

27 Pięć planów energetycznych

Jeżeli chcemy uniezależnić się od paliw kopalnych, potrzebujemy radykalnego planu działań. I plan ten musi stanowić logiczną i sensowną całość. Będzie również potrzebował politycznej i finansowej mapy drogowej. Ani polityka, ani ekonomia nie znajdują się w sferze zainteresowań tej krótkiej książki, ograniczę się więc do omówienia technicznej strony takiego spójnego planu.

Istnieje wiele planów, które składają się w spójną całość. W tym rozdziale omówię pięć z nich. Żadnego z tych scenariuszy nie należy traktować jako rozwiązania rekomendowanego przez autora. Moja jedyna rekomendacja brzmi:

Dopilnujcie, by Wasze polityki opierały się na spójnym scenariuszu!

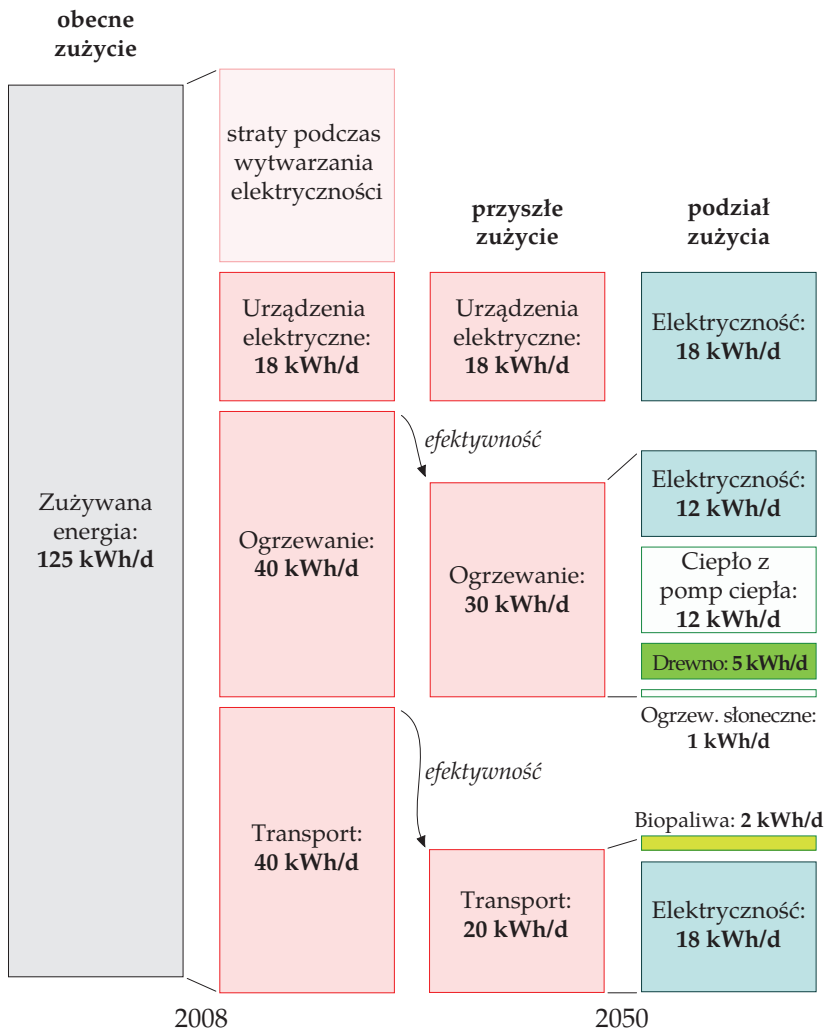
Każdy plan składa się z części dotyczącej popytu i podaży – musimy określić, ile energii będzie zużywał nasz kraj i jak tę energię wyprodukować. By uniknąć wielostronicowych elaboratów, znów posłużę się modelową Brytanią, gdzie energię zużywamy tylko na trzy sposoby: w transporcie, ogrzewaniu i jako elektryczność. To drastyczne uproszczenie pomijające przemysł, rolnictwo, produkcję żywności, import itd. Może to być jednak pomocne, bo umożliwi nam szybkie porównanie i skontrastowanie alternatywnych scenariuszy. Będziemy kiedyś potrzebowali bardziej szczegółowego planu, jednak dzisiaj meta jest jeszcze tak odległa, że prosty model wydaje się najlepszym sposobem wychwycenia istotnych zagadnień.

Zaprezentuję kilka planów, które uważam za technicznie wykonalne w Wielkiej Brytanii do roku 2050. Wszystkie będą miały to samo założenie odnośnie konsumpcji. Podkreślam, nie oznacza to, że uważam ten plan konsumpcji za prawidłowy lub jedyny słuszny. Chcę tylko oszczędzić Ci mnożenia scenariuszy. Po stronie produkcji opiszę kilka rozwiązań o różnym udziale odnawialnych źródeł energii, „czystego” węgla i atomu.

Obecna sytuacja

Oto, jak wygląda dziś sytuacja w modelowej Brytanii. W transporcie (zarówno ludzi, jak i towarów) zużywa się 40 kWh na osobę dziennie. Większość tej energii jest konsumowana w postaci benzyny, diesla lub nafty lotniczej. Ogrzanie pomieszczeń i wody pochłania 40 kWh na osobę dziennie. Dziś duża część tej energii pochodzi z gazu. Podaż energii elektrycznej sumuje się do 18 kWh/d/o, a opiera się na paliwach o wartości energetycznej 45 kWh/d/o (głównie węgiel, gaz i atom). Pozostałe 27 kWh/d/o ulatuje wieżą chłodniczą (25 kWh/d/o) i jest tracone w przesyłce siecią rozdzielczą (2 kWh/d/o). Całkowity wkład energetyczny do dzisiejszej modelowej Brytanii wynosi zatem 125 kWh/d/o.

Wiedząc, że Polacy aspirują do zachodniego sposobu życia, a także aby nie mnożyć scenariuszy, założymy, że planujemy podobne zużycie energii jak w Wielkiej Brytanii.



Rys. 27.1. Obecne zużycie energii na osobę w modelowej Brytanii 2008 (dwie lewe kolumny) i plan konsumpcji na przyszłość z prognozowanym rozbićciem na poszczególne paliwa (dwie prawe kolumny). W tym planie zakładamy, że podaż energii elektrycznej wzrośnie z 18 do 48 kWh/o dziennie. UWAGA: dla Polski biopaliwa 6 kWh/d/o, a więc mniej elektryczności w transporcie.

Cechy wspólne wszystkich pięciu planów

W mojej modelowej Brytanii przyszłości zużycie energii spadnie dzięki zastosowaniu w transporcie i ogrzewaniu technologii bardziej efektywnych energetycznie.

We wszystkich pięciu scenariuszach transport jest w dużym stopniu zelektryfikowany. Silniki elektryczne mają większą sprawność niż benzynowe, maleje więc zapotrzebowanie na energię. Transport publiczny (w przeważającej mierze napędzany prądem) jest lepiej zintegrowany, lepiej zarządzany i bardziej odpowiada potrzebom użytkowników. Zakładam, że elektryfikacja da nam transport blisko cztery razy bardziej efektywny energetycznie i że wzrost gospodarczy pozre część tych oszczędności. Rezultatem netto będzie więc obniżenie konsumpcji energii w transporcie o połowę. Jest kilka ważnych typów pojazdów, których nie da się przerobić na prąd i na ich potrzeby produkujemy nasze własne paliwa płynne (np. biodiesel, biometanol lub bioetanol z celulozy). W transporcie zużywamy 18 kWh/d/o prądu

i kWh/d/o paliw płynnych. Akumulatory pojazdów elektrycznych służą do magazynowania energii, „wygładzając” wahania w popycie i podaży prądu. Na potrzeby produkcji biopaliw przeznaczamy około 12% powierzchni Wielkiej Brytanii (500 m² na osobę), przy założeniu, że produkcja biopaliw opiera się na roślinach o sprawności fotosyntezy 1% i że konwersja rośliny w paliwo odbywa się ze sprawnością 33%. Opcjonalnie, biopaliwa można importować, o ile potrafimy przekonać inne kraje, by na produkcję biopaliw na nasze potrzeby przeznaczyły areał rozmiaru Walii.

