

FUTURE FUELLED
BY KNOWLEDGE



ORLEN

ZESZYT 7

ENERGETYKA, ŚRODOWISKO, ROZWÓJ.

CELE, KTÓRE NIE MUSZĄ BYĆ W OPOZYCJI.



ENERGETYKA, ŚRODOWISKO, ROZWÓJ.

CELE, KTÓRE NIE MUSZĄ BYĆ W OPOZYCJI.

Materiał opracowany w Obszarze Dyrektora Wykonawczego ds. Strategii i Zarządzania Projektami PKN ORLEN.

PRZYGOTOWANIE:

Dr Adam B. Czyżewski, Główny Ekonomista PKN ORLEN

WSPÓŁPRACA:

Alina Gużyńska, Zastępca Dyrektora Biura Public Affairs PKN ORLEN

NADZÓR:

Andrzej Kozłowski, Dyrektor Wykonawczy ds. Strategii i Zarządzania Projektami PKN ORLEN

REDAKCJA:

Beata Rutkowska

WSPARCIE:

BIURO KOMUNIKACJI KORPORACYJNEJ PKN ORLEN

SKŁAD, DRUK I OPRAWA

MEDIAKOLOR Sp.J.
ul. Podchorążych 11
09-407 Płock
www.mediakolor.pl

© Copyright by PKN ORLEN, Warszawa 2013

Wszystkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszego dokumentu nie może być publikowana, powielana lub przekazywana w jakiegokolwiek formie i za pomocą jakichkolwiek środków lub przechowywana w jakiegokolwiek bazie danych lub systemie odczytu poza jej wykorzystaniem dla celów prywatnych i niekomercyjnych, z wyłączeniem wszelkich dozwolonych form wykorzystania zgodnych z właściwymi przepisami prawa autorskiego. Każdemu takiemu wykorzystaniu towarzyszyć musi uzyskanie pisemnej zgody.

LIST PRZEWODNI.....	6
STRESZCZENIE.....	8
KRAJOBRAZ ENERGII TWORZĄ RÓŻNE TECHNOLOGIE JEJ POZYSKIWANIA.....	11
DYLEMATY ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU.....	13
TECHNOLOGIE UMOŻLIWIAJĄ KORZYSTANIE Z ENERGII.....	14
GLOBALNE CENY ENERGII I ZLOKALIZOWANE KOSZTY POZYSKANIA.....	15
DYLEMAT WIĘZANIA DYLEMATEM POLITYKI KLIMATYCZNEJ.....	16
CO WYRÓŻNIA ENERGIĘ ODNAWIALNĄ? KLASYFIKACJA ŹRÓDEŁ ENERGII.....	17
CZY ŚLIMAK JEST RYBĄ? W GOSPODARCE KLASYFIKACJA MA ZNACZENIE.....	19
PROCESY CENOTWÓRCZE W SEKTORZE ENERGII.....	20
EFEKT NOWEJ TECHNOLOGII.....	20
REWOLUCYJNE INNOWACJE.....	23
RELACJE CEN GAZU I KOSZTÓW EKSPERYMENTALNYCH TECHNOLOGII OZE.....	23
KRYTERIA ZRÓWNOWAŻONEJ ENERGII I TRWAŁOŚĆ REGULACJI.....	25
OCHRONA KLIMATU.....	26
RYZIKO BIZNESOWE I REGULACYJNE (KOSZT REGULACJI).....	28
ROLA PAŃSTWA W SEKTORZE ENERGII: KOSZT BEZPIECZEŃSTWA.....	29
POLITYKA KLIMATYCZNA, CZYLI SPÓR O PODZIAŁ KOSZTÓW.....	30
INNOWACJE, CZYLI SPOSÓB NA ROZWÓJ NOWYCH TECHNOLOGII.....	32
CZY TAŃSZE PALIWA KOPALNE ZAGRAŻAJĄ ROZWOJOWI OZE?.....	34
WNIOSKI.....	36

LIST PRZEWODNI



JACEK KRAWIEC

PREZES ZARZĄDU
PKN ORLEN

Szanowni Państwo,

mam przyjemność oddać w Państwa ręce kolejny raport PKN ORLEN wydany w ramach zainicjowanego trzy lata temu projektu Future Fuelled by Knowledge. Tym razem postanowiliśmy skoncentrować się na analizie wyzwań, które wiążą się z budową gospodarki i energetyki, opartych na technologiach sprzyjających środowisku, a jednocześnie – w szerokim rozumieniu tego słowa – prorozwojowych.

Autorzy publikacji podkreślają, że „historia cywilizacji to w dużej mierze historia przełomów w technologii przetwarzania i użytkowania energii, która – w najprostszym ujęciu – pozwala ludziom zwielokrotnić siłę mięśni”. To, zdaloby się, dość oczywiste zdanie przestaje się takim wydawać, gdy spojrzymy krytycznie na politykę regulacyjną Unii Europejskiej wobec energetyki.

Politykę, która zamiast stwarzać warunki do szukania przełomowych innowacji, skupia się na promowaniu rozwiązań znanych, za to politycznie poprawnych.

Trudno się dziwić, że w ostatnich dziesięcioleciach kwestie ochrony środowiska zdominowały debatę o energetyce. Koniec XIX i pierwsza połowa XX wieku to okres zachłyśnięcia się nowymi możliwościami, które odkryto, gdy sięgnięto po energię zamkniętą dotychczas w złożach ropy naftowej; to także okres rozwoju przemysłu chemicznego opartego w dużej mierze na frakcjach tego surowca. Dzięki rewolucji technologicznej ludzie jeździli i latali coraz szybciej, rozwinęły się nowe, ważne dziedziny gospodarki (jak globalna turystyka), nastąpiła era plastiku: taniego, trwałego i dostępnego dla wszystkich. O przyrodzie mało kto myślał.

Ta obojętność na kwestie ekologiczne na szczęście jest już przeszłością. Nikt przy zdrowych zmysłach nie chce zostawić przyszłym pokoleniom zdewastowanej, zagrożonej katastrofami klimatycznymi i biologicznie wyjałowionej Ziemi. Jednak nie może być tak, że ekologia będzie jedynym, a nawet dominującym wątkiem w dyskusji o przyszłości energetyki. Zrównoważony rozwój, o który zgodnie apelują politycy, ekonomiści, ekolodzy i przedstawiciele biznesu, oznacza całościowe,

holistyczne spojrzenie na świat. Obecne uproszczenie debaty publicznej, tak jakby liczyło się tylko położenie danego argumentu na łatwo poddającej się emocjom osi „proekologiczne versus antyekologiczne”, uniemożliwia prowadzenie dialogu obejmującego całą złożoność współczesnej energetyki. Energetyki, która opiera się na technologiach nieporównanie bardziej wrażliwych na kwestie ekologiczne, niż miało to miejsce kiedykolwiek wcześniej w historii. Napisany przez ekspertów Obszaru Strategii PKN ORLEN raport *Energetyka – środowisko – rozwój. Cele, które nie muszą być w opozycji* jest zaproszeniem do takiej otwartej dyskusji.

Jakie wyzwania stoją zatem przed nami dziś, gdy szukamy rozwiązań sprzyjających zrównoważonemu rozwojowi? Przede wszystkim potrzebna jest interdyscyplinarna wiedza pozwalająca eksplorować pięć głównych obszarów dotyczących energii. Skąd pochodzi energia? Jak ją udostępniać? Jak lepiej z niej korzystać? Jak to wpływa na ludzi i naszą planetę? W jaki sposób podejmować decyzje dotyczące przyszłości? Obszary te stanowią obecnie część wielu wykładanych na wyższych uczelniach oraz w szkołach zarządzania i biznesu dyscyplin naukowych, takich jak fizyka energii, technika i technologia, ekonomia, zarządzanie ryzykiem, badania nad środowiskiem naturalnym i klimatem oraz badania nad społeczeństwem.

Potrzebny jest rzeczowy, pozbawiony uprzedzeń dialog przedstawicieli tych jakże różnych dziedzin nauki. Potrzebne jest także otoczenie, w którym nowatorskie, nastawione na przyszłość rozwiązania technologiczne będą miały szansę dojrzeć na tyle, by wejść w fazę testów ich ekonomicznej zasadności. Obecnie w Unii Europejskiej brak zarówno takiego dialogu, jak i takiego otoczenia. Zamiast tego dotowane są technologie uznane kiedyś przez kogoś za „słuszne” oraz grupy interesów broniące *status quo*, silne siłą publicznego wsparcia finansowego. W takiej atmosferze nikt nie wymyśli rewolucyjnej technologii gromadzenia energii, choćby z pływów oceanicznych. Bardziej opłaca się inwestować w to, co już cieszy się finansowym wsparciem administracji.

Przyszłość energetyki wyznaczą technologie, których jeszcze nie ma. Im dłużej będziemy utrudniać ich powstanie, tym później przyszłość stanie się teraźniejszością.

Jacek Krawiec
Prezes Zarządu PKN ORLEN

STRESZCZENIE

Trzydzieści lat temu walczyły o prymat dwie główne technologie zapisu obrazu i dźwięku: VHS i Betamax. Nie wygrała żadna – obie ustąpiły pola DVD, które teraz stopniowo odchodzi w niebyt, bo ściąganie z sieci plików w wysokiej jakości stało się dziecinnie łatwe i tanie. Zastanawiające jest, jak wyglądałby dziś rynek mediów cyfrowych, gdyby pieniądze publiczne z jakiegoś powodu zasiły opcję VHS lub Betamax. Oczywiście nie wiadomo, ale szanse powstania innowacyjnych formatów DVD i taniego transferu danych z sieci byłyby znacznie niższe.

Co wspólnego ma ta historia z energetyką? Otóż tak naprawdę ta historia dotyczy wszystkich branż gospodarki, bo każda ingerencja państwa polegająca na odgórnym wyznaczeniu i wspieraniu „zwycięzców” powoduje pogorszenie alokacji kapitału, intelektu i pracy. Mówiąc obrazowo: zamiast w maszynę, para idzie w gwizdek.

Europejski sektor energii jest taką maszyną, która może napędzać gospodarkę Europy i powinna to robić. Zadaniem europejskiej administracji jest skierowanie tej maszyny na właściwe tory, prowadzące do zrównoważonego rozwoju. Kiedy obserwuje się działania europejskiej biurokracji, odnosi się wrażenie, że przeprowadza one na europejskim sektorze energii różne eksperymenty regulacyjne i testuje wybrane przez siebie technologie. Widocznym efektem tych działań jest, jak do tej pory, tylko dużo pary, która niczego nie napędza. Tak być nie musi i nie powinno. W niniejszym opracowaniu przedstawiamy nasze stanowisko, że energia może stać się kołem napędowym europejskiej gospodarki, jeśli my, Europejczycy, dostrzeżemy w sektorze energii to, co w nim najważniejsze, czyli technologie, oraz wprowadzimy odpowiednie mechanizmy wspierania ich rozwoju. To nie pierwotne źródła energii lecz różne sposoby jej wykorzystywania mniej lub bardziej sprzyjają zrównoważonemu rozwojowi. Prezentujemy argumenty, które za tym przemawiają oraz wskazujemy, co i jak można zmienić w podejściu do sektora energii, by w pełni wykorzystać jego potencjał w rozwoju gospodarki Europy.

Przygotowując to opracowanie, mieliśmy świadomość, że nie wyczerpiemy tematu. Naszym celem było zwrócenie uwagi na te aspekty myślenia o przyszłości

sektora energii, które albo są pomijane albo, naszym zdaniem, niewłaściwie adresowane.

1. Na dzisiejszy *energy mix* składają się różne technologie przetwarzania energii. Obok siebie funkcjonują dojrzałe technologie korzystające z energii pierwotnej, zmagazynowanej przez naturę oraz technologie nowe, eksperymentalne, korzystające z energii w czystej formie. O *energy mix* przyszłości niewiele wiemy, oprócz tego, że będzie zawierał nowe, nieznanne dzisiaj technologie; tak samo jak pod koniec XIX wieku nikt nie wiedział, że w XX wieku ważnym składnikiem *energy mix* będzie energetyka atomowa, a dziesięć lat temu nic nie zapowiadało dynamicznego wzrostu wydobycia gazu ziemnego bezpośrednio ze skał łupkowych.

2. Ocena technologii pozyskiwania i wykorzystania energii powinna uwzględniać trzy jednakowo ważne kryteria, znane jako kryteria zrównoważonej energii:

- bezpieczeństwo energetyczne,
- stopień ingerencji w środowisko naturalne i klimat,
- koszt energii, od której zależy jej dostępność dla gospodarstw domowych.

3. Nie ma wątpliwości, że kwestie ekologiczne są i powinny zostać jednym z podstawowych wątków debaty o energii przyszłości, ale – zgodnie z koncepcją zrównoważonej energii i zrównoważonego rozwoju – nie powinny być wątkiem ani jedynym, ani dominującym. Tymczasem w ostatnich dziesięcioleciach prymat w debacie publicznej nad przyszłością energetyki zdobyły kwestie ekologiczne, co sprawiło, że z pola widzenia decydentów właściwie całkowicie zniknęła kwestia postępu technologicznego, który nie tylko oznacza redukcję emisyjności i kosztów produkcji energii, ale też nieustannie zmienia obraz globalnego rynku energii. Zmienia też potencjalny zestaw technologii, z pomocą których można osiągać ważne cele klimatyczne.

4. Cena energii ma istotny wymiar społeczny, gdyż od jej poziomu zależy, jaką część społeczeństwa stać na korzystanie z energii i jak duży jest obszar energetycznego wykluczenia i ubóstwa.

5. W zglobalizowanym świecie nawet najbogatsze gospodarki nie mogą sobie pozwolić na zbyt wysokie

Energia - miara zdolności układu fizycznego (materii) do wykonania pracy. Właściwością energii jest wieczność i niezmienność. Energii nie można wyprodukować (odnowić) ani zniszczyć. Energia może tylko zmieniać swoją postać.

Formy energii – przykłady:

- energia mechaniczna – związana z ruchem; jest sumą energii kinetycznej i potencjalnej,
- energia cieplna – związana z chaotycznym ruchem atomów; jej miarą jest temperatura,
- energia elektryczna – związana z układem ładunków elektrycznych; elektrodynamiczna – jeśli ładunki się poruszają lub elektrostatyczna – jeśli pozostają w spoczynku,
- energia chemiczna – uwalniana podczas rozrywania cząsteczek,
- energia jądrowa – związana z różnicami w energii wiązania poszczególnych jąder atomowych.

Energia pierwotna – energia, której nośniki występują w naturze i nie zostały poddane innym niż naturalne procesom przemiany lub transformacji. Pojęcie energii pierwotnej stosuje się w statystykach energetycznych, w sporządzaniu bilansów energetycznych, a także w innych dziedzinach energetyki.

Źródło energii pierwotnej (lub pierwotne źródło energii) – pojęcie stosowane w energetyce; odnosi się do zużywanych przez sektor energetyczny form energii i do generowania dostaw energii, z których korzysta społeczeństwo. Źródła energii pierwotnej dzieli się na odnawialne i nieodnawialne.

Energia wtórna – energia, która powstała w wyniku przekształcenia źródeł energii pierwotnej. Przykładem energii wtórnej jest energia elektryczna, która powstaje w wyniku transformacji różnych pierwotnych źródeł energii, takich jak węgiel, ropa, gaz naturalny i wiatr.

Energia użytkowa – energia, którą zużywamy do zaspokojenia naszych potrzeb.

koszty energii w stosunku do innych gospodarek, choćby nawet było na to przyzwolenie społeczne, bo grozi to utratą konkurencyjności i spowolnieniem rozwoju.

