



1

## Węgiel niższej jakości

W 2013 r. polski węgiel w porównaniu do importowanego:

- był droższy (płace to 70% polskich kosztów wydobycia),
- miał niższą wartość opałową (o ok. 1,3 tys. kJ/kg),
- był bardziej zasiarczony (o ok. 0,4%) i zapopielony (o ok. 7%).



2

## Perspektywy węglowe

Po 2030 roku, przy obecnym poziomie wydobycia i zapotrzebowania na:

- **węgiel kamienny**: import przewyższy krajowe wydobycie.
- **węgiel brunatny**: obecnie eksploatowane złoża wyczerpią się. Będzie trzeba otworzyć nowe odkrywki (np. w woj. lubuskim).



3

## Węgiel brunatny a środowisko

Górnictwo odkrywkowe potężnie zmienia stosunki wodne i rzeźbę terenu, dewastuje szatę roślinną i glebę. Nowe odkrywki wiążą się z przesiedleniami ludności. To najdroższa dla środowiska metoda wytwarzania energii elektrycznej



4

## Rabunkowe wydobycie

Raport Najwyższej Izby Kontroli z roku 2011 wskazuje, że wydobycie **węgla kamiennego** w Polsce nosi cechy gospodarki rabunkowej (na 1 tonę wydobytego węgla 6 ton jest marnowanych).



5

## Emisja i skutki zdrowotne

Ponad 50% emisji gazów cieplarnianych, 85% dwutlenku siarki i 47% drobnych pyłów w Polsce wynika ze spalania węgla w elektrowniach i gospodarstwach domowych. Powoduje też emisję toksycznych metali ciężkich m.in: rtęci, arsenu, ołowiu i dioksyn.



6

## Węgiel i społeczeństwo

Kultura związana z wydobyciem **węgla kamiennego** w Polsce to bardzo istotna część narodowej tożsamości Ślązaków. Górnictwo ma duże i silne związki zawodowe. Zamykanie kopalń może doprowadzić do sparaliżowania kraju strajkami.



7

## Węgiel a energia

Większość produkcji energii z węgla jest scentralizowana. Jest podstawowym surowcem w produkcji elektryczności i ciepła w Polsce:

- **elektryczność** (2011):  
54% węgiel kamienny,  
32% węgiel brunatny (rośnie),
- **ciepło** (2012):  
75% węgiel kamienny,  
< 1% brunatny.



8

## Nadzieja w innowacji?

Testowana w energetyce technologia czystego węgla (zgazowanie **węgla kamiennego**) jest nadzieją polskiej nauki na efektywną i niskoemisyjną metodę produkcji energii elektrycznej i paliw oraz rozwój innowacyjnej gospodarki.



9

## Znana technologia

Wydobycie węgla to znana technologia. Istnieje rozbudowany system infrastruktury technologicznej, zaplecze naukowo-badawcze, wykwalifikowana kadra. Pracę w sektorze wydobywczym ma ponad 125 tys. osób.



10

## Brunatny podstawa

W energetycznym miksie Niemiec, które zdecydowały się do 2022 wyłączyć wszystkie reaktory jądrowe, źródłem uzupełniającym OZE jest **węgiel brunatny** (przy tym samym wydobyciu od 10 lat), jest to obecnie jeden z najtańszych surowców na rynku.



11

## Elektrownie węglowe w Polsce

Większość bloków wytwórczych w elektrowniach węglowych w Polsce jest przestarzała, nieefektywna technicznie (efektywność rzędu 30%) i ekologicznie. Do 2025 r.  $\frac{2}{3}$  zainstalowanej mocy powinny zastąpić nowe bloki (inwestycje).



12

## Ile kosztuje węgiel

Tradycyjne spalanie węgla, mimo niskich kosztów ekonomicznych, wiąże się z bardzo wysokimi kosztami społecznymi (negatywne skutki dla zdrowia i środowiska) i niekonkurencyjnością gospodarki w naszych warunkach (niska innowacyjność).



