomagania ogrzewania. Podstawowym elementem w kolektorze jest absorber, który przechwytuje promieniowanie słoneczne i zamienia na ciepło czynnika grzewczego, jakim może być np. krążący w instalacji wodny roztwór glikolu. Ilość pozyskiwanej energii zależy od godzinowych i sezonowych sum promieniowania słonecznego docierającego do absorbera, usytuowania kolektorów i sprawności urządzeń.

Pompy ciepła (PC) – urządzenia wykorzystujące do ogrzewania ciepło, które dzięki przemianom termodynamicznym – takim samym, jakie zachodzą w zwykłych lodówkach – wymusza przepływ ciepła z obszaru o wyższej temperaturze do obszaru o temperaturze niższej. Źródłem górnym, do którego ciepło jest dostarczane, jest ogrzewana przez pompę woda (rzadziej powietrze), która krąży w instalacji grzewczej. A zatem pompa nie wytwarza ciepła, tylko je przekazuje z dolnego do górnego źródła.

Kotły na biomasę (KB) – są przeznaczone do spalania paliw niskokalorycznych, objętościowych i długopłomiennych, takich jak drewno odpadowe, gałęzie, brykiety drzewne i ze słomy oraz inne odpady roślinne. Energia pochodząca ze spalania biomasy roślinnej jest wykorzystywana na cele centralnego ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. Paliwo do urządzenia może być dostarczane automatycznie, dzięki zastosowaniu zasobników paliwa wraz z podajnikami.

Mikrobiogazownie (mB) – pozwalają na wytwarzanie energii elektrycznej oraz ciepła. Budowa małych biogazowni jako elementu ciągu technologicznego przy produkcji roślinnej lub zwierzęcej jest szczególnie opłacalna w przypadku modelu rolnictwa rozdrobnionego, występującego m.in. w Niemczech, Austrii czy Polsce.

Do rozwoju i upowszechnienia mikroinstalacji ważne są urządzenia dodatkowe. Są one niezbędne, jeśli mikroinstalacje mają stać się inteligentnymi elementami całego systemu prosumenckiego. W praktyce możliwe są, a nawet wskazane, różne kombinacje mikroinstalacji OZE z urządzeniami dodatkowymi. Do nich zaliczamy magazyny energii (ciepła i energii elektrycznej) oraz elementy mikrosieci i inteligentnej sieci domowej. W efekcie łączenia więcej niż jednego rodzaju mikroinstalacji domowych tworzone są mikroinstalacje hybrydowe, które zazwyczaj zawierają także magazyny energii oraz układy sterowania.

Dotychczasowy rozwój energetyki odnawialnej w Polsce nie był optymalny pod względem kosztów (okazały się wysokie), a struktura wytwarzania energii charakteryzowała się niskim zróżnicowaniem technologicznym, nienowoczesnymi technologiami oraz brakiem efektywności. Tradycyjne wielkoskalowe technologie OZE, takie jak energetyka wodna i biomasa, natrafiły na barierę dostępu do odnawialnych zasobów energii i braku postępów w zwiększaniu produktywności, a duża energetyka wiatrowa (farmy wiatrowe) na barierę dostępu do sieci i rosnące koszty przyłączenia. Przyczyną wyżej wymienionych trudności stał się system wsparcia wytwarzania energii z odnawialnych źródeł tzw. zielonymi certyfikatami, który nie promuje małych, innowacyjnych źródeł energii i różnorodności technologicznej.

Sytuacja mikroinstalacji do wytwarzania ciepła i energii elektrycznej w naszym kraju (w tym relacji pomiędzy instalacjami przyłączonymi do sieci *on-grid* i nieprzyłączonymi do sieci *off-grid*) wygląda zupełnie inaczej niż w państwach zachodnich. Inwestycje osób fizycznych i drobnych przedsiębiorców, które w ostatnich 10–12 latach wyniosły ok. 10 mld zł, doprowadziły do stworzenia zrębów energetyki prosumenckiej i obywatelskiej w Polsce. Dzięki temu powstało łącznie ponad 300 tys. instalacji, głównie wytwarzających ciepło. W tej grupie instalacje przyłączone do sieci elektroenergetycznej stanowią zaledwie ułamek procenta.

Z danych Urzędu Regulacji Energetyki wynika, że pod koniec czerwca 2015 roku w Polsce pracowały 1954 instalacje wytwarzające energię elektryczną przyłączone do sieci (*on-grid*) (ok. 4000 z uwzględnieniem systemów *off-grid* – nieprzyłączonych do sieci elektrycznej) o łącznej mocy ok. 15,8 MW_e, czyli znacznie więcej niż na koniec 2014 roku, kiedy było ich zaledwie 875, i zdecydowanie więcej niż na koniec 2013 roku, kiedy według danych zebranych przez URE było ich tylko 41¹³. Znakomita większość wyprodukowanej energii elektrycznej została wytworzona w źródłach fotowoltaicznych. Według danych zbieranych

¹³ Skokowy wzrost produkcji prądu przez mikroinstalacje, 9.09.2015, http://energetyka.wnp.pl/skokowy-wzrost-produkcji-pradu-przez-mikroinstalacje,257114_1_0_0.html [dostęp 5.07.2016].

z rynku przez Instytut Energetyki Odnawialnej (IEO), skumulowana moc w systemach fotowoltaicznych (stan na koniec maja 2015 roku) wynosiła 40 MW_p, czyli ponad 400 razy mniej niż w Niemczech (16,6 GW_p w 2014 roku).

Całkowita liczba małych elektrowni wiatrowych (MEWi) w Polsce w 2015 roku szacowana była przez IEO na 3500. Z ogólnej liczby sprzedanych małych turbin tylko ok. 6% stanowiły urządzenia przeznaczone do przyłączenia do sieci elektroenergetycznej, mimo że w wariancie pracy z siecią elektroenergetyczną MEWi osiąga najwyższą efektywność ekonomiczną spośród wszystkich małych źródeł OZE. Pod koniec 2015 roku w Polsce działało 70 biogazowni rolniczych¹⁴, w tym 3 mikrobiogazownie o mocy do 40 kW_e. Ponadto 7 było w fazie budowy.

TABELA 5.1. Przybliżona charakterystyka mikroinstalacji OZE przyłączonych i nieprzyłączonych do sieci wytwarzających energię elektryczną o mocy poniżej 40 kW_e w 2015 roku.

	MEWi	PV	mB mCHP	Razem
Liczba źródeł [szt.]	3500	500	10	ok. 5000
Sumaryczna moc [MW _e]	11,0	1,5	0,23	12,7

Instalacje OZE wytwarzające ciepło często są budowane wyłącznie ze środków własnych inwestorów, którzy szukają dla siebie alternatyw lub realizują w ten sposób swoje potrzeby w zakresie promocji ekologii, innowacyjności czy bezpieczeństwa energetycznego. W przypadku tego segmentu rynku w Polsce przez kilkanaście lat dostępny był system wsparcia mikrodotacjami i kredytami preferencyjnymi z funduszy ekologicznych.

TABELA 5.2. Przybliżona charakterystyka mikroinstalacji OZE wytwarzających ciepło o mocy poniżej 200 kW_t w 2015 roku.

	KS	PC (gPC)	KB	Razem
Liczba źródeł [tys. szt.]	174 tys.	25 tys. (20 tys.)	90 tys.	310 tys.
Moc [GW _t]	1,4	0,28 (0,2)	1,8	3,4 GW _t

Wiodącymi technologiami prosumenckimi wśród tego typu mikroinstalacji w Polsce stały się w ostatnich latach kolektory słoneczne. Ten pokaźny, wręcz masowy wysiłek inwestorski pokazał, że w gospodarstwach domowych i rolnych możliwe są pojedyncze inwestycje w mikroenergetykę w wysokości kilkudziesięciu tysięcy złotych oraz synergiczne łączenie środków własnych inwestorów ze wsparciem dotacyjnym i kredytami bankowymi. Przyrosty wynikają w znacznej mierze z uwarunkowań ekonomicznych, tj. z opłacalności ekonomicznej oraz wsparcia udzielonego w tej dekadzie różnym rodzajom OZE. Poniżej przedstawiono

¹⁴ Baza danych. *Inwestycje biogazowe*, wyd. IX, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2015.

szacunkową liczbę mikroinstalacji wytwarzających ciepło o charakterze prosumenckim w Polsce.

Ustawa o OZE z 22 czerwca 2016 roku zasadniczo zmienia podejście do mikroinstalacji i statystyki. Nieistotne stają się mikroinstalacje do wytwarzania ciepła. Nieistotna jest różnorodność technologiczna i jej wspieranie (na to pozwalały różnej wysokości, w zależności od źródła, taryfy FIT). Ustawa ogranicza obowiązki informacyjne i tym samym także dostęp do danych statystycznych dotyczących mikroinstalacji wytwarzających energię elektryczną w odnawialnych źródłach. Ostatnie dane zebrane przez URE i opracowane przez IEO podają stan na koniec 2015 roku (tabela 5.3).

TABELA 5.3. Dane statystyczne o mikroinstalacjach o mocy do 40 kW do wytwarzania energii elektrycznej z OZE, przyłączonych do sieci; stan na koniec 2015 roku¹⁵.

Typ mikroinstalacji		Na koniec II półrocza 2013	Na koniec I półrocza 2014	Na koniec II półrocza 2014	Na koniec III kwartału 2015	Na koniec IV kwartału 2015
PV	Systemy fotowoltaiczne	40	280	874	2776	4215
WO	Małe elektrownie wodne	1	2	2	173	252
WI	Małe elektrownie wiatrowe	0	0	0	17	29
BG	Małe biogazownie	0	0	0	2	3
BM	Instalacje spalania biomasy	0	0	0	0	2
PV+WI	Systemy kombinowane	0	0	0	2	2
suma		41	282	876	2970	4503

Dane wskazują, że systemy fotowoltaiczne zdominowały rynek prosumencki w Polsce. Nowym zjawiskiem w II półroczu 2015 roku był wyraźny wzrost liczby mikroinstalacji budowanych w małych firmach (pod koniec 2015 roku w posiadaniu firm znajdowało się 735 mikroinstalacji prosumenckich¹⁶). Znowelizowana ustawa OZE wyklucza firmy z definicji prosumenta. Z przyczyn ekonomicznych – wysokich kosztów energii dla małego biznesu – będą one coraz szerzej prowadzić działalność prosumencką *de facto*, ale już nie *de iure*, bo w myśl ustawy nie są już prosumentami.

¹⁵ Urząd Regulacji Energetyki, opracowanie Instytutu Energetyki Odnawialnej.

¹⁶ *Przykłady wykorzystania OZE w przedsiębiorstwach na podstawie danych uzyskanych od MŚP*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2016 oraz raport *Rynek fotowoltaiki w Polsce w 2015 roku*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2016. Zob. <http://ieo.pl/pl/aktualnosci/1100-raport-ieo-rynek-fotowoltaiki-w-polsce-w-2015-roku-wart-470-mln-zlotych> [dostęp 19.05.2017].

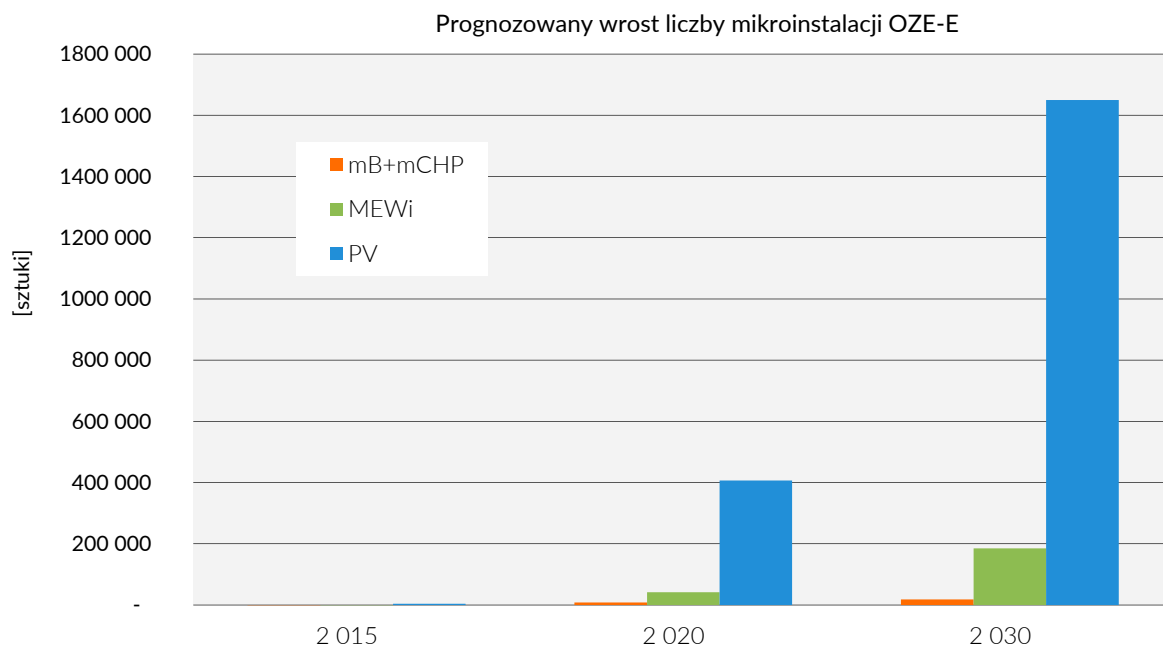
Rewolucja nie musi być trudna

Małoskalowe instalacje OZE o charakterze prosumenckim są jednym z głównych nurtów obecnych w światowej energetyce, a uwidaczniający się efekt skali, zwłaszcza na bardziej dojrzałych rynkach, takich jak Niemcy, stopniowo przyczynia się do spadku nakładów inwestycyjnych, co sprzyja dalszemu upowszechnieniu tych technologii. Popularyzacja prosumenckich mikroinstalacji OZE, umożliwiających produkcję i konsumpcję energii przez użytkowników indywidualnych, zbiorowych (np. szkoły) i przemysłowych, jest nie tylko kluczowym elementem rozwoju niskoemisyjnej energetyki rozproszonej, lecz może także stanowić strategiczne uzupełnienie i wsparcie polskiego systemu energetycznego, wzmacniać niezależność energetyczną oraz dać impuls do aktywizacji grupy obywateli skłonnych do podejmowania decyzji inwestycyjnych. Potencjał rozwoju energetyki prosumenckiej jest wykorzystywany obecnie jedynie w niewielkim stopniu, co rzutuje też na ograniczenie możliwości rozwoju bardziej zaawansowanych, innowacyjnych usług, tworzenie instalacji hybrydowych, zakładanie spółdzielni energetycznych czy budowę mikrosieci.

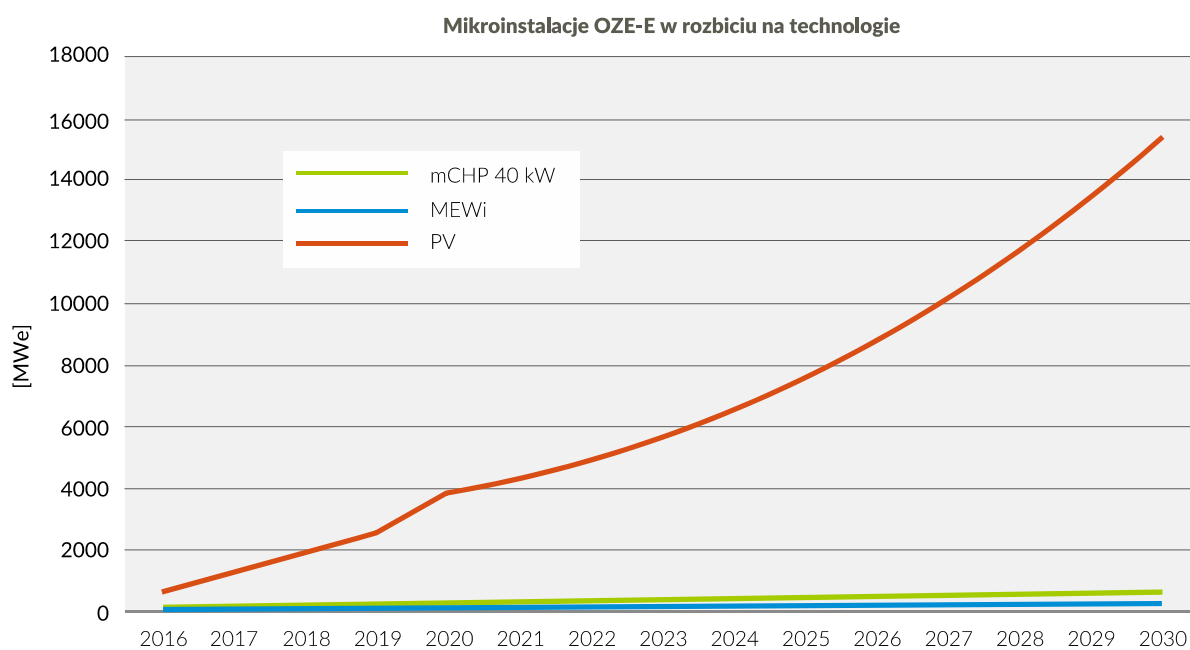
Zgodnie z doświadczeniami rozwoju OZE w kilkunastu krajach europejskich, popartych analizami ekonomicznymi IEO, systemem, który w najbardziej efektywny sposób wspiera rozwój sektora prosumenckich mikroinstalacji OZE, jest system taryf gwarantowanych funkcjonujący w większości państw, w których nastąpił dynamiczny rozwój OZE, m.in. w Niemczech, Czechach, Austrii i Wielkiej Brytanii. Na rysunkach 5.1 i 5.2 przedstawiono możliwy rozwój generacji rozproszonej z wykorzystaniem mikroinstalacji OZE do 2030 roku. Wykresy zostały przygotowane na podstawie scenariusza rozwoju OZE zawartego w opracowaniu *[R]ewolucja energetyczna dla Polski. Scenariusz zaopatrzenia Polski w czyste nośniki energii w perspektywie długookresowej*¹⁷. Uwzględniają zastosowanie systemu taryf gwarantowanych w kształcie zaproponowanym w tzw. poprawce prosumenckiej do ustawy o OZE aż do momentu uzyskania zrównania kosztów produkcji energii w mikroinstalacjach z ceną energii elektrycznej dla odbiorców końcowych na niskim napięciu. Ustawa w takiej wersji, interpretowana zgodnie z intencją wnioskodawców, w przeciwieństwie do obecnych zapisów umożliwiała prosumentom uzyskanie przewidywalnego i akceptowalnego z punktu widzenia planowania inwestycji okresu zwrotu nakładów w ciągu kilkunastu lat w zależności od zastosowanej technologii, podczas gdy w zaproponowanym obecnie w nowelizacji ustawy OZE systemie opustów okresy te uległy w niektórych przypadkach nawet dwukrotnemu wydłużeniu.

Według przytoczonego scenariusza najbardziej dynamicznie mogą rozwijać się mikroinstalacje fotowoltaiczne – ze względu na prognozowaną jako trend światowy dużą dynamikę spadku kosztów tej technologii, związaną z postępowaniem technologicznym oraz ich popularyzacją wynikającą z dość uniwersalnych możliwości ich wykorzystania. Przewidywane tempo wzrostu innych technologii OZE, zarówno do wytwarzania energii elektrycznej (OZE-E), jak i ciepła, jest znacznie mniej dynamicznie. W przypadku małych elektrowni wiatrowych dzieje się tak ze względu na bardzo ograniczoną liczbę lokalizacji o warunkach wiatrowych zapewniających choćby minimalną opłacalność, natomiast mikroinstalacji kogeneracyjnych (w tym mikrobiogazowni) – z uwagi na ograniczony potencjał techniczny oraz ich wysokie koszty.

¹⁷ *[R]ewolucja energetyczna dla Polski*, dz. cyt.



RYSUNEK 5.1. Scenariusz rozwoju rynku mikroinstalacji OZE do produkcji energii elektrycznej, w sztukach¹⁸.



RYSUNEK 5.2. Scenariusz rozwoju rynku mikroinstalacji OZE do produkcji energii elektrycznej, w mocy zainstalowanej¹⁹.

¹⁸ Tamże.

¹⁹ Tamże.

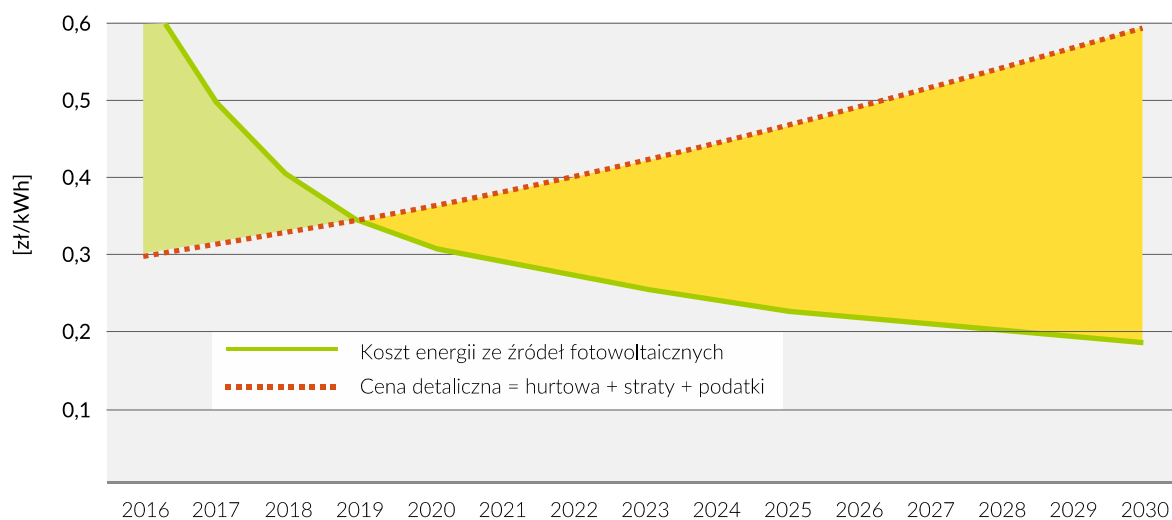
Istnieje wiele argumentów na rzecz gruntownej transformacji w krajowej polityce energetycznej. Potrzebne są zarówno zobowiązania międzynarodowe na rzecz poprawy jakości powietrza i ochrony klimatu, jak i modernizacji krajowego systemu energetycznego. Dotychczasowa polityka wobec odnawialnych źródeł energii, realizowana niemal od 15 lat, w praktyce uniemożliwiła ich rozwój w Polsce na szerszą skalę, w szczególności w zakresie większej dywersyfikacji technologicznej oraz rozwoju małoskalowych źródeł. Mimo, że inicjowanie rozwoju oraz kształtowanie krajowego rynku OZE należy niezmiennie do priorytetów polityki kolejnych rządów, to – jak pokazują dotychczasowe wysiłki ustawodawcze w zakresie prac nad ustawą OZE – wypracowanie konsensusu zadowolającego wszystkich interesariuszy jest niezmiernie trudne. Tymczasem według zapisów projektu *Polityki energetycznej Polski do 2050 roku*²⁰ zapewnienie realizacji przyjętych celów klimatycznych i środowiskowych możliwe będzie jedynie przy znacznych inwestycjach ograniczających emisyjność sektora energetyki oraz przy jednoczesnej poprawie efektywności wykorzystania energii. Umożliwienie rozwoju najbliższej obywatelom energetyki prosumenckiej, jako integralnego i niezwykle istotnego elementu rozwoju rynku OZE, wpisuje się w scenariusz decentralizacji i modernizacji krajowego systemu energetycznego. Jak pokazują doświadczenia ostatnich lat, tylko konsekwentnie realizowana polityka stwarzająca możliwości zaplanowania i zapewnienia opłacalności inwestycji może w pełni uwolnić potencjał energetyki prosumenckiej oraz doprowadzić do jakościowej zmiany w energetyce.

Do zainicjowania zmian polegających na upowszechnieniu wykorzystania energii produkowanej przez obywateli we własnych instalacjach OZE, zmierzających jednocześnie do odciążenia i poprawy niezawodności systemu energetycznego oraz wypełnienia zobowiązań klimatyczno-energetycznych Polski na szczeblu UE, jak również mających znaczenie z punktu widzenia poprawy jakości powietrza (m.in. na skutek ograniczenia niskiej emisji), konieczne są czytelne bodźce ekonomiczne stworzone przez stabilny system prawny. Bodźce ekonomiczne potrzebne są zarówno w postaci wsparcia eksploatacyjnego, polegającego np. na możliwości odsprzedaży wytwarzanej energii po z góry przewidzianej cenie (może to być również dowolny inny system, który równie efektywnie zapewniałby opłacalność realizacji inwestycji np. ulgi podatkowe), jak i wsparcia inwestycyjnego w formie dopłat do zakupu tych instalacji. Doświadczenia związane z dotychczasowym procesem legislacyjnym ustawy o OZE pokazują, że w warunkach polskich do przeprowadzenia transformacji energetycznej, polegającej na stopniowym odchodzeniu od systemu opartego na wykorzystaniu paliw kopalnych na rzecz rosnącego udziału wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych, potrzebny jest szeroki konsensus środowisk politycznych oraz kluczowych grup interesu, w tym największych przeciwników transformacji energetycznej – koncernów energetycznych, w których strategiczne udziały posiada skarb państwa. W tej sytuacji najtrudniej jest proces zmian zainicjować.

Należy pamiętać, że zwiększony wysiłek związany z dodatkowym wsparciem rozwoju energetyki prosumenckiej – stworzenie zachęty do podejmowania inwestycji w tym obszarze, zniwelowanie ryzyka prawnego i inwestycyjnego – konieczny jest tylko w początkowym etapie rozwoju tego sektora, w którym koszt związany z wytwarzaniem energii w mikroinstalacjach jest wyższy od ceny zakupu energii sieciowej. Z analiz wykonanych w 2015 roku przez

²⁰ *Polityka energetyczna Polski do 2050 roku*, Ministerstwo Gospodarki, 2015, <http://bip.me.gov.pl/node/24670> [dostęp 19.05.2017].

Instytut Energetyki Odnawialnej wynika, że wystarczyłoby tylko kilka lat wsparcia w wysokości ok. 550 mln zł ukierunkowanego na najmniejsze mikroinstalacje OZE, aby doprowadzić do tzw. *grid parity* – zrównywania cen energii wytwarzanej w mikroinstalacjach fotowoltaicznych z ceną energii czynnej z sieci (patrz rysunek 5.3).



RYСУNEK 5.3. Koszty energii (ang. *levelised cost of energy*, tzw. LCOE) i odpowiadające im prognozowane stawki taryf FIT dla mikroinstalacji fotowoltaicznych (5 kW) w Polsce wobec ceny detalicznej energii elektrycznej dla gospodarstw domowych²¹.

Szacowany koszt obejmujący wprowadzenie taryf gwarantowanych jest ułamkiem wsparcia (maksymalnie 0,2% dotychczasowych średniorocznych wydatków na wsparcie OZE), jakie regularnie jest przeznaczane na modernizację instalacji wytwarzania energii w źródłach konwencjonalnych. Jednocześnie w przypadku podążania decydentów ścieżką jedynie werbalnej promocji i pozornej optymalizacji wydatków na energetykę odnawialną, rozwój tego sektora zostanie znacznie wyhamowany, co może zagrozić spełnieniu przez Polskę celów pakietu klimatyczno-energetycznego na 2020 rok²².

Niewątpliwym problemem, z którym muszą się mierzyć małe, lokalne firmy rozwijające sektor mikroenergetyki jest fakt, że działają w rozproszeniu. Funkcjonują zazwyczaj lokalnie, nie są zorganizowane. Także odbiorcy ich produktów i usług – osoby fizyczne (właściciele domów jednorodzinnych) pomijani są w regulacjach energetycznych i środowiskowych. Warunkiem szybszego i bardziej efektywnego rozwoju energetyki rozproszonej (małe instalacje OZE) jest zmiana regulacji prawnych oraz podatkowych poszerzających wielkość rynku i umożliwiających ich powszechniejsze zastosowanie (co doprowadzi do spadku kosztów). Istotny jest również rozwój krajowego sektora produkcji urządzeń i wykorzystanie światowego postępu technologicznego w zakresie OZE, telekomunikacji, sieci inteligentnych itp.

²¹ Opracowanie Instytutu Energetyki Odnawialnej na podstawie prognozy cen energii elektrycznej Agencji Rynku Energii, 2014; dane w cenach bieżących, z inflacją.

²² Grzegorz Wiśniewski, *Jak Polska realizuje unijne zobowiązanie dotyczące energii z OZE?*, blog *Odnawialny*, grudzień 2015, <http://odnawialny.blogspot.com/2015/12/jak-polska-realizuje-unijne.html>

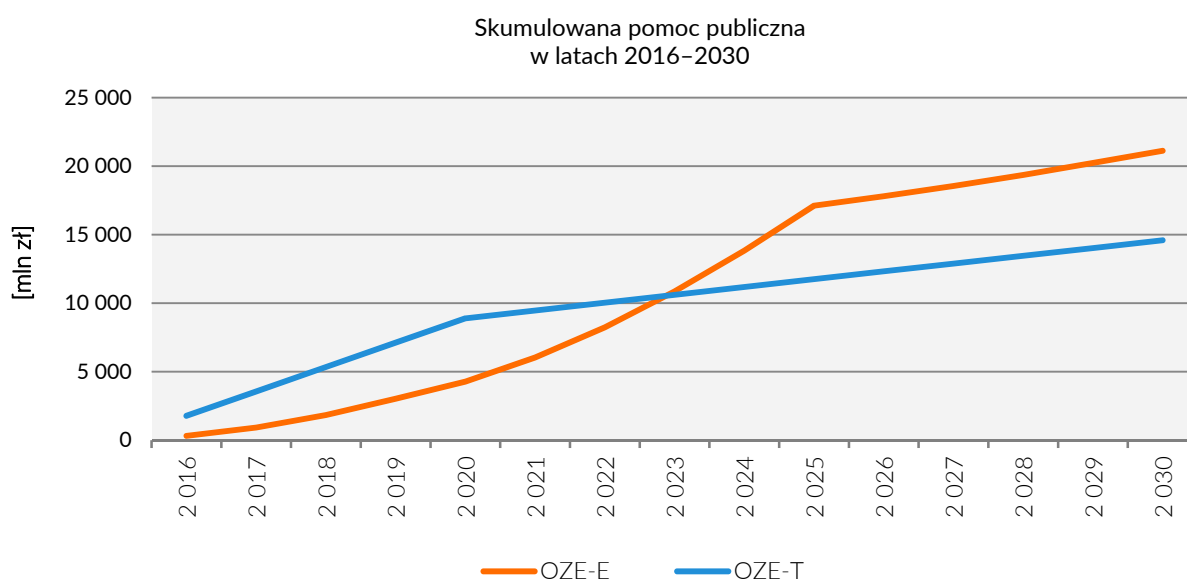
Kluczowe z punktu widzenia inwestorów instalacji OZE, których horyzont czasowy (czas eksploatacji i okres zwrotu poniesionych nakładów) może sięgać od kilkunastu do kilkudziesięciu lat, są przede wszystkim stabilne przepisy umożliwiające zaplanowanie i realizację inwestycji oraz zasady wsparcia, gwarantujące satysfakcjonujący okres zwrotu poniesionych nakładów. Debata publiczna tocząca się wokół tzw. energetyki prosumenckiej, związana zwłaszcza z pracami nad ustawą o OZE oraz nowym systemem wsparcia dla energetyki odnawialnej, koncentruje się przede wszystkim na stronie kosztowej. Dąży się do jej optymalizacji w perspektywie krótkoterminowej, a pomija szerszy kontekst społeczno-gospodarczy, uwzględniający zarówno poprawę zbilansowania i bezpieczeństwa systemu energetycznego, jak i podniesienia zasobności obywateli i jakości ich życia. Niestety przedłużający się proces decyzyjny, w ramach którego przyjmowane często błędne założenia oraz liczne modyfikacje systemu prawnego – zarówno na skutek nieznamośności kompleksowych zagadnień przez decydentów, jak i pod wpływem ścierania się partykularnych interesów różnych grup wpływu z sektora energetycznego – stwarzają istotne zagrożenia dla rozwoju tego sektora, a następnie utrzymania go przez dłuższy czas.

Dotychczasowy rozwój energetyki odnawialnej w Polsce nie był optymalny. Działo się tak ze względu na zbyt duże nakłady inwestycyjne w stosunku do stopnia rozwoju, dojrzałość poszczególnych technologii, wysokość wsparcia, struktury wytwarzania energii, która charakteryzowała się niskim zróżnicowaniem technologicznym (głównie wiatr, woda i biomasa) oraz brak efektywności, m.in. na skutek zastosowania przestarzałych lub mniej efektywnych urządzeń. Założenia dotychczasowego systemu wsparcia wytwarzania energii w odnawialnych źródłach (tzw. zielonych certyfikatów) preferowały duże inwestycje i traktowały jednakowo wszystkie technologie, bez względu na ich przydatność dla systemu, efektywność czy wysokość nakładów inwestycyjnych (które są początkowo wyższe dla małych źródeł). Nie promowały także w dostateczny sposób małych, innowacyjnych źródeł energii o większej różnorodności technologicznej, co było jednocześnie przyczyną utrwalania trudności rozwoju tego sektora. Beneficjentami rozwoju tego systemu były przede wszystkim duże firmy i koncerny energetyczne, a rynek zdominowała mała liczba źródeł o dużej mocy, które coraz częściej napotykały na bariery infrastrukturalne i systemowe w postaci braku możliwości przyłączenia do przestarzałej sieci energetycznej. W efekcie rynek energii elektrycznej z odnawialnych źródeł został zdominowany przez duże instalacje.

Koszty wytwarzania energii w odnawialnych źródłach zależą przede wszystkim od postępującej dojrzałości rynkowej poszczególnych technologii, natomiast koszty rozwoju wielkoskalowej energetyki konwencjonalnej opartej na spalaniu paliw kopalnych powiązane są ze światowymi cenami paliw, których zasoby nieustannie się wyczerpują, a dodatkowo są także kształtowane poprzez podatki, opłaty środowiskowe czy dotacje dla nierentownych kopalń, które często nie są w sposób przejrzysty przywoływane w debacie publicznej. Moment uzyskania tzw. *grid parity* będzie różny dla poszczególnych technologii OZE – w zależności od trendu spadku kosztów inwestycyjnych instalacji oraz rzeczywistych zmian ceny energii (w stosunku do długoterminowych prognoz wzrostu), związanych m.in. ze wzrostem zapotrzebowania na nią, koniecznością pokrycia deficytu mocy oraz modernizacji i wyłączenia przestarzałych jednostek wytwórczych. Rozwojowi nowych mocy wytwórczych w systemie prosumenckim sprzyjać będzie rosnące zapotrzebowanie na energię w obliczu modernizacji lub wymiany przestarzałych mocy wytwórczych oraz infrastruktury sieciowej. Jest to istotne także w aspekcie

poprawy bezpieczeństwa energetycznego uzyskiwanego dzięki generacji rozproszonej i uniezależnienia wielu gospodarstw domowych od wzrostu cen paliw i energii oraz ograniczenia niskiej emisji.

Według opracowanego przez IEO scenariusza *Krajowego rozwoju mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii do roku 2030*²³ łączna moc zainstalowana w mikroinstalacjach wytwarzających energię elektryczną (OZE-E) w 2030 roku powinna wynieść 16 GW_e, a instalacji powinno być 1,8 mln. Pozwoliłoby to na produkcję ponad 13 TWh energii elektrycznej. Natomiast w przypadku ciepła będzie to odpowiednio 26 GW_t mocy zainstalowanej przy analogicznej liczbie instalacji – 1,8 mln, dzięki czemu zostanie wytworzone ponad 48 PJ ciepła (13 TWh). Dzięki osiągnięciu efektu skali, przy uwzględnieniu krzywej uczenia się, rozwój mikroinstalacji OZE prowadzi w perspektywie długoterminowej do dynamicznego spadku uśrednionego jednostkowego kosztu produkcji energii w cyklu życia (z ang. *levelized cost of energy* – LCOE). Obliczenie LCOE jest niezbędne do ustalenia wymaganej wysokości wsparcia dla mikroinstalacji wytwarzających energię elektryczną w odnawialnych źródłach. W szczególności w przypadku elektrowni fotowoltaicznych o małej mocy oczekiwana jest największa dynamika spadku kosztów (według firmy doradczej Lazard wysokość jednostkowych kosztów inwestycyjnych w źródła fotowoltaiczne w latach 2008–2013 spadła ponad pięciokrotnie²⁴).



RYSUNEK 5.4. Wymagana łączna wysokość pomocy publicznej dla mikroinstalacji wytwarzających energię elektryczną (OZE-E) i ciepło (OZE-T) do 2030 roku²⁵.

Niezbędny poziom pomocy publicznej dla mikroinstalacji i małych instalacji wytwarzających energię elektryczną (OZE-E) oraz ciepło (OZE-T) wyznaczono jako różnicę pomiędzy kosztami LCOE wytworzenia energii z mikroinstalacji a kosztami zakupu energii elektrycznej dla gospo-

²³ *Krajowy plan rozwoju mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii do roku 2030*, raport przygotowany na zamówienie WWF, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2015.

²⁴ *Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis*, wersja 8.0, Lazard Bank, wrzesień 2014.

²⁵ *[R]ewolucja energetyczna dla Polski...*, dz. cyt.

darstw domowych (w rozbiu na wysokość opłaty z VAT i bez VAT, która średnio dla Polski w 2014 roku wynosiła 504,8 zł/kWh). Założono, że większość prosumentów (70%) nie będzie płatnikami VAT, natomiast pozostali mogą być mikroprzedsiębiorstwami z siedzibą w miejscu zamieszkania (będą mieli możliwość odliczenia podatku VAT). Założono, że pomoc publiczna wyrażona w ekwiwalencie taryfy gwarantowanej FIT (ang. *feed-in tariff*) będzie przyznawana każdej instalacji na 15 lat, licząc od daty jej uruchomienia. Do 2030 roku wysokość pomocy publicznej dla mikroinstalacji wytwarzających energię elektryczną OZE-E wyniesie zatem średnio 0,9 mld zł rocznie, a w całym okresie 2016–2030 – 12,8 mld zł, co oznacza wsparcie dla wytworzonych w tym okresie 31,1 TWh zielonej energii elektrycznej.

Łączna wysokość pomocy publicznej dla energii elektrycznej w ciągu 15 lat (2016–2030) jest zbliżona do wysokości dopłat, jaką tylko w latach 2013–2015 dostała energetyka węglowa w ramach ustawy o kontraktach długoterminowych (KDT)²⁶.

Rewolucja to korzyści

Korzyści ekonomiczne

Opłacalność inwestycji w OZE dla inwestora

Każdy inwestor, a zwłaszcza inwestor biznesowy decydujący się na zastosowanie odnawialnych źródeł do produkcji energii elektrycznej lub ciepła, liczy na płynące z tej inwestycji korzyści. Tylko zapewnienie warunków do stabilnego i długotrwałego wzrostu sektora oraz uświadomienie skali korzyści inwestorom pozwoli na znaczący rozwój rynku OZE w Polsce.

Korzyści nie zawsze muszą mieć charakter przychodów. Często jedynym, ale atrakcyjnym pożytkiem finansowym z instalacji jest ograniczenie ponoszonych kosztów (oszczędności). Tak się dzieje niemal zawsze w przypadku źródeł ciepła, kiedy to możemy liczyć na zmniejszenie kosztów zużywanego dotychczas paliwa. Większe możliwości dają odnawialne źródła energii elektrycznej, ponieważ poza ograniczeniem kosztów zakupu prądu, niewykorzystane nadwyżki mogą zostać odprowadzone do sieci i w odpowiednich warunkach stanowić dodatkowy przychód. Jego wysokość i atrakcyjność zależy od polityki państwa. Ostatnia nowelizacja ustawy o OZE pozwala przedsiębiorcom na sprzedaż nadwyżek energii do sieci po cenie z rynku hurtowego (średnia cena z poprzedzającego kwartału²⁷), ale zmusza gospodarstwa domowe do oddawania energii poza bilansem za darmo. System wymiany barterowej, nazywanym opustem (częściowe bilansowanie energii wprowadzonej i zużytej po współczynniku 0,8 i 0,7 – w zależności od wielkości mikroinstalacji), jest niekorzystny ekonomicznie dla rozwoju mikroinstalacji OZE, a w szczególności mikroelektrowni wiatrowych i domowych systemów fotowoltaicznych eksploatowanych właściwie przez domy korzystające z taryf G11 na energię elektryczną.

²⁶ Grzegorz Wiśniewski, *Dopłata do węgla w ustawie o OZE droższa niż dofinansowanie do OZE*, 22.05.2016, <http://odnawialny.blogspot.com/2016/05/opata-weglowa-w-ustawie-o-oze-drozsza.html> [dostęp 9.10.2016].

²⁷ Według Urzędu Regulacji Energetyki w I kwartale 2016 roku średnia cena sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym wyniosła 167,45 zł/MWh (ok. 17 groszy za 1 kWh, czyli ponad cztery razy mniej niż gospodarstwa domowe płacą na rachunkach za prąd).

Podczas szacowania opłacalności inwestycji w OZE należy wziąć pod uwagę zarówno oszczędności na zakupie energii, jak i korzyści w formie ewentualnych przychodów. Choć opłacalność finansowa jest dla większości osób podejmujących decyzję o inwestycji w odnawialne źródła sprawą kluczową, to często brane są pod uwagę także inne ich zalety, które w porównaniu z dotychczasowym sposobem dostarczania stają się atrakcyjne. Takimi argumentami mogą być:

- bezpieczeństwo energetyczne – zapewnienie energii w przypadku przerw w dostawach,
- zabezpieczenie przed wzrostem cen surowców – wyższy koszt inwestycyjny jest rekompensowany przez niskie lub zerowe koszty eksploatacyjne w przyszłości,
- wygoda – zastąpienie ciepła ze spalania paliw stałych energią odnawialną zmniejsza obciążenie inwestora zapewnieniem dostaw paliwa,
- etyka i moda – chęć bycia ekologicznym, zmniejszenia swojego negatywnego wpływu na środowisko.

Powyższe czynniki są na pewno ważne, ale trudne do skwantyfikowania i nie będą miały nigdy tak dużego znaczenia jak korzyści finansowe. Dlatego tak istotna jest na początkowym etapie rozwoju rynku – aż do momentu przekroczenia progu opłacalności poszczególnych technologii – sprzyjająca polityka państwa. Prognozuje się, że część mikroinstalacji OZE stanie się opłacalna (czyli nie będzie wymagać wsparcia) jeszcze przed 2020 rokiem. Chodzi tu głównie o elektrownie fotowoltaiczne, dla których należy oczekiwać największej dynamiki spadku kosztów, w szczególności dla instalacji małych mocy. Międzynarodowa Agencja Energii Odnawialnej zauważa, że wysokość jednostkowych kosztów inwestycyjnych w źródła fotowoltaiczne obniżyła się z 3,98 dol./W w 2008 roku do 0,72 dol./W w 2014 roku²⁸. W tym samym czasie w 30 krajach świata fotowoltaika prosumencka pozwalała już na wytwarzanie energii bezpośrednio u odbiorców końcowych po cenie energii niższej niż kupowana z sieci.

Jednak niektóre z instalacji OZE, jak mikroturbiny wiatrowe, biogazownie czy elektrociepłownie na biomasę, wymagać będą wsparcia nawet do 2030 roku. Analizy ekonomiczne wykonane przez IEO wskazują, że systemy fotowoltaiczne po 2020 roku, w wybranych przypadkach, generować będą miały mniejsze koszty niż koszty energii z krajowego systemu energetycznego²⁹.

Wsparcie instalacji OZE może mieć charakter dofinansowania inwestycji lub zagwarantowania ceny odkupu nadwyżki wyprodukowanej energii. W przypadku energii elektrycznej najlepszą formą wsparcia dla inwestora są z góry określone ceny na zakup wytworzonej energii, niezmiennie przez pewien czas. Taki system pozwala na długoterminowe planowanie przepływów finansowych, określenie z dużym prawdopodobieństwem przyszłych korzyści i uzyskanie kredytu bankowego na realizowane przedsięwzięcie. Natomiast dofinansowanie kosztów inwestycyjnych może mieć charakter dotacji, preferencyjnej pożyczki lub innych instrumentów inżynierii finansowej (np. udziałów kapitałowych). Taki rodzaj wsparcia stosuje się w przypadku odnawialnych źródeł ciepła, ale także czasami dla źródeł energii elektrycznej.

²⁸ *Energy Technology Perspectives 2014 Harnessing Electricity's Potential*, Międzynarodowa Agencja Energetyczna (IEA), 2014.

²⁹ *Analiza dotycząca określenia niezbędnej wysokości wsparcia dla poszczególnych technologii OZE*, ekspertyza Instytutu Energetyki Odnawialnej dla Ministerstwa Gospodarki wraz z kosztami wytwarzania energii z OZE (LCOE), Warszawa 2013.

Powszechnym uproszczeniem przy liczeniu opłacalności przedsięwzięć jest pomijanie zmienności kosztów i korzyści w czasie. Okres użytkowania instalacji OZE często przekracza 20 lat. W tym czasie wartość pieniądza spada, co wynika nie tylko z inflacji, lecz także z ryzyka związanego ze zmiennością otoczenia i rynku w przyszłości. Przyszłe korzyści są znacznie mniej cenione niż obecne. Dlatego proste podzielenie kosztów inwestycyjnych przez korzyści w pierwszym roku eksploatacji jest znaczącym uproszczeniem.

Dopiero pełna analiza finansowa i rozważenie wszystkich korzyści, także pozafinansowych, pozwalają podjąć prawidłową decyzję o inwestycji w OZE.

Obroty na rynku urządzeń i usług OZE

Rozwój OZE pociąga za sobą silny, ogólnokrajowy impuls gospodarczy. Według corocznych badań, które są publikowane w zbiorowym raporcie dla całej UE³⁰ i dotyczą aktywności gospodarczej w energetyce odnawialnej, obroty na rynku OZE w Polsce w 2014 roku wyniosły 5,3 mld euro. Rzeczywisty udział Polski w obrotach finansowych w sektorze OZE w UE jest jednak nadal umiarkowany i wynosi jedynie 3,8%. Na obroty rynkowe składają się nakłady inwestycyjne oraz koszty eksploatacyjne.

Zgodnie z badaniami przeprowadzonymi przez IEO skumulowane obroty w latach 2016–2030 na rynku samych mikroinstalacji OZE przekroczą 270 mld zł, co zaświadczyć będzie o znacznym wzroście znaczenia tego sektora w gospodarce. Największy udział w obrotach finansowych będą mieć systemy słoneczne: fotowoltaika – 34% i kolektory słoneczne – 28%.

Na rozwoju energetyki odnawialnej skorzystają m.in. producenci, dostawcy, firmy budowlane, instalatorskie i biura projektowe. W ostatnich latach zaobserwować można było rosnący udział krajowej produkcji urządzeń takich jak kolektory słoneczne, kotły na pellety i brykiety z biomasy, małe elektrownie wiatrowe, systemy fotowoltaiczne oraz szereg innych urządzeń i komponentów zielonego przemysłu. W najbliższych latach, do 2020 roku, aby zrealizować cel w zakresie OZE uzgodniony w ramach UE, Polska powinna zainwestować 66 mld zł w technologie OZE³¹. Jednak obecna polityka przyczynia się do spowolnienia na rynku, a firmy pracują przy wykorzystaniu niewielkiej części zdolności produkcyjnych. To powoduje, że koszty ich urządzeń rosną i polskie przedsiębiorstwa nie są w stanie konkurować z zagranicznymi.

W przypadku sektora kolektorów słonecznych na terenie kraju ma miejsce gros produkcji urządzeń o największym udziale w kosztach instalacji finalnej, czyli zasobników ciepłej wody (40%) i paneli kolektorów słonecznych (60%). Szczególne znaczenie ma produkcja zasobników ciepłej wody, gdyż mają one też zastosowanie w przypadku innych technologii energetyki odnawialnej (np. instalacji pomp ciepła oraz instalacji kotłów na biomasę z zasobnikami stabilizującymi i optymalizującymi ich pracę, zwiększającymi sprawność i zmniejszającymi emisje). W tym sensie rozwój jednej z branż energetyki odnawialnej ułatwia rozwój pozostałych, korzystających z podobnych komponentów i technologii wytwarzania urządzeń.

Jednak, aby rozwój polskiego przemysłu OZE był dynamiczny, konieczne są działania wywołujące efekt skali. Przy braku tego efektu rozwój technologii jest zbyt wolny w stosunku do

³⁰ *The state of renewable energies in Europe*, EurObserv'ER, 2014.

³¹ *Polski przemysł produkcji urządzeń dla energetyki odnawialnej*, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2016.

wyzwań stojących przed energetyką. Ze względu na spadek kosztów w sektorze mikroźródeł (w szczególności fotowoltaicznych) dalszy dynamiczny rozwój rynku jest nieunikniony.

Szybszy niż dotychczas rozwój energetyki prosumenckiej (obywatelskiej i przemysłowej), a także rozwój rynku urządzeń wytwarzających energię w mikroskali, nie powinny być traktowane w kategoriach utraty rynku przez tradycyjny system energetyczny, ale przede wszystkim jako szansa dla polskiej gospodarki. Jak bardzo potrzebne są nowe moce mikroinstalacji wytwarzających energię elektryczną w Polsce, pokazała fala sierpniowych upałów w 2015 roku i w związku z włączeniami węglowych bloków energetycznych wprowadzenie 20. stopnia zasilania. Rozwiązaniem jest rozproszona, zróżnicowana technologicznie energetyka odnawialna, a w szczycie letnim – przede wszystkim energia słoneczna: z systemów fotowoltaicznych oraz z kolektorów słonecznych.

Korzyści społeczne, w tym zdrowotne

Miejsca pracy

Wieloletnie doświadczenia wielu krajów pokazują, że energetyka odnawialna tworzy najwięcej trwałych miejsc pracy, rozłożonych równomiernie na obszarze całego kraju, a nie tylko w centrach przemysłowych.

Niektóre sektory, jak np. branża kolektorów słonecznych czy małych kotłów na biomasę, charakteryzują się znaczącym potencjałem zatrudnienia przy produkcji urządzeń. Około 60–80% tych urządzeń jest produkowanych w kraju, a w znacznej części są one przedmiotem eksportu. Znanym szeroko w Europie przykładem pozytywnych skutków rozwoju OZE jest sukces producentów urządzeń w województwie śląskim. W chwili pisania tego raportu istniało tam około 40 zakładów zajmujących się produkcją gotowych zestawów lub komponentów do instalacji. Najbardziej znaczącą grupę stanowili producenci urządzeń słonecznych (ok. 90% krajowej produkcji) oraz kotłów na biomasę (ok. 20–30% krajowej produkcji)³².

Tworzenie nowych miejsc pracy jest ważnym wskaźnikiem oceny skutków społeczno-gospodarczych realizacji strategii energetycznych. To miejsca pracy wpływają pośrednio na wszelkie inne aspekty społeczne i ekonomiczne życia mieszkańców oraz na rozwój regionalny. Dla rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce znaczenie będą miały lokalnie tworzone etaty związane z instalowaniem i obsługą OZE, w tym z przyłączaniem do infrastruktury energetycznej, konserwacją urządzeń, zapobieganiem awariom, przeglądami, logistyką dostaw biomasy itp. Niezwykle ważną pochodną rozwoju mikroinstalacji jest tworzenie miejsc pracy w licznych mikro-, małych i średnich przedsiębiorstwach prywatnych, które powstają przy produkcji, instalacji i obsłudze urządzeń oraz w sektorze logistyki dostaw paliwa.

Według statystyk prowadzonych przez IEO do końca 2014 roku energetyka odnawialna w Polsce stworzyła ponad 33,8 tys. miejsc pracy. W 2014 roku w całej UE w sektorze OZE pracowało ponad 1,1 mln osób (w przeliczeniu na pełne etaty). Oznacza to, że Polska z 3% udziału zatrudnienia w branży OZE nie wykorzystuje w pełni potencjału tworzenia miejsc pracy w tym obszarze. Najważniejszym, a z perspektywy możliwości eksportowych wręcz

³² *Polski przemysł OZE: katalog firm i potencjał krajowy*, baza danych IEO, <http://bazafirm.ieo.pl> [dostęp 9.10.2016].

nieograniczonym źródłem zwiększania zatrudnienia w energetyce odnawialnej, jest krajowa produkcja urządzeń.

TABELA 5.4. Zatrudnienie w wybranych łańcuchach wartości w energetyce odnawialnej³³.

Łańcuch wartości	Rodzaj zatrudnienia
Produkcja urządzeń i ich dystrybucja (energetyka wiatrowa)	Inżynierowie ds. B+R (komputery, elektryczność, środowisko, projektowanie turbin), inżynierowie programiści, modelarze (testowanie prototypów), mechanicy przemysłowi, technicy przemysłowi, operatorzy przemysłowi, eksperci ds. kontroli jakości, weryfikatorzy, eksperci ds. logistyki, operatorzy w transporcie, pracownicy transportowi, eksperci ds. zamówień, marketingowcy, sprzedawcy.
Projekt inwestycyjny (energetyka słoneczna)	Inżynierowie, architekci, meteorologowie, eksperci ds. oceny zasobów i wyboru miejsca na inwestycję, konsultanci środowiskowi, prawnicy, kredytodawcy, inwestorzy, doradcy ds. zagospodarowania terenu, negocjatorzy, lobbyści, mediatorzy, pracownicy PR, eksperci ds. zamówień, ds. pozyskania zasobów.
Budowa i zainstalowanie (energetyka wodna)	Inżynierowie (budowlani, mechanicy, elektrycy), menadżerowie, wykwalifikowani pracownicy budowlani (operatorzy ciężkiego sprzętu, monterzy rur, spawacze itp.), niekwalifikowani robotnicy, deweloperzy, Inżynierowie ruchu, pracownicy transportowi.
Produkcja biomasy (bioenergetyka)	Agronomowie, zarządzający produkcją biomasy, pracownicy hodowlani i leśnicy, pracownicy rolni i leśni, pracownicy transportowi.
Działalność przekrojowa (wszystkie podsektory)	Pracownicy administracji publicznej, izby handlowe I profesjonalne stowarzyszenia, nauczyciele I trenerzy, menedżerowie, administratorzy, wydawcy i naukowcy, ubezpieczyciele, eksperci IT, pracowni finansowi (księgowi, audytorzy i finansiści), konsultanci ds. bezpieczeństwa i higieny pracy, sprzedawcy i marketingowcy.

Uwaga: Dla każdego kolejnego ogniwa łańcucha wartości podano dla przykładu inny rodzaj energetyki odnawialnej.

W opracowanym przez IEO w 2013 roku tzw. scenariuszu rewolucji energetycznej zatrudnienie w branży OZE w 2030 roku mogłoby znaleźć ponad 100 tys. osób³⁴. Realizacja tego scenariusza pozwoliłaby na podniesienie ogólnego stanu zatrudnienia w energetyce z uwzględnieniem energetyki konwencjonalnej, w tym węglowej, ze 168 tys. w 2010 roku do 173 tys. w 2030 roku. Jeżeli jednak kontynuowana byłaby dotychczasowa polityka energetyczna (pasywna wobec OZE), mogłoby to doprowadzić do spadku zatrudnienia w całej energetyce o 79 tys. osób, co oznaczałoby ucieczkę miejsc pracy i odpływ kapitału z kraju, a także pogorszenie bilansu wymiany handlowej i wartości dodanej.

Energetyka odnawialna stwarza miejsca pracy w różnych punktach łańcucha dostaw technologii OZE na rynek energetyczny. Tabela 5.4 podaje przykłady zawodów i kwalifikacji, na jakie zapotrzebowanie zgłaszają różne branże OZE.

Z zestawienia w tabeli 5.4 wynika, że OZE może być atrakcyjnym miejscem pracy dla osób o różnym wykształceniu i przygotowaniu zawodowym.

³³ *Investment in renewable energy generates jobs. Supply of skilled workforce needs to catch up*, International Labour Organization, Genewa 2011.

³⁴ [R]ewolucja energetyczna dla Polski..., dz. cyt.

Bezpieczeństwo dostaw energii

Na promocję rozwoju energetyki prosumenckiej należy patrzeć w szerszym kontekście rozwiązywania problemów infrastrukturalnych i strukturalnych w całej krajowej energetyce. Tak zwany wskaźnik SAIDI, czyli miara czasu przerw (planowanych i nieplanowanych, w tym o charakterze katastrof) w dostawach energii elektrycznej w Polsce, publikowany corocznie przez operatorów sieci dystrybucyjnej, wahał się w ubiegłym roku, w zależności od dystrybutora, od 76 minut (RWE) do ponad 530 minut (PGE) na odbiorcę rocznie. Wskaźniki opisujące czas bez dostaw energii elektrycznej są wielokrotnie wyższe niż w innych państwach europejskich³⁵. Trudno oszacować dokładne koszty niedostarczenia mocy w skali kraju, ale są one niezwykle dokuczliwe dla odbiorców.

Energetyka konwencjonalna nie radzi sobie z utrzymaniem kosztów energii dla odbiorców końcowych na akceptowalnym poziomie, pomimo braku nowych inwestycji w sektorze sieci niskiego napięcia. W sektorze krajowej energetyki rośnie zapóźnienie technologiczne i rozbieżność pomiędzy potrzebami coraz szerszych rzesz aktywnych obywateli (potencjalnych prosumentów) i ciągle jeszcze niekorzystnym dla nich prawem. Może nieść to za sobą negatywne skutki społeczne i gospodarcze ze względu na potencjalne braki w dostawach prądu i dużo wyższe ceny.

Problemy z dostawami energii są szczególnie widoczne w przypadku wystąpienia ekstremalnych warunków pogodowych. Latem w przypadku braku opadów i suszy wprowadza się ograniczenia w dostępie do wody potrzebnej do chłodzenia kotłów elektrowni systemowych, ponieważ zrzuty gorącej wody przy niskim stanie wód śródlądowych mogą doprowadzić do nieodwracalnych strat środowiskowych.

Przykłady działań lokalnych o charakterze systemowym

Dopłaty do kolektorów

W latach 2010–2014 wdrażany był w całej Polsce program mikrodotacji Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej o nazwie *Dopłaty na częściowe spłaty kapitału kredytów bankowych przeznaczonych na zakup i montaż kolektorów słonecznych dla osób fizycznych i wspólnot mieszkaniowych*. Dofinansowanie mogły otrzymać osoby fizyczne i wspólnoty mieszkaniowe pragnące zainstalować na swoim budynku mieszkalnym kolektory słoneczne do przygotowania wody użytkowej i wspomagania ogrzewania. Dotacja miała formę częściowej spłaty w wysokości 45% kapitału kredytu zaciągniętego w bankach komercyjnych na koszty realizacji przedsięwzięcia. Był to pierwszy w Polsce program skierowany do indywidualnych osób, prowadzony na terenie całego kraju przez ponad 3500 placówek bankowych, co dało możliwość sfinansowania tysięcy drobnych projektów.

Efektem programu było dofinansowanie 67,4 tys. instalacji kwotą 449,6 mln zł. Zamontowano łącznie kolektory o powierzchni całkowitej przekraczającej 483 tys. m², które przyczyniły się do redukcji emisji CO₂ o 75 tys. ton rocznie.

³⁵ CEER Benchmarking report 5.2 on the continuity of electricity supply, Council of European Energy Regulation, 12.02.2015, http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity/Tab4/C14-EQS-62-03_BMR-5-2_Continuity%20of%20Supply_20150127.pdf [dotę 26.05.2017].

Program miał bardzo pozytywny wpływ na rynek kolektorów słonecznych. W rankingu sprzedaży w Europie Polska awansowała z dziewiątego miejsca w 2009 roku na trzecie trzy lata później. Rynek kolektorów słonecznych jako jedyny w Polsce segment energetyki odnawialnej zanotował tak duży wzrost. Promowanie kolektorów z certyfikatem jakości przyczyniło się do znacznego wzrostu liczby sprawdzonych modeli kolektorów na rynku, a nałożenie wymagań dotyczących uprawnień wykonawców i projektantów, a także gwarancji producenta, podniosło jakość wykonywanych instalacji.

Program NFOŚiGW otrzymał prestiżowe wyróżnienie – Certyfikat Dobrych Praktyk Europejskiej Nagrody Sektora Publicznego 2011 przyznawany przez Europejski Instytut Administracji Publicznej (EIPA). W uzasadnieniu podkreślono skuteczność mechanizmu współpracy sektora publicznego z bankami komercyjnymi i równowagę pomiędzy kosztami obsługi a efektami wdrażania programu.

Prosument

Program Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej *Prosument – linia dofinansowania z przeznaczeniem na zakup i montaż mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii* miał stanowić kontynuację i rozszerzenie zakończonego w 2014 roku programu dopłat na zakup i montaż kolektorów słonecznych. Oferował dofinansowanie zakupu i montażu nowych instalacji i mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii do produkcji energii elektrycznej lub ciepła dla potrzeb budynków mieszkalnych jednorodzinnych lub wielorodzinnych. Beneficjentami programu mogły być osoby fizyczne, spółdzielnie mieszkaniowe, wspólnoty mieszkaniowe oraz jednostki samorządu terytorialnego.

Finansowane były instalacje do produkcji ciepła wykorzystujące źródła opalane biomasą, pompy ciepła oraz kolektory słoneczne o mocy cieplnej do 300 kW_t oraz źródła energii elektrycznej: systemy fotowoltaiczne, małe elektrownie wiatrowe oraz układy mikrokogeneracyjne o mocy elektrycznej do 40 kW_e. Budżet programu w latach 2014–2020 miał wynieść 800 mln zł. Dofinansowanie miało formę kredytu preferencyjnego wraz z dotacją łącznie do 100% kosztów kwalifikowanych instalacji, w tym dotacja w wysokości 20% lub 40% dofinansowania (15% lub 30% po 2016 roku).

Program był wdrażany na trzy sposoby: przez jednostki samorządu terytorialnego, za pośrednictwem banków oraz wojewódzkich funduszy ochrony środowiska i gospodarki wodnej. Był bardzo oczekiwany przez rynek i prosumentów, jednak został uruchomiony z opóźnieniem, a następnie przeżywał wiele zawirowań związanych ze zmianami zachodzącymi w NFOŚiGW.

Do końca 2015 roku w ramach programu zawarto umowy dofinansowania z beneficjentami końcowymi na realizację 2842 instalacji OZE na łączną kwotę 155,8 mln zł, w tym pożyczki stanowiły 95,6 mln zł, a dotacje – 60,2 mln zł. Wypłacono 33,8 mln zł, głównie na zrealizowane instalacje fotowoltaiczne (1095 instalacji).

Zwiększenie wykorzystania OZE w powiecie suskim w ramach Szwajcarsko-Polskiego Programu Współpracy (SPPW)

Przykładem lokalnego działania, które doprowadziło do zastosowania instalacji odnawialnych źródeł energii na terenie gminy, jest program powiatu suskiego w województwie małopolskim. W ramach I etapu projektu realizowanego w latach 2012–2013 na 2349 domach zamontowano instalacje solarne o powierzchni 15 tys. m², a na budynku szpitala w Suchej Beskidzkiej –

o powierzchni ok. 300 m². Wydano łącznie 29,1 mln zł. Instalację na szpitalu w 69% sfinansowano z dotacji Szwajcarsko-Polskiego Programu Współpracy, a w 31% ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Krakowie. Instalacje na budynkach mieszkalnych były finansowane z NFOŚiGW (46%), SPPW (39%) oraz z wkładu własnego mieszkańców (15%). Instalacje solarne w 86% zastąpiły źródła węglowe. Druga edycja programu przewiduje realizację instalacji na kolejnych 564 budynkach jednorodzinnych. Na podkreślenie zasługuje bardzo dobra kampania informacyjno-promocyjna prowadzona przez starostwo powiatowe. Zazwyczaj jest to mankamentem programów wdrażanych przez samorządy. Tymczasem w tym przypadku strona internetowa programu zawiera komplet informacji o nim, udostępnia efekty monitoringu instalacji, umożliwia zgłaszanie awarii i dostarcza bieżących informacji o projekcie.

Dotacje unijne dla OZE z 16 regionalnych programów operacyjnych

W latach 2014–2020 Polska będzie największym beneficjentem funduszy europejskich w ramach polityki spójności Unii Europejskiej – w sumie do Polski trafi ponad 80 mld euro. W tym okresie samorządy województw będą zarządzać ok. 40% tych środków. Zainwestują te pieniądze poprzez regionalne programy operacyjne. Duża część tych środków wiązać się będzie ze zwiększeniem efektywności energetycznej i rozwojem OZE. Unia Europejska w latach 2014–2020 przeznaczy na ten cel ok. 4,5 mld euro w ramach 16 regionalnych programów operacyjnych.

Programy regionalne umożliwiają otrzymanie bezzwrotnych dotacji w wysokości aż do 70% na realizację inwestycji w odnawialne źródła energii. Poziom pomocy będzie różny w poszczególnych regionach. Najwięcej będzie można otrzymać w województwach lubelskim, podkarpackim, podlaskim i warmińsko-mazurskim (do 70%), a najmniej w województwach dolnośląskim, śląskim, wielkopolskim (do 45%) i mieście Warszawa (10–15%).

W ramach działania *Wytwarzanie i dystrybucja energii ze źródeł odnawialnych* będzie można wybudować, rozbudować oraz przebudować instalacje służące do wytwarzania energii w źródłach odnawialnych (wraz z ewentualnym podłączeniem do sieci dystrybucyjnej i przesyłowej) z wykorzystaniem:

- energii wiatrowej – do 5 MW_e,
- energii słonecznej – do 2 MW_e/MW_t,
- biomasy – do 5 MW_t,
- energii wodnej – do 5 MW_e,
- energii geotermalnej – do 2MW_t,
- biogazu – do 1 MW_e.

Trudno w najbliższym czasie liczyć na spektakularne programy wsparcia OZE w Polsce. Obecna polityka promująca geotermię, choć uzasadniona, nie przyniesie przełomu w polskiej energetyce z uwagi na zbyt niską konkurencyjność wytwarzania energii elektrycznej z tych zasobów. Przewidywane większe wsparcie dla biogazu może pomóc istniejącym biogazowniom wyjść ze spirali długów, ale potencjał samego biogazu jest zbyt niski, aby doprowadzić do przełomu. Reaktywacja technologii współspalania i budowy kaskady dolnej Wisły to jedynie mniej lub bardziej ryzykowne ekonomicznie i środowiskowo, doraźne propozycje dla tzw. wielkoskalowej energetyki korporacyjnej. Niewiadomą w Polsce jest morska energetyka wiatrowa, która mogłaby dużo zmienić w strukturze wytwarzania energii elektrycznej i która wpisuje się w możliwości energetyki korporacyjnej. Widoczne dla systemu energetycznego pozytywne efekty morskiej energetyki wiatrowej mogłyby się pojawić jednak nie wcześniej niż około 2030 roku, z uwagi na bardzo długie cykle inwestycyjne.

Wiele wskazuje na to, że napędem do rozwoju energetyki prosumenckiej coraz bardziej będzie rynek, a nie przepisy prawne i programy rządowe. Najlepszą zachętą do inwestycji prosumenckich będą niestety rosnące ceny energii, które odegrają zasadniczą rolę w rozwoju tzw. prosumenta biznesowego, bo to właśnie małe firmy ponoszą w Polsce najwyższe koszty zaopatrzenia w energię z krajowego systemu energetycznego. System energetyczny będzie też niedomagał, jeśli chodzi o zapewnienie ciągłości zasilania (wyłączenia prądu) i jakości zasilania (obniżony poziom napięcia). Problemy i uciążliwości związane z niską emisją i eksploatacją lokalnych kotłów węglowych sprzyjać będą rozwojowi mikroinstalacji do produkcji ciepła. Do 2020 roku rynek OZE podtrzymywany będzie przez programy dotacji w ramach RPO. Masa krytyczna świadomych osób będzie narastać, a technologie OZE dojrzywać, co metodą mniejszych kroków – lub pod wpływem okoliczności i trudnych obecnie do przewidzenia zdarzeń zewnętrznych znacznie bardziej żywiłowo – dokończy rewolucję prosumencką i rozpocznie prawdziwy przełom w polskiej energetyce.



Efektywność energetyczna

Bartłomiej Asztemborski, Ryszard Wnuk

Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA

Polska osiągnęła istotny postęp w realizacji krajowego celu w zakresie oszczędnego gospodarowania energią i oszczędności energii finalnej. Zużycie energii na jednostkę produktu krajowego brutto (PKB) od wielu lat maleje. Wartość PKB rośnie (roczne tempo wzrostu wyniosło 3,8% w latach 2004–2014), a zużycie energii w bardzo małym stopniu. W tym samym okresie stopa przyrostu zużycia energii pierwotnej wyniosła 1%, a finalnej 0,6%.

Konieczna pod względem ochrony klimatu ciągła poprawa efektywności energetycznej będzie wymagała szeregu bodźców, a przede wszystkim zwiększenia innowacyjności gospodarki.