6. Źródła energii pierwotnej dzieli się na nieodnawialne i odnawialne. Od grudnia 2008 roku, gdy wzrost udziału energii ze źródeł odnawialnych w ogólnej energii stał się celem polityki energetycznej i klimatycznej Unii Europejskiej, podział ten zyskał znaczenie gospodarcze. Ma on też znaczenie społeczne, ponieważ jest kojarzony z podziałem źródeł energii na emisyjne i nieemisyjne. Jednak podział źródeł energii pierwotnej na te dwie

grupy nie jest klarowny, a niepewność prawna z tym związana niekorzystnie wpływa na rozwój sektora energii i na gospodarkę. Wiele źródeł energii uznawanych obecnie za pierwotne (na przykład biopaliwa, biomasa, paliwo nuklearne) nie występuje w naturze, przez co właściwie trudno je uznać za źródła energii pierwotnej. Są to nośniki energii wyprodukowane przez człowieka w wyniku nieustannego postępu w rozwoju technologii, czyli tak naprawdę forma energii wtórnej. Ponadto wśród źródeł odnawialnych znajdziemy zarówno źródła emitujące gazy cieplarniane (biopaliwa, biomasa¹), jak i źródła zeroemisyjne.

1 Z punktu widzenia ochrony klimatu biomasa pozyskiwana z naturalnych szczątków organicznych, które można znaleźć w przyrodzie, jest czymś innym niż biomasa pozyskiwana ze specjalnie w tym celu hodowanych roślin.

7. Przełomowe technologie, nazywane także rewolucyjnymi innowacjami, w ostatecznym rozrachunku wpływają na obniżenie kosztów i wygrywają konkurencję ekonomiczną z dostępnymi technologiami alternatywnymi. Dotyczy to wszystkich znanych w historii przełomowych technologii w energetyce. Natomiast wspólną cechą obecnie stosowanych technologii, związanych z odnawialnymi źródłami energii, jest utrzymujący się wysoki koszt produkcji energii w porównaniu z innymi dostępnymi technologiami. Obecnie nawet najbardziej zaawansowane technologie korzystania z odnawialnych źródeł energii, generujące łącznie ponad 10% energii zużywanej na świecie, wciąż wymagają subsydiowania ze środków publicznych. Nie można ich zatem uznać za rewolucyjne innowacje.

8. O przyszłości sektora energii zadecydują technologie, które jeszcze nie są znane. Dlatego tak ważne dla rozwoju tego sektora jest poszukiwanie nowych technologii, które go zrewolucjonizują. Ogromną rolę w tym procesie odgrywają mechanizmy finansowania innowacji. Wspieranie poszukiwań i rozwoju nowych technologii, nie tylko w energetyce, jest niezbędne i tworzy klimat gospodarczy dla powstawania innowacji. Jednak nie każda nowa technologia staje się innowacją. Ponieważ nie wiadomo z góry, które z technologii w fazie rozwoju staną się konkurencyjne, angażowanie środków publicznych w dalszy rozwój konkretnych, wymyślonych już technologii nie jest wskazane, gdyż prowadzi do kumulacji ryzyka biznesowego i przekształcenia go w ryzyko regulacyjne, a w konsekwencji do osłabienia innowacyjności.

9. Duży wpływ na kształt *energy mix* przyszłości, mają instytucje państwa, tak na poziomie krajowym, jak

i międzynarodowym. Funkcje, jakie pełnią w sektorze energii, wynikają w prostej linii z odpowiedzialności państwa za bezpieczeństwo dostaw energii (potrzebnej ilości, w odpowiednim czasie, po społecznie akceptowalnej cenie) oraz za bezpieczeństwo środowiska naturalnego, w którym żyjemy. Kryteria zrównoważonej energii nie preferują ochrony środowiska i klimatu kosztem wzrostu gospodarczego. Dlatego w procesie regulacji nie można zapominać o tym, by koszty (obciążające odbiorców finalnych albo poprzez wyższe ceny energii, albo wyższe podatki, a najczęściej przez jedno i drugie) były społecznie akceptowalne.

10. Zmiana klimatu dotyczy całego globu, a nie pojedynczych kontynentów, a tym bardziej krajów. Przeciwdziałanie zmianom klimatu wymaga koordynacji polityki klimatycznej w skali globalnej. Najtrudniejszym problemem, który utrudnia osiągnięcie ogólnoświatowego porozumienia w działaniach na rzecz ochrony klimatu, jest niezwykle trudny do uzgodnienia podział kosztów redukcji emisji między poszczególne kraje.

Emisje są związane ze wzrostem gospodarczym. Społeczeństwa wielu krajów zamożnych, które okres silnego wzrostu gospodarczego i wysokich emisji gazów cieplarnianych do atmosfery mają już za sobą, domagają się dziś skutecznych działań na rzecz ochrony klimatu. Oczekiwania te adresują do krajów biedniejszych, rozwijających się, które w energetyce nadal intensywnie korzystają z technologii opartych na węglu i z tego powodu najbardziej przyczyniają się do globalnego przyrostu emisji. Dlatego tak trudno jest dziś o porozumienie, które można by uznać za elementarnie sprawiedliwe.

Nawet najbardziej zaawansowane obecnie technologie korzystania z odnawialnych źródeł energii wciąż wymagają subsydiowania ze środków publicznych. Dlatego nie można ich zaliczyć do rewolucyjnych innowacji, które napędzają rozwój cywilizacji. O przyszłości sektora energii zadecydują technologie, które jeszcze nie są znane. Dlatego tak ważne jest poszukiwanie nowych technologii, które mogą realnie zrewolucjonizować sektor energii.

KRAJOBRAZ ENERGII TWORZĄ RÓŻNE TECHNOLOGIE JEJ POZYSKIWANIA

Kto z nas nie chciałby żyć w świecie wolnym od dymu, spalin i zagrożeń awariami podobnymi do tych w Czarnobylu czy Fukushima? W świecie, w którym źródłem energii byłyby poddmuchy wiatru, promienie słoneczne, ciepło z głębi Ziemi, czy naturalne falowanie mórz i oceanów? Perspektywa oparcia cywilizacji na czystszej, zeroemisyjnej energii jest nie tylko bardzo

atrakcyjna, ale też ma niezaprzeczalnie duże znaczenie dla przyszłej równowagi klimatycznej Ziemi. Plusy są oczywiste: pierwotna energia czerpana z tych źródeł zdaje się nic nie kosztować, jest dostępna pod różnymi formami w każdym miejscu na Ziemi, a jej zasoby są właściwie niewyczerpane. Jedynym minusem takiego sposobu pozyskiwania energii wydaje się ingerencja w środowisko naturalne: lasy wiatraków i wielkie połacie baterii słonecznych, choć na zdjęciach wyglądają pięknie, naruszają naturalny rytm przyrody.

Tabela 1. Światowy popyt na energię pierwotną i emisje CO₂ związane z wytwarzaniem energii (Mtoe)

			Nowe polityki		Obecne polityki		Scenariusz 450	
	2000	2010	2020	2035	2020	2035	2020	2035
Suma	10 097	12 730	14 922	17 197	15 332	18 676	14 178	14 793
Węgiel	2378	3474	4082	4218	4417	5523	3569	2337
Ropa naftowa	3659	4113	4457	4656	4542	5053	4282	3682
Gaz	2073	2740	3266	4106	3341	4380	3078	3293
Energia nuklearna	676	719	898	1138	886	1019	939	1556
Hydro	226	295	388	488	377	460	401	539
Bioenergia*	1027	1277	1532	1881	1504	1741	1568	2235
Inne odnawialne	60	112	299	710	265	501	340	1151
Udział paliw kopalnych w TPED	80%	81%	79%	75%	80%	80%	77%	63%
Udział krajów non-OECD w TPED**	45%	55%	60%	65%	61%	66%	60%	63%
Emisja CO ₂ (Gt)	23,7	30,2	34,8	37,0	36,3	44,1	31,4	22,1

*Zawiera tradycyjne i nowoczesne użycie biomasy.

**Z wycięciem paliw bunkrowych w transporcie międzynarodowym.

Uwaga: TPED (total primary energy demand) = całkowity popyt na energię pierwotną; Mtoe = milion ton ekwiwalentu ropy; Gt = gigatona

Źródło: prognozy Międzynarodowej Agencji Energii (OECD)

Scenariusz 450 zakłada zdecydowane działania polityczne o zasięgu globalnym, które doprowadzą do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, tak aby ograniczyć przyrost globalnej średniej temperatury do 2°C. W rezultacie tych działań globalne emisje CO₂ związane z wytwarzaniem energii osiągną przed 2020 rokiem maksimum na poziomie 31,4 Gt i spadną do 22,1 Gt w 2035 roku. Aby emisje obrwały taki tor, udziały paliw kopalnych w całkowitym popycie na energię pierwotną musiałyby spaść z 82% w 2011 roku do 63% w roku 2035.

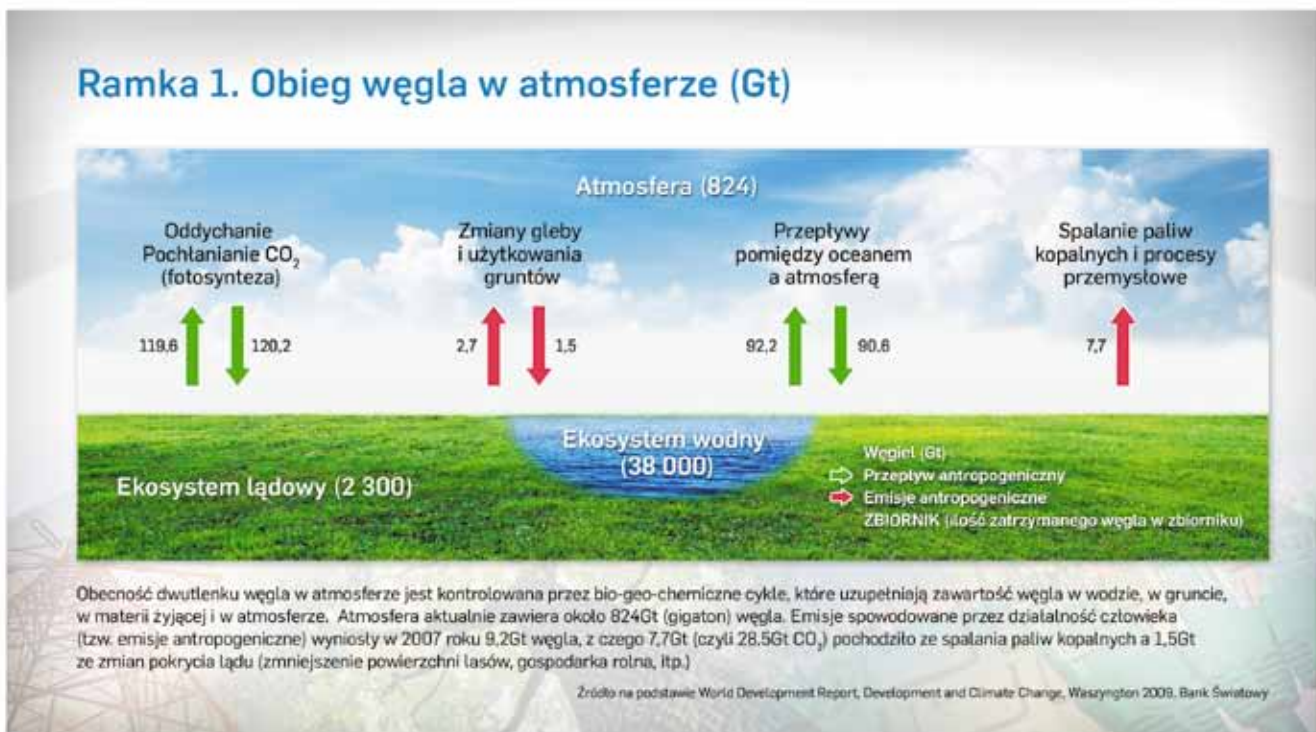


Technologie pozyskiwania energii z surowców kopalnych: węgla, ropy naftowej i gazu, które dominują w globalnym zużyciu energii, uznaje się za silnie ingerujące w środowisko naturalne. Ich wydobywanie i spalanie wciąż jest inwazyjne dla środowiska naturalnego i klimatu, chociaż nowoczesne technologie przetwarzania energii zamkniętej w surowcach kopalnych znacznie tę inwazyjność ograniczyły. Kolejnym minusem korzystania z zasobów paliw kopalnych jest to, że ich występowanie na kuli ziemskiej jest nierównomierne, co uprzywilejowuje jedne kraje wobec drugih i tworzy siatkę bardziej lub mniej nieformalnych wpływów, zwaną geopolityką energetyki. Poza tym za korzystanie z ograniczonych zasobów trzeba słono płacić.

Gdzieś pomiędzy kojarzoną z innowacyjnymi technologiami energią przyjazną środowisku a energią z surowców kopalnych znajduje się energia atomowa. Jej zwolennicy podkreślają, że jest to jedyna dojrzała i sprawdzona technologia przetwarzania energii, wolna od emisji gazów cieplarnianych. Twierdzą także, że

przy obecnym wysokim – i wciąż rosnącym – popycie na energię, trudno sobie wyobrazić budowę gospodarki niskoemisyjnej bez tej technologii (Tabela 1)². Z kolei przeciwnicy energii atomowej wskazują na zagrożenie dla środowiska naturalnego i zdrowia wynikające ze składowania odpadów radioaktywnych oraz na ryzyko katastrof o nieodwracalnych skutkach. Przekonują, że budowa gospodarki niskoemisyjnej może się obyć bez energetyki jądrowej, mimo że – jak do tej pory – w skali globalnej nie widać realnej alternatywy dla atomu.

Także energia pozyskiwana z biopaliw i biomasy lokuje się między tą z surowców kopalnych, a zeroemisyjną. Substancje organiczne, uwalniając energię w procesie spalania, emitują wprawdzie dwutlenek węgla, podobnie jak surowce kopalne, jednak zdaniem wielu jest to źródło energii przyjazne środowisku i klimatowi, gdyż zwraca do atmosfery tyle dwutlenku węgla, ile z niej zaabsorbowało. Zdaniem innych nie można ignorować problemu tworzonych na potrzeby produkcji biopaliw i biomasy, gigantycznych monokultur roślinnych, które



2 Energia atomowa pojawia się we wszystkich opracowywanych przez Międzynarodową Agencję Energii (OECD) scenariuszach rozwoju sektora energii. W scenariuszu najbardziej korzystnym dla ochrony klimatu (scenariuszu 450) popyt na energię atomową jest największy.

nie tylko niszczą różnorodność biologiczną Ziemi, ale tworzą też zagrożenie katastrofą ekologiczną. Trudno sobie na przykład wyobrazić skutki, jakie spowodowałoby pojawienie się jakiejś agresywnej choroby atakującej palmy olejowe, którymi – na potrzeby produkcji biopaliw – obsadzono między innymi wielkie połacie Indonezji, w miejsce naturalnej dżungli. Nie bez znaczenia są też wahnięcia cen żywności związane z nagłymi zmianami popytu na niektóre biosurowce, wynikającymi z regulacji wspierających korzystanie z biomasy i biopaliw. W bilansie emisji nie można też pomijać związanego ze zmianami użytkowania gruntów przepływu gazów cieplarnianych do atmosfery, co na ogół towarzyszy uprawie roślin na potrzeby produkcji energii (Ramka 1).

DYLEMATY ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

„Realizacja polityki, która będzie uwzględniała kwestie bezpieczeństwa energetycznego, powszechnego dostępu do przystępnych cenowo usług energetycznych oraz zagadnienia produkcji przyjaznej dla środowiska i wykorzystania energii, to jedno z największych wyzwań stojących przed rządami. Niektórzy twierdzą, że jest to największe, a nawet najważniejsze wyzwanie”³.