We wszystkich pięciu planach zużycie energii na ogrzewanie spada, z uwagi na lepsze ocieplenie wszystkich budynków i lepszą kontrolę temperatur (dzięki termostatom, edukacji i promocji ciepłych sweterków noszonych przez seksownych celebrytów). Nowe budynki (czyli wszystkie zbudowane po 2010 roku) są rzeczywiście bardzo dobrze izolowane i praktycznie nie potrzebują ogrzewania. Stare budynki (które wciąż będą stanowić większość w 2050 roku) są ogrzewane głównie przez powietrzne i gruntowe pompy ciepła. Część wody podgrzewana jest za pomocą kolektorów słonecznych (2,5 metra kwadratowego na każdym domu), część prądem, a część pompami ciepła. Niektóre budynki, usytuowane w pobliżu dobrze zarządzanych lasów i plantacji roślin energetycznych są ogrzewane biomasą. W ten sposób zużycie energii na ogrzewanie spada z 40 kWh/d/o do 12 kWh/d/o z prądu, 1 kWh/d/o z kolektorów słonecznych oraz 5 kWh/d/o z drewna.

Drewno do ogrzewania (lub też kogeneracji) pochodzi z pobliskich lasów i plantacji roślin energetycznych (być może miskant, brzoza lub wierzba) pokrywających obszar 30 000 km² (500 m² na osobę). Odpowiada to 18% gruntów rolnych Wielkiej Brytanii o powierzchni 2800 m² na osobę. Rośliny energetyczne uprawia się głównie na glebach niższej klasy, zostawiając lepsze gleby do produkcji żywności. Każde 500 m² roślin energetycznych dostarcza rocznie 0,5 tony suchej masy o wartości energetycznej około 7 kWh dziennie; z tego blisko 30% jest tracone w procesie produkcji i przesyłu ciepła. Ostatecznie do odbiorców trafia 5 kWh/osobę dziennie.

W moich scenariuszach zakładam, że zużycie **prądu** na sprzęt, oświetlenie i inne tego typu sprzęty utrzyma się na dzisiejszym poziomie. A zatem wciąż potrzebujemy 18 kWh na osobę prądu dziennie. Owszem, efektywność energetyczna oświetlenia ulega poprawie dzięki powszechnemu przejściu na diody świecące (LED). Gadzety też będą pożerać mniej prądu. Niestety, dzięki błogosławieństwu wzrostu gospodarczego gadżetów kupimy więcej – choćby systemy do wideokonferencji, które ograniczą konieczność podróży.

Całkowite zużycie prądu w tym scenariuszu rośnie (transport elektryczny zużywa 18 kWh na osobę dziennie, a pompy ciepła 12 kWh na osobę dziennie) do 48 kWh na osobę dziennie (lub też 120 GW w skali kraju). Zużycie energii elektrycznej w Wielkiej Brytanii niemal się potraja. Skąd weźmiemy całą tę energię?

Zakładamy, że Polak podobnie jak Brytyjczyk będzie potrzebował 18 kWh/d/o prądu do zasilanie urządzeń elektrycznych oraz kolejne 18 kWh/d/o prądu na transport.

Tak jak Wyspiarze, na ogrzewanie spożytkujemy 30 kWh/d/o. Pozyskamy je jednak inaczej. Brytyjskie 30 kWh/d/o David zapewnia za pomocą 5 kWh/d/o ze spalania drewna, 1 kWh/d/o z solarów oraz 24 kWh/d/o z pomp ciepła o sprawności CoP=2 (12 kWh/d/o prądu zmieniającego się

w ciepło oraz 12 kWh/d/o ciepła pozyskanego za pomocą pompy). W Polsce mamy rozwinięte sieci ciepłownicze umożliwiające kogeneracyjne wytwarzanie ciepła w elektrowniach (węglowych, jądrowych, opalanych biomasą i in.) i lepsze warunki do wykorzystania ciepła geotermicznego. Dysponujemy też większą ilością biomasy na potrzeby kotłów grzewczych. Wykorzystanie ciepła z tych źródeł skutkuje mniejszym niż w Wielkiej Brytanii zapotrzebowaniem na prąd w ogrzewaniu – wystarczy nam na to 6 kWh/d/o.

Czyli w sumie Polak będzie potrzebował o 6 kWh/d/o mniej energii elektrycznej niż Brytyjczyk – 44 kWh/d/o.

Jak wcześniej zauważyliśmy, Polska ma lepsze warunki do produkcji biomasy. Na uprawy biopaliw przeznaczymy 30% powierzchni Polski (ponad 55% gruntów rolnych), co da 2500 m² na osobę. Możemy ten areal zmniejszyć, wykorzystując do celów energetycznych drewno i odpady z lasów. Podobnie jak Brytyjczycy 500 m² przeznaczymy na biopaliwa (2 kWh/d/o), a resztę wykorzystamy częściowo do produkcji prądu (biogazownie i elektrownie na biomasę wytwarzające prąd i ciepło w skojarzeniu), a częściowo bezpośrednio do ogrzewania. Łącznie biomasa (poza biopaliwami) da nam około 20 kWh/d/o (z możliwością pozyskiwania z niej prądu ze sprawnością 33%).

Omówmy niektóre rozwiązania. Nie wszystkie są zrównoważone w przyjętym tutaj rozumieniu, ale wszystkie są niskoemisyjne.

Produkujemy dużo prądu – nasze składowe

By zapewnić bardzo dużo energii elektrycznej, każdy plan w pewnym stopniu opiera się na energii wiatrowej lądowej i morskiej, w pewnym stopniu na fotowoltaice, być może na imporcie energii solarnej z pustyni, na spalaniu odpadów (włączając odpadki domowe i odpady rolnicze), energetyce wodnej (na dzisiejszym poziomie), być może energii fal, pływowych zaporach i lagunach oraz elektrowniach wykorzystujących prądy pływowe, być może na energetyce jądrowej i być może też na „czystym paliwie kopalnym”, czyli węgla spalany w elektrowniach wychwytyjących i składujących dwutlenek węgla. Każdy plan zakłada wyprodukowanie średnio 50 kWh/o dziennie – to zaokrąglenie zapotrzebowania średniego rzędu 48 kWh/o dziennie, uwzględniające straty w przesyłce siecią rozdzielczą.

Niektóre plany obejmują import energii. Dla porównania warto sprawdzić ile energii importujemy dzisiaj. Dowiadujemy się, że w 2006 roku Wielka Brytania importowała 28 kWh/o dziennie paliw pierwotnych – to 23% ich zużycia. W imporcie dominuje węgiel (18 kWh/os dziennie), ropa naftowa (5 kWh/o dziennie) i gaz ziemny (6 kWh/o dziennie). Sprowadzanie paliwa jądrowego (uran) zazwyczaj nie jest traktowane jako import, bo łatwo tu zgromadzić zapasy.

W 2009 roku Polska importowała w paliwach 32 kWh/o dziennie, z czego 24 kWh/o dziennie przypadało na ropę, a 8 kWh/o dziennie na gaz ziemny.