Istotny potencjał oszczędności energii dotyczy budynków, ale jego wykorzystanie wymaga nakładów finansowych. Korzyści muszą te nakłady znacznie przewyższać. Średni koszt modernizacji 50% wszystkich domów jednorodzinnych i wielorodzinnych, a także budynków niemieszkalnych będzie, w zależności od przyjętego wariantu efektywności, wynosił 270–470 mld zł. Jednocześnie prosty okres zwrotu nakładów inwestycji wyniesie ok. 10 lat, a korzyści sięgną 700 mld zł.

Jakie znaczenie mają poprawa efektywności energetycznej i oszczędność energii?

W niniejszym rozdziale przedstawiono cele polityki europejskiej i polskiej w zakresie efektywności energetycznej oraz osiągnięte dotychczas oszczędności. Zarysowano potencjały oszczędności energii w różnych sektorach gospodarki. Dla podstawowych sektorów gospodarki – gospodarstw domowych, usług, transportu i przemysłu – przedstawiono wskaźniki efektywności energetycznej i ich zmiany w latach 2004–2014. Omówiono działania i programy na rzecz poprawy efektywności energetycznej. Zwrócono uwagę na codzienne zachowania (mieszkalnictwo), których realizacja może wnieść istotny wkład w osiągnięciu celów ogólnych oraz wymiernych korzyści indywidualnych.

Zwiększenie efektywności energetycznej naszej gospodarki to jedno z kluczowych zadań mających na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych. Z analiz i danych przedstawionych

w rozdziałach 4 i 5 wynika, że niskoemisyjne technologie powinny zastępować węgiel w miksie energetycznym¹. Jeśli jednocześnie nie będziemy dbać o to, by z energii korzystać rozsądnie, ciągle będziemy w deficycie mocy i trudno będzie pożegnać się ze starymi elektrowniami konwencjonalnymi. To samo dotyczy sposobów, w jaki ogrzewamy nasze domy i napędzamy nasze samochody. Dlatego zwiększanie efektywności energetycznej jest jednym z głównych obszarów polityki klimatycznej Unii Europejskiej.

Znaczenie poprawy efektywności energetycznej² podkreśla wprowadzone przez amerykańskiego fizyka i działacza ekologicznego Amory'ego Lovinsa nośne pojęcie negawatów jako miernika ekonomicznego wartości energii zaoszczędzonej, w przeciwieństwie do energii wytworzonej. Powszechnymi i znanymi źródłami negawatów są technologie energooszczędne w przemyśle, ocieplanie budynków, budowa domów energooszczędnych, wspólne użytkowanie samochodów itd. W praktyce negawaty to zwykle najtańsze źródło energii.

Miary efektywności energetycznej są jednak bardzo różne i złożone, a ich celem jest mierzenie postępu w tym zakresie, ocena podjętych działań, trendów, porównanie gospodarek, sektorów i produktów pod kątem energochłonności, a więc i emisyjności.

Hasło „Osiągniesz więcej, zużywając mniej” to nie tylko slogan, ale motto wielu działań realizujących zasadę zrównoważonego rozwoju.

Polityka efektywności energetycznej Unii Europejskiej

Unia Europejska stara się konsekwentnie realizować pakiet klimatyczno-energetyczny, opublikowany w styczniu 2008 roku, zgodnie z którym państwa członkowskie zobowiązane są do zwiększenia efektywności energetycznej do 2020 roku o 20% w stosunku do 2005 roku.

Każde państwo członkowskie ma obowiązek ustanowienia systemu zobowiązującego do efektywności energetycznej. System ten powinien zapewnić osiągnięcie przez dystrybutorów energii lub przedsiębiorstwa prowadzące detaliczną sprzedaż energii łącznego celu w zakresie oszczędności energii końcowej do 31 grudnia 2020 roku. Cel ten jest co najmniej równoważny osiągnięciu nowych oszczędności energii każdego roku od 1 stycznia 2014 roku do dnia 31 grudnia 2020 roku w wysokości 1,5% rocznego wolumenu sprzedaży energii.

Celem regulacji unijnych, przygotowanych wspólnie przez wszystkie kraje członkowskie, są: ograniczenie szkodliwych emisji, wzrost bezpieczeństwa energetycznego, ograniczenie wciąż rosnącego importu nośników energii, stymulacja gospodarek i wzrost ich innowacyjności. Nie należy zatem nałożonych wymagań traktować jako przykrego obowiązku, ale jako wyzwanie i stymulację do podjęcia kroków daleko wykraczających poza te wskazane w oficjalnych dokumentach (z założenia jednak „zachowawczych”).

¹ Miks energetyczny (z ang. *energy mix*) to udział poszczególnych paliw i technologii w wytwarzaniu lub konsumpcji energii.

² Dyrektywy unijne dość lakonicznie definiują efektywność energetyczną. Stwierdza się tam, że jest to „stosunek uzyskanych wyników, usług, towarów lub energii do wkładu energii”. Odwrotnością tak zdefiniowanej efektywności energetycznej jest energochłonność, tradycyjnie obliczana od dziesięcioleci i używana jako jedna z miar konkurencyjności gospodarek, procesów, produktów.

Polityka i regulacje dotyczące efektywności energetycznej w Polsce

Do najważniejszych dokumentów definiujących politykę efektywności energetycznej w Polsce należą:

- *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*,
- krajowe plany działań (KPD) dotyczące efektywności energetycznej (1, 2, 3 KPD, odpowiednio z lat 2007, 2012, i 2014), do których tworzenia obligowała poprzednia dyrektywa 2006/32/WE dotycząca efektywności energetycznej oraz obowiązuje dyrektywa 2012/27/UE (4 KPD z roku 2017).

Główne cele polityki energetycznej, sformułowane w 2009 roku, w tym obszarze to:

- dążenie do utrzymania zeroenergetycznego wzrostu gospodarczego, tj. rozwoju gospodarki następującego bez wzrostu zapotrzebowania na energię pierwotną,
- konsekwentne zmniejszanie energochłonności polskiej gospodarki do poziomu UE-15.

Już obecnie spełnienie tych celów wydaje się bliskie, a sensowne jest postawienie nowych i bardziej śmiałych wyzwań.

Powyższe dokumenty przedstawiają cele dla Polski, środki, rezultaty, a przede wszystkim nadają najwyższy priorytet efektywności energetycznej. Priorytet ten nie jest natomiast w zadawalający sposób przełożony na działania (systemowe wsparcie, ciągłość i zakres wsparcia).

W Polsce obowiązuje ustawa z 20 maja 2016 roku mającą na celu dalszą poprawę efektywności energetycznej polskiej gospodarki oraz zapewnienie realizacji krajowego celu w zakresie efektywności energetycznej. Ustawa wdraża do polskiego porządku prawnego dyrektywę w sprawie efektywności energetycznej (2012/27/UE).

Ustawa opisuje również zadania mające na celu poprawę efektywności energetycznej, realizowane przez jednostki sektora publicznego. Dokument wprowadza regulację, zgodnie z którą jednostka sektora publicznego może realizować i finansować przedsięwzięcia na podstawie umowy o poprawę efektywności energetycznej. Wszystkie polskie organy władzy publicznej będą miały obowiązek kupowania efektywnych energetycznie produktów i usług. Będą też musiały kupować lub wynajmować efektywnie energetyczne budynki oraz wypełnić zalecenia dotyczące efektywności energetycznej w budynkach modernizowanych i przebudowywanych należących do skarbu państwa.

Według ustawy zostanie zachowany funkcjonujący od 2013 roku system świadectw efektywności energetycznej – białych certyfikatów. Są to dokumenty zaświadczające, że w ramach przeprowadzonej modernizacji został osiągnięty pewien minimalny poziom rocznego zużycia energii. Po otrzymaniu certyfikatu od Urzędu Regulacji Energetyki staje się on towarem handlowym (nabywa charakteru prawa majątkowego), który należy spieniężyć na Towarowej Giełdzie Energii. System ten to szansa na otrzymanie dodatkowych środków pieniężnych za wykonanie modernizacji skutkującej zmniejszeniem zużycia energii. Zgodnie z ustawą wartość białego certyfikatu będzie wynikała z popytu i podaży, ale zakłada się, że będzie zbliżona do 1500–2000 zł za każdą zaoszczędzoną tonę ekwiwalentu oleju (toe). W statystycznym

gospodarstwie domowym średnie zużycie nośników energii wynosi 86 GJ, czyli ok. 2 toe³. Rozwiązania takie powinny skłonić właścicieli domów do tego, aby ocieplali domy i wymieniali sprzęt na energooszczędny w tym samym czasie co sąsiedzi, po to, aby później zbiorczo móc wystąpić o wydanie białych certyfikatów i skorzystać z systemu wsparcia.

Krajowe cele w zakresie oszczędności energii i uzyskane oszczędności energii

Ustalenie krajowego celu efektywności energetycznej na 2020 rok stanowi realizację art. 3 ust. 1 dyrektywy 2012/27/UE. Cel ten, przedstawiony w tabeli poniżej, rozumiany jest jako osiągnięcie w latach 2010–2020 ograniczenia zużycia energii pierwotnej o 13,6 Mtoe (finalne zużycie energii w Polsce w 2014 roku wyniosło 60,45 Mtoe), co w warunkach wzrostu gospodarczego oznacza także poprawę efektywności energetycznej gospodarki. Cel wyrażony jest również w kategoriach bezwzględnego poziomu zużycia energii pierwotnej i finalnej w 2020 roku. Ograniczenie zużycia energii w wartościach bezwzględnych jest niemałe, ale wcale nie wyczerpuje potencjału poprawy efektywności energetycznej.

Zużycie energii pierwotnej – zużycie nośników energii pozyskanych z krajowych zasobów naturalnych uzupełnione o saldo importowo-eksportowe nośników energii pierwotnej.

Zużycie końcowe (finalne) – zużycie nośników energii na potrzeby technologiczne, produkcyjne i bytowe bez dalszego przetwarzania na inne nośniki energii.

TABELA 6.1. Cele efektywności energetycznej na 2020 rok – zgodnie z dyrektywą 2012/27/UE⁴.

Cel w zakresie efektywności energetycznej	Bezwzględne zużycie energii w 2020 roku	
	Finalne zużycie energii w wartościach bezwzględnych (Mtoe)	Zużycie energii pierwotnej w wartościach bezwzględnych (Mtoe)
Ograniczenie zużycia energii pierwotnej w latach 2010–2020 (Mtoe)	71,6	96,4 ⁵
13,6		

Jak te wartości odnoszą się do obecnego zużycia energii? Co to oznacza?

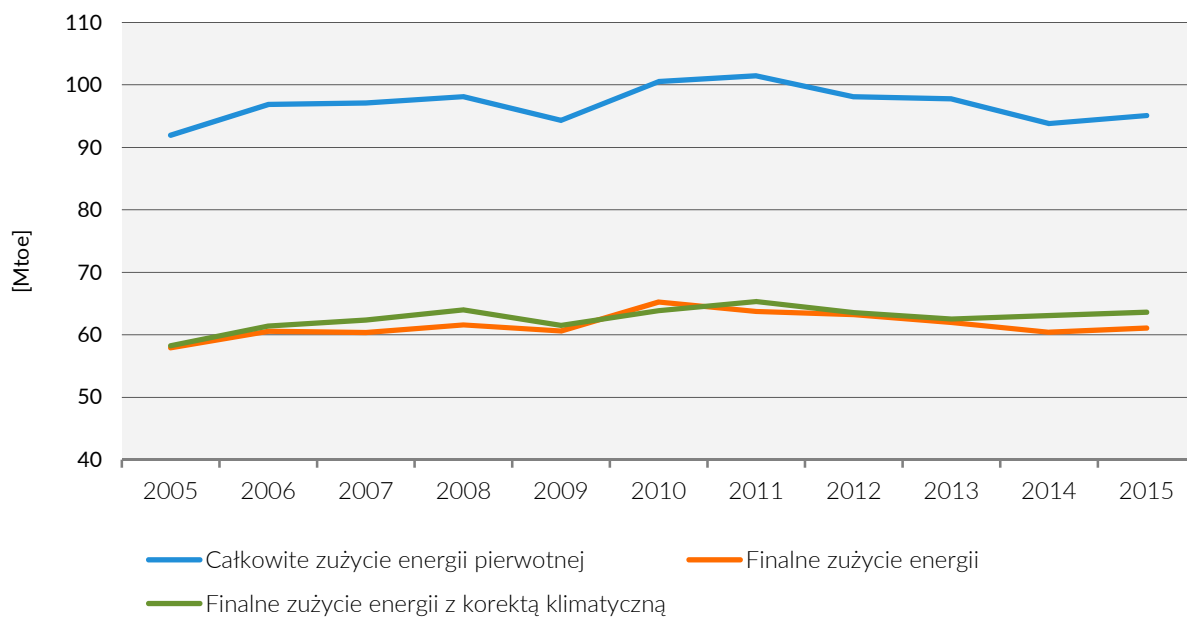
Obserwowane kilkuprocentowe wahania bezwzględnego zużycia energii (przedstawione na rysunku 6.1) wywołane są zmianami aktywności gospodarczej, złożonymi procesami rynkowymi i innymi czynnikami. Utrzymanie obecnych wartości w warunkach wzrostu gospodarczego to

³ Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 r., Główny Urząd Statystyczny, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/zuzycie-energii-w-gospodarstwach-domowych-w-2012-r,2,2.html> [dostęp 24.09.2016].

⁴ Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej dla Polski 2014, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2014.

⁵ Zgodnie z wartościami odniesienia dla Polski zawartymi w prognozie wykonanej dla Komisji Europejskiej (PRIMES – Baseline 2007) zużycie energii pierwotnej prognozowane jest na poziomie 110 Mtoe w 2020 r., zatem uwzględniając ograniczenie zużycia energii o 13,6 Mtoe otrzymano: 110 Mtoe – 13,6 Mtoe = 96,4 Mtoe.

konieczność zwiększenia innowacyjności gospodarki i podejmowania skutecznych działań poprawiających jej efektywność energetyczną.



RYСУNEK 6.1. Całkowite zużycie energii pierwotnej i finalne zużycie energii w Polsce⁶.

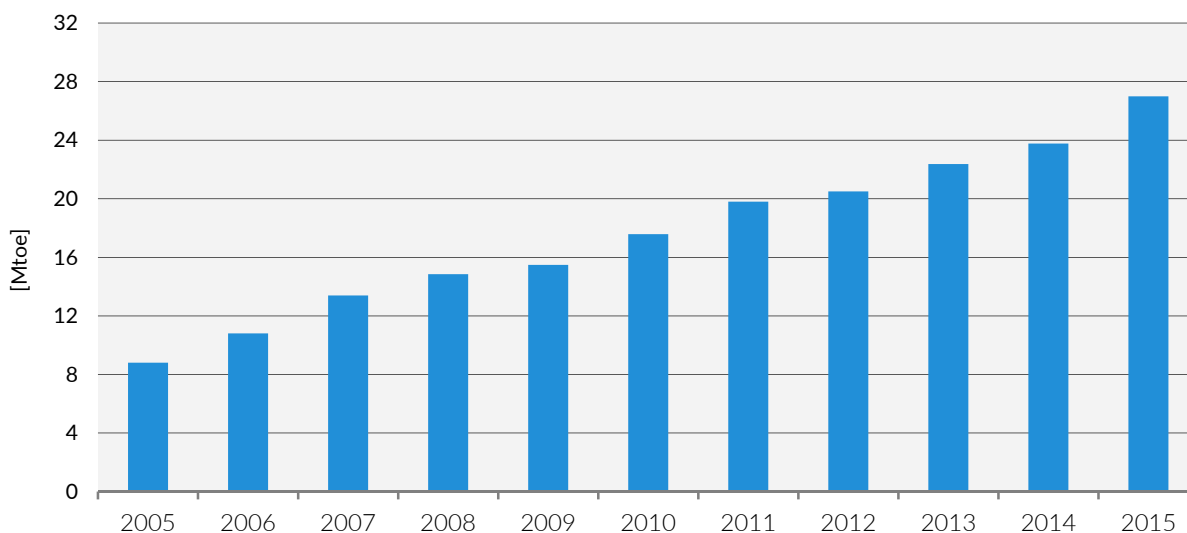
Pewne jest, że ograniczenie zużycia energii będzie rezultatem szeregu już wdrożonych przedsięwzięć, a także realizacji działań służących poprawie efektywności energetycznej.

Uzyskane dotychczas oszczędności energii

Obliczone na podstawie wskaźnika ODEX oszczędności energii we wszystkich sektorach gospodarki w Polsce zilustrowano na rysunku 6.2⁷. Skumulowane oszczędności energii od 2000 roku (w którym wartość ODEX wynosi 100), pokazują o ile byłoby wyższe zużycie energii w danym roku, gdyby nie wprowadzono usprawnień z zakresu efektywności energetycznej po 2000 roku. W 2015 roku wyniosły one 27,0 Mtoe (z uwzględnieniem oszczędności uzyskanych przez sektory objęte Europejskim Systemem Handlu Emisjami).

⁶ *Efektywność wykorzystania energii w latach 2005–2015*, Główny Urząd Statystyczny, Krajowa Agencja Poszanowania Energii.

⁷ W ramach projektów Komisji Europejskiej o nazwie ODYSSEE-MURE rozwijane są wskaźniki efektywności energetycznej o nazwie ODEX, które są wykorzystywane jako miary oszczędności energii. ODEX został opracowany ze względu na potrzeby w zakresie monitorowania efektywności energetycznej oraz w celu uzyskania zrozumiałego i porównywalnego wskaźnika ilustrującego postęp w zakresie efektywności energetycznej w państwach członkowskich Unii Europejskiej. Wskaźnik ODEX jest otrzymywany poprzez agregowanie zmian w jednostkowym zużyciu energii, obserwowanych w danym czasie w określonych sektorach użytkowania końcowego. Jest on obliczany dla każdego roku jako iloraz rzeczywistego zużycia energii w danym roku i teoretycznego zużycia energii nieuwzględniającego efektu zmian zużycia jednostkowego, to znaczy przy założeniu dotychczasowej energochłonności procesów produkcji danych wyrobów. Spadek wartości wskaźnika oznacza wzrost efektywności energetycznej. Wskaźnik ODEX nie pokazuje bieżącej wartości intensywności energetycznej, lecz postęp w stosunku do roku bazowego.



RYSUNEK 6.2. Skumulowane oszczędności finalnego zużycia energii, od 2000 roku, na podstawie wskaźnika ODEX⁸.

Potencjał oszczędności energii

Całkowity potencjał poprawy efektywności energetycznej można podzielić na dwie kategorie. Pierwszą jest poprawa efektywności wynikająca z ciągłego postępu technologicznego i intensyfikacji procesów wytwórczych. Drugą są dodatkowe, skoncentrowane działania skupiające się na szybkim przejściu do jakościowo nowych rozwiązań, które są na ogół wspierane przez interwencję publiczną.

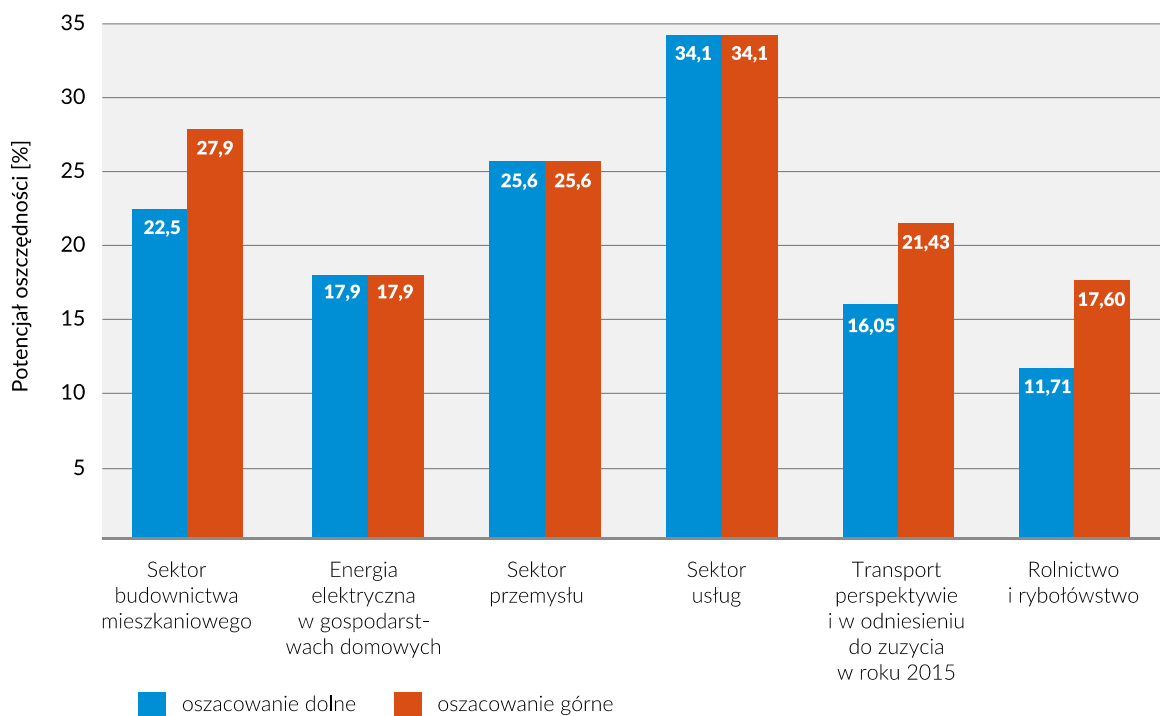
Tabela 6.2 przedstawiona oszacowania potencjałów oszczędności energii w poszczególnych sektorach gospodarki w Polsce.

Potencjał poprawy efektywności energetycznej posiadają wszystkie podstawowe sektory gospodarki: mieszkalnictwa, usług, przemysłu, transportu. Jednak przedstawione powyżej potencjały oszczędności wydają się być ostrożne, szczególnie w świetle dokonującego się postępu technologicznego oraz wzrostu świadomości odbiorców energii. Na przykład w budynkach pasywnych zużycie energii na cele grzewcze jest ośmiokrotnie mniejsze niż w obecnie wznoszonych w Polsce domach, zgodnie z warunkami technicznymi w zakresie ochrony cieplnej. Wynika z tego, że potencjał tutaj wynosi ponad 80%.

⁸ *Efektywność wykorzystania energii...*, dz. cyt.

TABELA 6.2. Potencjał efektywności energetycznej sektorów gospodarki w Polsce⁹.

Sektor	Potencjał efektywności energetycznej			
	Oszacowanie dolne		Oszacowanie górne	
	TWh	%	TWh	%
Sektor budownictwa mieszkaniowego	34,50	22,5	42,81	27,9
Energia elektryczna w gospodarstwach domowych	4,55	17,9	4,55	17,9
Sektor przemysłu	48,67	25,6	48,67	25,6
Sektor usług	23,17	34,1	23,17	34,1
Wytwarzanie w źródłach do 20 MW	0,38	8,38	0,35	8,39
Przesył ciepła	2,22	3,16	2,07	3,16
Elektrociepłownie zawodowe	3,30	5,00	4,96	8,06
Transport – w odniesieniu do zużycia w 2015 roku	43,89	16,05	58,61	21,43
Rolnictwo i rybołówstwo	5,94	11,71	8,93	17,6
Łącznie, TWh	166,62	ponad 30%	194,13	ponad 35%
Łącznie, Mtoe	14,32		16,69	



RYSUNEK 6.3. Potencjał efektywności energetycznej sektorów gospodarki w Polsce¹⁰.

⁹ Źródło: Ministerstwo Gospodarki.

Rynkowe zachowania podmiotów gospodarczych dążących do adaptacji nowych, efektywniejszych energetycznie technologii, wspólnie z działaniami publicznymi przedstawionymi w krajowych planach działań dotyczących efektywności energetycznej, pozwolą na znaczną poprawę efektywności energetycznej w średnim i długim horyzoncie czasowym. Trzema kluczowymi obszarami, ze względu na duży potencjał, są:

- poprawa efektywności energetycznej w budynkach (mieszkalnych i innych),
- poprawa efektywności paliwowej w transporcie,
- rozwój systemów kogeneracyjnych (jednocześnie produkujących energię elektryczną i ciepło) w przemyśle.

Mimo dużego potencjału oszczędności energii w sektorze usług nie jest on wykorzystywany tam, gdzie miernikiem jest zużycie energii na zatrudnionego (które rośnie). Przemysł, w warunkach konkurencji rynkowej, zmniejsza systematycznie – chociaż wolniej – zużycie jednostkowe energii na wartość dodaną. Zaniedbany, jeśli chodzi o efektywność energetyczną, transport osiąga imponujące oszczędności, dzięki poprawie organizacji. Charakteryzuje się jednak przy tym dużym potencjałem poprawy.

Można domniemywać, że utrzymanie dotychczasowych trendów poprawy efektywności energetycznej pozwoli nam na osiągnięcie wytyczonych przez UE, a określonych we właściwych dyrektywach celów w zakresie efektywności energetycznej na 2020 rok.

Efektywność energetyczna to jeden z filarów zrównoważonego rozwoju. W epoce konkurencyjnych gospodarek, przy wciąż gorszych wskaźnikach efektywności energetycznej Polski w stosunku do gospodarek przodujących krajów, jest jednak wiele do zrobienia.

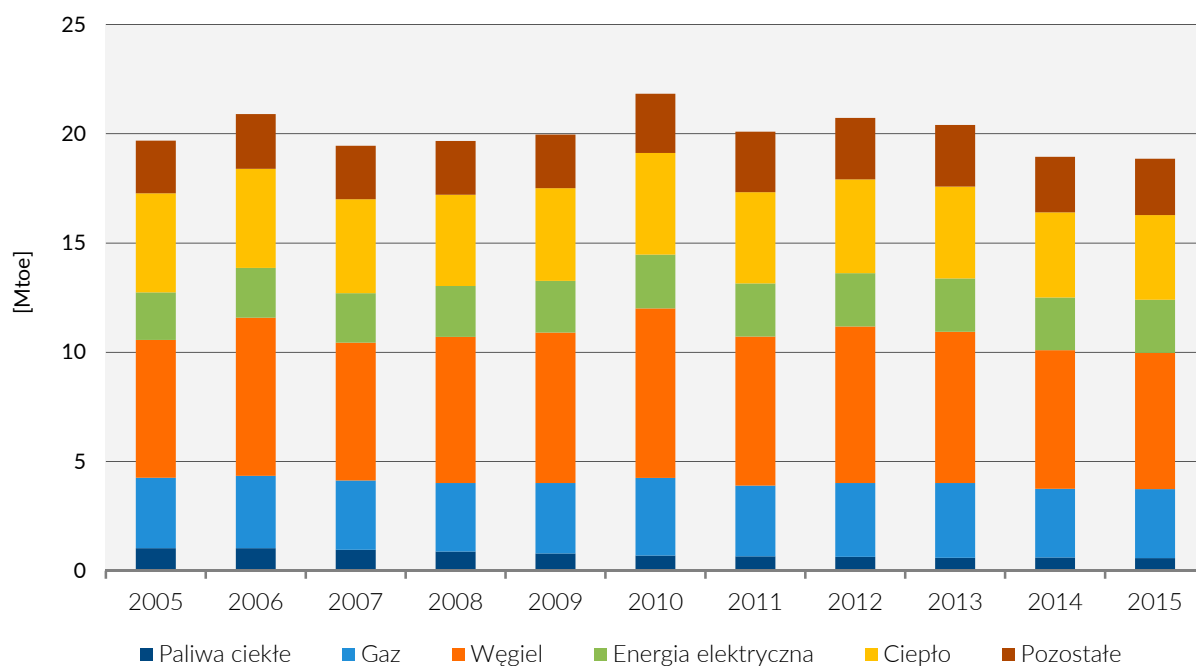
Efektywność energetyczna w gospodarstwach domowych w Polsce

Udział zużycia energii w gospodarstwach domowych w finalnym zużyciu energii w 2015 roku wyniósł 31%.

Zużycie energii według nośników przedstawiono na rysunku 6.4. Najczęściej używanym nośnikiem były paliwa węglowe, których udział wzrósł z 32% w 2005 roku do 33% w 2015 roku.

Struktura zużycia według poszczególnych kierunków użytkowania podlegała na przestrzeni ostatnich lat niewielkim zmianom. Zauważalny jest systematyczny spadek udziału ogrzewania, co było związane z instalacją bardziej wydajnych urządzeń gazowych i elektrycznych, przeprowadzaną termomodernizacją oraz bardziej restrykcyjnymi normami budowlanymi oraz rosnącą średnią temperaturą w ciągu roku. Bogatsze wyposażenie mieszkań w urządzenia elektryczne i zmiany zachowania użytkowników (np. w intensywności wykorzystania urządzeń – pralek, zmywarek, TV, komputerów) spowodowały znaczący wzrost udziału zużycia energii na potrzeby wyposażenia elektrycznego pomiędzy rokiem 1993 a 2015. W tabeli 6.3 przedstawiono strukturę zużycia energii w gospodarstwach domowych według kierunków użytkowania.

¹⁰ Tamże.



RYSUNEK 6.4. Zużycie finalnej energii w gospodarstwach domowych według nośników¹¹.

TABELA 6.3. Struktura zużycia energii w gospodarstwach domowych według kierunków użytkowania [%]¹².

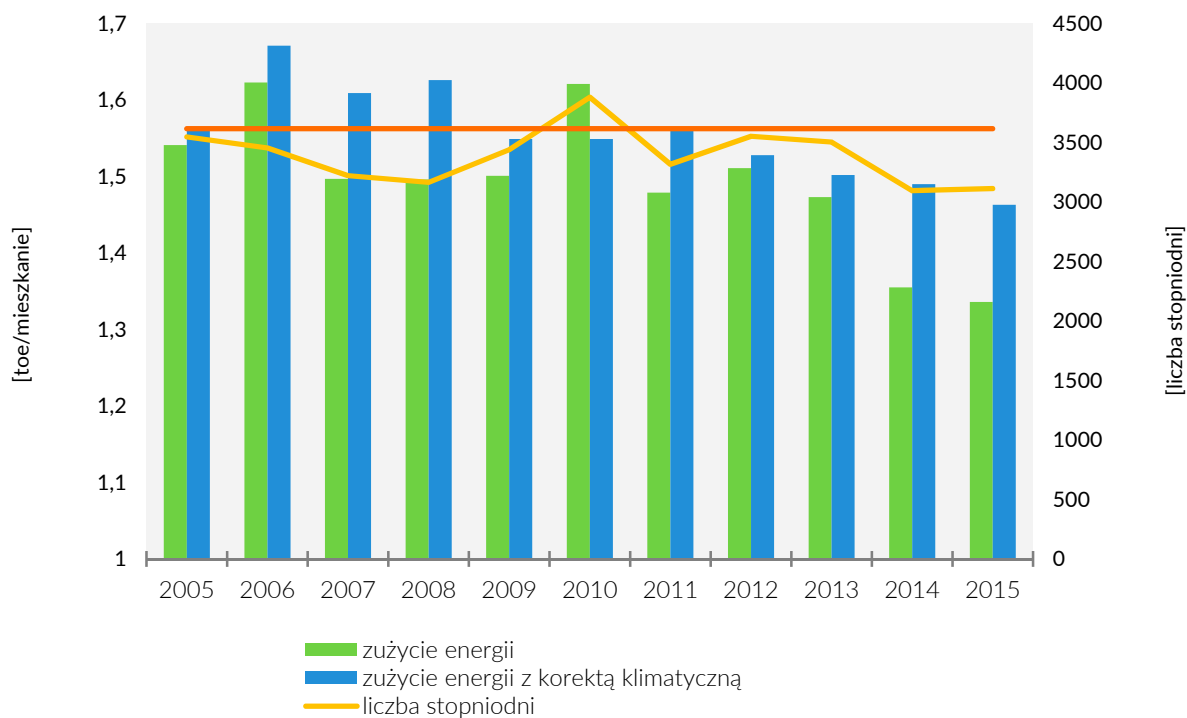
	1993	2002	2009	2012	2015
Ogółem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ogrzewanie pomieszczeń	73,1	71,3	70,2	68,8	65,5
Ogrzewanie wody	14,9	15,0	14,4	14,8	16,2
Gotowanie posiłków	7,1	7,1	8,2	8,3	8,5
Oświetlenie	1,6	2,3	1,8	1,5	9,8
Urządzenia elektryczne	3,3	4,3	5,4	6,6	

W zużyciu energii w gospodarstwach domowych według kierunków użytkowania dominuje ogrzewanie pomieszczeń (największy potencjał oszczędności energii).

Na rysunku 6.5 przedstawiono zmiany wskaźników zużycia energii w przeliczeniu na mieszkanie. Najwyższe zużycie zanotowano w 2006 roku, a najniższe w 2015, kiedy wyniosło ono 1,336 toe. Zużycie energii w gospodarstwach domowych przedstawiono w przeliczeniu na jedno mieszkanie.

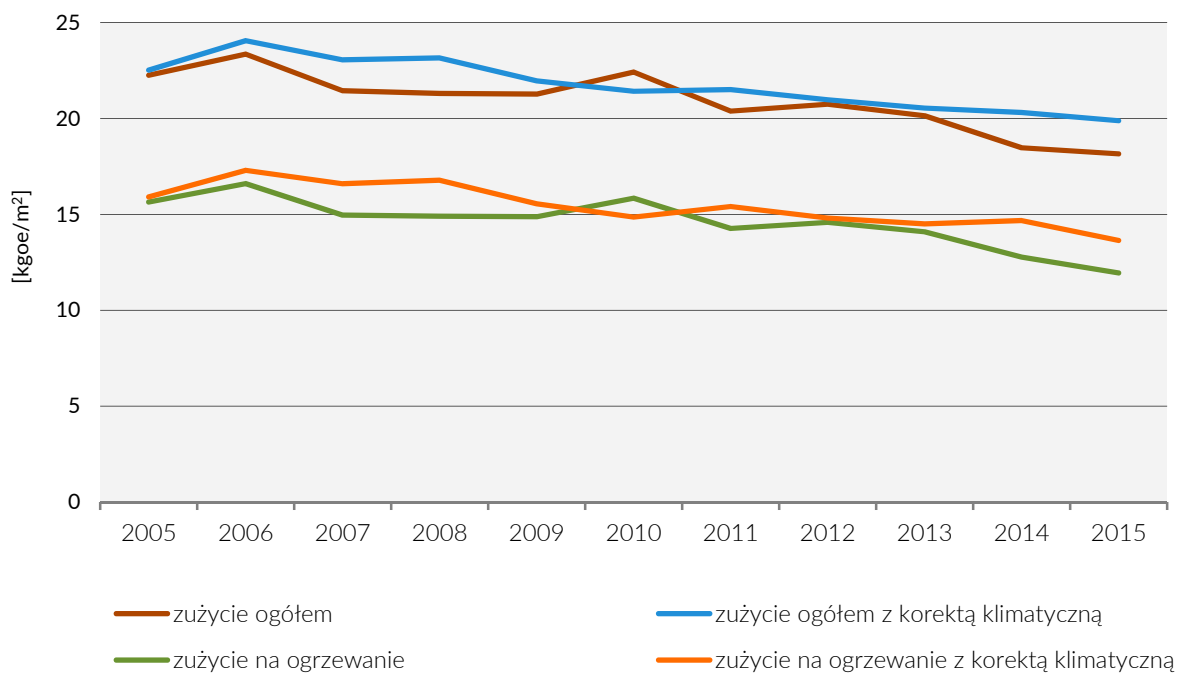
¹¹ Efektywność wykorzystania energii..., dz. cyt.

¹² Źródło: Główny Urząd Statystyczny.



RYSUNEK 6.5. Zużycie finalne energii w gospodarstwach domowych według nośników¹³.

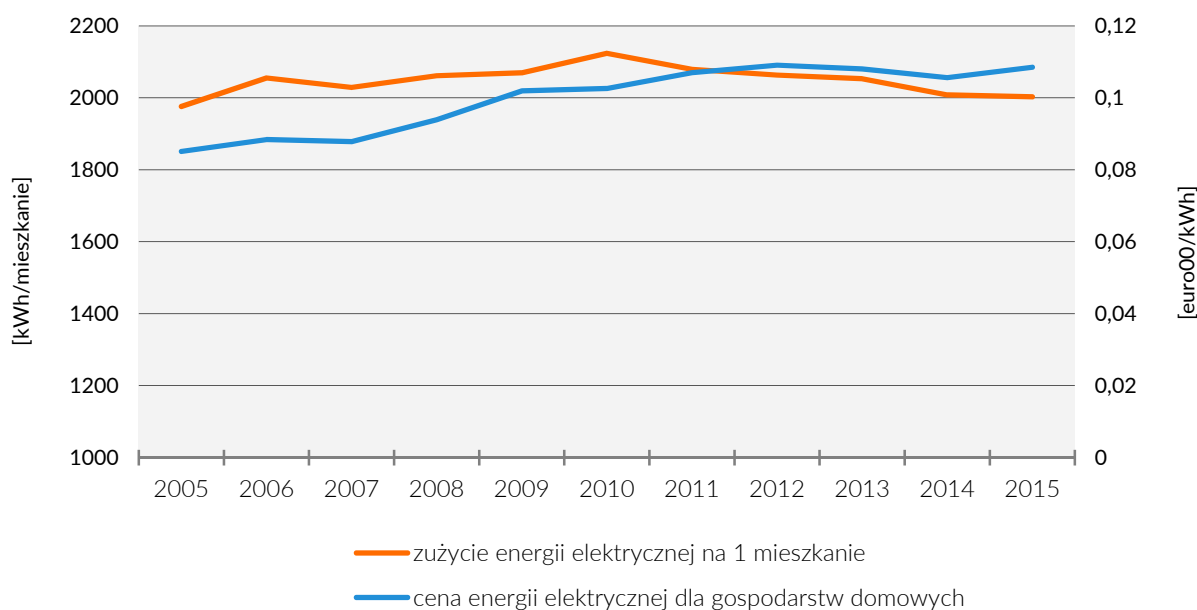
Na rysunku 6.6 przedstawiono wielkość zużycia energii w gospodarstwach domowych w przeliczeniu na m². Trend zużycia energii w przeliczeniu na m² kształtuje się podobnie jak zużycie energii w przeliczeniu na mieszkanie, aczkolwiek dynamika poprawy jest wyższa, co wynika ze stopniowego wzrostu przeciętnej wielkości mieszkania.



RYSUNEK 6.6. Zużycie energii w gospodarstwach domowych (na m²)¹⁴.

¹³ Efektywność wykorzystania energii..., dz. cyt.

Zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w przeliczeniu na mieszkanie wzrastało nieregularnie do 2010 roku, a od tego momentu obniżało się i w 2015 roku wyniosło 2003 kWh/mieszkanie i było o 1,3% niższe w porównaniu z 2005 rokiem (rysunek 6.7).



RYСУNEK 6.7. Cena i zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w przeliczeniu na mieszkanie¹⁵.

Efektywność energetyczna zaczyna się w naszych domach

Z przedstawionych danych wynika, że energochłonność w sektorze gospodarstw domowych z roku na rok spada, przy wzroście komfortu cieplnego i zwiększającego się nasycenia gospodarstw domowych urządzeniami AGD.

Poniżej przedstawiono sposoby oszczędzania energii podczas korzystania z określonych urządzeń, a także to, na co powinniśmy zwrócić uwagę przy ich zakupie.

Etykiety energetyczne

Przy podejmowaniu decyzji o zakupie nowych urządzeń należy koniecznie zwrócić uwagę na efektywność energetyczną poświadczoną odpowiednimi certyfikatami i etykietami.

Etykieta efektywności energetycznej informuje w zwięzły sposób o danych technicznych oraz o zużyciu energii przez konkretne urządzenie. Pozwala ona na porównanie jego parametrów z innymi urządzeniami z tej samej grupy.

Etykieta zawiera następujące informacje:

Klasy efektywności energetycznej – oznakowane są poszczególnymi kolorami i stanowią najwyraźniejszy element etykiety. Wyróżniamy klasy od A do G. Urządzenie oznakowane klasą

¹⁴ Tamże.

¹⁵ Tamże.

A cechuje szczególnie niskie zużycie energii, natomiast klasa G oznacza, że zużycie to jest bardzo wysokie. Należy pamiętać, że już klasa C wskazuje na stosunkowo duże zużycie energii. Dobrowolnie wprowadzono klasy A+ i A++ A+++ oznaczające wyjątkowo niskie zużycie energii.

Energia Producent Model	Logo ABC 123
Bardziej efektywna Mniej efektywna	
Zużycie energii [kWh/cykl] w standardowym cyklu prania w 60°C	X.ZY
Efektywność prania A - wyższa G - niższa	AB C DEFG
Efektywność odwirowania A - wyższa G - niższa Prędkość obrotowa [obr/min]	AB C DEFG
Ładunek znamionowy (bawełna) [kg] Zużycie wody	y.z yx
Poziom hałasu [dB (A)] Pranie Odwirowywanie	XY xyz
Szczegółowe informacje zawarte są w instrukcji obsługi	

Nazwa i znak firmowy producenta

Model i oznaczenie urządzenia
Paski w różnych kolorach oznaczają klasy efektywności energetycznej urządzenia: od A (zielonej) do G (czerwonej). Urządzenia o najniższym zużyciu energii odpowiadają klasom A, B, urządzenia o średnim zużyciu to klasy C, D, E, a urządzenia o najwyższym zużyciu – klasom F i G

Zużycie energii w trakcie jednego standardowego cyklu prania „bawełna 60°C”

Oznakowanie klasy efektywności prania w skali od A (wysoka efektywność) do G (niska efektywność)

Oznakowanie klasy efektywności wirowania w skali od A (wysoka efektywność) do G (niska efektywność)

RYSUNEK 6.8. Etykieta energetyczna¹⁶.

Chłodziarka i chłodziarko-zamrażarka

- Używaj chłodziarki dostosowanej wielkością do potrzeb. Używanie zbyt dużej chłodziarki to strata energii.
- Regularnie rozmrażaj zamrażalkę – to poprawia sprawność jej działania. Zamrażarkę bez funkcji automatycznego odmrażania trzeba koniecznie regularnie rozmrażać. Już 5 mm lodu oznacza wzrost zużycia energii o 20%! Dbaj, by grubość lodu nigdy nie przekraczała 10 mm.

¹⁶ Z archiwum KAPE SA.

- Umieść chłodziarkę w chłodnym miejscu w domu. Nigdy w bliskiej odległości grzejników lub kuchenki. Nie wystawiaj jej na działanie promieni słonecznych. Będzie potrzebować więcej energii do właściwej pracy.
- Kratki wentylacyjne znajdujące się w górnej, tylnej części urządzeń chłodniczych nie mogą być przykryte, a chłodziarka nie może stać zbyt blisko ściany. Zostaw 10 cm przestrzeni z tyłu chłodziarki lub zamrażarki. Wypoziomuj urządzenie tak, żeby drzwi zamykały się samoczynnie.
- Nigdy nie wkładaj ciepłych i gorących potraw wprost do chłodziarki! Zawsze przed włożeniem do chłodziarki pozostaw je do ostygnięcia.
- Ustaw odpowiednią temperaturę – w chłodziarce nie powinna być niższa niż +6°C, a w zamrażarce –19°C. Trwałość produktów nie zwiększa się istotnie przy dalszym obniżaniu temperatury, natomiast zużycie energii znacząco rośnie.
- Nie otwieraj bez potrzeby chłodziarki i zawsze staraj się, aby drzwi były jak najkrócej otwarte. Przez otwarte drzwi dostaje się do wnętrza ciepłe, wilgotne powietrze, które musi być ochłodzone. Podczas schładzania powstaje lód, którego przyrost powoduje gwałtowny wzrost zużycia energii.
- Zamarznięte produkty rozmrażaj w chłodziarce – pochłaniają one ciepło, przez co chłodziarka zużywa mniej energii.

Pralka

- Przy zakupie nowej pralki należy porównać etykiety energetyczne, w tym wskaźniki zużycia wody na cykl prania. Należy wybierać urządzenia o najwyższych parametrach – pralkę kupuje się na lata, a różnica w zużyciu energii jest znacząca.
- Dodatkowo zwróć uwagę, czy pralka posiada:
 - funkcję skróconych programów służących do prania mało zabrudzonych rzeczy, pranie jest wtedy krótsze i oszczędza się energię i wodę,
 - funkcję automatycznego ważenia wsadu oraz doboru ilości wody do prania,
 - funkcję ekonomiczną.
- Rozpoczynaj pranie, kiedy uzbierasz pełny wkład do pralki. Tak jest dużo efektywniej niż oddzielne pranie tej samej ilości ubrań.
- Jeśli jednak musisz wyprać rzeczy, nie mając pełnego wkładu, ustaw odpowiedni program np. „pół wsadu”.
- Staraj się prać w najniższej możliwej temperaturze. Pranie będzie krótsze i bardziej ekonomiczne. Zauważ, że większość obecnie dostępnych na rynku środków piorących działa znakomicie już w temperaturze 40°C.
- Wykorzystuj programy ekonomiczne (np. EKO) i korzystaj ze środków piorących lepszej jakości.
- Program prania wstępnego wykorzystuj jedynie wtedy, gdy rzeczy są naprawdę bardzo zabrudzone.

Zmywarka

- Wybierz urządzenie wysokiej klasy energetycznej i jak najlepiej dopasowane wielkością do potrzeb.
- Zawsze wykorzystuj pełną pojemność zmywarki do naczyń. Jeśli musisz szybko zmyć mniejsze ilości naczyń, zrób to ręcznie, letnią wodą.
- Korzystaj z programu ekonomicznego.
- Koniecznie usuwaj resztki pożywienia z naczyń przed włożeniem ich do zmywarki.
- Jeżeli naczynia nie są bardzo zabrudzone, możesz włączyć oszczędny, krótszy program lub wykorzystać funkcje dla mniejszego wsadu.
- Stosuj środki zmiękczające i specjalne substancje zapobiegające osadzaniu się kamienia.

Tryb stand-by, czyli podstępny pożeracz energii

Przełącznik *stand-by*, który wprowadza urządzenie w stan czuwania, przyczynia się do najbardziej nieuzasadnionych strat energii. Można je zredukować bez jakichkolwiek nakładów – wystarczy jeden ruch. Gdy diody na telewizorze, wieży, w laptopie, drukarce, skanerze, monitorze itp. świecą to znak, że pobierają energię – a przecież nie pracują. Trzeba je koniecznie wyłączyć – zmniejszy się tym samym rachunki i ochroni środowisko. Przeciętnie w mieszkaniu można znaleźć około 10 urządzeń włączonych w trybie czuwania. Każde z nich ma moc od 0,5 W do 30 W w trybie *stand-by*, co w typowym mieszkaniu daje kilkadziesiąt watów pobieranych bez sensu przez niepotrzebnie włączone urządzenia.

Oświetlenie

Mimo że potrzeby oświetleniowe na ogół nie przekraczają 20% całej energii elektrycznej zużywanej przez gospodarstwo domowe, to możliwości oszczędności są ogromne. Przez zastosowanie energooszczędnych źródeł światła można zmniejszyć zużycie energii na oświetlenie nawet o ponad 80%!

Oszczędności można uzyskać poprzez następujące działania:

- wymianę żarówek na lampy LED,
- wyłączanie zbędnego oświetlenia,
- dostosowanie instalacji oświetleniowej do wykonywanej pracy,
- zastąpienie oświetlenia ogólnego oświetleniem zlokalizowanym – punktowym,
- montaż urządzeń automatycznego włączania i wyłączania oświetlenia,
- montaż urządzeń do regulacji natężenia oświetlenia w pomieszczeniach,
- dbałość o czystość opraw oświetleniowych i wymiana zużytych źródeł światła,
- optymalne wykorzystanie naturalnego światła dziennego,
- stosowanie jasnych barw ścian w pomieszczeniach – jasne kolory odbijają więcej światła,
- unikanie zabudowanych żyrandoli z mlecznym szkłem na rzecz żyrandoli otwartych.

Klimatyzator

Przy doborze klimatyzatora ważne są powierzchnia pomieszczenia, ekspozycja na światło słoneczne, liczba oraz kierunek okien i drzwi, liczba przebywających w środku osób oraz wytwarzanie ciepła przez urządzenia zużywające energię. Przed zakupem klimatyzatora warto skorzystać z rady fachowca z branży klimatyzacyjnej.

Ogrzewanie

W nowym budownictwie rekomendowane jest wznoszenie budynków w standardzie efektywności energetycznej znacznie większym niż określony warunkami technicznymi. W ostatnim czasie coraz większą popularność zyskuje budownictwo pasywne, w którym wykorzystanie energii jest osiem razy niższe niż w budynkach spełniających aktualne obowiązujące normy ochrony cieplnej.

Najwięcej energii w gospodarstwach domowych zużywane jest na ogrzewanie, dlatego tak bardzo istotne jest zadbanie o odpowiednią eksploatację instalacji grzewczych.

Istotną przyczyną wysokich kosztów ogrzewania jest niedostateczna lub niewłaściwa izolacja termiczna budynków i związane z tym straty ciepła. Dużo ciepła ucieka przez nieszczelne okna, źle izolowane ściany, dachy oraz stropy nieocieplonych piwnic i podłogi posadzone na gruncie. Należy więc zadbać o odpowiednią izolację budynków. Oszczędność energii może być osiągnięta także przez świadome przestrzeganie przez użytkowników szeregu zasad takich jak:

- Utrzymanie maksymalnej temperatury 20°C w pokoju dziennym i obniżenie temperatury, gdy nie jest on użytkowany. W warsztatach zaleca się temperaturę 16°C a w magazynach 10–12°C.
- Ograniczanie ogrzewania w nocy oraz wtedy, gdy pomieszczenia nie są używane. Ustawienie nocne może zmniejszyć zużycie ciepła od 5% do 15%.
- Umieszczenie na ścianie za grzejnikiem folii odbijającej promieniowanie cieplne. Zwiększy to efektywność ogrzewania.
- Zaizolowanie przewodów ciepłych w pomieszczeniach niewymagających silnego ogrzewania (piwnica, korytarz, klatka schodowa, poddasze).
- Uszczelnienie okien lub wymiana ich na nowe. Tego typu rozwiązania zmniejszą zużycie ciepła na ogrzewanie.
- Skontrolowanie, czy grzejniki w miejscu pracy i w domu nie są zastawione meblami.
- Zmniejszanie ilości ciepła podawanego do pomieszczeń poprzez regulację zaworów termostatycznych na grzejnikach i dbałość o to, by nie obniżać temperatury pomieszczeń poprzez otwieranie okien i wypuszczanie ciepłego powietrza na zewnątrz.
- Pomieszczenia należy wietrzyć krótko i intensywnie, następnie dokładnie zamykać okna. Ciągłe wietrzenie przez uchylone okna jest nieefektywne i prowadzi do nadmiernej utraty ciepła.
- Na noc należy zasłaniać okna w celu zmniejszania strat ciepła. Odslaniać jednak w dzień, aby promienie słoneczne mogły ogrzać pomieszczenia.
- Zastłony nie mogą zakrywać grzejników. Jeżeli grzejnik jest zasłonięty, ciepło będzie cyrkulowało pomiędzy grzejnikiem a oknem zamiast ogrzewać pokój.

Wentylacja

- Wentylacja jest konieczna do usuwania wilgoci, dlatego należy dbać o jej drożność i prawidłowe funkcjonowanie, aby nie dopuścić do rozwoju zagrzybień na ścianach.
- Powinno się usuwać zawilgocone powietrze poprzez otwieranie okien na 5 do 10 minut.
- Należy pamiętać, że w Polsce budynki często były projektowane z uwzględnieniem wentylacji przez nieszczelności w stolarnie okiennej, więc w momencie wymiany na nowe, szczelne okna musimy szczególnie zwrócić uwagę na właściwą wentylację.

Nawiewniki powietrza

Celem stosowania nawiewników jest umożliwienie dopływu powietrza zewnętrznego do pomieszczeń oraz regulacja strumienia doprowadzanego powietrza w zależności od potrzeb. Zazwyczaj pośrednim efektem ich stosowania jest także poprawa jakości powietrza w pomieszczeniach oraz ograniczenie ryzyka zawilgocenia pomieszczeń.

Wraz z powietrzem usuwanym z budynku traci się od 30 do 60% energii zużywanej zimą na ogrzewanie. Znaczną część tej energii można odzyskać dzięki zastosowaniu rekuperatorów.

Elementem decydującym o atrakcyjności energetycznej tych instalacji jest wymiennik ciepła, w którym przez większą część roku powietrze czerpane z zewnątrz ogrzewa się, pobierając ciepło z powietrza usuwanego z pomieszczenia.

Wentylacja i ogrzewanie w biurze

- Czasowe wyłączniki ogrzewania i wentylacji powinny być zaprogramowane stosownie do harmonogramu pracy personelu.
- Termostaty i czujniki temperatury powinny być rozmieszczone w odpowiednich miejscach.
- Powierzchnie grzewcze i filtry powinny być regularnie czyszczone.
- Praca sterowników, zaworów i przepustnic urządzeń grzewczych i wentylacyjnych powinna być regularnie monitorowana.
- W pomieszczeniach posiadających instalację grzewczą i klimatyzacyjną należy bezwzględnie unikać jednoczesnej pracy obu urządzeń.

Modernizacja istniejących typowych instalacji grzewczych

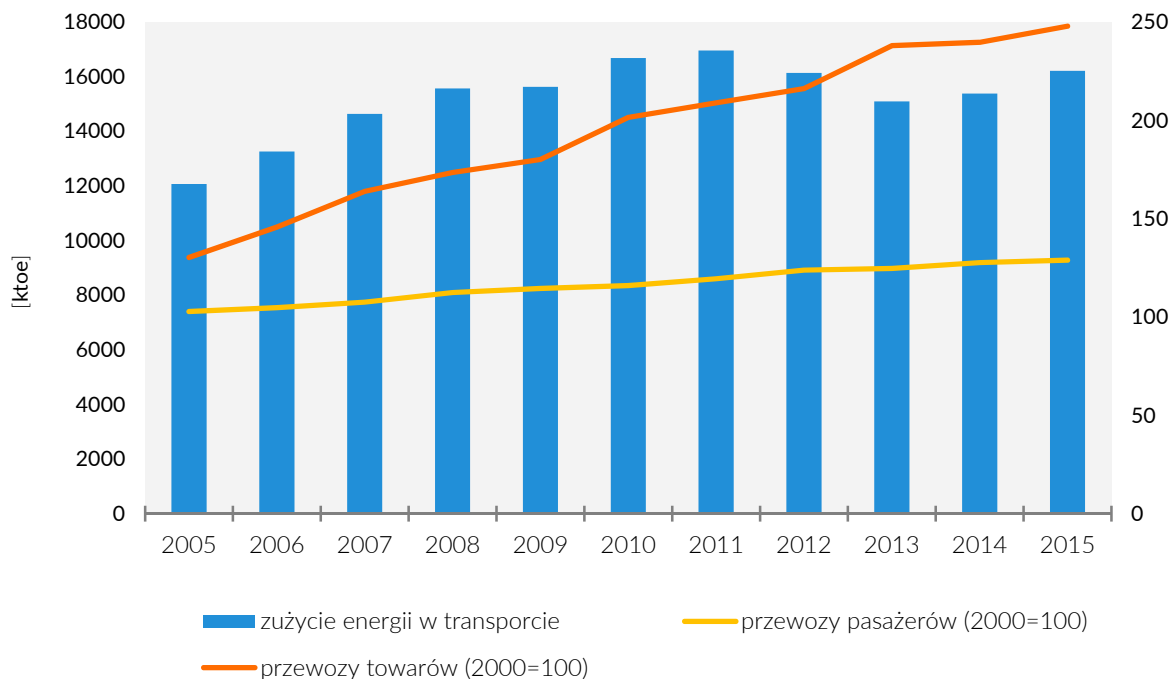
Modernizacja instalacji w budynku powinna polegać głównie na realizacji działań, które maksymalnie zbliżyłyby parametry techniczne i eksploatacyjne instalacji istniejącej do nowej nowoczesnej instalacji.

Efektywność energetyczna w transporcie

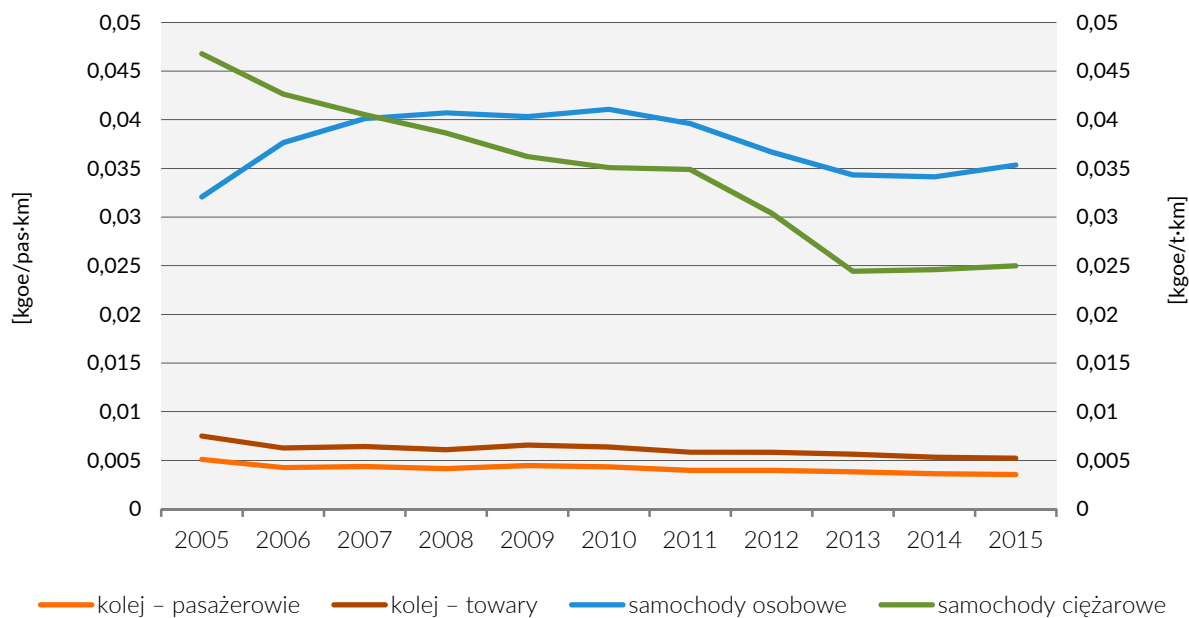
W Polsce ponad 94% energii zużywanej w tym sektorze zużywane jest przez transport drogowy, a zaledwie 2% przez transport kolejowy. Ponad 3% energii pochłania transport lotniczy, a jej śladowe ilości – żegluga śródlądowa i przybrzeżna.

W latach 2005–2015 zużycie paliw w transporcie drogowym zwiększyło się o 40% przy średniorocznym tempie wzrostu o 3,4% i jednoczesnym wyraźnym spadku zużycia energii w transporcie kolejowym – o 30%, tj. o 3,6% rocznie. Ogółem średnie roczne tempo wzrostu

zużycia paliw w transporcie (bez transportu lotniczego) wyniosło 3% w latach 2006–2015 (rysunek 6.9).



RYСУNEK 6.9. Przewozy i zużycie energii w transporcie (bez transportu lotniczego)¹⁷.



RYСУNEK 6.10. Energochłonność w transporcie¹⁸.

¹⁷ *Efektywność wykorzystania energii...*, dz. cyt.

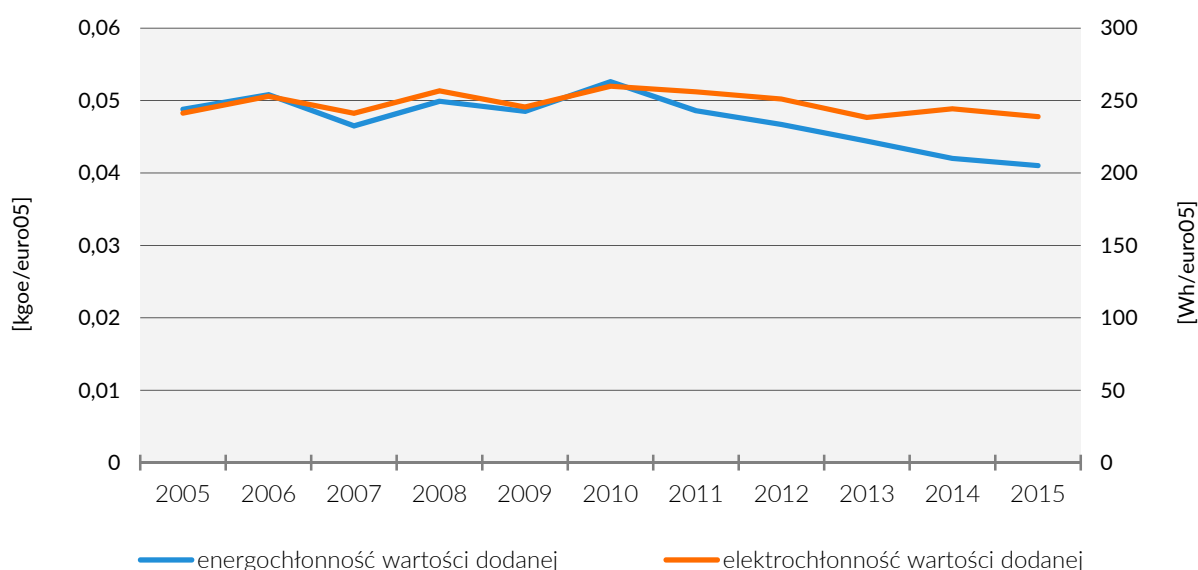
¹⁸ Tamże; pkm (pasażerokilometr) – jednostka miary pracy przewozowej wykonanej przez środki transportu pasażerskiego w określonym czasie (doby, miesiąca, roku, kursu itp.) stosowana w transporcie pasażerskim (publicznym)

W rozbiciu na poszczególne rodzaje transportu sytuację przedstawia rysunek 6.10¹⁹. W omawianym okresie najszybsze tempo poprawy efektywności zanotowano w przewozach towarowych realizowanych przez samochody ciężarowe, gdzie wyniosło ono 6,1% na rok. W przypadku transportu kolejowego tempo poprawy efektywności wyniosło 3,6% na rok. Natomiast w przypadku samochodów osobowych zanotowano pogorszenie efektywności w tempie 1% rocznie. Gwałtowne pogorszenie nastąpiło po 2005 roku. A spadek efektywności wynikał z dużego wzrostu liczby samochodów, co doprowadziło do zmniejszenia przeciętnej liczby pasażerów.

Transport kolejowy jest dziesięciokrotnie efektywniejszy energetycznie niż transport samochodowy. W związku z tym jasne staje się, że ogólnie właśnie transport zbiorowy powinien być promowany.

Efektywność energetyczna w sektorze usług

Energochłonność wartości dodanej sektora usług w latach 2005–2010 wykazywała niewielkie wahania, po czym zarysowała się tendencja spadkowa. W 2015 roku energochłonność wyniosła 0,041 kgoe/euro05. Średnie roczne tempo spadku energochłonności w tym okresie wyniosło 1,7%. W przypadku elektrochłonności wartości dodanej można zaobserwować nieregularne wahania wartości wskaźnika do roku 2010, po którym ma on tendencję spadkową, jednak mniejszą niż wskaźniki energochłonności. Wynika to ze zwiększającego się udziału energii elektrycznej w końcowym zużyciu energii w sektorze (rysunek 6.11).



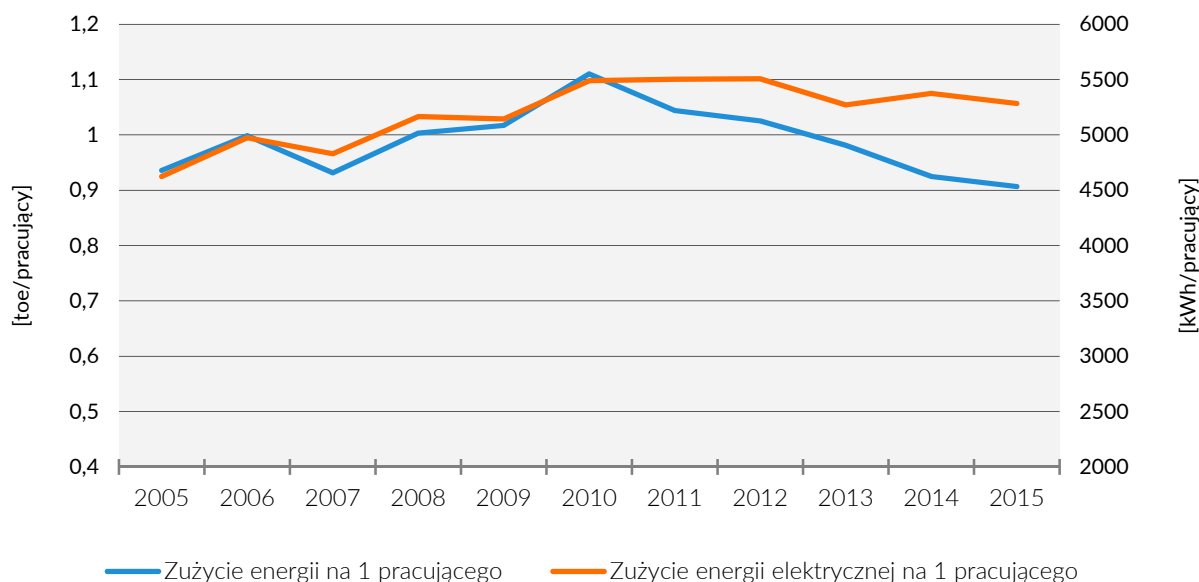
RYСУNEK 6.11. Energochłonność i elektrochłonność wartości dodanej w sektorze usług²⁰.

i regularnym); tkm – jednostka miary stosowana w transporcie towarów przewozowej wykonanej przez środek transportu towarowego, określająca przewiezienie jednej tony towaru na odległość jednego kilometra.

¹⁹ Wskaźniki energochłonności szczegółowych rodzajów transportu obliczono przy założeniu, że wielkości zużycia paliw odpowiadają parametrom stosowanym w metodologii dotyczącej samochodu ekwiwalentnego.

²⁰ *Efektywność wykorzystania energii...*, dz. cyt..

Zużycie energii na jednego pracującego wzrastało nieregularnie do 2010 roku (rysunek 6.12). Od tego momentu wskaźnik ten wykazuje tendencję spadkową. Zużycie energii na jednego pracującego wyniosło w 2015 roku 0,91 toe, a średnie tempo spadku w prezentowanym okresie wyniosło 0,3% rocznie. W przypadku zużycia energii elektrycznej na jednego pracującego tempo wzrostu w latach 2005–2016 wyniosło 1,3% rocznie. Zużycie energii elektrycznej wzrastało nieregularnie do 2012 roku, po czym lekko się obniżyło i w 2015 wyniosło 5284 kWh/pracującego.



RYСУNEK 6.12. Zużycie energii i energii elektrycznej w przeliczeniu na 1 pracującego w sektorze usług²¹.

W sektorze usług, w szczególności w zakresie dotyczącym budynków – w tym przede wszystkim budynków użyteczności publicznej, realizowanych jest wiele działań mających na celu poprawę efektywności energetycznej. Wsparcie uzyskiwane jest ze środków Regionalnych Programów Operacyjnych oraz Programu Operacyjnego „Infrastruktura i Środowisko”. Również szereg programów Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej jest dedykowanych termomodernizacji istniejących budynków i budowie nowych o wyższym standardzie energetycznym.

Zobowiązanie sektora publicznego do pełnienia wzorcowej roli w oszczędnym gospodarowaniu energią nie tylko podniesie świadomość społeczną w tym zakresie, lecz także przyniesie wymierne oszczędności energii. Sam ekonomiczny potencjał zmniejszenia zużycia energii cieplnej do ogrzewania jest wciąż duży (KAPE szacuje go na poziomie 30% obecnego zużycia). Potwierdzają to przeprowadzone przez GUS badania zużycia energii w odniesieniu do budynków administracji rządowej i samorządowej. W wyniku działań modernizacyjnych z lat 2007–2013 oszczędności w zużyciu energii w tych budynkach wyniosły ok. 32,2% (w zasadzie bez wsparcia żadnym dedykowanym programem). Należy wziąć pod uwagę możliwości oszczęd-

²¹ Tamże.

ności energii elektrycznej związanej z wymianą urządzeń IT, RTV, AGD. Skala oszczędności mogłaby być podobna i wynieść 30%.

Zużyciem energii można i należy świadomie i konsekwentnie zarządzać. Zarządzanie energią polega na:

- rejestracji zużycia energii i jej nośników,
- analizie danych,
- postawieniu diagnozy (identyfikacja nieprawidłowości, określenie możliwości działań),
- realizacji działań naprawczych i zapobiegawczych, co może zostać zilustrowane jako ciągły proces, jak na rysunku 6.13.



RYСУNEK 6.13. Schemat zarządzania energią w budynkach²².

Celowe jest zatem wdrożenie inteligentnych systemów zarządzania energią w budynkach umożliwiających sterowanie systemami odpowiedzialnymi za największe zużycie energii, np. oświetleniem, ogrzewaniem, klimatyzacją i wentylacją.