W koncepcji zrównoważonej energii⁴ zwraca się uwagę, że ocena technologii pozyskiwania i wykorzystania energii powinna brać pod uwagę trzy jednakowo ważne kryteria: bezpieczeństwo energetyczne, stopień ingerencji w środowisko naturalne i emisyjność oraz koszty energii, od których zależy dostępność energii dla gospodarstw domowych. Niestety od kilkudziesięciu lat w ocenach źródeł energii najwięcej miejsca zajmuje tylko jedno z tych kryteriów. Źródła energii i związane z nimi technologie są uznawane albo za proekologiczne albo za niszczące środowisko czy klimat, tak jakby tylko oś ekologiczna miała znaczenie. Może nie należy się temu dziwić, skoro kolejne cywilizacje powstawały i upadały w całkowitej obojętności na kwestie środowiska,

wykorzystując dla swojego rozwoju dostępne zasoby. Klasyczny przykład to Wyspy Wielkanocne, gdzie ignorowanie potrzeb środowiska (wycinka drzew) doprowadziło do gwałtownego upadku całej cywilizacji. Także w Europie, gdy rozpoczynała się rewolucja przemysłowa, która została umożliwiona najpierw przez masowe korzystanie z węgla kamiennego, a następnie ropy naftowej, nikt nie zdawał sobie sprawy z jej długofalowych skutków dla środowiska i klimatu. Otrzeźwienie nastąpiło po ponad stu latach, najpierw w rozwiniętych państwach demokratycznych. W 1968 roku powstał Klub Rzymski, pierwszy think-tank zrzeszający polityków i biznesmenów, zajmujący się badaniem globalnych problemów świata, w tym również związanych z zagrożeniami środowiska. Przygotowany w 1972 roku dla Klubu Rzymskiego raport *Granice wzrostu*, w którym po raz pierwszy zwrócono uwagę na groźbę globalnej katastrofy ekologicznej, stał się inspiracją do poszukiwania modeli zrównoważonego rozwoju. Wydatnie przyczyniły się do tego kryzysy naftowe z lat 70. i 80. XX wieku redefiniujące koncepcję bezpieczeństwa energetycznego, tak aby uwzględnić silniejsze powiązanie zużycia energii z krajowymi źródłami energii. Postulat uniezależnienia się od importu surowców energetycznych doprowadził do poszukiwań technologii niewykorzystujących importowanych surowców do produkcji energii. W krajach Europy Zachodniej rozwinęła się na tej fali energetyka jądrowa i technologie korzystania z energii słonecznej i wiatru; zintensyfikowano także poszukiwania lokalnych zasobów ropy naftowej i gazu.

We współczesnym świecie trudno znaleźć temat bardziej zróżnicowany niż energetyka. Nie ma wątpliwości, że kwestie ekologiczne są i powinny być jednym z głównych wątków debaty, ale – zgodnie z koncepcją zrównoważonej energii i zrównoważonego rozwoju – nie powinien to być wątek ani jedyny, ani dominujący. Podstawową zasadą ekologii i zrównoważonego rozwoju jest bowiem całościowe, holistyczne spojrzenie na

³ *World Energy Trilemma. Time to get real – the case for sustainable energy policy*, Londyn, 2012, World Energy Council Str. 4

⁴ Koncepcja zrównoważonej energii nawiązuje do zagadnienia trwałego, zrównoważonego rozwoju, które zostało wprowadzone w 1987 r. w wydanym przez ONZ Raporcie Brundtlanda. Raport definiuje trwały, zrównoważony rozwój (*sustainable development*) jako „rozwoj, który realizuje potrzeby teraźniejszości nie ograniczając przyszłych generacji w możliwościach zaspokajania ich własnych potrzeb” (*Our Common Future*, Oxford 1987, Oxford University Press, rozdz. 2, par.1.).

Kwestie ekologiczne są i powinny być jednym z głównych wątków debaty o przyszłości energetyki, ale – zgodnie z koncepcją zrównoważonej energii i zrównoważonego rozwoju – nie powinien to być wątek ani jedyny, ani dominujący. Podstawową zasadą ekologii i zrównoważonego rozwoju jest całościowe, holistyczne spojrzenie na świat i integracja różnych dziedzin życia. Wszystko bowiem jest ze sobą połączone – pozornie odległe problemy funkcjonują w złożonej sieci zależności. Zero-jedynkowość debaty i prowadzenie jej wzdłuż osi ekologicznej uniemożliwia racjonalną dyskusję.

świat i integracja różnych dziedzin życia. Wszystko bowiem jest ze sobą połączone – pozornie odległe problemy funkcjonują w złożonej sieci zależności. Tymczasem zielona energia – przedstawiana często w wyidealizowany i uproszczony sposób, w zero-jedynkowej konfrontacji z „brudną i szkodliwą” energią z paliw kopalnych lub z niebezpieczną energią atomową – ma wielu zwolenników, często nieświadomych złożoności współczesnego rynku energii i rosnącej liczby technologii, które wpływają pozytywnie zarówno na emisyjność procesu pozyskiwania i przetwarzania energii, jak i na koszty (także społeczne).

TECHNOLOGIE UMOŻLIWIĄJĄ KORZYSTANIE Z ENERGII

Energia jest formą natury. Technologie, które służą do zamiany energii pierwotnej w użytkową są niezaprzeczalnym dorobkiem cywilizacji. To właśnie technologie nadają wartość źródłom energii pierwotnej i ich zasobom. Potężne złoża ropy, które umożliwiły gigantyczny skok cywilizacyjny w XX wieku, były bezużyteczne dopóki nie odkryto silnika spalinowego. Dzisiaj potrafimy efektywnie korzystać z energii zawartej w szczątkach pradawnych organizmów tworzących zasoby paliw kopalnych. Eksperymentujemy też z technologiami wykorzystującymi naturalne zdolności roślin, glonów i bakterii do magazynowania energii, którą następnie odzyskujemy przez ich spalanie. Przy pomocy różnych eksperymentalnych technologii, krok po kroku, coraz skuteczniej sięgamy po energię pierwotną w czystej formie: ruch powietrza, fale oceanów czy promieniowanie słoneczne. Ponieważ tej energii

nie potrafimy jeszcze magazynować, musimy z niej korzystać w czasie rzeczywistym, w miejscach, gdzie ją pobieramy i dokąd zdołamy przesłać. Dużym problemem w korzystaniu z tej energii jest nieprzewidywalność jej dostępności – wiatr nie zawsze wieje, słońce nie zawsze świeci. To bardzo poważne ograniczenie, które obecnie łagodzimy dostawami energii klasycznej, czyli tej z paliw kopalnych. Wiąże się to jednak z dodatkowymi kosztami budowy i utrzymania zapasowych mocy, które są uruchamiane w razie potrzeby.

Patrząc na dzisiejszy *energy mix* przez pryzmat dorobku cywilizacji w obszarze korzystania z energii, zobaczymy, że składa się on z różnych technologii przetwarzania energii. Obok siebie funkcjonują dojrzałe technologie, korzystające z energii zmagazynowanej przez naturę oraz technologie nowe, eksperymentalne, korzystające z energii w czystej formie. O *energy mix* przyszłości wciąż niewiele wiemy oprócz tego, że będzie zawierał nowe, nie znane dzisiaj technologie – tak samo jak np. pod koniec XIX wieku nikt nie wiedział, że ważnym elementem miksu energetycznego będzie energetyka atomowa, a dziesięć lat temu nic nie zapowiadało tak dynamicznego wzrostu wydobycia gazu ziemnego bezpośrednio ze skał łupkowych. Rozwój nowych technologii następuje we wszystkich segmentach sektora energii – od pozyskiwania energii, przez jej magazynowanie, transportowanie i przesyłanie, aż po korzystanie z niej w gospodarce i w codziennym życiu. Można i należy spekulować na temat kierunków rozwoju technologii w sektorze energii, na przykład jest bardzo prawdopodobne, że rewolucyjne innowacje, które zmienią reguły gry, będą dotyczyć wykorzystania energii

słonecznej i magazynowania energii. Nie da się jednak przewidzieć ani kiedy, ani w jaki sposób to nastąpi⁵.

Warto pamiętać, że każda technologia, zarówno znana i stosowana, jak i w fazie eksperymentalnej, czy też na etapie pomysłu, w pewien sposób ingeruje w środowisko naturalne i klimat. Skutki oddziaływania dojrzałych, stosowanych od dawna technologii są znane i widoczne gołym okiem. Natomiast początkowo zwykle nie widać skutków nowych, eksperymentalnych technologii, głównie z powodu małej skali ich stosowania i braku dostatecznej wiedzy na ich temat⁶. Dlatego nie należy z góry stawiać na którąkolwiek, ale też żadnej nie należy wykluczać wyłącznie na podstawie obecnego stanu wiedzy. Technologie podlegają przecież nieustannemu rozwojowi i ich wpływ na środowisko naturalne ulega zmianie. Na przykład emisja SO₂ i pyłów, związana ze spalaniem węgla, jest dziś znacznie niższa niż dwadzieścia lat temu. Trzeba się bacznie przyglądać temu procesowi i jednocześnie zwracać uwagę na koszty. Energia jest bowiem nie tylko podstawą rozwoju współczesnej cywilizacji, ale także dobrem społecznym, którego cena nie powinna stanowić bariery dostępu dla grup społecznych o najniższych dochodach.

GLOBALNE CENY ENERGII I ZLOKALIZOWANE KOSZTY POZYSKANIA

Cena energii ma istotny wymiar społeczny, gdyż od jej poziomu zależy, jaką część społeczeństwa stać na korzystanie z energii i jak duży jest obszar energetycznego wykluczenia i ubóstwa⁷. Podstawą ceny energii są koszty obejmujące cały łańcuch wartości – od pierwotnego źródła energii po odbiorcę końcowego.

Ponieważ obecnie 80% energii zużywanej na świecie pochodzi z paliw kopalnych, to ich ceny determinują ceny energii. Ceny paliw kopalnych są kształtowane w systemie aukcyjnym na międzynarodowych rynkach towarowych tworzących rynek globalny. Arbitraż między rynkami regionalnymi powoduje, że różnice w cenach tego samego paliwa (ropy naftowej, węgla czy gazu) w różnych miejscach globu wynikają z kosztów transportu i dystrybucji. W przypadku energii użytkowej dodatkowym czynnikiem różnicującym jej ceny są podatki i dopłaty nakładane na ceny giełdowe przez instytucje krajowe i regionalne. Można zatem powiedzieć, że ceny energii są kształtowane przez czynniki globalne, ale mogą być – i są – modyfikowane przez prawo krajowe lub regionalne.

Energia użytkowa jest dobrem społecznym, którego cena nie powinna stanowić bariery dostępu dla grup społecznych o najniższych dochodach.

- 5 Zmieniająca świat, rewolucyjna technologia w sektorze energii pojawiła się nie tam, gdzie jej najbardziej oczekiwano (czyli w obszarze magazynowania energii) lecz w obszarze dostępu do energii zmagazynowanej przez naturę. Dzięki technologii znanej jako szczelinowanie (*fracking*) potrafimy wydobywać nośniki energii zmagazynowanej w niektórych paliwach kopalnych bezpośrednio ze skał macierzystych.
- 6 Nie wiemy, jaki wpływ na środowisko naturalne i klimat ma produkcja biomasy i biopaliw. Jaki jest całkowity bilans emisji dla nich? Jakie skutki dla ekosfery i różnorodności gatunków przyniesie monokultura roślinna? Nie wiemy, jakie konsekwencje dla środowiska naturalnego i klimatu ma produkcja i instalacja farm wiatrowych i paneli słonecznych, szczególnie w przypadku obiektów wielkoformatowych.
- 7 Równość społeczna w dostępie do energii jest jednym z trzech głównych kryteriów zrównoważonej energii (*energy sustainability*), stosowanych przez Światową Radę Energetyczną (World Energy Council). Pozostałymi kryteriami są: bezpieczeństwo energetyczne oraz ograniczanie wpływu na środowisko i klimat. Patrz *Policies for the future 2011. Assessment of country energy and climate policies*, http://www.worldenergy.org/documents/wec_2011_assessment_of_energy_and_climate_policies.pdf [data dostępu: 30.08.2013].

Ważnym komponentem regulacji wpływającym na ceny energii dla odbiorców końcowych, są regulacje dotyczące ochrony środowiska naturalnego i klimatu. Wyższe standardy ochrony środowiska naturalnego obowiązujące producentów i konsumentów energii na danym obszarze wiążą się z wyższymi cenami energii dla odbiorców końcowych⁸. Dlatego wartościowanie pierwotnych źródeł energii i związanych z nimi technologii ze względu na stopień ingerencji w środowisko naturalne i klimat powinno uwzględniać wpływ kosztów ochrony środowiska i klimatu na cenę energii dostarczanej odbiorcom końcowym, czyli między innymi gospodarstwom domowym.

Dylemat więźnia dylematem polityki klimatycznej⁹

Globalizacja gospodarki i sektora energii powoduje, że ekonomiczne i społeczne skutki naszych wyborów nie są określone wyłącznie przez nasze decyzje, ale wpływa na nie również to, co robią inni. Włączenie celów związanych z ochroną klimatu do obszaru polityki gospodarczej wzmacnia te powiązania. Globalne ocieplenie, któremu ludzie usiłują przeciwdziałać, jest procesem globalnym. Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery jest problemem globalnym. Nie da się osiągnąć globalnych celów redukcji emisji gazów cieplarnianych w izolacji. Można tego dokonać tylko wtedy, gdy solidarnie włączą się w to największe gospodarki świata.

Równocześnie w zglobalizowanym świecie nawet najbogatsze gospodarki nie mogą sobie pozwolić na zbyt wysoki koszt energii w stosunku do innych gospodarek, choćby nawet było na to przyzwolenie społeczne, bo grozi to utratą konkurencyjności i spowolnieniem ich rozwoju. Prawa ekonomii są nieubłagane. Ceny produktów będących przedmiotem handlu międzynarodowego oraz ceny energii ustalane na rynkach międzynarodowych

są podobne dla wszystkich. Różnice dotyczą natomiast kosztów energii i kosztów pracy w przeliczeniu na jednostkę produktu. Kraj, który z powodu wyższych norm redukcji emisji gazów cieplarnianych i wspierania kosztownych technologii produkuje drożej niż inne kraje, musi liczyć się z obniżeniem pozycji konkurencyjnej. W praktyce oznacza to wolniejszy wzrost dochodów, mniej nowych miejsc pracy i zwiększenie dystansu w stosunku do innych, bardziej konkurencyjnych gospodarek¹⁰.

Historia kryzysów naftowych uczy, że silnym czynnikiem przyspieszającym postęp technologiczny w sektorze energii są wysokie ceny nośników energii (bieżące i oczekiwane w przyszłości). Dzięki nim poprawia się efektywność zużycia energii, gdyż opłaca się inwestować w nowe technologie ograniczające zużycie energii oraz zwiększające jej podaż. W Europie postanowiono wykorzystać to doświadczenie i wprowadzono system opłat za emisję dwutlenku węgla do atmosfery (EU ETS) obciążający produkcję energii z paliw kopalnych. Równolegle wprowadzono system dopłat do wybranych technologii produkcji energii ze źródeł uznanych za zeroemisyjne lub niskoemisyjne, wychodząc z założenia, że ich stosowanie na szeroką skalę, nawet jeśli początkowo wymaga solidnych dopłat, wkrótce stanie się komercyjnie opłacalne.

Postęp technologiczny nie omija jednak sektora paliw kopalnych. Dzięki nowym technologiom ich zasoby stają się coraz lepiej znane i coraz szerzej dostępne¹¹, a efektem wzrostu podaży jest stabilizacja cen realnych w długiej perspektywie. Jednocześnie technologie wydobywania coraz mniej ingerują w środowisko naturalne, a techniki spalania są coraz bardziej efektywne energetycznie i coraz mniej emisyjne. Od dziesięciu lat w Ameryce Północnej wydobywa się gaz ziemny i ropę naftową nowymi technologiami, bezpośrednio ze skał

8 Jeśli państwo stosuje system dopłat do cen energii dla odbiorców końcowych, koszt dopłat w formie wyższych podatków ostatecznie obciąża odbiorcę końcowego.

9 Dylemat więźnia – problem w teorii gier. Jest oparty na dwuosobowej grze o niezerowej sumie, w której każdy z graczy może zyskać zdradzając przeciwnika, ale obaj tracą jeśli obaj będą zdradzać.