We wszystkich pięciu planach zakładam rozwój systemów spalania odpadów komunalnych. Zamiast na wysypiskach prawie wszystkie odpady, których nie można poddać recyklingowi, lądują w piecu. Spalenie 1 kg odpadów na osobę dziennie dostarcza około 0,5 kWh/o prądu dziennie. Podobna ilość odpadów

rolnych dostarcza 0,6 kWh/os dziennie. Spalenie tych odpadów i przekształcenie ich w energię wymaga jakichś 3 GW mocy, a to dziesięć razy więcej niż całkowita moc spalarni w roku 2008 (rys. 27.2). W Londynie (7 mln mieszkańców) powstałoby 12 spalarni o mocy 30 MW, takich jak spalarnia SELCHP w południowym Londynie (patrz: str. 302). W Birmingham (1 mln mieszkańców) wybudowano by dwie. Na każde dwustutysięczne miasto przypadłaby spalarnia o mocy 10 MW. Obawy, że spalenie odpadów na taką skalę byłoby trudne, brudne i niebezpieczne, powinien rozwiązać rys. 27.3 pokazujący, że wiele krajów europejskich spala znacznie więcej odpadów na osobę niż Wielka Brytania. Fanami spalania są: Niemcy, Szwecja, Dania, Holandia i Szwajcaria, a są to kraje, które trudno podejrzewać o brak higieny! Jedną z zalet tego spalarniowego planu jest eliminacja przyszłych emisji metanu z wysypisk.

Dla Polski również założmy, że spalarnie spalą 1 kg śmieci na osobę dziennie, dostarczając 0,5 kWh prądu na osobę dziennie. Dwukrotnie większa ilość odpadów rolnych na osobę pozwoli nam uzyskać ze spalarni 1,8 kWh/o dziennie.

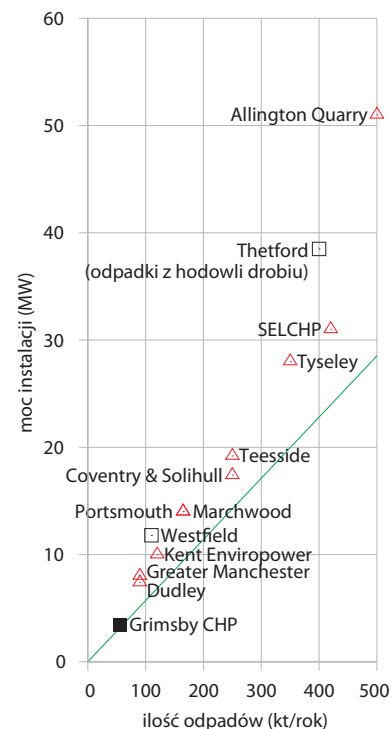
We wszystkich pięciu planach energetyka wodna zapewni 0,2 kWh/o dziennie, tyle samo co dziś.

Obecna moc elektrowni wodnych w Polsce również pozwala na zapewnienie 0,2 kWh/o dziennie. Pozostawmy tę wartość bez zmian.

Samochody elektryczne służą dynamicznej regulacji obciążenia sieci. Ich ładowanie pochłania przeciętnie 45 GW (18 kWh/o dziennie). Przez podłączanie lub odłączanie akumulatorów można by łagodzić fluktuacje energii ze słońca lub wiatru (o ile nie są zbyt duże i nie trwają zbyt długo). Zmiany w zapotrzebowaniu na prąd będą większe niż dzisiaj, bo prąd zastąpi gaz w kuchni i w ogrzewaniu (zob.: rys. 26.16 na str. 209). Radzenie sobie ze skokami poboru rzędu 10 GW, trwającymi nawet 5 godzin, będzie wymagało zbudowania pięciu nowych elektrowni szczytowo-pompowych wielkości Dinorwig (lub też przystosowania istniejących elektrowni wodnych do magazynowania energii). By zmagazynować 50 GWh, potrzeba pięciu elektrowni klasy Dinorwig, każda o mocy 2 GW. Niektóre plany będą wymagały nawet większej liczby elektrowni szczytowo-pompowych. Dodatkowym zabezpieczeniem we wszystkich scenariuszach będzie budowa interkonektora do Norwegii o zdolności przesyłowej 2 GW.

Dla Polski również przyjmijmy wielkość 18 kWh/o dziennie elektryczności do ładowania akumulatorów pojazdów, na co potrzebna będzie średnia moc 30 GW (niższa niż w Wielkiej Brytanii ze względu na mniejszą liczbę ludności). Skoki zapotrzebowania na energię elektryczną ze względu na mniejszą liczbę ludności będą w Polsce mniejsze niż brytyjskie 10 GW, zbudujemy więc elektrownie szczytowo-pompowe zdolne magazynować jedynie 30 GWh (co i tak oznacza zwiększenie o 300% obecnych możliwości magazynowania energii przez nasze elektrownie szczytowo-pompowe).

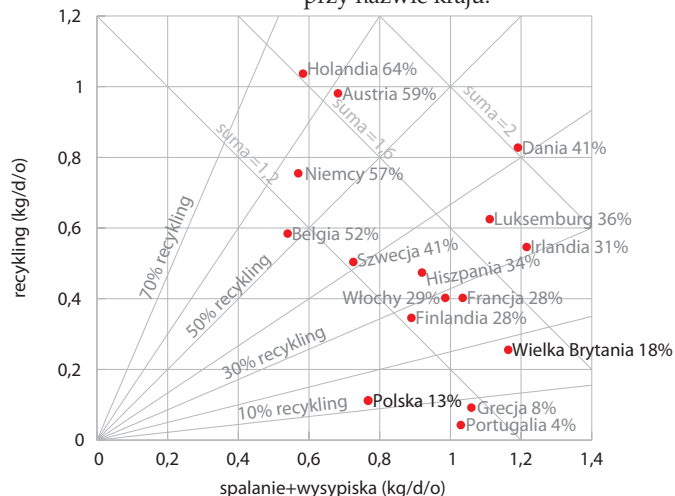
Interkonektory do Skandynawii i Niemiec (a w ogólności paneuropejska sieć energetyczna) również będą pomocne.



Rys. 27.2. Spalarnie odpadów w Wielkiej Brytanii. Linia pokazuje średnią produkcję energii przy założeniu, że 1 kg odpadów to 0,5 kWh prądu.



Rys. 27.3. Po lewej odpady komunalne stałe, składowane, a spalane, w kg na osobę dziennie, w wybranych krajach. Po prawej, ilość odpadów poddanych recyklingowi a odpady składowane lub spalane. Odsetek odpadów poddanych recyklingowi podany przy nazwie kraju.



Produkujemy dużo prądu – Plan D

Plan D (D jak domowa dywersyfikacja) zakłada wykorzystanie szeregu krajowych źródeł elektryczności. Uzależnienie od importu surowców jest relatywnie niewielkie.

A oto skąd bierze się 50 kWh prądu na osobę dziennie w Planie D. Wiatr: 8 kWh/d/o (średnio 20 GW; 66 GW w szczycie) (plus około 400 GWh w współpracujących z energetyką wiatrową elektrowniach szczytowo-pompowych). Fotowoltaika: 3 kWh/d/o. Spalanie odpadów: 1,1 kWh/d/o. Energetyka wodna: 0,2 kWh/d/o. Fale: 2 kWh/d/o. Pływy: 3,7 kWh/d/o. Atom: 16 kWh/d/o (40 GW). „Czysty węgiel”: 16 kWh/d/o (40 GW).