Niezmienny jest wykaz podstawowych przedsięwzięć termomodernizacyjnych w budynkach, w tym budynkach użyteczności publicznej. Są to:

- ocieplenie ścian zewnętrznych,
- ocieplenie stropodachu, stropu pod nieogrzewanym poddaszem lub przejazdem,

²² Z archiwum KAPE SA.

- ocieplenie stropu piwnicy,
- wymiana okien i uszczelnienie budynku,
- modernizacja systemu grzewczego,
- modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej,
- modernizacja systemu wentylacji do standardu wentylacji mechanicznej z wysoko wydajnym odzyskiem ciepła (rekuperacją).

Największe zużycie energii w biurach generowane jest przez: oświetlenie, ogrzewanie, wentylację, klimatyzację i podgrzewanie ciepłej wody użytkowej. Straty energii w powyższych systemach można jednak znacznie ograniczyć.

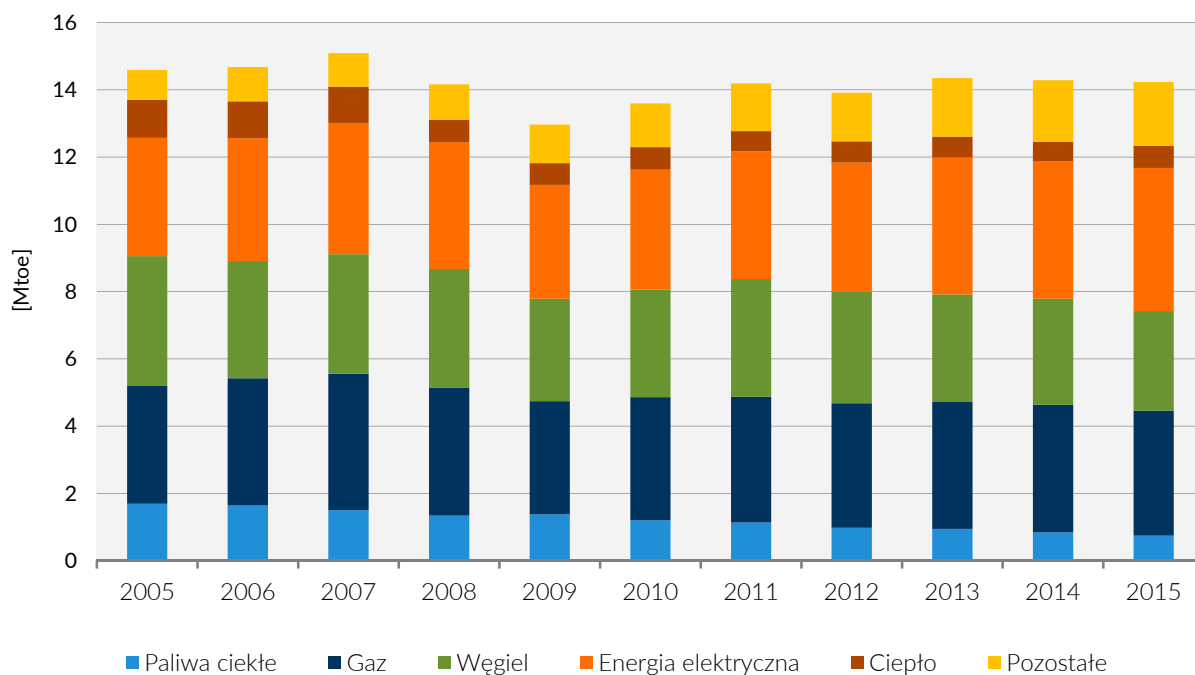
Urządzenia biurowe i pomocnicze mające zastosowanie w jednostkach sektora publicznego oraz w innych budynkach sektora usług to przede wszystkim sprzęt elektroniczny i AGD. Podczas użytkowania tych urządzeń należy kierować się zasadami prowadzącymi do ograniczenia zużycia energii. Osoba odpowiedzialna w jednostce za zakup nowego urządzenia powinna mieć na uwadze cechy produktu przyczyniające się do zmniejszenia zużycia energii podczas eksploatacji. Coraz częściej producenci urządzeń konsumujących energię dbają, aby ich produkty były energooszczędne. Jednak podczas zakupów urządzeń do biura należy mieć świadomość, że często najbardziej zaawansowane funkcje sprawiają, że mogą one zużywać więcej energii niż starsze modele. Dlatego przed decyzją o zakupie należy zdecydować, jakie funkcje powinien mieć produkt, a z których można zrezygnować. Dzięki właściwej eksploatacji ograniczymy zużycie energii, zmniejszymy obciążenie środowiska i zredukujemy koszty działalności. W jednostkach sektora publicznego należy zwrócić uwagę na użytkowanie komputerów, drukarek, kopiarek, faksów i rzutników. Urządzenia te to drugie co do wielkości źródło zużycia energii w strukturze zużycia energii w biurach.

Efektywność energetyczna w sektorze przemysłu

Od 2011 roku zużycie finalne energii w przemyśle oscyluje wokół wahań na poziomie zbliżonym do 14 Mtoe.

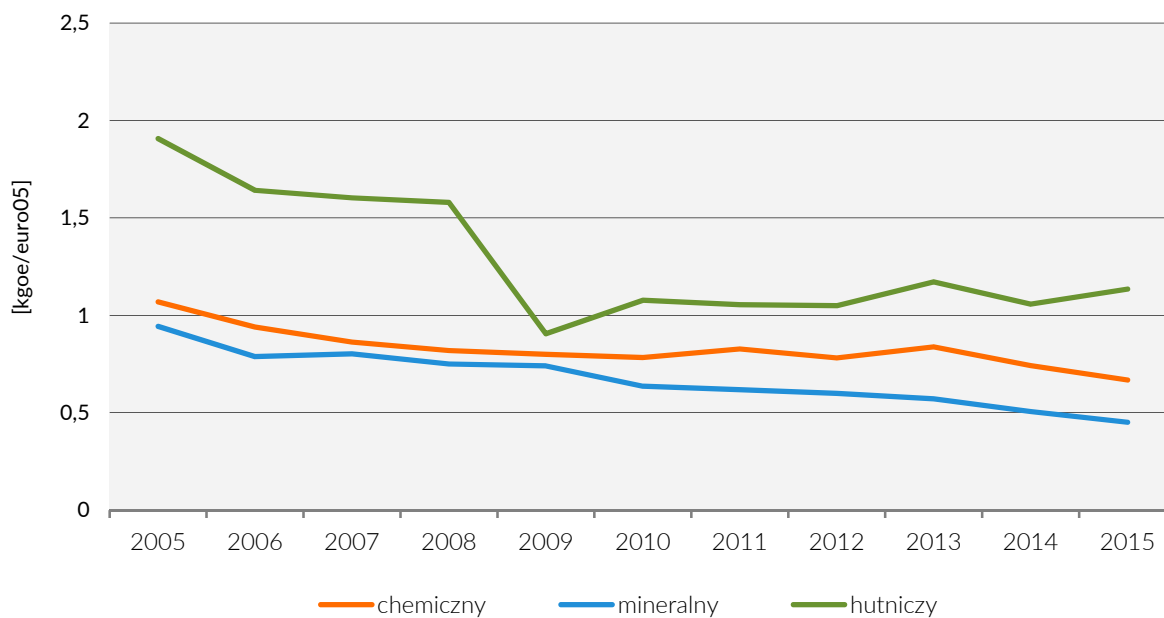
Nośnikiem energii, którego zużycie w przemyśle w latach 2005–2015 obniżyło się najbardziej, były paliwa ciekłe (spadek o 56%). Zmniejszeniu uległo także zużycie ciepła (o 42%) oraz węgla (o 23%). Wzrosło natomiast zużycie gazu (o 6%), energii elektrycznej (o 21%), a pozostałych nośników – o 114%.

W podziale branżowym przemysłu przetwórczego dominują trzy przemysły energochłonne: hutniczy, chemiczny i mineralny, których łączny udział w zużyciu energii w 2015 roku wyniósł 54% (w 2005 roku było to 58%). Znaczący, przekraczający 10% udział osiągnęły także przemysł spożywczy i papierniczy.



RYСУNEK 6.14. Zużycie finalne energii w przemyśle według nośników²³.

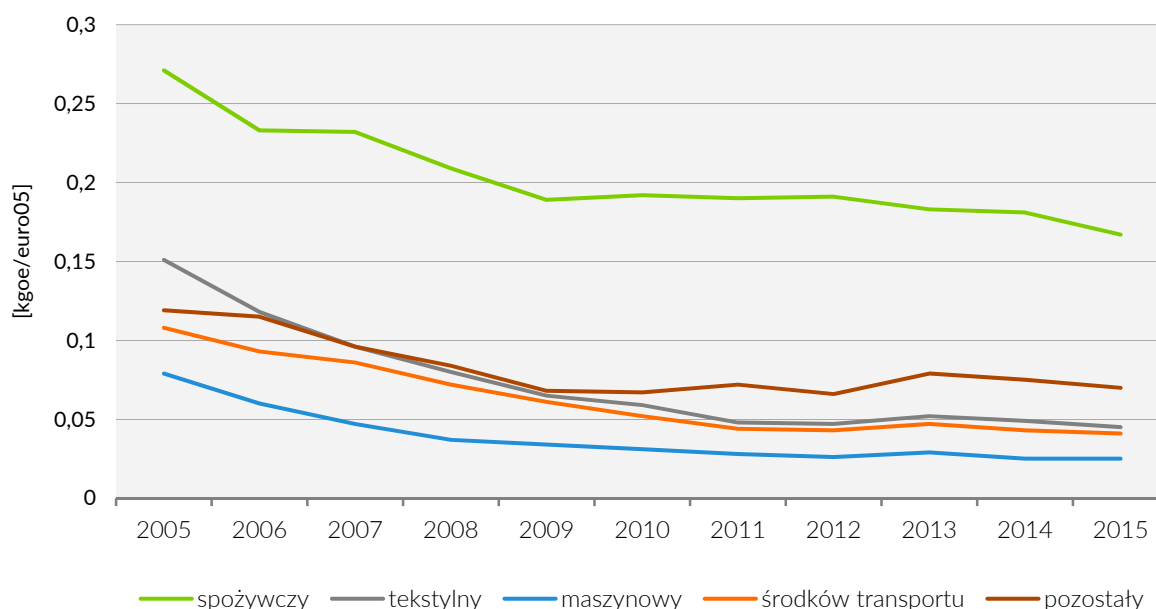
Na dwóch kolejnych rysunkach przedstawiono zmiany wskaźników energochłonności rodzajów działalności przemysłowej w latach 2005–2015.



RYСУNEK 6.15. Wskaźnik energochłonności w energochłonnych przemysłach²⁴.

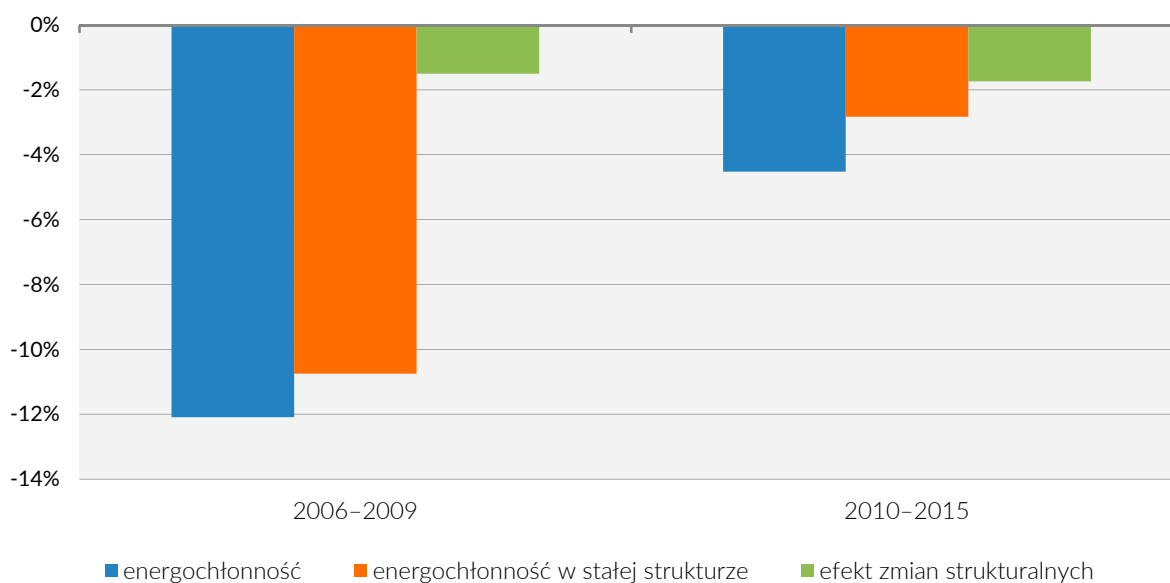
²³ *Efektywność wykorzystania energii...*, dz. cyt.

²⁴ Tamże.



RYSUNEK 6.16. Wskaźnik energochłonności w nisko energochłonnych przemysłach²⁵.

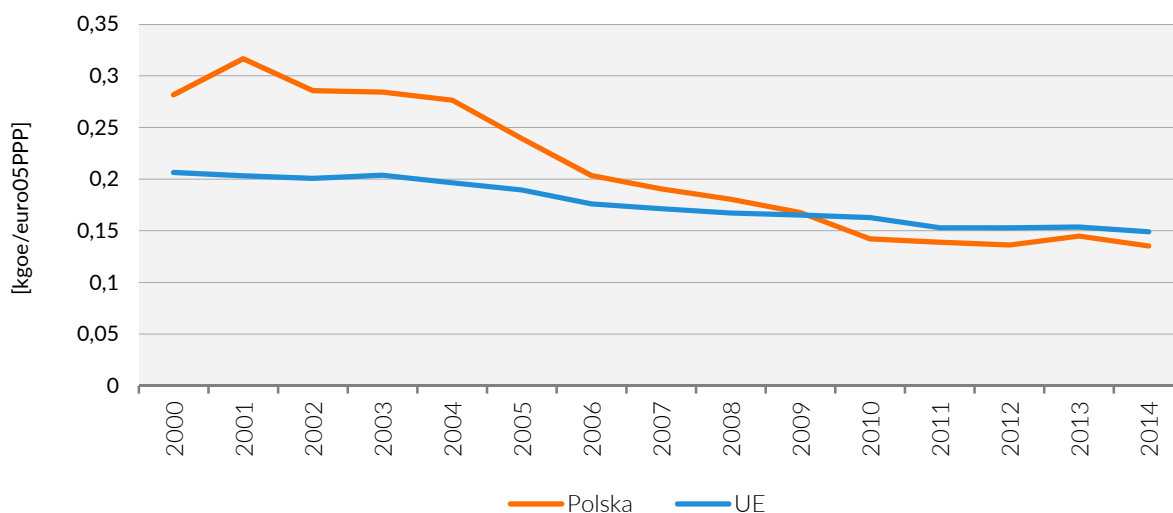
Największą dynamikę poprawy efektywności energetycznej odnotowały: przemysł maszynowy, tekstylny i środków transportu. Najwolniej poprawa zachodziła w przemyśle spożywczym i w pozostałych gałęziach.



RYSUNEK 6.17. Energochłonność przemysłu przetwórczego – rola zmian strukturalnych²⁶.

²⁵ Tamże.

²⁶ *Efektywność wykorzystania energii...*, dz. cyt.



RYСУNEK 6.18. Energochłonność przemysłu przetwórczego w średniej strukturze europejskiej²⁷.

Ogółem tempo poprawy energochłonności przemysłu przetwórczego było wysokie (rysunek 6.17) w latach 2006–2009 i wyniosło średnio 12,1% rocznie. Wpływ zmian strukturalnych²⁸ był korzystny, ale niewielki – przyczynił się do spadku energochłonności o 1,5% rocznie. Energochłonność przemysłu przetwórczego w stałej strukturze, a więc po wyeliminowaniu wpływu zmieniających się udziałów poszczególnych branż, w całości obniżała się o 10,8% rocznie. Sytuacja uległa znaczącej zmianie w latach 2010–2015 – roczne tempo spadku energochłonności obniżyło się do 4,5%, efekt zmian strukturalnych wyniósł 1,7% rocznie, a tempo poprawy energochłonności przy stałej strukturze obniżyło się do 2,8% na rok.

Tempo poprawy energochłonności przemysłu przetwórczego w Polsce przekraczało średnią europejską i wyniosło 5,1% rocznie w porównaniu z 2,3% osiągniętymi przez całą UE (energochłonność obliczona w średniej strukturze europejskiej; wskaźnik eliminuje większość różnic wynikających z różnej struktury przemysłu w poszczególnych krajach).

Należy podkreślić, że w niektórych branżach przemysłu w wielu zakładach osiągnięto najwyższe standardy efektywności energetycznej w UE lub nawet na świecie. W procesie tym decydująca jest konieczność osiągnięcia konkurencyjności rynkowej, a jednym z jej jest minimalizacja zużycia energii, również jako efekt zwiększania innowacyjności produkcji i produktów.

Według projektu *Narodowego programu rozwoju gospodarki niskoemisyjnej* (NPRGN) możliwe do 2020 roku działania pozwalające na osiągnięcie redukcji emisji dwutlenku węgla w procesach przemysłowych dotyczą m.in. wykorzystania ciepła odpadowego w procesach technologicznych oraz wykorzystania gazów procesowych do produkcji energii elektrycznej, zwiększenia udziału złomu w produkcji, wzrostu udziału paliw niskoemisyjnych w miksie energetycznym, intensyfikacji procesów i poprawy efektywności instalacji.

Poprawę efektywności energetycznej w przemyśle wspiera system białych certyfikatów oraz wiele programów zagranicznych i krajowych, takich jak Regionalne Programy Operacyjne,

²⁷ Na podstawie bazy Odyssee.

²⁸ Obliczenia dokonano przy pomocy metody Divisia.

Program Operacyjny „Infrastruktura i Środowisko”, program dostępu do instrumentów finansowych dla małych i średnich przedsiębiorstw (PoISEFF – Program Finansowania Rozwoju Energii Zrównoważonej w Polsce).

Podsumowanie

Jaki mógłby być przykład śmiałego, ambitnego programu działania w zakresie efektywności energetycznej?

W odniesieniu do budynków (sektor mieszkalnictwa i usług), zużywających ok. 40% energii, niezbędny byłby wieloletni program kompleksowej modernizacji budynków, do którego wytyczne podaje dokument *Strategia modernizacji budynków. Mapa drogowa 2050*²⁹.

Specjaliści w zakresie efektywności energetycznej wskazują w tym dokumencie głęboką termomodernizację, w szczególności budynków indywidualnych, jako radykalne i optymalne narzędzie poprawy efektywności energetycznej. Optymalne rozwiązanie oznacza najbardziej korzystne pod względem kosztowym w odniesieniu do uzyskanych efektów energetycznych. Głęboka termomodernizacja to przedsięwzięcie kompleksowe, w wyniku którego można zmniejszyć zużycie energii do ogrzewania nawet do 20% obecnego (zmniejszenie zużycia energii o 80%). Według autorów wspomnianego dokumentu średni koszt modernizacji 50% wszystkich domów jednorodzinnych i wielorodzinnych, a także budynków niemieszkalnych będzie, w zależności od przyjętego wariantu, wynosił 270–470 mld zł. Wynikiem tych działań modernizacyjnych będą średnie jednostkowe oszczędności energii pierwotnej sięgające, w zależności od wariantu termomodernizacji, od 60 do 109 kWh/m²/rok. W przypadku energii końcowej oszczędności sięgną od 3,8 do 6,8 Mtoe/rok, a oszczędności – 700 mld zł. Prosty okres zwrotu nakładów inwestycji wyniósłby niewiele ponad 10 lat, korzyści są więc bezsporne. Uruchomienie takich środków inwestycyjnych będzie wymagało jednak dopasowanych systemów wsparcia i regulacji.

Zwiększanie efektywności energetycznej procesów wytwarzania, przesyłu i użytkowania energii jest filarem prowadzenia zrównoważonej polityki energetycznej. Znajduje to swój wyraz w prawodawstwie i działaniach podejmowanych przez instytucje krajowe i unijne.

O ile tempo poprawy efektywności energetycznej w Polsce jest duże, o tyle nadal wskaźniki określają, że energochłonność naszej gospodarki jest wyższa niż średnia europejska, a w szczególności wyższa niż w przodujących gospodarczo krajach Unii Europejskiej.

W Polsce systematycznie następuje poprawa efektywności energetycznej, zarówno w odniesieniu do całości gospodarki, jak i w przypadku większości sektorów. W ostatnich 10 latach energochłonność pierwotna obniżała się o ponad 3% rocznie, a energochłonność finalna o ponad 2% rocznie. Najszybsze tempo poprawy efektywności energetycznej odnotowano w sektorze przemysłu, zaś najwolniejsze – w sektorze usług. Natomiast najważniejszymi czynnikami mającymi wpływ na zmianę zużycia energii były rosnąca aktywność gospodarcza zwiększająca zapotrzebowanie na energię oraz poprawa efektywności energetycznej skutkująca

²⁹ *Strategia modernizacji budynków. Mapa drogowa 2050*, Instytut Ekonomii Środowiska, Krajowa Agencja Poszanowania Energii, Narodowa Agencja Poszanowania Energii oraz Building Performance Institute Europe, <http://renowacja2050.pl/> [dostęp 22.05.2017].

zmniejszeniem tego zapotrzebowania. W ujęciu europejskim widać, że Polska poprawia efektywność wykorzystania energii w tempie przewyższającym średnią europejską, natomiast w przypadku poziomu energochłonności znajduje się wciąż powyżej średniej europejskiej.

Konieczna pod względem ochrony klimatu poprawa efektywności energetycznej będzie wymagała zatem wielu bodźców, ale przede wszystkim zwiększenia innowacyjności polskiej gospodarki.



Wojciech Szymalski

Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju

Emisja z transportu stanowi ok. 14% emisji gazów cieplarnianych w Polsce.

Jesteśmy uzależnieni od importu ropy, a jej spalanie powoduje dodatkowe koszty zewnętrzne (środowiskowe i zdrowotne).

Zrównoważony transport to redukcja zapotrzebowania na transport indywidualny i jednocześnie wdrażanie nowych bezemisyjnych technologii.

Elektryfikacja pojazdów ma sens ekologiczny tylko wraz z jednoczesnym zastępowaniem produkcji energii z węgla odnawialnymi źródłami energii.

Kluczowe zagadnienia

Dlaczego i w jakim stopniu transport jest problemem z punktu widzenia ochrony klimatu w Polsce i Europie? Co planują politycy i czego oczekuje społeczeństwo od transportu?

Prezentujemy kompleksową wizję tego, jak powinien funkcjonować zrównoważony transport, aby spełniać wymóg ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Wizja ta nazwana jest kompleksową, ponieważ dotyczy zarówno sfery ludzkich zachowań transportowych, infrastruktury, jak i taboru wykorzystywanego do przewozów. W każdym z tych aspektów można pokazać jakiś pozytywny przykład rozwiązań zastosowanych w Polsce. Przedstawione one zostały na końcu rozdziału.

Główne elementy propozycji rewolucji transportowej do 2050 roku to:

- Wizja transportu powinna być wypadkową wyobrażeń polityków i oczekiwań społecznych oraz spełniać zasady zrównoważonego rozwoju.
- Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych sprowadza się do interwencji na trzech poziomach:
 - zarządzania popytem na transport (ograniczania potrzeb transportowych),
 - preferencji najmniej energochłonnych środków transportu,

- stymulowania zmian technologicznych w infrastrukturze i taborze ograniczających emisje, w szczególności elektryfikacja transportu lub przejście na paliwo wodorowe.
- Uwzględnienie kosztów zewnętrznych i zasady „zanieczyszczający płaci” w rachunku ekonomicznym transportu.
- W Polsce istotne jest uwzględnienie następujących uwarunkowań:
 - wysoki udział węgla w wytwarzaniu energii elektrycznej ograniczający korzyści z elektryfikacji transportu,
 - odchodzenie od pojazdów spalinowych i ograniczanie tym samym niskiej emisji (smogu),
 - utrzymanie transportu zbiorowego na terenach wiejskich oraz niskich taryf przewozowych (także na terenach miejskich) ze względów gospodarczych i społecznych.

Wstęp

Wolność podróżowania to jedno z podstawowych praw uznawanych nie tylko w Unii Europejskiej. Statystycznie każdy z nas odbywa codziennie przynajmniej dwie podróże: głównie do pracy i z pracy (lub szkoły). Jednocześnie, aby utrzymać wysoką jakość życia, konsumujemy towary, które pochodzą z całego świata. One także przebywają długą drogę, abyśmy mogli je kupić. Przynajmniej z tych dwóch powodów transport jest bardzo ważną gałęzią gospodarki. Jednocześnie tworzy dochód narodowy i miejsca pracy.

W świecie zagrożonym zmianami klimatu spowodowanymi przez działalność gospodarczą człowieka transport jest podwójnie ważny. Jest on jedynym sektorem gospodarki, w którym od 1990 roku wzrosła emisja gazów cieplarnianych zarówno w Polsce, jak i Europie. W naszym kraju emisje z transportu rosną praktycznie nieprzerwanie, choć w Europie w 2008 roku zaczęły spadać. Transport w 2014 roku odpowiadał za 11,7% emisji gazów cieplarnianych w Polsce¹, w Europie – za 25% wszystkich emisji². Zarówno w Polsce, jak i w Europie transport to po energetyce drugie pod względem wielkości źródło emisji gazów cieplarnianych w gospodarce. Jednocześnie transport jest znacznym źródłem zanieczyszczeń pyłowych w większych miastach i wpływa tam na złą jakość powietrza. W 2008 roku oceniano, że transport w ponad 60% odpowiada za złą jakość powietrza w Warszawie, w ok. 30% we Wrocławiu i 10% w Krakowie.

Emisję z transportu nie jest łatwo ograniczyć, ponieważ odpowiadają za nią miliony silników samochodów, autobusów, ciężarówek i innych środków transportu, z których większość jest własnością prywatną. W Polsce aż 78,4% podróży krajowych odbywa się prywatnymi samochodami, a kolejne 13,9% autobusami³. W zakresie komunikacji pasażerskiej spełnił się w Polsce motoryzacyjny koszmar ochrony środowiska. W 2014 roku zarejestrowanych było

¹ *Poland's national inventory report 2016. Greenhouse gas inventory for 1988–2014*, Instytut Ochrony Środowiska, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, Warszawa, maj 2016, s. 77, http://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/krajowa_inwentaryzacja_emisji/NIR_2016_POL_05.2016.pdf [dostęp 9.02.2017].

² *EU transport in figures. Statistical pocketbook 2015*, European Union, Brussels 2015.

³ Tamże.

ponad 20 mln samochodów osobowych – prawie bez wyjątku spalinowych. To więcej, niż mamy w naszym kraju gospodarstw domowych⁴. W 2010 roku (i także w 2012 roku) emisje gazów cieplarnianych z transportu wyniosły 49 mln t CO₂⁵, czyli tyle, ile przewidywał na 2010 rok „promotoryzacyjny”, najmniej ekologiczny scenariusz rozwoju transportu w Polsce, opisany w *Alternatywnej polityce transportowej według zasad zrównoważonego rozwoju* przygotowanej w 1999 roku przez Instytut na rzecz Ekorozwoju.

Ze względu na wielość źródeł emisji w transporcie potrzeba wielu rozwiązań, abyśmy mogli nadal cieszyć się wolnością podróżowania, a jednocześnie podróżować w sposób bezpieczny dla ziemskiego klimatu.

W zakresie celów Unia Europejska postanowiła, że do 2050 roku emisje z transportu powinny zostać ograniczone o 60% w stosunku do 1990 roku. W Polsce nie mamy tak szczegółowo określonego celu dla sektora transportu. Zarówno na europejskim, jak i krajowym poziomie polityka zmierzająca ku ograniczeniu emisji gazów cieplarnianych realizowana jest za pomocą regulacji prawnych w następujących obszarach:

- standardów emisyjnych dla nowo produkowanych pojazdów (normy Euro⁶),
- opodatkowania paliw transportowych (opłata paliwowa⁷, podatek akcyzowy od paliw płynnych),
- opodatkowania przewozu osób i towarów, często w sposób promujący mniej emisyjne środki transportu (opłaty za autostrady i drogi ekspresowe w Polsce niższe dla pojazdów o wyższej normie Euro⁸),
- ekologicznych standardów budowy infrastruktury (wprowadzenie obowiązku uwzględnienia wpływu na klimat przy wykonywaniu ocen oddziaływania inwestycji na środowisko⁹),
- dofinansowania budowy i modernizacji infrastruktury w sposób sprzyjający rozwojowi w większym zakresie środków transportu uznawanych za ekologiczne, tj. kolei, transportu publicznego i rowerowego (zalecana przez UE zasada wykorzystania środków finansowych przeznaczonych dla transportu w proporcji 40% dla kolei i 60% dla dróg w perspektywie finansowej 2014–2020),
- regulacji dopuszczających czasowe lub obszarowe ograniczenie ruchu pojazdów niespełniających określonych standardów emisji (strefy niskiej emisji komunikacyjnej, tzw. *umweltzone*, stosowane np. w niemieckich miastach, w Polsce nie zostały jeszcze wprowadzone).

⁴ Główny Urząd Statystyczny, *Transport – wyniki działalności w 2014 roku*, Warszawa 2015.

⁵ EU transport in figures..., dz. cyt.

⁶ Tzw. europejski standard emisji spalin wprowadzony dyrektywami: 91/441/EC, 94/12/EC, 98/69/EC, 2007/715/EC.

⁷ Ustawa z 27 sierpnia 2004 r. o zmianie ustawy o autostradach płatnych oraz o Krajowym Funduszu Drogowym, Dz. U. nr 213, poz. 2156.

⁸ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 22 marca 2011 r. w sprawie dróg krajowych lub ich odcinków, na których pobiera się opłatę elektroniczną, oraz wysokości stawek opłaty elektronicznej. Dz.U. 2011 nr 80 poz. 433.

⁹ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/92/UE z dnia 13 grudnia 2011 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko.

Stopniowo pojawiają się także regulacje promujące sprzedaż i użytkowanie pojazdów spełniających wysokie standardy emisji, np. do 2020 roku na rzecz użyteczności publicznej w europejskich miastach powinno być wykorzystywanych 25% pojazdów o standardzie co najmniej EEV¹⁰. W sferze postulatów pozostają dalsze działania, np. wyeliminowanie pojazdów spalinowych z miast do 2050 roku¹¹.

Poparcie społeczne dla rozwiązań ekologicznych w transporcie różni się w zależności od proponowanego działania. Nie ma w tym zakresie aktualnych kompleksowych badań opinii zarówno w skali Europy, jak i Polski. Sondaż przeprowadzony w ramach projektu *LIFE_WZROST_PL* na reprezentatywnej próbie mieszkańców Polski wskazał, że 79,7% ankietowanych jest za obniżeniem VAT na zakup samochodów elektrycznych i hybrydowych¹². Według starszych badań, przeprowadzonych przez Inquiry Market Research w 2010 roku, 87% osób uważa, że idea „tiry na tory”, czyli przenoszenie towarów z dróg na kolej, jest w Polsce potrzebna (według 51% zdecydowanie, a 36% – raczej). Tylko 6% badanych stwierdza, że jest to zdecydowanie niepotrzebne lub raczej niepotrzebne. 91% Polaków uważa, że ciężarówki zagrażają stanowi dróg, a 76% – że przeszkadzają innym kierowcom. Propozycja finansowania transportu kombinowanego¹³ z budżetu państwa popierana jest przez ponad połowę respondentów (53%). Według tego samego badania dwie trzecie ankietowanych popiera wprowadzenie w życie zasad „użytkownik płaci” i „zanieczyszczający płaci”. Oznacza to pokrywanie kosztów budowy i utrzymania infrastruktury, a także wypadków i szkód ekologicznych, przez przewoźników drogowych i kolejowych. Ponadto 40% ankietowanych uważa proponowany przez Unię Europejską podział funduszy na lata 2014–2020 (60% na drogi, 40% na kolej) za właściwy, a 41% twierdzi, że powinniśmy wydawać na kolej jeszcze więcej, niż proponuje UE. Jednocześnie prowadzone od czasu do czasu w Warszawie badania poparcia dla uprzywilejowania transportu publicznego kosztem komunikacji indywidualnej wykazały w 2010 roku, że 71% chce utworzenia pasów autobusowych. Choć największych problemów należy oczekiwać przy wprowadzaniu dodatkowego opodatkowania transportu lub ograniczenia w ruchu samochodowym, to wspomniane wyniki pozwalają z optymizmem patrzeć na możliwość poparcia większości ekologicznych rozwiązań transportowych przez społeczeństwo.

Na te oczekiwania oraz cele określone przez Unię Europejską nakładają się priorytety rozwoju transportu zawarte w krajowych strategiach. Najważniejsza z tego punktu widzenia jest tzw. strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju kraju¹⁴, która w momencie kończenia niniejszego raportu podlegała konsultacjom.

¹⁰ Dyrektywa parlamentu europejskiego i rady 2009/33/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0033> [dostęp 9.02.2017].

¹¹ Biała księga Komisji Europejskiej – *Roadmap to Single European Transport Area – Towards competitive and resource efficient transport*, 2011, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52011DC0144:EN:NOT> [dostęp 9.02.2017].

¹² Badanie zostało przeprowadzone na początku sierpnia 2016 roku metodą telefoniczną (CATI – *Computer Assisted Telephone Interview*) przez firmę 4P Research Mix sp. z o.o. na próbie kwotowej 1000 Polaków dobranej ze względu na płeć, wiek, wielkość miejscowości zamieszkania oraz województwo.

¹³ Transport kombinowany, inaczej zwany intermodalnym, to transport, podczas którego przewóz towaru odbywa się z kilkukrotną zmianą środka transportu w porcie lub terminalu przeładunkowym.

¹⁴ *Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju*, projekt do konsultacji społecznych, Ministerstwo Rozwoju, lipiec 2016.

Przewiduje ona m.in.:

- większe wykorzystanie narzędzi internetowych w administracji publicznej, co może wyeliminować szereg podróży z systemu transportowego,
- poparcie dla ograniczania transportu samochodowego w miastach,
- ograniczanie pozyskania nowych terenów pod zabudowę w miastach poprzez reformę systemu planowania przestrzennego,
- wprowadzenie systemu wspólnego biletu w komunikacji publicznej w skali aglomeracji oraz całego kraju,
- rozwiązania na rzecz gospodarki niskoemisyjnej, tj. wdrażanie elektromobilności w transporcie publicznym oraz samochodowym; te plany skonkretyzowane zostały w *Programie elektromobilności w Polsce do roku 2025 – Energia do przyszłości*, zaplanowano w nim milion samochodów elektrycznych w Polsce w 2025 roku¹⁵,
- położenie nacisku na wzmacnianie rynków lokalnych, np. rynków żywnościowych, co może ograniczać w pewnym stopniu potrzeby transportowe gospodarki.

Z drugiej jednak strony w Polsce nadal realizowane i planowane są znaczne prace infrastrukturalne rozbudowujące sieć transportową, głównie drogową oraz lotniczą. Przewidziano je w *Strategii rozwoju transportu do roku 2030*¹⁶. *Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju* proponuje działania kontynuujące, a także rozwijające ten trend w zakresie infrastruktury, m.in. żeglugi śródlądowej. Nowa infrastruktura stworzy warunki do zwiększenia liczby przewozów w Polsce, a tym samym zwiększania emisji pochodzącej z transportu – o ile wykorzystywane środki transportu nie będą bardziej efektywne. Za prawdopodobny należy uznać jednak opisany poniżej scenariusz.

Zgodnie z założeniami *Planu elektromobilności...*, gdyby cała praca przewozowa samochodów osobowych w Polsce w 2014 roku została wykonana samochodami elektrycznymi, zmniejszylibyśmy emisję dwutlenku węgla o ok. 36% (czyli wyemitowalibyśmy o ok. 16,5 tys. ton CO₂ mniej). Jednak w latach 2005–2014 wzrost liczby pasażerokilometrów przewiezionych samochodami osobowymi wyniósł 43%, co należy przyjąć za górne oszacowane przyszłych możliwości wzrostu w tym sektorze, w tym wzrostu emisji CO₂. W latach 2013–2014 wzrost wyniósł 2,7%, a więc w przeciągu 10 najbliższych lat może wynieść 27%, co można przyjąć za dolne oszacowanie tego zagrożenia. Gdyby spełnił się ten scenariusz, całe potencjalne ograniczenie emisji nie przyniosłoby widocznych efektów w skali emisji krajowej.

W dalszej części rozdziału przedstawiono zatem wizję zmian w systemie transportowym, która zapewniłaby znacznie odważniejszą redukcję emisji gazów cieplarnianych, a także zanieczyszczeń pyłowych w miastach, a jednocześnie realizację podstawowych potrzeb transportowych społeczeństwa. Jest to propozycja dla decydentów każdego szczebla oraz dla każdej jednostki samorządowej. Z tej przyczyny opis tej wizji ilustrowany jest jedynie przykładami dobrych rozwiązań już wdrażanych w polskich miastach, natomiast nie koncentruje się na systemie transportowym konkretnego miasta, gminy czy województwa.

¹⁵ *Plan rozwoju elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości”*, projekt, Ministerstwo Rozwoju, wrzesień 2016.

¹⁶ *Strategia rozwoju transportu do roku 2030*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, maj 2013.

Jak podróżować?

Każda podróż wiąże się ze zużyciem energii. Może to być energia ludzkich mięśni, energia pochodząca ze spalania ropy naftowej albo wykorzystania wiatru. Spalanie paliw kopalnych powoduje emisję gazów cieplarnianych, głównie dwutlenku węgla, zwiększających temperaturę ziemskiej atmosfery. Dlatego, aby zmiana klimatu nie była zbyt gwałtowna, trzeba zmienić nasz sposób podróżowania na bardziej przyjazny klimatowi.

Jeśli istotą podróży jest przemieszczenie ładunku lub osoby z punktu A do B i ewentualnie z powrotem, to w celu przeprowadzenia zmian po raz kolejny musimy sobie zadać dwa podstawowe pytania:

- Co można zrobić, aby podróż z A do B nie była konieczna?
- Jeśli podróż z A do B jest konieczna, co zrobić, aby była ona ekonomicznie efektywna oraz możliwie mało szkodliwa społecznie i ekologicznie?

Za podróż możliwie mało szkodliwą ekologicznie można uznać taką, podczas której zużyjemy najmniejszą ilość energii, a do tego w jak najmniej szkodliwej dla środowiska formie¹⁷. A zatem jak powinna wyglądać zmiana w transporcie?

Odpowiedź jest prostsza, jeśli uszeregujemy sposoby podróżowania od najmniej do najbardziej energochłonnych. Niezależnie od rodzaju dostarczonej energii jej zużycie prawdopodobnie będzie coraz wyższe wraz z każdą z poniższych decyzji:

- uniknięcie podróży, np. dzięki rozmowie telefonicznej, telekonferencji,
- podróż rowerem,
- podróż pieszo,
- podróż komunikacją zbiorową naziemną, np. koleją, autobusem (różnice emisji pomiędzy różnymi środkami transportu zbiorowego występują, ale znacząco się różnią w zależności od lokalizacji systemu komunikacji zbiorowej, nie jest więc możliwe ich ścisłe różniczenie),
- podróż samochodem,
- podróż statkiem,
- podróż samolotem.

Emisje zminimalizujemy, gdy będziemy podróżować jak najmniej lub – w pierwszej kolejności – będziemy podróżować rowerem lub pieszo, ewentualnie naziemną komunikacją zbiorową. Najbardziej powinniśmy wybierać podróż samochodami, statkami i samolotami. Podobnie będą się układać priorytety w zakresie transportu towarowego:

- uniknięcie transportu, np. poprzez zaniechanie kupna towaru,
- skrócenie transportu, np. poprzez kupno towaru wyprodukowanego bliżej odbiorcy,
- transport statkiem morskim,
- transport koleją,

¹⁷ *Alternatywna polityka transportowa w Polsce według zasad zrównoważonego rozwoju* opracowana w 1999 roku przez Fundację Instytut na rzecz Ekorozwoju.

- transport barką rzeczną,
- transport ciężarówką,
- transport samolotem.

Ta kolejność wyborów nie powinna się zmieniać w zależności od tego, czym będą zasilane środki transportu. Jednak, nawet ograniczając do minimum ilość potrzebnych w naszym życiu i gospodarce podróży, prawdopodobnie nadal będziemy używać autobusów, samochodów czy samolotów. Dlatego dla każdego z tych środków transportu należy przygotować alternatywne napędy ograniczające emisję gazów cieplarnianych, np. elektryczne lub wodorowe silniki.

Ograniczenie liczby podróży

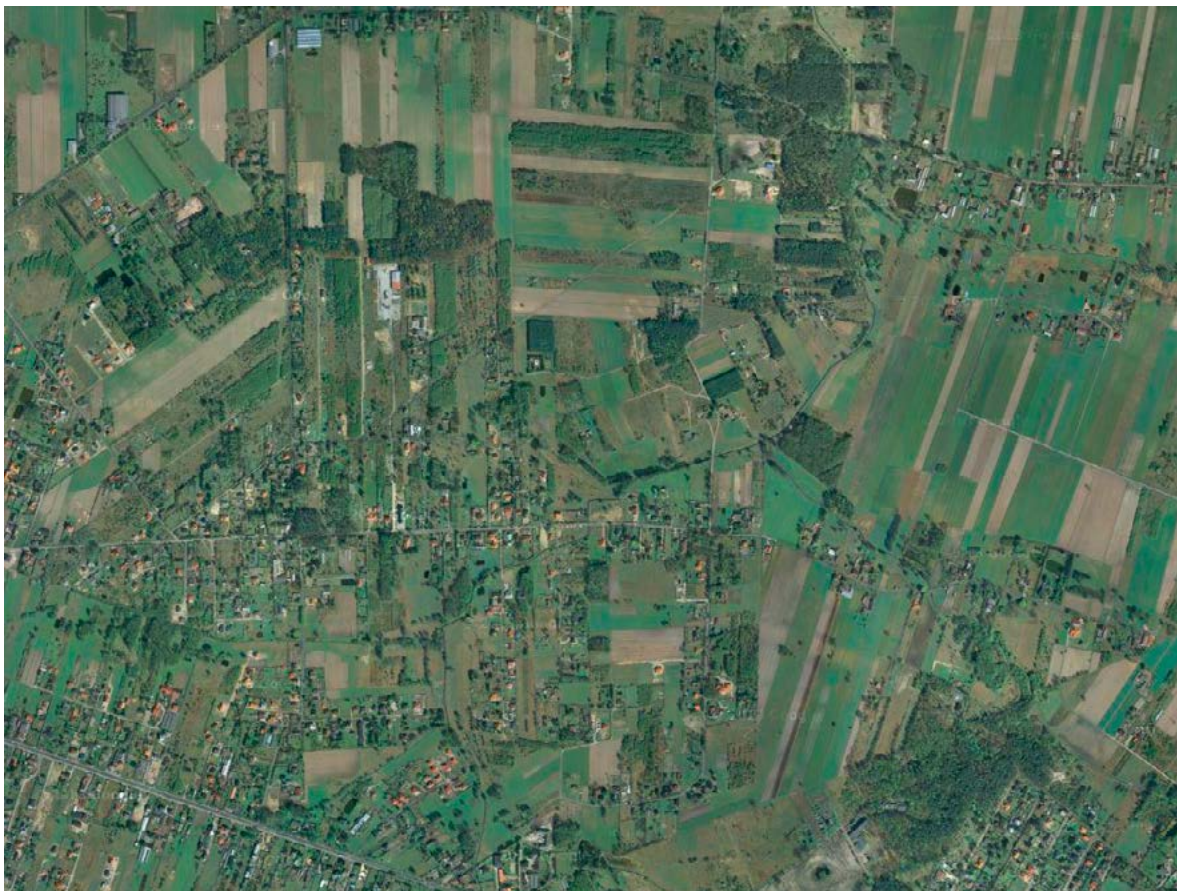
Aby ograniczyć liczbę i długość wykonywanych codziennie przez ludzi podróży, należy zacząć od zmiany sposobu, w jaki budowane są miasta. Na poniższym zdjęciu satelitarnym od razu widać, gdzie znajdują się pola i lasy, a także to, gdzie mieszkają ludzie. Transport zbiorowy powinien być zorganizowany tak, aby mieszkańcy mogli w kilka minut dojść na przystanek. Zwarta zabudowa ułatwia doprowadzenie sieci ciepłowniczej, elektrycznej, gazowej, wodociągów, kanalizacji i oświetlenia ulic. Jednocześnie blisko jest do terenów zielonych, a dziko żyjące zwierzęta mają gdzie biegać, polować i rozmnażać się.



RYSUNEK 7.1. Hohenroth, Niemcy¹⁸.

¹⁸ Marcin Popkiewicz, *Rewolucja energetyczna. Ale po co?*, Sonia Draga, Warszawa 2015.

Kolejne zdjęcie satelitarne (rysunek 7.2) przedstawia fragment obszaru Polski. Próby znalezienia tak rozproszonej zabudowy na terenie Niemiec, Francji, Holandii, Belgii, Danii, Wielkiej Brytanii czy nawet Czech będą nieudane.



RYСУNEK 7.2. Okolice Łodzi¹⁹.

Jeżeli buduje się domy jednorodzinne 100 m od siebie, poprowadzenie transportu zbiorowego jest znacznie utrudnione. Czasem doprowadzenie drogi do porzrzucanych domów jest niemożliwe. Mieszkańcy mają problem z grzęznącymi w błocie pojazdami i domagają się doprowadzenia asfaltu pod swoje posesje. Niestety nie zawsze jest to wykonalne przy rozsądnych kosztach.

Rozwiązaniem powyższych problemów jest wprowadzenie drobnej, ale fundamentalnej zmiany do polskiego systemu planowania przestrzennego. W większości dobrze rozwijających się państw prawo własności do gruntu jest oddzielone od prawa do realizacji inwestycji na tymże gruncie, a planowanie przestrzenne jest emanacją wspólnych dążeń obywateli, a nie tylko właścicieli pojedynczych działek. Nowe przedsięwzięcia budowlane, czy to mieszkaniowe, usługowe, czy przemysłowe, powinny być realizowane tylko tam, gdzie został stworzony szczegółowy plan zagospodarowania przestrzennego, na podstawie którego samorządy mogą zgromadzić fundusze i zrealizować z wyprzedzeniem odpowiednią infrastrukturę publiczną. Trzeba skończyć z przypadkowym rozwojem przestrzennym kierowanym pojedynczymi

¹⁹ Tamże.

decyzjami zwanymi warunkami zabudowy, które powodują, że samorządy nie mają na czas funduszy na realizację tak podstawowych potrzeb jak kanalizacja, wodociągi, a nawet drogi publiczne. Jednocześnie planowanie przestrzenne daje znacznie większe szanse każdemu obywatelowi do uczestnictwa w decyzji dotyczącej tego, jak będzie wyglądało otoczenie, w którym żyje, pracuje lub wypoczywa. Przestrzeń jest dobrem ograniczonym, dlatego warto zadbać o jej dobrą jakość.

Transport w miastach

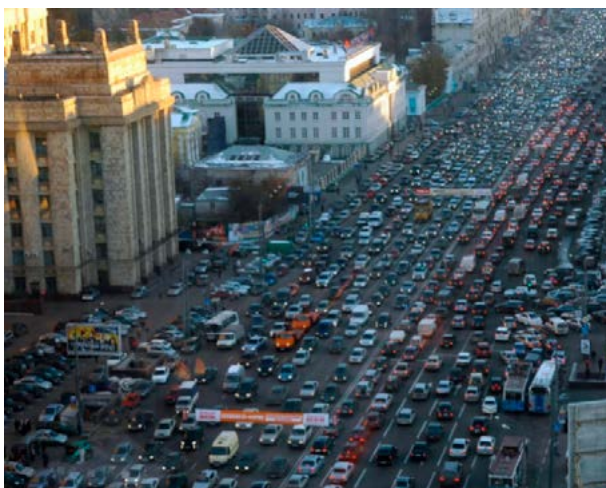
Dobrze zaplanowane miasta dają solidne podstawy do ograniczenia zużycia energii oraz emisji gazów cieplarnianych i pyłów dzięki dobrej organizacji transportu. Tworzenie zwartej zabudowy o odpowiedniej gęstości tworzy miasta bliskich odległości. Niskie koszty budowy mieszkań, dzięki zapewnieniu na czas publicznej infrastruktury, są bardziej dostępne. Łatwiej jest wybrać miejsce zamieszkania blisko miejsca pracy lub innych potrzebnych usług, dlatego zamiast przejeżdżać codziennie kilkadziesiąt kilometrów samochodem, jak robi większość Amerykanów i znaczna część mieszkających na przedmieściach Europejczyków, można podróżować zaledwie kilka kilometrów dziennie. Zyskuje się na tym zarówno pieniądze, jak i czas. Zamiast codziennej jazdy samochodem można więcej chodzić, jeździć na rowerze czy korzystać z komunikacji miejskiej. Jednak temu także musi sprzyjać organizacja miast, które do tej pory budowane były z myślą o przyjęciu jak największej liczby samochodów.

Ograniczenie ruchu samochodowego, choćby przez wprowadzanie buspasów czy likwidację miejsc parkingowych wzdłuż drogi na rzecz ścieżek rowerowych, spotyka się często z zaciętą krytyką. Gdy władze samorządowe rozpoczną już rewolucję transportową i zakomunikują swoją decyzję mieszkańcom, mogą stanąć w obliczu protestów.

Syndrom ten nie jest jedynie polską specyfiką. Gdy burmistrz Kopenhagi zamykał dla ruchu samochodowego pierwszą drogę, grożono mu nawet śmiercią. Dziś stolica Danii regularnie plasuje się w czołówce miast oferujących mieszkańcom najwyższą jakość życia – podobnie jak inne miasta prowadzące politykę minimalizacji ruchu samochodowego (rysunek 7.3). W Kopenhadze na 1000 osób przypada 237 samochodów²⁰, o ponad połowę mniej niż w Warszawie czy Krakowie.

Po porównaniu poniższych ilustracji można jednoznacznie odpowiedzieć na pytanie, w którym mieście jakość systemu transportowego i życia jest wyższa.

²⁰ Camen Hass-Klau, *The Pedestrian and the City*, New York 2014.



RYSUNEK 7.3. Po lewej system transportowy w Rosji, po prawej – transport w Danii.

Rewolucję transportową w miastach należy zacząć nie od ogólnych decyzji, lecz od zapytania mieszkańców za pośrednictwem ankiet i badań opinii, jakie kryteria przemieszczania się po mieście są dla nich najważniejsze. Dowiadujemy się wtedy o ich potrzebie przemieszczania się szybko, tanio, wygodnie, posiadania dobrego dostępu do transportu, krótkiego oczekiwania na przyjazd komunikacji, a także o tym, że pożądanymi cechami transportu jest minimalizacja zanieczyszczeń, hałasu i zajmowanej w mieście przestrzeni.

Z przeprowadzanych przez władze miasta masowych badań społecznych zazwyczaj jednocześnie wynika kilka rzeczy:

- Dopóki mieszkańcy nie zastanowili się nad swoimi potrzebami i ich nie wyartykułowali, temat dogłębnych zmian w transporcie nawet nie istniał. Teraz uświadamiają sobie, że zmiany są możliwe, pojawiają się też popierający zmiany liderzy społeczni.
- Władze miasta uzyskują mandat społeczny do działania. Skoro zdecydowana większość wyborców chce tych zmian, to przeprowadzenie rewolucji transportowej staje się realizacją głosu społeczeństwa.
- Gdy pojawiają się przeciwnicy zmian, władze miasta mogą sięgnąć po wyniki badań i odpowiedzieć, że rozumieją ich stanowisko, jednak stanowią oni mniejszość. Większość mieszkańców miasta popiera zmiany i oczekuje ich wdrożenia.

Na życzenie mieszkańców miasta należy tak zorganizować transport miejski, aby był szybki, wygodny, tani i spełniał pozostałe kryteria oraz cechował się wysoką efektywnością energetyczną.

W Polsce dostępnych jest wiele rozwiązań. Największe polskie miasta posiadają rozbudowaną sieć kolejową, która po odpowiednim dostosowaniu do potrzeb może zostać przekształcona w szybką kolej miejską, podobną do tej od dawna funkcjonującej w Trójmieście. Taki proces już się rozpoczął w Warszawie i Krakowie. W stolicy funkcjonuje także metro.

Wiele polskich miast posiada rozbudowaną sieć tramwajową, w dodatku w większości oddzieloną od ruchu samochodowego (poprowadzoną najczęściej w pasach dzielących jezdnie lub tuż obok nich). Ruch tramwajowy może zostać zorganizowany tak, aby postoje odbywały się

wyłącznie na przystankach, a przekraczanie skrzyżowań z drogami dla samochodów odbywało się na żądanie motorniczego lub bezkolizyjnie. Wówczas taki system będzie bliski ideałowi.

Ideałem tym może być sieć tzw. metrobusów, po raz pierwszy wprowadzona wiele lat temu w brazylijskim mieście Kurytyba²¹. Metrobusy to autobusy, które kursują po specjalnie przeznaczonych dla siebie jezdniach i mają bezwzględny priorytet w sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach. Kursowanie poza tymi jezdniami stosowane jest czasem tylko na końcowych odcinkach tras. Przystanki autobusowe są zorganizowane podobnie jak stacje metra, aby zminimalizować straty czasu związane z wsiadaniem i wysiadaniem pasażerów. W efekcie autobusy stoją jedynie na przystankach, a pomiędzy nimi jadą bez zatrzymania. Jednocześnie, ponieważ autobusy mają mniejszą pojemność niż pociągi, kursują bardzo często. Koszt budowy jezdni i przystanków autobusowych jest znacznie niższy niż koszt budowy metra. Jest to infrastruktura naziemna, co powoduje, że do przystanków jest bliżej, a korzystanie z nich jest bardziej intuicyjne niż korzystanie z podziemnych stacji metra. Często metrobusy kursują w formie trolejbusów.

W większości polskich miast dominującą część sieci komunikacji zbiorowej to trasy autobusowe. Transport autobusowy jest rozwinięty, ponieważ nasze miasta nie były tak bogate, aby budować kolej lub tramwaje do podmiejskich dzielnic. Autobusom sprzyjało także to, że łatwo można było zmieniać ich trasy. W ostatnich 25 latach polskie miasta znacznie się zmieniły – wymuszono dostosowanie sieci tras komunikacji miejskiej do miejsc aktywności gospodarczej i nowych osiedli mieszkaniowych. Jednak transport autobusowy pozostał w wielu miastach stosunkowo zawodny: pojazdy często stoją w korkach, spóźniają się i dymią.

Kluczem powinno być znaczące przyspieszenie i usprawnienie autobusowego transportu zbiorowego. W tabeli 7.1 porównane zostały czasy przejazdu pomiędzy przystankami trzech pojazdów: autobusu jadącego w korku (w tempie umiarkowanym, z prędkością 18 km/h), autobusu w warunkach wysokiej przejezdności lub jadącego po buspasie (co odpowiada typowemu tramwajowi), oraz autobusu na wydzielonym pasie, wytyczonym na drodze bez rond i zatok – pojazdu z pierwszeństwem ruchu, zatrzymującego się tylko na przystankach, zoptymalizowanym pod kątem skrócenia czasu przejazdu. Rozwiązanie to jest odpowiednikiem opisanego wcześniej metrobusa lub BRT (od ang. *bus rapid transit*). Dotychczas nie ma w pełni zastosowanego takiego rozwiązania w Polsce.

Dobry transport publiczny w miastach to taki, który jest oparty na sieci metrobusów i tramwajów z priorytetem ruchu oraz szybkiej kolei miejskiej lub metrze. W miastach, w których linie tramwajowe już istnieją, dobrym rozwiązaniem jest wprowadzanie wspólnych pasów autobusowo-tramwajowych²². Wydzielone pasy z priorytetem ruchu skracają czas przejazdu i czynią transport zbiorowy pierwszym wyborem, zmniejszają również jego koszt. Przykładowym rezultatem wprowadzenia pasa autobusowego na ulicy Modlińskiej w Warszawie było podwyższenie średniej prędkości komunikacyjnej autobusów z 9 km/h na ok. 21 km/h i tym samym znaczące skrócenie czasu jazdy autobusu. Przyniosło to wymierne efekty ekonomiczne – pozwoliło uwolnić z korka dodatkowe 19 autobusów w ciągu jednej godziny szczytu

²¹ Por. Kurytyba – najbardziej innowacyjne miasto świata, <http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/kurytyba-najbardziej-innowacyjne-miasto-swiata-2140.html> [dostęp 17.05.2017].

²² Jacek Makuch, *PAT – wspólne pasy i przystanki autobusowo-tramwajowe w Warszawie*, 2005.

i zwiększyć częstotliwość kursów²³. Tym samym transport publiczny stał się szybszy i bardziej dostępny. Podobne efekty osiągnięto m.in. poprzez wydzielenie buspasów na moście Śląsko-Dąbrowskim i Trasie Łazienkowskiej w Warszawie, na obwodnicy Starego Miasta w Krakowie i wybranych ulicach Wrocławia. Takie rozwiązanie to dobry krok na drodze ku ideałowi transportu publicznego.

TABELA 7.1. Zestawienie czasu przejazdu 600 m²⁴.

Czas jazdy [s]	Autobus 36 km/h	Autobus 18 km/h	Metrobus 54 km/h
Wyjście i wejście pasażerów na przystanku	15	15	12
Włączenie się do ruchu z zatoki	2	15	0
Przyspieszenie do prędkości podróźnej	7	5	10
Jazda do świateł	20	44	30
Hamowanie na światłach	7	5	
Stanie na światłach	20	20	
Przyspieszenie do prędkości podróźnej	7	5	
Jazda do przystanku	27	57	
Hamowanie na przystanku	7	5	10
Razem	112	171	62

Jednak w rozproszonej zabudowie naprawdę dobra komunikacja publiczna jest niemożliwa. Tego typu zabudowa najczęściej znajduje się na przedmieściach. Wówczas należy połączyć poszczególne elementy w taki sposób, aby komunikacja zbiorowa była najdogodniejsza.

Najprostsza możliwość to używanie pasów metrobusu przez autobusy podmiejskie. Dzięki temu, zamiast opóźnień i stania w korkach razem z samochodami, autobusy z okolicznych miejscowości i przedmieść mogą poruszać się z uprzywilejowaną prędkością. Już samo to zupełnie zmieni atrakcyjność tej komunikacji. W celu dalszego ulepszenia komunikacji podmiejskiej można podjąć decyzję o stosowaniu jak najmniejszych pojazdów, dzięki czemu kursów byłoby więcej za nieznacznie wyższą cenę. Docelowo wskazane jest jednak umieszczenie przystanków busów podmiejskich przy końcowych stacjach metrobusu i urządzenie tam terminali przesiadkowych. Przesiadki są niewygodne, ale jako normalna rzecz w dobrym i stabilnym systemie często kursujących pojazdów transportu publicznego są możliwe do zaakceptowania.

²³ *Studium możliwości uprzywilejowania komunikacji autobusowej w Warszawie*, Transeko, 2008.

²⁴ Marcin Popkiewicz, *Rewolucja energetyczna...* dz. cyt..

Jednak autobusy podmiejskie kursują tylko na tych trasach, które mogą zbierać wystarczająco wielu pasażerów. Dlatego tam, gdzie pasażerów będzie zbyt mało, oraz tam, gdzie nie wszyscy jeżdżą autobusami podmiejskimi, należy przy trasie metrobusu urządzić dla dojeżdżających parkingi Park&Ride. Na granicy zasięgu metrobusu (albo linii autobusowej, która potem korzysta z jego trasy, czy też szybkiego tramwaju lub kolei miejskiej) podróżny może zostawić samochód i przemieszczać się dalej szybką komunikacją publiczną, zwalniając miejsce na drodze, które wcześniej zajmował jego samochód.

Podsumujmy proponowany plan dla transportu w miastach:

- ograniczenie potrzeb transportowych poprzez budowę zwartych miast, gdzie ludzie mają możliwość pracy w niewielkiej odległości od domu,
- organizacja transportu zbiorowego o wysokiej jakości, tj. o dużej dostępności geograficznej oraz cenowej, wysokiej częstotliwości kursowania, sprawności poruszania się po mieście oraz efektywnego energetycznie,
- prawna integracja podmiejskiego transportu zbiorowego z transportem miejskim poprzez węzły przesiadkowe lub parkingi Park&Ride,
- ograniczenie ilości miejsca zajętego przez infrastrukturę drogową do niezbędnego minimum na rzecz tworzenia infrastruktury ekologicznej i społecznej,
- elektryfikacja transportu (co opisano w dalszej części raportu).

Po realizacji całości powyższego planu transport publiczny wewnątrz większych miast może się opierać w 70–80% na całkowicie zelektryfikowanej komunikacji publicznej oraz rowerach. Zdecydowana i sprawna implementacja tego planu może zająć ok. 15 lat²⁵.

Nie wyczerpuje to jednak całości potrzeb transportowych w mieście. W przewidywalnej przyszłości dostawcy, ekipy remontowo-budowlane, służby ratownictwa medycznego i policja będą przemieszczać się samochodami. Możliwość ruchu samochodowego jest bardzo ważną cywilizacyjnie częścią dzisiejszej infrastruktury. Mimo to **możemy przewidywać, że w przyszłości pozostanie ok. 20% odbywanych dziś w ten sposób podróży**. Taki odsetek jest uzasadniony rzeczywistymi potrzebami. Dla kształtu infrastruktury ważniejsze pozostanie użycie samochodu głównie w ramach pracy. Podróże do i z pracy samochodem, gdy oferta komunikacji publicznej jest lepsza niż dojazd samochodem, powinny ulec znacznemu ograniczeniu. Konsekwencją tego będzie spadek liczby samochodów w zwyczajowych godzinach szczytu, co oznacza, że liczba pasów udostępnionych do jazdy samochodem może być co najmniej o połowę mniejsza.

Ubočnym efektem rewolucji energetycznej w transporcie powinien być zatem wzrost ilości miejsca dla ludzi w miastach. W gęsto zaludnionych miastach jakakolwiek uwolniona od użytku technicznego przestrzeń natychmiast znajdzie swoich amatorów. Każde miejsce parkingowe może być o wiele więcej warte, jeśli zostanie wykorzystane twórczo przez mieszkańców miasta. Pasy ruchu na sześciopasmowej drodze (po trzy pasy w jedną stronę) także. Jeden pas w każdym kierunku stanie się pasem metrobusu, natomiast trzeci i czwarty pas pozostanie przeznaczony dla samochodów jadących w obydwie strony. Wówczas ruch będzie mniejszy

²⁵ Tamże.

niż dotychczas. Piąty z pasów można przerobić na drogę rowerową. Do tego wszystkiego pozostaje jeden wolny pas w miejscu, gdzie korki były normą.

Jeśli transportem samochodowym, najbardziej energochłonnym z dostępnych środków transportu, będzie wykonywanych o 80% mniej podróży, to mniej więcej o 80% spadną emisje gazów cieplarnianych, a o ok. 40% emisje pyłów do powietrza. Pyły nadal będą emitowane, ponieważ prawdopodobnie nie wyeliminujemy z samochodów klocków hamulcowych czy opon, które ścierając się, emitują go. Jednak mniej będzie potrzeba energii do zasilenia pozostałych na drogach samochodów oraz funkcjonującego transportu publicznego, a więc łatwiej przyjdzie ją zapewnić z odnawialnych źródeł.

Transport pasażerski poza miastem

Przy podróżach na większe odległości najlepszym rozwiązaniem jest pociąg. Osiąga on znakomitą efektywność energetyczną, mimo że nie jeździ wolno i nie waży mało w przeliczeniu na osobę. Racjonalna prędkość maksymalna pociągów to ok. 250 km/h, co przekłada się na czas podróży z Warszawy do Gdańska czy Krakowa wynoszący 1,5–2 godziny. Wprowadzenie do Polski pociągów typu Pendolino i Dart znacząco przybliżyło nas do osiągnięcia tego standardu. Po uwzględnieniu tego, że dworce kolejowe są w centrach miast, a na lotniska trzeba dojechać i przejść na nich odprawę, staje się zupełnie zrozumiałe, że pomiędzy miejscowościami połączonymi szybką koleją ruch lotniczy zanika.

A co z podróżami na większe odległości, np. z Warszawy do Paryża albo z Los Angeles do Nowego Jorku? Czy istnieje dogodna alternatywa dla samolotów? Na razie nie. Do pewnego stopnia samoloty mogą być zastąpione przez szybkie pociągi, jednak przy większych odległościach te drugie dla przyzwyczajonych do krótkich czasów przelotów pasażerów są zbyt wolne. To duży problem, bo samoloty wykorzystują najcenniejsze paliwa ciekłe i to w sposób niezwykle nieefektywny energetycznie. Samoloty są odpowiedzialne za ok. 4% emisji gazów cieplarnianych. Ponadto ruch lotniczy rośnie o ponad 5% rocznie, podwajając się co kilkanaście lat, a według prognoz w kolejnych dekadach dalej ma rosnąć²⁶.

Co zatem możemy zrobić? Po pierwsze wprowadzić zasadę „zanieczyszczający płaci”, co już częściowo stało się wraz z wprowadzeniem lotnictwa europejskiego do systemu EU ETS. Warto zauważyć, że po II wojnie światowej, aby wesprzeć branżę lotniczą, która rozrosła się na kontraktach zbrojeniowych podczas wojny, zawarto traktaty prowadzące do nieopodatkowania paliwa lotniczego. Dziś zapewnia to niskie ceny biletów lotniczych i tym samym daje przewagę konkurencyjną nad innymi środkami transportu. Wprowadzenie opodatkowania paliwa lotniczego czy inny system wyceny kosztów zewnętrznych przełożą się na znaczny wzrost cen biletów – dadzą też firmom lotniczym silną zachętę do poszukiwania alternatywnych paliw, np. wodoru, biopaliw oraz zmian konstrukcji samolotów i optymalizacji logistyki.

²⁶ *Current Market outlook 2014–2033*, Boeing, 2014, http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/cmo/pdf/Boeing_Current_Market_Outlook_2014.pdf [dostęp 9.02.2017]; *Environmental impact of aviation*, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_impact_of_aviation [dostęp 9.02.2017].

Elektryfikacja transportu pasażerskiego

Gdy infrastruktura jest dobra, a rozwiązania komunikacyjne ograniczające zużycie energii zostały już wprowadzone, pożądane jest jeszcze, aby pojazdy przestały zużywać ropę naftową. Do Polski sprowadzamy ją głównie z Rosji, płacąc rocznie za cały import ponad 12 mln euro²⁷. Pojazdy trzeba zelektryfikować, a najlepiej zacząć od samochodów. *Plan rozwoju elektromobilności w Polsce do roku 2050* proponuje rozpoczęcie elektryfikacji transportu od taboru publicznego, ale to też jest krok w dobrym kierunku, jeśli chcemy ograniczyć emisje gazów cieplarnianych i pyłów w miastach.

Rola samochodów osobowych i ich liczba ulegną znaczącej redukcji, jeśli wykonane zostaną wcześniej opisane działania. Nieuniknione będą jednak sytuacje, w których pojazdy tego typu będą nadal potrzebne, ponieważ nie wszędzie da się dojechać innymi środkami transportu, może też istnieć potrzeba transportu towarów bądź narzędzi pracy. Do tego dochodzi transport chorych dzieci, są też tacy, którzy rzeczywiście potrzebują indywidualnego środka transportu. **Optymalnym docelowym rozwiązaniem w takich sytuacjach są auta elektryczne, a w dłuższej perspektywie mogą to być auta na paliwo wodorowe.**

Silniki elektryczne są bardzo wydajne energetycznie, dzięki czemu samochodowi elektrycznemu zbliżonemu klasą do samochodu spalinowego, zużywającego 70 kWh energii z ropy na 100 km, do przejechania tej odległości wystarczy energia elektryczna 15 kWh. Dla porównania auta napędzane wodorowymi ogniwami paliwowymi potrzebują nawet mniej energii niż samochody spalinowe do przejechania takiej samej odległości. Dodatkowo pojazdy elektryczne oraz wodorowe nie wytwarzają zanieczyszczeń, są łatwe w utrzymaniu i naprawie, ciche i dynamiczne. Kiedy są zasilane odnawialnymi źródłami energii, ich eksploatacja nie wiąże się ze zużywaniem energii i zasobów.

Należy zauważyć, że w obecnym polskim systemie energetycznym, w którym prąd produkowany jest z węgla ze sprawnością bliską jednej trzeciej, dostarczenie 15 kWh prądu oznacza niestety konieczność spalania węgla o energii 45 kWh, czemu towarzyszą emisje CO₂ porównywalne ze spalaniem ropy o energii 70 kWh. Po doliczeniu energii zużytej na zrobienie dużego akumulatora do samochodu elektrycznego (obecnie w fabryce zasilanej paliwami kopalnymi) **okazuje się, że dziś w Polsce korzyści z samochodu elektrycznego dla środowiska i zużycia zasobów dotyczą jedynie redukcji lokalnej emisji zanieczyszczeń, a nie redukcji emisji gazów cieplarnianych.** Dlatego potrzebna jest rewolucja energetyczna, a nie tylko transportowa.