13

## Nadzieja w CCS?

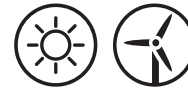
Technologia CCS, przechwytywania i składowania CO<sub>2</sub> pod ziemią, jest budzącą kontrowersje nadzieją na eliminację CO<sub>2</sub> ze spalin. Nieznane są jej koszty środowiskowe i efektywność ekonomiczna. Niemcy wycofują się z prac nad nią.



14

## Słońce polskie i światowe

Co roku powierzchnia pokryta kolektorami energii słonecznej wzrasta średnio o ok. 40%. W Polsce w 2010 r. zajmowały 656 tys. m<sup>2</sup>, a ponad 70% z nich podgrzewało wodę. Polskie elektrownie fotowoltaiczne pod koniec 2012 roku miały moc 3,6 MW, która do końca 2013 roku może wzrosnąć do 24 MW.

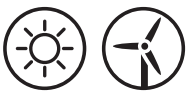


15

## Niestabilne OZE

Energia wiatru i słońca to bezemisyjne, ale niestabilne źródła energii odnawialnej. Powody:

- uzależnienie produkcji od pogody (lądowe farmy wiatrowe działają przez 25–30% roku),
- nieefektywne technologie magazynujące,
- niedoskonałe systemy sieci energetycznych.



16

## Energetyczna równowaga

Niestabilne OZE zagrażają ciągłości produkcji energii. Wymagają lepszego systemu zarządzania i bilansowania przez:

- łączenie z elektrowniami rezerwowymi,
- stabilne źródła energii,
- sieci energetyczne o niższych stratach.



17

## Energia z kolektora i ogniwa

Energię ze słońca można pozyskiwać przez kolektory słoneczne (energia cieplna) i ogniwa fotowoltaiczne (PV, energia elektryczna). To różne technologie, ale można połączyć je w jednym urządzeniu, tzw. PVT.



18

## Wiatraki a środowisko

Budowanie farm wiatrowych postrzegane jest często jako niszczenie krajobrazu. Wiatraki bywają barierą dla nietoperzy i migrujących ptaków. Turbiny generują hałas i infradźwięki, które mogą szkodzić ludziom i zwierzętom.



19

## Fotoodpady

Ogniwa fotowoltaiczne działają ok. 25 lat, ich produkcja jest energochłonna i wykorzystuje się w niej toksyczne pierwiastki (np. selen, kadm). Po zużyciu ogniw pojawia się problem utylizacji toksycznych materiałów.



20

## Rośnie poparcie dla zielonej energii

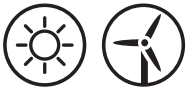
Według badania TNS OBOP na zlecenie Instytut Energetyki Odnawialnej, 45% polskich obywateli w domach najchętniej wykorzystywałoby energię z odnawialnych źródeł energii, przede wszystkim energię słoneczną (31%).



21

## Kosztowne słońce

Koszt inwestycji w ogniwa fotowoltaiczne jest wysoki, ale na całym świecie ich cena spada od 40 lat. Ocenia się, że w Polsce montowanie ogniw fotowoltaicznych będzie opłacalne bez dotacji w 2020 roku.



22

## OZE a miejsca pracy

W Niemczech w latach 2000-2010 powstało 380 tys. miejsc pracy związanych z niestabilnymi OZE. Natomiast zatrudnienie w górnictwie spada, w ciągu 6 lat (2001-2006) zwolniono 22 700 osób. Urządzenia OZE są jednym z ważniejszych produktów eksportowych.



23

## Efektywna energia wiatrowa

Wiatr jest dziś najbardziej efektywnym z odnawialnych źródeł energii. Nowoczesna turbina o mocy 6 MW może zaopatrzyć w energię ok. 7 tys. gospodarstw domowych. Ale rozproszona produkcja energii utrudnia zarządzanie nią.



24

## Prosument

Prosument to indywidualny producent i odbiorca energii np. wiatrowej, którą produkuje przez własną instalację na swoje potrzeby a jej nadwyżkę może odsprzedać do sieci.