10 Dbanie o czystość wód, powietrza, utylizacja odpadów, ograniczanie zużycia energii itp. to działania odpowiadające współpracy w modelu dylematu więźnia, a ta strategia wymaga wysiłku. Znacznie łatwiej jest jej nie podejmować i korzystać z wysiłku innych na rzecz czystego środowiska – to strategia zdrady. Kiedy jednak wszyscy będą zdradzać i zaśmiecać środowisko, życie w nim będzie coraz bardziej uciążliwe.

11 Są to na przykład nowe technologie wierceń głębowodnych oraz technologie wydobywania węgłowodórów ze złóż niekonwencjonalnych.

Rynek energii zmienia się szybciej niż decyzje administracji. Gdy podejmowano decyzje o dopłatach do niektórych technologii OZE, prognozowano silny wzrost cen energii. Zapoczątkowana w USA rewolucja gazowa wyhamowała wzrost cen energii, w związku z czym OZE nadal nie są konkurencyjne i wciąż wymagają dopłat.

macierzystych. Na naszych oczach toczy się rewolucja energetyczna, dzięki której nastąpiła separacja cen gazu ziemnego od cen ropy naftowej i głęboki spadek cen gazu, i dzięki której następuje rozkwit energetyki gazowej. Skutki rewolucji energetycznej docierają do Europy i zmieniają warunki komercyjnej opłacalności subsydiowanych technologii, to znaczy, że wydłuża się okres, w którym niezbędne są dopłaty. A przecież podnoszą one koszty zużywanej energii i pogarszają konkurencyjność europejskich produktów na rynkach światowych względem produktów amerykańskich produkowanych przy użyciu energii kilkakrotnie tańszej niż w Uni. Nie są to małe różnice. W niektórych branżach przemysłowych udział energii w kosztach sięga nawet 70%.

CO WYRÓŻNIA ENERGIĘ ODNAWIALNĄ? KLASYFIKACJA ŹRÓDEŁ ENERGII

Pierwsze dwie zasady termodynamiki stanowią, że nie da się ani „wyprodukować” energii ani jej „zniszczyć”. Tak naprawdę ludzkość korzysta z energii istniejącej w naturze – stosuje różne technologie jej pozyskiwania i zamiany w energię użytkową. Pojawiające się coraz bardziej nowoczesne technologie pozyskiwania energii stopniowo, a czasem skokowo, powiększają arsenał źródeł energii pierwotnej, z których potrafimy korzystać. Historia cywilizacji to w dużej mierze historia przełomów w technologii przetwarzania i użytkowania energii, która

– w najprostszym ujęciu – pozwala ludziom zwielokrotnić siłę mięśni. Człowiek najpierw nauczył się krzesać ogień i korzystać z energii pochodzącej ze spalania drewna i substancji organicznych, potem sięgnął po węgiel, ropę naftową i gaz, nauczył się wyzwalać energię z rozpadu pierwiastków radioaktywnych i eksperymentuje z syntezą jądrową. W coraz bardziej zaawansowany sposób usiłuje korzystać z energii słonecznej i energii wiatru, zaprzęga naturę do gromadzenia energii w roślinach i prostych organizmach żywych, a następnie odzyskuje ją poprzez ich spalanie.

Do nieodnawialnych źródeł energii zalicza się te, w których energię zmagazynowała sama natura: węgiel kamienny, ropę naftową i gaz ziemny. Zgromadzoną w nich energię odzyskujemy, stosując odpowiednie technologie wydobycia tych nośników energii, a następnie ich spalania. Ponieważ są to technologie znane od stuleci, a ich istota (spalanie) praktycznie się nie zmieniła, przestano na nie zwracać uwagę. Bardziej istotne okazało się to, że węgiel, ropę naftową i gaz ziemny (skroplony) można magazynować poza złożem, a także transportować na duże odległości. Dzięki temu te naturalne nośniki energii są traktowane tak jak inne surowce. Nie wiadomo, jak duże zasoby paliw kopalnych kryją się wciąż pod powierzchnią Ziemi, ani ile z nich uda się wydobyć na powierzchnię, jednak z pewnością są to zasoby wyczerpywalne¹².

¹² Warto pamiętać, że wyczerpywalność zasobu nie jest tożsama z tym, że zasób kiedyś się wyczerpie w 100%, co wymusi zmiany cywilizacyjne. Era kamienia łupanego nie skończyła się przecież z powodu braku kamienia. Obecna globalizacja gospodarki i wysokie ceny niektórych surowców stymulują rozwój alternatywnych technologii oraz powstrzymują wzrost popytu w skali globalnej. Z łatwością można sobie wyobrazić świat, w którym np. nadal są wydobywalne złoża ropy, ale już nie mają większego znaczenia dla produkcji energii.

W przypadku odnawialnych źródeł energii w literaturze naukowej i w statystykach energii, które służą celom analityczno-badawczym, stosuje się zwykle klasyfikację ortodoksyjną. Do źródeł odnawialnych zalicza się tylko te, które pozwalają czerpać energię pierwotną z jej form występujących w naturze, czyli energię wiatru, przyływów i falowania oceanów, deszczu, a także energię słoneczną i geotermiczną¹³.

Wyprodukowane przez człowieka źródła energii, służące do jej odzyskiwania poprzez spalanie roślin i odpadów, czy to w formie stałej, czy po zamianie w gaz lub paliwa płynne, przypominają źródła nieodnawialne. Najpierw bowiem wykorzystujemy siły natury do magazynowania energii, na przykład w roślinach, a następnie odzyskujemy ją przez bezpośrednie spalanie roślin (biomasy), albo po odpowiednim przetworzeniu (dotyczy to biopaliw i biogazu). Ponieważ biomasa, biopaliwa i biogaz są takimi samymi naturalnymi magazynami energii jak węgiel, gaz ziemny, czy ropa naftowa, a zasługą technologii jest jedynie przyspieszenie procesu magazynowania, w ortodoksyjnym ujęciu te źródła zalicza się do innych źródeł energii i klasyfikuje odrębnie.

Podobnie, jako odrębne źródła energii, traktuje się energię atomową (uzyskiwaną z surowców mineralnych po ich odpowiednim wzbogaceniu) i energię wodną (hydroenergię), którą określa się jako energię dostarczoną przez elektrownie wodne, przy założeniu ich stu procentowej sprawności. Obydwa źródła energii nie występują w naturze – są produktem człowieka

i mogą jedynie oddać część tej energii, która uprzednio została w nich zgromadzona w wyniku jego działań. Ich odnawialność przypomina odnawialność produktów i nie ma nic wspólnego z odnawialnością form energii występujących w naturze.

W statystykach energii sporządzanych dla celów polityki gospodarczej stosuje się szeroką klasyfikację odnawialnych źródeł energii, w której także produkty aktywności gospodarczej wykorzystywane jako zasilenie systemów energetycznych traktuje się jak osobne źródła energii odnawialnej. Międzynarodowa Agencja Energii (MAE)¹⁴ zalicza do odnawialnych źródeł energię wodną uzyskiwaną po uprzednim spiętrzeniu wody (hydroenergię) oraz biomasę i odpady, w których mieści się energia pochodząca ze spalania roślin i odpadów w formie stałej lub po zamianie w gaz lub paliwa płynne. Co ciekawe, energia wiatru, energia słoneczna i energia geotermiczna pojawiają się w tej klasyfikacji pod nazwą: inna [energia] odnawialna. Energia atomowa także jest traktowana jako odrębne źródło energii pierwotnej, nienależące do źródeł odnawialnych.

Polska klasyfikacja źródeł energii pierwotnej pokrywa się z klasyfikacją Międzynarodowej Agencji Energii. Polskie prawo energetyczne definiuje odnawialne źródła energii jako energię geotermalną, energię wiatru, promieniowania słonecznego, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych¹⁵.

13 Taką klasyfikacją posługuje się m.in. wiodący think-tank badający globalny sektor energii IHS CERA (Cambridge Energy Research Associates).

14 *World Energy Outlook 2012*, IEA, November 2012, Definitions, str. 643-648

15 Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (tekst jednolity: Dz.U.2006.89.625), <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20060890625> [data dostępu: 30.08.2013].

Tabela 2. Klasyfikacje pierwotnych źródeł energii i ich udział w globalnym zużyciu energii w 2010 roku

Źródła energii pierwotnej	Udział w globalnej energii, 2010, %	Klasyfikacja IHS CERA	Klasyfikacja MAE
Ropa naftowa Węgiel Gaz ziemny	32 % 27 % 22 %	Energia nieodnawialna	Energia nieodnawialna
Słońce Geotermia Oceany	1 %	Energia odnawialna	Inna odnawialna
Hydro Biomasa i odpady	2 % 10 %	Inne źródła	Energia odnawialna
Atom	6 %	Atom	Atom

Źródła IHS CERA, MAE WEO 2007

CZY ŚLIMAK JEST RYBĄ? W GOSPODARCE KLASYFIKACJA MA ZNACZENIE

Skoro są istotne różnice w interpretacji tego, co jest, a co nie jest pierwotnym źródłem energii odnawialnej, warto postawić następujące pytanie: czy to, w jaki sposób dzisiaj pojmujemy i klasyfikujemy pierwotne źródła energii może wpłynąć na przyszły *energy mix*, pod którego pożądanym kształt modeluje się obecne regulacje.

Zauważmy, że na przyszły *energy mix* wpływają relacje jednostkowych kosztów pozyskiwania energii z różnych źródeł oczekiwane w długiej perspektywie. W tradycyjnym, surowcowym modelu sektora energii globalne ceny surowców determinowały koszty produkcji energii w poszczególnych krajach. Kraje zasobne w surowce naturalne miały potencjalną przewagę konkurencyjną. Niektóre z nich wykorzystwały to, aby przyspieszyć własny rozwój, inne nie. Nowy model sektora energii jest zorientowany na innowacyjne technologie, które znajdują się w fazie rozwoju i są wspierane przez państwo. W tym modelu duży i rosnący wpływ na koszty energii mają mechanizmy wsparcia,

różne w różnych krajach. Ponieważ o mechanizmach wsparcia decydują rządy, to właśnie one w zdecydowanie większym stopniu wpływają na konkurencyjność własnych gospodarek w nowym modelu sektora energii, niż w modelu tradycyjnym.

W innowacyjnym modelu sektora energii sposób, w jaki państwo wspiera rozwój nowych technologii ma istotne znaczenie. W obszarze tym można wyróżnić dwa odmienne podejścia do polityki przemysłowej. W obu uznaje się, że energia jest sektorem strategicznym i jej rozwój musi przebiegać pod kontrolą państwa. Inwestycje w tym sektorze są bardzo kosztowne i mają dalekosiężne skutki dotyczące bezpieczeństwa dostaw energii oraz ingerencji w środowisko naturalne i klimat, trzeba więc mieć pewność, że decyzje, które zostaną podjęte, będą właściwe. To daje rządowi mandat do decydowania o rozwoju sektora energii. Mandat ten może być wypełniany dosłownie: rząd podejmuje decyzje o tym, które technologie sektora energii należy rozwijać, a których czas dobiega końca, a następnie tak kształtuje instrumenty polityki gospodarczej, by skłonić przedstawicieli biznesu do realizacji wizji (polityki)

rządu. Rząd może też sprawować kontrolę nad rozwojem sektora energii w sposób pośredni. Nadając odpowiednie znaczenie kwestiom bezpieczeństwa energetycznego oraz ochrony środowiska i klimatu określa kierunek rozwoju sektora energii i przygotowuje instrumenty polityki gospodarczej, które są technologicznie neutralne. Poszukiwania i wybór technologii produkcji energii zostawia się biznesowi, bo dzięki temu koszt realizacji priorytetów rządu może być jak najniższy.

W technologicznie neutralnym podejściu do polityki przemysłowej podział pierwotnych źródeł energii na odnawialne i nieodnawialne nie ma wpływu na wybór technologii; ma jedynie znaczenie statystyczne. Inaczej wygląda to, gdy państwo – przy pomocy instrumentów polityki przemysłowej – wspiera rozwój konkretnych technologii. Wtedy ważne jest to, w której grupie klasyfikacyjnej znajdzie się dana technologia. Jeśli będzie w grupie technologii wspieranych przez polityków – państwo dofinansuje jej rozwój; jeśli nie – technologia może się rozwijać na zasadach rynkowych (w ramach technologicznie neutralnej polityki przemysłowej).

PROCESY CENOTWÓRCZE W SEKTORZE ENERGII

Ponad 80% energii zużywanej dziś na świecie pochodzi z paliw kopalnych: ropy naftowej, węgla i gazu ziemnego. Przepływy kontraktów na kupno i sprzedaż energii pomiędzy giełdami powodują globalizację rynków surowcowych i globalizację ich cen. Najlepiej to widać na przykładzie ropy naftowej, która ma najbardziej płynny rynek.

Istnieje kilka czynników, które sprzyjają globalizacji rynków energii, zarówno surowcowych, jak i energii użytkowej (paliw płynnych, energii elektrycznej). Energia użytkowa (prąd, paliwa) jest towarem jednorodnym, spełniającym określone standardy narzucone przez odbiorniki energii (odbiorniki energii elektrycznej są zasilane prądem elektrycznym o określonych parametrach, pojazdy są napędzane paliwami płynnymi o określonej specyfikacji). Cechą wszystkich towarów

jest jednorodność, która powoduje, że odbiorcy finalni nie rozróżniają dostawców i kupują towar u tego, który go oferuje po najniższej cenie. Chociaż nie można zasilać konkretnego odbiornika energii alternatywnymi rodzajami energii użytkowej (samochodu z silnikiem diesla nie można zasilać benzyną), to można wymieniać odbiorniki zaspokajające konkretne potrzeby użytkowe na bardziej efektywne energetycznie¹⁶. Kiedy podejmujemy indywidualne decyzje, dokonujemy wymiany raz na kilka lat i uwzględniamy koszty kapitałowe zastąpienia już posiadanego odbiornika nowym. W ujęciu globalnym proces ten zachodzi w sposób ciągły, pod wpływem trwałych zmian relacji cen, o których w dużym stopniu decyduje postęp technologiczny w sektorze energii, zarówno po stronie popytu jak i podaży. Po stronie popytu pojawiają się nowe odbiorniki energii zwiększające możliwości substytucji źródeł zasilania. W transporcie osobowym silniki elektryczne konkurują ze spalinowymi, w transporcie ciężkim silniki napędzane skroplonym gazem ziemnym (LNG) konkurują z silnikami Diesla. Po stronie podaży pojawiają się nowe technologie pozyskiwania energii, zarówno nieodnawialnej jak i odnawialnej, trwale zmieniające relacje cen.

Coraz większe możliwości substytucji jednych źródeł energii pierwotnej innymi, a także rozwój rynków surowcowych i towarowych powodują, że na naszych oczach rodzi się globalny sektor energii, w którym zmiany w jednym jego segmencie lub jakimś regionie świata mają wpływ na ceny energii w innym segmencie i we wszystkich regionach świata.

Efekt nowej technologii

Porównanie sektora energii do gigantycznej fabryki, w której w różnych zakątkach świata przetwarza się przy pomocy różnych technologii energię pierwotną zmagazynowaną w wydobywanych surowcach (ropa naftowa, węgiel kamienny, gaz ziemny, energia atomu) w energię użytkową (paliwa płynne, energia elektryczna, energia cieplna) nie będzie dużym uproszczeniem. Ta globalna fabryka składa się z dużej liczby niezależnych

¹⁶ Silnik Diesla zawdzięcza swoją popularność w transporcie osobowym większej sprawności energetycznej, dzięki czemu koszt jego użytkowania jest niższy niż silnika benzynowego.