Coraz bardziej przyjazne dla niezmotoryzowanych miasta oraz działania promujące alternatywne sposoby przemieszczania się doprowadzą do sytuacji, w której własne samochody będą posiadać tylko ci, którzy naprawdę ich potrzebują. Mieszkańcy potrzebujący auta okazjonalnie będą mogli korzystać np. z wypożyczalni aut miejskich, przede wszystkim lekkich pojazdów elektrycznych o zasięgu kilkudziesięciu kilometrów, za jakiś czas wyposażonych prawdopodobnie w automatyczny system sterowania.

²⁷ Polska 2015, *Raport o stanie handlu zagranicznego*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2015.



RYСУNEK 7.4. Wypożyczalnia miejskich samochodów elektrycznych w Paryżu²⁸.

Obecnie typowy samochód jest aktywnie wykorzystywany zaledwie przez 4% swojego czasu życia (mniej więcej godzinę dziennie), w związku z tym rozpowszechnienie się systemu wypożyczalni samochodów znacząco zmniejszy zużycie zasobów przeznaczanych na produkcję aut. Co więcej, jeśli zamiast obecnego modelu kupowania aut na własność przez osoby fizyczne rozpowszechni się wypożyczanie aut na zasadzie dostarczenia usługi przez producenta samochodów, będzie miał on przypuszczalnie większą motywację do budowy trwałych i łatwych w serwisowaniu pojazdów.

Jeśli chodzi o transport publiczny, pierwsze powinny zostać zelektryfikowane autobusy. Elektryfikacja tras metrobusów na podobieństwo trolejbusów jest oczywistym rozwiązaniem. Wiele pojazdów, duże pobory mocy oraz możliwości odzysku energii z hamowania to doskonałe pole dla efektywnej kosztowo elektryfikacji.

Dzisiejsza technologia bateryjna pozwala bez trudu i nadmiernych kosztów zainstalować w trolejbusie zestaw akumulatorów pozwalających na przejechanie kilkunastu kilometrów. Jest to często spotykane rozwiązanie, stosowane również już w normalnym ruchu w Polsce (w Gdyni). Zasadniczo akumulatory służą jako zabezpieczenie w razie potrzeby objazdów itp., ale równie dobrze rozwiązanie to może służyć planowemu przejazdowi części trasy.

W związku z tym elektryfikowana będzie tylko część infrastruktury na wydzielonych pasach ruchu metrobusów – podczas jazdy po zwykłych drogach trolejbus będzie zasilany bateryjnie. To znacząco zredukuje koszty inwestycji, nie zmniejszy praktycznie korzyści i zapewni kompletną elektryfikację transportu publicznego najniższym możliwym kosztem. Oczywiście jeszcze taniej byłoby po prostu wymienić dotychczasowe pojazdy na bateryjne, ale ich wykorzystanie jest możliwe tylko w warunkach dość powolnego ruchu. Przy założeniu znacznych prędkości na wydzielonych pasach jest to po prostu obecnie w zasadzie technicznie niemożliwe (a jeśli już, to bardzo drogie).

²⁸ Marcin Popkiewicz, *Rewolucja energetyczna...*, dz. cyt.

Technologia dostępna dziś pozwala jednak rozwiązać największe problemy elektryfikacji transportu: sieć trakcyjna jest droga, pojazdy bateryjne powolne i mają ograniczony zasięg, a pasażer chce się dostać do miejsca docelowego jak najszybciej. Trolejbusy z akumulatorami trakcyjnymi są na to doskonałą odpowiedzią. Oczywiście powinno się je wprowadzać wszędzie tam, gdzie tramwaj i kolej nie były do tej pory wystarczająco rozwinięte.

Opcje dla transportu towarowego i zbiorowego

Przewozić trzeba jednak nie tylko ludzi, lecz także towary. Powszechny obecnie model dostaw: od producenta do hurtowni, a następnie z hurtowni do sklepów, nie ulegnie raczej istotnej zmianie.

Zacznijmy od tego ostatniego ogniwa – krótko- i średniodystansowego transportu od hurtowni do sklepu. Odległości przewozu nie są tu duże, wynoszą zwykle od kilku do kilkudziesięciu kilometrów, rzadziej do stu kilkudziesięciu. Większość tego transportu odbywa się drogami i, poza nielicznymi przypadkami, gdzie mamy do czynienia z regularnym transportem dużej liczby towarów, raczej tak pozostanie. Przy stosunkowo niewielkich odległościach, z jakimi mamy do czynienia, sprawę załatwić mogą pojazdy elektryczne, przy większych – zasilane gazem. W niektórych sytuacjach potrzebne będą zmiany w logistyce, jednak bardziej kosmetyczne niż do głębi rewolucyjne.



RYSUNEK 7.5. Przewóz towarów w wydaniu elektrycznym – od prawego górnego rogu: trójkołowy rower dostawczy UPS ze wspomaganiami elektrycznymi, pojazd elektryczny Alkè ATX280E wykorzystywany w Londynie do rozwożenia rowerów, samochód dostawczy Azure Transit Connect Electric oraz pojazd dostawczy Modéc²⁹.

²⁹ Tamże.

Mniejsze ładunki na odległość do kilkunastu kilometrów można transportować rowerami i skuterami elektrycznymi ze skrzynią ładunkową. Ich istotną zaletą w dostosowanych do jazdy rowerami miastach będzie możliwość korzystania ze ścieżek rowerowych, zapewniających znacznie krótszą i szybszą trasę przejazdu niż drogami dla samochodów. Większe ładunki można przewozić zwykłymi samochodami w wersji dostawczej. Z pojazdów takich korzystaliby też handlowcy i ekipy serwisowe.

Niestety wraz ze wzrostem masy zasilanego akumulatorami pojazdu coraz trudniejsze (a szczególnie przede wszystkim droższe) staje się zapewnienie jego dużego zasięgu. Praktycznie rzecz biorąc na chwilę obecną za granicę opłacalności dla lekkich ciężarówek można uznać zasięg 100 km. W ruchu miejskim to zupełnie wystarczy, poza miastem może być to jednak zbyt mały zasięg. W takim przypadku zastosowanie znajdują pojazdy napędzane gazem.

A co w takim razie zrobić z długodystansowym transportem ciężkich towarów, który nie da się tak łatwo zelektryfikować? Aby poszukać odpowiedzi, zacznijmy od rzutu oka na efektywność energetyczną dostępnych rozwiązań. Rysunek 7.6 pokazuje szacunkową ilość energii potrzebnej, aby przetransportować 1 t ładunku na odległość 100 km.



RYSunEK 7.6. Długodystansowy przewóz towarów: statek, pociąg, ciężarówka, samolot. Zużycie energii w kWh na 100 tonokilometrów.³⁰

Wniosek jest oczywisty – w długodystansowym transporcie ciężkich towarów należy promować transport kolejowy i morski. Transport kolejowy jest co prawda mniej wydajny energe-

³⁰ Tamże.

tycznie od morskiego, jednak jego zaletą jest łatwa elektryfikacja. Transport okrętowy, bazujący na wysokoprężnych silnikach spalinowych, jest dziś w zdecydowanej większości uzależniony od ropy, jednak nie jest to jedyny możliwy sposób napędzania statków. Nie chodzi tu jedynie o zastosowanie napędu atomowego lub żaglowego. Prostem i praktycznym wyborem jest gaz (pochodzenia biologicznego) – jego zużycie w transporcie morskim byłoby relatywnie niewielkie, więc możemy przyjąć tę opcję jako bazową. Warto przy okazji zauważyć, że polscy stocznicy mają w produkcji takich statków duże doświadczenie, bo niemal jedna piąta niebędących gazowcami statków z napędem LNG powstała w Polsce.

Statki i pociągi mogą zapewnić efektywny transport na duże odległości. Jednak nie dotrą w każde miejsce – trzeba zatem zapewnić inne sposoby dalszego przewozu towarów do miejsca docelowego. Tutaj z elastycznością tirów trudno wygrać, więc będą nam potrzebne. Jednak, ze względu na wysokie zużycie energii, ich wykorzystanie musi być maksymalnie efektywne. Wszystko to prowadzi do wniosku, że tirów należy używać jedynie na pierwszym i ostatnim etapie dowozu towarów, na odległościach 100–200 km.

W zasadzie, dokąd byśmy nie chcieli dowieźć towaru tirem, miejsce to będzie znajdować się nie dalej niż 200 km (a w większości przypadków – 100 km) od dużego miasta. Prowadzi to nas do prostego wniosku, że długodystansowe przewozy towarów między miastami należy prowadzić koleją. Oznacza to zdecydowany wzrost zapotrzebowania na przewozy kolejowe, co akurat doskonale zsynchronizuje się ze spadkiem przewozów węgla, będącego obecnie głównym ładunkiem polskich pociągów.



RYСУNEK 7.7. Port kontenerowy³¹.

³¹ Tamże.

Jak by to wszystko mogło wyglądać? Zaczniemy od prostej sytuacji, w której do portu w Gdańsku lub Szczecinie przy pływa statek. Dziś ok. 16% (2009) przewożonych drogą morską ładunków (poza towarami przewożonymi luzem, takimi jak węgiel, ropa, rudy metali czy zboża) jest transportowane w standardowych kontenerach³². Kontener trafia na pociąg i jest dowożony do węzła kolejowego leżącego najbliżej docelowego punktu podróży. Tam kontener trafia na ciężarówkę, którą jest już dowożony do centrum handlowego czy hurtowni.

Ale przecież nie zawsze kontener trafia do portu – co jeśli swoją podróż zaczyna w ciężarówce na przejściu granicznym lub w fabryce? W takim przypadku tir dojeżdża do najbliższego kolejowego hubu transportowego, skąd będzie kontynuował swoją dalszą podróż. Może się to odbyć na jeden z dwóch sposobów: albo kontener zostanie zdjęty z ciągnika siodłowego, po czym zostanie zawieszony pociągiem do docelowego hubu transportowego, gdzie zostanie załadowany na inny pojazd, albo cały tir wjedzie na dostosowany do jego transportu wagon, a na stacji docelowej zjedzie i będzie kontynuował swoją podróż. Oba rozwiązania są powszechnie stosowane, zarówno w transporcie morskim, jak i kolejowym. Pierwsze rozwiązanie to oczywiście transport kontenerowy, drugie zaś to transport określany jako ro-ro (nazwany tak od angielskiego *roll on/roll off*), znany m.in. z promów samochodowych. To, na które w danym przypadku zdecyduje się logistyka firmy, to już kwestia drugorzędna, z naszego punktu widzenia oba wyjścia są dobre.

Jaką część transportu towarowego możemy przenieść na kolej? W Polsce jest to obecnie kilkanaście procent, w Szwajcarii i Austrii w granicach 40–50%, a na Łotwie ponad 60%. Zupełnie realne jest zatem przerzucenie na tory połowy, a później stopniowo dwóch trzecich przewozów towarowych, także w Polsce.



RYСУNEK 7.8. Po lewej: ciężarówka wyposażona w system ContainerMover-3000, umożliwiający przeniesienie na lorę kontenera o wadze do 22 t w ciągu trzech minut – jedyne, co jest potrzebne, to trzymetrowej szerokości pas drogi obok torów [1NpHU3v]. Po prawej: pociąg ro-ro w Szwajcarii³³.

Aby ten scenariusz stał się rzeczywistością, potrzebne są inwestycje w infrastrukturę. To jednak nie tylko koszt, lecz także liczne korzyści. Choć transport kolejowy wymaga inwestycji

³² Alicja Kostecka, *Podwójny skok*, 13.07.2011, <https://www.log24.pl/artykuly/podwojny-skok,1314> [dostęp 2.10.2017].

³³ Marcin Popkiewicz, *Rewolucja energetyczna...*, dz. cyt.

znacznie większych niż drogowy, to ma tę zaletę, że po ich poczynieniu koszt przewozu towarów spada. Dziś inwestujemy, jutro na tym zarabiamy. Projekty infrastrukturalne mają też to do siebie, że stanowią bodziec dla gospodarki – każdy nowy hub transportowy, trakcja elektryczna, lokomotywa i wagon ro-ro to nowe miejsca pracy, realnie polepszające jakość życia ludzi. W planowaniu inwestycji konieczne jest zatem myślenie długoterminowe, w kategoriach dobra wspólnego.

Po stronie korzyści możemy też dopisać stopniowy spadek importu ropy z Rosji na rzecz wykorzystania naszego prądu, zdecydowane odciążenie dróg i spadek kosztów ich remontów (warto tu przypomnieć, że **jeden przejazd tira niszczy drogę jak przejazd ponad 160 tys. samochodów osobowych**³⁴), spadek liczby wypadków i poprawę warunków jazdy po drogach, zmniejszenie hałasu i emisji zanieczyszczeń – od pyłów i metali ciężkich po gazy cieplarniane. Dziś przewoźnicy drogowi nie płacą rzeczywistej ceny swoich działań.

Duża część transportu towarowego przekracza granice – dla usprawnienia przewozów zdecydowanie warto więc integrować europejskie systemy kolejowe, standaryzować sieci elektryczne, systemy sterowania, rozmiary pociągów, a przede wszystkim znosić bariery biurokratyczne. Oprócz inwestycji infrastrukturalnych potrzebna jest też zmiana przepisów i stawek dostępu do infrastruktury kolejowej, które obecnie są zdecydowanie zawyżone.

I tak dochodzimy do kwestii zapewnienia napędu dużym ciężarówkom, z których, choć w mniejszym stopniu, wciąż będziemy korzystać. Z początku będą to obecnie wykorzystywane pojazdy o napędzie spalinowym, jednak stopniowo musi się tu zmienić – i są ku temu możliwości.

Bardzo często miejsce docelowe przywiezionego pociągiem kontenera (na platformie lub razem z ciągnikiem – wszystko jedno) położone jest w mieście, w którym znajduje się hub transportowy. W takiej sytuacji kontener w miejsce docelowe może przewieźć dostosowana do korzystania z trakcji elektrycznej ciężarówka, poruszająca się wzdłuż linii metrobusa. Hub transportowy warto połączyć trakcją z siecią metrobusową, gdyby zaś istniało ryzyko spowalniania metrobusów, transport towarowy korzystałby z tras metrobusów jedynie poza godzinami szczytu (lub wręcz w nocy). Ostatni odcinek drogi do miejsca docelowego, poza trakcją elektryczną, mógłby być przejechany na akumulatorach lub przy użyciu napędu hybrydowego.

Rozsądnym ruchem byłaby też instalacja trakcji elektrycznej na głównych drogach poza miastem, z pasem wydzielonym dla ciężkiego ruchu ciężarówek elektrycznych (jak na rysunku 7.9). Udostępnienie przewoźnikom wydzielonego pasa oraz – w pierwszych latach – możliwości nieodpłatnego korzystania z trakcji elektrycznej poskutkowałoby prawdziwym boorem elektryfikacyjnym wśród spedytorów. Dodatkowo w takich warunkach bardzo łatwe byłoby wprowadzenie automatycznego sterowania pojazdów – kierowca miałby więc czas przespać się, poczytać czy spędzić czas w inny przyjemny dla siebie sposób.

³⁴ Akcja społeczna *Tiry na tory*: <https://tirynatory.pl/>.



RYSUNEK 7.9. Po lewej: testy systemu eHighway Siemens, po prawej tir w futurystycznej wersji³⁵.

Co dalej? Tu też jest kilka opcji. Można wyobrazić sobie powszechną rozbudowę sieci trakcyjnej tak, aby łączyła wszystkie większe miejscowości. A może pojawią się na tyle tanie i wydajne technologie akumulatorowe, że elektryfikacja większych ciężarówek stanie się realną ekonomicznie alternatywą?



RYSUNEK 7.10. Dziesięcotonowa ciężarówka elektryczna Smith Electric o zasięgu 200 km³⁶.

³⁵ Marcin Popkiewicz, *Rewolucja energetyczna...*, dz. cyt.

³⁶ Tamże.

Jeszcze inną możliwością są ciężarówki hybrydowe, łączące różne sposoby napędu. Szczególnie interesujący jest tandem: silnik elektryczny pracujący na akumulatorach ładowanych za pomocą okresowo uruchamianej turbiny gazowej, pracującej w optymalnym dla siebie zakresie prędkości. Rozwiązanie takie może dostarczyć mocy oferowanej dotychczas jedynie przez potężne jednostki diesla, a do tego z dużo wyższą wydajnością energetyczną. Jako paliwo możliwe będzie wykorzystanie gazu. Możemy doczekać się napędzanych prądem ciężkich ciężarówek, spychaczy, a nawet bojowych wozów piechoty, nad czym zresztą pracuje już armia amerykańska³⁷. A jeśli da się uniezależnić od ropy takie pojazdy, to z traktorami i kombajnami też się uda.

Pokonać strach

Na drodze do tak radykalnej zmiany stoi wiele przeszkód. Wielu rozwiązaniom mogą sprzeciwić się mieszkańcy miast. Jednak, jak wspomniano wcześniej, popierają oni większość rozwiązań, z dużym prawdopodobieństwem poprą też wizję miasta, która wymaga tego typu zmian. Na pewno najtrudniejszą do przeprowadzenia jest zmiana infrastrukturalna, głównie elektryfikacja transportu. Jednak w Polsce i Europie mamy obecnie do dyspozycji ogromną skumulowaną sumę środków finansowych – dzięki budżetowi Unii Europejskiej, środkom ze sprzedaży praw do emisji gazów cieplarnianych czy po prostu z krajowych kar nałożonych na emitentów. Zamiast poszukiwać mirażu „czystego” węgla znajdziemy drogę do czystego transportu i wykorzystajmy te środki na zmianę infrastruktury i środków transportu.

A co z dalszym utrzymaniem systemu? Dobry ekologiczny transport kosztuje. A jeśli kosztuje, to miasta może być na niego nie stać. Ceny biletów również mogą być zaporowo drogie, a tego mieszkańcy na pewno by nie chcieli.

Rozważmy zatem i ten problem. Celujmy przy tym od razu w nieodpłatny transport publiczny. Darmowa komunikacja to rozwiązanie nowatorskie, ale spotykane. Przykładami są np. Żory, Nysa, Kościerzyna, Tallin, Sydney, Perth, Melbourne, Sheffield, Calgary, Seattle, Portland, Baltimore, Cardiff i coraz więcej innych miast³⁸.

Skąd wziąć pieniądze na sfinansowanie transportu? Zaczniemy od tego, że w polskich miastach dotacje do transportu miejskiego pokrywają dwie trzecie kosztów, a bilety – pozostałą część. Mowa jest o zwiększeniu dotacji o połowę. Jeśli dobrze to zrobimy, to wydatki miasta się nie zmienią. W wyniku wprowadzenia darmowej komunikacji kolejna część kierowców wysiadzie z aut, jeśli jeszcze tego nie zrobili po wprowadzeniu priorytetów dla komunikacji publicznej.

Jakie będą korzyści gospodarcze? W związku ze spadkiem liczby aut na ulicach miasto będzie mogło ograniczyć program inwestycyjny budowy nowych dróg i parkingów. Miasto odkorkuje się, co da olbrzymie zyski czasowe ludziom (a czas to pieniądz oraz komfort życia). Negatywne

³⁷ *Turbines Could Power the Next Generation of Trucks*, Bloomberg, 2015; Max Ehrenfreund, *Should the U.S. Army buy a hybrid tank?*, „The Washington Post”, 28.05.2013, <https://www.washingtonpost.com/news/innovations/wp/2013/05/28/should-the-u-s-army-buy-a-hybrid-tank> [dostęp 10.02.2017].

³⁸ *Free Fare Public Transport Cities*, <https://farefreepublictransport.com/city/>.

koszty transportu szacuje się w Polsce na 7% PKB³⁹. Zmniejszenie ruchu samochodowego spowoduje spadek zużycia (importowanego) paliwa. Poprawi się bezpieczeństwo energetyczne, a zaoszczędzone pieniądze pozostaną w lokalnej gospodarce. Nieodpłatny transport publiczny zwiększy też mobilność pracowników i podniesie tym samym atrakcyjność miasta dla inwestorów.

Jakie będą korzyści społeczne? Co z jakością życia mieszkańców? Wprowadzenie darmowej komunikacji przyczyni się do niwelowania nierówności społecznych i wyrównywania szans w czasach narastających problemów gospodarczych. Będzie można wyłączyć z ruchu więcej ulic. Po ich przerobieniu na deptaki, ogródki kawiarniane itp. życie miejskie rozkwitnie, a wartość mieszkań i lokali handlowych wzrośnie. Na odkorkowanych ulicach łatwiej będzie wytyczyć ścieżki rowerowe i buspasy. Dzięki odkorkowaniu miasta poprawi się czas przejazdu, także samochodem. Nastąpi przesunięcie sposobu myślenia społeczeństwa z „miasto dla aut” na „miasto dla ludzi”.

W kulturze „samochodocentrycznej” ludzie mieszkają w jednym miejscu, a pracują w innym. Spędzając czas daleko od domu z ludźmi mieszkającymi daleko od nas, nie poznajemy swoich sąsiadów i w związku z tym nie ufamy im. Ulice stają się niebezpieczne, nie wypuszczamy dzieci z domów do momentu, aż stają się dorosłymi ludźmi. Czterdzieści lat temu 80% dzieci w wieku 7–8 lat chodziło samodzielnie do szkoły⁴⁰. Dzisiaj jest to zdecydowana mniejszość, wielu rodzicom wydaje się to wręcz niewyobrażalne. Podczas gdy wcześniej dzieci uczyły się samodzielności w czasie zabawy na dworze, dziś wożone są przez rodziców z zajęć na zajęcia – oczywiście samochodem. Większa liczba ludzi na ulicach (a mniejsza zamkniętych w samochodach) to także wzrost bezpieczeństwa mieszkańców miasta, szczególnie najmłodszych.

Podczas wleczenia się w korku u kierowców narasta irytacja, którą później przenoszą do pracy i domu. Nawet jeśli dojazd komunikacją miejską potrwa tyle samo, będzie to czas bez napięcia uwagi i stresu, lecz z gazetą, książką lub smartfonem, ewentualnie spędzony na spokojnym spoglądaniu przez okno.

Gdy przeprowadzimy zmiany w sposobie podróżowania radykalnie obniżające emisje gazów cieplarnianych, uzyskamy jednocześnie mnóstwo dodatkowych korzyści zdrowotnych i ekologicznych.

Unikniemy przede wszystkim emisji szkodliwych dla zdrowia pyłów i gazów wydzielanych przez silniki spalinowe. W Polsce w wielu zlokalizowanych na terenach miejskich strefach nadmiernie zanieczyszczonych pyłem istotnym czynnikiem zwiększającym zanieczyszczenie jest właśnie transport drogowy. Na przykład w Warszawie odpowiada on za ok. 70% emisji pyłów PM10. Według pomiarów na stacji mierzącej zanieczyszczenia komunikacyjne w stolicy naszego kraju w 2015 roku było 80 dni z przekroczonym dobowym poziomem dopuszczalnym

³⁹ *Diagnoza polskiego transportu*, Ministerstwo Infrastruktury, 2011.

⁴⁰ *Transport drogowy*, Ziemia na Rozdrożu, <http://ziemianarozdrozu.pl/encyklopedia/44/transport-drogowy> [dostęp 4.08.2017], Elkin Susan, *Only 25 per cent of children walk to school alone compared to 86 per cent in 1971. What went wrong?*, „Independent”, styczeń 2013 oraz *Children's independent mobility: a comparative study in England and Germany (1971–2010)*, Policy Studies Institute, London 2012.

pyłu PM10 w powietrzu. Było to o 45 dni więcej niż określony poziom dopuszczalny⁴¹. To trzeba zmienić.

Unikniemy także bezpośredniego zagrożenia płynącego z transportu dla zdrowia i życia ludzi. Mimo że w latach 2006–2014 liczba ofiar śmiertelnych wypadków drogowych w Polsce zmalała o ok. 44% – do 2938 ofiar, na tle 27 krajów Unii Europejskiej w liczbie zabitych w wypadkach drogowych na 1 mln mieszkańców Polska jest znacznie powyżej średniej z 77 wypadkami śmiertelnymi wobec 51,5 w całej Europie⁴².

Wraz z mniej emisyjnym transportem mamy szansę ograniczyć także presję transportu na obszary przyrodnicze. Na pewno będzie również ciszej, choćby tylko ze względu na mniejszą liczbę pojazdów na ulicach.

Na rewolucji transportowej skorzystają też wizerunkowo samorząd i rząd. Władze zyskują wizerunek innowacyjnych, myślących nieszablonowo liderów, których działania są znane nie tylko w Polsce czy Europie, lecz na całym świecie. Darmowy transport powinien spodobać się wyborcom.

Rewolucja już trwa

Są miejsca nie tylko na świecie i w Europie, lecz także w Polsce, gdzie miasta i transport radykalnie się zmieniają i wprowadzają rozwiązania znacznie mniej szkodzące środowisku. Lublin radykalnie poprawia i rozbudowuje swoją sieć trolejbusową. Żory wypróbowały, jak może funkcjonować darmowa komunikacja. Olsztyn to pierwsze miasto w Polsce, które po wielu latach wprowadziło na nowo w mieście sieć tramwajową, od razu tworząc linie uprzywilejowane w ruchu drogowym. Linie tramwajowe rozbudowuje się w Częstochowie, Szczecinie, Warszawie i Krakowie. Stolica Polski to nie tylko miasto z dwiema liniami metra, ale też aktywnie wdrażające integrację biletową z koleją oraz posiadające kilka linii szybkiej kolei miejskiej, która na kierunku wschód–zachód zastępuje z powodzeniem transport podziemny, bijąc go na głowę pod względem prędkości podróży. Radom to przykład miasta, w którym jedną decyzją władz – poprzez umożliwienie poruszania się rowerów na wszystkich drogach jednokierunkowych w obydwu kierunkach – znacznie poprawiono warunki ruchu rowerowego w mieście.

Jednak niech nie zmyli nas postępująca fala pozytywnych rozwiązań, ponieważ **do zrobienia zostało jeszcze bardzo dużo**. Choć różne rozwiązania są wdrażane w wielu miastach, nie ma jeszcze miejsca w Polsce, gdzie wszystko przebiegałoby w jednym pożądanym kierunku. Nadal budujemy niepotrzebne zbyt szerokie drogi włączające ruch samochodowy do śródmieść, pozwalamy samochodom zajmować niemal każde wolne miejsce naszych chodników, a autobusom – stać w korkach. Niemal całkowicie zaniedbana jest energetyczna sfera rewolucji transportowej.

⁴¹ *Roczna ocena jakości powietrza w województwie mazowieckim – raport za rok 2015*, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Warszawie, Warszawa 2016.

⁴² *Wypadki drogowe w Polsce w 2015 roku*, Komenda Główna Policji, Warszawa 2016.



Instrumenty polityki klimatycznej UE

Agata Golec

Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju

KLUCZOWE ZAGADNIENIA

Polska angażuje się w międzynarodową politykę klimatyczną od dekad i była aktywna w tym obszarze, zanim jeszcze stała się członkiem Unii Europejskiej.

Pomimo często powtarzanych tez o tym, że polityka klimatyczna stanowi zagrożenie dla bezpieczeństwa energetycznego kraju i konkurencyjności naszej gospodarki, wraz ze spadkiem emisji od 1988 roku o ok. 30% polskie PKB wrosło o ponad 100%.

System handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS) to podstawowy instrument unijnej polityki klimatycznej, który ma mobilizować do inwestycji w technologie niskoemisyjne i generować środki na transformację energetyczną.

Przychody z aukcji uprawnień do emisji CO₂ mogą i powinny stanowić dodatkowe wsparcie dla rozwoju niskoemisyjnej gospodarki Polski.

W krajach takich jak Chiny, Kanada, USA też działają systemy handlu uprawnieniami do emisji, choć system EU ETS jest na razie największy.

Wbrew powszechnym obawom polityka klimatyczna i związana z nią redukcja emisji gazów cieplarnianych to szanse na rozwój polskiej gospodarki.

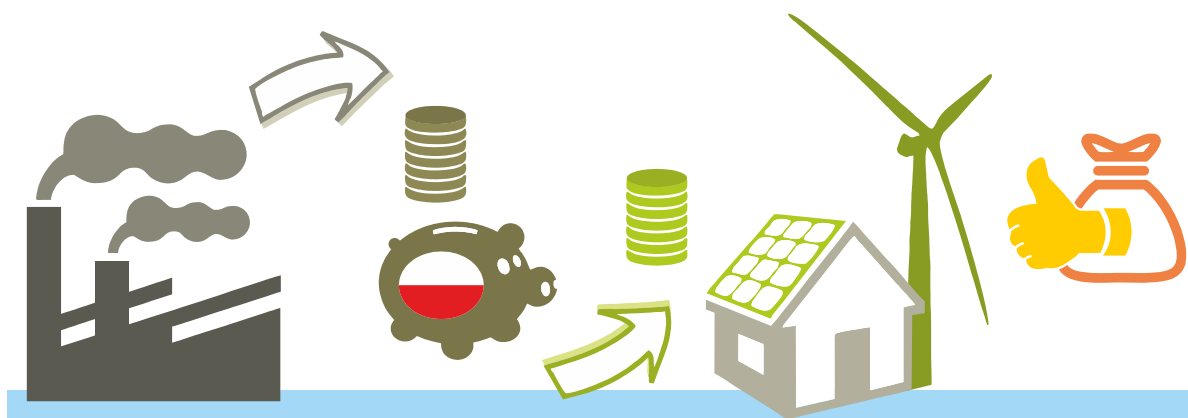
Wstęp

Zapewne nieraz słyszysz w mediach o „zastrzaniu” polityki klimatycznej i o tym, że przyniesie to fatalne skutki dla polskiej gospodarki. O tym, że można (i powinno się) prowadzić zrównoważony rozwój (zarówno jeśli chodzi o środowisko, jak i gospodarkę oraz społeczeństwo), piszemy w rozdziale 3. Warto natomiast zastanowić się, czy polityka klimatyczna może się w ogóle „zastrząć”.

Najważniejsze w retoryce polityki ochrony klimatu jest zrozumienie, że jest to polityka długofalowa, która nie kończy się na pewnych średnioterminowych okresach ustalanych przez rządzących. Celem polityki klimatycznej jest doprowadzenie do neutralności klimatycznej (czy też dekarbonizacji), co oznacza praktycznie wyeliminowanie emisji gazów cieplarnianych przez człowieka lub ich zbilansowanie poprzez ich pochłanianie czy składowanie. Mówienie zatem

o tym, że kolejne cele redukcyjne, np. 20% w 2020 roku i 40% w 2030 roku, są „coraz ostrzejsze” jest nieporozumieniem. Państwa Unii Europejskiej, w tym Polska, która przyjęła cele rekomendowane przez świat nauki (o konieczności redukcji emisji piszemy więcej w rozdziale 1), już dawno temu postanowiły zredukować zdecydowaną większość swoich emisji do 2050 roku – o 80–95% w stosunku do 1990 roku¹. Wszystkie cele pośrednie są pochodną tego postanowienia i naturalną kontynuacją prowadzonej już od dawna polityki klimatycznej.

Mówi się nieraz o tym, że Unia Europejska nakłada na nas podatki. Wynika to z bardzo płytkiego zrozumienia tego, czym jest polityka klimatyczna, z czego ona wynika i na czym polegają jej mechanizmy. Ważne jest zrozumienie, że system handlu uprawnieniami do emisji CO₂ nie jest podatkiem na rzecz Komisji Europejskiej, lecz systemem generującym przychody dla państwa polskiego. Co więcej, generowane w ten sposób środki z założenia powinny być przeznaczane na inwestowanie w polską gospodarkę i jej zrównoważony rozwój. To, że zwykły obywatel nie widzi, jak system działa (albo jak powinien działać), wynika z tego, że rzadko kiedy osoby publiczne poruszają ten temat w swoich działaniach czy wystąpieniach publicznych. Następnym razem, gdy będziesz korzystał z nowego tramwaju, pociągu lub dotacji na ogrzewanie mieszkania, przypomnij sobie, że z dużym prawdopodobieństwem środki te pochodzą z EU ETS.



RYSUNEK 8.1. Uproszczony schemat funkcjonowania systemu handlu emisjami. Opracowanie własne autora.

Dlaczego polityka klimatyczna jest ważna?

Zgodnie z wytycznymi Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC), aby utrzymać wzrost temperatury globalnej poniżej 2°C, koncentracja gazów cieplarnianych w atmosferze nie może przekroczyć 450–530 ppm CO_{2eq}². Wymaga to zmniejszenia światowej emisji gazów

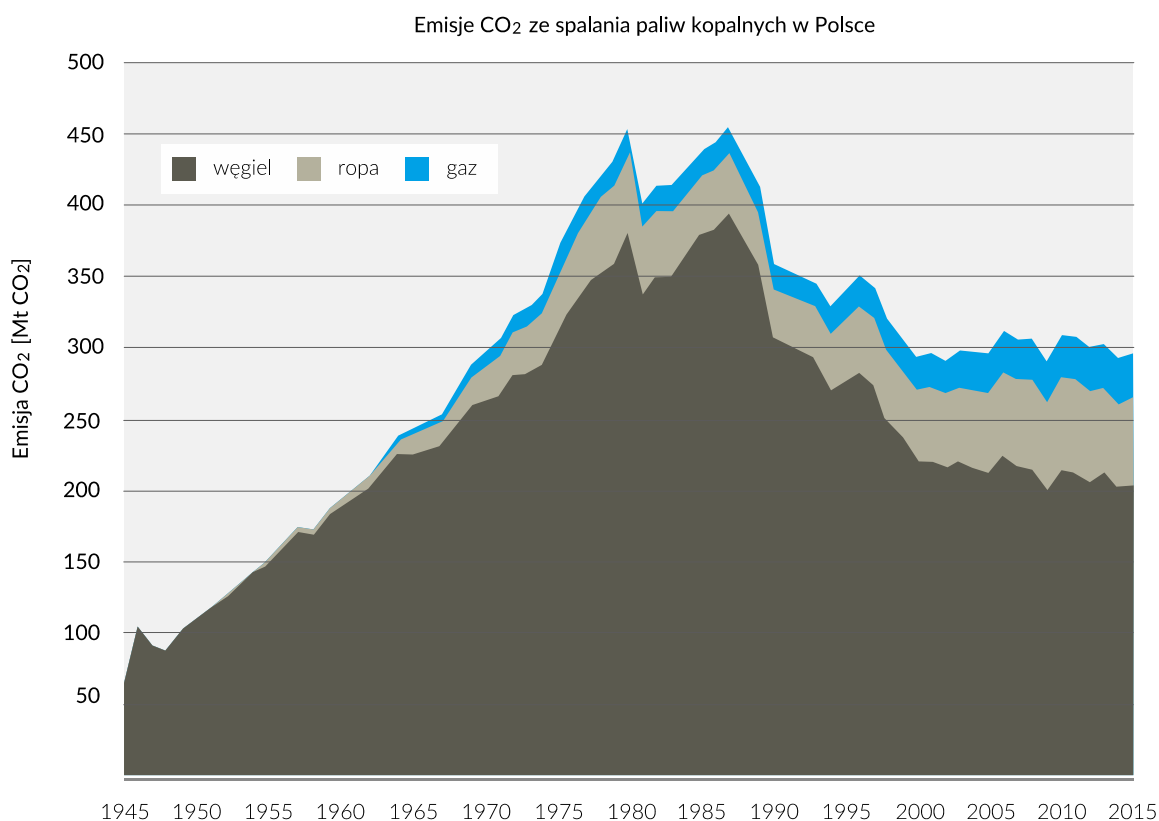
¹ Council Conclusions on EU position for the Copenhagen Climate Conference, http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/envir/110634.pdf [dostęp 10.11.2016].

² Summary for Policymakers [w:] Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, red. Ottmar Edenhofer, Youba Sokona i in., International Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, Wielka Brytania i Nowy Jork, USA, 2014, s. 13.

cieplarnianych do 2050 roku praktycznie do zera. Osiągnięcie tego celu jest nie lada wyzwaniem, wymaga bowiem współpracy ponad 190 państw o różnym poziomie rozwoju i różnych interesach politycznych. Oprócz sformułowania pułapu dopuszczalnych emisji konieczne jest określenie zobowiązań poszczególnych państw w zależności od ich historycznej odpowiedzialności, potencjału redukcyjnego, a także zamożności. Aby z powodzeniem wdrażać przyjęte rozwiązania, niezbędne jest także wsparcie odpowiednich mechanizmów rynkowych i finansowych³. Światowa polityka energetyczno-klimatyczna toczy się równolegle na wielu poziomach. Nietłwym zadaniem jest więc koordynacja celów globalnych z polityką poszczególnych państw i ich związków (takich jak Unia Europejska), z uwzględnieniem działań prowadzonych na poziomie regionalnym i lokalnym.

A jak wygląda to w Polsce?

Mimo że Polska była zaangażowana w międzynarodowe negocjacje klimatyczne już w latach 90. XX wieku, przed wstąpieniem do Unii Europejskiej nie prowadziła aktywnej polityki klimatycznej. Zaistniałe ograniczenie emisji było bardziej efektem przemian ustrojowych i gospodarczych niż działań dedykowanych ochronie klimatu.



RYСУNEK 8.2. Historyczne emisje CO₂ ze spalania paliw kopalnych w Polsce⁴.

³ Andrzej Kassenberg (red.), *Powiatowy poradnik klimatyczny*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2014, s. 20–21.

⁴ Opracował Marcin Popkiewicz na podstawie CDIAC, BP. 4.

Obecnie w Polsce nadal brakuje odpowiedniej, rodzimej polityki w tym zakresie. Co prawda nasz kraj aktywnie uczestniczy w konsultacjach międzynarodowych dokumentów określających limity emisji gazów cieplarnianych, w negocjacjach dominuje jednak postawa defensywna, podkreślająca wyjątkową specyfikę polskiej gospodarki (uzależnienie od węgla) oraz potrzebę dalszych, często nieuzasadnionych inwestycji w energetykę węglową i przemysł wydobywczy. Polityka klimatyczna jest w Polsce wciąż postrzegana jako zagrożenie dla bezpieczeństwa energetycznego kraju i konkurencyjności gospodarki. Tymczasem polityka klimatyczna daje nam szansę na korzystną transformację w kierunku gospodarki niskoemisyjnej.

Międzynarodowe negocjacje klimatyczne

Postulaty dotyczące ograniczenia emisji gazów cieplarnianych pojawiły się już w latach 70. XX wieku. Pierwszą międzynarodową umową dotyczącą tej kwestii jest *Ramowa konwencja w sprawie Zmian Klimatu ONZ*⁵ (zwana potocznie konwencją klimatyczną), podpisana w 1992 roku, podczas szczytu Ziemi w Rio de Janeiro. Polska była uczestnikiem szczytu i ratyfikowała dokument w 1994 roku.

Od 1995 roku organizowane są coroczne konferencje stron Konwencji (ang. *Conferences of the Parties* – COP), nazywane powszechnie „szczytami klimatycznymi”. Podczas COP 3 w 1997 roku podpisano protokół z Kioto⁶ – międzynarodowe porozumienie wprowadzające limity emisji dla krajów rozwiniętych i z gospodarkami w okresie transformacji. Wszedł on w życie 16 lutego 2005 roku, po ratyfikacji przez 141 krajów emitujących 61% całej światowej emisji gazów cieplarnianych⁷.

Protokół z Kioto

Protokół z Kioto zawiera wiążące i ilościowe cele związane z ograniczeniem i redukcją emisji gazów cieplarnianych⁸, ustanowione zgodnie z zasadą „wspólna odpowiedzialność – zróżnicowane zobowiązania”. Od krajów uprzemysłowionych (wymienionych w *Załączniku I* do *Ramowej konwencji*) oczekiwano redukcji emisji o co najmniej 5% w stosunku do poziomu z 1990 roku. Dokładne zobowiązania redukcyjne przedstawiono w *Załączniku B* do protokołu. Dla Polski ustalono cel 6% redukcji, a za bazowy przyjęto 1988 rok, a nie standardowy 1990 – już sam ten zabieg pozwolił nam wykazać redukcję emisji o 20%! W ramach protokołu z Kioto został wprowadzony globalny system handlu emisjami.

⁵ *Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu* (ang. *United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC lub FCCC) ratyfikowana przez Polskę 15 września 1995 roku (Dz. U. 1996 nr 53 poz. 239).

⁶ Protokół z Kioto do *Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu* sporządzony w Kioto 11 grudnia 1997 roku (Dz. U. z 2005 r. nr 203 poz. 1684).

⁷ Po ratyfikacji protokołu przez Rosję wypełniono warunek 2×55 , czyli ratyfikacji przez co najmniej 55 krajów odpowiedzialnych za co najmniej 55% światowej emisji.

⁸ Zgodnie z *Załącznikiem A* do protokołu są to dwutlenek węgla (CO₂), metan (CH₄), podtlenek azotu (N₂O), fluorowęglowodory (HFC), perfluorowęglowodory (PFC) i sześćfluorek siarki (SF₆).

Aby ułatwić wypełnienie zobowiązań i zmniejszyć koszty związane z ograniczeniem emisji, wprowadzono następujące mechanizmy rynkowe (tzw. elastyczne) umożliwiające redukcję emisji gazów cieplarnianych za granicą:

- mechanizm wspólnych wdrożeń (ang. joint implementation – JI)⁹
- mechanizm czystego rozwoju (ang. clean development mechanism – CDM)¹⁰
- międzynarodowy handel emisjami (ang. international Emission Trading – IET).

Mechanizmy te tworzą rynek węglowy (rynek CO₂), na którym przedmiotem obrotu są międzynarodowe jednostki Kioto, wyrażane w ekwiwalencie dwutlenku węgla (CO₂eq):

- jednostki przyznanej emisji (ang. assigned amount units – **AAU**) – uprawnienia do emisji przyznawane państwom z Załącznika I,
- jednostki poświadczonej redukcji emisji (ang. certified emission reduction – **CER**) – jednostki generowane przez państwa uprzemysłowione w ramach realizacji projektów CDM w krajach rozwijających się,
- jednostki redukcji emisji (ang. emission reduction units – **ERU**) – jednostki generowane w ramach realizacji projektów JI przez kraje z Załącznika I,
- jednostki pochłaniania (ang. removal units – **RMU**) – uzyskiwane jako rezultat działań zwiększających pochłanianie gazów cieplarnianych w obszarze użytkowania gruntów, zmiany użytkowania gruntów oraz leśnictwa¹¹.

Droga do globalnego porozumienia

Podczas COP 13, który odbył się w 2007 roku na Bali, państwa konwencji uznały potrzebę opracowania dokumentu mającego w przyszłości zastąpić obowiązujący do 2012 roku protokół z Kioto, po to, aby mierzalne obowiązki redukcyjne obowiązywały również dynamicznie rozwijające się gospodarki wschodzące (Chiny, Indie, Brazylię, Koreę itp.). Niestety podczas kolejnych szczytów klimatycznych nie udało się dojść do porozumienia i ustalić wiążących zobowiązań redukcji emisji¹². W związku z tym w 2012 roku, podczas COP 18 w Doha, obowiązywanie protokołu z Kioto przedłużono do 2020 roku¹³. Kolejne konferencje poświęcone były dalszym pracom nad międzynarodowym porozumieniem klimatycznym, które udało się osiągnąć dopiero podczas COP 21 w Paryżu w 2015 roku. Proces ratyfikacji dokumentu rozpoczął się 22 kwietnia 2016 roku w Nowym Jorku i potrwa do 21 kwietnia 2017 roku. Wymogi formalne niezbędne do wejścia umowy w życie (ratyfikacja przez co najmniej

⁹ Mechanizm projektowy, w ramach którego jeden kraj rozwinięty inwestuje w rozwiązania prowadzące do redukcji emisji na terenie innego państwa rozwiniętego.

¹⁰ Mechanizm projektowy, w ramach którego jeden kraj rozwinięty inwestuje w rozwiązania prowadzące do redukcji emisji na terenie państwa rozwijającego się (spoza Aneksu I).

¹¹ *Instrumenty redukcji emisji. Informacja ogólna*, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), 24.11.2014, <http://www.kobize.pl/pl/article/instrumenty-redukcji-emisji/id/332/informacja-ogolna> [dostęp 10.02.2017].

¹² Mirosław Sobolewski, *Jaka przyszłość negocjacji w sprawie ochrony klimatu?*, 5.03.2010, http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/polityka-klimatyczna/jaka_przyszlosc_negocjacji_w_sprawie_ochrony_klimatu_ [dostęp 10.02.2017].

¹³ *Protokół z Kioto przedłużony – Ministerstwo Środowiska o COP 18*, 12.12.2012, <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/polityka-klimatyczna/cop-18-oczami-ministerstwa-srodowiska-protokol-z-kioto-przedluzony> [dostęp 10.02.2017]. Prezydent RP Andrzej Duda odmówił ratyfikacji poprawki dauhańskiej, nie miało to jednak wpływu na jej wdrożenie.

55 państw, odpowiadających w sumie za co najmniej 55% światowych emisji gazów cieplarnianych) zostały spełnione 5 października 2016 roku. Porozumienie klimatyczne weszło w życie 4 listopada 2016 roku, czyli tuż przed szczytem klimatycznym COP 22 w Marrakeszu.

W momencie powstawania niniejszego materiału dokumenty ratyfikacyjne przekazały już 155 państwa ze 197 stron konwencji¹⁴, w tym najwięksi emitenci, czyli Chiny i Stany Zjednoczone. Fakt ratyfikacji dokumentu przez te państwa jest jednocześnie symbolicznym pojednaniem świata rozwiniętego i rozwijającego się w ramach polityki klimatycznej. Nałożenie na siebie przez Chiny obowiązków klimatycznych sprawia, że dotychczasowe wymówki innych państw „bo inni nic nie robią” stały się bezprzedmiotowe.

Kluczowe ustalenia globalnego porozumienia klimatycznego zawartego podczas COP 21 w 2015 roku¹⁵:

- utrzymanie wzrostu globalnych średnich temperatur na poziomie **poniżej 2°C** w stosunku do okresu przedprzemysłowego i kontynuowanie wysiłków na rzecz ograniczenia wzrostu temperatur do 1,5°C;
- dążenie do jak najszybszego osiągnięcia **szczytu emisji gazów cieplarnianych**, po którym nastąpi szybka **redukcja emisji** mająca na celu osiągnięcie równowagi pomiędzy antropogenicznymi źródłami emisji i pochłanianiem gazów cieplarnianych (zerowe emisje netto, neutralność klimatyczna);
- realizacja i pogłębianie **dobrowolnych zobowiązań do redukcji emisji**, przedstawionych przez kraje przystępujące do porozumienia (ang. *intended nationally determined contributions* – INDC), obejmujących cele do realizacji w latach 2020–2030;
- **wsparcie finansowe** dla krajów szczególnie narażonych na zmianę klimatu (mechanizm kompensacji szkód) oraz dla krajów rozwijających się chcących inwestować w ograniczanie emisji i adaptację do zmian klimatu (Zielony Fundusz Klimatyczny zasilany sumą 100 mld dolarów rocznie począwszy od 2020 roku)¹⁶.

Przyjęte w Paryżu porozumienie nie jest w pełni wiążące i zakłada, że każdy kraj będzie się trzymał dobrowolnie wyznaczonych przez siebie celów redukcji emisji, tzw. INDC. Już teraz wiadomo, że zgłaszane przez poszczególne państwa INDC są zbyt słabe, by zapewnić realizację celów umowy. Jeżeli po 2030 roku cele redukcyjne pozostałyby na podobnym poziomie co w przyjętych obecnie zobowiązaniach, to do 2100 roku można by się spodziewać wzrostu średniej temperatury powierzchni Ziemi o 2,6–3,1°C¹⁷.

Co więcej, znaczna część kontrybucji krajów rozwijających się jest uzależniana od spełnienia szeregu warunków. Brakuje także mocnych zapisów dotyczących finansowych zobowiązań krajów rozwiniętych wobec krajów rozwijających się. Umowa ma więc charakter dość ramowy

¹⁴ *Paris Agreement – Status of Ratification*, http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php [dostęp 28.07.2017].

¹⁵ Porozumienie paryskie przyjęte przez 195 krajów na konferencji klimatycznej w Paryżu 12 grudnia 2015 roku ma wejść w życie w 2020 roku. Zob. http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf [dostęp 10.02.2017].

¹⁶ Marcin Popkiewicz, *Porozumienie klimatyczne w Paryżu*, 13.12.2015, <http://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/porozumienie-klimatyczne-w-paryzu-124> [dostęp 10.02.2017].

¹⁷ Joeri Rogelj, Michel den Elzen, Niklas Höhne, Taryn Fransen, Hanna Fekete, Harald Winkler, Roberto Schaeffer, Fu Sha, Keywan Riahi, Malte Meinshausen, *Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2°C*, „Nature” 2016, 534, s. 631–639.

i dopiero w kolejnych decyzjach przyjmowanych w ramach negocjacji będzie uzupełniana o szczegółowe zapisy dotyczące jej wdrażania¹⁸. Istotne są jednak mechanizmy transparentności, które zobowiązują państwa do sprawozdawania postępu swoich działań. Porozumienia międzynarodowe działają głównie na zasadzie dobrowolności i wizerunku (dyplomacji), co sprawia, że ich skuteczność zależy od sprawnych działań dyplomatycznych i narzędzi nacisku w rękach społeczeństwa obywatelskiego.

Porozumienie paryskie a Polska

Polska jako członek Unii Europejskiej była sceptyczna w kwestii przyjęcia celu redukcji emisji o 40% w 2030 roku na terenie wspólnoty, co znalazło odbicie w dyskusji dotyczącej zarówno ram polityki klimatyczno-energetycznej do 2030 roku, jak i stanowiska negocjacyjnego Unii na konferencję stron w Paryżu. Ostatecznie zawarto w nim zobowiązanie UE do redukcji emisji CO₂ o 40% do 2030 roku względem poziomu z 1990 roku oraz przegląd postępów co pięć lat. Równocześnie, na wniosek Polski¹⁹, określenie „dekarbonizacja” zastąpiono w tekście „neutralnością klimatyczną”²⁰. Dekarbonizację rozumiano bowiem jako zagrażający polskiemu *status quo* postulat wykluczenia węgla z miksu energetycznego. Neutralność klimatyczna dopuszcza zaś dążenie do zerowych emisji netto bez nacisku na rezygnację ze spalania paliw kopalnych. Oprócz technologii wychwytywania i składowania CO₂ (ang. *carbon capture and storage*, CCS) lub jego użytku (ang. *carbon capture and usage*, CCU) do bilansowania emisji miałyby się przyczynić także naturalne pochłanianie w ramach zrównoważonej gospodarki leśnej. Podobny zapis znalazł się w porozumieniu paryskim.

Ograniczanie emisji CO₂ poprzez wykorzystanie lasów ma być istotnym elementem polskiej polityki klimatycznej. Lasy państwowe przekonują, że tzw. leśne gospodarstwa węglowe mogą w sumie wychwycić 20% emisji wskazanych w zobowiązaniach Polski²¹. Koszt redukcji 1 t węgla metodą CCS to 100 euro, a koszt tony pochłoniętej przez las ma kosztować zaledwie 3 euro. Pilotażowy program ma być realizowany od 2017 do 2020 roku. Listy intencyjne podpisano m.in. z dużymi firmami z sektora energetycznego: PGNiG, PKN Orlen, Tauronem i ENEA. Po zakończeniu eksperymentu jednostki emisji mają być dostępne na wolnym rynku, za pośrednictwem portalu o nazwie *e-węgiel*, który ma być platformą aukcyjną umożliwiającą handel emisjami CO₂ pochłanianymi przez lasy²².

Jak na kraj znajdujący się w grupie 40 najbogatszych państw świata, Polska stosunkowo skromnie wspiera Zielony Fundusz Klimatyczny. Z jego danych z czerwca 2016 roku wynika,

¹⁸ Urszula Stefanowicz, *Powiązania między poziomem międzynarodowym a lokalnym w polityce klimatycznej*, Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, Warszawa 2016.

¹⁹ *EurActiv.pl: UE przygotowuje się na COP 21. Neutralność klimatyczna zamiast dekarbonizacji*, 21.09.2015, <http://biznesalert.pl/euractiv-pl-ue-przygotowuje-sie-na-cop21-neutralnosc-klimatyczna-zamiast-dekarbonizacji/> [dostęp 10.02.2017].

²⁰ Z ang. *climate neutrality*; tekst mandatu: <http://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2015/09/18-conclusions-un-climate-change-conference-paris-2015/> [dostęp 10.02.2017].

²¹ *Leśne gospodarstwa węglowe. Polski pomysł na walkę z emisją CO₂*, 27.04.2016, <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/polityka-klimatyczna/lesne-gospodarstwa-weglowe-polski-pomysl-na-walke-z-emisja-cod2d> [dostęp 10.02.2017].

²² Tomasz Zielonka, *Lasy mogą pochłaniać więcej CO₂*, Lasy Państwowe, 29.04.2016, <http://www.lasy.gov.pl/informacje/aktualnosci/lasy-moga-pochlonac-wiecej-co2> [dostęp 10.02.2017].

że do tej pory wkład Polski wyniósł 110 tys. dolarów, czyli poniżej 1 centa na mieszkańca. Podczas szczytu klimatycznego w Paryżu premier Beata Szydło zadeklarowała, że Polska, choć nie ma obowiązku, jest gotowa do 2020 roku wyasygnować 8 mln dolarów²³. Dla porównania Korea Południowa zadeklarowała 100 mln dolarów wkładu do funduszu (1,99 dolara na mieszkańca), Stany Zjednoczone 3 mld dolarów (9,41 dolara na mieszkańca), a Szwecja 581 mln dolarów (co daje niemal 60 dolarów na mieszkańca)²⁴.

Polityka klimatyczna Unii Europejskiej

Unia Europejska od wielu lat prowadzi aktywną politykę ochrony klimatu. W ramach protokołu z Kioto kraje, które wstąpiły do Unii przed 2004 rokiem (UE-15) zobowiązały się do wspólnego ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w latach 2008–2012 o 8% w porównaniu do 1990 roku. W 2012 roku UE-15 osiągnęła redukcję znacznie powyżej tego celu, bo wynoszącą aż 12,2%²⁵.

Europejski system handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych w wybranych sektorach gospodarki (EU ETS)

Głównym narzędziem realizacji unijnej polityki klimatyczno-energetycznej jest system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS). Ma on z jednej strony zachęcać do ograniczania emisji w określonych sektorach, a z drugiej generować środki na inwestycje wspierające rozwój niskoemisyjnej gospodarki.

Zgodnie z dyrektywą 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 13 października 2003 roku ustanawiającą system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we wspólnocie oraz zmieniającą dyrektywę Rady 96/61/WE przedsiębiorstwo emitujące gazy cieplarniane musi posiadać uprawnienia do tej emisji²⁶.

System EU ETS obejmuje ponad 11 tys. instalacji w sektorze elektroenergetycznym i energochłonnych sektorach przemysłowych (m.in. produkcja stali, cementu nawozów, papieru i szkła) w 31 krajach. Poza państwami członkowskimi UE system obejmuje Norwegię, Islandię i Liechtenstein. W Polsce systemem objętych jest aktualnie ok. 750 instalacji²⁷. W 2012 roku do EU ETS włączono także sektor lotnictwa²⁸. Dyskutowana jest możliwość objęcia nim

²³ Polska da 8 mln dol. na Zielony Fundusz Klimatyczny. Starczy na jeden projekt, PAP, 2.12.2015, <http://www.polskie-radio.pl/42/273/Artykul/1552604,Polska-da-8-mln-dol-na-Zielony-Fundusz-Klimatyczny-Starczy-na-jeden-projekt> [dostęp 10.02.2017].

²⁴ Resources Mobilized, Green Investment Fund, <http://www.greenclimate.fund/partners/contributors/resource-mobilization> [dostęp 10.02.2017].

²⁵ Trends and projections in Europe 2013 – Tracking progress towards Europe's climate and energy targets until 2020, European Environment Agency, 9.10.2013, <http://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-2013> [dostęp 10.02.2017].

²⁶ Pełna lista rodzajów przedsiębiorstw i gazów cieplarnianych objętych systemem EU ETS znajduje się w załączniku I do dyrektywy, Dz. U. L 275 z 25.10.2003, s. 32, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2003L0087:20090625:PL:PDF> [dostęp 10.02.2017].

²⁷ Instrumenty redukcji emisji..., KOBiZE, dz. cyt.

²⁸ The EU Emissions Trading System (EU ETS), http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm [dostęp 10.02.2017].

również całego sektora transportowego, jednak do tej pory nie podjęto wiążących decyzji w tej sprawie. EU ETS obejmuje 45% emisji gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej i stanowi 75% światowego rynku handlu uprawnieniami do emisji CO₂²⁹. Podobne systemy istnieją bowiem też w innych krajach i na innych kontynentach. W sumie handel uprawnieniami do emisji funkcjonuje w 35 państwach (poza krajami objętymi EU ETS to także Szwajcaria, Kazachstan, Nowa Zelandia, Korea), 35 stanach lub prowincjach (m.in. w Kalifornii i Quebecu) i 7 miastach (m.in. w Tokio, Pekinie, Szanghaju) (rysunek 8.3)³⁰.



RYSUNEK 8.3. Mapa systemów handlu emisjami (ICAP ETS Map)³¹.

W ramach ustalonego pułapu emisji przedsiębiorstwa otrzymują bezpłatnie lub kupują uprawnienia do emisji. Przydział bezpłatnych uprawnień jest ustalany w oparciu o **benchmarki** (wskaźniki emisyjności), określane na podstawie średnich parametrów 10% najbardziej efektywnych pod względem emisji instalacji w danym sektorze.

EU ETS jest systemem typu *cap and trade*. Jego główne cechy to:

- ustalony z góry maksymalny, dopuszczalny pułap emisji gazów cieplarnianych (*cap*),
- możliwość handlu uprawnieniami między emitentami (*trade*),
- nieznaną przyszły jednostkowy koszt uprawnień do emisji, uzależniony od ich podaży i popytu³².

²⁹ Tamże.

³⁰ *Emissions Trading Worldwide*, International Carbon Action Partnership, 2016, https://icapcarbonaction.com/images/StatusReport2016/ICAP_Status_Report_2016_Online.pdf [dostęp 10.02.2017].

³¹ International Carbon Action Partnership (ICAP), <https://icapcarbonaction.com/en/ets-map> [dostęp 25.09.2016].

W okresie rozliczeniowym 2013–2020 w ramach systemu EU ETS z zasady nie przydziela się bezpłatnych uprawnień instalacjom wytwarzającym energię elektryczną. Dla niektórych państw członkowskich, w tym m.in. dla Polski, wprowadzono jednak wyjątek od tej zasady, tzw. **derogacje**. Zgodnie z nim bezpłatne uprawnienia przyznano instalacjom elektroenergetycznym, które były eksploatowane 31 grudnia 2008 roku lub w przypadku których proces inwestycyjny faktycznie został rozpoczęty najpóźniej tego dnia. Warunkiem do uzyskania derogacji jest wykonanie inwestycji prowadzących do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych o wartości kosztowej równej darmowym uprawnieniom³³.

Przedsiębiorstwa uczestniczące w systemie są zobowiązane do corocznego rozliczania rzeczywistych emisji poprzez umorzenie odpowiedniej liczby uprawnień. Niewykorzystane pozwolenia można zachować na pokrycie swoich przyszłych potrzeb albo np. sprzedać je innej instalacji, która posiada za mało uprawnień³⁴.

System rozpoczął funkcjonowanie w 2005 roku. Przez pierwsze dwa lata działał na zasadzie pilotażu (faza 1 – 2005–2007), dopiero w kolejnym okresie rozliczeniowym wszedł w fazę operacyjną (faza 2 – 2008–2012). Na tym etapie państwowym członkowskim były przydzielane krajowe limity emisji i na ich podstawie opracowywano krajowe plany rozdziału uprawnień określające przydział bezpłatnych uprawnień do emisji dla instalacji objętych systemem EU ETS.

W trzecim okresie rozliczeniowym (faza 3 – 2013–2020) wstrzymano przydział bezpłatnych uprawnień dla instalacji elektroenergetycznych (wyjątkiem od tej reguły objętych jest 10 państw UE: Bułgaria, Cypr, Czechy, Estonia, Litwa, Łotwa, Malta, Polska, Rumunia i Węgry). Przydziału uprawnień poszczególnym instalacjom wciąż dokonują poszczególne państwa członkowskie. Krajowe limity emisji zastąpiono jednym wspólnym celem unijnym, który corocznie ulega zmniejszeniu o 1,74% liczby uprawnień wydanych średniorocznie przez państwa członkowskie w latach 2008–2012. Stopniowe zmniejszanie liczby uprawnień dostępnych na rynku CO₂ ma prowadzić do wzrostu ich cen, co z kolei ma motywować przedsiębiorstwa do redukcji emisji.

Zgodnie z założeniami pakietu 3×20 przechodzenie na system aukcyjny ma się odbywać stopniowo. Udział uprawnień pozyskiwanych aukcyjnie w 2013 roku wynosił 20% (80% pozwoleń za darmo), obecnie stopniowo wzrasta – do 70% w 2020 roku, a od 2027 roku wszystkie uprawnienia mają być odpłatne³⁵.

³² *Wpływy z aukcji ETS jako źródło finansowania niskoemisyjnej modernizacji w Polsce*, Forum Analiz Energetycznych we współpracy z Warszawskim Instytutem Studiów Ekonomicznych, czerwiec 2016, http://www.fae.org.pl/files/file_add/file_add-37.pdf [dostęp 10.02.2017].

³³ *Derogacje*, KOBiZE, 19.05.2015, <http://www.kobize.pl/pl/article/przydzialy-uprawnien-instalacje/id/446/derogacje> [dostęp 10.02.2017].

³⁴ *Instrumenty redukcji emisji...*, KOBiZE, dz. cyt.

³⁵ *Potencjał efektywności energetycznej i redukcji emisji w wybranych grupach użytkownika energii. Droga naprzód do realizacji pakietu klimatyczno-energetycznego*, Fundacja Efektywnego Wykorzystania Energii, Katowice 2009.

TABELA 8.1. Główne różnice pomiędzy okresami rozliczeniowymi w EU ETS³⁶.

I i II okres rozliczeniowy (2005–2007 i 2008–2012)	III okres rozliczeniowy (2013–2020)
Limity krajowe	Limit dla całej UE
Stały limit	Limit zmniejszany co roku
3- i 5-letnie okresy rozliczeniowe	8-letni okres rozliczeniowy
Mały udział sprzedaży (<4%)	Duży udział sprzedaży uprawnień na aukcji (>50%)
Bezpłatny przydział w oparciu o emisję na poziomie instalacji	Bezpłatny przydział w oparciu o z góry określone wskaźniki emisyjności i historyczną produkcję
Bezpłatny przydział uprawnień dla przemysłu na stałym poziomie	Bezpłatny przydział dla przemysłu i na produkcję ciepła na poziomie uzależnionym od rodzaju produktu
Bezpłatny przydział uprawnień na produkcję energii elektrycznej	Brak bezpłatnych przydziałów na produkcję energii elektrycznej (z wyjątkiem tzw. derogacji)
Brak korekty bezpłatnych przydziałów po spadku produkcji	Korekta bezpłatnych przydziałów po spadku produkcji o ponad 50%

Z uwagi na zagrożenie dla konkurencyjności, które może prowadzić do przeniesienia wysoko-emisyjnej produkcji poza UE, do krajów, w których nie obowiązują ograniczenia emisji, wprowadzono znaczące ustępstwa dla sektorów i podsektorów przemysłu narażonych na znaczące ryzyko ucieczki emisji (ang. *carbon leakage*), których wykaz zawarto w decyzji Komisji 2010/2/WE z 24 grudnia 2009 roku³⁷. Producenci w tych gałęziach przemysłu mogą się ubiegać o 100% darmowych uprawnień na warunkach propozycji Komisji zaakceptowanych przez Parlament i Radę.

Jak wynika z raportu holenderskiego think tanku CE Delft³⁸, dodatkowe zyski europejskiego przemysłu energochłonnego z tego tytułu w latach 2008–2014 sięgnęły 8 mld euro (koszty, których uniknięto, i sprzedaż niewykorzystanych uprawnień). Pojawiły się zatem głosy, że koncepcja ucieczki emisji to koncepcja błędna, prowadząca do wzbogacenia przedstawicieli najbardziej emisyjnych sektorów³⁹.

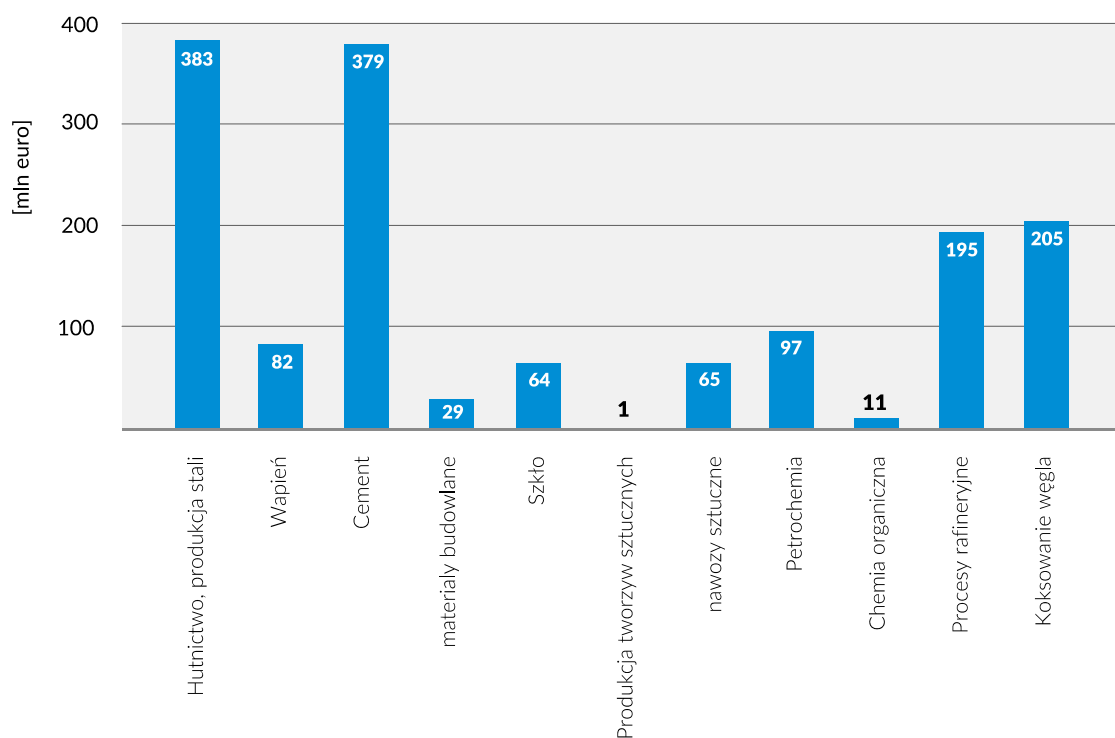
³⁶ Za Krajowym Ośrodkiem Bilansowania i Zarządzania Emisjami.

³⁷ Decyzja Komisji z dnia 24 grudnia 2009 r. ustalająca, zgodnie z dyrektywą 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, wykaz sektorów i podsektorów uważanych za narażone na znaczące ryzyko ucieczki emisji, C(2009) 10251, http://www.kobize.pl/uploads/materialy/wspolnotowe/2009/Decyzja_KE_24_12_2009_pl.pdf [dostęp 10.02.2017].

³⁸ *Calculation of additional profits of sectors and firms from the EU ETS*, CE Delft, marzec 2016, http://www.cedelft.eu/publicatie/calculation_of_additional_profits_of_sectors_and_firms_from_the_eu_ets/1763 [dostęp 10.02.2017].

³⁹ Wojciech Krzyczkowski, *Czy europejski przemysł obłowił się na systemie ETS?*, <http://wysokienapiecie.pl/rynek/1366-czy-europejski-przemysl-oblowil-sie-na-systemie-ets> [dostęp 10.02.2017].

Dodatkowe zyski polskiego przemysłu dzięki ETS, lata 2008-2014



RYSUNEK 8.4. Dodatkowe zyski polskiego przemysłu dzięki EU ETS⁴⁰.