25

## Efektywne oszczędności

Jeśli Polska wprowadzi zmiany zgodne z dyrektywą UE, czyli wykorzysta potencjał **efektywności energetycznej** (wytwarzania i zużycia energii), to do 2050 roku ilość zaoszczędzonej energii pokryłaby zapotrzebowanie kraju na 8 lat.



26

## Większa niezależność

Wzrost **efektywności energetycznej** (EE), to spadek zapotrzebowania na surowce energetyczne i mniejsze uzależnienie od nich. Zwiększenie EE jest najbardziej opłacalnym ekonomicznie rozwiązaniem dla gospodarki niskoemisyjnej państwa.



27

## Zużycie energii w domu

Zgodnie z polskimi przepisami zapotrzebowanie na energię ciepłą domu:

- **standardowego** to 120 kWh/m<sup>2</sup>/rok,
  - **energooszczędnego** to 50 kWh/m<sup>2</sup>/rok,
  - **pasywnego** to 15 kWh/m<sup>2</sup>/rok.
- Modernizacja budownictwa znacznie zmniejszy zużycie energii.



28

## Węgiel grzeje

12 mln ton węgla na rok spala się w polskich domach, by je ogrzać. Obniżenie zapotrzebowania na energię:

- zmniejszy niskie emisje z gospodarstw domowych i ich szkodliwy wpływ na środowisko i zdrowie,
- obniży koszty ogrzewania.



29

## Zjadacze energii

30%–40% energii wytworzonej na świecie zużywa się na ogrzewanie, chłodzenie i oświetlenie budynków. Według unijnej dyrektywy od 2021 roku wszystkie nowe budynki powinny posiadać niemal zeroenergetyczny standard.



30

## Państwo dopłaca

W 2013 roku rozpoczął się program dopłat do kredytów na energooszczędne domy i mieszkania, finansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Jest to pierwszy tego typu program w Polsce.



31

## Oszczędzasz?!

Energooszczędny sprzęt RTV-AGD zwykle jest droższy od zwykłych urządzeń, ale należy uwzględnić koszt eksploatacji i rosnące ceny energii. Do tego, rocznie Polacy marnują 2,3 mln MWh energii przez utrzymywanie sprzętu w trybie czuwania.



32

## Zasoby się kurczą

Światowe złoża **konwencjonalnego gazu ziemnego** są ograniczone i wystarczą na ok. 60 lat, przez co gaz będzie drożeć. W Polsce 70% surowca importuje się, co sprawia, że kraj uzależniony jest od dostaw z zagranicy, głównie z Rosji.



33

## Przyjazny gaz

Spalanie **gazu ziemnego** jest najmniej szkodliwe dla środowiska naturalnego z konwencjonalnych źródeł energii. Emituje mniej CO<sub>2</sub> i innych, szkodliwych związków, np. pyłów czy tlenków siarki i azotu niż węgiel (liczone w g/m<sup>3</sup> spalonego gazu).



34

## Swojski gaz

Polska od dawna wykorzystuje **gaz ziemny** jako surowiec energetyczny, posiada odpowiednią infrastrukturę (sieci dystrybucji, głównie w miastach), magazyny gazu np. w Wielkopolsce, a także krajowego operatora dystrybucyjnego PGNiG.



35

## Nadzieja w gazoporcie

W Świnoujściu budowany jest terminal do odbioru skroplonego **gazu ziemnego** (gazoport), który pozwoli na zróżnicowanie źródeł dostaw dla Polski oraz sprzedaż gazu do innych krajów.



36

## Lepsze turbiny

Wydajność nowoczesnych turbin **gazowych** wynosi ok. 60%, czyli prawie dwa razy więcej niż wydajność turbin używanych w standardowych elektrociepłowniach gazowych.



37

## Łupkowe zasoby

---

Światowym potentatem wydobycia **gazu z łupków** jest USA, a spośród krajów Europy Środkowo-Wschodnia Polska posiada prawdopodobnie (choć to wciąż niepotwierdzone informacje) największe zasoby gazu łupkowego o łącznej powierzchni 46 tys. km<sup>2</sup>.