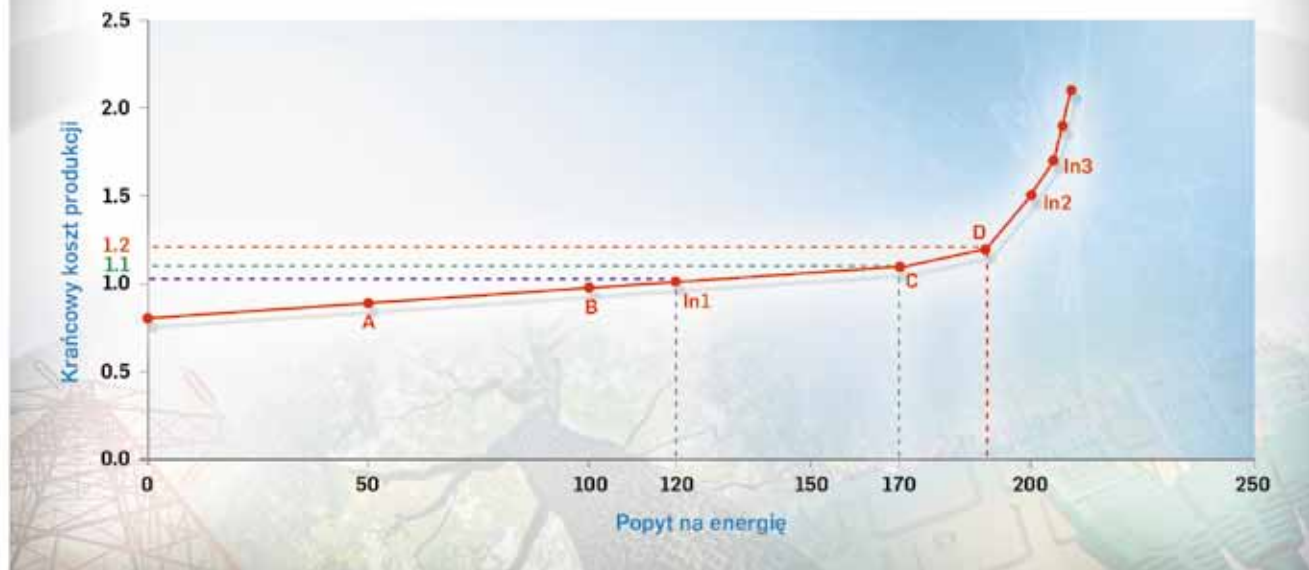
zakładów energetycznych stosujących różne technologie produkcji energii, i różniących się kosztami produkcji. Obok technologii dojrzałych, kosztowo efektywnych, funkcjonują technologie nowe, eksperymentalne, konkurujące z alternatywnymi technologiami na globalnym rynku energii. W przyszłości, bliższej i dalszej, niektóre z nich staną się komercyjnie opłacalne i zajmą trwałe miejsce w globalnym *energy mix*.

Przy każdej produkcji najpierw korzysta się z tych technologii, dzięki którym uzyskuje się jednostkę energii najniższym kosztem (technologia A). Ponieważ nie starcza taniej energii do zaspokojenia popytu, cena energii na rynku rośnie, a jej wzrost umożliwia dostawy energii z coraz droższych zakładów (technologie B, C). Proces trwa dotąd, aż kolejna, bardziej kosztowna technologia zderzy się z barierą popytu. W przypadku, gdy globalny popyt na energię wynosi 150 jednostek, technologią krańcową jest technologia C (Rysunek 1).

Globalna cena energii (taka sama dla wszystkich) jest określona przez koszt produkcji u najdroższego producenta, na którego produkcję jest jeszcze zbyt. Producent ten – w naszym przykładzie jest to zakład stosujący technologię C – uzyskuje przy cenie 1,1 zwrot nakładów i zadowalający go zysk¹⁷. Zakłady (technologie), które mają niższe koszty produkcji energii (wszystkie na lewo od punktu C), osiągają większe zyski. Zakłady stosujące droższe technologie od krańcowej (na prawo od punktu C) nie są w stanie sprzedać energii i nie znajdują miejsca na rynku. Jeśli globalny popyt na energię wzrasta (jak to miało na przykład miejsce w wyniku przystąpienia Chin do WTO w 2004 roku), powiedzmy o 20 jednostek, znajduje miejsce na rynku także zakład (technologia) D produkujący energię drożej, przy koszcie jednostkowym 1,2. Potencjalnie innowacyjne technologie eksperymentalne (In1, In2) przy cenie 1,2 przynoszą straty, ponieważ produkują energię drożej.

¹⁷ W energetyce zarówno surowce, jak i produkt końcowy (energia) są towarami. Dlatego używa się często terminu marża, który jest różnicą między ceną energii (produktu) a ceną surowca. W tak zdefiniowanej marży mieszczą się wszelkie inne nakłady na produkcję i rozwój (zysk).

Rysunek 2. Efekt innowacyjnej technologii – przesunięcie na krzywej kosztów



Tak opisany mechanizm ustalania cen energii pozwala wyjaśnić, co się dzieje, gdy na rynku pojawia się nowa, rewolucyjna technologia produkcji energii. Taka technologia (In1), żeby wejść na rynek, musi być technologią tańszą od technologii krańcowej, która wyznacza cenę energii (przed pojawieniem się nowej technologii, była to technologia D). Technologia In1, ponieważ stała się tańsza, zajęła miejsce na krzywej kosztów poniżej kosztu technologii krańcowej i przesunęła droższe od niej technologie w prawo. W efekcie popyt globalny (170) jest obecnie zaspokojony przy cenie (1,1) w porównaniu z sytuacją wyjściową, przedstawioną na Rysunku 1. Technologia D, charakteryzująca się wyższymi kosztami produkcji energii, przynosi obecnie straty i zostanie wycofana¹⁸.

Co się dzieje w sytuacji, gdy koszt energii wyprodukowanej w nowej technologii jest wyższy od rynkowej ceny energii (jak to ma miejsce w przypadku technologii In2 i In3)? W takim przypadku nowa technologia (nowy zakład) mogłaby dostarczać energię na rynek ze stratą (odbiorcy nie zapłacą za energię więcej, niż wynosi cena rynkowa). Sytuacja taka może występować okresowo i mieć charakter przejściowy: albo koszt produkcji energii obniży się poniżej ceny i wówczas mamy opisany wyżej przypadek technologii In1, albo technologia zbankrutuje (gdy wyczerpie się dostępne czasowo dofinansowanie). Dofinansowanie technologii produkcji energii bez strategii wyjścia jest nie tylko ekonomicznie, ale i społecznie niekorzystne, gdyż podnosi jednostkowy koszt energii dla konsumenta, który w ostatecznym rachunku zawsze płaci za zużytą energię według krańcowego kosztu jej wytworzenia, bez względu na sposób organizacji systemu dopłat¹⁹.

18 Dostawy energii po niższej cenie mobilizują popyt i w rezultacie istnieje możliwość, że ostatecznie cena energii nie ulegnie zmianie, ale zwiększy się globalne zużycie energii.

19 W cenie energii jest zawarty koszt utraconych możliwości wykorzystania energii tańszej. Subsydiowana technologia wypiera z rynku inne technologie, przy pomocy których na rynek trafiała energia ekonomicznie opłacalna.

Rewolucyjne innowacje

Cechą rewolucyjnych innowacji w sektorze energii jest to, że w końcu wpływają na obniżenie kosztu zużywanej energii, przez co technologie, w których zostały zastosowane, wygrywają konkurencję cenową z innymi (Rysunek 2)²⁰. Z odległej perspektywy można dostrzec przykłady rewolucyjnych innowacji, czyli takich, których efektem było zarówno udostępnienie nowych zasobów paliw kopalnych (odkrycie nowych złóż, rozpoczęcie eksploatacji złóż odkrytych wcześniej lecz do tej pory technologicznie niedostępnych), jak też dynamiczny wzrost efektywności wykorzystania energii²¹.

Elektrownie węglowe, choć coraz bardziej nowoczesne, korzystają z technologii, które były rewolucyjnymi innowacjami przed ponad stu laty²². Rafinerie ropy naftowej, choć coraz nowocześniejsze, także produkują paliwa w oparciu o technologie opracowanych ponad sto lat temu²³. W Ameryce Północnej od dziesięciu lat wydobywa się gaz ziemny i ropę naftową nowymi technologiami, bezpośrednio ze skał macierzystych. Niespodziewany przyrost globalnych zasobów wydobywalnego gazu ziemnego, uzyskany przy pomocy tych technologii, rozpoczął „złotą erę gazu”²⁴.

Technologie korzystania ze źródeł odnawialnych czekają jeszcze na swój czas. Coraz częściej można spotkać turbiny wiatrowe i panele słoneczne, a także pola upraw roślin służących do produkcji biopaliw. Bujny rozwój tych technologii przypada na ostatnie dwadzieścia lat, jednak wytwarzana przy ich pomocy energia wciąż nie jest konkurencyjna i wymaga dużych dotacji

publicznych. Inne technologie odnawialne (elektrownie morskie, biopaliwa wyższych generacji) są wciąż na etapie testowania lub w sferze pomysłów.

Przykład wypracowanych w Stanach Zjednoczonych technologii wydobywania gazu ziemnego i ropy naftowej ze skał macierzystych dobitnie przekonuje, że rewolucyjne innowacje (przyjazne środowisku, a równocześnie obniżające koszty energii w stosunku do innych) mogą się narodzić nie tylko tam, gdzie ich intensywnie poszukujemy i gdzie je hojnie subsydujemy.

O technologiach, które ukształtują sektor energii przyszłości wiemy niewiele. Może nawet nie potrafimy ich sobie w ogóle wyobrazić. Dlatego tak ważne dla rozwoju jest poszukiwanie nowych technologii, które zrewolucjonizują sektor energii. Ogromną rolę w tym procesie odgrywają mechanizmy finansowania innowacji.

Relacje cen gazu i kosztów eksperymentalnych technologii OZE

Nie da się zaplanować technologii przyszłości. Planować można rozwój tego, co już jest dostępne. Dostępne technologie korzystania z OZE (turbiny wiatrowe, panele słoneczne, biomasa, biopaliwa) nie są co prawda jeszcze opłacalne ekonomicznie, ale instytucje administracji publicznej doszły do wniosku, że jeśli przeznaczy się sporo pieniędzy na ich rozwój, to w końcu nastąpi wzrost ich efektywności i koszt energii z tych urządzeń będzie spadać. Proces ten ilustruje obniżająca się w miarę upływu czasu oczekiwana krzywa cen energii z OZE (krzywa uczenia się).

20 Nie zawsze następuje spadek cen energii, ale zawsze mamy do czynienia z obniżeniem poziomów przyszłych cen w stosunku do oczekiwań sprzed innowacji.

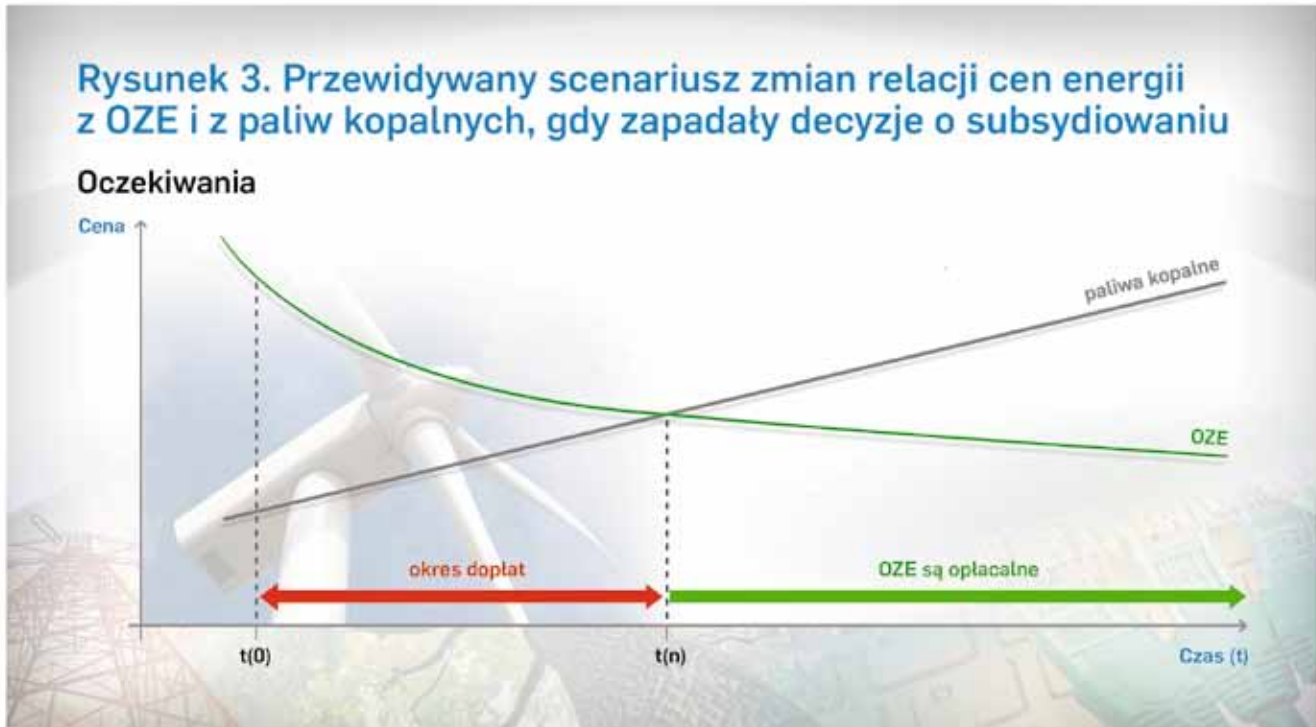
21 Na przykład konsekwencją kryzysów naftowych z lat 70. XX wieku było trwałe obniżenie popytu na ropę naftową związane z postępową efektywnością zużycia (bardziej wydajne silniki samochodowe o mniejszej pojemności).

22 Pierwszą elektrownię na świecie zbudowano w Nowym Jorku w 1882 roku i wtedy też przesłano po raz pierwszy energię elektryczną na odległość 57 km. Kolejne elektrownie powstały w 1883 roku w Mediolanie i Petersburgu, a w 1884 roku w Berlinie. Na terenie Polski pierwsze siłownie ciepłe (parowe) zbudowano w XIX wieku. Dostarczały energię mechaniczną poszczególnym zakładom przemysłu maszynowego i włókienniczego, a także hutom czy kopalniom. Pierwsza elektrownia miejska w Królestwie Polskim powstała w Radomiu w 1900 roku, kolejna w 1902 roku w Warszawie (na podstawie: Zbigniew Bicki, *Stan elektroenergetyki polskiej i podstawowe problemy rozwojowe*, Warszawa data wydania, PSE SA).

23 Najstarszy istniejący na świecie szyb naftowy znajduje się w Polsce we wsi Siary pod Gorlicami. Został wykopany ręcznie w 1852 roku i dał początek wydobywaniu ropy naftowej w kopalni założonej przez Stanisława Jabłonowskiego. Pierwsza polska kopalnia ropy powstała w 1854 roku z inicjatywy Ignacego Łukasiewicza w Bóbrce koło Krosna. Pierwszy polski zakład destylacji ropy naftowej powstał w 1856 roku w Ulaszowicach koło Jasła. Jedną z najstarszych rafinerii na świecie, z 1884 roku, znajduje się w Gorlicach.

24 Termin wprowadzony przez Międzynarodową Agencję Energii w raporcie *World Energy Outlook 2012*, IEA, November 2012

Rysunek 3. Przewidywany scenariusz zmian relacji cen energii z OZE i z paliw kopalnych, gdy zapadały decyzje o subsydiowaniu



Rysunek 4. Rzeczywistość: przyszłe ceny energii z paliw kopalnych nie będą znacząco rosnąć



Konkurentem energii odnawialnej jest energia z paliw kopalnych, głównie z węgla, który jest bardzo emisyjny i uciążliwy dla środowiska naturalnego. Ponieważ ceny węgla są powiązane z cenami ropy naftowej (cena ropy naftowej jest nazywana matką wszystkich cen energii), a zasoby ropy naftowej są wyczerpywalne, kiedy projektowano subsydia oczekiwano, że ceny energii elektrycznej z paliw kopalnych będą systematycznie rosły, tym bardziej, że obłożono je (głównie energię z węgla, gdyż gaz ziemny był uznawany za paliwo luksusowe) podatkiem uzależnionym od emisji CO₂. Zatem subsydiowanie OZE miało być rozwiązaniem przejściowym, gdyż po pewnym czasie koszt energii z OZE miał stać się niższy od ceny energii z paliw kopalnych.