Pozyskanie 8 kWh/d/o z wiatru wymaga 30-krotnego zwiększenia zainstalowanej mocy elektrowni wiatrowych w stosunku do mocy w roku 2008. Wielka Brytania miałaby trzykrotnie więcej farm wiatrowych niż Niemcy dzisiaj. Zbudowanie takiej liczby wiatraków na morzu w ciągu 10 lat wymagałoby około 50 platform samopodnoszących.

Pozyskanie 3 kWh/o dziennie z fotowoltaiki wymagałoby 6 m² modułów fotowoltaicznych o sprawności 20% na osobę. W większości domów południowa połać dachu byłaby szczelnie pokryta panelami. Opcjonalnie (co pewnie byłoby tańsze i zmniejszyłoby obawy Ligi Ochrony Zabytków) można by розміścić te moduły na wsi, w tradycyjny bawarski sposób (fot. 6.7, str. 50).

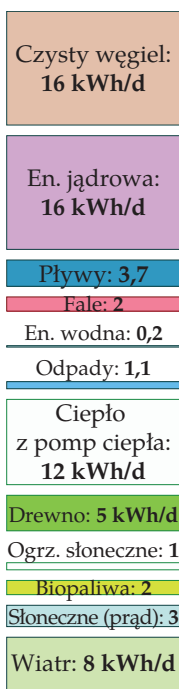
Spalano by 1 kg odpadów na osobę dziennie (generując 0,5 kWh/d/o) i tyle samo odpadów rolnych, co da 0,6 kWh/d/o. Energetyka wodna zapewni 0,2 kWh/d/o, tyle – ile daje dzisiaj.

Pozyskanie energii z fal wymaga 16 000 głębinowych instalacji Pelamis, zajmujących 830 km wybrzeża Atlantyku (zob.: mapa na str. 81).

Energia pływów jest pozyskiwana przez wykorzystujące prądy pływowe elektrownie (o mocy 5 GW), zaporę Severn o mocy 2 GW i laguny pływowe o mocy 2,5 GW, które mogą również magazynować energię.

Pozyskanie 16 kWh/d/o z atomu wymaga 40 GW w elektrowniach jądrowych, co oznacza mniej więcej dziesięciokrotny wzrost mocy w stosunku do roku 2007. Gdybyśmy produkowali z atomu 16 kWh/d/o, w kategoriach produkcji na głowę mieszkańca, plasowalibyśmy się gdzieś pomiędzy Belgią, Finlandią, Francją a Szwecją: zarówno Belgia, jak i Finlandia produkują z atomu około 12 kWh/d/o, Francja i Szwecja – odpowiednio: 19 kWh i 20 kWh/d/o.

By produkować 16 kWh/d/o z „czystego węgla” (40 GW), musielibyśmy wszystkie obecnie działające elektrownie węglowe (dostarczające około 30 GW) wyposażyć w instalacje wychwytu dwutlenku węgla, co zmniejszyłoby produkcję do 22 GW, a następnie wybudować kolejne bloki węglowe o mocy 18 GW. Pozyskanie takiej ilości energii elektrycznej, przy sprawności elektrowni na poziomie 34%, wymagałoby spalania węgla o energii pierwotnej rzędu 53 kWh/d/o, a to nieco więcej niż wszystkie paliwa kopalne obecnie spalane w brytyjskich elektrowniach i znacznie ponad poziom, który w rozdziale 23 uznaliśmy za „zrównoważony”. Taki poziom zużycia jest około 3 razy większy niż obecny import węgla (18 kWh/d/o). Jeżeli nie otworzymy starych kopalni w tym scenariuszu, 32% prądu wytwarzalibyśmy w oparciu o importowany węgiel. Otwarcie kopalni dostarczyłoby energii pierwotnej rzędu 8 kWh/d/o. Tak czy inaczej, w kwestii węgla Wielka Brytania nie będzie samowystarczalna.



Rys. 27.4. Plan D

W polskim Planie D elektryczność wytwarzamy w następujący sposób:

- „czysty węgiel”: 11 kWh/d/o (18 GW),
- atom: 11 kWh/d/o (18 GW),
- wiatr: 12 kWh/d/o (średnio 20 GW; 66 GW w szczycie),
- elektrownie na biomasę i biogazownie: 5 kWh/d/o (8 GW),
- fotowoltaika: 3 kWh/d/o,
- spalanie odpadów: 1,8 kWh/d/o,
- energetyka wodna: 0,2 kWh/d/o.

Łącznie produkujemy 44 kWh/d/o elektryczności, z czego 18 kWh/d/o wykorzystamy do zasilania transportu, 18 kWh/d/o do zasilania urządzeń elektrycznych, a 6 kWh/d/o przeznaczymy na działanie pomp ciepła.

Ogrzewanie (30 kWh/d/o) zapewniają nam:

- elektrociepłownie (węglowe, jądrowe i na biomasę): 7 kWh/d/o,
- pompy ciepła: 12 kWh/d/o,
- spalanie biomasy: 5 kWh/d/o,
- geotermia: 5 kWh/d/o,
- solary: 1 kWh/d/o.

Polskie elektrownie węglowe wytwarzają obecnie 10 kWh/d/o, a więc prawie tyle, ile chcemy osiągnąć. Jednak większość bloków jest już stara – tak czy inaczej, trzeba będzie je wkrótce zamknąć. Nowo budowane bloki węglowe będą musiały być wyposażone w instalacje wychwytu dwutlenku węgla. Zasobów węgla wystarczy nam na jakieś 40 do 50 lat. Później wskazany byłby import, jednak wszystko wskazuje na to, że do tego czasu Chiny wydrenują rynek węgla. Nie jest to więc scenariusz docelowy, ale obliczony na najbliższych kilkadziesiąt lat.

Pozyskanie 11 kWh/d/o z atomu wymagać będzie 18 GW w elektrowniach jądrowych – obecnie projektowane są elektrownie o mocy 6 GW.

Pozyskanie 12 kWh/d/o z wiatru wymaga 60-krotnego wzrostu zainstalowanej mocy elektrowni wiatrowych w stosunku do roku 2010. Polska miałaby wtedy trzykrotnie więcej farm wiatrowych niż Niemcy dzisiaj. Towarzyszyć temu powinna budowa współpracujących z energetyką wiatrową elektrowni szczytowo-pompowych o możliwości gromadzenia energii około 400 GWh.

Pozyskanie 3 kWh/o dziennie z fotowoltaiki wymagać będzie zainstalowania 5 m² modułów fotowoltaicznych o sprawności 20% na osobę.

W tym scenariuszu w ogóle nie importujemy energii.

Czy coś w tym planie wydaje Ci się nierozsądne lub odstręczające? Jeśli tak, może spodoba Ci się któryś z pozostałych czterech planów.

Produkujemy dużo prądu – Plan N

Za literką N kryje się plan NIMBY [*Not In My BackYard* – tylko nie w moim ogródku, tylko nie u mnie – *red.*] To dla ludzi, którzy nie chcą, by na brytyjskiej wsi rozpanoszyły się odnawialne źródła energii. Nie chcą też nowych elektrowni jądrowych. Omówimy ten plan etapami.

Po pierwsze, przekreślamy gałkę z OZE, ograniczając je w stosunku do ambitnych założeń Planu D. Wiatr daje teraz 2 kWh/d/o (średnio 5 GW); fotowoltaika: 0; fale: 0; pływy: 1 kWh/d/o.

Właśnie straciliśmy 14 kWh/d/o (35 GW w skali kraju), obcinając produkcję z OZE (gwoli ścisłości – produkcja energii z wiatru i tak wzrasta ośmiokrotnie w stosunku do 2008 roku!).