38

## Kontrowersyjne szczelinowanie

---

Wydobywanie **gazu z łupków**, szczelinowanie hydrauliczne, zużywa ogromne ilości wody i zanieczyszcza je ze związkami chemicznymi (np. kwasem solnym, metanem), degradując wody gruntowe, glebę oraz niszcząc tereny cenne przyrodniczo.



39

## Potencjał łupków

---

Projekty wydobywcze **gazu łupkowego** są bardzo drogie. Aby ocenić potencjał jego złóż w Polsce, należałoby wykonywać kilkaset odwiertów rocznie, do tej pory wykonano ich tylko 51. Jeśli potwierdzą bogactwo zasobów, rynkowa cena gazu spadnie.



40

## Łupki dla bezpieczeństwa

---

Gaz pochodzący z łupków jest alternatywą dla kurczących się zasobów gazu konwencjonalnego. Polska ma duży potencjał rozwoju energii z **gazu łupkowego**, który zwiększyłby bezpieczeństwo energetyczne Polski.



41

## Nie dla szczelinowania

---

Francja zakazała wydobycia gazu z łupków metodą szczelinowania ze względu na jej zły wpływ na środowisko. Duże wątpliwości dot. wydobycia **gazu łupkowego** są także przedmiotem obrad agendy Unii Europejskiej.



42

## Geotermia niezależna

---

Geotermia to efektywne OZE, praktycznie niewyczerpywalne. Spośród OZE jest najbardziej niezależna od słońca i zjawisk klimatycznych. Lecz elektrownie geotermalne są drogie, jeden odwiert to nawet 10 mln. PLN (małe pompy ciepła są dużo tańsze).



43

## Geotermia bez emisji

---

W elektrowniach geotermalnych nie ma spalania. Nie produkują gazów cieplarnianych, hałasu i szkodliwych odpadów. Wydobycie wód może uwalniać z głębi ziemi siarkowodór, produkty rozpadu radioaktywnego, szkodliwe związki rtęci, arsenu, amoniaku.



44

## Wielofunkcyjna geotermia

---

Ciepłownie geotermalne mogą dostarczać ciepło okolicznym terenom i obejmować instalacje wykorzystujące geotermię do rekreacji i produkcji (hodowla, rolnictwo). Ten system działa w kilku polskich miastach (Uniejów, Mszczonów).



45

## Pompy ciepła

---

Pompy ciepła to odnawialne źródło energii dla budynku. Wykorzystują energię zgromadzoną w gruncie, wodach podziemnych lub powietrzu do uzyskania ciepła lub chłodu. Z 1kW prądu produkują 2-4 kW ciepła. Są jedyną dostępną metodą przydomowego wykorzystania energii geotermalnej.



46

## Temperatura wód geotermalnych

Wody wysokotemperaturowe (powyżej 150°C) mogą służyć do produkcji prądu, a niskotemperaturowe do ciepłownictwa, rolnictwa, balneologii. W Polsce jest 6 ciepłowni geotermalnych. Zasoby zajmują powyżej 80% terytorium, ale mają niskie temperatury (zwykle <50°C).



47

## Lokalizacja ciepłowni geotermalnej

Ciepłownia musi być położona blisko odbiorców ciepła, jej wydajność powinna być dopasowana do zapotrzebowania. Może za to pracować prawie nieprzerwanie (ponad 95% czasu).



48

## Darmowy surowiec

Elektrownie wodne są niezależne od rynku i bardzo wydajne (75–90%, węglowe w ok. 50%). Pracują bez przerw na dostawę i odprowadzanie surowców, a susze i opady nie są zagrożeniem ciągłości produkcji dzięki rezerwuárom wodnym.



49

## Odpady rzek?

Produkcja energii w elektrowniach wodnych jest bezodpadowa – brak gazowych, ciekłych i stałych produktów ubocznych, wpływających na środowisko. W Norwegii to aż 98% produkcji energii. Jednak rezerwuary wodne nad elektrowniami zalewają duże obszary, zmieniając ekosystem.