Jednak nie wszystko da się przewidzieć. Znaczny wzrost cen ropy naftowej od czasu przyjęcia Chin do WTO oraz troska o bezpieczeństwo energetyczne w krajach bogatych w ropę i gaz doprowadziły do intensyfikacji poszukiwań węglowodorów i rozwoju technologii ich wydobywania. Dzięki rozwojowi technologii wydobywania węglowodorów ze złóż niekonwencjonalnych okazało się, że zasoby paliw kopalnych są w przewidywalnej przyszłości praktycznie niewyczerpywalne, a w związku z tym ceny ropy naftowej i gazu powinny obniżyć się i w długim okresie pozostać stabilne.

Nieoczekiwana zmiana ścieżki cen energii z paliw kopalnych (ceny zamiast rosnąć, stabilizują się) doprowadziła do zmiany relacji jednostkowych kosztów energii z OZE do cen energii, i mechanizm wyjścia z systemu dopłat przestał działać. Wskutek tego, dopłaty do wybranych technologii OZE mogą obciążać podatników w nieskończoność.

KRYTERIA ZRÓWNOWAŻONEJ ENERGII I TRWAŁOŚĆ REGULACJI

W koncepcji zrównoważonej energii chodzi o to, by priorytetem polityki energetycznej, czyli bezpieczeństwu energetycznemu i ograniczaniu wpływu na środowisko naturalne i klimat, towarzyszył odpowiednio dobrany zestaw instrumentów, który skierowałby sektor prywatny w stronę poszukiwania i wdrażania rozwiązań technologicznych umożliwiających dostawę energii

po najniższym możliwym koszcie, z zabezpieczeniem interesu społecznego.

Każda współczesna technologia w sektorze energii wpisuje się inaczej w układ tych priorytetów, które przy obecnym poziomie wiedzy nie mogą być równocześnie stuprocentowo spełnione. Nie można mieć energii bezpiecznej, pochodzącej głównie ze źródeł krajowych, kiedy zezwala się tylko na stosowanie technologii, które w najmniejszym stopniu ingerują w środowisko naturalne i są zeroemisyjne, a jednocześnie domaga się, by koszt produkcji energii w tych warunkach był niski. W Polsce na przykład, energetyka węglowa realizowała priorytety związane z ekonomiczną opłacalnością i bezpieczeństwem dostaw, natomiast niedostatecznie spełniała warunek ochrony środowiska naturalnego i klimatu. Z kolei instalacje CCS dobrze wpisują się w priorytet ochrony klimatu i nie pogarszają bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, wciąż jednak są ekonomicznie nieopłacalne i wymagają subsydiowania. W ten układ priorytetów wpisują się też stosowane dzisiaj technologie zaliczane do OZE, takie jak farmy wiatrowe i panele słoneczne. Technologie te dobrze służą ochronie klimatu, gdyż podczas produkcji energii nie emitują gazów cieplarnianych. Produkują też energię elektryczną na terytorium kraju, więc gdy wieje wiatr lub świeci słońce spełniają kryterium bezpieczeństwa dostaw energii. Są jednak nadal drogie w porównaniu z innymi źródłami energii (z węgla, z gazu ziemnego) przez co są ekonomicznie nieopłacalne, tym bardziej, że potrzebne są systemowe zapasy mocy na wypadek braku wiatru czy długotrwałego zachmurzenia. W Europie urządzenia te produkuje się i instaluje właściwie wyłącznie dzięki gwarantowanemu przez państwo systemowi dopłat do cen energii.

Trwałość polityki energetycznej polega na stosowaniu takich regulacji i instrumentów, które kierują sektor prywatny albo w stronę już istniejących technologii, albo poszukiwania nowych rozwiązań. Jednocześnie regulacje te nie powinny zmieniać rozkładu biznesowego ryzyka dokonywanych wyborów. Ryzyko jest dla biznesu kosztem wkalkulowanym w projekt. Dotacje i subwencje przypisane do konkretnych, wybranych technologii, obniżające koszty ich wdrożenia w stosunku do innych rozwiązań, więc obniżają i ryzyko. Z tego powodu

Ryzyko regulacyjne – ryzyko zmiany prawnych warunków prowadzenia biznesu.

Ponieważ nie ma instrumentów ubezpieczających biznes przed konsekwencjami takich zmian, ich oszacowany koszt w całości podnosi koszt projektów narażonych na takie ryzyko i obniża ich opłacalność.

aktywność biznesu w objętym dotacjami segmencie technologicznym jest większa, niż byłaby bez dotacji. Ponieważ biznes nie może prawidłowo skalkulować ryzyka regulacyjnego, polegającego na wycofaniu się państwa z systemu dotacji, powinien koszt tego ryzyka wkalkulować w koszty realizowanego projektu, co w skutkuje podniesieniem kosztów wdrożenia nowych technologii. Przyspieszenie transformacji sektora energii osiągane w wyniku wsparcia adresowanego do konkretnych technologii, czyli sztucznego obniżenia ryzyka biznesowego, jest w efekcie źródłem znacznie bardziej kosztownego społecznie ryzyka regulacyjnego.

Ochrona klimatu

Z perspektywy historycznej problem OZE wiąże się z kwestią krajowego bezpieczeństwa energetycznego, czyli ciągłości dostaw energii. Początkowo były to obawy związane z wyczerpywaniem się krajowych zasobów węgla i globalnych zasobów ropy naftowej. Kryzysy naftowe z lat 70. i 80. XX wieku pokazały, że realne zagrożenie ciągłości dostaw dotyczy także importu surowców energetycznych.

Poszukiwania technologii pozyskiwania energii ze źródeł krajowych (innych niż paliwa kopalne) zmierzały w kierunku źródeł niewyczerpywalnych i odnawialnych. Efektywność energetyczna jest tym kierunkiem rozwoju technologii, który nabrał znaczenia w reakcji na skokowe wzrosty cen ropy naftowej i energii po kryzysach naftowych. Początkowo szukano poprawy efektywności przede wszystkim na poziomie mikro (oszczędne silniki samochodowe, oszczędne odbiorniki energii), by stopniowo dostrzec problemy i możliwości poprawy efektywności energetycznej na poziomie makro

(inteligentne sieci, magazynowanie energii elektrycznej, elektryfikacja transportu).

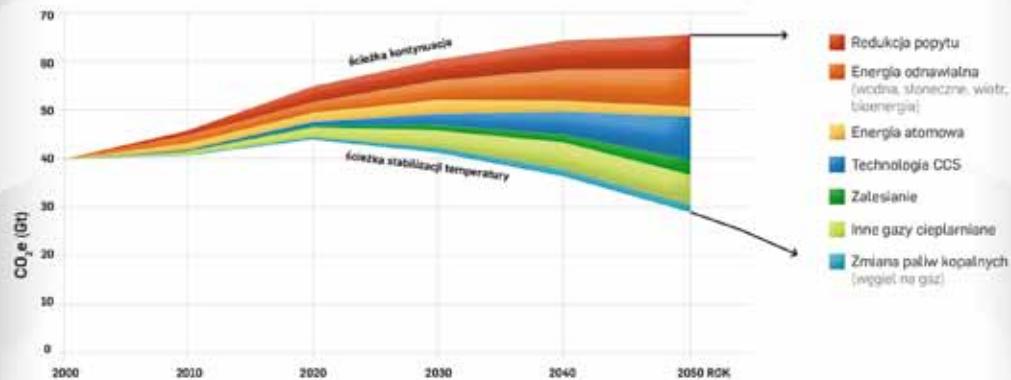
Szczyt Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 roku (Konferencja Narodów Zjednoczonych *Środowisko i Rozwój*) i podpisanie deklaracji, będącej kodeksem postępowania człowieka wobec środowiska naturalnego i klimatu, wytyczyły nowy kierunek rozwoju sektora energii: ograniczanie emisji gazów cieplarnianych, w tym zwłaszcza dwutlenku węgla.

Sformułowanie priorytetu klimatycznego w polityce energetycznej włączyło do obszaru poszukiwań nowych technologii w sektorze energii te, których celem jest wyłącznie ograniczenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Miało to dwie istotne konsekwencje. Przede wszystkim chodziło o przyspieszenie przestawiania gospodarki na tory niskoemisyjne. Proces ten dokonywał się samoistnie pod wpływem rosnących cen energii z paliw kopalnych, co z jednej strony stymulowało poprawę efektywności energetycznej przez rozwój technologii ograniczających jednostkowe zużycie energii, a z drugiej – zwiększało opłacalność technologii OZE. Obciążenia emisji dwutlenku węgla nowym kosztem, dzięki któremu energia z paliw kopalnych stałaby się jeszcze droższa, miało przyspieszyć rozwój OZE przez zwiększenie korzyści z poszukiwania i rozwoju nowych technologii pozyskiwania energii z innych źródeł niż spalanie substancji organicznych. Jednak największy do tej pory postęp można odnotować w działaniach rozszerzających definicje technologii uznawanych za odnawialne na źródła energii emitujące dwutlenek węgla, który wcześniej zaabsorbowały. Na tej podstawie do odnawialnych źródeł energii zaczęto także zaliczać biomasę, bez względu na sposób jej pozyskiwania, który

Ramka 2. Gdzie leżą największe możliwości redukcji emisji?

Według raportów i wyników badań, do ograniczenia emisji CO₂e*, które jest potrzebne do ustabilizowania przyrostu temperatury na poziomie o 2°C powyżej poziomu sprzed ery uprzemysłowienia, niezbędne jest całe spektrum działań.

Paleta działań prowadzących do redukcji emisji CO₂e



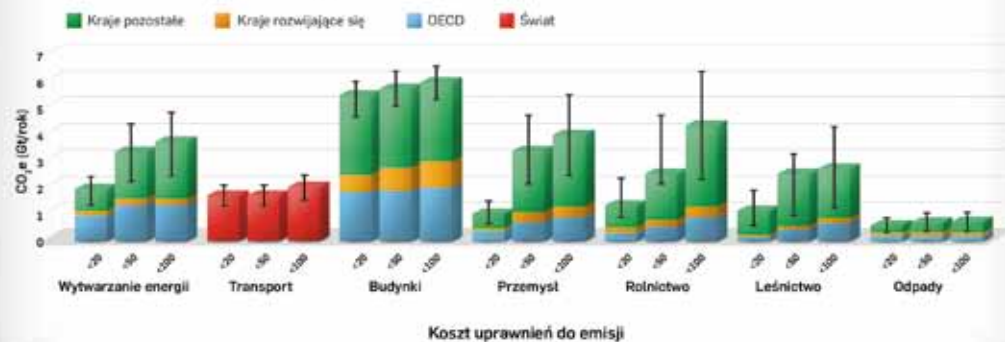
Źródło: World Development Report, Waszyngton 2008, Bank Światowy

*CO₂e – emisje gazów cieplarnianych w przeliczeniu na ekwalent emisji dwutlenku węgla

Rysunek przedstawia zmieniający się z upływem czasu wkład głównych działań w redukcję emisji gazów cieplarnianych (GHG), które prowadzą do ograniczenia intensywności emisji w przypadku ścieżki kontynuacji do poziomu potrzebnego do stabilizacji temperatury na poziomie 2°C powyżej temperatury sprzed ery przemysłowej.

Co charakterystyczne, w 2050 roku skala efektu redukcji popytu, efektu wprowadzenia energii odnawialnej i technologii CCS jest podobna. Udział technologii CCS w redukcji emisji gazów cieplarnianych będzie wzrastał znacząco w latach 2030-2050 (obecnie bez rozwoju tej technologii nie można sobie wyobrazić realizacji przedstawionego scenariusza redukcji emisji). Istotną rolę będzie też odgrywać redukcja emisji gazów cieplarnianych (oprócz CO₂) emitowanych głównie przez rolnictwo.

Potencjał redukcji emisji CO₂e



* Czarne pionowe linie ilustrują zakres potencjału redukcji emisji w skali światowej.

Źródło: World Development Report, Waszyngton 2008, Bank Światowy

Kolejny rysunek przedstawia możliwości redukcji emisji gazów cieplarnianych w różnych grupach krajów i w różnych sektorach gospodarki w zależności od ceny emisji CO₂e. Największy potencjał redukcji emisji mają budynki. Najwyższą redukcję emisji CO₂e można osiągnąć przez oszczędności w zapotrzebowaniu na energię, a więc właściwą izolację i inteligentne systemy ogrzewania/chłodzenia. Spośród grup krajów, największy potencjał redukcji emisji mają kraje rozwijające się. Rysunek pokazuje podatność potencjału redukcji emisji na wzrost ceny emisji CO₂e. Wzrost ceny emisji z poziomu zbliżonego do obecnego, 20\$ za tonę emisji CO₂e do 50 \$ doprowadzi do silnych reakcji we wszystkich sektorach, z wyjątkiem transportu. Wzrost ceny emisji o kolejne 50 do 100 \$ za tonę spowoduje silne redukcje emisji w rolnictwie i leśnictwie, o skali przekraczającej łącznie dostosowanie w pozostałych sektorach gospodarki.

przecież istotnie wpływa na ostateczny bilans emisji dwutlenku węgla z tego źródła energii²⁵.

Z powodu przekonania o ograniczonych zasobach paliw kopalnych i ciągłym wzroście ich cen, przy projektowaniu polityki energetycznej i klimatycznej Unii Europejskiej (nastawionej na wspieranie wybranych technologii OZE) nie doceniono tempa rozwoju technologii poszukiwania i wydobywania paliw konwencjonalnych. Technologie te doprowadziły do zwielokrotnienia zasobów gazu ziemnego i ropy naftowej w stosunku do wcześniejszych szacunków oraz do istotnej redukcji emisji związanej z zastępowaniem bardziej emisyjnych paliw kopalnych (węgla) paliwami mniej emisyjnymi (ropa naftowa, gaz ziemny). Co gorsza niejako z boku zostały też tak ważne kwestie jak choćby termomodernizacja budynków (Ramka 2).

RYZIKO BIZNESOWE I REGULACYJNE (KOSZT REGULACJI)

Przy poszukiwaniu nowych, rewolucyjnych rozwiązań w energetyce warto czerpać z doświadczeń branży informatycznej (IT). Do niezwykle szybkiego rozwoju tego sektora przyczyniła się niezliczona liczba wynalazków i patentów, które zyskały akceptację rynku. Rozwój ten przebiegał pod dyktando końcowego odbiorcy, a nie producenta. Jeszcze pięć lat temu Steve Ballmer wyśmiewał telefon bez klawiatury, a dzisiaj, pod wpływem klientów, kierowany przez niego Microsoft wprowadził na rynek tablet Surface z dotykowym ekranem. Analogicznie do tego przykładu można założyć, że przyszłość energetyki to uwzględniające potrzeby konsumenta innowacje, złożone z tych technologii, które już są dostępne oraz z tego, czego już się szuka i co będzie oferować w przyszłości sektor badań i rozwoju (B+R).

Rozwój sektora B+R można stymulować, nie można jednak zaplanować rezultatów wsparcia. Nie można – zanim rynek o tym zdecyduje – zadeklarować, że technologia A ma przyszłość, a technologia B jest *passé*. W biznesie postawienie na złego konia kończy się bankrutem firmy. Rynek się od tego nie zawali, bo na jej miejsce przyjdzie inna. Jest to ryzyko biznesowe. Jednak w przypadku, gdy na konia stawiają urzędnicy, koszty bankructwa są *niepomiarowo* wyższe i często ponoszą je podatnicy, bezpośrednio lub pośrednio. Jest to ryzyko regulacyjne. Wysoki koszt związany z ryzykiem regulacyjnym polega także na tym, że administracja niełatwo przyznaje się do błędów i pozostaje pod silnym wpływem lobbingu ze strony beneficjentów administracyjnych wyborów.