W planie NIMBY ograniczamy produkcję w energetyce jądrowej do 10 kWh/d/o (25 GW) – to redukcja o 15 GW w porównaniu z Planem D, ale wciąż znaczny wzrost w stosunku do obecnego poziomu. 25 GW mocy w energetyce jądrowej da się zapewne upchnąć w istniejących elektrowniach jądrowych, wówczas żadna nowa elektrownia nie powstanie na podwórku zwolennika NIMBY, czyli NIMBYmana. Taki sam jak w Planie D jest wkład „czystego węgla” (16 kWh/d/o – 40 GW), energetyki wodnej i spalania odpadów.

Skąd weźmiemy dodatkowe 50 GW? NIMBYman powiada: „Tylko nie u mnie, ale u innych proszę bardzo”. Dlatego też w planie NIMBY płacimy innym krajom za import energii słonecznej z pustyni rzędu 20 kWh/d/o (50 GW).

Ten scenariusz wymaga stworzenia pięciu stref wielkości Londynu (o średnicy 44 km) na Saharze, wypełnionych elektrowniami słonecznymi. Konieczne będzie również stworzenie sieci transmisyjnej zdolnej dostarczyć do Wielkiej Brytanii 50 GW mocy. Istniejące połączenie wysokiego napięcia z Francji może przesłać zaledwie 2 GW mocy. Nasz plan wymaga więc 25-krotnego wzrostu zdolności przesyłowej połączeń z kontynentem (lub też innego sposobu na transport takiej ilości energii, jak na przykład statki wypełnione metanolem lub borem kursujące z portów na pustynnych wybrzeżach).

Skoro w Planie N mamy mniej energii z wiatru, nie potrzebujemy budować dodatkowych elektrowni szczytowo-pompowych wspomnianych w Planie D. Jednakże plan jest mocno uzależniony od słońca, konieczne więc będzie zbudowanie systemów magazynowania zmiennej energii słonecznej. Systemy gromadzenia energii w stopionych solach to jedna możliwość. Można by również

En. słoneczna
na pustyniach:
20 kWh/d

Czysty węgiel:
16 kWh/d

En. jądrowa:
10 kWh/d

Pływy: **1 kWh/d**

Wodna: **0,2 kWh/d**

Odpady: **1,1 kWh/d**

Ciepło
z pomp ciepła:
12 kWh/d

Drewno: **5 kWh/d**

Ogrz. słoneczne: **1**

Biopaliwa: **2**

Wiatr: **2 kWh/d**

Rys. 27.5. Plan N

skorzystać z elektrowni szczytowo-pompowych w Alpach. Można też przetworzyć energię elektryczną w paliwa, które da się magazynować, takie jak metanol, aczkolwiek konwersja wiąże się ze stratami energetycznymi i trzeba będzie zbudować więcej elektrowni słonecznych.

W tym planie importujemy $32\% + 40\% = 72\%$ prądu.

W Planie N dla Polski zmniejszamy pozyskiwanie energii wiatru i słońca, bo zajmuje to dużo miejsca i ingeruje w krajobraz. Wiatr daje teraz 3 kWh/d/o (średnio 5 GW – i tak dziesięciokrotnie więcej niż obecnie). Będziemy łaskawszy niż David dla fotowoltaiki – w polskim Planie N panele wygenerują 1 kWh/d/o (dysponujemy przecież większą przestrzenią – być może Polacy nie oprotestują wszystkich farm słonecznych). Energia jądrowa też jest kontrowersyjna, ale zakładamy, że ze względu na determinację rządu powstaną planowane dziś bloki o mocy 6 GW (4 kWh/d/o).

W wyniku tych działań straciliśmy 7 kWh/d/o z elektrowni atomowych, 9 kWh/d/o z wiatru, oraz 2 kWh/d/o z fotowoltaiki, czyli łącznie 18 kWh/d/o. To 30 GW mocy, czyli strefa na Saharze o średnicy blisko 80 km, zabudowana elektrowniami słonecznymi. A do tego potężne linie transmisyjne.

Bez zmiany pozostawiamy biomasę, spalarnie, elektrownie wodne i stojące już elektrownie węglowe (które przebudowujemy do standardu wychwyty węgla).

W Planie N elektryczność (44 kWh/d/o) wytwarzamy w następujący sposób:

- energia słoneczna z pustyni: 18 kWh/d/o (30 GW),
- „czysty węgiel”: 11 kWh/d/o (18 GW),
- atom: 4 kWh/d/o (6 GW),
- wiatr: 3 kWh/d/o (średnio 5 GW),
- elektrownie na biomasę i biogazownie: 5 kWh/d/o (8 GW),
- fotowoltaika: 1 kWh/d/o,
- spalanie odpadów: 1,8 kWh/d/o,
- energetyka wodna: 0,2 kWh/d/o.

Ogrzewanie (30 kWh/d/o) zapewniają nam (identycznie jak w Planie D):

- elektrociepłownie (węglowe, jądrowe i na biomasę): 7 kWh/d/o,
- pompy ciepła: 12 kWh/d/o,
- spalanie biomasy: 5 kWh/d/o,
- geotermia: 5 kWh/d/o,
- solary: 1 kWh/d/o.

W tym planie Polska importuje 41% prądu.

Produkujemy dużo prądu – Plan L

Niektórzy mówią: „Nie chcemy tu atomu!”. Jak możemy wyjść im naprzeciw? Być może to ci antyatomowi buntownicy powinni przekonać NIMBYmanów, że jednak warto postawić w ogródku odnawialne źródła energii.

Możemy stworzyć scenariusz bez atomu, biorąc wszystkie te odnawialne źródła energii z Planu D i zwyczajnie wymieniając atom na energię z pustyni. Tak jak w Planie N dostarczenie tej energii z pustyni wymaga znacznej rozbudowy sieci przesyłowej pomiędzy północną Afryką a Wielką Brytanią. Zdolność

przesyłową interkonektorów kontynent europejski – Wielka Brytania należałoby zwiększyć z 2 GW do co najmniej 40 GW.

A oto skąd w Planie L bierze się 50 kWh prądu na osobę dziennie. Wiatr: 8 kWh/d/o (średnio 20 GW) (plus około 400 GWh we współpracujących elektrowniach szczytowo-pompowych). Fotowoltaika: 3 kWh/d/o. Energetyka wodna i spalanie odpadów: 1,3 kWh/d/o. Fale: 2 kWh/d/o. Pływy: 3,7 kWh/d/o. „Czysty węgiel”: 16 kWh/d/o (40 GW). Energia słoneczna z pustyni: 16 kWh/d/o (średnio 40 GW).

W tym planie importujemy 64% prądu.

Nazywam to Planem L, bo pozostaje w zgodzie z polityką Liberalnych Demokratów (przynajmniej tak było, kiedy pisałem ten rozdział w połowie 2007). Ostatnio wspominali o „prawdziwej niezależności energetycznej dla Wielkiej Brytanii” i ogłosili zeroemisyjną politykę, zgodnie z którą Wielka Brytania stałaby się eksporterem energii netto, jednak bez uszczegółowienia jak osiągnąć taki cel.

W Planie L rezygnujemy z elektrowni atomowych, które zastępujemy importem elektryczności z elektrowni słonecznych w basenie Morza Śródziemnego. Pozostałe elementy Planu L są zgodne z Planem D.