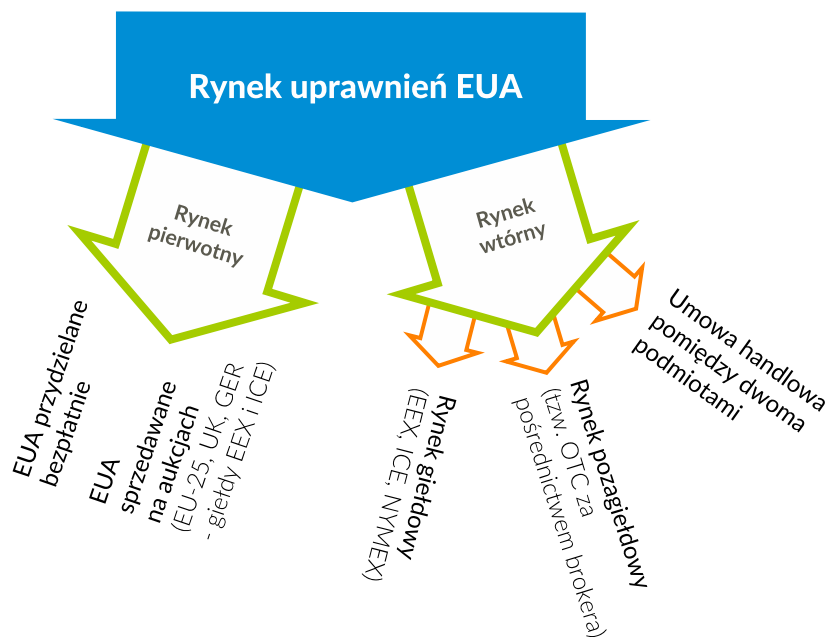
Uprawnienia trafiające na rynek po raz pierwszy (sprzedawane przez państwa objęte systemem ETS i Komisję Europejską) można nabyć na giełdzie Intercontinental Exchange (ICE/ECX) lub European Energy Exchange (EEX). Na rynek pierwotny trafiają też uprawnienia przydzielane bezpłatnie przedsiębiorstwom z sektorów narażonych na ucieczkę emisji, ciepłowniom oraz elektrowniom korzystającym z derogacji. System umożliwia także handel pomiędzy przedsiębiorstwami (ang. *over the counter*, OTC), dzięki czemu przedsiębiorstwa ograniczające emisje mogą zarabiać na sprzedaży uprawnień podmiotom, które tego nie robią. Wcześniej zakupionymi uprawnieniami również można handlować na giełdach.

Kiedy w 2008 roku rozpoczął się drugi etap systemu EU ETS, uprawnienie do emisji jednej tony CO₂ kosztowało ponad 29 euro. Według prognoz Komisji Europejskiej stawka ta miała wzrosnąć do ok. 60 euro w 2016 roku. Jednak na skutek nadmiernego przydziału darmowych pozwoleń oraz recesji gospodarczej na rynku znalazło się zbyt wiele uprawnień do emisji – mamy do czynienia z nadpodażą⁴¹. W konsekwencji ich cena jest dużo niższa od zakładanej. W lipcu 2016 roku ich cena wynosiła średnio 4,6 euro za tonę CO₂⁴². Tymczasem, jak szacują eksperci Komisji Ochrony Środowiska (ENVI) w Parlamencie Europejskim, aby system skłaniał do koniecznego inwestowania w proekologiczne rozwiązania, powinna ona wynosić co najmniej 40 euro.

⁴⁰ Tamże.

⁴¹ Czy wycofanie części uprawnień do emisji to dobry pomysł?, 28.02.2013, <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/zielona-gospodarka/czy-wycofanie-czesci-uprawnien-do-emisji-to-dobry-pomysl> [dostęp 10.02.2017].

⁴² Raport z rynku CO₂, nr 52, KOBiZE, lipiec 2016.



RYSUNEK 8.5. Podział rynku uprawnień do emisji pomiędzy rynek pierwotny i wtórny w bieżącym okresie EU ETS (2013–2020)⁴³.

Aby utrzymać konkurencyjność, Komisja Europejska stara się sterować tym z założenia rynkowym systemem. W obecnym okresie funkcjonowania EU ETS próbuje się ograniczyć liczbę uprawnień będących w obiegu poprzez *backloading*. Mechanizm ten polega na wycofaniu z obrotu określonej liczby uprawnień. W sumie z rynku wycofano 900 mln uprawnień (400 mln w 2014 roku, 300 mln w 2015 i 200 mln w 2016)⁴⁴.

Działanie to nie przynosi jednak zamierzonych skutków, ponieważ z założenia uprawnienia te wrócą na rynek w późniejszym terminie. Komisja Europejska zaproponowała w związku z tym wprowadzenie systemowego instrumentu kontroli cen uprawnień, tzw. **mechanizmu rezerwy stabilizacyjnej rynku EU ETS** (ang. *market stability reserve* – MSR). W czasach osłabienia koniunktury (gdy w gospodarce produkuje się mniej dóbr i energii) Komisja wycofa z rynku część uprawnień, a przywróci je w okresie ożywienia gospodarczego⁴⁵. Zgodnie z decyzją Komisji uprawnienia wycofane z rynku w latach 2014–2016 nie trafią z powrotem na aukcje, a raczej zasilą rezerwę stabilizacyjną⁴⁶.

⁴³ Materiały KOBiZE.

⁴⁴ *Structural reform of the EU ETS*, European Commission, http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/reform/index_en.htm [dostęp 10.02.2017].

⁴⁵ Marta Śmigrowska, *Ręczne sterowanie... niewidzialną ręką rynku*, 23.03.2015, <http://chronmyklimat.pl/projekty/klimapolka/wiadomosci/reczne-sterowanie-niewidzialna-reka-rynku> [dostęp 10.02.2017].

⁴⁶ *Structural reform...*, dz. cyt.

Propozycja reformy systemu EU ETS

W związku z tym, że większość zapisów dyrektywy EU ETS obowiązuje do 2020 roku, konieczna jest reforma systemu. Rada Europejska (przywódcy państw UE) przyjęli w październiku 2015 roku ramy tej reformy⁴⁷. Obecnie trwają prace nad regulacjami dla IV okresu rozliczeniowego EU ETS obejmującego lata 2021–2030.

W lipcu 2015 roku Komisja Europejska opublikowała propozycję dyrektywy zmieniającej dyrektywę 2003/87/WE w celu wzmocnienia racjonalnych pod względem kosztów redukcji emisji oraz inwestycji niskoemisyjnych⁴⁸.

Najważniejsze elementy wnioskowanej reformy to:

- **Szybsze ograniczanie liczby uprawnień dostępnych na rynku.** Aby osiągnąć cel redukcji emisji z systemu EU ETS o 43% do 2030 roku, zwiększono współczynnik redukcji podaży uprawnień do 2,2% rocznie, począwszy od 2021 roku. W latach 2013–2020 podaż uprawnień zmniejsza się o 1,74% rocznie.
- Utrzymanie puli **57% uprawnień sprzedawanych na aukcjach** przez państwa członkowskie i przeznaczenie pozostałych **43% uprawnień do bezpłatnego przydziału** instalacjom w sektorach i podsektorach narażonych na ryzyko ucieczki emisji.
- **Zmniejszenie liczby sektorów uprawnionych do darmowej alokacji uprawnień do 50** i ich **podział na bardziej i mniej narażone** na ryzyko ucieczki emisji, od czego zależało będzie, czy otrzymają 100% czy 30% bezpłatnych uprawnień.
- **Nowy sposób podziału uprawnień** między państwa członkowskie i utworzenie tzw. **puli solidarnościowej** obejmującej 10% alokacji i rozdzielanej pomiędzy te kraje UE (w tym Polskę), w których PKB na mieszkańca wynosi poniżej 90% średniej unijnej w 2013 roku. Pozostałe uprawnienia zostaną rozdzielone pomiędzy wszystkie państwa członkowskie w proporcjach odpowiadających udziałom stosowanym w latach 2013–2020.
- Przeznaczenie **450 mln uprawnień na wsparcie na rzecz innowacji** w celu zachęcenia przemysłu do inwestycji w technologie niskoemisyjne. O fundusze starać mogłyby się wszystkie państwa członkowskie.
- Stworzenie **funduszu na rzecz modernizacji**, zasilanego z 2% całej puli uprawnień. Dofinansowanie przysługiwałoby mniej zamożnym państwom członkowskim (w tym Polsce) i wspierałoby poprawę efektywności energetycznej i modernizację sektora energetyki w tych krajach.
- Wyłączenie mniej zamożnych państw członkowskich (w tym Polski) z obowiązku kupowania na aukcjach uprawnień dla sektora elektroenergetycznego po 2020 roku (tzw. **derogacja 10c**). W zamian za darmowe uprawnienia otrzymujące je spółki byłyby zobowiązane do inwestycji w modernizację energetyki.

⁴⁷ European Council (23 and 24 October 2014). Conclusions, 24.10.2014, http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf [dostęp 10.02.2017].

⁴⁸ Dyrektywa parlamentu europejskiego i rady zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu wzmocnienia racjonalnych pod względem kosztów redukcji emisji oraz inwestycji niskoemisyjnych, Komisja Europejska, 15.07.2015, COM(2015) 337, wersja ostateczna, http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:33f82bac-2bc2-11e5-9f85-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF [dostęp 10.02.2017].

- „Powinność” wydatkowania co najmniej **50% przychodów ze sprzedaży uprawnień na finansowanie działań na rzecz ochrony klimatu** (zgodnie ze znowelizowaną dyrektywą ustanawiającą system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych 2003/87/WE).

Prace nad rewizją dyrektywy mają zakończyć się w 2017 roku.

Redukcja emisji w sektorach nieobjętych systemem EU ETS (non-ETS)

Zobowiązania do 2020 roku

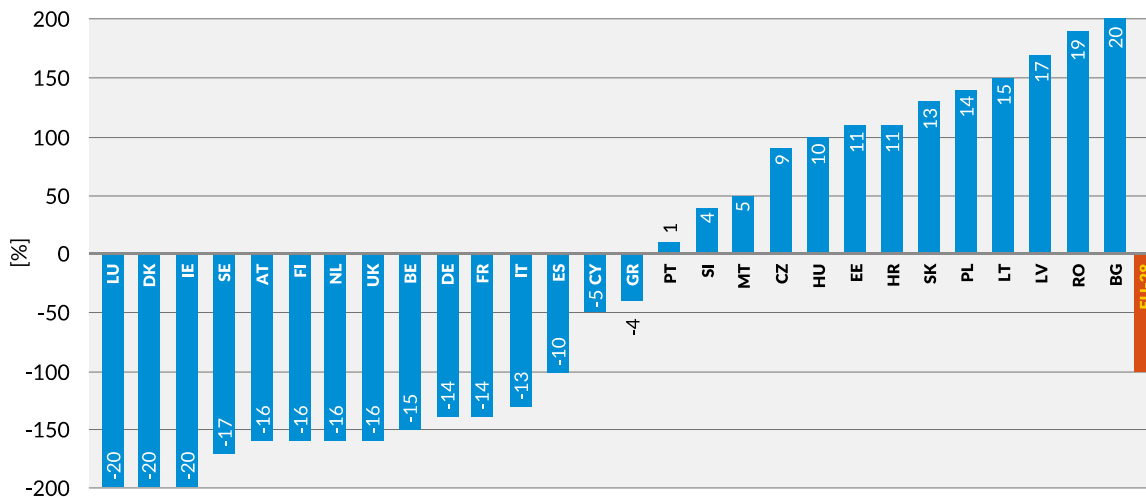
Zgodnie z decyzją w sprawie wysiłków podjętych przez państwa członkowskie zmierzających do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych (ang. *effort sharing decision*, ESD), wchodzącą w skład unijnego pakietu energetyczno-klimatycznego 3×20, kraje UE zobowiązane są również do **redukcji emisji w sektorach nieobjętych europejskim systemem handlu emisjami, tj. w rolnictwie, transporcie, odpadach, procesach przemysłowych i sektorze komunalno-bytowym z budynkami, małymi źródłami, gospodarstwami domowymi, usługami itp.**

Do rozliczania krajowych emisji z sektorów nieobjętych systemem EU ETS służą jednostki rocznych limitów emisji (ang. *annual emission allocation*, AEA).

Aby ułatwić rozliczanie emisji, w decyzji non-ETS określono dopuszczalne mechanizmy elastyczności:

- możliwość pożyczania części własnego limitu (do 5% rocznego limitu emisji) z roku następnego;
- przenoszenie niewykorzystanych jednostek z danego roku na lata późniejsze;
- możliwość międzynarodowego obrotu jednostkami AEA;
- możliwość wykorzystania jednostek CER/ERU do rozliczenia emisji w non-ETS (maksymalnie do 3% emisji gazów cieplarnianych w 2005 roku)⁴⁹.

⁴⁹ *Mechanizmy elastyczności (rozliczanie emisji)*, KOBiZE, IOŚ-PIB, 24.11.2014, <http://www.kobize.pl/pl/article/non-ets/id/339/mechanizmy-elastycznosci-rozliczanie-emisji> [dostęp 14.02.2017].



RYСУNEK 8.6. Cele redukcji emisji gazów cieplarnianych państw członkowskich UE w sektorze non-ETS w 2020 roku porównaniu do poziomu z 2005 roku⁵⁰.

Wielkości emisji non-ETS określa się na poziomie państw członkowskich Unii Europejskiej. W przypadku Polski w latach 2014–2020 dopuszczono wzrost emisji w sektorach non-ETS o 14% w stosunku do poziomu z 2005 roku.

Propozycja nowych zobowiązań po 2020 roku

20 lipca 2016 roku Komisja Europejska opublikowała propozycję w sprawie ograniczeń emisji gazów cieplarnianych w sektorach nieobjętych unijnym systemem handlu uprawnieniami do emisji (non-ETS) po 2020 roku⁵¹. Określono w niej wiążące roczne cele w zakresie emisji gazów cieplarnianych w państwach członkowskich na lata 2021–2030 w sektorach transportu, budownictwa, rolnictwa, odpadów, użytkowania gruntów i leśnictwa.

Przedstawiona propozycja podziału zobowiązań zakłada, że kraje bogatsze mają dokonać znacznie większej redukcji gazów cieplarnianych niż państwa o niższym PKB per capita. Najwyższe cele posiadają Luksemburg i Szwecja (o 40%), Finlandia i Dania (39%) oraz Niemcy (38%). Wśród krajów o najniższych zobowiązaniach znajduje się między innymi Polska (7%). Niższy cel posiadają jedynie trzy inne kraje: Łotwa (6%), Rumunia (2%) i Bułgaria (0%)⁵².

Nowy mechanizm elastyczności ma umożliwić krajom członkowskim realizację celów krajowych w sektorach non-ETS z wykorzystaniem uprawnień obowiązujących w ramach systemu EU ETS wraz z rozliczeniem dotyczącym pochłanianie z lasów. Poziom elastyczności wyrażony jako procent emisji w roku bazowym 2005 przedstawiono w tabeli obok celów redukcyjnych do 2030 roku (w odniesieniu do 2005 roku).

⁵⁰ *Effort Sharing Decision*, Komisja Europejska, http://ec.europa.eu/clima/policies/effort/index_en.htm [dostęp 10.02.2017].

⁵¹ *Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030*, Komisja Europejska, 20.07.2016, <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/EN/1-2016-482-EN-F1-1.PDF> [dostęp 10.02.2017].

⁵² *KE ogłosiła cele redukcji gazów cieplarnianych*, Koalicja Klimatyczna, 21.07.2016, <http://www.chronmyklimat.pl/publikacje/polityka-klimatyczna/ke-oglosila-cele-redukcji-gazow-cieplarnianych> [dostęp 10.02.2017].

TABELA 8.2. Proponowane cele i dostęp do nowych elastycznych rozwiązań (lipiec 2016)⁵³.

Kraj	Cele do 2030 roku w porównaniu do 2005 roku	Maksymalne roczne wykorzystanie mechanizmów elastyczności (wyrażone w % emisji z 2005 roku)	
		Wykorzystanie jednostek EU ETS w celu rozliczenia emisji z sektorów non-ETS	Wykorzystanie jednostek z sektora użytkowania gruntów w celu rozliczenia emisji z sektorów non-ETS*
LU	-40%	4%	0,2%
SE	-40%	2%	1,1%
DK	-39%	2%	4,0%
FI	-39%	2%	1,3%
DE	-38%		0,5%
FR	-37%		1,5%
UK	-37%		0,4%
NL	-36%	2%	1,1%
AT	-36%	2%	0,4%
BE	-35%	2%	0,5%
IT	-33%		0,3%
IE	-30%	4%	5,6%
ES	-26%		1,3%
CY	-24%		1,3%
MT	-19%	2%	0,3%
PT	-17%		1,0%
EL	-16%		1,1%
SI	-15%		1,1%
CZ	-14%		0,4%
EE	-13%		1,7%
SK	-12%		0,5%
LT	-9%		5,0%
PL	-7%		1,2%
HR	-7%		0,5%
HU	-7%		0,5%
LV	-6%		3,8%
RO	-2%		1,7%
BG	0%		1,5%

* Dane szacunkowe, limity określono w mln t ekwiwalentu CO₂ na okres 10 lat.

⁵³ Factsheet on the Commission's proposal on binding greenhouse gas emission reductions for Member States (2021–2030), Komisja Europejska, 20.07.2016, http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-16-2499_en.htm [dostęp 14.02.2017].

Cele zaproponowane przez Komisję Europejską spotkały się z krytyką ze strony organizacji pozarządowych. Zdaniem Climate Action Network są one zbyt słabe, aby sprostać założeniom porozumienia paryskiego⁵⁴. Koalicja Klimatyczna w Polsce przychyliła się do tej opinii. Podkreśla, że aby wypełnić postanowienia i ograniczyć wzrost globalnej temperatury na poziomie 2°C, konieczne są bardziej ambitne cele redukcji emisji.

Pakiet energetyczno-klimatyczny

W grudniu 2008 roku Unia Europejska przyjęła pakiet energetyczno-klimatyczny określający wewnętrzne cele polityki klimatycznej do 2020 roku, tzw. 3×20:

- **ograniczenie o 20% emisji gazów cieplarnianych** (w stosunku do poziomu z 1990 roku), z opcją podwyższenia celu do 30% pod warunkiem zawarcia międzynarodowego porozumienia klimatycznego wprowadzającego proporcjonalne zobowiązania dla innych państw⁵⁵. Co istotne, w pakiecie różnicuje się cele redukcji dla sektorów objętych i nieobjętych EU ETS, czyli 21% redukcji emisji w 2020 roku (w porównaniu do 2005 roku) w sektorach objętych EU ETS i 10% redukcji emisji w 2020 (w porównaniu do 2005) w sektorach nieobjętych EU ETS;
- **wzrost udziału energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii w UE do 20%**, w tym co najmniej 10% zwiększenia udziału biopaliw w ogólnej konsumpcji paliw transportowych;
- **zwiększenie o 20% efektywności energetycznej**, czyli zmniejszenie zużycia energii w latach 1990–2020 o 20% w stosunku do scenariusza „biznes jak zwykle” (bez podejmowania żadnych dodatkowych działań na rzecz redukcji zużycia energii).

Pakiet energetyczno-klimatyczny obejmuje cztery uzupełniające się akty prawne służące osiągnięciu celów 3×20:

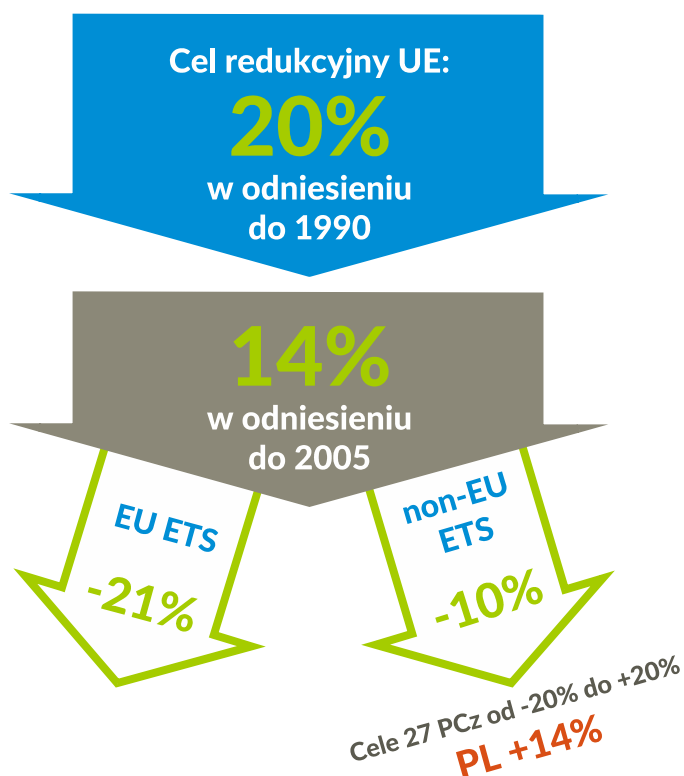
- **dyrektywa EU ETS** zastępująca system krajowych limitów uprawnień do emisji jednym limitem uprawnień dla całej UE i wprowadzająca system aukcyjny w miejsce bezpłatnego przydziału uprawnień⁵⁶,
- **decyzja non-ETS** ustalająca poziom 10% redukcji emisji z sektorów nieobjętych EU ETS w ramach wspólnych wysiłków krajów członkowskich (ang. *effort sharing decision*, ESD) zróżnicowanych w zależności od ich zamożności⁵⁷,

⁵⁴ *EU countries' emission targets fall short of Paris Agreement goals*, Climate Action Network Europe, 20.07.2016, <http://www.caneurope.org/publications/press-releases/1164-european-commission-misses-opportunity-to-put-in-place-a-ratchet-up-mechanism-and-to-set-an-ambitious-starting-point-for-reductions> [dostęp 14.02.2017].

⁵⁵ Pomimo porozumienia paryskiego UE nie podjęła decyzji o podwyższeniu celu redukcyjnego do 2020 roku.

⁵⁶ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/29/WE z dnia 23 kwietnia 2009 roku zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0063:0087:PL:PDF> [dostęp 10.02.2017].

- **dyrektywa CCS** wprowadzająca obowiązek wychwytywania i sekwestracji CO₂ we wszystkich nowych elektrowniach węglowych, dla których decyzja o budowie zapadnie po 2015 roku⁵⁸,
- **dyrektywa OZE** ustanawiająca wspólne ramy dla promowania energii ze źródeł odnawialnych⁵⁹.



RYSUNEK 8.7. Zestawienie celów redukcyjnych zawartych w pakiecie 3×20⁶⁰.

⁵⁷ Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2009/406/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie wysiłków podjętych przez państwa członkowskie, zmierzających do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w celu realizacji do roku 2020 zobowiązań Wspólnoty dotyczących redukcji emisji gazów cieplarnianych, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0136:0148:PL:PDF> [dostęp 10.02.2017].

⁵⁸ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/31/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla oraz zmieniająca dyrektywę Rady 85/337/EWG, Euratom, dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE, 2001/80/WE, 2004/35/WE, 2006/12/WE 2008/1/WE i rozporządzenie (WE) nr 1013/2006, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0114:0135:PL:PDF> [dostęp 10.02.2017].

⁵⁹ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0114:0135:PL:PDF> [dostęp 10.02.2017].

⁶⁰ Materiały KOBiZE.

Ponadto w ramach pakietu określono normy emisyjne dwutlenku węgla dla nowych samochodów⁶¹ oraz wprowadzono obowiązek monitorowania krajowej emisji z paliw⁶².

Stanowisko Polski

Propozycja kompleksowego podejścia do polityki klimatycznej wraz z głównym celem 3×20 została w 2007 roku zaakceptowana przez wszystkie kraje członkowskie, w tym także przez Polskę. Procesowi temu nie towarzyszyła debata publiczna w kraju. Kształt poszczególnych instrumentów pakietu energetyczno-klimatycznego Polska negocjowała dopiero w 2008 roku⁶³. Wtedy też, na skutek przygotowanego na zlecenie reprezentującego interesy koncernów energetycznych Polskiego Komitetu Energii Elektrycznej tzw. *Raportu 2030*⁶⁴, w kraju ukształtowało się przekonanie o tym, że polityka klimatyczna jest dla Polski niekorzystna. Opracowanie zapowiadało katastrofalne skutki wdrożenia pakietu, m.in. wzrost cen energii, spadek PKB i bezrobocie.

Zbliżone zastrzeżenia pakiet budził w innych krajach, które podobnie jak Polska opierały produkcję energii elektrycznej i ciepła na węglu kamiennym i brunatnym (w Polsce było to ponad 90%) i łączyły dalszy rozwój gospodarczy ze wzrostem zapotrzebowania na energię oraz obawiały się spadku konkurencyjności i wypływu najbardziej energochłonnej produkcji do krajów nieobjętych celami redukcji emisji⁶⁵.

Ostatecznie Polska zaakceptowała treść pakietu energetyczno-klimatycznego. W wyniku negocjacji uzyskała możliwość 14% wzrostu emisji w 2020 roku w porównaniu do 2005 roku w sektorach nieobjętych EU ETS oraz ograniczenie zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych do 15% w 2020 roku zamiast do 20%⁶⁶.

Polska, walcząc o możliwość jak najmniejszych redukcji emisji, wpłynęła też na decyzje dotyczące wyjątków w nowej odsłonie systemu EU ETS, w ramach którego wszystkie uprawnienia do emisji miały być kupowane w drodze aukcji. W związku z tym, że Polska była wówczas jednym z ostatnio przyjętych państw członkowskich, polski sektor elektroenergetyczny w 2013 roku mógł dostać 70% uprawnień za darmo od rządu polskiego (pod warunkiem inwestycji w modernizację systemu elektroenergetycznego, przy czym udział bezpłatnych

⁶¹ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 443/2009 z dnia 23 kwietnia 2009 r. określające normy emisji dla nowych samochodów osobowych w ramach zintegrowanego podejścia Wspólnoty na rzecz zmniejszenia emisji CO₂ z lekkich pojazdów dostawczych, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0001:0015:PL:PDF> [dostęp 10.02.2017].

⁶² Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/30/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do specyfikacji benzyny i olejów napędowych oraz wprowadzającą mechanizm monitorowania i ograniczania emisji gazów cieplarnianych oraz zmieniającą dyrektywę Rady 1999/32/WE odnoszącą się do specyfikacji paliw wykorzystywanych przez statki żeglugi śródlądowej oraz uchylającą dyrektywę 93/12/EWG, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0088:0113:PL:PDF> [dostęp 10.02.2017].

⁶³ Zbigniew M. Karaczun, Andrzej Kassenberg, Werner Reh, Arkadiusz Węglarz, *Redukcja emisji z sektorów nieobjętych europejskim systemem handlu uprawnieniami do emisji*, wydawnictwo SGGW, Warszawa 2015, s. 8.

⁶⁴ Wpływ proponowanych regulacji unijnych w zakresie wprowadzenia europejskiej strategii rozwoju energetyki wolnej od emisji CO₂ na bezpieczeństwo energetyczne Polski, a w szczególności odbudowy mocy wytwórczych wykorzystujących paliwa kopalne oraz poziom cen energii elektrycznej, EnergySys sp. z o.o., Warszawa 2008.

⁶⁵ *Raport. Potencjał efektywności energetycznej i redukcji wybranych grupach użytkownika energii. Droga naprzód do realizacji pakietu klimatyczno-energetycznego*, Polski Klub Ekologiczny Okręg Górnośląski, Katowice 2009, http://www.office.fewe.pl/zasoby/raporty/raport_potencja142%20efektywnosci%20energetycznej.pdf [dostęp 10.02.2017].

⁶⁶ Średnie cele unijne to 10% redukcji w sektorze non-ETS i zwiększenie udziału OZE do 20%.

uprawnień miał maleć z roku na rok). Przejście na system aukcyjny miało się odbywać dopiero od 2020 roku.

Ponadto Polska znalazła się w grupie krajów, którym ze względu na PKB niższe od unijnej średniej przysługują darmowe uprawnienia z dodatkowej puli stanowiącej 10% sumy wszystkich uprawnień w UE. Dodatkowo, w ramach puli stanowiącej 2% wszystkich uprawnień, Polska otrzyma też uprawnienia w uznaniu za dotychczasowe wysiłki redukcyjne (tzw. Kioto bonus, przyznawany krajom członkowskim, które do 2005 roku ograniczyły emisje o co najmniej 20% w stosunku do swojego roku bazowego – dla Polski 1988 rok)⁶⁷.

Ramy polityki klimatyczno-energetycznej do 2030 roku

W październiku 2014 roku Rada Europejska przyjęła konkluzje w sprawie ram polityki klimatyczno-energetycznej do roku 2030⁶⁸:

- ograniczenie wewnętrznych emisji gazów cieplarnianych do 2030 roku o co najmniej 40% w porównaniu z poziomem z 1990 roku (głównym instrumentem służącym do osiągnięcia tego celu ma być zreformowany system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS),
- **różne cele redukcji dla sektorów objętych i nieobjętych EU ETS**, czyli 43% redukcji emisji w 2030 roku (w porównaniu do 2005 roku) w sektorach objętych EU ETS i 30% redukcji emisji w 2030 (w porównaniu do 2005) w sektorach nieobjętych EU ETS⁶⁹,
- **wzrost udziału energii ze źródeł odnawialnych w energii zużywanej w UE w 2030 roku do co najmniej 27%** (cel wiążący na szczeblu UE, bez określonych zobowiązań dla poszczególnych krajów członkowskich),
- **poprawa efektywności energetycznej w wysokości co najmniej 27% do 2030 roku dla całej UE** w porównaniu z prognozami zużycia energii w przyszłości w oparciu o obecne kryteria (cel niewiążący).

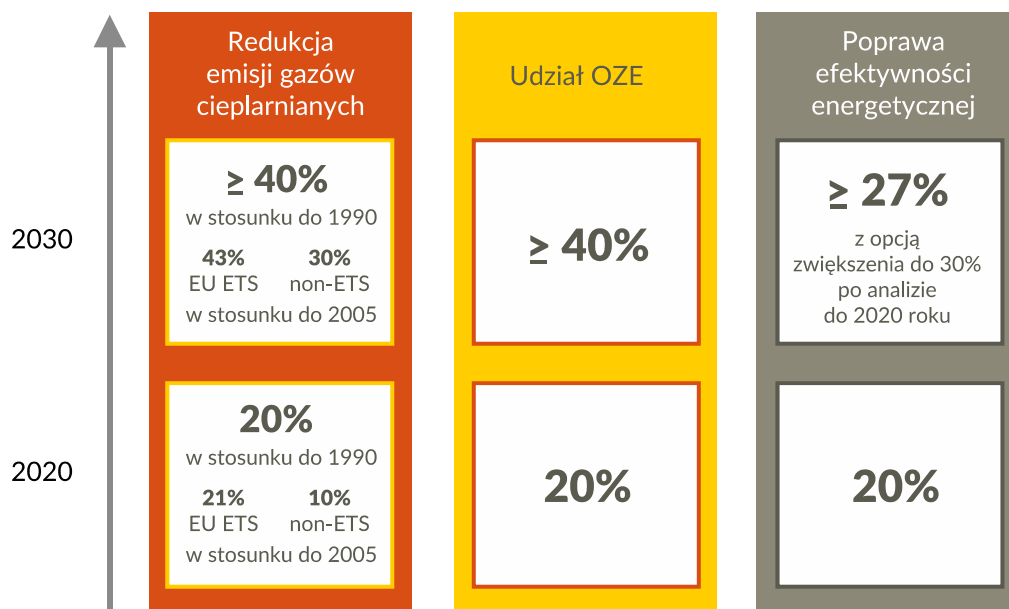
Polityka klimatyczno-energetyczna do 2030 roku obejmuje również:

- **osiągnięcie w pełni funkcjonującego i połączonego wewnętrznego rynku energii** – w tym rozbudowę infrastruktury przesyłowej tak, aby połączenia transgraniczne odpowiadały co najmniej 10% zapotrzebowania poszczególnych krajów;
- **bezpieczeństwo energetyczne** – czyli działania na rzecz ograniczenia zależności energetycznej UE od importu energii i zwiększenia jej bezpieczeństwa energetycznego zarówno w odniesieniu do energii elektrycznej, jak i gazu.

⁶⁷ Mirosław Sobolewski, *Nowe ramy unijnej polityki klimatyczno-energetycznej*, „Analizy BAS” nr 18 (120), 19.12.2014, [http://orka.sejm.gov.pl/WydBAS.nsf/0/7E3287861F3641A8C1257DB3003D4C2D/\\$file/~7746911.pdf](http://orka.sejm.gov.pl/WydBAS.nsf/0/7E3287861F3641A8C1257DB3003D4C2D/$file/~7746911.pdf) [dostęp 10.02.2017].

⁶⁸ *Ramy klimatyczno-energetyczne do roku 2030*, Rada Europejska, <http://www.consilium.europa.eu/pl/policies/climate-change/2030-climate-and-energy-framework/> [dostęp 10.02.2017].

⁶⁹ Więcej o EU ETS w dalszej części rozdziału.



RYSUNEK 8.8. Rozwój unijnej polityki energetyczno-klimatycznej⁷⁰.

Stanowisko Polski

Ze względu na to, że zaproponowane przez Komisję cele były konserwatywną kontynuacją pakietu 3×20, to część państw członkowskich opowiadała się podwyższeniem celów redukcyjnych do 50%, a nawet wyżej⁷¹. Podobne stanowisko zajął Parlament Europejski, wzywając do ustanowienia krajowych celów redukcji na poziomie co najmniej 40%, podniesienia zobowiązania w dziedzinie OZE do 30% (które byłoby wiążące zarówno na poziomie unijnym, jak i krajowym), a także do ustanowienia wiążącego celu poprawy efektywności energetycznej o 40%⁷².

Równocześnie Polscy decydenci uznali, że zaproponowane przez Komisję cele były zbyt ambitne, głównie ze względu na skalę wykorzystywania węgla w energetyce. Polska opowiadała się za rozwiązaniem uwzględniającym specyfikę gospodarek poszczególnych państw i umożliwiającym elastyczny dobór instrumentów w zależności od potrzeb i możliwości. Postawa ta znalazła częściowe wsparcie innych państw z Grupy Wyszehradzkiej⁷³.

Jako że decyzje Rady Europejskiej w myśl obowiązującej zasady konsensusu muszą być podejmowane jednomyślnie przez wszystkie państwa członkowskie, Polska miała silną pozycję podczas negocjacji. Początkowo groziła zawetowaniem konkluzji Rady, jednak w końcowej fazie negocjacji przyjęła bardziej pragmatyczne podejście i zaakceptowała nowe zobowiązania

⁷⁰ Opracowanie KOBiZE.

⁷¹ Państwa opowiadające się za ambitną polityką klimatyczną uformowały tzw. grupę zielonego wzrostu (*Green Growth Group*) naciskającą na jak najszybsze przyjęcie nowych zobowiązań redukcyjnych. W jej skład weszły: Belgia, Dania, Estonia, Finlandia, Francja, Hiszpania, Holandia, Niemcy, Portugalia, Słowenia, Szwecja, Wielka Brytania i Włochy.

⁷² Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 5 lutego 2014 r. w sprawie ram polityki w zakresie klimatu i energii do roku 2030 (2013/2135(INI)), Parlament Europejski, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+TA+P7-TA-2014-0094+0+DOC+PDF+VO//PL> [dostęp 11.02.2017].

⁷³ Mirosław Sobolewski, *Nowe ramy unijnej polityki...*, dz. cyt.

redukcyjne w zamian za wprowadzenie do pakietu mechanizmów, które miały ułatwić modernizację sektora energetycznego i które miałyby pozwolić na uniknięcie wzrostu cen energii⁷⁴.

Polska wywalczyła też hojny przydział uprawnień w ramach systemu EU ETS⁷⁵:

- Obowiązuje dodatkowa zasada rozdziału unijnej puli uprawnień, zgodnie z którą 10% przypadnie państwom o PKB na osobę poniżej 90% średniej unijnej – dzięki temu Polska może zyskać dodatkowo 278 mln uprawnień o łącznej wartości ok. 5,5 mld euro.
- 2% całkowitej liczby uprawnień przeznaczanych jest na fundusz wspierający transformację sektora energetycznego i poprawę efektywności w państwach, w których PKB nie jest wyższe niż 60% średniej unijnej – dzięki temu Polska może zyskać 135 mln uprawnień o wartości ponad 2,6 mld euro (środki ze sprzedaży tych uprawnień powinny zostać przeznaczone na inwestycje wspierające rozwój gospodarki niskoemisyjnej).
- Państwa członkowskie o PKB poniżej 60% średniej unijnej wciąż będą mogły przydzielać bezpłatne uprawnienia firmom energetycznym – nie więcej niż 40% puli aukcyjnej – dzięki temu polskie przedsiębiorstwa energetyczne będą mogły dostać 289 mln bezpłatnych pozwoleń o wartości 5,6 mld euro. Warto zaznaczyć, że ich rozdawanie to bezpośrednia strata dla budżetu państwa, w innym przypadku bowiem sprzedane zostałyby one podczas aukcji. Spółki będą jednak musiały równowartość darmowych uprawnień przeznaczać na rozwój niskoemisyjny.

Czy Polska może się wycofać z systemu EU ETS?

Dyrektywa EU ETS została transponowana do polskiego prawa ustawą z 12 czerwca 2015 roku o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych⁷⁶. W związku z proponowanymi zmianami w europejskim systemie handlu emisjami Polski rząd regularnie wyraża zaniepokojenie zagrożeniem dla konkurencyjności rodzimego przemysłu.

Aby uniknąć potencjalnego wpływu reformy ETS na gospodarkę, Polska naciskała na jak najpóźniejsze uruchomienie tzw. mechanizmu rezerwy stabilizacyjnej rynku ETS (ang. *market stability reserve* – MSR), który ma umożliwić utrzymanie równowagi pomiędzy popytem a podażą na rynku CO₂ poprzez wycofywanie z rynku nadwyżki uprawnień do emisji do specjalnie stworzonej rezerwy. Ostatecznie termin jego wprowadzenia ustalono jednak nie na rok 2021, ale 2019.

W reakcji na tę zmianę na początku 2016 roku polski rząd zaskarżył nowe zasady EU ETS do Trybunału Sprawiedliwości UE, domagając się unieważnienia decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady. Zdaniem rządu naruszyła ona „zasadę lojalnej współpracy poprzez przyjęcie środków sprzecznych z konkluzjami Rady Europejskiej z 2014 roku, zasadę pewności prawa i zasadę ochrony uzasadnionych oczekiwań poprzez przyjęcie środków ingerujących w system handlu uprawnieniami do emisji w czasie trwania okresu rozliczeniowego czy wreszcie zasadę

⁷⁴ Tamże.

⁷⁵ Zbigniew M. Karaczun i in., *Redukcja emisji...*, dz. cyt., s. 13–14.

⁷⁶ Zob. np. http://www.kobize.pl/uploads/materialy/prawo/akty_prawne_PL/ustawa.SHE.2015.1223.pdf [dostęp 11.02.2017].

proporcjonalności poprzez przyjęcie środków, które doprowadzą do realizacji wyższych celów redukcji emisji niż wynika to z międzynarodowych zobowiązań UE⁷⁷.

W związku z tym, że w debacie publicznej coraz częściej pojawia się postulat wyjścia z ETS-u, fundacja ClientEarth dokonała analizy mającej na celu udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy w świetle prawa Unii Europejskiej istnieje możliwość wyłączenia Polski z unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych. Przedstawione argumenty wskazują na to, że **samodzielna decyzja Polski w tej kwestii jest niemożliwa**, a wyłączenie jej z systemu EU ETS w drodze zmiany aktów prawnych Unii Europejskiej miałyby konsekwencje trudne do zaakceptowania przez Radę Europejską oraz pozostałe państwa członkowskie:

- Wyłączenie Polski z systemu EU ETS wymagałoby inicjatywy ustawodawczej Komisji Europejskiej oraz zgody Parlamentu Europejskiego i Rady. Gdyby zaś Polska chciała jednostronnie podjąć decyzję o wystąpieniu z systemu EU ETS, naruszałoby to zasadę lojalnej współpracy i nie odniosłoby skutków prawnych.
- Wyłączenie Polski z systemu EU ETS oznaczałoby zmianę kilkudziesięciu aktów prawnych Unii Europejskiej, tworzonych przez kilkanaście lat i składających się na *acquis communautaire* Unii w dziedzinach klimatu, energii i środowiska.
- Wyłączenie z systemu EU ETS jednego państwa członkowskiego spowodowałoby znaczne zwiększenie obowiązków redukcyjnych obciążających pozostałe państwa i zakłóciłoby konkurencję na rynku wewnętrznym Unii Europejskiej.
- Wyłączenie Polski z systemu EU ETS wymagałoby zmian istotnych elementów aktów prawnych składających się na obowiązujący obecnie pakiet klimatyczno-energetyczny.
- Wyłączenie Polski z systemu EU ETS jest **sprzeczne z celami polityki klimatyczno-energetycznej Unii w perspektywie lat 2020–2030**, przez co istnieje małe prawdopodobieństwo, że wniosek o wyłączenie Polski z systemu EU ETS zostałby zaakceptowany przez Radę Europejską⁷⁸.

Przychody z aukcji EU ETS wsparciem dla rozwoju niskoemisyjnej gospodarki

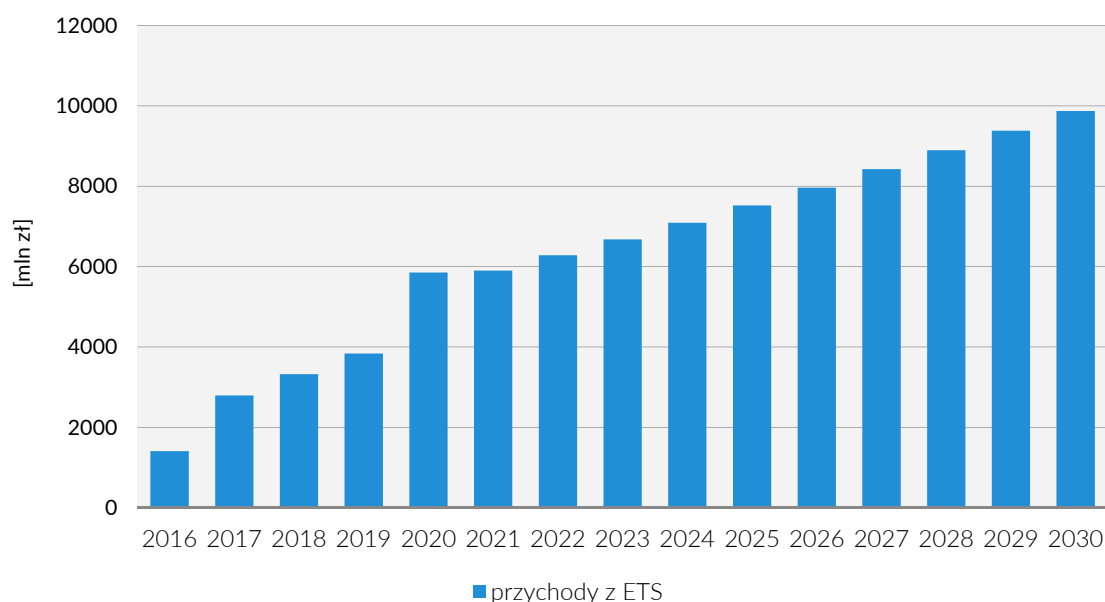
Według dyrektywy EU ETS równowartość **co najmniej 50%** środków ze sprzedaży uprawnień emisji CO₂ w ramach Europejskiego Systemu Handlu Emisjami (EU ETS) powinna być przeznaczona na działania na rzecz ochrony klimatu, w tym inwestycje wspierające nowoczesną transformację niskoemisyjną. Informacja ta znajduje się także w polskiej ustawie o systemie

⁷⁷ Zgoda na złożenie przez Rzeczypospolitą Polską skargi o stwierdzenie nieważności decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/1814, 29.12.2015, <https://www.premier.gov.pl/wydarzenia/decyzje-rzadu/zgoda-na-zlozenie-przez-rzeczypospolita-polska-skargi-o-stwierdzenie.html> [dostęp 11.02.2017].

⁷⁸ Analiza prawna dotycząca możliwości wyłączenia Polski z europejskiego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych z 14 stycznia 2016 roku – zob. Ilona Jędrasik, *Czy Polska może wycofać się z systemu EU ETS?*, 1.02.2016, ClientEarth, <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/polityka-klimatyczna/czy-polska-moze-wycofac-sie-z-systemu-eu-ets> [dostęp 11.02.2017].

handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (art. 49 ust. 6). Trudno jednak określić, czy założenia te są rzeczywiście realizowane. Wpływy ze sprzedaży uprawnień trafiają bezpośrednio do budżetu państwa. Zalecana w dyrektywie redystrybucja połowy tych środków na niskoemisyjną transformację w praktyce nie zapewnia dodatkowego dofinansowania inwestycji służących temu celowi. Nie są one bowiem znakowane i można do nich zaliczyć także środki z innych źródeł wydatkowane na cele określone w dyrektywie (np. ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej).

Tymczasem przychody z aukcji mogą i powinny stanowić dodatkowe wsparcie dla rozwoju niskoemisyjnej gospodarki. Ich łączna suma w latach 2021–2030 może wynieść **od 44 do ponad 100 mld zł** w zależności od kursu euro i wyceny uprawnień. Jeśli zgodnie z wymogami dyrektywy na niskoemisyjną modernizację przeznaczony się połowę środków ze sprzedaży uprawnień, będzie można wydać na ten cel 22–51 mld zł. Z uwzględnieniem środków z Funduszu Modernizacyjnego oraz derogacji dla energetyki tworzy to pulę środków w wysokości 48–111 mld zł. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, aby Polska przeznaczyła na wsparcie niskoemisyjnych inwestycji całość wpływów z aukcji.



RYSUNEK 8.9. Potencjalne uśrednione roczne przychody z EU ETS dla budżetu Polski⁷⁹.

Zdaniem ekspertów Forum Analiz Energetycznych i WiseEuropa wśród obszarów, które powinny zostać objęte finansowaniem, znajdują się m.in.:

- rozbudowa infrastruktury przesyłowej,
- poprawa efektywności energetycznej w budynkach,
- modernizacja ciepłownictwa oraz wsparcie rozwoju energetyki rozproszonej,
- wsparcie rozwoju samochodów elektrycznych,

⁷⁹ Ocena makroekonomicznych skutków programów wsparcia rozwoju energetyki obywatelskiej, Instytut Badań Strukturalnych, Warszawa, luty 2016.

- zapobieganie zjawisku ucieczki emisji (ang. *carbon leakage*),
- transformacja regionów dotkniętych realokacją miejsc pracy, w tym Śląska⁸⁰.

W trakcie konsultacji ustawy o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych Koalicja Klimatyczna apelowała, aby 100% środków z zysków z aukcji uprawnieniami do emisji dwutlenku węgla rząd przeznaczył na budowę gospodarki niskoemisyjnej. Z tych środków co najmniej 50% koalicja proponowała przekazać na specjalny program rozwoju energetyki obywatelskiej *Czysty zysk dla obywateli*, zakładający redystrybucję środków na cele efektywności energetycznej w sektorze budownictwa⁸¹.

Kluczowe jest, aby środki pochodzące ze sprzedaży uprawnień nie wspierały inwestycji w dalszą eksploatację paliw kopalnych. Nawet zastosowanie wysokosprawnych, niskoemisyjnych technologii (ang. *high efficiency low emissions* – HELE) we wszystkich istniejących elektrowniach nie pozwoli uniknąć przekroczenia rekomendowanych limitów emisji z sektora elektroenergetycznego⁸². **Dalsze inwestowanie w energetykę konwencjonalną jest zatem sprzeczne z celami polityki klimatycznej.**

Warto jednocześnie zaznaczyć, że chociaż system ETS będzie miał pewien wpływ na ceny energii ze źródeł wysokoemisyjnych, jego oddziaływanie na konkurencyjność polskich przedsiębiorstw będzie marginalne. W zdecydowanej większości (ok. 90%) polskich przedsiębiorstw koszty energii elektrycznej stanowią poniżej 5% kosztów ogółem, przy przeciętnej 2,2%. Natomiast w przypadku przemysłu energochłonnego, w ramach prawa unijnego, istnieją mechanizmy ochronne, których uruchomienie zależy od decyzji rządu⁸³.

Mapa drogowa 2050 dotycząca budowy gospodarki niskowęglowej

Aby wspierać długoterminowe, konsekwentne dążenie do realizacji celów polityki klimatycznej Unii Europejskiej, Komisja Europejska przedstawiła w 2011 roku plan działania prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do roku 2050, tak zwaną mapę drogową 2050^{84, 85}.

Wychodząc z założenia, że do 2050 roku Unia Europejska powinna ograniczyć emisje o 80–95% w stosunku do 1990 roku, ustalono pośrednie cele redukcyjne dla lat 2020, 2030 i 2040 wynoszące odpowiednio 25%, 40% i 60%, podzielone na poszczególne sektory.

⁸⁰ *Wpływy z aukcji ETS jako źródło finansowania niskoemisyjnej modernizacji w Polsce*, Forum Analiz Energetycznych we współpracy z Warszawskim Instytutem Studiów Ekonomicznych, czerwiec 2016

⁸¹ *Czysty zysk dla obywateli*, Koalicja Klimatyczna, Warszawa, 26.04.2012.

⁸² Lindee Wong, David de Jager, Pieter van Breevoort, *The incompatibility of high-efficient coal technology with 2°C scenarios*, Ecofys, kwiecień 2016, http://awsassets.panda.org/downloads/the_incompatibility_of_high_efficient_coal_technology_with_2c_scenarios_report.pdf [dostęp 11.02.2017].

⁸³ *Energia elektryczna a konkurencyjność przemysłu*, Forum Analiz Energetycznych, listopad 2014.

⁸⁴ *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego komitetu ekonomiczno-społecznego i komitetu regionów. Plan działania prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r.*, Komisja Europejska, Bruksela, 8.03.2011, KOM(2011) 112, wersja ostateczna, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0112&from=EN> [dostęp 11.02.2017].

⁸⁵ Rada UE już w 2009 roku potwierdziła, że celem dla państw rozwiniętych powinna być redukcja emisji od 80–95% w stosunku do 1990 roku, zob. http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/envir/110634.pdf [dostęp 11.02.2017].

Oznacza to zmniejszanie emisji w tempie 1% rocznie w ciągu pierwszych 10 lat, 1,5% w latach 2020–2030 i 2% po roku 2030.

Strategia ta ma zapewnić przechodzenie na gospodarkę niskoemisyjną w łagodny i efektywny kosztowo sposób. Stopniowa redukcja emisji będzie możliwa dzięki rozwojowi nowych technologii, które z czasem będą dostępne dla coraz szerszego grona odbiorców, co wpłynie na opłacalność niskoemisyjnych inwestycji.



RYSUNEK 8.10. Strategia przejścia na gospodarkę niskoemisyjną do 2050 roku. Cele redukcji emisji w porównaniu do 1990 roku⁸⁶.

Mapa drogowa zakłada działania we wszystkich sektorach odpowiedzialnych za emisje:

- Największy potencjał ograniczenia emisji ma **energetyka**. Do 2050 roku może to być sektor prawie zeroemisyjny (możliwa jest redukcja o 93–99%) dzięki zastąpieniu paliw kopalnych w transporcie i ciepłownictwie energią elektryczną ze źródeł odnawialnych i innych źródeł niskoemisyjnych.
- **Przemysł energochłonny** dysponuje potencjałem redukcji emisji o ponad 80% do 2050 roku. Poza ograniczaniem energochłonności po 2035 roku duże znaczenie będzie miało zastosowanie CCS w sektorach, w których niemożliwe jest ograniczenie emisji w inny sposób.
- Emisje z **transportu** można do 2050 roku ograniczyć nawet o 60%. W perspektywie krótkoterminowej znaczenie będzie miało zwiększenie wydajności silników spalinowych, natomiast w dłuższym horyzoncie czasowym zdecydowaną redukcję emisji umożliwi rozwój samochodów elektrycznych. W lotnictwie i transporcie ciężarowym napęd elektryczny powinien zostać zastąpiony wykorzystaniem biopaliw.

⁸⁶ Materiały Komisji Europejskiej.

- Emisje z **budynków mieszkalnych i biurowych** można do 2050 roku ograniczyć nawet o ok. 90%. Wpłyne na to upowszechnienie technologii budownictwa pasywnego, termomodernizacji starszych budynków oraz zastępowanie energii ze spalania paliw kopalnych energią ze źródeł odnawialnych. Inwestycje będą się zwracać poprzez oszczędności na rachunkach za energię.
- W związku z rosnącym zapotrzebowaniem na żywność na świecie udział **rolnictwa** w emisjach UE wzrośnie do 2050 roku o jedną trzecią. Redukcje są jednak możliwe. Duże znaczenie może mieć zmiana diety na opartą na produktach roślinnych i ograniczenie produkcji mięsa. W sektorze rolnym i leśnym wpływ na bilans emisji może mieć również pochłanianie CO₂ przez gleby i lasy⁸⁷.

Dodatkowym dokumentem wskazującym, jak Europa powinna dojść do niskoemisyjnej gospodarki w 2050 roku jest przygotowana przez Komisję energetyczna mapa drogowa (*Energy Roadmap 2050*). Strategia zawiera propozycje 10 zmian strukturalnych mających na celu transformację systemu energetycznego, zwiększenie jego efektywności i obniżenie emisyjności poprzez szersze wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych i ograniczenie importu paliw kopalnych⁸⁸.

Mapa drogowa 2050 a stanowisko Polski

Polska jako jedyny kraj członkowski nie zgodziła się na przyjęcie planu działania prowadzącego do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 roku i wyznaczonych w nim celów redukcyjnych. Największy sprzeciw wywołała propozycja ograniczenia emisji o 25% do 2020 roku. Pierwsze weto miało miejsce w czerwcu 2011 roku podczas przyjmowania konkluzji Rady w sprawie mapy drogowej na posiedzeniu Rady UE ds. Środowiska. Mimo że dokument został zaakceptowany przez Komisję Parlamentu Europejskiego ds. Ochrony Środowiska Naturalnego, Polska w marcu 2012 roku na posiedzeniu Rady UE ds. Środowiska jako jedyny kraj ponownie zawetowała jego przyjęcie. Polska była również jedynym krajem, który ostatecznie wyraził sprzeciw, choć wcześniej poparcie dla polskiego stanowiska deklarowały kraje Grupy Wyszehradzkiej (Czechy, Węgry, Słowacja) oraz Bułgaria i Rumunia. Ostatecznie Parlament Europejski przegłosował niewiążącą rezolucję w sprawie zablokowanego przez Polskę planu działania na rzecz wprowadzenia konkurencyjnej gospodarki opartej na technologiach niskoemisyjnych do 2050 roku⁸⁹.

⁸⁷ 2050 low-carbon economy, Komisja Europejska, http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050/index_en.htm [dostęp 11.02.2017].

⁸⁸ 2050 Energy strategy, Komisja Europejska, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2050-energy-strategy> [dostęp 11.02.2017].

⁸⁹ Sprawozdanie w sprawie planu działania prowadzącego do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r. (2011/2095(INI)), Parlament Europejski, 8.02.2012, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do? type=REPORT&reference=A7-2012-0033&language=PL&mode=XML> [dostęp 11.02.2017].

Ze sprzeciwem polskiego rządu spotkała się także energetyczna mapa drogowa do 2050 roku. W czerwcu 2012 roku, podczas posiedzenia Rady ds. Energii, Transportu i Telekomunikacji, 26 państw zaakceptowało przygotowany przez Komisję Europejską dokument. Rząd polski ponownie zawetował politykę Unii Europejskiej.

Zastrzeżenia Polski w obu przypadkach odnosiły się przede wszystkim do skutków prezentowanych koncepcji dla poszczególnych państw Wspólnoty, a także potencjalnych kosztów dla gospodarstw domowych, zwłaszcza jeśli chodzi o ceny energii elektrycznej. Polska apelowała o uwzględnianie specyfiki gospodarek poszczególnych krajów oraz o wstrzymanie decyzji o zwiększeniu celów redukcyjnych do czasu, gdy podobne kroki podejmą inne państwa odpowiedzialne za znaczny udział w globalnej emisji gazów cieplarnianych. Jednocześnie rząd Polski nie posiadał własnych, kompleksowych analiz do 2050 roku, które podważałyby zasadność wprowadzenia map drogowych.

Polityka klimatyczna w Polsce

Polska, jako jedna ze stron konwencji klimatycznej i protokołu z Kioto, zobowiązała się do redukcji emisji gazów cieplarnianych o **6% w stosunku do 1988 roku**. Na skutek przemian gospodarczych wywołanych transformacją ustrojową cel ten osiągnięto z nadwyżką – emisje ograniczono o **ponad 30%**.

W 2003 roku Rada Ministrów przyjęła **Politykę klimatyczną Polski** – najważniejszy krajowy dokument z zakresu ochrony klimatu⁹⁰, w którym jako priorytet zapisano udział w międzynarodowych dążeniach na rzecz ochrony klimatu, a jako cel ilościowy – redukcję emisji CO₂ o 40% w latach 1988–2020. Dokument uważany jest jednak obecnie za zdezaktualizowany i nieobowiązujący.

Dlatego, aby stworzyć ramy dla budowy gospodarki niskoemisyjnej przy zapewnieniu zrównoważonego rozwoju kraju, rozpoczęto prace nad **Narodowym programem rozwoju gospodarki niskoemisyjnej (NPRGN)**⁹¹. Projekt założeń dokumentu przedstawiono do konsultacji w 2010 roku, a rok później został on zatwierdzony i przyjęty przez Radę Ministrów⁹². Prace nad przygotowaniem programu trwały cztery lata. Dopiero 4 czerwca 2015 roku kierownictwo funkcjonującego wówczas Ministerstwa Gospodarki⁹³ zaakceptowało projekt dokumentu, który został następnie poddany konsultacjom publicznym⁹⁴.

Celem dokumentu jest rozwój gospodarki niskoemisyjnej przy zapewnieniu zrównoważonego rozwoju kraju z uwzględnieniem koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym, a więc zmniejszenia poziomu jej emisyjności w całym cyklu życia produktu – od etapu wydobycia surowców

⁹⁰ *Polityka klimatyczna Polski. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2003, https://www.mos.gov.pl/fileadmin/user_upload/srodowisko/POLITYKA_KLIMATYCZNA_POLSKI_-_Strategie_redukcji_emisji_gazow_cieplarnianych_w_Polsce_do_roku_2020.pdf [dostęp 12.02.2017].

⁹¹ Początkowo tytuł dokumentu miał brzmieć *Narodowy program redukcji emisji gazów cieplarnianych*.

⁹² *Narodowy program rozwoju gospodarki niskoemisyjnej*, projekt dokumentu przyjęty przez kierownictwo Ministerstwa Gospodarki w dniu 4 sierpnia 2015 roku, Warszawa 2015.

⁹³ Dokument nie został jeszcze zaakceptowany przez Radę Ministrów.

⁹⁴ *Rola społeczności lokalnej w rozwoju gospodarki niskoemisyjnej*, Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, Warszawa 2016.

poprzez transport, produkcję, użytkowanie po zarządzanie odpadami. Jest także dokumentem wskazującym na kierunki dostosowania polskiej gospodarki do polityki klimatycznej, gospodarczej, społecznej i energetycznej Unii Europejskiej. **Dokument nie został jednak przyjęty przez rząd i jego rekomendacje nie są wdrażane.**

Na poziomie lokalnym wdrażanie *Narodowego programu rozwoju gospodarki niskoemisyjnej* mogłyby wspierać gminne **Plany gospodarki niskoemisyjnej (PGN)**. Ich celem jest wypracowanie strategii ograniczania emisji w zgodzie z zapisami pakietu energetyczno-klimatycznego 3×20 na poziomie lokalnym. W rezultacie powinny się one przyczyniać do osiągnięcia celów dotyczących redukcji emisji gazów cieplarnianych, zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych, podniesienia efektywności energetycznej oraz poprawy jakości powietrza. Dla wszystkich gmin, które w latach 2014–2020 będą chciały skorzystać z funduszy unijnych wprowadzono obowiązek opracowania PGN⁹⁵.

W 2013 roku rząd przyjął pierwszy strategiczny dokument w sprawie adaptacji do zmiany klimatu o nazwie *Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 (SPA 2020)*⁹⁶. Jego celem jest zapewnienie zrównoważonego rozwoju oraz efektywnego funkcjonowania gospodarki i społeczeństwa w warunkach zmiany klimatu.

Zgodnie ze strategią SPA 2020 miasta powyżej 100 tys. mieszkańców powinny opracować lokalne plany adaptacyjne. W kwietniu 2016 roku Ministerstwo Środowiska ogłosiło przetarg na przygotowanie planów adaptacji do zmian klimatu w 44 miastach⁹⁷. Dokumenty mają być gotowe do końca 2017 roku⁹⁸.

Pomimo trudności z ustaleniem długoterminowej polityki (bądź strategii) na rzecz niskoemisyjnego rozwoju Polska zobowiązała się do stworzenia krajowego planu dotyczącego energii i klimatu (na lata 2021–2030) w ramach tzw. unii energetycznej – strategii UE⁹⁹. Wśród ustaleń porozumienia z Paryża podczas COP 21 państwa zostały też zaproszone do przedstawienia strategii na rzecz niskoemisyjnego rozwoju, z perspektywą do połowy XXI wieku¹⁰⁰.

⁹⁵ *Rola społeczności lokalnej...* dz. cyt.

⁹⁶ *Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, październik 2013, https://www.mos.gov.pl/g2/big/2013_10/becc4b984fb12cd415b855e2cb42f68a.pdf [dostęp 11.02.2017].

⁹⁷ *Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców*, Biuletyn Informacji Publicznej Ministerstwa Środowiska, <https://bip.mos.gov.pl/zamowienia-publiczne/zamowienia-do-ktorych-stosuje-sie-przepisy-prawa-zamowien-publicznych/zamowienie-publiczne/public-order/opracowanie-planow-adaptacji-do-zmian-klimatu-w-miastach-powyzej-100-tys-mieszkancow/> [dostęp 11.02.2017].

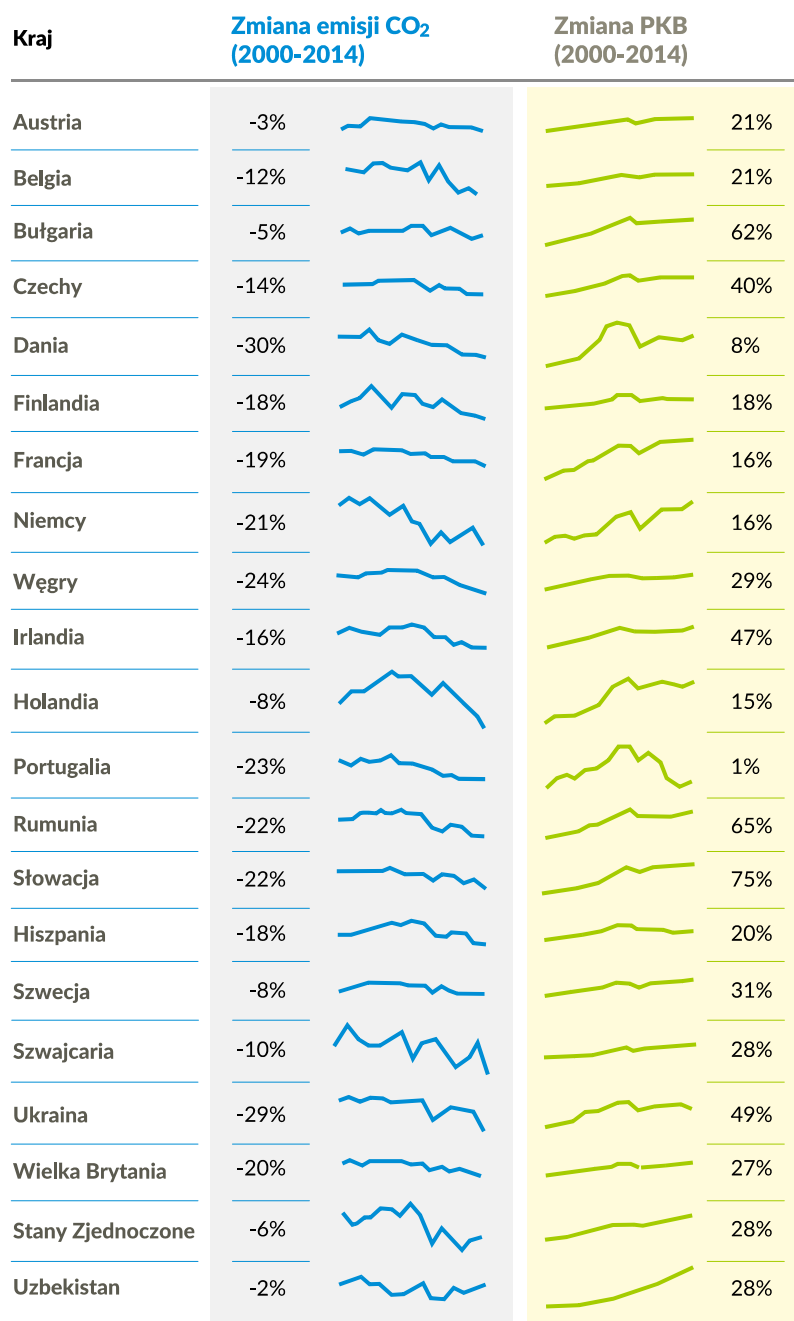
⁹⁸ W ramach programu LIFE *Strategia adaptacji do zmian klimatu dla m.st. Warszawy* realizowana jest jako część projektu Adaptcity realizowanego przez Instytut na rzecz Ekorozwoju (lider projektu) oraz Urząd m.st. Warszawy, Unię Metropolii Polskich i Region Stuttgart (partnerzy).

⁹⁹ *Konkluzje Rady w sprawie systemu zarządzania unią energetyczną*, Rada Europejska, 26.11.2015, <http://www.consilium.europa.eu/pl/press/press-releases/2015/11/26-conclusions-energy-union-governance/> [dostęp 11.02.2017].

¹⁰⁰ *Adoption of the Paris agreement. Proposal by the President*, United Nations, 12.12.2015, art. 36, <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf> [dostęp 11.02.2017].

Podsumowanie

Ograniczanie emisji gazów cieplarnianych w celu złagodzenia postępujących zmian klimatu jest jednym z głównych wyzwań XXI wieku. Postanowienia umowy paryskiej dają podstawy do tego, aby sądzić, że polityka klimatyczna będzie kontynuowana przed kolejne kilkadziesiąt lat. Decyzje podejmowane w ramach negocjacji będą zaś miały wpływ na polityki krajowe na wielu poziomach.



RYSUNEK 8.11. Ograniczenie emisji a wzrost PKB¹⁰¹.

¹⁰¹ Nate Aden, *The Roads to Decoupling: 21 Countries Are Reducing Carbon Emissions While Growing GDP*, World Resources Institute, 5.04.2016, <http://www.wri.org/blog/2016/04/roads-decoupling-21-countries-are-reducing-carbon-emissions-while-growing-gdp> [dostęp 11.02.2017].

Ważne jest, aby polityka klimatyczna w Polsce przestała być traktowana jako przeszkoda w rozwoju gospodarczym kraju. Polska powinna raczej dostrzec w niej bodziec do modernizacji gospodarki, zwiększenia jej innowacyjności i podniesienia konkurencyjności. Wbrew powszechnym obawom, ograniczenie emisji nie musi iść w parze ze spadkiem wzrostu gospodarczego. Dla przykładu wraz ze spadkiem emisji od 1988 roku (ok. 30%) polskie PKB wzrosło o ponad 100%!¹⁰²

Aby skutecznie ograniczać emisje gazów cieplarnianych, niezbędne jest połączenie polityki klimatycznej z polityką energetyczną. Należy dążyć do zatwierdzenia *Narodowego programu rozwoju gospodarki niskoemisyjnej*, a następnie zbudować uwzględniającą jego założenia, długoterminową politykę klimatyczną kraju, określającą m.in. limity emisji gazów cieplarnianych oraz szczegółowy plan wydatkowania środków pozyskanych z EU ETS wraz ze wspierającą legislacją.

Podstawowymi barierami, które utrudniają wykorzystanie potencjału redukcji emisji w Polsce, jest przede wszystkim brak woli politycznej wynikający z braku przekonania o realności niskoemisyjnej transformacji. Z drugiej strony pokutuje przekonanie o zależności Polski od węgla. Mamy tu do czynienia z uzależnieniem nie tylko w sensie dosłownym (na węglu opiera się blisko 90% produkcji energii elektrycznej i blisko 80% produkcji energii cieplnej), lecz także mentalnym – wielu osobom trudno bowiem wyobrazić sobie, że polska energetyka, a szerzej także polska gospodarka, mogłyby wyglądać inaczej¹⁰³. Dopiero otwarcie się na alternatywne ścieżki rozwoju pozwoli Polsce z przekonaniem prowadzić efektywną i skuteczną politykę klimatyczną.

Szereg scenariuszy modernizacyjnych dla polskiej gospodarki przedstawiono m.in. w mapie drogowej opracowanej przez Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych (obecnie WiseEuropa) i Instytut na rzecz Ekorozwoju w ramach projektu *Niskoemisyjna Polska 2050*. Przeprowadzone analizy potwierdzają, że aby czerpać realne korzyści z polityki klimatycznej, należy podążać w kierunku modernizacji opartej o innowacyjność, efektywność i poszanowanie dla środowiska¹⁰⁴.

¹⁰² *The Sixth National Communication and the First Biennial Report to the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, The Republic of Poland, Warsaw 2013, https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/pol_nc6.pdf [dostęp 11.02.2017].

¹⁰³ Zbigniew M. Karaczun i in., *Redukcja emisji z sektorów...*, dz. cyt., s. 101.

¹⁰⁴ *2050.pl – podróż do niskoemisyjnej przyszłości*, red. Maciej Bukowski, Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2013.