Problem dzisiejszych OZE polega na tym, że są to biznesowe konie wytypowane i obstawione w drodze administracyjnych decyzji. Ponieważ zarządzanie ryzykiem biznesowym nie jest domeną administracji, wybiera się wyłącznie te rozwiązania, które już funkcjonują, i liczy na to, że taki wybór redukuje ryzyko. Wybrane urządzenia (technologie) są następnie produkowane i instalowane w dużej skali, wyłącznie dzięki hojnym subsydiom. W ten sposób **pieniądz publiczny dokonuje petryfikacji technologii zamiast prowokować poszukiwania nowych, lepszych rozwiązań. Jest to jedna z przyczyn stagnacji w gospodarce Unii.** Z jednej strony określa się innowacyjność jako priorytet unijnej polityki gospodarczej (strategia lizbońska), z drugiej – narzędziami finansowymi wspiera się technologie już istniejące, co utrudnia dopływ kapitału do firm faktycznie innowacyjnych.

²⁵ Biomasa pochodząca z odpadów leśnych ma inny bilans emisji niż biomasa pochodząca ze specjalnych upraw roślin energetycznych. W tym drugim przypadku trzeba doliczyć emisje związane z kultywacją gleby.

W biznesie postawienie na złego konia kończy się bankrutem firmy. Rynek się od tego nie zawali, bo na jej miejsce przyjdzie inna. Jednak w przypadku, gdy na konia stawiają urzędnicy, koszty bankrutwa są niepomiarne wyższe i zwykle ponoszą je podatnicy, bezpośrednio lub pośrednio.

ROLA PAŃSTWA W SEKTORZE ENERGII: KOSZT BEZPIECZEŃSTWA

Przyszłość sektora energii od dawna jest jednym z najważniejszych tematów politycznych, zarówno w kontekście krajowego bezpieczeństwa energetycznego, jak i w wymiarze globalnym – ochrony klimatu i budowy gospodarki niskoemisyjnej. Nie ma wątpliwości, że aby sprostać tym wyzwaniom, w globalnym sektorze energii potrzebne są głębokie, innowacyjne zmiany, na miarę rewolucji IT, która zmieniła nasze sposoby komunikacji i przekształciła świat w globalną wioskę.

Nie da się przewidzieć, a tym bardziej zaplanować przyszłości sektora energii. Można i należy ją jednak świadomie kształtować. Duży wpływ na kształt *energy mix* przyszłości, mają instytucje państwa, tak na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym. Funkcje, jakie pełnią w sektorze energii, wynikają w prostej linii z odpowiedzialności państwa za bezpieczeństwo dostaw energii (potrzebnej ilości, w odpowiednim czasie, po społecznie akceptowalnej cenie) oraz za bezpieczeństwo środowiska naturalnego, w którym żyjemy. Wypełnianie tych funkcji nie wymaga jednak, by instytucje państwa zawsze i wszędzie angażowały się bezpośrednio w proces produkcji energii.

W wielu krajach państwo jest właścicielem podmiotów zajmujących się produkcją energii, ponieważ jest ona skoncentrowana w dużych przedsiębiorstwach, uznawanych za strategiczne. Koncentracja produkcji energii jest pochodną technologii produkcji i ekonomiki skali oraz gigantycznych nakładów inwestycyjnych,

wymagających gwarancji skarbu państwa. Rozwój technologii produkcji energii ze źródeł odnawialnych stopniowo zmienia tę perspektywę. Szczególnie wyraźnym przykładem jest energetyka rozproszona, zwana także prosumencką, polegająca na wykorzystaniu alternatywnych źródeł energii (wiatraków, paneli słonecznych, spalarni śmieci, pomp geotermicznych) do produkcji energii na własne potrzeby, z możliwością sprzedaży jej nadwyżek do sieci. Zarówno instalacja jak i finansowanie tych mikroinstalacji (przez komercyjny kredyt bankowy) może odbywać się bez udziału państwa. Rola państwa w przypadku energetyki rozproszonej sprowadza się do wyznaczania standardów bezpieczeństwa instalacji, regulacji dotyczących podłączania ich do sieci oraz regulacji umożliwiających rozwój sieci przez masowe przyłączanie indywidualnych mikroelektrowni²⁶.

We wszystkich procesach produkcji energii na dużą skalę powstają różne efekty uboczne: uciążliwe dla mieszkańców zanieczyszczenie gleby, wody i powietrza, zmiany w ekosystemach czy pogorszenie walorów krajobrazowych. Łagodzenie tych niepożądanych efektów należy do instytucji państwa. Państwo wypełnia tę funkcję przez ustalanie zasad korzystania z zasobów naturalnych i wprowadzanie opłat za ich wykorzystywanie, a także przez określenie warunków, które muszą spełnić instalacje energetyczne. W procesie regulacji niezbędne jest zwracanie uwagi na to, by koszty ponoszone przez odbiorców finalnych (wyższe ceny energii i wyższe podatki) były społecznie akceptowalne, ale też by nie odbywały się kosztem wzrostu gospodarczego.

²⁶ Rozwój energetyki prosumenckiej na masową skalę wymagałby od państwa przededefiniowania swojej strategicznej roli poprzez przeniesienie akcentu z bezpieczeństwa silnie skoncentrowanej produkcji (jak to ma miejsce obecnie) na bezpieczeństwo systemów odbioru, przesyłu i dystrybucji energii.

Energetyka prosumencka – nowy, ważny trend w sektorze energii, polegający na wykorzystaniu niewielkich instalacji korzystających z energii odnawialnej (wiatraków, paneli słonecznych, spalarni śmieci, pomp geotermicznych) do produkcji energii na własne potrzeby, z możliwością sprzedaży jej nadwyżek do sieci.

Trwałe podniesienie kosztów produkcji energii tylko na jednym obszarze, *ceteris paribus* prowadzi do utraty konkurencyjności tego obszaru w stosunku do innych obszarów, na których nie podniesiono kosztów produkcji energii. Nie ma znaczenia, czy producenci włączą dodatkowe koszty w cenę energii, czy też cena zostanie utrzymana administracyjnie na niezmiennym poziomie. W pierwszym przypadku mechanizm utraty konkurencyjności jest oczywisty: wyższe ceny energii to wyższe ceny produktów, mniejszy popyt, obniżenie dochodów i wolniejszy wzrost gospodarczy. W drugim przypadku nastąpi obniżenie rentowności inwestycji w energetykę z powodu redukcji marż, obniżenie przyszłej produkcji w stosunku do popytu, co wymusi wzrost cen energii. Nawet jeśli konsumenci są gotowi sfinansować producentom przyrost kosztów produkcji poprzez wyższe podatki (jak to miało miejsce w ostatnich latach w Niemczech czy Danii), otwartość gospodarki powoduje, że inwestowanie tam, gdzie są wyższe niż gdzie indziej podatki, nie jest atrakcyjne.

POLITYKA KLIMATYCZNA, CZYLI SPÓR O PODZIAŁ KOSZTÓW

Zjawisko ocieplenia klimatu, któremu staramy się przeciwdziałać, ma charakter globalny, więc wymaga skoordynowanych działań w skali ogólnoświatowej. Działania podejmowane tylko przez Unię, gdy za liderem nie podążają inni, skazane są na niepowodzenie:

gospodarka Europy traci konkurencyjność, a klimat nie zyskuje, bo następuje zjawisko wycieku emisji (*carbon leakage*), czyli przenoszenia wysokoemisyjnych działalności w inne regiony świata, w których nie ma restrykcyjnej polityki klimatycznej.

Problemem, który poważnie utrudnia osiągnięcie ogólnoświatowego porozumienia w działaniach na rzecz ochrony klimatu, jest podział globalnych kosztów redukcji emisji między poszczególne kraje. Emisje, a tym samym nadmierne stężenie CO₂ w atmosferze w stosunku do epoki przedprzemysłowej, są związane ze wzrostem gospodarczym. Przyczyniły się do tego najbardziej te kraje, które w ciągu ostatnich stu pięćdziesięciu lat miały najszybszy wzrost gospodarczy. Są to kraje najbardziej zaawansowane technologicznie, które mają najwyższy poziom PKB na mieszkańca.

Społeczeństwa wielu krajów zamożnych domagają się skutecznych działań na rzecz ochrony klimatu. Żądania te kierują pod adresem krajów wschodzących i rozwijających się, które zwykle w energetyce nadal korzystają intensywnie z węgla i przyczyniają się najbardziej do przyrostu globalnych emisji. Niestety bogate kraje nie chcą partycypować w kosztach redukcji emisji stosownie do swojej roli w doprowadzeniu do problemu nadmiernego stężenia CO₂ w atmosferze, co blokuje szansę na zawarcie sprawiedliwego globalnego porozumienia w sprawie ochrony klimatu.

Rysunek 5. Globalne ocieplenie - kto się przyczynił

w wartościach bezwzględnych

skumulowane emisje gazów cieplarnianych 1850 – 2005 w miliardach ton

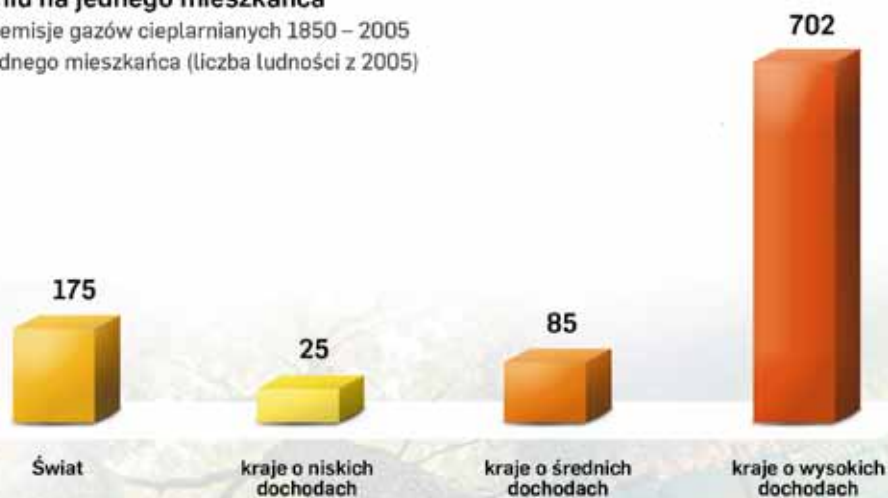


Źródło: Obliczenia własne na podstawie World Development Report, Waszyngton 2008, Bank Światowy

Rysunek 6. Globalne ocieplenie - kto się przyczynił

w przeliczeniu na jednego mieszkańca

skumulowane emisje gazów cieplarnianych 1850 – 2005 w tonach na jednego mieszkańca (liczba ludności z 2005)



Źródło: Obliczenia własne na podstawie World Development Report, Waszyngton 2008, Bank Światowy



INNOWACJE, CZYLI SPOSÓB NA ROZWÓJ NOWYCH TECHNOLOGII

Decyzje w sprawie wyboru technologii pozyskiwania i przetwarzania energii powinny być w największym możliwym stopniu pozostawione sektorowi prywatnemu. Gdzie zatem szukać tych nowych, rewolucyjnych, ekonomicznie opłacalnych technologii w energetyce? Odpowiedź brzmi: w innowacjach.

Z ekonomicznego punktu widzenia innowacjami są takie nowe projekty (produkty, usługi, technologie), które już znalazły masowego odbiorcę i okazały się opłacalne finansowo. Z tego powodu nie można przewidzieć, który nowy projekt stanie się innowacją, a który nie. Dlatego też przedsięwzięcia innowacyjne to projekty o innym profilu ryzyka niż tradycyjne projekty biznesowe (na przykład inwestycje modernizacyjne), ponieważ nie wiadomo, czy się powiodą (czy znajdą masowego odbiorcę i staną się opłacalne finansowo). Profil ryzyka projektów innowacyjnych charakteryzuje bardzo wysoka oczekiwana stopa zwrotu w przypadku

sukcesu (wynikająca ze statystycznie niskiego prawdopodobieństwa sukcesu) oraz długi okres realizacji projektu powiązany z koniecznością zaangażowania (a więc zamrożenia) dużego kapitału.

W przypadku innowacji w energetyce popyt i akceptacja masowego odbiorcy nie stanowią problemu. Energia jest potrzebna wszystkim, a tańsze źródła energii zawsze wypierają te droższe. Jest natomiast problem z finansowaniem inwestycji, na który dodatkowo nakłada się ryzyko regulacyjne. Jeśli jednak uwzględni się hojność unijnych dotacji do OZE i rosnącą popularność obligacji klimatycznych, nie powinno być problemu z kapitałem. Niestety obecnie jest on pochłaniany przez dotacje do ekonomicznie nieefektywnych technologii.

Osobnym zagadnieniem rozwoju OZE w Unii jest sposób dofinansowywania tych technologii wiążący się z praktyką dysponowania środkami publicznymi, polegający na unikaniu ryzyka popierania pojedynczych, nowatorskich projektów i na inwestowaniu publicznych pieniędzy w to, co już istnieje. Tymczasem energetyka

Obligacje klimatyczne – papiery dłużne emitowane przez przedsiębiorstwa, banki i samorządy, żeby sfinansować projekty inwestycyjne, które przyczyniają się do budowy gospodarki niskoemisyjnej. Według metodologii przyjętej przez HSBC, opublikowanej w raporcie w 2013 roku, która obejmuje siedem obszarów inwestycyjnych związanych z gospodarką niskowęglową (transport; energia; finansowanie przedsięwzięć klimatycznych czyli na przykład emisje banków środowiskowych; budynki i przemysł; rolnictwo, kontrola zanieczyszczeń i odpadów; woda) wartość obligacji związanych z ochroną klimatu wyniosła w 2013 roku 346 mld \$ (w 2012 roku było to 174 mld \$, czyli nastąpił szybki wzrost). Są to obligacje wydane od 2005 roku i niewykupione jeszcze w marcu 2013 roku. HSBC uznał, że 1200 obligacji wyemitowanych przez 260 podmiotów spełniało warunki obligacji klimatycznych (climate bonds).

potrzebuje innego modelu finansowania innowacji. W proces tworzenia innowacji w energetyce muszą zostać zaangażowane trzy grupy podmiotów: nauka (gdzie powstają pomysły na OZE), biznes (który kupi OZE i będzie produkował energię lub urządzenia redukujące jej zużycie) i państwo (które z jednej strony współfinansuje naukę, a z drugiej odpowiada za bezpieczeństwo energetyczne).

Każdy z tych graczy ma swój własny cel. Naukowcom zależy na punktacji w rankingach, bo od tego między innymi zależy finansowanie; państwu (instytucjom i urzędnikom) zależy na pieczętkach aprobujących wydatki; biznesowi chodzi o zysk.

Poza tym wszyscy gracze mają awersję do nadmiernego ryzyka. Nauka prowadzi te badania, na które dostaje finansowanie. Wyniki badań naukowych dotyczące OZE nie są produktami, które kupi biznes, gdyż są obciążone wysokim i niemierzalnym ryzykiem o charakterze poznawczym. Nie wiadomo przecież, czy wyniki teoretycznych badań i laboratoryjnych eksperymentów zostaną potwierdzone przez innych uczonych, czy uda się je powtórzyć lub przeprowadzić w szerszej skali. Biznes, nawet ten wysokiego ryzyka (*venture capital*), interesuje się takimi projektami, które są już na etapie prototypów, to znaczy projektami, które nadal są ryzykowne, ale już można zobaczyć, jak działają. Nadal są to jednak projekty o ryzyku, którego nie mogą

zaakceptować producenci energii. Państwo dysponuje pieniędzmi w postaci grantów, które są jednak tak skonstruowane, że mogą co najwyżej dofinansować badania, ale w żaden sposób nie przyczyniają się do obniżenia ryzyka dla biznesu. Taka sytuacja w Polsce (i w Unii Europejskiej) ma swoje korzenie w strukturze sektora finansowego, którego podstawą są banki.