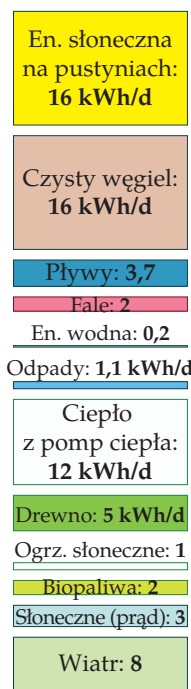
W polskim Planie L elektryczność (44 kWh/d/o) wytwarzamy w następujący sposób:

- energia słoneczna z pustyni: 11 kWh/d/o (30 GW),
- „czysty węgiel”: 11 kWh/d/o (18 GW),
- wiatr: 12 kWh/d/o (średnio 20 GW; 66 GW w szczycie),
- elektrownie na biomasę i biogazownie: 5 kWh/d/o (8 GW),
- fotowoltaika: 3 kWh/d/o,
- spalanie odpadów: 1,8 kWh/d/o,
- energetyka wodna: 0,2 kWh/d/o.

Ogrzewanie (30 kWh/d/o) zapewniają nam:

- elektrociepłownie (węglowe, jądrowe i na biomasę): 7 kWh/d/o,
- pompy ciepła: 12 kWh/d/o,
- spalanie biomasy: 5 kWh/d/o,
- geotermia: 5 kWh/d/o,
- solary: 1 kWh/d/o.

W tym planie Polska importuje 41% prądu.



Rys. 27.6. Plan L

Produkujemy dużo prądu – Plan Z

Niektórzy mówią: „Nie chcemy atomu i nie chcemy węgla!”. Brzmi dobrze, ale do tego trzeba planu. Nazywam to Planem Z, bo zakładam, że Partia Zielonych sprzeciwia się wykorzystaniu atomu i węgla, aczkolwiek nie sądzę, że wszystkim Zielonym spodoba się reszta mojego planu. Greenpeace, jak mi wiadomo, kocha wiatr. Im również dedykuję Plan Z, bo mam w nim duuużo wiatru.

Złożę Plan Z, ponownie startując od Planu D – produkcja energii z fal skacze o 1 kWh/d/o (pompujemy pieniądze w badania nad energią fal i podnosimy sprawność konwertora Pelamis), a energetyka wiatrowa pączkuje czterokrotnie (w stosunku do Planu D) do 32 kWh/d/o. Wówczas wiatr dostarcza 64% prądu. Oznacza to 120-krotny wzrost mocy wiatrowych zainstalowanych w Wielkiej Brytanii w stosunku do dnia dzisiejszego. Zgodnie z tym planem

rozbudowy brytyjskiej energetyki, całkowita światowa moc wiatraków wzrasta 4-krotnie (w stosunku do 2008) i cały ten wzrost lokuje się na Wyspach Brytyjskich lub dookoła nich.

Niemalże całkowite oparcie Planu Z na odnawialnych źródłach energii, a szczególnie na wietrze, przerośnie możliwości naszej głównej metody równoważenia podaży i popytu, czyli kontrolowanego ładowania milionów akumulatorów samochodowych. Stąd też w Planie Z musimy ująć znacznie więcej elektrowni szczytowo-pompowych, równoważących fluktuacje wiatru w skali dni. Moc elektrowni szczytowo-pompowych równa 400 elektrowniom klasy Dinorwig może całkowicie zastąpić wiatr w trakcie ogólnokrajowej flauty trwającej 2 dni. Około stu brytyjskich jezior i szkockich „loch” trzeba by zabudować systemami magazynowania energii.

W Planie Z elektryczność pochodzi z następujących źródeł. Wiatr: 32 kWh/d/o (średnio 80 GW) (plus około 400 GWh we współpracujących elektrowniach szczytowo-pompowych). Fotowoltaika: 3 kWh/d/o. Energetyka wodna i spalanie odpadów: 1,3 kWh/d/o. Fale: 3 kWh/d/o. Pływy: 3,7 kWh/d/o. Energia słoneczna z pustyni: 7 kWh/d/o (17 GW).

W tym planie 14% prądu pochodzi z importu.

W Planie Z rozbudowujemy elektrownie wiatrowe 2,5-krotnie względem Planu D, do poziomu 30 kWh/d/o, w wyniku czego całkowita globalna moc farm wiatrowych (względem roku 2008) wzrasta 2,5-krotnie. Zgromadzenie zapasu energii na 2 dni flauty wymaga 200-krotnego zwiększenia rezerw energii magazynowanych w elektrowniach szczytowo-pompowych. Jeśli chcemy zabezpieczyć się na 5 dni flauty, musimy je zwiększyć pół tysiaka razy względem stanu obecnego. W tym scenariuszu doliny górskie masowo zamieniamy w elektrownie szczytowo-pompowe.

Po rezygnacji z węgla i atomu jedyne elektrociepłownie to są te na biomasę. Brakujące 6 kWh/d/o ciepła uzupełniamy przez zwiększenie ilości spalanej biomasy o 3 kWh/d/o (z 5 do 8 kWh/d/o), wzrost mocy instalacji geotermicznych o 1 kWh/d/o (z 5 do 6 kWh/d/o) oraz zwiększenie mocy pomp ciepła o 2 kWh/d/o (co wymaga zwiększenia produkcji elektryczności o 1 kWh/d/o do poziomu 45 kWh/d/o). Importowana energia słoneczna z pustyni daje dodatkowe 6 kWh/d/o. Pozostałe składowe Planu Z są takie, jak w Planie D.

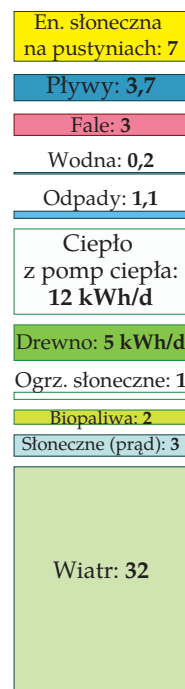
W polskim Planie Z elektryczność (45 kWh/d/o) wytwarzamy w następujący sposób:

- energia słoneczna z pustyni: 6 kWh/d/o (10 GW),
- wiatr: 30 kWh/d/o (średnio 50 GW; 165 GW w szczycie),
- elektrownie na biomasę i biogazownie: 4 kWh/d/o (6 GW),
- fotowoltaika: 3 kWh/d/o,
- spalanie odpadów: 1,8 kWh/d/o,
- energetyka wodna: 0,2 kWh/d/o.

Ogrzewanie (30 kWh/d/o) zapewniają nam:

- elektrociepłownie (na biomasę): 1 kWh/d/o,
- pompy ciepła: 14 kWh/d/o,
- spalanie biomasy: 8 kWh/d/o,
- geotermia: 6 kWh/d/o,
- solary: 1 kWh/d/o.

W tym planie Polska importuje 13% prądu.



Rys. 27.7. Plan Z

Produkujemy dużo prądu – Plan E

Pod E kryje się ekonomia. W piątym planie zgadujemy, jak zachowałaby się gospodarka liberalna wobec wysokiej ceny dwutlenku węgla. Na gruncie ekonomii, przy wysokim sygnale cenowym ograniczającym emisję CO₂, nie oczekiwałbym palety rozwiązań o zróżnicowanym koszcie. Powinniśmy raczej spodziewać się rozwiązania optymalizującego koszty, gdzie moc dostarcza się po koszcie najniższym. A kiedy w wyścigu na koszty ustawimy „czysty węgiel” i energetykę jądrową, zwycięża atom (energetycy z pewnej brytyjskiej elektrowni powiedzieli mi, że koszty inwestycyjne standardowych „brudnych” elektrowni węglowych wynoszą miliard funtów na GW – mniej więcej tyle, co w przypadku atomu, ale koszty inwestycyjne bloków energetycznych z „czystym węglem”, wliczając CCS, wynoszą około 2 miliardów na GW).