Finanse a klimat

**Bartłomiej Asztemborski, Paweł Gilewski, Antonina Kaniszewska,
Arkadiusz Węglarz, Ryszard Wnuk**

Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA

Stowarzyszenia oraz ruchy społeczne wywierają coraz silniejszą presję, aby zaniechać inwestycji w projekty związane z eksploatacją paliw kopalnych.

Ogólnosiękatowe działania zmierzające do ograniczenia emisji CO₂ bezpośrednio wpływają na gwałtowny wzrost ryzyka inwestycji w projekty związane z paliwami kopalnymi.

Powstała tzw. bańka węglowa, czyli zjawisko polegające na tym, że wartość spółek naftowych, gazowych i górniczych jest oparta na aktywach (złożach), który eksploatacja byłaby niezgodna z porozumieniem klimatycznym.

Pierwsze reakcje świata finansów na politykę klimatyczną

Prowadzona obecnie polityka klimatyczna bardzo wyraźnie przekłada się na sytuację obserwowaną w świecie finansów. Szczególną uwagę warto zwrócić na trendy globalne związane z nastrojami instytucji inwestycyjnych odnośnie projektów emisyjnych oraz tych, które koncentrują się na poprawie efektywności energetycznej lub wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii.

Kluczowe jest ograniczenie lub zupełne zakończenie wspierania projektów związanych z paliwami kopalnymi przez międzynarodowe instytucje finansowe, takie jak Europejski Bank Inwestycyjny, Europejski Bank Odbudowy i Rozwoju czy Bank Światowy.

Europejski Bank Inwestycyjny (EBI) stawia sobie jako priorytet finansowanie inwestycji proklimatycznych, zobowiązując się do przeznaczania ponad 25% swojego portfela kredytowego na działania związane z gospodarką niskoemisyjną. Oznacza to, że na wsparcie mogą liczyć takie projekty, które nie emitują więcej niż 550 g CO₂ na kWh¹, co w praktyce w przypadku paliw kopalnych dopuszcza jeszcze inwestycje w generację gazową, ale w węglową już nie.

¹ *Energy Lending Criteria*, European Investment Bank, 2013, http://www.eib.org/attachments/strategies/eib_energy_lending_criteria_en.pdf, [dostęp 11.02.2017] oraz *EIB Emission Performance Standard*, European Investment Bank,

W 2015 roku Europejski Bank Inwestycyjny na działania na rzecz ochrony klimatu przeznaczył 20,7 mld euro, a do 2020 roku planuje wydać jeszcze w sumie na ten cel 100 mld euro. Poprzez swoje zaangażowanie oraz wzięcie na siebie części ryzyka EBI ma nadzieję na mobilizację prywatnych inwestorów i znaczne zwiększenie w ten sposób inwestowanej kwoty.

Również coraz więcej instytucji oraz prywatnych podmiotów wycofuje się ze wspierania sektora paliw kopalnych. W tym kierunku idą m.in. amerykańskie czy brytyjskie uniwersytety, które rezygnują z lokowania swoich funduszy inwestycyjnych w tego typu projektach. Na taki krok zdecydowało się już ponad 300 uczelni wyższych, w tym Uniwersytet Harvarda, dysponujący największym spośród wszystkich uniwersytetów funduszem inwestycyjnym².

Wspólne działania wielu osób oraz organizacji przerodziły się w ruch społeczny **Divestment**, który od swego powstania w 2011 roku wywiera bardzo silną presję i dąży do zaniechania inwestycji m.in. w projekty węglowe. Wyrażna kampania na rzecz wycofania inwestycji z branży paliw kopalnych rozpoczęła się po publikacji raportu *Unburnable Carbon (Węgiel, którego nie możemy spalić)*, przygotowanego w 2012 roku przez organizację Carbon Tracker Initiative.

Ruch Divestment mocno skupia się na normach moralnych i za nieetyczne uznaje poszukiwanie i wydobywanie paliw kopalnych (węgla, ropy naftowej i gazu) oraz wymaganą do tego celu infrastrukturę, obejmującą między innymi rurociągi i środki transportu paliw kopalnych.

Organizacja zwraca też uwagę na ryzyko finansowe, jakie niesie za sobą lokowanie kapitału w akcjach spółek wydobywczych. Na podstawie szacunków budżetu węglowego (ilości gazów cieplarnianych, które jeszcze mogą być wyemitowane przed osiągnięciem progu ocieplenia się klimatu o 2°C) stwierdziła, że ok. 80% złóż należących do firm wydobywczych musi pozostać w ziemi. To znaczy, że realna wartość tych spółek jest mocno przeszacowana³.

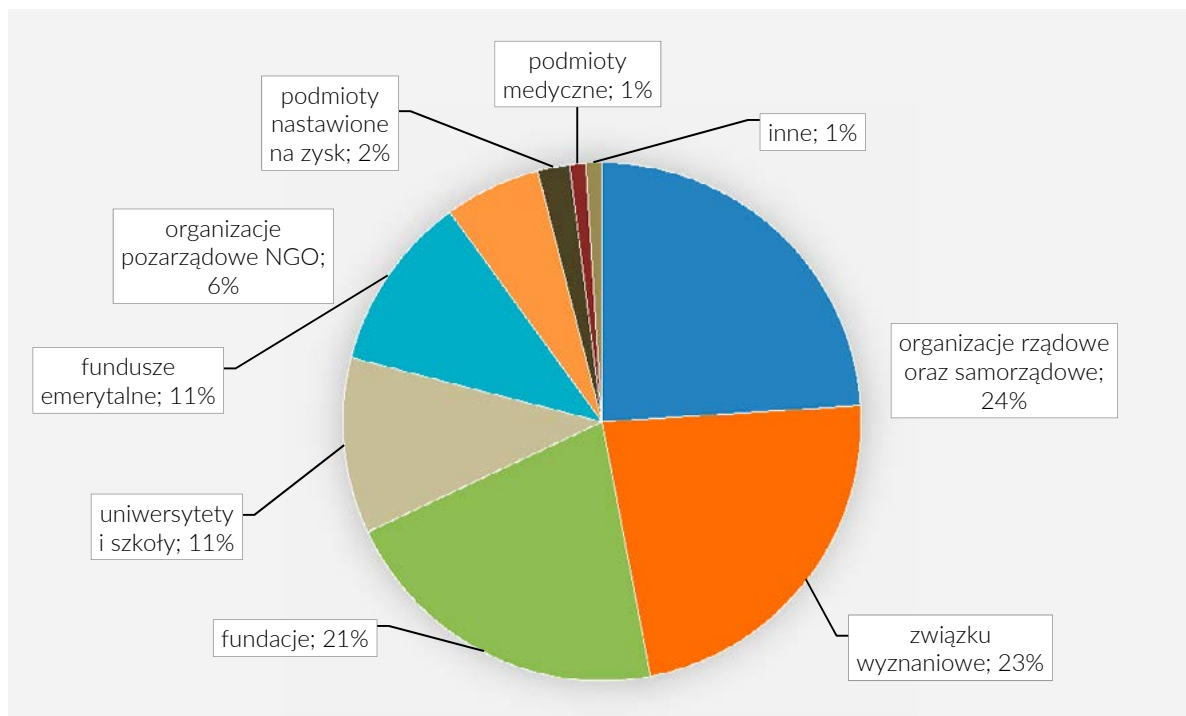
W ostatnich latach ruch bardzo rósł w siłę. Wiele instytucji, organizacji, a nawet firm komercyjnych poparło szerzone przez niego idee i zmniejszenie ryzyka inwestycyjnego. W połowie 2016 roku Divestment zaklasyfikował 629 takich podmiotów, z czego ponad 24% stanowiły organizacje rządowe i samorządowe, a 11% – fundusze emerytalne. Skumulowana wartość środków, którymi dysponują te instytucje to 3,4 bln dolarów amerykańskich (to ponad siedmiokrotność polskiego PKB!)⁴.

23.07.2013, http://www.eib.org/attachments/consultations/elp_methodology_emission_performance_standard_20130722_en.pdf, [dostęp 11.02.2017].

² Marcin Szczepański, *Keep it in the ground*, PAP, 14.04.2015, <http://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/Keep-it-in-the-ground-754.html>, [dostęp 23.09.2016].

³ *Carbon Bubble*, Carbon Tracker, <http://www.carbontracker.org/report/carbon-bubble/> [dostęp 24.09.2016].

⁴ PKB Polski w dolarach – dane Banku Światowego, <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=PL> [dostęp 24.09.2016].



RYСУNEK 9.1. Struktura podmiotów zrzeszonych w ramach ruchu Divestment⁵.

Na stronie internetowej gofossilfree.org umieszczona jest pełna lista podmiotów wraz z informacją o rodzaju deklaracji „wycofania”. Istnieje kilka poziomów wycofania inwestycji, od pełnego po częściowe⁶.

Jednym z przynależących do ruchu Divestment instytucji jest wspomniany już w rozdziale 4 (*Odnawialne źródła energii – aspekty ekonomiczne i konkurencyjność*) Norweski Fundusz Emerytalny. Jest to drugi największy państwowy fundusz inwestycyjno-oszczędnościowy na świecie – z aktywami rządu 900 mld dolarów. Posiada 1% wszystkich akcji notowanych na światowych giełdach. W 2015 roku rozpoczął wycofywanie się z inwestowania w firmy, których ponad 30% przychodów pochodzi z działalności opartej na węglu. W przypadku przedsiębiorstw działających na terenie Polski chodzi tu m.in. o Energeę, Lubelski Węgiel Bogdanka, PGE czy Tauron. Udział węgla w ich przychodach Greenpeace ocenił odpowiednio na 50%, 100%, 91% i 87%⁷.

⁵ Za: *Divestment Commitment*, <http://gofossilfree.org/commitments/> [dostęp 23.09.2016].

⁶ *Wycofywanie inwestycji i reinwestowanie*, <http://gofossilfree.org/wycofywanie-inwestycji-i-reinwestowanie>, [dostęp 23.09.2016].

⁷ *Norwegia wycofuje się z węgla. Stracą m.in. Tauron i PGE*, 8.06.2015, <http://gramwzielone.pl/trendy/16544/norwegia-wycofuje-sie-z-węgla-straca-min-auron-i-pge>, [dostęp 23.09.2016].

Wiele jeszcze musi zostać zmienione

Ograniczenie wsparcia finansowego dla sektora paliw kopalnych zakreśla coraz szersze kręgi, jednak trzeba wyraźnie zaznaczyć, że jest jeszcze bardzo dużo do zrobienia. Zgodnie z raportem organizacji Rainforest Action Network (RAN), BankTrack, Sierra Club i Oil Change International opublikowanym 14 czerwca 2016 roku znaczna część banków (analiza obejmowała 25 banków z USA, Europy i Kanady) wciąż napędza zmiany klimatu, pompując setki miliardów dolarów w wydobycie najbrudniejszych paliw kopalnych⁸.

Kwestią szczególnie wartą uwagi jest również subsydiowanie paliw kopalnych przez kraje G20. Szacuje się, że rocznie przeznaczają one niebagatelne kwoty sięgające nawet 200 mld dolarów na wsparcie i rozwój sektora paliw kopalnych. Na finansowanie tego wysokoemisyjnego sektora składa się m.in. przeznaczanie ogromnych środków na aktywa, które nie będą mogły zostać wydobyte bez katastrofalnych skutków dla klimatu.

Trzech największych ubezpieczycieli na świecie – Aviva, Aegon i Amlin – wezwało przywódców państw 20 największych gospodarek świata do przyjęcia planu zaprzestania subsydiowania paliw kopalnych w ciągu czterech lat (do 2020 roku).

Zmiana klimatu to „matka wszystkich ryzyk, zarówno dla społeczeństwa, jak i dla biznesu” – powiedział Mark Wilson, prezes Avivy. Według niego subsydiowanie paliw kopalnych zwiększa ryzyko, dlatego nie może być dłużej utrzymywane.

„Polska węglem stoi”

Konieczność podjęcia jak najszybszych działań ma szczególne znaczenie w takich krajach jak Polska. W końcu nie przypadkiem mówi się „Polska węglem stoi”. Gospodarka naszego kraju korzysta bowiem z energii elektrycznej wytwarzanej w ponad 80% w rodzimych elektrowniach węglowych⁹.

Dodatkowym aspektem są tutaj narastające problemy polskiego sektora górniczego. W Polsce są ok. 4 mln t niesprzedanego węgla, a od 2008 roku w sumie więcej węgla było importowane niż eksportowane^{10, 11, 12}. Dzieje się tak, gdyż ceny węgla z Rosji, mimo że jest lepszej jakości, są niższe niż wydobywanego w Polsce węgla. Polskie spółki węglowe poprzez wpływ konkurencji są zatem zmuszone sprzedawać węgiel po cenie niższej niż koszty wydobycia!¹³

⁸ *Największe banki pompują setki miliardów w najbrudniejsze paliwa kopalne*, 19.06.2016, <http://zielonewiadomosci.pl/tematy/energetyka/najwieksze-banki-pompuja-setki-miliardow-w-najbrudniejsze-paliwa-kopalne/> [dostęp 23.09.2016].

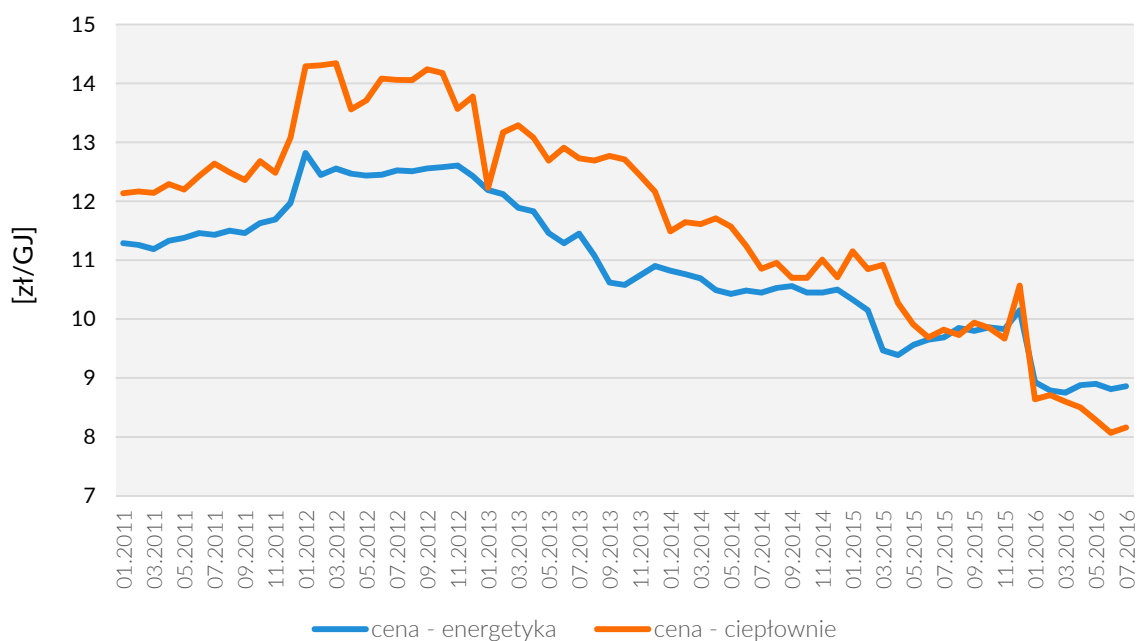
⁹ *Raport 2015 KSE, Polskie Sieci Elektroenergetyczne*, <http://www.pse.pl/index.php?did=2870> [dostęp 24.09.2016].

¹⁰ *W lipcu wzrosła sprzedaż węgla, zmniejszyły się zwaly*, PAP, 31.08.2016, <http://biznes.onet.pl/wiadomosci/kraj/w-lipcu-wzrosla-sprzedaz-węgla-zmniejszyly-sie-zwaly/9j5xvg> [dostęp 24.09.2016].

¹¹ *Energia 2015 oraz Energia 2016*, Główny Urząd Statystyczny, <http://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5485/1/3/1/energia2015.pdf>, <http://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5485/1/4/1/energia2016.pdf> [dostęp 24.09.2016].

¹² Tadeusz Olkusi, *Zmiana trendu w handlu polskim węglem*, „Polityka energetyczna” 2010, t. 13, z. 2, https://minpan.krakow.pl/se/publikacje/10_14to_pe_z.pdf [dostęp 24.09.2016].

¹³ *Polska energetyka na fali megatrendów*, Forum Analiz Energetycznych, Deloitte, Warszawa, styczeń 2016, s. 25, http://www.fae.org.pl/files/file_add/file_add-35.pdf [dostęp 24.09.2016].



RYСУNEK 9.2. Ceny węgla w Polsce¹⁴.

Wyraźny spadek cen węgla powoduje braki budżetowe w spółkach wydobywczych. Luki te łatanie są przez polski rząd, który zapewnia upadającym kopalniom węgla pomoc finansową^{15, 16}. Jednak niesie to za sobą ogromne ryzyko. Jeżeli w związku z polityką proekologiczną, a także konkurencją rynkową, polskie spółki węglowe i energetyczne będą musiały odpisać część swoich aktywów wysokoemisyjnych, jest wielce prawdopodobne, że ze względu na rozmiar przemysłu i udziały w większości spółek rząd polski zostanie zmuszony do udzielenia jeszcze większej pomocy lub nawet do dofinansowania pogrążonych w kłopotach spółek.

Przez lata wspieranie górnictwa odbywało się na wiele sposobów, z których jako najważniejsze wskazuje się dotowanie bezpośrednio ze środków publicznych lokowanych w przedsiębiorstwach zajmujących się wydobywaniem węgla. W latach 1990–2012 wartość wsparcia przez urzędy centralne i władze lokalne osiągnęła, bagatela, 70 mld zł. Skąd pochodziło najwięcej środków?

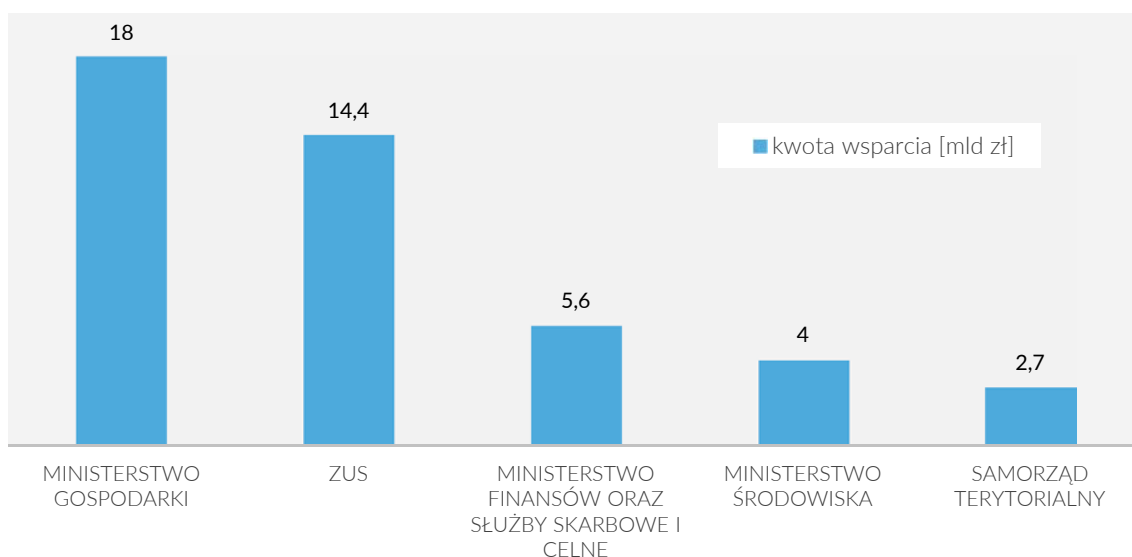
Dotacje od 1990 roku dochodziły nawet do 2% PKB i były większe niż środki kierowane przez państwo na naukę czy badania i rozwój¹⁷.

¹⁴ Agencja Rozwoju Przemysłu SA, <http://polskirynekwegla.pl> [dostęp 23.09.2016].

¹⁵ Bartłomiej Derski, *PGG ma na start 3,5 mld zł. Wystarczy jej na...*, „Wysokie Napięcie”, 27.04.2016, <http://wysokienapiecie.pl/energetyka-konwencjonalna/1454-pgg-ma-na-start-3-5-mld-zl-wystarczy-jej-na> [dostęp 24.09.2016].

¹⁶ Rafał Zasuń, *Górnictwo na ostrzu kilofa*, „Wysokie Napięcie”, 30.08.2016, <http://wysokienapiecie.pl/energetyka-konwencjonalna/1697-gornictwo-na-ostrzu-kilofa> [dostęp 24.09.2016].

¹⁷ *Polskie górnictwo dostaje miliardy wsparcia. Każdy Polak dokłada 1876 złotych rocznie*, <http://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/artukul/polskie-gornictwo-dostaje-miliardy-wsparcia,234,0,1670634.html> [dostęp 23.09.2016].



RYSUNEK 9.3. Wsparcie branży górniczej w latach 1995–2012¹⁸.

Tak naprawdę każdy Polak dopłaca do wsparcia górnictwa oraz energetyki węglowej. Według WISE kwoty te sięgają aż 1876 zł rocznie na jednego Polaka! Pieniądze te pochodzą z podatków, rachunków za energię elektryczną, a także opłacane są utraconym zdrowiem oraz niszczeniem środowiska.

TABELA 9.1. Roczne koszty wsparcia górnictwa i energetyki węglowej przypadające na jednego Polaka¹⁹.

Roczne koszty wsparcia przypadające na jednego Polaka		
Źródło	2012	Średnia 1990–2012
Dopłaty do rent i emerytur	90	76
Koszt restrukturyzacji górnictwa	10	78
Wsparcie z funduszy europejskich	7	1
Koszty osierococone KDT	18	9
Bezpłatne uprawnienia do emisji	35	21
Koszty zewnętrzne (średnia z przedziału)	899	1682

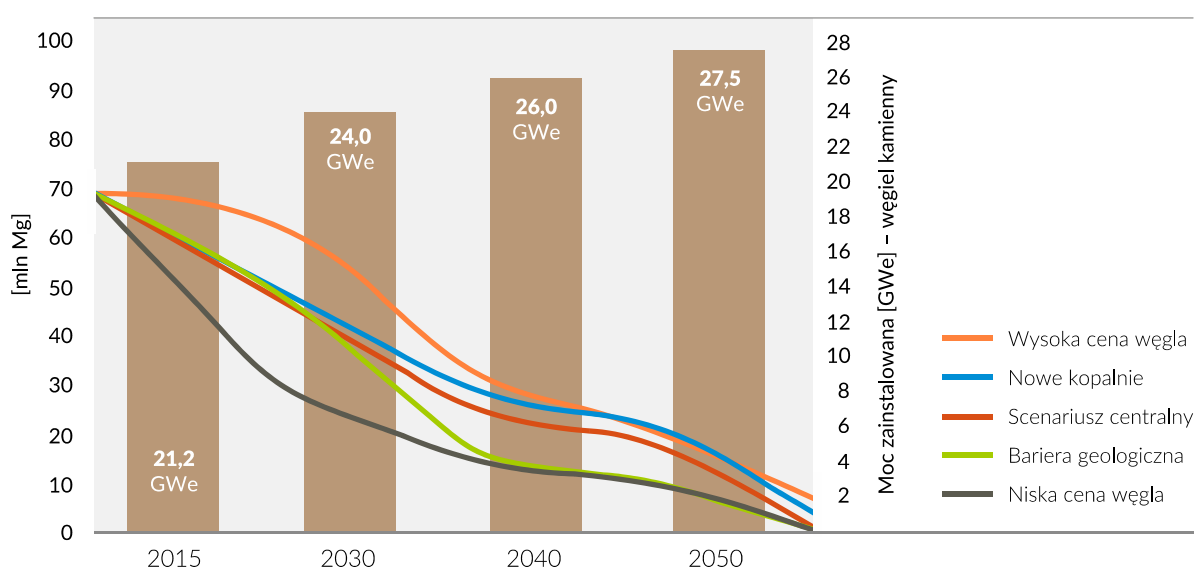
¹⁸ Ukryty rachunek za węgiel. Analiza wsparcia gospodarczego dla elektroenergetyki węglowej oraz górnictwa w Polsce, WISEEuropa, Warszawa 2014, <http://wise-europa.eu/wp-content/uploads/2016/03/Ukryty-rachunek-za-węgiel.pdf> [dostęp 13.02.2017].

¹⁹ Ukryty rachunek za węgiel..., dz. cyt.

Autorzy raportu *Ukryty rachunek za węgiel. Analiza wsparcia gospodarczego dla elektroenergetyki węglowej oraz górnictwa w Polsce* wskazują, że **przez 20 lat wydaliśmy 170 mld zł – bez uwzględnienia przyszłych kosztów wynikających z utraty zdrowia czy zdegradowanego środowiska**. Według ich obliczeń polskie społeczeństwo wydało już blisko 2,2 bln zł w wariantcie pesymistycznym, zaś optymistycznym – 700 mld zł.

W Polsce kwoty przeznaczane rocznie na wsparcie sektora paliw kopalnych podzielić można na trzy kategorie. Do pierwszej z nich, stanowiącej ok. 50%, należą środki kierowane na inwestycje przez państwowe koncerny tłumaczące się koniecznością rozwoju. Kolejna część kwoty, ok. 30%, trafia na rynek w postaci różnego rodzaju subsydiów, a ok. 20% to finansowanie udzielane m.in. przez instytucje publiczne (banki krajowe oraz międzynarodowe instytucje finansowe). Należy zwrócić uwagę na fakt, że dofinansowanie na poprawę efektywności spalania węgla, owszem, przynosi efekt energetyczny i ekologiczny, ale w danym kotle stale wykorzystywanym paliwem jest węgiel!

A jednak wciąż istnieją plany budowy do 24 nowych bloków opartych na węglu²⁰. Rodzą się więc pytania, skąd spółki energetyczne zdobędą finansowanie i skąd będą kupować węgiel w przyszłości.



RYСУNEK 9.4. Prognoza pozyskania i zapotrzebowania na węgiel kamienny w Polsce²¹.

Doktor Michał Wilczyński dokonał analizy porównawczej prognoz ekonomicznego wydobycia węgla. Założył, że znaczący udział węgla kamiennego w polskim miksie energetycznym zostanie utrzymany. Albo będziemy musieli przeznaczać ogromne środki publiczne na wydobywanie niekonkurencyjnego rodzimego węgla (przy jednoczesnym zderzeniu się z progiem geolo-

²⁰ Dariusz Ciepela, *Tchórzewski: Polsce potrzeba 24 nowych bloków energetycznych*, WNP, 30.06.2016, http://energetyka.wnp.pl/tchorzewski-polsce-potrzeba-24-nowych-blokow-energetycznych,276786_1_0_0.html [dostęp 24.09.2016].

²¹ Michał Wilczyński, *Węgiel. Już po zmierzchu*, Warszawa 2015, na podstawie analizy ekonomicznej Macieja Bukowskiego i in., *Polski węgiel. Quo vadis? Perspektywy rozwoju górnictwa węgla kamiennego w Polsce*, Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych, Warszawa 2015 oraz *Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2050 roku*, KAPE, 2013, http://oweglu.pl/content/dr_Michal_Wilczynski_Wegiel_Juz_po_zmierchu_2015.pdf [dostęp 24.09.2016].

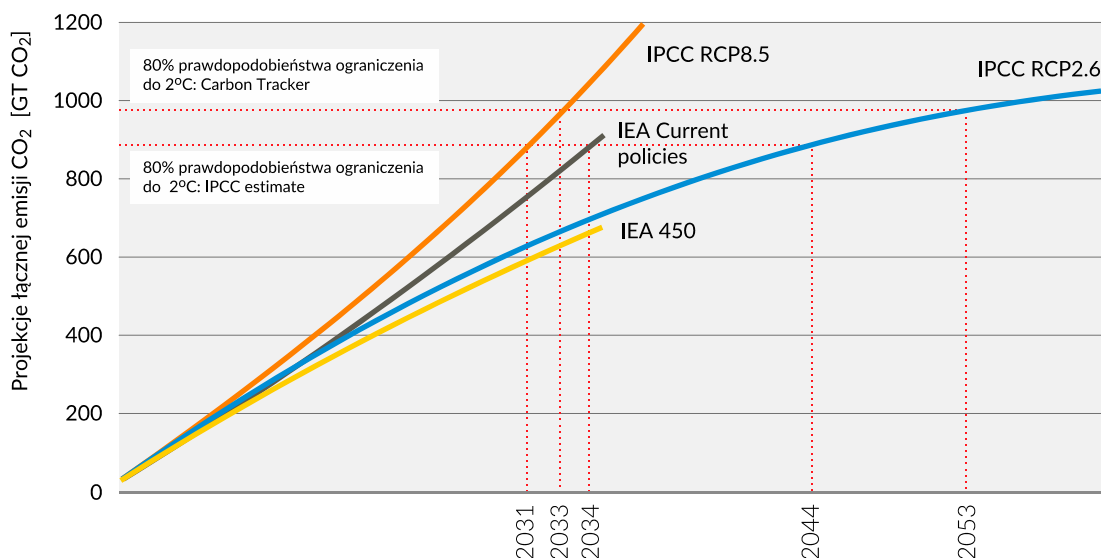
gicznym – koniecznością coraz głębszego fedrowania), albo będziemy musieli coraz więcej węgla importować, bezpieczeństwo energetyczne będzie maleć, a deficyt handlowy rosnać.

Zjawisko „bańki węglowej”

Ogólnoświatowe działania zmierzające do ograniczenia emisji CO₂ bezpośrednio wpływają na gwałtowny wzrost ryzyka inwestycji w projekty węglowe. To z kolei, biorąc pod uwagę powiązanie instytucji finansowych ze spółkami wydobywczymi, powoduje powstanie zjawiska tzw. bańki węglowej, polegającego na tym, że wartość spółek naftowych, gazowych i górniczych jest oparta na aktywach (złożach), których eksploatacja byłaby niezgodna z porozumieniem klimatycznym.

Kiedy przekroczymy budżet węglowy?

Wykres przedstawia ostatnie najlepsze i najgorsze scenariusze dotyczące emisji CO₂ ze spalania paliw kopalnych wg. Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu i Międzynarodowej Agencji Energetycznej. Prognoza IPCC2.6 jest najlepszym scenariuszem, który zakłada ograniczenie emisji o 50% do 2050 roku. RCP8.5 zakłada, że nic się nie zmieni, co oznacza, że najprawdopodobniej nie przekroczymy 4°C. Najlepszym scenariuszem wg. IEA 450 jest zachowanie spójności działań dotyczących ograniczenia globalnego ocieplenia do 2°C; ‘Obecna Polityka’ zakłada brak implementacji nowych zasad w drugim półroczu 2012 roku. Wykres ten pokazuje, że mogliśmy złamać budżet ocieplenia do 2°C przed 2031 rokiem.



RYSUNEK 9.5. Kiedy przekroczymy budżet węglowy?²²

Problem bańki węglowej został szczegółowo opisany m.in. w raporcie *Ekspozycja polskich funduszy emerytalnych i banków na bańkę węglową* opublikowanym w styczniu 2016 roku²³. Celem tego dokumentu była ocena ryzyka, na jakie bańka węglowa naraża pięć największych

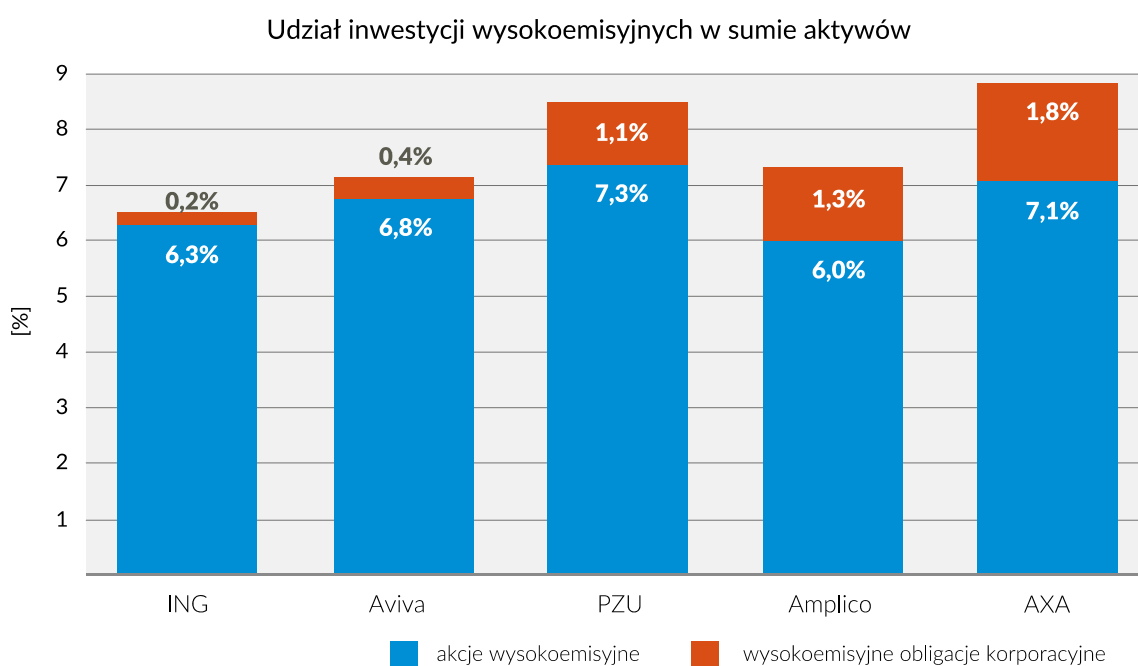
²² *Things to look out for when using carbon budgets!*, Carbon Tracker, październik 2013, <http://www.carbontracker.org/wp-content/uploads/2014/08/Carbon-budget-checklist-FINAL-1.pdf> [dostęp 24.09.2016].

²³ *Ekspozycja polskich funduszy emerytalnych i banków na bańkę węglową*, opracowanie przygotowane na zlecenie Grupy Zielonych w Parlamencie Europejskim przez Profundo Research & Advice, 10.01.2016.

otwartych funduszy emerytalnych (OFE) w Polsce, pięć największych polskich banków i siedem wybranych dużych spółek węglowych i energetycznych.

Mniejsze wydobycie i gorsze perspektywy ekonomiczne obniżają wartość spółek wydobywczych i energetycznych, co bezpośrednio przekłada się na obniżenie wartości portfela OFE. Skutkuje to również mniejszą zdolnością do spłaty zadłużenia, co z kolei, poprzez udzielane kredyty, przenosi się na instytucje finansowe, które są powiązane często ze spółkami naftowymi, gazowymi i wydobywczymi.

We wspomnianym raporcie przeanalizowano ekspozycję funduszy emerytalnych (OFE) oraz banków na aktywa wysokoemisyjne. Faktyczny udział badanych polskich funduszy emerytalnych w spółkach wysokoemisyjnych wynosi kilkanaście procent sumy inwestycji kapitałowych. Z szacunków wynika, że łączna wartość wszystkich udziałów wysokoemisyjnych to prawie 900 mln euro. Dodatkowo fundusze posiadają również obligacje korporacyjne emitowane przez spółki związane z paliwami kopalnymi o wartości ponad 350 mln euro. Podsumowując, średni udział akcji i obligacji korporacyjnych o charakterze wysokoemisyjnym dla analizowanych OFE waha się pomiędzy 6 a 9%, co oznacza znaczne ryzyko odbicia się sytuacji finansowej podmiotów węglowych na sytuacji funduszy emerytalnych, a co za tym idzie – na wysokości naszych emerytur.



RYSUNEK 9.6. Udział inwestycji wysokoemisyjnych w sumie aktywów²⁴.

Jeśli bańka węglowa wywoła wstrząs, który dotknie w tym samym czasie różne instytucje finansowe lub cały sektor, nastąpić może negatywna spirala kosztów. Ostatecznie wszystko może doprowadzić nawet do obniżenia emerytur osób niezwiązanych z sektorem górniczym. Jeśli znaczna liczba funduszy emerytalnych będzie musiała istotnie obniżyć świadczenia emerytalne, nie tylko zmniejszy się dochód emerytów, lecz także może przełożyć się to na

²⁴ Tamże.

mniejszą konsumpcję. Podobnie, jeśli fundusze emerytalne istotnie podniosą składki emerytalne, wzrosną koszty pracy i obniżą się zarobki, co ograniczyłoby wzrost gospodarczy. W związku z powyższym wpływ wstrząsu wywołanego bańką węglową będzie w rzeczywistości większy, gdyż dotknie kaskadowo kolejne sektory gospodarki i elementy środowiska.

Analiza wartości akcji poszczególnych spółek energetycznych odzwierciedla omawiane zjawiska. Spółki energetyczne, które dotychczas zajmowały jedną z najwyższych pozycji polskiej giełdy, drugą po bankach, odnotowują znaczne spadki swoich akcji. Rok 2015 był bardzo niekorzystny dla tych firm, sytuacja w kolejnym także była niepokojąca. Dalszy spadek akcji wisi nad spółkami jak miecz Damoklesa. W maju 2015 roku wycena akcji jednej z nich – Energi – wynosiła ok. 25 zł, natomiast rok później spadła do ok. 10 zł, a w kolejnych miesiącach nadal malała.

Sytuacja największych spółek energetycznych w kraju nie rysuje się dobrze. Według analityków Haitong Bank dalszy spadek wartości będzie dotyczył m.in. Tauronu, Energi i Enei. Stanowisko to potwierdzają również analitycy DM PKO BP. Natomiast obie grupy finansistów stwierdzają lepszą sytuację PGE. Jako przyczynę tego podaje się mniejsze inwestycje tej firmy w górnictwo. Większy ciężar spada na Enerę, która razem z PGE dokłada do ratowania Polskiej Grupy Górniczej (PGG) ok. 0,5 mln zł. Wcześniej Tauron przejął jedną z kopalni należących do PGG. Do tej transakcji spółka podchodziła niechętnie, lecz przypuszcza się, że zmiany w zarządzie firmy wpłynęły na ostateczną decyzję.



RYСУNEK 9.7. Wycena spółek energetycznych w okresie dwóch lat²⁵.

²⁵ Giełda Papierów Wartościowych w Warszawie, <http://www.gpw.pl>, 24.09.2016.

Według inwestorów to właśnie związek branży energetycznej z górnictwem odgrywa kluczową rolę w kryzysie. Jako przykład podaje się Jastrzębską Spółkę Węglową, która została zaangażowana w ratowanie Kompanii Węglowej (obecnie PGG), po czym sama wpadła w tarapaty. Zdaniem analityków zainwestowane pieniądze nie wydobędą kopalni z kłopotów. Ponownie ratowaniem spółki węglowej mają zająć się przedsiębiorstwa energetyczne. Niestety w krótkim okresie pociągnie to za sobą większe ryzyko aniżeli korzyści. Ujemne wpływy generowane przez PGG oraz KHW (Katowicki Holding Węglowy) będą sięgały od 400 do 700 mln zł, a długotrwałe efekty zależne będą od wielu czynników związanych z rynkiem węgla oraz wewnętrznymi reformami. Jak oceniają analitycy PKO BP, pomoc energetyki poprawi płynność kopalń, jednak nie zapewni zbilansowanych przepływów energii²⁶.

W związku z powyższym konieczne jest jak najszybsze podjęcie działań, aby zgodne z polityką klimatyczną odejście od gospodarki węglowej nie wpłynęło negatywnie na całą gospodarkę i przyszłość społeczeństwa.

Warto w tym miejscu zastanowić się, czy rzeczywiście przejście na gospodarkę niskoemisyjną musi być znacznie droższe.

Wybór optymalnego przedsięwzięcia

Wśród wielu osób ciągle pokutuje przekonanie, że energia odnawialna jest mniej opłacalna od energii ze źródeł konwencjonalnych ze względu na wysokie koszty inwestycyjne. Analizy jednak wykazują, że sytuacja znacznie się zmienia i **energia odnawialna coraz lepiej konkuruje ze swoim odpowiednikiem z paliw kopalnych**. Warto odnieść się tutaj np. do analiz sporządzonych metodą LCOE (ang. *levelized cost of energy*). Służy ona do porównywania różnych sposobów pozyskiwania energii. W LCOE podczas analizy kosztu produkowanej energii bierze się pod uwagę takie czynniki, jak nakłady inwestycyjne, cenę paliwa, koszty eksploatacji i utrzymania instalacji oraz dofinansowania. Wynik wyrażony jest najczęściej w jednostce pieniądza na megawatogodzinę²⁷.

Elektrownie konwencjonalne (np. węglowe, gazowe) mają niższe koszty inwestycyjne, ale są za to bardzo wrażliwe na ceny paliw. Z kolei odpowiadające im pod kątem mocy elektrownie wykorzystujące energię odnawialną (np. wiatrową, słoneczną, geotermalną) nie ponoszą kosztów paliwa, ale są bardziej kapitałochłonne na początkowym etapie, dlatego też często potrzebują finansowego wsparcia inwestycyjnego. Trzeba jednak pamiętać, że ze względu na ogromny postęp technologiczny koszty inwestycyjne wykorzystania odnawialnych źródeł energii stają się coraz niższe, co w bezpośredni sposób przekłada się na ogólny koszt produkcji energii elektrycznej wytwarzanej z tych źródeł, a tym samym zmienia globalną sytuację na korzyść tego rodzaju energii. Podobne wnioski można również wyciągnąć, stosując inne metody oceny kosztów energii elektrycznej np. metodę LACE (ang. *levelized avoided cost of electricity*), która

²⁶ Adam Torchała, *Czarne chmury nad polską energetyką*, <http://www.bankier.pl/wiadomosc/Czarne-chmury-nad-polska-energetyka-7391764.html> [dostęp 23.09.2016].

²⁷ Mariusz Knapik, *LCOE i LACE, czyli szacowanie kosztów energii z OZE*, <http://globenergia.pl/lcoe-i-lace-czyli-szacowanie-kosztow-energii-z-oze/> [dostęp 23.09.2016].

porównuje koszt końcowy i średnią roczną produkcję nowej elektrowni z kosztem istniejących aktywów wytwórczych.

Pozostawiając na chwilę porównanie kosztów związanych w produkcją energii, wróćmy do kwestii wpływu przedsięwzięć oraz inwestycji na środowisko i klimat, ponieważ podczas realizacji polityki klimatycznej i analizy finansów z nią związanych nie można tego pominąć.

Ogólnościowy problem związany ze wzrostem emisji gazów cieplarnianych powoduje, że wszystkie kraje starają się, choć po części, minimalizować konsekwencje tego zjawiska oraz wprowadzać na rynek technologie powodujące zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania na środowisko.

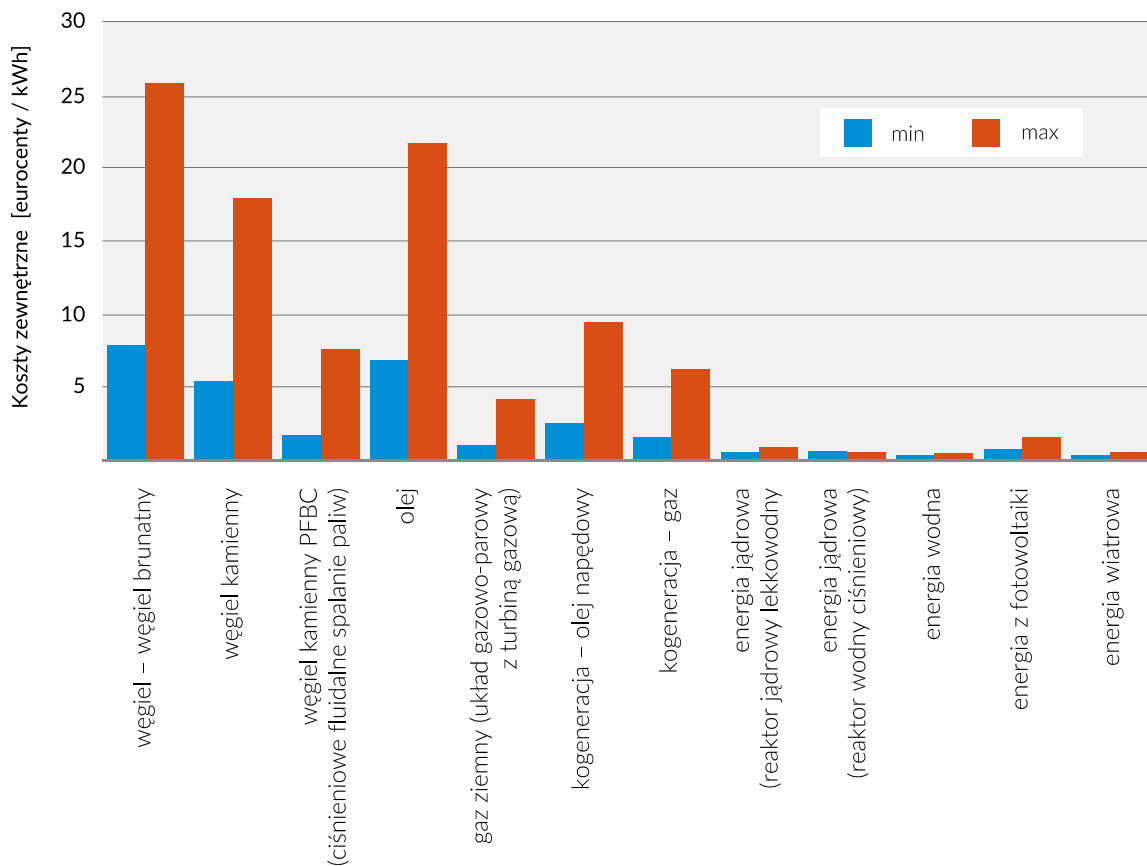
W optymalnym wyborze przedsięwzięcia lub produktu pomagają nam wiele różnego rodzaju metod. W znacznej części wykorzystują one – analogicznie, jak to było opisane przy kosztach produkcji energii elektrycznej – analizę kosztów zewnętrznych oraz wszystkich faz cyklu życia.

Koszty zewnętrzne

Koszty zewnętrzne ponosimy wszyscy – ze względu na utratę zdrowia czy dobrego stanu środowiska naturalnego. W przyjętym przez rząd w styczniu 2014 roku *Programie polskiej energetyki jądrowej* (PPEJ) pokazane są koszty zewnętrzne poszczególnych technologii, które, jeśli zostałyby doliczone do kosztów wytwarzania energii, ukazałyby bardziej wiarygodną wartość przechodzenia na niskoemisyjne źródła.

Jak wynika z powyższego wykresu, źródła oparte na węglu kamiennym i brunatnym są najdroższymi technologiami pod względem kosztów zewnętrznych. Przy średnich cenach rynkowych za energię elektryczną z 2015 roku²⁸ okazuje się, że koszty zewnętrzne, nawet w najniższym wariantcie, podwajają koszt energii w warunkach polskich, gdzie ponad 80% energii elektrycznej pochodzi z węgla.

²⁸ Średnia cena rynkowa energii elektrycznej w 2015 roku wynosiła 0,167 zł/kWh (ok. 4 eurocenty/kWh) – za: *Średnia cena sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym za 2015 rok*, Urząd Regulacji Energetyki, <https://www.ure.gov.pl/pl/urząd/informacje-ogolne/aktualnosci/6471,Srednia-cena-sprzedazy-energii-elektrycznej-na-rynku-konkurencyjnym-za-2015-rok.html> [dostęp 24.09.2016].



RYSUNEK 9.8. Koszty zewnętrzne energetyki jądrowej na tle innych źródeł energii według Europejskiej Agencji Środowiska²⁹.

Cykl życia produktu - LCA

Cykl życia wyrobów i produktów charakteryzuje się zazwyczaj trzema głównymi fazami: przedprodukcyjną, produkcyjną oraz poprodukcyjną. W zależności od fazy ponoszone są charakterystyczne koszty uwzględniające aspekty społeczne, ekonomiczne oraz środowiskowe. Analiza cyklu życia umożliwia uchwycenie i odwzorowanie zmian kosztów na każdym etapie życia produktu.

Monitorowanie aspektów i elementów środowiska pozwala ocenić, jak warunki zewnętrzne i działalność antropogeniczna wpływają na środowisko. Pozwala również oszacować potencjalne koszty inwestycji niezbędnych, aby poprawić zdegradowane elementy lub przywrócić równowagę ekologiczną.

²⁹ Program polskiej energetyki jądrowej, Rada Ministrów, styczeń 2014. Na podstawie: *Estimated average EU external costs for electricity generation technologies in 2005*, European Environment Agency, 5.07.2010, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/estimated-average-eu-external-costs> [dostęp 13.02.2017].



RYСУNEK 9.9. Szacowane emisje gazów cieplarnianych w cyklu życia (g CO₂eq/kWh) różnych technologii wytwarzających energię elektryczną, łącznie z niektórymi stosującymi CCS³⁰.

Wykonanie analizy środowiskowej oceny cyklu życia produktu pozwala wybrać najkorzystniejszy wariant produktu lub wyrobu czy usługi. Optymalne rozwiązanie już w fazie projektowania będzie minimalizowało wpływ na środowisko i szkodliwe oddziaływanie na zdrowie ludzkie, dzięki czemu na późniejszych etapach uniknie się opłat związanych z negatywnymi skutkami oddziaływania na środowisko.

Dla przykładu IPCC przygotowało analizę LCA dla źródeł energii w kontekście emisji gazów cieplarnianych. Z poniższego rysunku wynika, że spośród technologii konwencjonalnych najbardziej zanieczyszczający jest węgiel, a spośród technologii korzystających z OZE w przypadku technologii składowania CO₂ po spaleniu biomasy możliwe są nawet negatywne emisje (czyli ich redukcja netto).

Wybór optymalnego rozwiązania jest dopiero początkiem drogi do realizacji planowanego przedsięwzięcia, zakupu bądź działania. Kolejnym krokiem, szczególnie w przypadku instytucji państwowych, jest przygotowanie i przeprowadzenie procedury zamówień publicznych. Tu następuje kolejny bardzo ważny moment, czyli wybór zielonych zamówień publicznych.

³⁰ *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2011, https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN_FD_SPM_final.pdf [dostęp 24.09.2016].

Zielone zamówienia publiczne

Zielone zamówienia to polityka, w ramach której podmioty publiczne włączają ekologiczne kryteria i wymagania do procesu zakupów (procedur udzielania zamówień publicznych). Poszukują rozwiązań ograniczających negatywny wpływ produktów i usług na środowisko oraz uwzględniających cały cykl życia produktów, a poprzez to wpływają na rozwój i upowszechnienie technologii środowiskowych.

Zielone zamówienia publiczne wykorzystywane są podczas zakupu towarów przez instytucje publiczne, co stanowi 16% produktu krajowego brutto Unii Europejskiej. Z tego względu mają wpływ na kształtowanie się trendów konsumpcyjnych oraz produkcyjnych. Zwiększenie zapotrzebowania na produkty przyjazne środowisku może wpłynąć na powiększenie rynków produktów i usług bardziej ekologicznych³¹.

Przykładowe kryteria, jakie mogą zostać wprowadzone do zamówień publicznych, to m.in.: energooszczędność, zastosowanie surowców odnawialnych, redukcja emisji, redukcja odpadów³².

Tego rodzaju zamówienia wykorzystywane są najczęściej w sektorach, w których produkty ekologiczne nie są globalnie droższe w cyklu życia od alternatywnych produktów nieekologicznych, mają natomiast wyższe koszty inwestycyjne. Wprowadzenie zielonych zamówień publicznych pozwala nie tylko na osiągnięcie korzyści środowiskowych, lecz przynosi także znaczne oszczędności finansowe. Zastosowanie kryterium energooszczędności urządzeń podczas wyboru produktów o wysokiej klasie energetycznej przekłada się na obniżenie opłat za energię. Natomiast wprowadzenie niskoemisyjnego transportu pozwala na znaczne ograniczenie emisji zanieczyszczeń, a tym samym wpływa na poprawę jakości powietrza (i życia ludzi). Wprowadzenie zielonych zamówień publicznych przybliży organy państwowe do wypełnienia obowiązków wynikających zarówno z prawa krajowego, jak i z prawa Unii Europejskiej w zakresie zmniejszenia emisji CO₂ czy zwiększenia efektywności energetycznej³³.

Głównym problemem we wprowadzaniu zielonych zamówień jest wciąż niska świadomość społeczeństwa na temat korzyści płynących z przyjaznych środowisku produktów i usług, brak skoordynowanej wymiany doświadczeń, a także informacji pomiędzy instytucjami. Ponadto niedostateczne jest przeszkolenie urzędników z zakresu obliczeń kosztów cyklu życia produktów, które pokazują wymierne, ekonomiczne korzyści z wprowadzenia kryteriów środowiskowych.

³¹ *Zamówienia publiczne na rzecz poprawy stanu środowiska*, komunikat Komisji Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, Bruksela 2008.

³² *Zielone zamówienia publiczne*, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa 2009.

³³ *Zamówienia publiczne...*, dz. cyt.

Wsparcie finansowe działań związanych z gospodarką niskoemisyjną

Osiągnięcie zobowiązań przyjętych przez Unię Europejską i poszczególne kraje członkowskie do 2020 roku (i później) wymaga znacznych inwestycji, dlatego też stworzony został system handlu uprawnieniami do emisji, o którym więcej można znaleźć w rozdziale 8. Tworzone są także systemy wsparcia efektywności energetycznej (o czym więcej w rozdziale 6) i energetyki odnawialnej (rozdział 4 i 5).

Należy również pamiętać, że dla beneficjentów z Polski Unia Europejska oferuje zewnętrzne źródła finansowania planowanych działań i inwestycji.

Budżet przewidziany dla Polski w ramach programów operacyjnych UE na lata 2014–2020 to 77 mld euro. To prawie roczny budżet naszego kraju³⁴. Na działania związane ze wspieraniem przejścia na gospodarkę niskoemisyjną we wszystkich sektorach w sumie zarezerwowane jest ponad 12% całej dostępnej kwoty. Do tego dochodzą środki krajowe Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej pochodzące np. z opłat środowiskowych bądź opłat zastępczych w systemach certyfikatowych wspierających efektywność energetyczną i odnawialne źródła energii. Dla przykładu NFOŚiGW w 2015 roku na ochronę klimatu ze środków krajowych przeznaczył ok. 840 mln zł³⁵.

Podsumowanie

Świat finansów w każdym aspekcie podąża w kierunkach wskazanych przez politykę klimatyczną Unii Europejskiej. Na wielu płaszczyznach wyraźnie obserwowane jest ograniczenie środków, które dotychczas wspierały gospodarkę węglową, i przesunięcie ich na działania, które mają na celu poprawę efektywności energetycznej lub wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Bez strategicznego przeniesienia środków inwestycyjnych na niskoemisyjne kierunki rozwojowe może okazać się, że polska gospodarka surowo zapłaci za uporczywą politykę prowęglową, która z jednej strony obarczona jest ryzykiem bańki węglowej, a z drugiej – nie skorzysta z szansy transformacji, którą dużo chętniej sfinansowałyby instytucje finansowe i fundusze unijne.

³⁴ *Projekt budżetu na rok 2016*, Ministerstwo Finansów, 14.12.2015, http://www.mf.gov.pl/ministerstwo-finansow/wiadomosci/aktualnosc/ministerstwo-finansow2/-/asset_publisher/M1vU/content/projekt-budzetu-na-rok-2016, [dostęp 13.02.2017].

³⁵ *Sprawozdanie z działalności Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w 2015 roku*, NFOŚiGW, 22.04.2016, https://www.nfosigw.gov.pl/gfx/nfosigw/userfiles/files/life/sprawozdania/sprawozdanie_z_dzialalnosci_nfosigw_w_2015_r.pdf, [dostęp 24.09.2016].



Emisyjność konsumpcji

Anna Dąbrowska

Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju

KLUCZOWE PROBLEMY

Konsumpcja w istotny sposób wpływa na środowisko i przyczynia się do obserwowanych zmian klimatu.

Mieszkalnictwo, transport i żywność należą do tych kategorii konsumpcji, które najsilniej oddziałują na środowisko, w tym na klimat.

Chociaż kwestie żywnościowe mają tak istotne znaczenie dla ochrony klimatu, rzadko dostrzegamy tę zależność.

Na świecie marnuje się blisko jedna trzecia wyprodukowanej żywności, co wiąże się ze znaczną emisją gazów cieplarnianych.

Nadal nie dostrzegamy powiązania między konsumpcją mięsa a zmianą klimatu, podczas gdy hodowla zwierząt (w tym karczowanie lasów pod uprawy dla hodowli) odpowiada za 18% światowych emisji gazów cieplarnianych, a z badań wynika, że diety wegetariańskie w porównaniu do tradycyjnych charakteryzują się o połowę niższą emisją CO₂.

Europejski model konsumpcji należy do jednego z bardziej obciążających środowisko. Gdyby reszta świata żyła w taki sposób jak Europejczycy, zaspokojenie jej potrzeb wymagałoby zasobów odpowiadających ponad dwóm Ziemiom.

Konsumenci na całym świecie podejmują na co dzień decyzje, których wpływ na środowisko i klimat nie jest obojętny. Obecnym wyzwaniem jest zmiana wzorców konsumpcji (i produkcji) na bardziej zrównoważone.

Wstęp

W poprzednich rozdziałach raportu dowiedzieliśmy się, jak poważnym wyzwaniem stojącym obecnie przed całym światem są zmiany klimatu. Wiemy już także, jakie instrumenty międzynarodowej i europejskiej polityki klimatycznej wykorzystywane są, aby ograniczyć emisje gazów cieplarnianych i zatrzymać wzrost temperatury poniżej krytycznego progu +2°C.

W rozważaniach dotyczących możliwych sposobów ochrony klimatu nie należy pomijać istotnego narzędzia, które w rękę ma każdy z nas, a mianowicie wyborów konsumenckich, czyli „głosowania” naszymi pieniędzmi. Wyzwanie, jakim są zmiany klimatu, wymaga bowiem zaangażowania całej społeczności, co jest możliwe dzięki edukacji oraz wprowadzeniu norm przez przywódców państw, polityków, lokalnych liderów i przedsiębiorców.

To właśnie my wszyscy – konsumenci energii, wody, paliw, żywności, innych towarów i usług, podejmujemy na co dzień decyzje, których wpływ na środowisko i klimat nie jest obojętny. Co zatem możemy zrobić, aby nasze wybory konsumenckie były „łaskawsze” dla Ziemi i jej klimatu? Czy w globalnej skali nasze lokalne postawy mają w ogóle znaczenie? Które elementy naszego codziennego życia w największym stopniu przyczyniają się do emisji gazów cieplarnianych? Te i podobne im dylematy omawiamy w niniejszym rozdziale raportu.

Nieźródnoważona konsumpcja

Bez względu na to, jak i gdzie żyjemy, wszyscy jesteśmy konsumentami. Na co dzień staramy się zaspokoić swoje potrzeby, a to nierozzerwalnie łączy się z konsumpcją. Z perspektywy wpływu postaw konsumenckich na środowisko konsumpcja rozumiana jest nie tylko jako bezpośredni zakup towarów czy usług, lecz także jako korzystanie z różnego rodzaju zasobów, takich jak woda, energia czy paliwa i inne surowce.

To, jak bardzo konsumpcja wpływa globalnie na środowisko, obrazuje badanie *Environmental Impact Assessment of Household Consumption* opublikowane na początku 2016 roku w „Journal of Industrial Ecology”. W artykule przeanalizowano związek między konsumpcją gospodarstw domowych a zużyciem zasobów materiałowych, wody i gruntów oraz emisją gazów cieplarnianych. Otrzymane wyniki powinny dać nam, konsumentom, do myślenia. Zdaniem autorów badania konsumpcja gospodarstw domowych przyczynia się do ponad 60% światowych emisji gazów cieplarnianych i w 50–80% odpowiada za zużycie gruntów, zasobów materiałowych i wody.

Oczywiście wpływ konsumpcji jest nierównomiernie rozłożony w poszczególnych regionach świata i to bogate państwa mają najbardziej znaczący wpływ w przeliczeniu na mieszkańca. Badacze podkreślają, że otrzymane wyniki wskazują na silny związek pomiędzy wydatkami gospodarstw domowych a ich oddziaływaniem na środowisko. Ponadto z przeprowadzonej analizy wynika, że transport, mieszkalnictwo i żywność należą do kategorii konsumpcji, które najsilniej oddziałują na środowisko, w tym na klimat¹.

Ślad węglowy, czyli jak bardzo naciskamy Ziemi na odcisk?

Praktycznie każda ludzka działalność wiąże się z emisją gazów cieplarnianych. Poprzez swoją codzienną aktywność – korzystając z energii elektrycznej, ogrzewając swoje domy i mieszkania, prowadząc samochód czy podróżując samolotem – zużywamy paliwa kopalne (węgiel, gaz,

¹ Diana Ivanova, Konstantin Stadler, Kjartan Steen-Olsen, Richard Wood, Gibran Vita, Arnold Tukker, Edgar G. Hertwich, *Environmental Impact Assessment of Household Consumption*, „Journal of Industrial Ecology” 2016, nr 20, s. 526–536.

ropę) i w dość oczywisty sposób stajemy się odpowiedzialni za emisje gazów cieplarnianych. Jednak to jeszcze nie wszystko! **Każdy nabywany przez nas produkt czy usługa wiążą się pośrednio z emisjami CO₂, wynikającymi ze zużycia energii potrzebnej na ich wytworzenie, transport i utylizację.** Ponadto niektóre produkty związane są pośrednio z emisją pozostałych gazów cieplarnianych – tak jest np. w przypadku żywności, której produkcja rolnicza, poza emisją dwutlenku węgla (związaną m.in. z wylesianiem w celu uzyskania terenów rolnych), powoduje ponadto emisje metanu oraz podtlenku azotu.

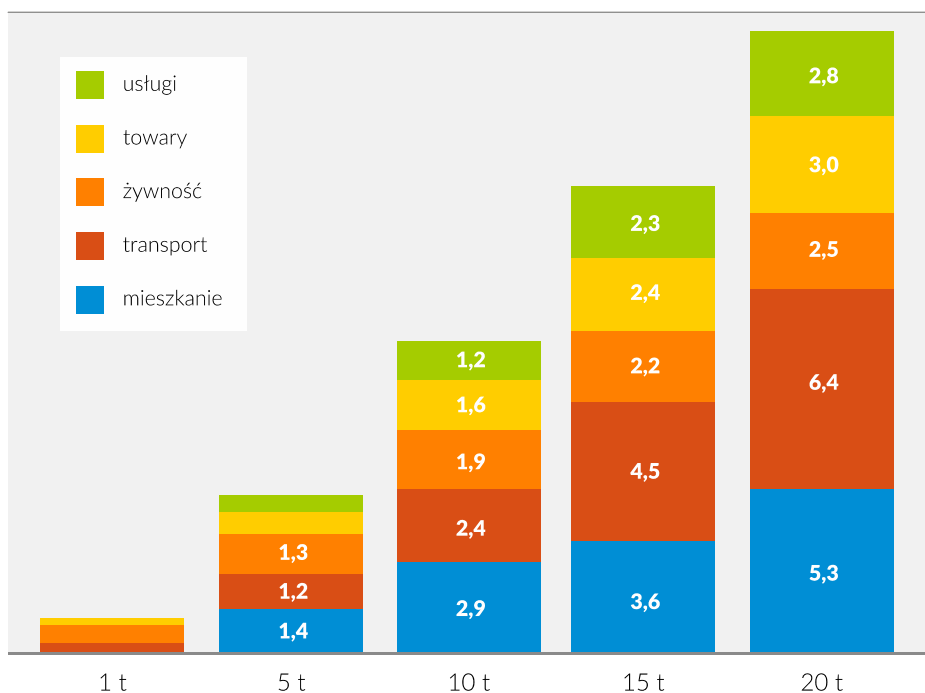
Myśląc o tym, ile wody, energii, paliwa oraz innych towarów zużywamy każdego dnia oraz ile w związku z tym produkujemy odpadów, możemy podejrzewać, że emisja wynikająca z naszej codziennej konsumpcji musi być całkiem spora. No właśnie, czy swój indywidualny wpływ na zmianę klimatu można w jakiś sposób zmierzyć?

Narzędziem do wystawiania samemu sobie „klimatycznego rachunku” jest tzw. ślad węglowy (ang. carbon footprint), określający całkowitą sumę emisji gazów cieplarnianych wywołanych bezpośrednio lub pośrednio przez daną osobę (a także organizację, wydarzenie lub np. produkt). Ślad węglowy obejmuje emisje dwutlenku węgla, metanu, podtlenku azotu i innych gazów cieplarnianych wyrażony w ekwiwalencie CO₂. Z punktu widzenia ochrony klimatu narzędzie to jest niezwykle przydatne, ponieważ pozwala zorientować się, jak bardzo nasza codzienna aktywność jest obciążająca dla środowiska, a co najważniejsze – może być podstawą do wprowadzenia zmian, które pozwolą nam ograniczyć swój udział w globalnej emisji gazów cieplarnianych. Co również warto podkreślić, do obliczenia swojego śladu węglowego nie potrzeba wiele czasu czy umiejętności – wystarczy wprowadzić kilka podstawowych danych do ogólnodostępnych internetowych kalkulatorów emisji dwutlenku węgla².

Co zatem składa się na typowy ślad węglowy współczesnego człowieka? Najczęściej wskazuje się tu pięć kluczowych kategorii, które składają się na nasz ślad – mieszkanie, transport, żywność, towary i usługi. Oczywiście udział poszczególnych kategorii różni się w zależności od modelu konsumpcji, ale przyjmuje się, że zazwyczaj największe znaczenie ma to, jak mieszkamy, czym i jak daleko podróżujemy oraz co i ile kupujemy. To, jak bardzo funkcjonujący model konsumpcji przekłada się na wielkość śladu węglowego, w prosty sposób zostało przedstawione na poniższym schemacie. Na rysunku 10.1 widzimy pięć typowych śladów węglowych – w wielkości 1, 5, 10, 15 i 20 t ekwiwalentu CO₂. Ślad węglowy w wysokości 5 t CO₂eq³ możemy przyjąć za światową średnią. W przypadku przeciętnego Amerykanina wynosi on 20 t, 15-tonowy ślad charakteryzuje Kanadyjczyka, 10-tonowy – Brytyjczyka lub Niemca, zaś ślad wynoszący ok. 1 t CO₂ pozostawia mieszkaniec Indii. Widać zatem, że zróżnicowany w różnych częściach świata poziom rozwoju społeczno-gospodarczego, a co za tym idzie model konsumpcji, ma odzwierciedlenie także w wielkości śladu węglowego przypadającego na mieszkańca danego państwa.

² Przykładem takiego narzędzia jest kalkulator emisji CO₂ dostępny na portalu *Ziemia na Rozdrożu*: <http://ziemiana-rozdrozu.pl/kalkulator>.

³ Ekwiwalent dwutlenku węgla (CO₂eq) – uniwersalna jednostka pomiaru emisji gazów cieplarnianych, która odzwierciedla ich różny współczynnik ocieplenia globalnego.



RYСУNEK 10.1. Przykładowe ślady węglowe (t CO₂eq)⁴.

A jak to jest z nami? To, w którym miejscu na skali znajdziemy się z naszym śladem węglowym, zależy od konsumenckich wyborów. Jeśli mieszkamy w dużym, nieocieplonym domu i nie oszczędzamy energii, to nasz „słupek” oczywiście wzrośnie. Jeśli na co dzień korzystamy z samochodu i mamy słabość do samolotowych podróży, to również będzie miało odzwierciedlenie w wielkości naszego śladu węglowego. Kolejną istotną sprawą są nasze zakupy, w szczególności żywność, o której rzadko myślimy w tym kontekście.

Co ciekawe, przywołane na początku rozdziału badanie *Environmental Impact Assessment of Household Consumption* pokazało, że **wpływ konsumpcji na środowisko tylko w ok. 20% zależy od nawyków konsumentów**, czyli np. od tego, jak jeździmy samochodem czy ogrzewamy swoje mieszkania. **Pozostałe 80% wpływu to tzw. skutki pośrednie związane z produkcją towarów**, które kupujemy. Łatwo można wyjaśnić to na przykładzie zużywanej wody.

Jeśli chcielibyśmy przyczynić się do ograniczenia jej globalnego zużycia, to największe oszczędności osiągniemy nie poprzez krótsze prysznice czy efektywne zmywanie naczyń, ale dzięki zmianie na naszym talerzu. Oczywiście te indywidualne nawyki dla ochrony klimatu także mają znaczenie, jednak, jeżeli spojrzeć na cały problem trochę szerzej, jak zrobili to autorzy wspomnianej analizy, okazuje się, że największą rolę odgrywają nasze wybory zakupowe⁵. Przykładowo do wyprodukowania kilograma wołowiny potrzebne jest aż 15 415 l wody! Wyprodukowanie kilograma wieprzowiny wymaga 5 988 l wody, kilogram jajek to już tylko 3 265 l, owoców – 962 l, a warzyw – średnio 322 l wody⁶. Przywołane dane pokazują, że codziennie

⁴ *What is your carbon footprint?*, <http://shrinkthatfootprint.com/what-is-your-carbon-footprint> [dostęp 7.02.2017].

⁵ Nancy Bazilchuk, *Household consumption significant driver of climate, other environmental impacts*, Gemini, 22.02.2016, <http://gemini.no/en/2016/02/household-consumption-significant-driver-of-climate-other-environmental-impacts/> [dostęp 7.02.2017].