Jeśli chcemy rozwijać innowacje, musimy skupić się na kilku zagadnieniach. Najistotniejszym jest finansowanie dwóch etapów innowacji: studium wykonalności (*feasibility study*) i konstrukcji prototypu (instalacji demo). Te dwie fazy przekształcenia pomysłu w produkt komercyjny z jednej strony już znajdują się poza obszarem zainteresowania i finansowania nauki, a z drugiej wciąż są zbyt ryzykowne dla biznesu. W tej dziurze w finansowaniu grzęźnie zbyt wiele pomysłów. Rozwiązaniem byłoby rozszerzenie finansowania z środków publicznych, tak by objąć nim studium wykonalności i w pewnym zakresie budowę prototypu. Poza tym potrzebne są rozwiązania umożliwiające biznesowi angażowanie się w projekty wysokiego ryzyka. Ścieżką do osiągnięcia sukcesu w budowie klimatu innowacyjności nie jest zmniejszanie ryzyka pojedynczej innowacji, czyli inaczej ryzyka pomysłodawcy. Można natomiast (i trzeba) zmniejszyć ryzyko finansowania przez tworzenie portfeli projektów. W ten sposób kapitał prywatny wysokiego ryzyka z doskonałym skutkiem finansuje innowacje na przykład w Stanach Zjednoczonych.



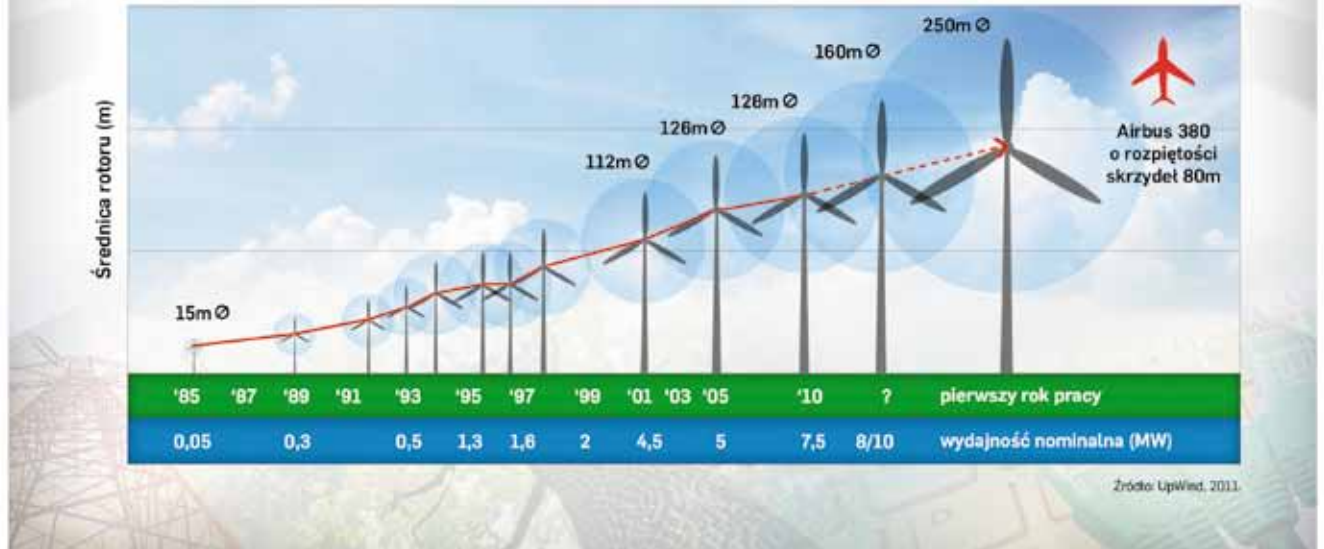
Jeżeli w danym kraju nie ma wystarczająco dużo takiego kapitału, potrzebna jest inżynieria finansowa, aby stworzyć system finansowania innowacji. Inżynieria finansowa, która zmusza do współpracy państwo i biznes. Państwo powinno finansować innowacje w taki sam sposób, jak naukę, czyli z podatków i nie oczekiwać zwrotu z każdego projektu, ale liczyć na zwrot z podatków od produkcji w przyszłości. W takim systemie biznes będzie tworzył fundusze z myślą o zysku.

CZY TAŃSZE PALIWA KOPALNE ZAGRAŻAJĄ ROZWOJOWI OZE?

Paliwa kopalne (gaz ziemny) nie są zagrożeniem dla przyszłych technologii OZE. Wręcz przeciwnie, dzięki pojawieniu się nowych, wydobywalnych zasobów gazu ziemnego i ropy naftowej zyskujemy czas niezbędny do opracowania nowych, rewolucyjnych technologii korzystania z odnawialnych źródeł energii. Technologii, które jeszcze nie istnieją. Wzrost wydobywalnych

W Uni Europejskiej oraz w Polsce nie ma źródła finansowania dwóch etapów pracy nad innowacjami: studium wykonalności (feasibility study) i konstrukcji prototypu (instalacji demo). Te dwie fazy przekształcenia pomysłu w produkt komercyjny z jednej strony już znajdują się poza obszarem zainteresowania i finansowania nauki, a z drugiej wciąż są zbyt ryzykowne dla biznesu. W tej dziurze w finansowaniu grzęźnie zdecydowanie zbyt wiele pomysłów.

Rysunek 9. Zwiększenie rozmiaru turbin wiatrowych od 1985 roku. Czy doszliśmy już do skraju możliwości?



Rysunek 10. Łączny koszt inwestycji w OZE musi obejmować koszt ich integracji z systemem energetycznym



i ekonomicznie opłacalnych zasobów gazu ziemnego (który jest o połowę mniej emisyjny niż węgiel) stwarza szansę na uwolnienie środków przeznaczanych obecnie na dotacje do już istniejących, nieefektywnych technologii OZE. Umożliwia też być może skierowanie tych środków w stronę tworzenia warunków do rozwoju prawdziwych innowacji. Innowacji, które są niezbędne, ponieważ obecne OZE nie dają szans na rozwiązanie wyzwań stojących przed współczesną energetyką z powodu ograniczeń technologicznych, a także dodatkowych kosztów, które ujawniają się przy ich samodzielnym stosowaniu na dużą skalę. Pojedyncze urządzenia (przetworniki) OZE (wiatraki, panele słoneczne) są projektami o relatywnie małej mocy. Powiększanie mocy jednostkowej wiąże się z powiększaniem samych urządzeń, co napotyka bariery nie tylko technologiczne, ale i środowiskowe.

Przy dużej skali produkcji energii tryb pracy tych urządzeń (wahania strumienia produkowanej energii) stwarza problemy odbioru energii, co jest barierą dla instalowanych mocy. Instalacja urządzeń na dużą skalę, znaczącą w bilansie energetycznym kraju, wymaga dużych obszarów, które zostają wyłączone z alternatywnych zastosowań. Ponadto ekonomiczna efektywność tych urządzeń może różnić się od efektywności technologicznej (inżynierskiej) – urządzenia opłacalne w pojedynczych zastosowaniach lub zastosowaniach na małą skalę przestają być opłacalne, gdy są instalowane na szeroką skalę (Rysunek 10).

Dużym wyzwaniem związanym z wykorzystaniem energii wiatru i energii słonecznej jest to, że farmy wiatrowe i słoneczne wymagają zapasowych mocy w postaci elektrowni gazowych, które są potrzebne, gdy nie ma wiatru lub nie świeci słońce. Budowie farm wiatrowych i słonecznych musi towarzyszyć budowa elektrowni gazowych. Równocześnie jednak farmy wiatrowe i słoneczne stanowią zagrożenie dla energetyki gazowej, bo w okresach produkcji energii z OZE energia z gazu jest niepotrzebna, a więc nieopłacalna. Aby mieć zapasowe moce dla instalacji OZE trzeba więc płacić za zainstalowaną moc, a nie produkowaną energię, co powiększa koszt OZE i obniża opłacalność tych technologii dla gospodarki.

Wyobraźmy sobie, że dany kraj decyduje się wytwarzać całość energii z farm wiatrowych. Ponieważ wiatr nie zawsze wieje, konieczne jest także posiadanie zapasowych mocy w postaci energii z innych źródeł. Zamiast jednego systemu energii trzeba więc wybudować dwa – inaczej odbiorcy energii nigdy nie będą mieli pewności, czy w gniazdku płynie prąd. Podobnie jest z kosztami odbioru energii odnawialnej związanymi z przebudową i dostosowaniem sieci do pracy w warunkach dużej niestabilności dostaw energii z tych źródeł. W rachunku opłacalności inwestycji w odnawialne źródła energii należy zatem uwzględnić zarówno koszty zapasowych mocy, jak i dodatkowe koszty związane z utrzymaniem stabilności systemu energetycznego, gdy jest zasilany w dużej mierze przez odnawialne źródła energii. Uwzględnienie pełnych kosztów integracji energii odnawialnej podnosi koszt funkcjonowania całego systemu energetycznego, co obciąża odbiorców finalnych.

WNIOSKI

- 1. Energię należy postrzegać przez pryzmat technologii.**
- 2. Zrównoważony rozwój oznacza taką samą dbałość o kwestie rozwoju gospodarki, jak o ochronę środowiska i bezpieczeństwo dostaw.**
- 3. Wszelkie decyzje państwa dotyczące ochrony środowiska i klimatu oraz zapewnienia bezpieczeństwa dostaw muszą uwzględniać także czynniki ekonomiczne, w tym dostępność energii dla wszystkich.**
- 3. Regulacje powinny uwzględniać stopień dojrzałości technologii pozyskiwania energii.**
- 4. Nie da się osiągnąć celów klimatycznych w izolacji.**
- 5. Podstawą polityki klimatycznej musi być sprzyjanie innowacjom. Wspieranie technologii już istniejących opóźnia osiągnięcie tych celów.**

Postrzeganie energii przez pryzmat technologii ma tę zaletę, że przy ocenie nowych technologii odchodzi się od mylącego podziału pierwotnych źródeł energii na brudne (za jakie uznaje się surowce kopalne) i czyste (za jakie uznaje się energię wiatru czy energię słoneczną). Dzięki temu można się skoncentrować na tym, w jakim stopniu oceniane technologie przyczynią się do realizacji wszystkich priorytetów zrównoważonego rozwoju.

Bezpieczeństwo dostaw jest jednym z trzech priorytetów zrównoważonego rozwoju. Priorytet ten najlepiej spełniają technologie sięgające do pierwotnych źródeł energii zlokalizowanych na danym terytorium. W przypadku Unii Europejskiej spełnienie tego priorytetu jest silnie powiązane ze stopniem integracji jej gospodarki. Im bardziej zintegrowana jest gospodarka Unii, tym większa jest skłonność krajów członkowskich do uznawania za bezpieczne pierwotnych źródeł energii, zlokalizowanych na terytorium Unii.

Kolejnym priorytetem jest ograniczanie negatywnego wpływu technologii stosowanych w sektorze energii na środowisko naturalne i klimat. Jednak ocena tego, jak dana technologia sprzyja realizacji tego priorytetu jest trudna z co najmniej dwóch powodów. Wszystkie technologie pozyskiwania energii są inwazyjne dla środowiska naturalnego, a skala ich negatywnego wpływu zależy od skali stosowania konkretnej technologii. W przypadku nowych technologii trudno to ocenić, ponieważ w początkowej fazie są one stosowane na niewielką skalę. Ocena negatywnego wpływu konkretnych technologii na klimat wymaga badania i porównywania emisyjności w pełnym cyklu (od pozyskiwania do finalnego zużycia energii) oraz przypisania całości emisji w miejscu zużycia energii. W praktyce mamy do czynienia z przypisywaniem emisji w miejscu pobierania energii ze źródeł pierwotnych, co skutecznie zniekształca informację o emisyjności pełnego cyklu technologicznego.

Trzecim priorytetem zrównoważonego rozwoju jest kryterium równości społecznej w dostępie do energii. Jest to podejście społeczno-ekonomiczne, w którym podkreśla się, że pełne koszty energii nie mogą być zbyt wysokie w stosunku do dochodu narodowego. Rachunki

za przyjęcie dwóch pierwszych kryteriów płaci podatnik. Opłaty są zawarte bezpośrednio w cenie energii i/lub w odpowiednio wyższych podatkach i łącznie składają się na całkowite koszty energii ponoszone przez gospodarstwa domowe. Im wyższy jest udział kosztów energii w dochodach gospodarstw domowych, tym trudniej o równość obywateli w dostępie do energii.

Każda technologia w inny sposób wpisuje się w ten układ trzech priorytetów, a dokonywane wybory są najczęściej ustępstwem w zakresie realizacji jednego z nich lub dwóch na rzecz pozostałych. Poprawa we wszystkich trzech wymiarach następuje rzadko, zwykle w wyniku rewolucyjnych innowacji.

O ile w przypadku dwóch pierwszych obszarów dokonywanie wyborów leży w kompetencjach państwa, związanych z bezpieczeństwem energetycznym i ochroną środowiska naturalnego i klimatu, to poziom trzeciego (koszt energii w stosunku do dochodu) wynika bezpośrednio z dwóch pozostałych i jest kształtowany przez mechanizmy ekonomiczne. Jest to ważny wniosek wpływający na oceny nowych technologii. Decyzje dotyczące stopnia bezpieczeństwa energetycznego oraz stopnia ochrony środowiska naturalnego i klimatu powinny uwzględniać wpływ, jaki będą miały na całkowity koszt energii w stosunku do dochodu. Również poprawa konkurencyjności gospodarki Unii Europejskiej w porównaniu z konkurencyjnością jej partnerów gospodarczych wymaga, by produkować energię jak najtaniej, w ramach społecznie zaakceptowanych norm bezpieczeństwa energetycznego i ochrony klimatu oraz środowiska.

Globalizacja gospodarki i sektora energii doprowadziła do tego, że ceny produktów będących przedmiotem handlu międzynarodowego oraz ceny energii są ustalane na rynkach międzynarodowych i są podobne dla wszystkich. Różnice dotyczą natomiast kosztów energii i kosztów pracy. Kraj, który produkuje drożej niż inne kraje, musi się pogodzić z obniżeniem pozycji konkurencyjnej. Pozycję konkurencyjną można utrzymać, jeśli wyższe koszty energii w przeliczeniu na jednostkę produktu zostaną skompensowane przez odpowiednio wysokie efekty postępu technologicznego i organizacyjnego oraz przez kontrolowanie tempa wzrostu płac nominalnych

w gospodarce, by kształtowało się ono odpowiednio poniżej tempa wzrostu wydajności pracy – co też jest społecznie trudne do zaakceptowania.

Dostępne obecnie technologie nie mogą sprostać wyzwaniu, jakim jest przechodzenie do gospodarki niskoemisyjnej. Ich wprowadzenie może przynieść pewne efekty w perspektywie do 2020 roku, ale na razie tylko technologia nuklearna oferuje w tej perspektywie duży przyrost podaży niskoemisyjnej energii. Dlatego, aby zmniejszyć w przyszłości uzależnienie od energetyki jądrowej, podstawą polityki energetycznej i klimatycznej musi być polityka pobudzająca już dzisiaj rozwój nowych technologii.

Budowanie gospodarki niskoemisyjnej jest przede wszystkim wyzwaniem technologicznym, co prowadzi do dwóch istotnych konkluzji dotyczących polityki energetycznej i klimatycznej. Po pierwsze bardzo dużą rolę w przechodzeniu do gospodarki niskoemisyjnej odegrają technologie przyszłości (o których dzisiaj niewiele lub nic nie wiemy), więc decydowanie, które ze znanych dzisiaj technologii należy wspierać, jest loterią, a za ryzyko płaci podatnik i konsument energii. Po drugie jedyną ścieżką do sukcesu w polityce energetycznej i klimatycznej jest gospodarka innowacyjna. Dlatego prawdziwym wyzwaniem dla polityki energetycznej i klimatycznej jest skoncentrowanie uwagi na bodźcach pobudzających rozwój nowych technologii, w tym na stworzeniu systemu finansowania innowacji dostosowanego do specyfiki i cyklu życia projektów innowacyjnych.