Zakładam, że energia słoneczna z cudzych pustyni przegrywa z atomem, jeśli weźmiemy pod uwagę koszt budowy sieci przesyłowej o długości 2000 km; aczkolwiek van Voorthuysen (2008) uważa, że odkrycia na miarę Nobla w zakresie napędzanej energią słoneczną produkcji paliw chemicznych zrównałyby koszty energii z pustyni z energią z atomu. Z atomem przegrywają również morskie farmy wiatrowe, za to zakładamy, że farmy na lądzie są w kosztach zbliżone.

A oto skąd bierze się 50 kWh prądu na osobę dziennie w Planie E. Wiatr: 4 kWh/d/o (średnio 10 GW). Fotowoltaika: 0. Energetyka wodna i spalanie odpadów: 1,3 kWh/d/o. Fale: 0. Pływy: 0,7 kWh/d/o. Atom: 44 kWh/d/o (110 GW).

W tym planie energetyka jądrowa rośnie dziesięciokrotnie w stosunku do roku 2007. Wielka Brytania dysponowałaby 110 GW z atomu, a to mniej więcej dwa razy większa moc od tej, którą dysponuje dziś Francja. Dorzuciłem odrobinę energii z pływów – zakładam, że dobrze zaprojektowana laguna pływowa może konkurować cenowo z atomem.

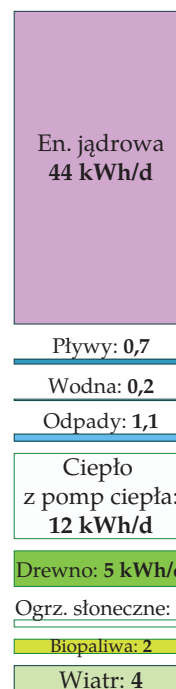
W tym planie Wielka Brytania nie importuje energii ani paliw (z wyjątkiem uranu, którego sprowadzanie, jak już powiedziałem, zazwyczaj nie jest traktowane jako import). Rys. 27.9 podsumowuje wszystkie pięć planów.

W polskim Planie E większość energii również dadzą nam elektrownie atomowe.

Dostarczenie 25 kWh/d/o (48 GW) z atomu wymagałoby rozbudowania programu jądrowego 8-krotnie w stosunku do dzisiejszych założeń rządowych. Realizując ten plan, dysponowalibyśmy mocą elektrowni jądrowych porównywalną do Francji. Wiatr da nam 8 kWh/d/o. Duża ilość ciepła odpadowego z elektrowni jądrowych pozwala ograniczyć moc instalacji geotermicznych do 2 kWh/d/o. Zrezygnujemy też z fotowoltaiki. Pozostałe elementy Planu E są zgodne z Planem D.

W Planie E elektryczność (44 kWh/d/o) wytwarzamy w następujący sposób:

- atom: 29 kWh/d/o (47 GW),
- wiatr: 8 kWh/d/o (średnio 13 GW),
- elektrownie na biomasę i biogazownie: 5 kWh/d/o (8 GW),
- spalanie odpadów: 1,8 kWh/d/o,
- energetyka wodna: 0,2 kWh/d/o.



Rys. 27.8. Plan E

Ogrzewanie (30 kWh/d/o) zapewniają nam (identycznie, jak w Planie D):

- elektrociepłownie (węglowe, jądrowe i na biomasę): 10 kWh/d/o,
- pompy ciepła: 12 kWh/d/o,
- spalanie biomasy: 5 kWh/d/o,
- geotermia: 2 kWh/d/o,
- solary: 1 kWh/d/o.

W tym planie Polska nie importuje prądu.

Duży udział atomu w polskim planie E nie oznacza, że atom jest tanim źródłem energii. Jego duży udział wynika z tego, że inne, tańsze lub porównywalne elementy planu (takie, jak: wiatr czy biomasa) mają fizycznie ograniczone możliwości dostarczenia energii, a pozostałe, nawet bardzo obiecujące możliwości – takie jak import energii z pustyni – są wciąż od atomu droższe.

Nasze plany a wysysanie CO₂ i podróże lotnicze

W przyszłym świecie, w którym zanieczyszczenie CO₂ ma właściwą cenę (co ma zapobiec katastrofalnym zmianom klimatu), będzie nam zależało na takim schemacie energetycznym, który pozwoli nam zapakować dwutlenek węgla do dziury w ziemi niskim kosztem. Takie schematy neutralizacji emisji pozwoliłyby nam latać na poziomie z roku 2004 (dopóki wystarczy ropy). W roku 2004 średnie emisje CO₂ związane z lataniem wyniosły 0,5 t CO₂ na osobę rocznie. Podliczając całkowity wpływ latania na klimat, rzeczywiste emisje mogły wynieść około 1 t CO₂e na osobę rocznie. We wszystkich pięciu planach założyłem, że 1/5 powierzchni Wielkiej Brytanii zostanie przeznaczona pod uprawę roślin energetycznych, które zostaną spożytkowane na ogrzewanie i kogenerację. Gdybyśmy część tych roślin spalili w elektrowniach wychwytyjących i składających dwutlenek węgla (elektrowniach z „czystym węglem” ujętych w trzech naszych planach), wówczas dodatkowo można by wychwycić 1 t CO₂ na osobę rocznie. Gdyby również komunalne i rolnicze spalarnie powstawały w elektrowniach z CCS i dzieliły z nimi komin, być może dałoby się wychwycić 2 t CO₂ na osobę rocznie. Takie rozwiązanie miałoby dodatkowe koszty – biomasa i odpady pokonywałyby większe odległości, a proces wychwytu CO₂ pochłaniałby sporo energii z roślin. Biomasa w elektrowni to mniej biomasy na ogrzanie budynków. Trzeba ją będzie zastąpić większą liczbą pomp ciepła. Jeżeli celujemy w neutralność emisyjną, warto planować z wyprzedzeniem i szukać lokalizacji dla nowych elektrowni węglowych ze spalarniami w regionach o dużym potencjale biomasy.

1 t CO₂e oznacza emisję gazów cieplarnianych równoważną jednej tonie CO₂.

„Wszystkie te plany to absurd!”

Nie podobają Ci się moje plany? Wcale się nie dziwię. Faktycznie, każdy z nich ma swoje minusy. Stwórz własny plan, odpowiadający Twoim zapatrywaniom. Dopilnuj jednak, by się dopinał!

Być może dojdiesz do wniosku, że sensowny plan musi zakładać mniejsze zużycie energii na osobę. Nawet bym się z Tobą zgodził, ale to trudno sprzedać. Przypomnij sobie odpowiedź Tony’ego Blaira na sugestię, by rzadziej latał na zamorskie wakacje! (str. 239).

Opcjonalnie, możesz orzec, że jest nas za dużo i że wykonalny plan wymaga zmniejszenia populacji. To jeszcze trudniej sprzedać.