⁶ Mesfin M. Mekonnen, Arjen Y. Hoekstra, *A global assessment of the water footprint of farm animal products*, „Eco-systems” 2012, nr. 15(3), s. 401–415.

dokonujemy wyborów konsumenckich, które dla Ziemi i jej klimatu mają kolosalne wręcz znaczenie. Widzimy też, że przy odrobinie dobrej woli możemy sprawić, aby podejmowane przy zakupach decyzje były bardziej świadome.

Idąc tym tropem, w tej części raportu skupimy się na omówieniu zależności pomiędzy żywnością a zmianami klimatu. Zakupy spożywcze to przecież decyzje konsumenckie, które podejmujemy praktycznie codziennie każdego dnia, a niestety rzadko myślimy podczas nich o środowisku. Inne aspekty naszego życia nierozzerwalnie połączone z konsumpcją, takie jak oszczędzanie energii czy przyjazne klimatowi sposoby transportu, zostały już omówione we wcześniejszych rozdziałach raportu.

Zmiany klimatu na talerzu

Jedzenie jest podstawową potrzebą człowieka, a zbilansowana dieta to element kluczowy dla naszego zdrowia i samopoczucia. O ile zależność między sposobem odżywiania a stanem zdrowia jest coraz częściej zauważana, o tyle nadal bardzo rzadko łączymy kwestie żywieniowe z wpływem na stan środowiska, w którym żyjemy. To błąd, ponieważ jak pokazują badania, produkcja i konsumpcja żywności należą do sektorów, które w znaczący sposób wpływają na środowisko, w tym ziemski klimat.

Nasze codzienne zwyczaje żywieniowe powodują znaczną presję na środowisko – wywołujemy ją bezpośrednio, kiedy kupujemy i przechowujemy żywność, gotujemy posiłki i wytwarzamy odpady, oraz pośrednio – co jest nawet bardziej istotne – kiedy produkujemy, przetwarzamy i transportujemy towary. Z tego powodu sektor żywności ma znaczący wkład w zmianę klimatu. Szacuje się, że odpowiada za 19–29% antropogenicznych emisji gazów cieplarnianych na świecie⁷.

Jednak znacznej części tych emisji jesteśmy w stanie uniknąć i to **relatywnie prostymi metodami, takimi jak np. ograniczenie ilości marnowanej żywności**. Skala tego problemu jest bowiem ogromna. Jak wynika z szacunków Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO), przeciętnie trzecia jedna trzecia żywności wyprodukowanej na całym świecie (1,3 mld ton rocznie) zostaje zmarnowana⁸. W samej Unii Europejskiej co roku marnotrawione jest 90 mln ton żywności, co w przeliczeniu na osobę daje 180 kg. Znaczna część tej żywności nadaje się jeszcze do spożycia⁹.

Zmarnowana żywność to oczywiście zmarnowane zasoby. Jednak wpływ marnowania żywności na środowisko nie ogranicza się do zużywania ziemi i wody oraz produkcji odpadów. **Gdy marnujemy żywność, powinniśmy mieć świadomość, że wyrzucone produkty spożywcze to także marnotrawstwo energii potrzebnej do ich wytworzenia, transportu, dystrybucji i wreszcie utylizacji**. Według FAO bez uwzględnienia emisji gazów cieplarnianych wynikających ze zmiany sposobu użytkowania gruntów (wylesianie) ślad węglowy niezużytej żywności szacuje się na 3,3 mld t CO₂eq, co oznacza, że marnotrawstwo żywności jest odpowiedzialne

⁷ Sonja J. Vermeulen, Bruce M. Campbell, John S.I. Ingram, *Climate change and food systems*, „Annual Review of Environmental Resources” 2012, nr 37.

⁸ *Food Wastage Footprint – Impact of natural resources*, FAO, 2013.

⁹ *Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy*, KOM(2011) 571, Komisja Europejska, wersja ostateczna.

aż za 7% wszystkich emisji gazów cieplarnianych na świecie. Ponadto FAO obliczyło, że na zmarnowaną żywność zużywa się rocznie ok. 250 km³ wód powierzchniowych i podziemnych oraz prawie 1,4 mld ha ziemi, co stanowi blisko 30% światowych gruntów rolnych. Do tego dochodzi wpływ na utratę bioróżnorodności poprzez uprawy monokulturowe i ekspansję rolnictwa na dzikie obszary. Strata ziemi, wody i bioróżnorodności oraz negatywny wpływ na klimat to również ogromne koszty gospodarcze, szacowane przez FAO na ok. 750 mld dolarów, czyli równowartość rocznego PKB Szwajcarii¹⁰.

Marnowanie żywności – brytyjski przykład¹¹



Według Eurostatu w Polsce marnuje się rocznie blisko 9 mln t żywności. Powyższe dane sytuują nasz kraj na piątej pozycji w rankingu państw marnujących największe ilości jedzenia w Unii Europejskiej – za Wielką Brytanią, Niemcami, Francją oraz Holandią¹². Widać zatem, że w tym obszarze mamy niemały potencjał, aby nie tylko ograniczyć niepotrzebne wydatki, lecz także obniżyć przy okazji swój ślad węglowy.

Brytyjska organizacja WRAP (*Waste & Resources Action Programme*) w swoim raporcie stwierdziła, że ograniczenie marnowania żywności przez konsumentów pozwoliłoby zaoszczędzić do 2030 roku od 120 do 300 mld dolarów rocznie. Taka oszczędność pomogłaby także w walce

¹⁰ *Food Wastage...*, dz. cyt.

¹¹ *Why Save Food*, <http://www.lovefoodhatewaste.com/content/facts-about-food-waste-1> [dostęp 7.02.2017].

¹² *Skala marnowania żywności*, Banki Żywności, <http://bankizywnosci.pl/pl/Strony/marnowanie-zywnosci.html> [dostęp 7.02.2017].

ze zmianami klimatu. WRAP szacuje, że do 2030 roku dzięki ograniczeniu marnowania żywności globalne emisje mogłyby zostać obniżone o co najmniej 0,2 mld t CO₂eq rocznie, a być może nawet aż o 1 mld t CO₂eq. Wymaga to jednak zaangażowania ze strony konsumentów, którzy powinni zmniejszyć ilość niepotrzebnie kupowanej i – w konsekwencji – wyrzucanej żywności o 20–50%¹³.

Warto pamiętać również o tym, że żywność marnowana jest nie tylko w naszych domach – np. znaczna część warzyw i owoców jest wyrzucana, zanim jeszcze trafi na sklepowe półki i to tylko dlatego, że nie spełnia estetycznych standardów. Pozakrzywiane marchewki, kanciaste cytryny czy poplamione lub niedostatecznie zaokrąglone jabłka w wielu krajach traktowane są jak odpady, pomimo że pod względem wartości odżywczych dorównują swoim wizualnie perfekcyjnym odpowiednikom. Aby ograniczyć ten proceder, coraz więcej sieci supermarketów decyduje się wprowadzać „brzydkie” i niestandardowo wyglądające warzywa i owoce do swojej oferty. Na uwagę zasługuje tu m.in. kampania społeczna prowadzona we Francji przez sklepy Intermarché, której głównym celem jest zwrócenie uwagi na problem marnowania żywności. Francuska sieć zdecydowała się wprowadzić do swoich sklepów warzywa i owoce, których wygląd odbiega od ogólnie przyjętych norm. „Brzydka” zieleń, która normalnie nie trafiłaby do sprzedaży i po prostu zostałaby wyrzucona, w sklepach należących do sieci sprzedawana jest z 30-procentowym rabatem. Zdaniem organizatorów akcja odniosła ogromny sukces, a niestawne warzywa i owoce cieszą się wśród Francuzów coraz większym zainteresowaniem. Jak pokazują dane sieci Intermarché, tylko w pierwszych dwóch dniach trwania akcji z półek w każdym sklepie zniknęło średnio 1200 kg „brzydkich” warzyw i owoców¹⁴. Przyjęcie takiego rozwiązania niesie za sobą wiele korzyści. Nie tylko pozwala ograniczyć skalę marnowania żywności, lecz także daje rolnikom szansę na sprzedaż mniej urodziwych plonów, a klientom możliwość zakupu żywności po niższej cenie. Warto odnotować, że **Francja, jako pierwszy kraj na świecie, wprowadziła prawo zabraniające supermarketom wyrzucania żywności**. Niechciane produkty spożywcze oddawane są organizacjom charytatywnym i kuchniom dla bezdomnych¹⁵.

Naśladując ten wzór, podobne rozwiązanie wprowadzają u siebie kolejne sieci supermarketów. W ostatnim czasie podobna kampanię rozpoczęto też w Kanadzie, gdzie, jak pokazują badania przeprowadzone przez Value Chain Management International, aż 10% plonów owoców i warzyw nie jest zbieranych z pól z uwagi na mniej estetyczny wygląd¹⁶.

Zmniejszenie ilości marnowanego jedzenia to jednak nie jedyny sposób pozwalający ograniczyć ślad węglowy związany z dietą. Ważne jest również to, gdzie i jak produkowana jest żywność, którą wybieramy. Z danych Komisji Europejskiej wynika bowiem, że w Unii Europejskiej sektor żywności i napojów odpowiada za 17% bezpośredniej emisji gazów cieplarnianych i 28% zużywanych zasobów materiałowych¹⁷.

¹³ *Strategies to achieve economic and environmental gains by reducing food waste*, WRAP, 2015.

¹⁴ *The ugly carrot in a soup who cares?*, Inglorious fruits and vegetables by Intermarché, <http://itm.marcelww.com/inglorious> [dostęp 7.02.2017].

¹⁵ *French law forbids food waste by supermarkets*, „The Guardian”, 4.02.2016, <https://www.theguardian.com/world/2016/feb/04/french-law-forbids-food-waste-by-supermarkets> [dostęp 24.09.2016].

¹⁶ Anna Lach, *Brzydkie warzywa i owoce zdobywają serca Kanadyjczyków*, PAP, 7.08.2016, <http://www.pap.pl/aktualnosc/news,606801,brzydkie-warzywa-i-owoce-zdobywaja-serca-kanadyjczykow.html> [dostęp 7.02.2017].

¹⁷ *Plan działania...*, dz. cyt., Komisja Europejska.

Podczas zakupów, którymi żywimy siebie i swoją rodzinę, możemy wybierać te produkty, których wpływ na środowisko i klimat jest mniejszy. Jak zatem zaplanować prozdrowotną i jednocześnie proklimatyczną dietę?

Aby nasz sposób odżywiania był bardziej przyjazny klimatowi, powinniśmy przy wyborze produktów spożywczych brać pod uwagę trzy podstawowe czynniki, które mają wpływ na ich ślad węglowy:



Jak wygląda produkcja wybieranej przez nas żywności?
Czy wiąże się z zużyciem dużej ilości zasobów (np. wody, energii), środków ochronnych lub nawozów?

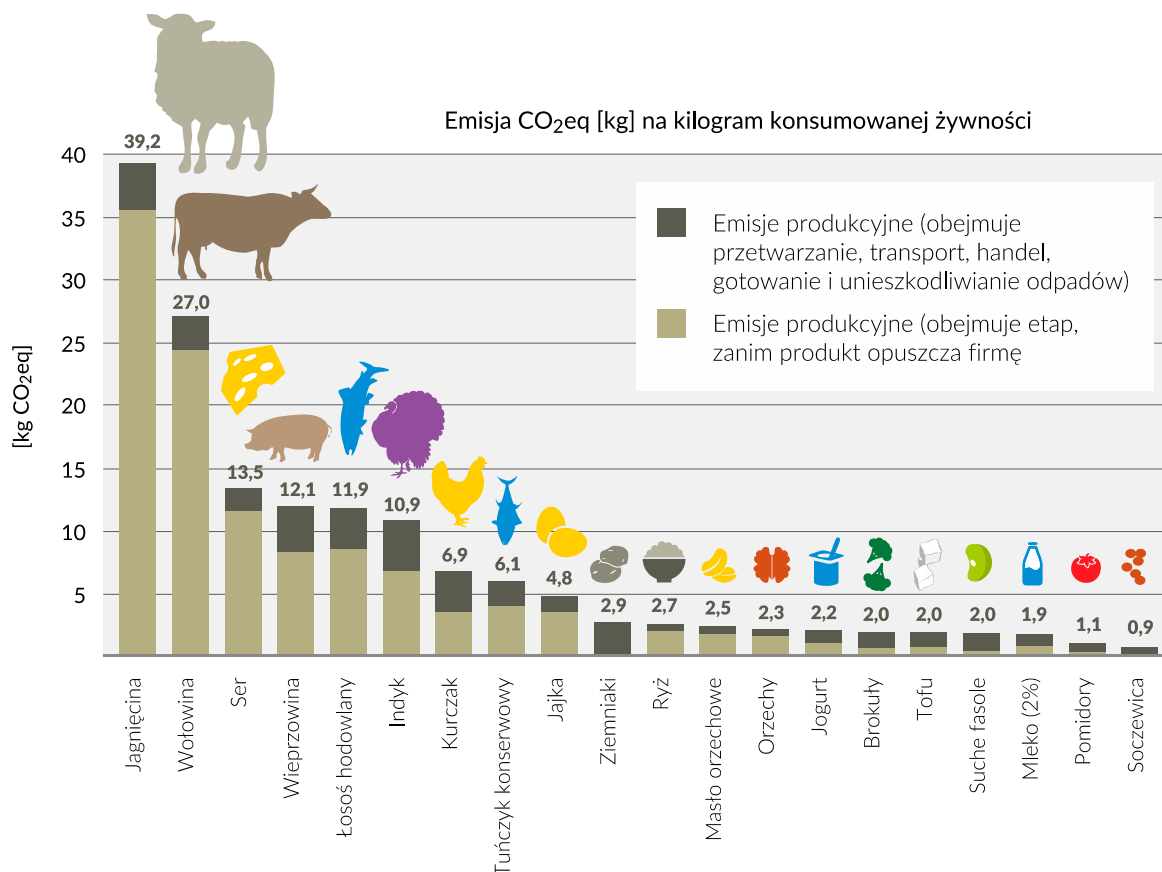
Jak przebiega transport i przechowywanie tych produktów? Czy żywność jest transportowana na dalekie odległości, jak jest pakowana i czy np. wymaga utrzymywania w niskiej temperaturze?



Jak wygląda etap związany z przygotowywaniem posiłków?
Czy produkty wymagają obróbki cieplnej lub np. wiążą się z generowaniem dużej ilości odpadów?

Gdy odpowiemy sobie na powyższe pytania, możemy na sklepowych półkach szukać produktów, które charakteryzują się mniejszym śladem węglowym, tzn. takich, których produkcja, transport i przetwórstwo wiążą się z mniejszą emisją gazów cieplarnianych. Ślad węglowy przykładowych produktów spożywczych (wyrażony w kilogramach ekwiwalentu CO₂) został przedstawiony na wykresie 10.2.

Analiza wykresu skłania do zwrócenia uwagi na obecność i udział w diecie mięsa i innych produktów odzwierzęcych. To właśnie sektorowi produkcji zwierzęcej przypisuje się szczególnie duży udział w kształtowaniu emisji gazów cieplarnianych.



RYSUNEK 10.2. Ślad węglowy produktów spożywczych (kg CO₂eq)¹⁸.

Wpływ hodowli na środowisko starannie podsumowano w opublikowanym w 2006 roku głośnym raporcie FAO *Długi cień hodowli zwierząt (Livestock's long shadow)*¹⁹. W przeprowadzonej wówczas analizie wpływu produkcji zwierzęcej na emisję gazów cieplarnianych uwzględniono także efekty pośrednie związane z hodowlą, a więc obok emisji związanej z fermentacją jelitową zwierząt gospodarskich pod uwagę wzięto także m.in. emisje związane ze zmianami użytkowania terenu (czyli wylesianiem lub pustynnieniem) oraz z degradacją gleb i nawożeniem pól wykorzystywanych do produkcji paszy. Z oceny FAO wynikało, że hodowla zwierząt odpowiada za 18% światowych emisji gazów cieplarnianych pochodzących z działalności człowieka. To wartość zbliżona do tych z transportu. Analizując udział hodowli w emisji poszczególnych gazów cieplarnianych, autorzy raportu obliczyli, że produkcja zwierzęca odpowiada za ok. 9% światowych emisji dwutlenku węgla (CO₂), 37% emisji metanu (CH₄) oraz aż 65% globalnych emisji podtlenku azotu (N₂O). Ponadto hodowla zwierząt odpowiada za blisko dwie trzecie (64%) antropogenicznych emisji amoniaku, który istotnie zagraża środowisku, gdyż przyczynia się m.in. do powstawania kwaśnych deszczy. **Skutki hodowli zwierząt są tym bardziej alarmujące, że – jak przewiduje FAO – do 2050 roku globalna produkcja mięsa się podwoi!**

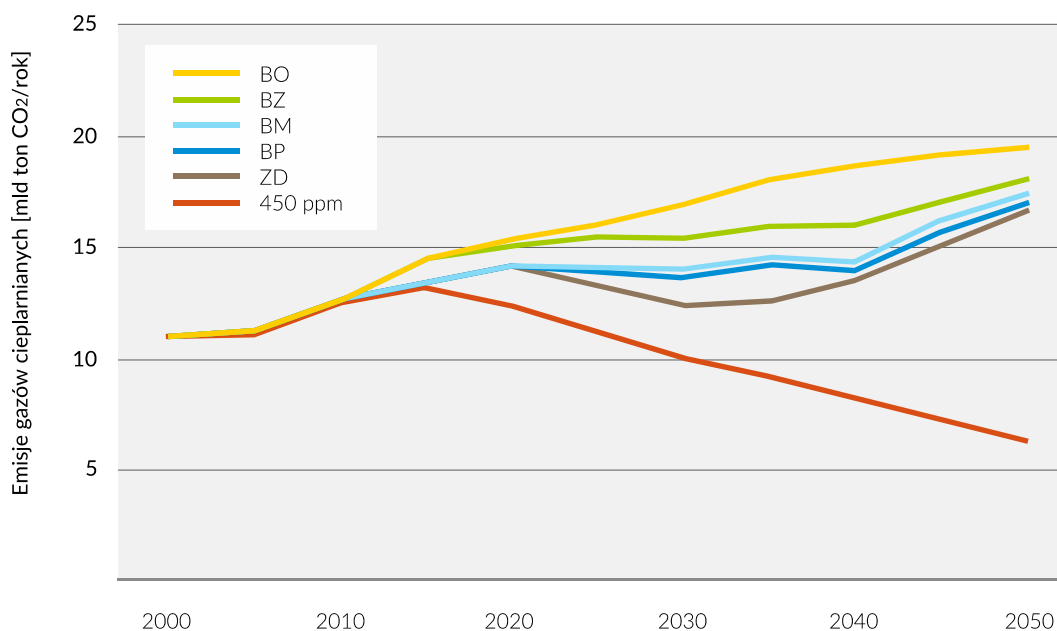
Oczywiście całkowita rezygnacja ze spożywania mięsa nie oznaczałaby automatycznie zmniejszenia globalnych emisji gazów cieplarnianych o całe 18%. Nadal bowiem potrzebowalibyśmy pól i nawozów, by wyprodukować odpowiednią do wyżywienia ludzkości ilość pokarmów

¹⁸ *Meat Eaters Guide to Climate Change. Methodology*, Environmental Working Group, 2011.

¹⁹ *Livestock's long shadow*, FAO, Rzym 2006.

roślinnych. Gdy jednak patrzymy na przedstawione powyżej dane dotyczące śladu węglowego poszczególnych produktów spożywczych, łatwo wywnioskować, że ograniczenie ilości spożywanego mięsa na rzecz wysokobiałkowych pokarmów roślinnych (takich jak rośliny strączkowe) pozwoliłoby znacząco obniżyć emisje gazów cieplarnianych i powinno być traktowane jako jeden z elementów ochrony klimatu.

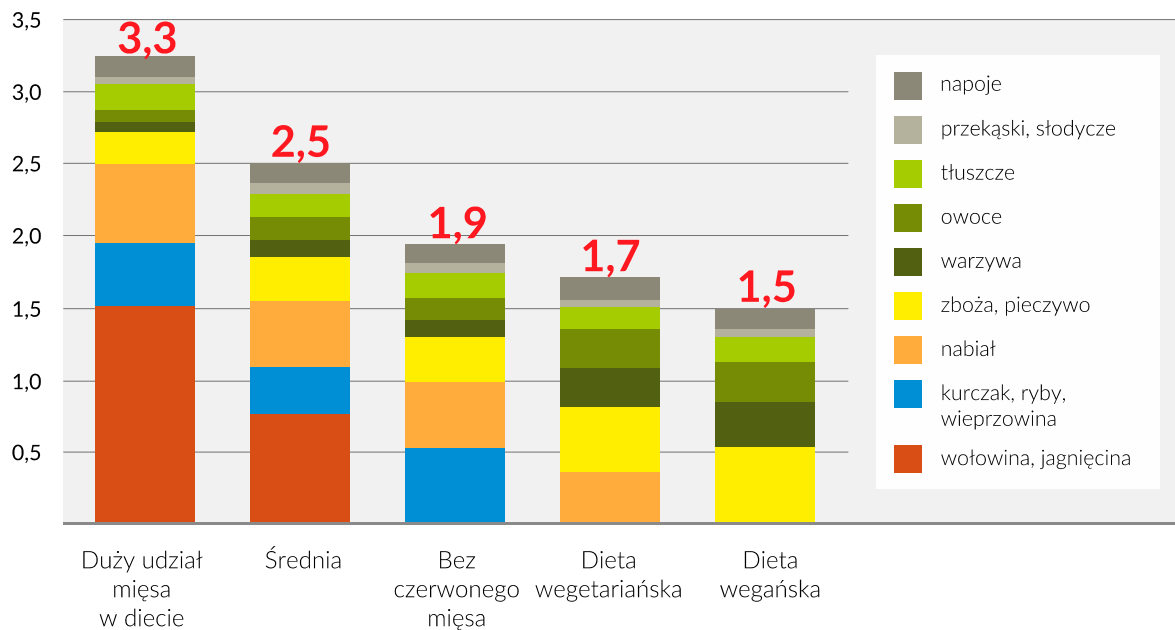
Potencjalne efekty stopniowego ograniczenia spożywania mięsa i produktów odzwierzęcych przeanalizowali autorzy badania *Climate benefits of changing diet* z 2009 roku²⁰. Naukowcy przyjęli cztery scenariusze uwzględniające zmianę diety – rezygnację tylko z mięsa przeżuwaczy, całkowitą rezygnację z mięsa, rezygnację zarówno z mięsa, jak i innych produktów odzwierzęcych oraz wprowadzenie zrównoważonej diety zgodnej z zaleceniami amerykańskiej wyższej szkoły medycznej (*Harvard Medical School*). **Przeprowadzone do 2050 roku analizy wskazały, że każde ograniczenie spożywania produktów zwierzęcych powinno prowadzić do istotnej redukcji emisji gazów cieplarnianych**, co widać na poniższym wykresie. Równocześnie z obliczeń tych jasno wynika, że sama zmiana diety nie jest niestety wystarczająca do zatrzymania obserwowanych zmian klimatu i powinna być uzupełniona działaniami w pozostałych strefach naszej aktywności.



RYSUNEK 10.3. Szacunkowy wpływ zmian w globalnej diecie na całkowite emisje gazów cieplarnianych (w ekwiwalencie CO₂ przeliczonym na gigatony węgla)²¹. Na wykresie przedstawiono scenariusz „biznes jak zwykle” BO – bez ograniczeń w spożyciu mięsa oraz scenariusze uwzględniające zmiany diety: BZ – rezygnacja z mięsa i innych produktów odzwierzęcych, BM – rezygnacja z mięsa, BP – rezygnacja z mięsa przeżuwaczy, ZD – zrównoważona dieta. Różowa linia zaś to scenariusz pozwalający na ograniczenie koncentracji dwutlenku węgla w atmosferze do 450 ppm.

²⁰ Elke Stehfest, Lex Bouwman i in., *Climate benefits of changing diet*, „Climatic Change” 2009, nr 95, s. 83–102.

²¹ Tamże; za <http://www.naukaoklimacie.pl>.



RYСУNEK 10.4. Ślad węglowy różnych rodzajów diety (t CO_{2eq}/osobę)²².

Ograniczenie ilości spożywanego mięsa to zatem jeden ze sposobów na ograniczenie indywidualnego śladu węglowego. Na przykład ślad węglowy diety przeciętnego Amerykanina wynosi w skali roku ok. 2,5 t CO_{2eq}²³. Dla miłośników mięsa wartość ta wzrasta do wartości 3,3 t CO_{2eq}. Jednak już samo ograniczenie spożycia wołowiny pozwala ograniczyć emisje związane z dietą do poziomu 1,9 t CO_{2eq} na osobę rocznie. W przypadku diety wegetariańskiej i wegańskiej wartości te są jeszcze niższe (odpowiednio 1,7 t CO_{2eq} i 1,5 t CO_{2eq} na osobę rocznie).

Wielkość śladu węglowego danego produktu spożywczego zależy nie tylko od rodzaju pokarmu i sposobu produkcji, lecz także np. od drogi, jaką towary muszą pokonać na etapie dystrybucji. W dobie globalnego handlu żywnością, zanim produkty spożywcze trafią na talerze konsumentów, przebywają często znaczne odległości. W Stanach Zjednoczonych oszacowano, że przeciętna odległość, jaką pokonuje żywność od farmiera do konsumenta, to ponad 2400 km, podczas gdy produkty wytwarzane lokalnie są transportowane na odległość ok. 72 km. Oznacza to, że nabywanie żywności lokalnie produkowanej wiąże się ze zużyciem 4–17 razy mniejszej ilości paliwa i 5–17 razy mniejszą emisją CO_{2eq}²⁴. W zależności od środka transportu, którym przewożona jest żywność, emisje gazów cieplarnianych w przeliczeniu na tonokilometry mogą wahać się od 0,14 kg dla transportu morskiego w kontenerach do 6,8 kg CO_{2eq} dla transportu lotniczego²⁵.

²² *The carbon footprint of 5 diets compared*, <http://shrinkthatfootprint.com/food-carbon-footprint-diet> [dostęp 7.02.2017].

²³ W analizie przyjęto kaloryczność wszystkich diet na poziomie 2600 kcal dziennie.

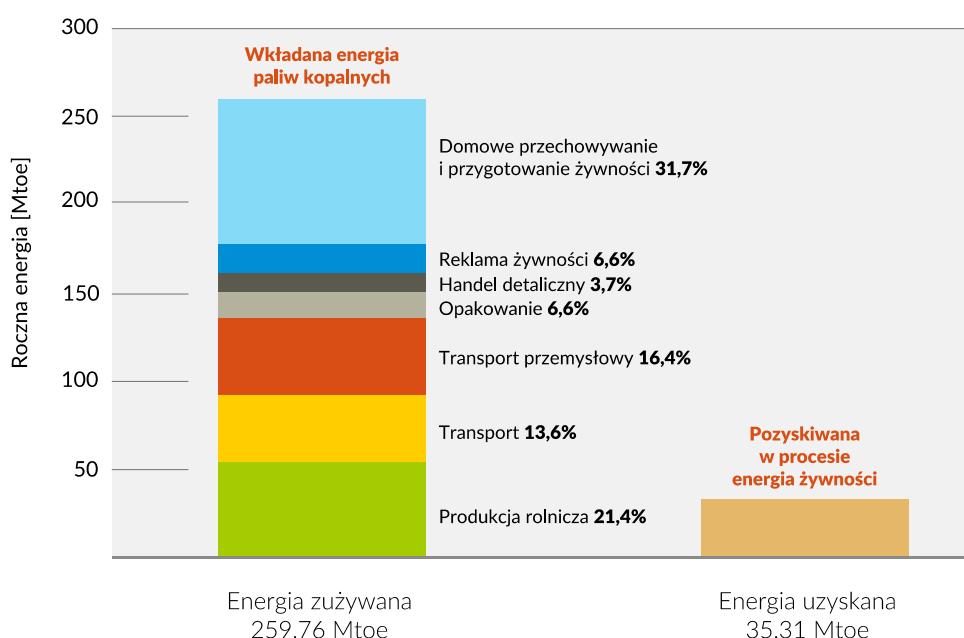
²⁴ Piotr Konieczny, Ewelina Mroczek, Magda Kucharska, *Ślad węglowy w zrównoważonym łańcuchu żywnościowym i jego znaczenie dla konsumenta żywności*, „Journal of Agribusiness and Rural Development” 2013, nr 3(29), s. 51–64.

²⁵ Piotr Konieczny, Renata Dobrucka, Ewelina Mroczek, *Using carbon footprint to evaluate environmental issues of food transportation*, „Scientific Journal of Logistics”, LogForum, nr 9 (1), s. 3–10.

Energia potrzebna do wytworzenia żywności zużywana jest tak naprawdę na każdym etapie – począwszy od produkcji rolniczej, przetwórstwie, dystrybucji, aż do przygotowania potraw już w domach konsumentów. Zależność ta została przedstawiona na poniższym wykresie (rysunek 10.5).

Gdy analizujemy wpływ żywności na klimat, trzeba wziąć pod uwagę także sposób jej przechowywania i obróbki. Na przykład zamrażanie żywności jest źródłem emisji ponad 650 kg CO₂eq rocznie w przeciętnym gospodarstwie domowym, a jej podgrzewanie to emisja kolejnych 320 kg ekwiwalentu CO₂²⁶. **Wysoki udział w diecie świeżej, nisko przetworzonej żywności, do czego zachęcają dietetycy, wpłynie więc nie tylko korzystnie na nasze zdrowie, lecz będzie także „łaskawszy” dla ziemskiego klimatu.**

Ślad węglowy produktu spożywczego kształtuje także jego opakowanie oraz powstające po obróbce odpady. Mając na względzie ochronę klimatu, powinniśmy się dążyć do minimalizowania masy opakowania oraz wykorzystywania najbardziej przyjaznych środowisku materiałów opakowaniowych.



RYСУNEK 10.5. Energia zużywana i uzyskana przy produkcji żywności w USA (Mtoe)²⁷.

²⁶ Piotr Konieczny i in., *Ślad węglowy...*, dz. cyt.

²⁷ U.S. Food System Factsheet, Center for Sustainable Systems, University Michigan, 2009, publikacja nr CSS01-06.

Globalny wymiar konsumpcji

Wzorce konsumpcyjne w Europie są obecnie zupełnie różne od tych, jakie obserwowano kilkadziesiąt lat temu. Wraz z bogaceniem się społeczeństw wzrasta konsumpcja, zapotrzebowanie na żywność i napoje, większe i wygodniejsze mieszkania, urządzenia, meble i środki czyszczące, a także na odzież, transport oraz energię. We wszystkich krajach europejskich obserwuje się wzrost konsumpcji gospodarstw domowych w przeliczeniu na mieszkańca²⁸.

Europejski model konsumpcji należy do jednego z bardziej obciążających środowisko. Przyjmuje się, że gdyby reszta świata żyła w taki sposób jak Europejczycy, zaspokojenie jej potrzeb wymagałoby zasobów odpowiadających ponad dwóm Ziemiom. A wiadomo przecież, że mamy tylko jedną! **Chociaż obywatele UE stanowią niecałe 10% światowej populacji, to konsumują 50% produkowanego mięsa, 25% papieru i 15% energii na świecie**²⁹.

Jak podaje Europejska Agencja Środowiska, konsumpcja gospodarstw domowych w Europie wzrosła w latach 1996–2012 o 23%, przyczyniając się do coraz silniejszego oddziaływania na środowisko. Przy czym trzy główne kategorie konsumpcyjne – mieszkalnictwo, transport i żywność – odpowiadają za około połowę wydatków europejskich gospodarstw domowych. Jednocześnie są to obszary konsumpcji o największym wpływie na środowisko, będące odpowiedzialne za ponad dwie trzecie bezpośrednich i pośrednich presji na środowisko związanych z konsumpcją gospodarstw domowych³⁰.

Z uwagi na szybko rozwijający się ogólnoswiatowy handel rosnąca konsumpcja towarów i usług w Europie sprawia, że mamy do czynienia z coraz większą presją i oddziaływaniami środowiskowymi na całym świecie. W przypadku krajów członkowskich Unii Europejskiej szacuje się, że średnio 40% całkowitej emisji spowodowanej konsumpcją związane jest z towarami importowanymi (zarówno wewnątrz UE, jak i z reszty świata). W przypadku mniejszych państw, takich jak Austria, Belgia, Holandia, Dania czy Szwecja, wartość ta wzrasta do ponad 50%³¹.

Konsumpcja dóbr w Europie ma zatem negatywny wpływ na środowisko w wymiarze globalnym – eksploatacja zasobów, produkcja, przetwarzanie i transport oddziałują także na inne regiony i często mocno wpływają na lokalne społeczności i środowisko. Aby zatrzymać ten trend, obok udoskonalania technologii i procesów produkcyjnych, **konieczna jest zmiana indywidualnych wzorców konsumpcji**.

Szczególna rola, jaką mają do odegrania konsumenci, dotyczy również zrównoważonej produkcji. Dokonując świadomych wyborów konsumenckich, zwiększamy bowiem popyt na bardziej ekologiczne technologie produkcyjne, a jednocześnie zachęcamy przedsiębiorców do społecznej odpowiedzialności biznesu i zrównoważonego zarządzania łańcuchem dostaw.

Z tego powodu zrównoważona konsumpcja jest obecnie traktowana jako jedno z podstawowych założeń długofalowych strategii rozwojowych i środowiskowych³².

²⁸ *Środowisko Europy – czwarty raport oceny*, Europejska Agencja Środowiska, 2007.

²⁹ *Racjonalniej i ekologiczniej. Zrównoważona konsumpcja i produkcja*, Komisja Europejska, 2010.

³⁰ <https://www.eea.europa.eu/themes/households/intro>

³¹ *Środowisko Europy 2010 – stan i prognozy. Konsumpcja i środowisko*, Europejska Agencja Środowiska, 2012.

³² *Środowisko Europy 2015 – stan i prognozy*, Europejska Agencja Środowiska, 2015.

W uchwalonym w 2012 roku na zakończenie konferencji Rio+20 dokumencie *Przyszłość, jakiej chcemy* napisano: „Uznajemy, że osiągnięcie globalnego zrównoważonego rozwoju wymaga fundamentalnych zmian sposobu, w jaki społeczeństwa konsumują i produkują”. Jednocześnie przyjęto wówczas dziesięcioletnie ramy programów dotyczących wzorców zrównoważonej konsumpcji i produkcji, które dotyczą takich sfer jak zrównoważony styl życia, żywność, budownictwo czy turystyka.

Ustanowione w 2015 roku na arenie międzynarodowej 17 celów zrównoważonego rozwoju także bezpośrednio nawiązują do zrównoważonej konsumpcji. Cel 12 (*Stworzyć wzorce zrównoważonej konsumpcji i produkcji*) zakłada, że „zrównoważona konsumpcja i produkcja wymaga systematycznego podejścia i współpracy podmiotów uczestniczących w całym łańcuchu dostaw, począwszy od producentów, a skończywszy na konsumentach”³³.

Unia Europejska również tworzy podstawy prawne, które mają na celu ograniczenie presji konsumpcji na środowisko, w tym klimat. W tym miejscu warto przywołać chociażby przyjęty w 2011 roku *Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy*, mający na celu przekształcenie gospodarki europejskiej w gospodarkę zrównoważoną do 2050 roku. W planie zapisano m.in.: „Do 2020 roku obywatele i organy publiczne zaczną otrzymywać bodźce skłaniające do wyboru najbardziej zasobooszczędnych produktów i usług dzięki odpowiednim sygnałom cenowym i zrozumiałym informacjom środowiskowym. Ich decyzje dotyczące zakupów będą skłaniać przedsiębiorstwa do innowacji i dostarczania bardziej zasobooszczędnych towarów i usług. Ustalono minimalne normy w zakresie efektów działalności środowiskowej w celu wyeliminowania najmniej zasobooszczędnych i najbardziej zanieczyszczających produktów z rynku. Istnieje duże zapotrzebowanie konsumentów na bardziej zrównoważone produkty i usługi”³⁴.

Zmiana wzorca konsumpcji na bardziej zrównoważony wymaga podjęcia zdecydowanych wysiłków przez wszystkie podmioty, m.in. władze publiczne, przedsiębiorców i konsumentów. **Zasadniczym powodem nadmiernego zużycia zasobów i negatywnego wpływu konsumpcji na środowisko jest fakt, że koszty społeczne wynikające z degradacji środowiska i wykorzystywania zasobów nie znajdują pełnego odzwierciedlenia w cenach towarów i usług.** Cena wielu towarów jest bowiem często niska nawet w sytuacji, gdy są szkodliwe dla środowiska czy ludzkiego zdrowia³⁵. Świadomy konsument powinien takich towarów unikać, zaś władze mogą w taki sposób projektować instrumenty podatkowe, aby zachęcać przedsiębiorców do bardziej zrównoważonej produkcji. Przykładem takiego instrumentu jest system handlu uprawnieniami do emisji, o którym wspominamy w rozdziale 8.

³³ Zob. UNIC Warsaw, Ośrodek Informacji ONZ w Warszawie, <http://www.unic.un.org.pl>.

³⁴ *Plan działania...*, dz. cyt., Komisja Europejska.

³⁵ *Środowisko Europy 2010...*, dz. cyt., Europejska Agencja Środowiska.

Jak żyją świadomi konsumenci?

Jak już wyjaśniono powyżej, europejski model konsumpcji jest jednym z najbardziej obciążających środowisko, w tym także klimat. Jednocześnie w samej Europie możemy znaleźć liczne przykłady społeczności, które odrzuciły to „standardowe” podejście do konsumpcji i na co dzień kierują się odpowiedzialnością za klimat i przyszłe pokolenia. Lokalne społeczności żyjące w zgodzie z zasadami zrównoważonego rozwoju zamieszkują najczęściej tzw. **ekowioski** lub **ekologiczne osiedla mieszkaniowe**. W Polsce tak kompleksowe podejście do kształtowania życia mieszkańców (i tym samym konsumentów) nie jest jeszcze popularne, jednak bez trudu odnajdziemy przykłady takich społeczności np. w Skandynawii, Niemczech czy Wielkiej Brytanii.

Jedną z najbardziej znanych ekowiosek w Europie jest projekt *Findhorn Ecovillage* zlokalizowany w Szkocji, w pobliżu wsi Findhorn w regionie Moray. Początki powstania ekologicznej osady zamieszkiwanej przez ok. 500 osób sięgają lat 80. XX wieku, kiedy to zaczęto poszukiwać koncepcji, którą łączyłaby w sobie zrównoważone podejście do kwestii środowiskowych, społecznych i ekonomicznych. Obecnie na terenie eksperymentalnej ekowioski znajduje się ok. 100 energooszczędnych budynków, do których powstania wykorzystano przyjazne środowisku materiały. Energia dostarczana jest z czterech turbin wiatrowych, licznych kolektorów słonecznych oraz kotła na biomasę. Ponadto na terenie Findhorn działa m.in. biologiczna oczyszczalnia ścieków, kompleksowy system recyklingu oraz wspólnotowa wypożyczalnia samochodów, w tym pojazdów elektrycznych. Ważnym elementem projektu jest także ekologiczna żywność, która produkowana jest lokalnie przez mieszkańców ekowioski³⁶. Wdrożenie tego typu zasad i rozwiązań technicznych pozwoliło w znaczący sposób ograniczyć wpływ życia mieszkańców Findhorn na środowisko. Badania przeprowadzone w 2006 roku wykazały, że mieszkańcy mają najniższy ślad ekologiczny³⁷ spośród dotychczas zbadanych wspólnot w świecie uprzemysłowionym. Oszacowana wartość zarazem to blisko połowa śladu węglowego statystycznego mieszkańca Wielkiej Brytanii³⁸.

Innym przykładem społeczności kierującej się na co dzień zasadami zrównoważonego rozwoju jest przyjazne środowisku osiedle *BedZED (Beddington Zero Energy Development)*, zlokalizowane w londyńskiej dzielnicy Hackbridge. Wybudowano je w 2002 roku, obecnie zamieszkiwane jest przez ok. 220 mieszkańców. Znajduje się tu blisko 100 mieszkań w energooszczędnych budynkach. Część z nich to lokale socjalne, przygotowane z myślą o mniej zamożnych rodzinach. Poza mieszkaniem na osiedlu przewidziano także lokale biurowe oraz przestrzenie wspólnie wykorzystywane przez mieszkańców. Podstawowym założeniem projektu była jego samowystarczalność energetyczna – wykorzystywana energia pochodzi tylko z miejscowych źródeł odnawialnych. Inne proekologiczne elementy projektu to m.in. zielone dachy, systemy pozwalające na odzysk i powtórne wykorzystanie deszczówki i tzw. szarej wody, segregacja odpadów. Ponadto na osiedlu promowany jest transport rowerowy lub dojazd komunikacją

³⁶ Zob. więcej na: <http://www.ecovillagefindhorn.com>.

³⁷ Ślad ekologiczny to miara zapotrzebowania człowieka na zasoby naturalne Ziemi. Innymi słowy to próba oszacowania potrzeb ludzkości w porównaniu z produktywnością naszej planety. Mierzony jest w globalnych hektarach (gha) na osobę.

³⁸ Stephen Tinsley, Heather George, *Ecological Footprint of the Findhorn Foundation and Community*, Hie Moray, 2006, <http://www.ecovillagefindhorn.com/docs/FF%20Footprint.pdf> [dostęp 7.02.2017].

miejską (w pobliżu zlokalizowane są przystanek autobusowy, tramwajowy oraz stacja kolejowa). Na osiedlu BedZED znajdują się także stacje do ładowania pojazdów elektrycznych i działa wspólnotowa wypożyczalnia samochodów³⁹.

Przeprowadzony w 2009 roku monitoring wykazał, że w porównaniu z innymi mieszkańcami tej okolicy mieszkańcy osiedla BedZED zużywają ok. 45% mniej energii elektrycznej, 81% mniej ciepła oraz o połowę mniej wody. 86% mieszkańców BedZED zadeklarowało, że kupuje żywność ekologiczną, a 39% z nich część spożywanej żywności produkuje lokalnie na terenie osiedla. Badanie pokazało także, że dla osiągnięcia zrównoważonego rozwoju nie wystarczą tylko nowoczesne technologie i cały wysiłek w zaprojektowanie osiedla nie przyniesie rezultatu bez zmiany stylu życia mieszkańców. Oszacowany ślad ekologiczny (oraz ślad węglowy) mieszkańca osiedla był co prawda niższy od średniej dla tej okolicy, jednak różnica nie była aż tak znacząca, jak można byłoby oczekiwać. Wyniki te pokazują, że nawet w tak nowoczesnej infrastrukturze potrzebna jest zmiana świadomości i postaw konsumpcyjnych⁴⁰.

Powyższe przykłady pokazują, że kompleksowe podejście do ograniczenia wpływu konsumpcji na środowisko jest możliwe. **Każdy z nas już teraz może wprowadzić w swoim życiu zmiany, dzięki którym staniemy się bardziej świadomymi konsumentami.** Warto pamiętać, że codziennie, używając energii, wodę, paliwa i wybierając żywność, inne towary i usługi, podejmujemy decyzje, których wpływ na środowisko i zmianę klimatu nie jest obojętny. To wszystko tak naprawdę zależy od nas – konsumentów.



© GLOBAL WARMING IMAGES, WWF

³⁹ Zob. więcej na: <http://www.bioregional.com/bedzed>.

⁴⁰ *BedZED seven years on. The impact of the UK's best known eco-village and its residents*, BioRegiona, lipiec 2009, http://www.bioregional.com/wp-content/uploads/2014/10/BedZED_seven_years_on.pdf [dostęp 7.02.2017].

Zakończenie

Przekonywanie polskich elit i społeczeństwa do korzyści wynikających z wyzwań, jakie stawia ochrona klimatu i wprowadzanie na szeroką skalę gospodarki niskoemisyjnej, nie jest zadaniem łatwym. Wszelkie działania zmierzające do wdrażaniu nowego kierunku transformacji, w szczególności dotyczące rewolucji w energetyce, transporcie i konsumpcji, natrafiają na opór. Jednak przestawienie gospodarki, społeczeństwa na nowe tory przynosi i będzie przynosić wymierne korzyści, które zrekompensują koszty transformacji. Oznaczają one bowiem tworzenia wysokiej jakości życia, w tym poprawy zdrowia obywateli dzisiaj i jutro, a także kreowania innowacyjnej, inteligentnej gospodarki w ramach wyznaczonych przez dostępne zasoby oraz możliwości odprowadzania zanieczyszczeń tak, aby zachować przyrodnicze systemy podtrzymujące życie na Ziemi, jakim jest globalny klimat.



Bibliografia

1. *100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight (WWS). All Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World*, <http://web.stanford.edu/group/efmh/jacobson/Articles/I/CountriesWWS.pdf> [dostęp 10.10.2016]
2. *20 faktów o zakwaszaniu oceanów*, 10.04.2014, <http://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/20-faktow-o-zakwaszaniu-oceanow-42> [dostęp 13.05.2016]
3. *2016 likely to be hottest year ever, scientists say*, AFP, <http://phys.org/news/2016-05-hottest-year-scientists.html>
4. *2050 Energy strategy*, Komisja Europejska, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/2050-energy-strategy>
5. *2050 low-carbon economy*, Komisja Europejska http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050/index_en.htm [dostęp 11.02.2017].
6. *Accelerating technological change (GMT 4)*, 18.02.2015, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/technology> [dostęp 14.07.2016]
7. Aden N., World Resources Institute, *The Roads to Decoupling: 21 Countries Are Reducing Carbon Emissions While Growing GDP*, 2016, <http://www.wri.org/blog/2016/04/roads-decoupling-21-countries-are-reducing-carbon-emissions-while-growing-gdp>
8. *Adoption of the Paris Agreement*, UNFCCC, 12 grudnia 2015, <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf> [dostęp 10.05.2016]
9. *Adoption of the Paris Agreement. Proposal by the President Draft decision – COP21*, United Nations, <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf> [dostęp 5.08.2017]
10. Agencja Rozwoju Przemysłu SA, <http://polskirynekwegla.pl> [dostęp 23.09.2016]
11. *Agenda rozwoju 2030*, Główny Urząd Statystyczny, <http://stat.gov.pl/zrownowazony-rozwoj/agenda/> [dostęp 16.06.2016]
12. *Air quality in Europe – 2016 report*, No 28, 2016, European Environment Agency, http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016/at_download/file [dostęp 5.08.2017]
13. Allison I., Bindoff N., Bindschadler R., Cox P., de Noblet N., England M., Francis J., Gruber N., Haywood A., Karoly D., Kaser G., Le Quéré C., Lenton T., Mann M., McNeil B., Pitman A., Rahmstorf S., Rignot E., Schellnhuber H. J., Schneider S., Sherwood S., Somerville R., Steffen K., *The Copenhagen Diagnosis: Climate Science Report*, 2009, <http://www.copenhagendiagnosis.org/>
14. *Alternatywna polityka transportowa w Polsce według zasad zrównoważonego rozwoju*, Instytut na Rzecz Ekorozwoju, Warszawa 1999
15. *Ambient (outdoor) air quality and health*, wrzesień 2016, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/> [dostęp 6.02.2016]
16. *Analiza bieżąca rynku detalicznego energii elektrycznej w Polsce w I kw. 2015 roku*, Agencja Rynku Energii, 2015, <http://www.cire.pl/item,114134,13,0,0,0,0,0,analiza-biezaca-ryнку-detalicznego-energii-elektrycznej-w-polsce-w-i-kw-2015-r.html>

17. *Analiza dotycząca określenia niezbędnej wysokości wsparcia dla poszczególnych technologii OZE. Ekspertyza Instytut Energetyki Odnawialnej dla Ministerstwa Gospodarki wraz z kosztami wytwarzania energii z OZE (LCOE)*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2013
18. *Analiza prawna dotycząca możliwości wyłączenia Polski z europejskiego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych*, ClientEarth, 2016, <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/polityka-klimatyczna/czy-polska-moze-wycofac-sie-z-systemu-eu-ets> [dostęp 5.08.2017]
19. Anderson K., *Duality in climate science*, „Nature Geoscience”, vol. 8, 2015, pp. 898–900
20. *Annual Greenhouse Gas Index*, NOAA Earth System Research Laboratory, <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html> [dostęp 10.05.2016]
21. Arrhenius S., *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground*, Philosophical Magazine and Journal of Science Series 5, vol. 41, 1896, pp. 237–276.
22. Bapna M., Talberth J., Q & A: *What is a „Green Economy”*, World Resources Institute, 2011, <http://www.wri.org/blog/2011/04/qa-what-green-economy-0> [dostęp 5.08.2017]
23. *Baza danych inwestycje biogazowe 2015*, wyd. IX, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2015
24. Bazilchuk N., *Household consumption significant driver of climate, other environmental impacts*, GEMINI, <http://gemini.no/en/2016/02/household-consumption-significant-driver-of-climate-other-environmental-impacts/>
25. BedZED – Bioregional, <http://www.bioregional.com/bedzed/> [dostęp 5.08.2017]
26. *BedZED seven years on. The impact of the UK's best known eco-village and its residents*, BioRegional, 2009, http://www.bioregional.com/wp-content/uploads/2014/10/BedZED_seven_years_on.pdf.
27. BedZed, <http://www.bioregional.com/bedzed> [dostęp 5.08.2017]
28. *Benchmarking report 5.2 on the continuity of electricity supply* CEER Benchmarking report 5.2 on the continuity of electricity supply, Council of European Energy Regulators (CEER), 2015, http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity/Tab4 [dostęp 5.08.2017]
29. Berent-Kowalska G., Wnuk R. (kierujący), Peryt Sz., Asztemborski B., *Efektywność wykorzystania energii w latach 2004-2014*, GUS, Warszawa 2015
30. *Biogaz rolniczy*, Agencja Rynku Rolnego, <http://www.arr.gov.pl/energia-odnawialna/biogaz-rolniczy>
31. Blog „Doskonale Szare” <http://doskonaleszare.blox.pl/2010/12/FAQ-Gazy-cieplarniane.html>
32. Blog „Odnawialny”, *Czy projekt nowelizacji ustawy o OZE jest politycznie korzystny dla rządu i partii rządzącej?*, 2016, <http://odnawialny.blogspot.com/2016/05/czy-projekt-nowelizacji-ustawy-o-oze.html>
33. Bloom D. E., Cafiero E. T., Jané-Llopis E., Abrahams-Gessel S., Bloom L. R., Fathima S., Feigl A. B., Gaziano T., Mowafi M., Pandya A., Prettner K., Rosenberg L., Seligman B., Stein A. Z., & Weinstein C., *The Global Economic Burden of Noncommunicable Diseases*. Geneva, World Economic Forum, 2015
34. Bolesta J., Wiśniewski G., Instytut Energetyki Odnawialnej, *Czy warto zostać prosumentem? Komentarz do poradnika Federacji Konsumentów „Jak zostać prosumentem”*, 2016, <http://www.cire.pl/item,124594,13,0,0,0,0,0,czy-warto-zostac-prosumentem-komentarz-do-poradnika-federacji-konsumentow-jak-zostac-prosumentem.html> [dostęp 10.02.2017]
35. Bołtryk M., *Jazda do gniazdka z prądem*, „Puls Biznesu” 5.10.2016, <https://www.pb.pl/jazda-do-gniazdka-z-pradem-843867> [dostęp 25.06.2017]
36. *Brakuje prądu. Są ograniczenia do 30 sierpnia dostaw dla firm. Odbiorcy indywidualni bezpieczni*, Polskie Radio, 2015, <http://www.polskieradio.pl/42/273/Artykul/1486937,Brakuje-pradu-Sa-ograniczenia-do-30-sierpnia-%20dostaw-dla-firm-Odbiorcy-indywidualni-bezpieczni> [dostęp 5.08.2017]

37. Bukowski M. (red.), *2050.pl. Podróż do niskoemisyjnej przyszłości*, Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych i Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2013
38. Bukowski M., Kassenberg A., Śniegocki A., *Perspektywy niskoemisyjnej transformacji w Polsce*. WiseEuropa i Instytut na rzecz Ekorozwoju, materiał informacyjny, Warszawa 2016
39. Bukowski M., Siedlecka U., Śniegocki A., Maćkowiak-Pandera J., Rączka J., *Wpływy z aukcji ETS jako źródło finansowania niskoemisyjnej modernizacji w Polsce*, Forum Analiz Energetycznych, WiseEuropa 2016, http://www.fae.org.pl/files/file_add/file_add-37.pdf
40. Bukowski M., Śniegocki A., *Energia elektryczna a konkurencyjność przemysłu*, Forum Analiz Energetycznych, 2014, http://www.fae.org.pl/files/file_add/file_add-17.pdf
41. Burchard-Dziubińska M., *Zielona gospodarka jako nowy obszar zainteresowania ekonomii*, IX Kongres Ekonomistów Polskich, www.kongres.pte.pl
42. Butler J. H., Montzka S. H., *The NOAA Annual Greenhouse Gas Index (AGGI)*, NOAA Earth System Research Laboratory, 2016, <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html>
43. *Calculation of additional profits of sectors and firms from the EU ETS*, CE Delft, 2016, http://www.cedelft.eu/publicatie/calculation_of_additional_profits_of_sectors_and_firms_from_the_eu_ets/1763
44. *Carbon Bubble*, Carbon Tracker, <http://www.carbontracker.org/report/carbon-bubble/> [dostęp 5.08.2017]
45. Carbon Tracker Initiative (CTI) Report, <http://www.carbontracker.org/wp-content/uploads/2015/05/CTI-EU-Utilities-Report-v3-050615.pdf> [dostęp 5.07.2016]
46. *Changing disease burdens and risks of pandemics (GMT 3)*, European Environment Agency, 2015, <https://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/health> [dostęp 5.08.2017]
47. Chapman D., Nguyen P., Halem M., *A decade of measured greenhouse forcings from AIRS*, „SPIE Proceedings”, 8743, 2013.
48. Cheng I., Lamm H., *Wielki skok na wodę. Jak przemysł węglowy pogłębia światowy*, Greenpeace, 2016
49. *Children's independent mobility: a comparative study in England and Germany (1971–2010)*, Policy Studies Institute, London 2012
50. Chojnacki I., *Francja redukuje atom na rzecz OZE*, 28.07.2015, http://energetyka.wnp.pl/francja-redukuje-atom-na-rzecz-oze,254678_1_0_0.html [dostęp 5.07.2016]
51. Clark P. U., Shakun J. D., Marcott S. A., Mix A. C., Eby M., Kulp S., Levermann A., Milne G. A., Pfister P. L., Santer B. D., Schrag D. P., Solomon S., Stocker T. F., Strauss B. H., Weaver A. J., Winkelmann R., Archer D., Bard E., Goldner A., Lambeck K., Pierrehumbert R. T., Plattner G. K., *Consequences of twenty-first-century policy for multi-millennial climate and sea-level change*, Nature Climate Change, vol. 6, 2016, pp. 360–369
52. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
53. *Consumption of energy*, EUROSTAT, 2016, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Consumption_of_energy [dostęp 5.08.2017]
54. Cook J., *Przewodnik naukowy do sceptycyzmu globalnego ocieplenia*, http://ziemianarozdrozu.pl/dl/Guide_Skepticism_Polish.pdf [dostęp 10.05.2016]
55. Cook J., *Przewodnik naukowy do sceptycyzmu globalnego ocieplenia*, 2010 http://ziemianarozdrozu.pl/dl/Guide_Skepticism_Polish.pdf [dostęp 5.08.2017]
56. *Council Conclusions on EU position for the Copenhagen Climate Conference*, http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/envir/110634.pdf [dostęp 10.11.2016]

57. *Council Conclusions on EU position for the Copenhagen Climate Conference (7–18 December 2009)*, Rada Unii Europejskiej, Luxembourg, 2009, http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/envir/110634.pdf [dostęp 5.08.2017]
58. *Council Conclusions on EU position for the Copenhagen Climate Conference (7–18 December 2009)*, Rada Unii Europejskiej, http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/envir/110634.pdf [dostęp 11.02.2017]
59. *Current Market Outlook 2014-2033*, Boeing, 2014, http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/cmo/pdf/Boeing_Current_Market_Outlook_2014.pdf
60. *Czy projekt nowelizacji ustawy o OZE jest politycznie korzystny dla rządu i partii rządzącej?*, <http://odnawialny.blogspot.com/2016/05/czy-projekt-nowelizacji-ustawy-o-oze.html> [dostęp 10.10.2016]
61. *Czy wycofanie części uprawnień do emisji to dobry pomysł?*, 2013, <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/zielona-gospodarka/czy-wycofanie-czesci-uprawnien-do-emisji-to-dobry-pomysl> [dostęp 5.08.2017]
62. *Czym jest ubóstwo energetyczne*, Instytut na Rzecz Ekorozwoju, <http://www.chronmyklimat.pl/tags/ubostwo-energetyczne/czym-jest-ubostwo-energetyczne> [dostęp 5.08.2017]
63. *Czysty zysk dla obywateli*, Koalicja Klimatyczna, Warszawa 2012, http://www.koalicjaklimatyczna.org/theme/UploadFiles/Polecamy%202013/srodki_z_ets___pieniadze_dla_obywateli___propozycja_kk.pdf [dostęp 5.08.2017]
64. Dane Banku Światowego, <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=PL> [dostęp 5.08.2017]
65. Decyzja Komisji z dnia 24 grudnia 2009 r. ustalająca, zgodnie z dyrektywą 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, wykaz sektorów i podsektorów uważanych za narażone na znaczące ryzyko ucieczki emisji, Komisja Europejska, 2009, http://www.kobize.pl/uploads/materialy/wspolnotowe/2009/Decyzja_KE_24_12_2009_pl.pdf [dostęp 5.08.2017]
66. Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2009/406/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie wysiłków podjętych przez państwa członkowskie, zmierzających do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w celu realizacji do roku 2020 zobowiązań, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0136:0148:PL:PDF> [dostęp 5.08.2017]
67. Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2009/406/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie wysiłków podjętych przez państwa członkowskie, zmierzających do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w celu realizacji do roku 2020 zobowiązań Wspólnoty dotyczących redukcji emisji gazów cieplarnianych, Parlament Europejski i Rada UE, 2009
68. *Delivering Growth, Security and Sustainability – EIB’s Screening and Assessment Criteria for Energy Project*, EIB and Energy, 2013, http://www.eib.org/attachments/strategies/eib_energy_lending_criteria_en.pdf [dostęp 5.08.2017]
69. *Derogacje dla producentów energii elektrycznej*, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, 2015, <http://www.kobize.pl/pl/article/przydzialy-uprawnien-instalacje/id/446/derogacje> [dostęp 10.02.2017]
70. Derski B., *PGG ma na start 3,5 mld zł. Wystarczy jej na...*, Wysokie Napięcie 2016, <http://wysokienapiecie.pl/energetyka-konwencjonalna/1454-pgg-ma-na-start-3-5-mld-zl-wystarczy-jej-na>
71. Dewitt S., *Temperature and Productivity Anomalies, 1999–2004*, National Aeronautics and Space Administration, Goddard Institute for Space, 2006, https://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2006/warm_marine_multimedia.html
72. *Diagnoza polskiego transportu*, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2011

73. *Diverging global population trends (GMT 1)*, 18.02.2015, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/demography> [dostęp 14.07.2016]
74. *Diverging global population trends (GMT 1)*, European Environment Agency, 2015, <https://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/demography> [dostęp 5.08.2017]
75. *Divestment Commitment*, <http://gofossilfree.org/commitments/> [dostęp 23.09.2016]
76. *Dopłaty do kolektorów słonecznych. Bieżące efekty wdrażania*, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, <https://www.nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-krajowe/programy/doplaty-do-kredytow-na-kolektory-sloneczne/biezace-efekty-wdrazania/> [dostęp 10.11.2016]
77. Dyrektywa 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. ustanawiająca system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie oraz zmieniająca dyrektywę Rady 96/61/WE, Parlament Europejski i Rada UE, 2003, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0063:0087:PL:PDF> [dostęp 5.08.2017]
78. Dyrektywa 94/12/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 marca 1994 r. odnosząca się do środków, jakie mają być podjęte w celu ograniczenia zanieczyszczenia powietrza przez emisje z pojazdów silnikowych i zmieniająca dyrektywę 70/220/EWG, Parlament Europejski i Rada UE, 1994
79. Dyrektywa 98/69/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 1998 r. odnosząca się do środków mających zapobiegać zanieczyszczeniu powietrza przez emisje z pojazdów silnikowych i zmieniająca dyrektywę Rady 70/220/EWG, Parlament Europejski i Rada UE, 1998
80. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, Parlament Europejski i Rada UE, 2009
81. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/29/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, Parlament Europejski i Rada UE, 2009
82. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/30/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do specyfikacji benzyny i olejów napędowych oraz wprowadzającą mechanizm monitorowania i ograniczania emisji gazów cieplarnianych oraz zmieniającą dyrektywę Rady 1999/32/WE odnoszącą się do specyfikacji paliw wykorzystywanych przez statki żeglugi śródlądowej oraz uchylająca dyrektywę 93/12/EWG, Parlament Europejski i Rada UE, 2009, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0088:0113:PL:PDF> [dostęp 5.08.2017]
83. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/31/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla oraz zmieniająca dyrektywę Rady 85/337/EWG, Euratom, dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE, 2001/80/WE, 2004/35/WE, 2006/12/WE, 2008/1/WE i rozporządzenie (WE) nr 1013/2006, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0114:0135:PL:PDF> [dostęp 5.08.2017]
84. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/31/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla oraz zmieniająca dyrektywę Rady 85/337/EWG, Euratom, dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE, 2001/80/WE, 2004/35/WE, 2006/12/WE 2008/1/WE i rozporządzenie (WE) nr 1013/2006, Parlament Europejski i Rada UE, 2006
85. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/33/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego, Parlament Europejski i Rada UE, 2009

86. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE z dnia 19 maja 2010 w sprawie wskazania poprzez etykietowanie oraz standardowe informacje o produkcie, zużycia energii oraz innych zasobów przez produkty związane z energią, Parlament Europejski i Rada UE, 2010
87. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/92/UE z dnia 13 grudnia 2011 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko, Parlament Europejski i Rada UE, 2011
88. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE, Parlament Europejski i Rada UE, 2012
89. Dyrektywa parlamentu europejskiego i rady zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu wzmocnienia racjonalnych pod względem kosztów redukcji emisji oraz inwestycji niskoemisyjnych, Komisja Europejska, 15.07.2015, COM(2015) 337, wersja ostateczna, http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:33f82bac-2bc2-11e5-9f85-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF [dostęp 10.02.2017]
90. Dyrektywa Rady z dnia 26 czerwca 1991 r. zmieniająca dyrektywę 70/220/EWG w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do działań, jakie mają być podjęte w celu ograniczenia zanieczyszczania powietrza przez emisje z pojazdów silnikowych, Rada UE, 1991
91. Ecovillage Findhorn, <http://www.ecovillagefindhorn.com> [dostęp 5.08.2017]
92. Edenhofer O., Pichs-Madruga R., Sokona Y., Farahani E., Kadner S., Seyboth K., Adler A., Baum I., Brunner S., Eickemeier P., Kriemann B., Savolainen J., Schlömer S., von Stechow C., Zwickel T. and Minx J. C. (eds.), *IPCC, 2014: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014, s. 13
93. *Efektywność wykorzystania energii w latach 2004–2014*, Główny Urząd Statystyczny, 2016, http://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5485/5/11/1/efektywnosc_wykorzystania_energii_2004-2014.pdf [dostęp 5.08.2017]
94. *Efektywność wykorzystania energii w latach 2005–2015*, Główny Urząd Statystyczny, Krajowa Agencja Poszanowania Energii,
95. *Effort Sharing Decision*, Komisja Europejska, http://ec.europa.eu/clima/policies/effort/index_en.htm [dostęp 10.02.2017]
96. Ehrenfreund M., *Should the U.S. Army buy a hybrid tank?*, „The Washington Post”, 28.05.2013, <https://www.washingtonpost.com/news/innovations/wp/2013/05/28/should-the-u-s-army-buy-a-hybrid-tank> [dostęp 10.02.2017]
97. *EIB Emission Performance Standard*, European Investment Bank, http://www.eib.org/attachments/consultations/elp_methodology_emission_performance_standard_20130722_en.pdf [dostęp 11.02.2017]
98. *Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności*, Wspólnoty Europejskie, 2008
99. *Ekspozycja polskich funduszy emerytalnych i banków na bańkę węglową*, Profundo Research & Advice, opracowanie przygotowane na zlecenie Grupy Zielonych w Parlamencie Europejskim, 2016
100. Elkin S., *What went wrong?*, „Independent”, styczeń 2013
101. Ellen McArthur Foundation, *The circular model – an overview*. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/circular-economy/the-circular-model-an-overview.pdf> [dostęp 5.08.2017]
102. *Emissions Trading Worldwide: ICAP Status Report 2016*, International Carbon Action Partnership (ICAP), 2016, <https://icapcarbonaction.com/en/status-report-2016> [dostęp 5.08.2017]

103. *Energia 2015*, Główny Urząd Statystyczny 2015, <http://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5485/1/3/1/energia2015.pdf> [dostęp 5.08.2017]
104. *Energia 2016*, Główny Urząd Statystyczny, 2016 <http://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5485/1/4/1/energia2016.pdf> [dostęp 5.08.2017]
105. *Energiewende direk*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 4.07.2016
106. *Energiewende direk*, Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2016.
107. *Energy Lending Criteria*, European Investment Bank, 2013, http://www.eib.org/attachments/strategies/eib_energy_lending_criteria_en.pdf, [dostęp 11.02.2017]
108. *Energy Technology Perspectives 2014 Harnessing Electricity's Potential*, Międzynarodowa Agencja Energetyczna (IEA), 2014
109. *Energy*, UN Habitat, <https://unhabitat.org/urban-themes/energy/> [dostęp 5.08.2017]
110. *Environmental impact of aviation*, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_impact_of_aviation [dostęp 5.08.2017]
111. *Estimated average EU external costs for electricity generation technologies in 2005*, European Environment Agency, 5.07.2010, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/estimated-average-eu-external-costs> [dostęp 13.02.2017]
112. *EU countries' emission targets fall short of Paris Agreement goals*, 20.07.2016, Climate Action Network Europe, <http://www.caneurope.org/publications/press-releases/1164-european-commission-misses-opportunity-to-put-in-place-a-ratchet-up-mechanism-and-to-set-an-ambitious-starting-point-for-reductions> [dostęp 14.02.2017]
113. *EU position for the UN climate change conference in Paris: Council conclusions*, Rada Europejska, 2015, <http://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2015/09/18-conclusions-un-climate-change-conference-paris-2015/> [dostęp 5.08.2017]
114. *EU position for the UN climate change conference in Paris: Council conclusions*, Rada Europejska, <http://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2015/09/18-conclusions-un-climate-change-conference-paris-2015/> [dostęp 10.02.2017]
115. *EU Transport in figures. Statistical pocketbook 2015*, Unia Europejska, Bruksela 2015
116. *Europe's environment – The fourth assessment*, European Environment Agency, 2007
117. *European Council (23 and 24 October 2014). Conclusions*, Rada Europejska, 24.10.2014, http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf [dostęp 10.02.2017]
118. *European energy and transport, Trends to 2030*, European Commission Directorate-General for Energy and Transport, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2008
119. *Air Quality in Europe – 2015*. Copenhagen 2015, European Environmental Agency
120. *Facts About Food Waste 1*, Love Food Hate Waste, <http://www.lovefoodhatewaste.com/content/facts-about-food-waste-1>, [dostęp 7.02.2017]
121. Factsheet on the Commission's proposal on binding greenhouse gas emission reductions for Member States (2021-2030), Komisja Europejska 2016, http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-16-2499_en.htm [dostęp 5.08.2017]
122. Feulner G., Rahmstorf S., *On the effect of a new grand minimum of solar activity on the future climate on Earth*, Geophysical Research Letters vol. 37, 2010.
123. Findhorn Ecovillage, <http://www.ecovillagefindhorn.com/> [dostęp 5.08.2017]
124. Fisk W. J., Satish U, Mendell M. J., Hotchi T, Sullivan D., *Is CO₂ an Indoor Pollutant? Higher Levels of CO₂ May Diminish Decision Making Performance*, Lawrence Berkeley National Laboratory, Nowy Jork, marzec 2013, https://eetd.lbl.gov/sites/all/files/lbnl-6148e-is_co2_an_indoor_pollutant_v3.pdf [dostęp 18.05.2016]