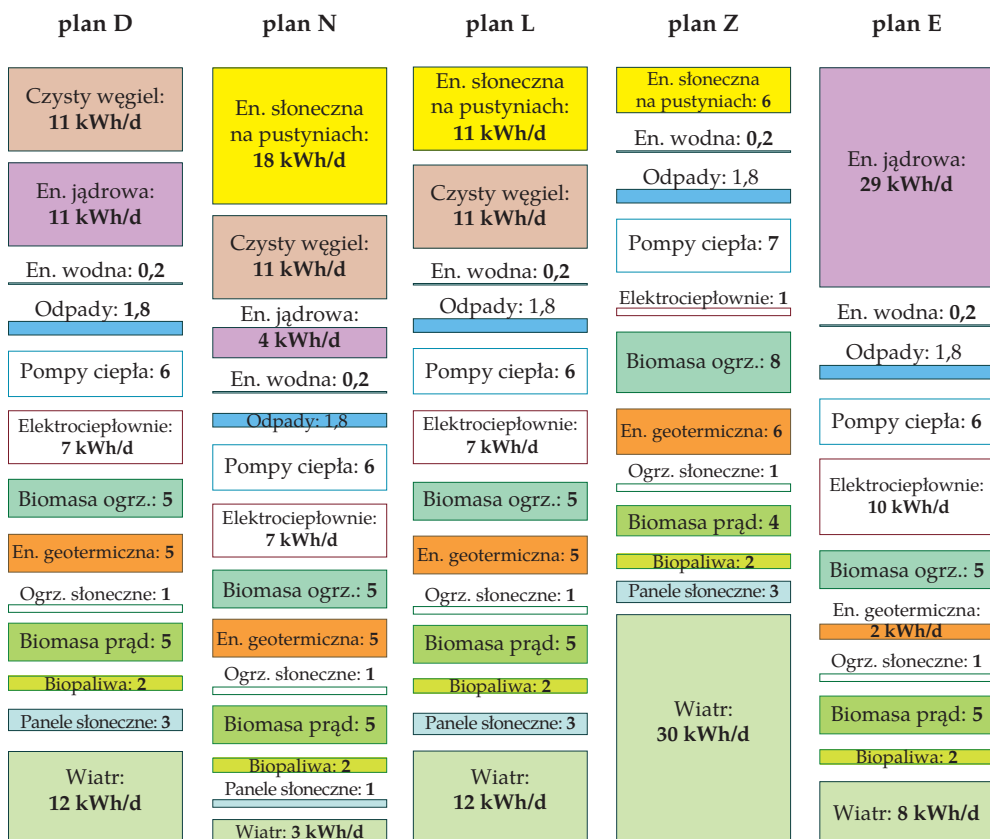
Sięgając po energię słoneczną z pustyni, uzależnimy się od innych krajów (choć w przypadku importu ropy czy gazu jesteśmy w takiej samej sytuacji).

Może więc zamiast produkować dużo energii za wszelką cenę (ekonomiczną, środowiskową i społeczną), powinniśmy przebudować naszą infrastrukturę tak, żebyśmy do jej działania potrzebowali mniej energii.

To dobry moment, żeby przypomnieć sobie, że Polak zużywa obecnie mniej energii niż Brytyjczyk.

Zużycie prądu w Polsce wynosi 11 kWh/d/o, a nie 18 kWh/d/o – czyli o 7 kWh/d/o mniej. Zużycie energii w transporcie przypadające na osobę jest w Polsce dwukrotnie mniejsze niż w Wielkiej Brytanii. Przy założeniu produkcji 2 kWh/d/o z biopaliw elektryczność musiałaby zapewnić 8 kWh/d/o (a nie 18 kWh/d/o) – czyli o 10 kWh/d/o mniej. To w sumie 17 kWh/d/o mniej niż w analizowanych planach.

Przeniesienie transportu z tirów na tory, połączenie europejskich miast siecią szybkiej kolei zastępującą połączenia lotnicze dałyby dalsze redukcje zapotrzebowania na energię. To kolejne kilka kWh/d/o. Jeśli przebudujemy infrastrukturę, zamiast 44 kWh/d/o elektryczności możemy potrzebować połowy tej energii.



Rys. 27.9P. Pięć planów dla Polski

Podobnie z ogrzewaniem. Możemy budować domy pasywne, przeprowadzić masową termomodernizację już istniejących, wykorzystać wydajniejsze pompy ciepła (w zestawieniu przyjmujemy współczynnik CoP = 3). Dzięki temu zamiast 30 kWh/d/o na ogrzewanie wystarczy 15 kWh/d/o.

W takim wariantcie potrzebujemy więc jedynie połowy elektryczności i połowy ciepła uwzględnionych we wcześniejszych scenariuszach. Najprostsze co można zrobić, to zmniejszyć o połowę wszystkie słupki w naszych planach. Alternatywnie można utrzymać niektóre elementy takie, jak na przykład: energetyka wodna, spalarnie i biomasa (do wytwarzania prądu, ogrzewania i na produkcję biopaliw), a zapotrzebowanie na energię z pozostałych źródeł zmniejszyć o ponad połowę. W takim scenariuszu (nazwijmy go „+”) nasze plany wyglądałyby następująco:

plan D+	plan N+	plan L+	plan Z+	plan E+
Czysty węgiel: 4 kWh/d	En. słoneczna na pustyniach: 7	En. słoneczna na pustyniach: 5	En. słoneczna na pustyniach: 3	En. jądrowa: 7 kWh/d
En. jądrowa: 4 kWh/d	Czysty węgiel: 4,8 kWh/d	Czysty węgiel: 3 kWh/d	En. wodna: 0,2	En. wodna: 0,2
En. wodna: 0,2	En. jądrowa: 2 kWh/d	En. wodna: 0,2	Odpady: 1,8	Odpady: 1,8
Odpady: 1,8	En. wodna: 0,2	Odpady: 1,8	Pompy ciepła: 2	Pompy ciepła: 2
Pompy ciepła: 2	Pompy ciepła: 2	Pompy ciepła: 2	Elektrociepłownie: 2	Elektrociepłownie: 4
Elektrociepłownie: 4	Elektrociepłownie: 4	Elektrociepłownie: 4	Biomasa ogrz.: 2	Biomasa ogrz.: 2
Biomasa ogrz.: 2	Biomasa ogrz.: 2	Biomasa ogrz.: 2	En. geotermiczna: 4 kWh/d	Biomasa ogrz.: 2
En. geotermiczna: 2 kWh/d	En. geotermiczna: 2 kWh/d	En. geotermiczna: 2 kWh/d	Ogrz. słoneczne: 1	En. geotermiczna: 2 kWh/d
Ogrz. słoneczne: 1	Ogrz. słoneczne: 1	Ogrz. słoneczne: 1	Biomasa prąd: 6	Ogrz. słoneczne: 1
Biomasa prąd: 6	Ogrz. słoneczne: 1	Biomasa prąd: 6	Biopaliwa: 2	Biomasa prąd: 6
Biopaliwa: 2	Biomasa prąd: 6	Biopaliwa: 2	Panele słoneczne: 1	Biopaliwa: 2
Panele słoneczne: 1	Biopaliwa: 2	Panele słoneczne: 1	Wiatr: 10 kWh/d	Wiatr: 7
Wiatr: 5	Wiatr: 2	Wiatr: 5		
Elektryczność: 22	Elektryczność: 22	Elektryczność: 22	Elektryczność: 22	Elektryczność: 22

Rys. 27.9P+. Pięć planów+ dla Polski

Łatwiej byłoby wtedy dopiąć plany energetyczne, prawda? Ale uwaga – mogą podnieść się głosy sprzeciwu. Mniej gadżetów elektrycznych? Tramwaj zamiast samochodu albo pociąg zamiast samolotu? Ten plan też może być trudny do sprzedania.

Przypisy i zalecana literatura

Numer strony:

215 Spalenie 1 kg odpadów dostarcza około 0,5 kWh prądu.

Wartość kaloryczna odpadów komunalnych stałych wynosi około 2,6 kWh na kg; elektrownie spalające odpady produkują elektryczność ze sprawnością około 20%. – Źródło: Przewodnik po SELCHIP.

217 Rys. 27.3. Dane Eurostatu, www.epa.gov i www.esrcsocietytoday.ac.uk/ESRCInfoCentre/

221 *Polityka Liberalnych Demokratów*. Więcej na: www.libdems.org.uk: [5os7dy], [yrw2oo].