125. *Food Wastage Footprint – Impact of natural resources*, Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), 2013
126. *Fossil-Fuel CO₂ Emissions*, Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html) [dostęp 5.08.2017]
127. *Fossil-Fuel CO₂ Emissions*, Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), BP Statistical Review of World Energy, 2016
128. *Fossil-Fuel CO₂ Emissions*, Carbon Dioxide Information Analysis Center, http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html [dostęp 12.05.2016]
129. Foster G. L., Rohling E. J., *Relationship between sea level and climate forcing by CO₂ on geological timescales*, Proceedings of the National Academy of sciences of the United States of America, vol. 110 no. 4, 2013.
130. *Free Fare Public Transport Cities*, <https://farefreepublictransport.com/city/> [dostęp 5.08.2017]
131. *French law forbids food waste by supermarkets*, „The Guardian” 2016, <https://www.theguardian.com/world/2016/feb/04/french-law-forbids-food-waste-by-supermarkets> [dostęp 5.08.2017]
132. *General Secretariat of the Council to the Delegations Conclusions (23 and 24 October 2014)*, Rada Europejska, 2014, http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf [dostęp 5.08.2017]
133. Giełda Papierów Wartościowych w Warszawie, <http://www.gpw.pl> [dostęp 5.08.2017]
134. *Global Climate Change Vital Signs of the Planet, Land Ice*, <https://climate.nasa.gov/vital-signs/land-ice/> [dostęp 5.08.2017]
135. *Global Climate Change Vital Signs of the Planet, Sea Level*, <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/> [dostęp 5.08.2017]
136. *Global energy-related emission of carbon dioxide stalled in 2014*, International Energy Agency, 2015
137. *GLOBAL Land-Ocean Temperature Index in 0.01 degrees Celsius base period: 1951–1980*, http://data.giss.nasa.gov/gistemp/taledata_v3/GLB.Ts+dSST.txt [dostęp 5.08.2017]
138. *Global Land-Ocean Temperature Index in 0.01 degrees Celsius, base period: 1951–1980*, NASA GISS, http://data.giss.nasa.gov/gistemp/taledata_v3/GLB.Ts+dSST.txt [dostęp 6.02.2017]
139. *Global Ocean Heat and Salt Content*, National Centers for Environmental Information, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), https://www.nodc.noaa.gov/OC5/3M_HEAT_CONTENT/ [dostęp 5.08.2017]
140. *Global Ocean Heat and Salt Content*, National Oceanic and Atmospheric Administration, http://www.nodc.noaa.gov/OC5/3M_HEAT_CONTENT/ [dostęp 13.05.2016].
141. Głodek E, *Modele stref przemysłowych i mieszkalnych*, materiał z konferencji zorganizowanej w ramach projektu *Opolska strefa zeromisyjna – model synergii przedsiębiorstw*, http://icimb.pl/opole/images/stories/PDF/Konf_OSZ/osz_Glodek.pdf [dostęp 7.02.2017]
142. Griggs, J. A., Harries, J. E., *Comparison of spectrally resolved outgoing longwave data between 1970 and present*, „Proceedings of SPIE”, 5543, 2004, s. 164–174
143. *Growing pressures on ecosystems (GMT 8)*, 18.02.2015, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/ecosystems> [dostęp 14.07.2016]
144. *Growing pressures on ecosystems (GMT 8)*, 2015, European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/ecosystems> [dostęp 5.08.2017]
145. Gwiazda M., *Polacy o elektroenergetyce – obawy i oczekiwania*, CBOS, seminarium energetyczne Collegium Civitas, 2016
146. *HadCRUT4 2014*, Met Office Hadley Centre observations datasets, <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut4> [dostęp 5.08.2017]
147. Hagelaars J., *The two epochs of Marcott*, 2013

148. Hajto M., Cichoński., Bidłasik M., Borzyszkowski J. Kuśmierz A., Constraints on Development of Wind Energy in Poland due to Environmental Objectives. Is There Space in Poland for Wind Farm Siting?, „Environmental Management”, February 2017, Volume 59, Issue 2, s. 204–217, 3 November 2016, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-016-0788-x> [dostęp 5.08.2017]
149. Hans-Klau C., *The Pedestrian and the City*, New York, 2015.
150. Harries J. E., Brindley H. E., Sagoo P. J., Bantges R. J., Increases in greenhouse forcing inferred from the outgoing longwave radiation spectra of the Earth in 1970 and 1997, *Nature* vol. 410, 2010, s. 355–357.
151. *Historical CO₂ record from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores*, Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), <http://cdiac.ornl.gov/ftp/trends/co2/lawdome.combined.dat> [dostęp 5.08.2017]
152. *Historical CO₂ record from the Siple Station Ice Core*, Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), <http://cdiac.ornl.gov/ftp/trends/co2/siple2.013> [dostęp 5.08.2017]
153. *Historical CO₂ Record from the Siple Station Ice Core*, Carbon Dioxide Information Analysis Center, <http://cdiac.ornl.gov/ftp/trends/co2/siple2.013> [dostęp 12.05.2016].
154. Holland M., *Cost-benefit Analysis of Final Policy Scenarios for the EU Clean Air Package*, Komisja Europejska, 2013.
155. *Households Consumption*, European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/themes/households/intro> [dostęp 5.08.2017]
156. IEO zakończyło prace nad raportem na zlecenie Greenpeace Polska: Raport [R]ewolucja energetyczna dla Polski. Scenariusz zaopatrzenia Polski w czyste nośniki energii w perspektywie długookresowej, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2013, <http://archiwum.ieo.pl/pl/aktualnosci/733-ieo-zakoczylo-prace-nad-raportem-na-zlecenie-greenpeace-polska-raport-rewolucja-energetyczna-dla-polski-scenariusz-zaopatrzenia-polski-w-czyste-noniki-energii-w-perspektywie-dlugookresowej.html> [dostęp 5.08.2017]
157. *IHS: technologia litowo-jonowa zdominowała rynek magazynowania energii*, 15.07.2016, <http://gramwzielone.pl/trendy/22455/ihs-technologia-litowo-jonowa-zdominowala-rynek-magazynowania-energii> [dostęp 25.06.2017]
158. *Increasing environmental pollution (GMT 10)*, 18.02.2015, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/pollution> [dostęp 15.07.2016]
159. *Increasing environmental pollution (GMT 10)*, European Environment Agency, 2015, <https://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/pollution> [dostęp 5.08.2017]
160. *Informacja o ruchu na drogach układu podstawowego w m. st. Warszawie wg pomiarów APR-ZDM w 2016 roku*, Zarząd Dróg Miejskich w Warszawie 2016 https://zdm.waw.pl/uploads/45/tabela-inf-o-ruchu-na-drogach-uk-podst-2016_1482415130.pdf [dostęp 5.08.2017]
161. *Informacja ogólna*, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, 2014, <http://www.kobize.pl/pl/article/instrumenty-redukcji-emisji/id/332/informacja-ogolna> [dostęp 5.08.2017]
162. *Informacja ogólna*, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, 2014, <http://www.kobize.pl/pl/article/przydzialy-uprawnien-instalacje/id/353/informacja-ogolna> [dostęp 5.08.2017]
163. *Instrumenty redukcji emisji. Informacja ogólna*, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) w Instytucie Ochrony Środowiska, 24.11.2014, <http://www.kobize.pl/pl/article/instrumenty-redukcji-emisji/id/332/informacja-ogolna> [dostęp 10.02.2017]
164. International Carbon Action Partnership (ICAP), <https://icapcarbonaction.com/en/ets-map> [dostęp 5.08.2017]

165. *Investment in renewable energy generates jobs. Supply of skilled workforce needs to catch up*, International Labour Organization, Genewa 2011.
166. Ivanova D., Stadler K., Steen-Olsen K., Wood R., Vita G., Tukker A. and Hertwich E. G., *Environmental Impact Assessment of Household Consumption*, „Journal of Industrial Ecology”, nr 20, 2016, s. 526–536
167. Jacobs M. Z. et al., *100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight (WWS) All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World*, Stanford University, 2017
168. *Jak zostać prosumentem*, Federacja Konsumentów, Warszawa 2016, <http://www.federacja-konsumentow.org.pl/n,159,1307,91,1,raport-federacji-konsumentow.html> [dostęp 5.08.2017]
169. *Kalkulator CO₂*, Ziemia na Rozdrożu, <http://ziemianarozdrozu.pl/kalkulator> [dostęp 5.08.2017]
170. Kamiński S., *Podstawowe zanieczyszczenia powietrza*, http://archiwum.ekoportal.gov.pl/prawo_dokumenty_strategiczne/ochrona_srodowiska_w_polsce_zagadnienia/Powietrze/PodstawoweZanieczyszczeniaPowietrza.html [dostęp 5.08.2017]
171. Karaczun Z., Kassenberg A., Reh W., Węglarz A., *Redukcja emisji z sektorów nieobjętych europejskim systemem handlu uprawnieniami do emisji*, wydawnictwo SGGW, Warszawa 2015
172. Kassenberg A. (red.), *Powiatowy poradnik klimatyczny*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa, 2014, s. 20–21
173. Kassenberg A., Świerkula E., *Polska niskoemisyjna. Od idei do działania*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Heinrich Boell Stiftung Warszawa. Warszawa 2015
174. Kassenberg A., Szymalski W., *Czas wyzwań – czas odpowiedzi, czyli droga ku gospodarce zamkniętego obiegu*, raport na 350-lecie firmy Saint-Gobain, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2015
175. *KE ogłosiła cele redukcji gazów cieplarnianych*, Koalicja Klimatyczna, 21.07.2016, <http://www.chronmyklimat.pl/publikacje/polityka-klimatyczna/ke-oglosila-cele-redukcji-gazow-cieplarnianych> [dostęp 10.02.2017]
176. Kelley C. P., Mohtadi S., Cane M. A., Seager R., Kushnir Y., *Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought*, „Proceedings of the National Academy of sciences of the United States of America”, vol. 112 nr 11, 2015
177. *Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010-2020*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, 2010, <https://www.teraz-srodowisko.pl/media/pdf/aktualnosci/1043-kierunki-rozwoju-biogazowni-rolniczych.pdf> [dostęp 5.08.2017]
178. Knapik M., *COE i LACE czyli szacowanie kosztów energii z OZE*, 2014, <http://globenergia.pl/lcoe-i-lace-czyli-szacowanie-kosztow-energii-z-oze/> [dostęp 5.08.2017]
179. *Komunikat: Zamówienia publiczne na rzecz poprawy stanu środowiska*, Parlament Europejski, Rada, Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny oraz Komitet Regionów, Bruksela 2008
180. Konieczny P., Dobrucka R., Mroczek E., *Using carbon footprint to evaluate environmental issues of food transportation*, „LogForum” nr 9 (1), 2013, s. 3–10
181. Konieczny P., Mroczek E., Kucharska M., *Ślad węglowy w zrównoważonym łańcuchu żywnościowym i jego znaczenie dla konsumenta żywności*, „Agribus. Rural Dev.” nr 3(29), 2013, s. 51–64
182. *Konkluzje prezydencji – Bruksela*, 29–30 października, Rada Unii Europejskiej. Bruksela, 1 grudnia 2009
183. *Konkluzje Rady w sprawie systemu zarządzania unią energetyczną*, Rada Europejska, <http://www.consilium.europa.eu/pl/press/press-releases/2015/11/26-conclusions-energy-union-governance/> [dostęp 5.08.2017]
184. *Konkluzje Rady w sprawie systemu zarządzania unią energetyczną*, Rada Europejska, 26.11.2015, <http://www.consilium.europa.eu/pl/press/press-releases/2015/11/26-conclusions-energy-union-governance/> [dostęp 11.02.2017]

185. Kopp R. E., Kemp A. C., Bittermann K., Horton B. P., Donnelly J. P., Gehrels W. R., Hay C. C., Mitrovica J. X., Morrow E. D., Rahmstorf S., *Temperature-driven global sea-level variability in the Common Era*, „Proceedings of the National Academy of sciences of the United States of America”, vol. 113 no.11, 2016
186. *Korzyści z gospodarki niskoemisyjnej w miastach*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, WiseEuropa, adelphi, Warszawa 2016
187. Kostecka Alicja, *Podwójny skok*, log24.pl, lipiec 2011, <https://www.log24.pl/artykuly/podwojny-skok,1314> [dostęp 5.08.2017]
188. Kowalski M, *Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century*, „Ecological Economics” nr 68(10), 2009, s. 2696–2705
189. *Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2013–2014 w układzie klasyfikacji SNAP I NFR*, raport podstawowy, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, Warszawa 2016
190. *Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej dla Polski 2014*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2014
191. *Krajowy plan rozwoju mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii do roku 2030*, raport przygotowany na zamówienie WWF, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2015
192. *Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2016, Inwentaryzacja gazów cieplarnianych w Polsce dla lat 1988–2014*, raport syntetyczny, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, Warszawa 2016
193. *Krajowy raport inwentaryzacyjny 2016*, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, Warszawa 2016, http://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/krajowa_inwentaryzacja_emisji/IIR_Poland_2016.pdf [dostęp 5.08.2017]
194. Krausmann F., Gingrich S., Eisenmenger N., Erb, K. H., Haberl H. and Fischer-Kowalski M., 'Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century', „Ecological Economics” 68(10), 2009, s. 2696–2705
195. *Kryzys wodny*. Greenpeace, 2016, http://www.greenpeace.org/poland/PageFiles/733513/RaportWielkiSkokNaWode_final_na_www.pdf [dostęp 5.08.2017]
196. Krzyczkowski W., *Czy europejski przemysł się objął systemem ETS?*, 2016, <http://wysokienapiecie.pl/rynek/1366-czy-europejski-przemysl-oblowil-sie-na-systemie-ets> [dostęp 5.08.2017]
197. *Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „Zero odpadów dla Europy”*, Komisja Europejska, komunikat do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Bruksela, 2.07.2014, COM(2014) 398, wersja ostateczna
198. *Kurytyba – najbardziej innowacyjne miasto świata*, <http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/kurytyba--najbardziej-innowacyjne-miasto-swiata-2140.html> [dostęp 17.05.2017]
199. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*, United Nations, 2005, http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php [dostęp 5.08.2017]
200. Lach A., *Brzydkie warzywa i owoce zdobywają serca Kanadyjczyków*, PAP 2016, <http://www.pap.pl/aktualnosci/news,606801,brzydkie-warzywa-i-owoce-zdobywaja-serca-kanadyjczykow.html> [dostęp 5.08.2017]
201. Lacis A. A., Schmidt G. A., Rind D., Ruedy R. A., *Atmospheric CO₂: Principal Control Knob Governing Earth's Temperature*, „Science” vol. 330, 2010, s. 356-359.
202. *Lasy mogą pochłaniać więcej CO₂*, Lasy Państwowe, 2016, <http://www.lasy.gov.pl/informacje/aktualnosci/lasy-moga-pochlonac-wiecej-co2> [dostęp 5.08.2017]
203. *Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis – Version 8.0*, Lazard Bank, 2014

204. Le Quéré C et al., *Global Carbon Budget 2015*, „Earth System Science Data”, vol. 7 issue 2, 2015
205. *Leśne gospodarstwa węglowe. Polski pomysł na walkę z emisją CO₂*, 27.04.2016, <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/polityka-klimatyczna/lesne-gospodarstwa-weglowe-polski-pomysl-na-walke-z-emisja-cod2d> [dostęp 10.02.2017]
206. *Lifting Europe's Dark Cloud. How Cutting Coal Safes Lives?*, WWF, Sandbag, CAN, HEAL, CAN, 2016
207. *Livestock's long shadow*, Food and Agriculture Organisation of the United States (FAO), Rzym 2006
208. *Living Planet Report 2010: Biodiversity, biocapacity and development*, WWF International, Gland 2010
209. *Living Planet Report 2014*, WWF International, Institute of Zoology, Global Footprint Network, Water Footprint Network
210. Mačkowiak-Pandera J., *Francja redukuje atom na rzecz OZE*. WNP, 2015, http://energetyka.wnp.pl/francja-redukuje-atom-na-rzecz-oze,254678_1_0_0.html [dostęp 5.08.2017]
211. Makuch J., PAT – wspólne pasy i przystanki autobusowo-tramwajowe w Warszawie, 2005.
212. Marcott S. A., Shakun J. D., Clark P. U., Mix A. C., *A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 1,300 Years*, „Science” vol. 339, 2013
213. *Market Stability Reserve*, Komisja Europejska, https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/reform_en [dostęp 5.08.2017]
214. *Meat Eaters Guide to Climate Change. Methodology*, Environmental Working Group, 2011
215. *Mechanizmy elastyczności (rozliczanie emisji)*, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE) w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, 2014, <http://www.kobize.pl/pl/article/non-ets/id/339/mechanizmy-elastycznosci-rozliczanie-emisji> [dostęp 5.08.2017]
216. *Megatrends 2015. Making sense of a world in motion*, Ernst & Young, 2015
217. *Megatrendy rozwojowe – wyzwanie i szansa dla rad nadzorczych*, Forum Rad Nadzorczych, <http://www.forumradnadzorczych.pl/pl/artykuly-i-publicacje/megatrendy.html> [dostęp 5.08.2017]
218. Meinshausen M., Smith S. J., Calvin K., Daniel J. S., Kainuma M. L. T., Lamarque J. F., Matsumoto K., Montzka S. A., Raper S. C. B., Riahi K., Thomson A., Velders G. J. M., van Vuuren D.P. P., *The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300*, „Climatic Change” 2011, s. 109–213
219. Mekonnen M. M., Hoekstra, A. Y., *A global assessment of the water footprint of farm animal products*, „Ecosystems” nr 15(3), 2012, s. 401–415.
220. *Milion samochodów elektrycznych w Polsce za 10 lat. Rząd ma nowy plan*, Polskie Radio, 2016, <http://www.polskieradio.pl/42/3168/Artykul/1628525,Milion-samochodow-elektrycznych-w-Polsce-za-10-%20lat-Rzad-ma-nowy-plan> [dostęp 5.08.2017]
221. *Moc zainstalowana (MW)*, Urząd Regulacji Energetyki, <http://www.ure.gov.pl/pl/rynki-energii/energia-elektryczna/odnawialne-zrodla-ener/potencjal-krajowy-oze/5753,Moc-zainstalowana-MW.html> [dostęp 5.08.2017]
222. *Modele stref przemysłowych i mieszkalnych*, Opolska Strefa Zeroemisyjna, http://icimb.pl/opole/images/stories/PDF/Konf_OSZ/osz_Glodek.pdf
223. *Największe banki pompują setki miliardów w najbrudniejsze paliwa kopalne*, <http://zielonewiadomosci.pl/tematy/energetyka/najwieksze-banki-pompuja-setki-miliardow-w-%20najbrudniejsze-paliwa-kopalne/> [dostęp 5.08.2017]
224. *Niska emisja*, materiały z projektu, Krajowa Agencja Poszanowania Energii (KAPE SA)

225. *Norwegia wycofuje się z węgla. Stracą m.in. Tauron i PGE*, 8.06.2015, <http://gramwzielone.pl/trendy/16544/norwegia-wycofuje-sie-z-wegla-straca-min-tauron-i-pge> [dostęp 23.09.2016]
226. O'Neill D. W., Dietz R., Jones N. (red.), *Enough is Enough: Ideas for a Sustainable Economy in a World of Finite Resources. The Report of the Steady State Economy Conference*, Center for the Advancement of the Steady State Economy and Economic Justice for All, Leeds, 2010
227. *Ocena makroekonomicznych skutków programów wsparcia rozwoju energetyki obywatelskiej*, Instytut Badań Strukturalnych, Warszawa, luty 2016
228. *Ocena skutków ekonomicznych utrzymania wsparcia dla technologii współspalania węgla z biomasą*, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2013, <http://ieo.pl/pl/raporty/44--11/file> [dostęp 5.08.2017]
229. Olkusi T., *Zmiana trendu w handlu polskim węglem, Polityka energetyczna*, tom 13, 2010, https://min-pan.krakow.pl/se/publikacje/10_14to_pe_z.pdf [dostęp 5.08.2017]
230. *Opinia Instytutu Energetyki Odnawialnej o uchwalonej ustawie o odnawialnych źródłach energii – Inwestycje w mikroinstalacje OZE opłacalne tylko dla przedsiębiorców*, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2016, <http://ieo.pl/pl/aktualnosci/1090-opinia-instytutu-energetyki-odnawialnej-o-uchwalonej-ustawie-o-odnawialnych-zrodlach-energii-inwestycje-w-mikroinstalacje-oze-oplaczalne-tylko-dla-przedsiębiorców> [dostęp 5.08.2017]
231. *Opinia z 23 czerwca 2016 roku o uchwalonej ustawie o odnawialnych źródłach energii: Inwestycje w mikroinstalacje OZE opłacalne tylko dla przedsiębiorców*, Instytut Energetyki Odnawialnej, <http://ieo.pl/pl/aktualnosci/1090-opinia-instytutu-energetyki-odnawialnej-o-uchwalonej-ustawie-o-odnawialnych-zrodlach-energii-inwestycje-w-mikroinstalacje-oze-oplaczalne-tylko-dla-przedsiębiorców> [dostęp 5.07.2016]
232. *Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców*, Ministerstwo Środowiska, 2017, <https://bip.mos.gov.pl/zamowienia-publiczne/zamowienia-do-ktorych-stosuje-sie-przepisy-prawa-zamowien-publicznych/zamowienie-publiczne/public-order/opracowanie-planow-adaptacji-do-zmian-klimatu-w-miastach-powyzej-100-tys-mieszkanow/> [dostęp 5.08.2017]
233. *Our Common Future*, World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, 1987.
234. *Pakiet 2021-2030*, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, 2014, <http://www.kobize.pl/pl/article/pakiet-energetyczno-klimatyczny-ue/id/389/pakiet-2021-2030> [dostęp 5.08.2017]
235. *Paris Agreement – Status of Ratification*, http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php [dostęp 10.11.2016]
236. *Paris Agreement*, 2015, United Nations, http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf [dostęp 5.08.2017]
237. Payne J. L., Clapham M. E., *End-Permian Mass Extinction in the Oceans: An Ancient Analog for the Twenty-First Century?*, „Annu. Rev. Earth Planet. Sci.”, vol. 40, 2012, s. 89–111
238. Pelejero C., Calvo E., Hoegh-Guldberg E., *Paleo-perspectives on ocean acidification*, „Trends in ecology and evolution”, vol. 25, no. 6, 2010, s. 332–344
239. *Pięć megatrendów, które w najbliższej przyszłości zmienią zachowania nabywców*, Mikson Group, <http://www.miksongroup.com/firma-konsultingowa/piec-megatrendow-ktore-w-najblizszej-przyszlosci-zmienia-zachowania-nabywcow/> [dostęp 14.07.2016]
240. *Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy*, Komisja Europejska, KOM(2011) 571 wersja ostateczna
241. *Plan działania prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r.*, Komisja Europejska, komunikat do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu

- Ekonomiczno-Społeczny i Komitetu Regionów. KOM(2011) 112 wersja ostateczna. Bruksela, 8.03.2011
242. *Plan rozwoju elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości” – założenia*, Ministerstwo Rozwoju, Warszawa 2016
 243. *Plan rozwoju elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości”*, projekt, Ministerstwo Rozwoju, wrzesień 2016
 244. *Poland's national inventory report 2016. Greenhouse gas inventory for 1988–2014*, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, w Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa, maj 2016, s. 77, http://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/krajowa_inwentaryzacja_emisji/NIR_2016_POL_05.2016.pdf [dostęp 9.02.2017]
 245. *Polityka energetyczna Polski do 2050 roku*, Ministerstwo Energii, 2015, <http://bip.me.gov.pl/node/24670> [dostęp 5.08.2017]
 246. *Polityka klimatyczna Polski. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2003, https://www.mos.gov.pl/fileadmin/user_upload/srodowisko/POLITYKA_KLIMATYCZNA_POLSKI_-_Strategie_redukcji_emisji_gazow_cieplarnianych_w_Polsce_do_roku_2020.pdf [dostęp 12.02.2017]
 247. *Polska 2015. Raport o stanie handlu zagranicznego*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2015, https://www.mr.gov.pl/media/15696/ROHZ2015_20150827_druk_ost.pdf [dostęp 5.08.2017]
 248. *Polska da 8 mln dol. na Zielony Fundusz Klimatyczny. Starczy na jeden projekt*, PAP, 2.12.2015, <http://www.polskieradio.pl/42/273/Artykul/1552604,Polska-da-8-mln-dol-na-Zielony-Fundusz-Klimatyczny-Starczy-na-jeden-projekt> [dostęp 10.02.2017]
 249. *Polska energetyka na fali megatrendów*, Forum Analiz Energetycznych, Deloitte, Warszawa 2016, s. 25, http://www.fae.org.pl/files/file_add/file_add-35.pdf [dostęp 5.08.2017]
 250. *Polski przemysł OZE: katalog firm i potencjał krajowy. Baza danych IEO*, Instytut Energetyki Odnawialnej, <http://bazafirm.ieo.pl> [dostęp 5.08.2017]
 251. *Polski przemysł produkcji urządzeń dla energetyki odnawialnej*, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2016
 252. *Polski węgiel: quo vadis? Perspektywy rozwoju górnictwa węgla kamiennego w Polsce*, WISEEuropa, 2015, <http://wise-europa.eu/2015/06/15/polski-wegiel-quo-vadis-perspektywy-rozwoju-gornictwa-wegla-kamiennego-w-polsce/> [dostęp 5.08.2017]
 253. *Polskie Sieci Elektroenergetyczne, raport 2015 KSE*, 2015 <http://www.pse.pl/index.php?did=2870> [dostęp 5.08.2017]
 254. Popkiewicz M., *Porozumienie klimatyczne w Paryżu*: <http://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/porozumienie-klimatyczne-w-paryzu-124> [dostęp 5.08.2017]
 255. Popkiewicz M., *Rewolucja energetyczna. Ale po co?*, Sonia Draga, Warszawa, 2015
 256. Portal Zielonej Energii, <http://gramwzielone.pl/> [dostęp 5.08.2017]
 257. *Potencjał efektywności energetycznej i redukcji wybranych grupach użytkownika energii. Droga naprzód do realizacji pakietu klimatyczno-energetycznego FEWE*, Polski Klub Ekologiczny Okręg Górnośląski, Katowice 2009, http://www.office.fewe.pl/zasoby/raporty/raport_potencja142%20efektywnosci%20energetycznej.pdf [dostęp 5.08.2017]
 258. *Premature Death Attributable to Air Pollution*, European Environment Agency, <http://www.eea.europa.eu/media/newsreleases/many-europeans-still-exposed-to-air-pollution2015/premature-deaths-attributable-to-air-pollution> [dostęp 5.08.2017]
 259. *Problemy zaopatrzenia w energię w gospodarstwach rolnych oraz przemyśle rolno-spożywczym*, Instytut Energetyki Odnawialnej, <http://ieo.pl/pl/projekty/energia-odnawialna-w-przedsiębiorstwie/problemy-zaopatrzenia-w-energie-w-gospodarstwach-rolnych-oraz-przemysle-rolno-spozywczym> [dostęp 5.08.2017]

260. *Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2050 roku*, Krajowa Agencja Poszanowania Energii (KAPE SA), 2013
261. *Program polskiej energetyki jądrowej*, Rada Ministrów, styczeń 2014
262. *Projekt budżetu na rok 2016*, Ministerstwo Finansów
263. *Projekt narodowego programu rozwoju gospodarki niskoemisyjnej (NPRGN)*, Ministerstwo Gospodarki, 2015
264. Proposal for a regulation of the European Parliament and of the council on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 for a resilient Energy Union and to meet commitments under the Paris Agreement and amending Regulation No 525/2013 of the European Parliament and the Council on a mechanism for monitoring and reporting greenhouse gas emissions and other information relevant to climate change, Rada Europejska, 2016, <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/EN/1-2016-482-EN-F1-1.PDF> [dostęp 5.08.2017]
265. Protokół z Kioto do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu sporządzony w Kioto 11 grudnia 1997 roku (Dz. U. z 2005 r. nr 203 poz. 1684)
266. *Protokół z Kioto przedłużony – Ministerstwo Środowiska o COP 18*, 2012, <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/polityka-klimatyczna/cop-18-oczami-ministerstwa-srodowiska-protokol-z-kioto-przedluzony> [dostęp 5.08.2017]
267. Przykłady wykorzystania OZE w przedsiębiorstwach na podstawie danych uzyskanych od MŚP, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2016
268. *[R]ewolucja energetyczna dla Polski. Scenariusz zaopatrzenia w energię elektryczną w perspektywie długookresowej*, Greenpeace, 2013, <http://www.greenpeace.org/poland/pl/press-centre/dokumenty-i-raporty/Rewolucja-energetyczna-dla-Polski/> [dostęp 5.08.2017]
269. *Racjonalniej i ekologiczniej. Zrównoważona konsumpcja i produkcja*, Komisja Europejska, 2010
270. *Ramy klimatyczno-energetyczne do roku 2030*, Rada Europejska, <http://www.consilium.europa.eu/pl/policies/climate-change/2030-climate-and-energy-framework/> [dostęp 5.08.2017]
271. Raport 2030 – Wpływ proponowanych regulacji unijnych w zakresie wprowadzenia europejskiej strategii rozwoju energetyki wolnej od emisji CO₂ na bezpieczeństwo energetyczne Polski, a w szczególności odbudowy mocy wytwórczych wykorzystujących paliwa kopalne oraz poziom cen energii elektrycznej, badania systemowe „EnergSys” sp. z o.o., Warszawa 2008
272. *Raport IEO – Rynek fotowoltaiki w Polsce w 2015 roku wart 470 mln złotych*, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2016, <http://ieo.pl/pl/aktualnosci/1100-raport-ieo-rynek-fotowoltaiki-w-polsce-w-2015-roku-wart-470-mln-zlotych> [dostęp 5.08.2017]
273. *Raport z rynku CO₂*, nr 52, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, 2016
274. Ratajczak M., *Polskie górnictwo dostaje miliardy wsparcia. Każdy Polak dokłada 1876 złotych rocznie*, 2014, <http://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/artukul/polskie-gornictwo-dostaje-miliardy-wsparcia,234,0,1670634.html> [dostęp 5.08.2017]
275. *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2011, https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN_FD_SPM_final.pdf [dostęp 24.09.2016]
276. *Renewable Energy Sources And Climate Change Mitigation*, IPCC, 2011, https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN_FD_SPM_final.pdf [dostęp 5.08.2017]
277. *Renewable Energy Statistic 2016*, International Renewable Energy Agency (IRENA), 2016
278. *Renewable Power Generation Costs in 2014*, International Renewable Energy Agency (IRENA), 2015, https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf [dostęp 5.08.2017]

279. *Report*, Carbon Tracker Initiative (CTI), 2015, <http://www.carbontracker.org/wp-content/uploads/2015/05/CTI-EU-Utilities-Report-v3-050615.pdf> [dostęp 5.08.2017]
280. *Resources mobilized*, Green Climate Fund, <http://www.greenclimate.fund/partners/contributors/resources-mobilized> [dostęp 5.08.2017]
281. *Resources Mobilized*, Green Investment Fund, <http://www.greenclimate.fund/partners/contributors/resource-mobilization> [dostęp 10.02.2017]
282. *Restoring the Quality of Our Environment*, Environmental Pollution Panel, President's Science Advisory Committee, Washington, 1965
283. *Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 26 maja 2016 r. w sprawie stworzenia nowego ładu dla odbiorców energii*, Parlament Europejski, Bruksela 2016, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P8-TA-2016-0234+0+DOC+XML+V0//PL&language=PL> [dostęp 5.08.2017]
284. *Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 26 maja 2016 r. w sprawie stworzenia nowego ładu dla odbiorców energii*, Parlament Europejski, Bruksela 2016, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P8-TA-2016-0234+0+DOC+XML+V0//PL&language=PL> [dostęp 5.08.2017]
285. *Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 5 lutego 2014 r. w sprawie ram polityki w zakresie klimatu i energii do roku 2030 (2013/2135(INI))*, Parlament Europejski, 2014
286. Rignot E., Mouginit J., Morlighem M., Seroussi H., Scheuchl B., Widespread, rapid grounding line retreat of Pine Island, Thwaites, Smith, and Kohler glaciers, West Antarctica, from 1992 to 2011, *Geophysical Research Letters* vol. 41, issue 10, 2014, s. 3502–3509
287. *Roczna ocena jakości powietrza w województwie mazowieckim – raport za rok 2015*, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Warszawie, Warszawa 2016
288. Rogelj J., den Elzen M., Höhne M., Franzen T., Fekete H., Winkler H., Schaeffer R., Sha F., Riahi K. and Meinshausen M., *Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2°C*, „Nature” nr 534, 2016, s. 631-639
289. *Rola społeczności lokalnej w rozwoju gospodarki niskoemisyjnej*, Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, Warszawa 2016, <http://www.pkeom.pl/pgn> [dostęp 5.08.2017]
290. Rolecki R., *Charakterystyka toksykologiczna trwałych zanieczyszczeń organicznych i szlaki narażenia ludzi na te zanieczyszczenia*, materiały robocze do sporządzenia profilu TZO w Polsce, Instytut Ochrony Środowiska, <http://www.ks.ios.org.pl/gef/doc/GF-POL-INV-R15.PDF> [dostęp 5.08.2017]
291. *Rozporządzenie (WE) nr 715/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie homologacji typu pojazdów silnikowych w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z lekkich pojazdów pasażerskich i użytkowych (Euro 5 i Euro 6) oraz w sprawie dostępu do informacji dotyczących naprawy i utrzymania pojazdów*, Parlament Europejski i Rada UE, 2007
292. *Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 443/2009 z dnia 23 kwietnia 2009 r. określające normy emisji dla nowych samochodów osobowych w ramach zintegrowanego podejścia Wspólnoty na rzecz zmniejszenia emisji CO₂ z lekkich pojazdów dostawczych*, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0001:0015:PL:PDF> [dostęp 10.02.2017]
293. *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 22 marca 2011 r. w sprawie dróg krajowych lub ich odcinków, na których pobiera się opłatę elektroniczną oraz wysokości stawek opłaty elektronicznej*, Rada Ministrów RP, 2011
294. *Rynek mocy – czyli jak uniknąć blackout?*, Polski Komitet Energii Elektrycznej (PKEE), 2016, <http://www.pkee.pl/pl/aktualnosci,4,aktualnosci,1,raport-pkee-rynek-mocy-czyli-jak-uniknac-blackoutu,214> [dostęp 5.08.2017]

295. Satish U., Mendell M. J., Shekhar K., Hotchi T., Sullivan D., Streufert S. and Fisk W.J., *Is CO₂ an Indoor Pollutant? Higher Levels of CO₂ May Diminish Decision Making Performance*, Lawrence Berkeley National Laboratory, 2014
296. Schilling D. R., *Linear "Take, Make, Waste" Paradigm Giving Way to Circular "Make, Use, Return" Scenario*, 2013, <http://www.industrytap.com/linear-take-make-waste-paradigm-giving-way-to-circular-make-use-return-scenario/8831>
297. Schmidt G. A., National Aeronautics and Space Administration Goddard Institute for Space Studies, *Taking the Measure of the Greenhouse Effect*, 2010, https://www.giss.nasa.gov/research/briefs/schmidt_05
298. Schmidt G. A., *Taking the Measure of the Greenhouse Effect*, http://www.giss.nasa.gov/research/briefs/schmidt_05/ [dostęp 16.05.2016]
299. Shakun J. D., Clark P. U, He F., Marcott S. A., Mix A. C., Liu Z., Otto-Bliesner B., Schmittner A., Bard E., *Global Warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation*, *Nature* vol. 484, 2012, s. 49–54
300. Sherwood S.C., Huber M., *An adaptability limit to climate change due to heat stress*, „Proceedings of the National Academy of sciences of the United States of America”, vol. 107 no. 21, 2010
301. *Skala marnowania żywności*, Banki Żywności, <http://bankizywnosci.pl/pl/Strony/marnowanie-zywnosci.html> [dostęp 5.08.2017]
302. *Skokowy wzrost produkcji prądu przez mikroinstalacje*, 9.09.2015, http://energetyka.wnp.pl/skokowy-wzrost-produkcji-pradu-przez-mikroinstalacje,257114_1_0_0.html [dostęp 5.07.2016].
303. *Skokowy wzrost produkcji przez mikroinstalacje*, 2015, http://energetyka.wnp.pl/skokowy-wzrost-produkcji-pradu-przez-mikroinstalacje,257114_1_0_0.html [dostęp 5.08.2017]
304. Śmigrowska M., *Ręczne sterowanie... niewidzialną ręką rynku*, 23.03.2015, <http://chronmyklimat.pl/projekty/klimapolka/wiadomosci/reczne-sterowanie-niewidzialna-reka-rynku> [dostęp 10.02.2017]
305. *Smog, Krakowski Alarm Smogowy*, 2014, <http://www.krakowskialarmsmogowy.pl/smog> [dostęp 5.08.2017]
306. Sobolewski M., *Jaka przyszłość negocjacji w ochronie klimatu?*, 2010, http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/polityka-klimatyczna/jaka_przyszlosc_negocjacji_w_sprawie_ochrony_klimatu_ [dostęp 5.08.2017]
307. Sobolewski M., *Nowe ramy unijnej polityki klimatyczno-energetycznej*, „Analizy BAS” nr 18 (120), 2014
308. Sobolewski M., *Nowe ramy unijnej polityki klimatyczno-energetycznej*, „Analizy BAS” nr 18 (120), 19.12.2014
309. *Sprawozdanie w sprawie planu działania prowadzącego do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r. (2011/2095(INI))*, Parlament Europejski, 8 lutego 2012 r. <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=REPORT&reference=A7-2012-0033&language=PL&mode=XML> [dostęp 5.08.2017]
310. *Sprawozdanie w sprawie planu działania prowadzącego do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r. (2011/2095(INI))*, Parlament Europejski, 8.02.2012, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=REPORT&reference=A7-2012-0033&language=PL&mode=XML> [dostęp 11.02.2017]
311. *Sprawozdanie w sprawie stworzenia nowego ładu dla odbiorców energii*, Komisja Przemysłu, Badań Naukowych i Energii, 2016, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+REPORT+A8-2016-0161+0+DOC+XML+V0//PL> [dostęp 5.08.2017]
312. *Sprawozdanie z działalności Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w 2015 roku*, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2016,

- https://www.nfosigw.gov.pl/gfx/nfosigw/userfiles/files/life/sprawozdania/sprawozdanie_z__dzialalnosci_nfosigw_w_2015_r.pdf [dostęp 5.08.2017]
313. *Średnia cena sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym za 2015 rok*, Urząd Regulacji Energetyki 2016, <https://www.ure.gov.pl/pl/urząd/informacje-ogolne/aktualnosci/6471%2C%20Srednia-cena-sprzedazy-energii-elektrycznej-na-rynku-konkurencyjnym-za-2015-rok.html> [dostęp 5.08.2017]
 314. *Środowisko Europy – czwarty raport oceny*, Europejska Agencja Środowiska, 2007
 315. *Środowisko Europy 2010 – stan i prognozy. Konsumpcja i środowisko*, Europejska Agencja Środowiska, 2012
 316. *Środowisko Europy 2015. Stan i prognozy. Synteza*, Europejska Agencja Środowiska, Kopenhaga 2015
 317. *Stan energetyki wiatrowej w Polsce w 2015 roku*, Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej (PSEW), 2015
 318. Stefanowicz U., *Powiązania między poziomem międzynarodowym a lokalnym w polityce klimatycznej*, Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, Warszawa 2016
 319. Stehfest E., Bouwman L. et al., *Climate benefits of changing diet*, *Climatic Change* 95, 2009, s. 83–102
 320. Stocker T. F., Qin D., Plattner G. K., Tignor M. M. B., Allen S. K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgale P. M. (eds.), *Zmiana klimatu 2013, Fizyczne podstawy naukowe, Podsumowanie dla Decydentów. Przyczynek I Grupy Roboczej do Piątego Raportu Oceny zmiany Klimatu Międzypaństwowego Zespołu ds. Zmiany Klimatu*, Warszawa 2015
 321. Stocker, T. F., Qin D., Plattner G. K., Tignor M., Allen S. K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V. and Midgley P. M. (eds.), *IPCC: Climate Change 2013, The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013
 322. Stockholm Royal Seaport, <http://vaxer.stockholm.se/omraden/norra-djurgardsstaden/in-english/>
 323. *Strategia modernizacji budynków. Mapa drogowa 2050*, Instytut Ekonomii Środowiska, Krajowa Agencja Poszanowania Energii, Narodowa Agencja Poszanowania Energii oraz Building Performance Institute Europe, <http://renowacja2050.pl/> [dostęp 22.05.2017]
 324. *Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do roku 2030)*, Ministerstwo Rozwoju, Warszawa 2017
 325. *Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju*, projekt do konsultacji społecznych, Ministerstwo Rozwoju, lipiec 2016
 326. *Strategia rozwoju transportu do roku 2020 roku(z perspektywą do 2030 roku)*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa 2013
 327. *Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030*, Ministerstwo Środowiska, 2013
 328. *Strategies to achieve economic and environmental gains by reducing food waste*, WRAP, 2015
 329. *Structural reform of the EU ETS*, Komisja Europejska http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/reform/index_en.htm [dostęp 10.02.2017]
 330. *Studium możliwości uprzywilejowania komunikacji autobusowej w Warszawie*, TransEko, Warszawa 2008
 331. Styczyński Z., Komarnicki P., *Transformacja systemu elektroenergetycznego w Niemczech: Energiewende – quo vadis?. Energetyka – Społeczeństwo – Polityka*, 2016, http://energetyka-collegium.pl/wp-content/uploads/2016/07/Styczynski-Komarnicki-Stoetzer_n.pdf [dostęp 5.08.2017]

332. *SymbioCity. Sustainability by Sweden*, SymbioCity, <http://www.symbiocity.org/en/approach/> [dostęp 7.02.2017]
333. Szczepański M., *Keep it in the ground*, 2015, <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/Keep-it-in-the-ground-754.html> [dostęp 5.08.2017]
334. *Tacking the energy revolution – Global 2015*, Clean Energy Canada, 2015, <http://cleanenergy-canada.org/trackingtherevolution-global/2015/assets/pdf/TER-G-Tracking-the-Global-Energy-Revolution-2015.pdf?download> [dostęp 4.07.2016]
335. *Tchórzewski: Polsce potrzeba 24 nowych bloków energetycznych*, 2016, http://energetyka.wnp.pl/tchorzewski-polsce-potrzeba-24-nowych-blokow-energetycznych,276786_1_0_0.html [dostęp 5.08.2017]
336. *Teaching to Transform Lives in Kibera*, 2014, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), http://www.unesco.org/new/en/education/resources/online-materials/single-view/news/teaching_to_transform_lives_in_kibera/ [dostęp 5.08.2017]
337. *Temperature and Productivity Anomalies, 1999–2004*, [w:] Dewitt S., *NASA Data Reveals Climate Warming Reduces Ocean Food Supply*, NASA, Goddard Space Flight Center, 12.06.2006, http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2006/warm_marine_multimedia.html [dostęp 12.05.2016]
338. *TERM2016: Transitions towards more sustainable mobility system*, European Environmental Agency, Kopenhaga 2016
339. *The 97% consensus on global Warming*, Skeptical Science, <https://www.skepticalscience.com/global-warming-scientific-consensus-intermediate.htm> [dostęp 5.08.2017]
340. *The carbon footprint of 5 diets compared*, <http://shrinkthatfootprint.com/food-carbon-footprint-diet> [dostęp 7.02.2017]
341. *The Copenhagen Diagnosis: Updating the World on the Latest Climate Science*, Climate Science Report 2009, <http://www.copenhagendiagnosis.com/> [dostęp 12.05.2016]
342. *The EU Emissions Trading System (EU ETS)*, http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm [dostęp 10.02.2017]
343. *The EU Emissions Trading System (EU ETS)*, Komisja Europejska, https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en [dostęp 5.08.2017]
344. *The European environment – state and outlook 2010*, actualized, European Environment Agency, 2012
345. *The European environment – state and outlook 2015*, European Environment Agency, 2015
346. *The global economic burden of non-communicable diseases*, World Economic Forum and the Harvard School of Public Health, 2011
347. *The sixth national communication and the first biennial report to the conference of the parties to the united nations framework convention on climate change*, The Republic of Poland, Warsaw 2013, https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/pol_nc6.pdf [dostęp 5.08.2017]
348. *The state of renewable energies in Europe*, EurObserv'ER, 2014
349. *The State of the Climate – Highlights*, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), U.S. Department of Commerce, 2009, <https://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/cmb/bams-sotc/2009/bams-sotc-2009-brochure-hi-rez.pdf> [dostęp 5.08.2017]
350. *The State of the Climate*, National Oceanic and Atmospheric Administration, 2009, <http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/cmb/bams-sotc/2009/bams-sotc-2009-brochure-hi-rez.pdf> [dostęp 4.02.2017]
351. *The ugly carrot in a soup who cares?*, *Inglorious fruits and vegetables* by Intermarché, <http://itm.marcelww.com/inglorious/> [dostęp 7.02.2017]

352. *The upside of disruption. Megatrends shaping 2016 and beyond*, Ernst & Young, 2016
353. *Things to look out for when using carbon budgets!*, Carbon Tracker, 2013, <http://www.carbon-tracker.org/wp-content/uploads/2014/08/Carbon-budget-checklist-FINAL-1.pdf>,
354. Tinsley S., George H., *Ecological Footprint of the Findhorn Foundation and Community*, 2006, <http://www.ecovillagefindhorn.com/docs/FF%20Footprint.pdf> [dostęp 5.08.2017]
355. *Tiry na tory*, akcja społeczna, <https://tirynatory.pl/> [dostęp 5.08.2017]
356. Torchała A., *Czarne chmury nad polską energetyką*, 2016, <http://www.bankier.pl/wiadomosc/Czarne-chmury-nad-polska-energetyka-7391764.html> [dostęp 5.08.2017]
357. *Towards a more urban world (GMT 2)*, 18.02.2015, <http://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/urban-world> [dostęp 14.07.2016]
358. *Towards a more urban world (GMT 2)*, European Environment Agency, 2015, <https://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/urban-world> [dostęp 5.08.2017]
359. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, Sustainable Development Knowledge Platform, 2015, <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transforming-ourworld> [dostęp 5.08.2017]
360. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, United Nations, <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> [dostęp 16.07.2016]
361. *Transport – wyniki działalności w 2014 roku*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2015
362. *Transport drogowy*, Ziemia na Rozdrożu, <http://ziemianarozdrozu.pl/encyklopedia/44/transport-drogowy> [dostęp 5.08.2017]
363. *Trends and projections in Europe 2013 – Tracking progress towards Europe’s climate and energy targets until 2020*, European Environment Agency, 2013, <https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-2013> [dostęp 5.08.2017]
364. *Turbines Could Power the Next Generation of Trucks*, Bloomberg, 2015
365. *U.S. Food System Factsheet*, Center for Sustainable Systems, University Michigan, 2009, publikacja nr CSS01-06
366. *UE przygotowuje się na COP21. Neutralność klimatyczna zamiast dekarbonizacji*, Euractiv.pl, 2015, <http://biznesalert.pl/euractiv-pl-ue-przygotowuje-sie-na-cop21-neutralnosc-klimatyczna-zamiast-dekarbonizacji/> [dostęp 5.08.2017]
367. *Ukryty rachunek za węgiel. Analiza wsparcia gospodarczego dla elektroenergetyki węglowej oraz górnictwa w Polsce*, WISE-Europa, Warszawa 2014, <http://wise-europa.eu/wp-content/uploads/2016/03/Ukryty-rachunek-za-wegiel.pdf> [dostęp 13.02.2017]
368. *Ukryty rachunek za węgiel. Analiza wsparcia gospodarczego dla elektroenergetyki węglowej oraz górnictwa w Polsce*, WISEEuropa, Warszawa 2014, <http://wise-europa.eu/wp-content/uploads/2016/03/Ukryty-rachunek-za-wegiel.pdf> [dostęp 13.02.2017]
369. UNIC Warsaw, Ośrodek Informacji ONZ w Warszawie, <http://www.unic.un.org.pl> [dostęp 5.08.2017]
370. UNIC Warsaw, Ośrodek Informacji ONZ w Warszawie, <http://www.unic.un.org.pl/> [dostęp 5.08.2017]
371. *United Nations Framework Convention on Climate Change*, United Nations, http://unfccc.int/essential_background/convention/items/6036.php [dostęp 5.08.2017]
372. *Unlocking synergies for sustainable urban living*, SymbioCity, <http://www.symbiocity.org/en/approach/> [dostęp 5.08.2017]
373. *Urban development series – knowledge papers, Waste generation*, Bank Światowy, <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/Chap3.pdf> [dostęp 5.08.2017]

374. *Urban population (% of total)*, Bank Światowy, <http://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS> [dostęp 5.08.2017]
375. Urząd Zamówień Publicznych, *Zielona zamówienia publiczne*, Warszawa 2009
376. *Use of NOAA ESRL data*, Mauna Loa NOAA Earth System Research Laboratory, ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2_annmean_mlo.txt [dostęp 5.08.2017]
377. Ustawa z 27 sierpnia 2004 r. o zmianie ustawy o autostradach płatnych oraz o Krajowym Funduszu Drogowym, Dz. U. nr 213, poz. 2156
378. *Ustawa z dnia 12 czerwca 2015 r. o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych*, Warszawa, 25 sierpnia 2015 r., http://www.kobize.pl/uploads/materialy/prawo/akty_prawne_PL/ustawa.SHE.2015.1223.pdf [dostęp 5.08.2017]
379. Ustawa z dnia 12 czerwca 2015 r. o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, Dz.U. 2015 poz. 1223
380. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska*: Dz. U. z 2001 r. Nr 62, poz. 627
381. Vermeulen S., Campbell B., Ingram J., *Climate change and food systems*, Annual Review of Environmental Resources 37, 2012
382. *Vision 2050: The New Agenda for Business – in Brief*, World Business Council for Sustainable Development, 2010
383. *Vital Signs of the Planet: Land Ice*, NASA, <http://climate.nasa.gov/vital-signs/land-ice/> [dostęp 17.05.2016]
384. *W lipcu wzrosła sprzedaż węgla, zmniejszyły się zwalę*, Polska Agencja Prasowa, Onet, 2016, <http://biznes.onet.pl/wiadomosci/kraj/w-lipcu-wzrosla-sprzedaz-wegla-zmniejszyly-sie-zwaly/9j5xvg> [dostęp 5.08.2017]
385. *Warszawskie badanie ruchu 2015, wraz z opracowaniem modelu ruchu*, 2016, Miasto Stołeczne Warszawa, <http://transport.um.warszawa.pl/sites/default/files/WBR2015%20prezentacja%20.pdf> [dostęp 5.08.2017]
386. Węglarz A. (red.), *Nowa misja – niższa emisja*, Krajowe Stowarzyszenie Inicjatyw, 2014
387. *What is your carbon footprint?*, <http://shrinkthatfootprint.com/what-is-your-carbon-footprint> [dostęp 5.08.2017]
388. *White Paper – Roadmap to Single European Transport Area – Towards competitive and resource efficient transport*, Komisja Europejska, 2011, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52011DC0144:EN:NOT>
389. *Why save food*, Love Food Hate Waste, <https://www.lovefoodhatewaste.com/why-save-food> [dostęp 5.08.2017]
390. Więcej niż Energia, <http://wiecejnizenergia.pl/> [dostęp 5.08.2017]
391. Wilczyński M., *Węgiel. Już po zmierzchu*, Warszawa, 2015, http://oweglu.pl/content/dr_Michal_Wilczynski_Wegiel._Juz_po_zmierchu_2015.pdf [dostęp 5.08.2017]
392. Wiśniewski G, *Jak Polska odpowie na zieloną encyklikę papieża Franciszka?*, blog „Odnawialny”, 2015, <http://odnawialny.blogspot.com/2015/06/jak-polska-odpowie-na-zielona-encyklike.html> [dostęp 5.08.2017]
393. Wiśniewski G. (red.), Więcka A., Bolesta J., Czajka P., *Polski przemysł produkcji urządzeń dla energetyki odnawialnej*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2016
394. Wiśniewski G. *Jak Polska realizuje unijne zobowiązanie dotyczące energii z OZE?*, blog „Odnawialny”, 2015, <http://odnawialny.blogspot.com/2015/12/jak-polska-realizuje-unijne.html> [dostęp 5.08.2017]
395. Wiśniewski G. *Węgiel i wpływy Rosji*, „Rzeczpospolita”, 2016, <http://www.rp.pl/Energianews/301119837-Wegiel-i-wplywy-Rosji.html> [dostęp 5.08.2017]

396. Wiśniewski G., *Dopłata do wartości wyższych o OZE droższa niż dofinansowanie do OZE*, blog „Odnawialny”, 2016, <http://odnawialny.blogspot.com/2016/05/opata-weglowa-w-ustawie-o-oze-drozsza.html> [dostęp 5.08.2017]
397. Wiśniewski G., *Jak Polska realizuje unijne cele*, blog „Odnawialny”, <http://odnawialny.blogspot.com/2015/12/jak-polska-realizuje-unijne.html> [dostęp 5.08.2017]
398. Wiśniewski G., Michałowska-Knap K., *Rola technologii współspalania biomasy z węglem warunkach stworzonych przez ustawę o OZE. Ekspertyza dla WWF Polska. Instytut Energetyki Odnawialnej*, Warszawa, 2016
399. WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015, World Meteorological Organization, nr 1167, 2016.
400. Wójcik A., Byrka K., *Polacy o zmianie klimatu i polityce energetycznej*, Warszawa 2016, <http://energiaodnowa.pl/wp-content/uploads/2016/10/l-fala-badania-Raport-od-Adriana-i-Katarzyny.pdf> [dostęp 3.02.2017]
401. Wong L., de Jager D. and van Breevoort P., Ecofys, *The incompatibility of high-efficiency coal technology with 2°C scenarios*, 2016, http://awsassets.panda.org/downloads/the_incompatibility_of_high_efficient_coal_technology_with_2c_scenarios_report.pdf [dostęp 5.08.2017]
402. *World Council of Churches endorsed fossil fuel divestment*, 2014, <https://350.org/press-release/world-council-of-churches-endorses-fossil-fuel-divestment/> [dostęp 5.08.2017]
403. *World GHG Emissions Flow Chart*, Ecofys 2015
404. World Health Organization (WHO), *Ambient (outdoor) air quality and health*, 2016, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/> [dostęp 5.08.2017]
405. World Health Organization (WHO), *Public health, environmental and social determinants of health (PHE)*, http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/en/ [dostęp 5.08.2017]
406. World Health Organization, *WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database*, 2016, http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/ [dostęp 5.08.2017]
407. *World Population Prospects. Keys findings and advance tables. 2015 revision*, United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division, United Nations, New York 2015
408. *World Population Prospects. Keys findings and advance tables. 2015 revision*, United Nations, Nowy Jork 2015
409. Woźniak P., *Etykiety środowiskowe uderzą w polski eksport*, „Gazeta Polska Codziennie”, 1.06.2016, <http://gpcodziennie.pl/51210-etykietyrodowiskoweuderzawpolskieksport.html#.V698hDVnT9I> [dostęp 10.10.2016]
410. *Wycofywanie inwestycji i reinwestowanie*, <http://gofossilfree.org/wycofywanie-inwestycji-i-reinvestowanie>, [dostęp 23.09.2016]
411. Wyganowski J., *Koniec „złotego wieku” węgla?*, „Energia Gigawat”, nr 11–12, 2015
412. *Wypadki drogowe w Polsce w 2015 roku*, Komenda Główna Policji, Warszawa 2016
413. Zasuń R., *Górnictwo na ostrzu kilofa*, Wysokie Napięcie, 2016, <http://wysokienapiecie.pl/energetyka-konwencjonalna/1697-gornictwo-na-ostrzu-kilofa> [dostęp 5.08.2017]
414. *Zgoda na złożenie przez Rzeczypospolitą Polską skargi o stwierdzenie nieważności decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/1814*, 29.12.2015, <https://www.premier.gov.pl/wydarzenia/decyzje-rzadu/zgoda-na-zlozenie-przez-rzeczypospolita-polska-skargi-o-stwierdzenie.html> [dostęp 11.02.2017]
415. Zielonka T., *Lasy mogą pochłaniać więcej CO₂*, Lasy Państwowe, 29.04.2016, <http://www.lasy.gov.pl/informacje/aktualnosci/lasy-moga-pochlonac-wiecej-co2> [dostęp 10.02.2017]

416. *Zmiana klimatu 2013. Fizyczne podstawy naukowe*, red. Thomas E. Stocker, Dahe Qin i in., Międzyrządowy Zespół ds. Zmiany Klimatu, Warszawa 2015, <https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/polish/ar5-wg1-spm.pdf> [dostęp 5.02.2017]
417. *Zmiany na Ziemi*, <http://zmianywnaziemi.pl/> [dostęp 5.08.2017]
418. *Zrównoważony rozwój gospodarczy*, Ministerstwo Gospodarki, <https://www.mr.gov.pl/strony/zadania/reindustrializacja-gospodarki/zrownowazono-rozwoj-gospodarczy/> [dostęp 5.08.2017]
419. *Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 r.*, Główny Urząd Statystyczny, 2012, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/zuzycie-energii-w-gospodarstwach-domowych-w-2012-r-,2,2.html> [dostęp 5.08.20]

Spis rysunków

1.1	Konsensus naukowy w kwestii zmiany klimatu	29
1.2	Schematyczne przedstawienie bilansu energetycznego atmosfery	30
1.3	Obserwowane odchylenie globalnej temperatury powierzchni Ziemi względem średniej z lat 1880–1910	31
1.4	Zmiany temperatury w ostatnich 22 tys. lat	32
1.5	Oznaki ogrzewającego się świata	33
1.6	Zmiany emisji dwutlenku węgla ze spalania paliw kopalnych	35
1.7	Koncentracja dwutlenku węgla (CO ₂) w cząsteczkach na milion w ciągu ostatniego tysiąca lat	35
1.8	Zmiany wymuszania radiacyjnego związanego ze zmianami stężeń gazów cieplarnianych w atmosferze	36
1.9	Ślady wpływu człowieka na klimat	37
1.10	Porównanie obserwowanej i symulowanej zmiany klimatu	38
1.11	Emisje CO ₂ w dwóch scenariuszach – spalania wszystkich paliw kopalnych (RCP 8.5, linia czerwona) oraz ograniczenia wzrostu temperatury do 2°C (RCP 2.6, linia niebieska)	39
1.12	Zmiana średniej temperatury powierzchni Ziemi w dwóch scenariuszach – wykorzystania wszystkich paliw kopalnych (RCP 8.5) oraz ograniczenia wzrostu temperatury do 2°C (RCP 2.6)	40
1.13	Zmiany temperatury w ostatnich 22 tys. lat wraz z prognozą przyszłości na podstawie scenariusza RCP 8.5	42
1.14	Najwyższe tzw. temperatury mokrego termometru $T_{W(max)}$, decydujące o możliwości pozbywania się ciepła przez organizmy żywe	43
1.15	Odchylenie od średniej temperatury oceanów w latach 1999–2004 zestawione ze zmianą produktywności biologicznej	46
1.16	Wzrost średniej temperatury powierzchni Ziemi, jaki wystąpi w zależności od sumy światowych emisji CO ₂	47
1.17	Rekomendacje odnośnie zmniejszenia emisji CO ₂ , mającego na celu uniknięcie wzrostu średniej temperatury globalnej o ponad 2°C – z prawdopodobieństwem 66%	48
1.18	Światowe emisje gazów cieplarnianych z podziałem na źródła, sektory i gazy cieplarniane	49
2.1	Liczba Polaków rocznie umierających przedwcześnie przez zanieczyszczenia powietrza w porównaniu do liczby zabitych osób w wypadkach drogowych	55
2.2	Udział największych sektorów gospodarki w emisji tlenków azotu w 2014 roku	59
2.3	Udział największych sektorów gospodarki w emisji pyłów całkowitych TSP w 2014 roku	59
2.4	Udział największych sektorów gospodarki w emisji pyłów PM10 w 2014 roku	60
2.5	Udział największych sektorów gospodarki w emisji pyłów PM2,5 w 2014 roku	60
2.6	Trend krajowej emisji pyłów	61

2.7	Porównanie średnich stężeń rocznych benzo(a)pirenu (w ng/m ³) w europejskich i polskich miastach	62
2.8	Emisja gazów cieplarnianych w Polsce w latach 1988–2014	64
2.9	Sposoby ograniczenia skutków działania zanieczyszczeń powietrza na zdrowie człowieka ...	66
3.1	Ekologiczny ślad ludzkości	74
3.2	Granice planetarne	75
3.3	Zrównoważony rozwój	77
3.4	Ślad ekologiczny według Wizji 2050 vs. „biznes jak zwykle”. Ilu Ziemi używamy?	78
3.5	Cele zrównoważonego rozwoju ONZ	79
3.6	Przebieg ograniczania wewnętrznych emisji gazów cieplarnianych w UE do 80% (100% = 1990 r.)	82
3.7	Górny wykres: potencjał redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce według sektorów do 2050. Dolny wykres: skumulowane koszty redukcji emisji (wartości ujemne = korzyści netto)	84
3.8	Korzyści z gospodarki niskoemisyjnej	86
3.9	Gospodarka linearna	88
3.10	Gospodarka o obiegu zamkniętym	90
3.11	Siedem kluczowych elementów wchodzących w skład symbio-miasta	92
4.1	Trendy zużycia węgla i energii z odnawialnych źródeł w Polsce i w UE	99
4.2	Emisje CO ₂ w Polsce i w UE	100
4.3	Emisje SO ₂ i NO _x w Polsce i w UE	101
4.4	Scenariusz pokrycia wszystkich polskich potrzeb energetycznych w 2050 roku przez źródła nieemisyjne, elektryczne	102
4.5	Scenariusz zapotrzebowania na energię pierwotną	103
4.6	Prognoza pozyskania węgla kamiennego w Polsce – wynik analizy ekonomicznej	105
4.7	Porównanie kosztów energii elektrycznej dla poszczególnych źródeł energetyki odnawialnej i konwencjonalnej [zł/MWh]	122
5.1	Scenariusz rozwoju rynku mikroinstalacji OZE do produkcji energii elektrycznej, w sztukach	136
5.2	Scenariusz rozwoju rynku mikroinstalacji OZE do produkcji energii elektrycznej, w mocy zainstalowanej	136
5.3	Koszty energii (ang. <i>levelised cost of energy</i> , tzw. LCOE) i odpowiadające im prognozowane stawki taryf FIT dla mikroinstalacji fotowoltaicznych (5 kW) w Polsce wobec ceny detalicznej energii elektrycznej dla gospodarstw domowych	138
5.4	Wymagana łączna wysokość pomocy publicznej dla mikroinstalacji wytwarzających energię elektryczną (OZE-E) i ciepło (OZE-T)	140
6.1	Całkowite zużycie energii pierwotnej i finalne zużycie energii w Polsce	155
6.2	Skumulowane oszczędności finalnego zużycia energii, od 2000 r., na podstawie wskaźnika ODEX	157
6.3	Potencjał efektywności energetycznej sektorów gospodarki w Polsce	159
6.4	Zużycie finalne energii w gospodarstwach domowych według nośników	159
6.5	Zużycie finalne energii w gospodarstwach domowych według nośników	160
6.6	Zużycie energii w gospodarstwach domowych (na m ²)	160
6.7	Cena i zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w przeliczeniu na mieszkanie	161
6.8	Etykieta energetyczna	162

6.9	Przewozy i zużycie energii w transporcie (bez transportu lotniczego)	167
6.10	Energochłonność w transporcie	167
6.11	Energochłonność i elektorochność wartości dodanej w sektorze usług	168
6.12	Zużycie energii i energii elektrycznej w przeliczeniu na 1 pracującego w sektorze usług	169
6.13	Schemat zarządzania energią w budynkach	170
6.14	Zużycie finalne energii w przemyśle według nośników	171
6.15	Wskaźnik energochłonności w energochłonnych przemysłach	171
6.16	Wskaźnik energochłonności w nisko energochłonnych przemysłach	173
6.17	Energochłonność przemysłu przetwórczego – rola zmian strukturalnych	173
6.18	Energochłonność przemysłu przetwórczego w średniej strukturze europejskiej	174
7.1	Hohenroth, Niemcy	183
7.2	Okolice Łodzi	184
7.3	Po lewej system transportowy w Rosji, po prawej – transport w Danii	186
7.4	Wypożyczalnia miejskich samochodów elektrycznych w Paryżu	192
7.5	Przewóz towarów w wydaniu elektrycznym – od prawego górnego rogu: trójkołowy rower dostawczy UPS ze wspomaganie elektrycznym, pojazd elektryczny Alkè ATX280E wykorzystywany w Londynie do rozwożenia rowerów, samochód dostawczy Azure Transit Connect Electric oraz pojazd dostawczy Modec	193
7.6	Długodystansowy przewóz towarów: statek, pociąg, ciężarówka, samolot. Zużycie energii w kWh na 100 tonokilometrów	194
7.7	Port kontenerowy	195
7.8	Po lewej: ciężarówka wyposażona w system ContainerMover-3000, umożliwiający przeniesienie na lorę kontenera o wadze do 22 t w ciągu trzech minut – jedyne, co jest potrzebne, to trzymetrowej szerokości pas drogi obok torów [1NpHU3v]; po prawej: pociąg ro-ro w Szwajcarii	196
7.9	Po lewej: testy systemu eHighway Siemens, po prawej: tir w futurystycznej wersji	198
7.10	Dziesięcotonowa ciężarówka elektryczna Smith Electric o zasięgu 200 km	198
8.1	Uproszczony schemat funkcjonowania systemu handlu emisjami	204
8.2	Historyczne emisje CO ₂ ze spalania paliw kopalnych w Polsce	205
8.3	Mapa systemów handlu emisjami (ICAP ETS Map)	211
8.4	Dodatkowe zyski polskiego przemysłu dzięki EU ETS	214
8.5	Podział rynku uprawnień do emisji pomiędzy rynek pierwotny i wtórny w bieżącym okresie EU ETS (2013–2020)	215
8.6	Cele redukcji emisji gazów cieplarnianych państw członkowskich UE w sektorze non-ETS w 2020 roku porównaniu do poziomu z 2005 roku	218
8.7	Zestawienie celów redukcyjnych zawartych w pakiecie 3×20	221
8.8	Rozwój unijnej polityki energetyczno-klimatycznej	224
8.9	Potencjalne, uśrednione, roczne przychody z EU ETS dla budżetu Polski	227
8.10	Strategia przejścia na gospodarkę niskoemisyjną do 2050 roku. Cele redukcji emisji w porównaniu do 2005 roku	229
8.11	Ograniczenie emisji a wzrost PKB	233
9.1	Struktura podmiotów zrzeszonych w ramach ruchu Divestment	238
9.2	Ceny węgla w Polsce	240
9.3	Wsparcie branży górniczej w latach 1995–2012	241
9.4	Prognoza pozyskania i zapotrzebowania na węgiel kamienny w Polsce	242
9.5	Kiedy przekroczymy budżet węglowy?	243

9.6	Udział inwestycji wysokoemisyjnych w sumie aktywów	244
9.7	Wycena spótek energetycznych w okresie dwóch lat	245
9.8	Koszty zewnętrzne energetyki jądrowej na tle innych źródeł energii według Europejskiej Agencji Środowiska	248
9.9	Szacowane emisje gazów cieplarnianych w cyklu życia (g CO ₂ eq/kWh) różnych technologii wytwarzających energię elektryczną, łącznie z niektórymi stosującymi CCS	249
10.1	Przykładowe ślady węglowe (t CO ₂ eq)	256
10.2	Ślad węglowy produktów spożywczych (kg CO ₂ eq)	261
10.3	Szacunkowy wpływ zmian w globalnej diecie na całkowite emisje gazów cieplarnianych (w ekwiwalencie CO ₂ przeliczonym na gigatony węgla)	262
10.4	Ślad węglowy różnych rodzajów diety (t CO ₂ eq/osobę)	263
10.5	Energia zużywana i uzyskana przy produkcji żywności w USA (Mtoe)	264

Spis tabel

4.1	Spółeczna ocena źródeł pozyskiwania energii i zmiany ocen pozytywnych w stosunku do 2015 roku	109
5.1	Przybliżona charakterystyka mikroinstalacji OZE przyłączonych i nieprzyłączonych do sieci wytwarzających energię elektryczną o mocy poniżej 40 kW _e w 2015 roku	133
5.2	Przybliżona charakterystyka mikroinstalacji OZE wytwarzających ciepło o mocy poniżej 200 kW _t w 2015 roku	133
5.3	Dane statystyczne o mikroinstalacjach o mocy do 40 kW do wytwarzania energii elektrycznej z OZE, przyłączonych do sieci; stan na koniec 2015 roku	134
5.4	Zatrudnienie w wybranych łańcuchach wartości w energetyce odnawialnej	145
6.1	Cele efektywności energetycznej na 2020 rok – zgodnie z dyrektywą 2012/27/UE	154
6.2	Potencjał efektywności energetycznej sektorów gospodarki w Polsce	157
6.3	Struktura zużycia energii w gospodarstwach domowych według kierunków użytkowania (%)	159
7.1	Zestawienie czasu przejazdu 600 m	188
8.1	Główne różnice pomiędzy okresami rozliczeniowymi w EU ETS	213
8.2	Proponowane cele i dostęp do nowych elastycznych rozwiązań (lipiec 2016)	219
9.1	Roczne koszty wsparcia górnictwa i energetyki węglowej przypadające na jednego Polaka	241

■ Opracowanie techniczne:
Agencja Wydawnicza Ekopress

■ Okładka:
Agencja Wydawnicza Ekopress
na podstawie: PanaceaDoll, Depositphotos



ENERGIA
odNOWA