50

## Elektrownie, zapory i ekosystem

Zapory dużych elektrowni wodnych zatrzymują żyzne osady niesione nurtem, a rolnicy poniżej muszą sztucznie nawozić pola. Zbiorniki rzeczne zaburzają migracje ryb, podnoszą temperaturę wód. Zalane rośliny gniją pod wodą, wydzielając metan.



51

## Koszt elektrowni wodnej

Budowa dużej elektrowni wodnej może być o 1,5x droższa (a małej aż 5x) niż gazowej. Po amortyzacji duże elektrownie wodne to tania energia (do połowy kosztów energii z elektrowni węglowej), ale produkcja w małych jest droższa niż z paliw kopalnych (do 3x drożej niż z węgla).



52

## Problemowe zapory

Przez zapory wodne elektrowni na świecie zalano ok. 400 tys. km<sup>2</sup> i przesiedlono ok. 40–80 mln os. (Jez. Włocławskie zalało 70 km<sup>2</sup>). Korzyści zapór: zabezpieczenie wody irygacyjnej przed suszą, rozwój rekreacji i rybołówstwa, zabezpieczenie przed powodzią.



53

## Rynek uranu

Światowe zasoby uranu wystarczają na 200–300 lat prac obecnej technologii jądrowej. Polska może wybrać z wielu dostawców uranu dla Europy (Australii, Kanady, państw Afryki) oraz z usług konwersji i wzbogacania w kilku państwach UE i Ameryki Pn.



54

## Emisja jądrowa

Elektrownie jądrowe nie emitują gazów cieplarnianych (np. CO<sub>2</sub>). Pracując uwalniają mało radioaktywnych gazów (0,01 rem/rok), bez wpływu na promieniowanie w środowisku (w otoczeniu 300 rem/rok). W elektrowni jednak składowe się zapas radioaktywnego paliwa (dziesiątki ton).



55

## Zagrożenie atomem

---

Zagrożenia elektrowni jądrowych dla środowiska to: zużyte paliwo, radioaktywne odpady procesu produkcji, duże awarie elektrowni. Awarie są rzadkie (raz na 20–30 lat), lecz trwale skażają środowisko (Czarnobyl po 26 latach jest wciąż skażony).



56

## Koszty atomu

---

Budowa elektrowni jądrowej to ok. 2x wyższe koszty niż elektrowni węglowej i duże opory społeczne. Niemcy i Szwajcaria wycofują się z użycia atomu, rządy 15 krajów (9 państw UE) są mu oficjalnie przeciwnie. Polski rząd planuje 2 reaktory do 2030 r.



57

## Fuzja jądrowa

---

Trwają prace nad fuzją jądrową z wodorem jako surowcem (bez użycia pierwiastków radioaktywnych). Badania potwierwiają do 2045 r. Od 2023 r. dostępne będą przydomowe reaktory. Ich rozmiar ograniczy zagrożenie atakami terrorystycznymi i potrzebę kontroli ludności.



58

## Losy radioaktywnych odpadów

---

96% radioaktywnych odpadów może być zregenerowana (nie jest to powszechne). Ok. 3% odpadów jest silnie radioaktywne przez setki lat. Zagrożają wyciekami i trwałym skażeniem środowiska.



59

## Przyczyna zgonu

---

Na 1 zgon przez cywilną energię jądrową przypada ok. 4 tys. zgonów przez przemysł węglowy (90 i 170 tys. os. na 1TWh). Zapylenie i warunki kopalniane łatwiej modyfikować, skażenie radioaktywne znacznie ciężiej. Usuwanie skażenia w Fukushima potrwa 30–40 lat.



60

## Ile potrzeba paliwa?

---

**Elektrownia węglowa** (moc 1 tys. MW) spala rocznie ok. 2,5 mln t węgla kamiennego (ok. 3–5 pociągów na dobę). **Elektrownia jądrowa** o tej samej mocy potrzebuje 40t paliwa rocznie (kilka ciężarówek na rok).



61

## Lokalna energia

---

**Bioenergia rozproszona** opiera się na lokalnych źródłach energii. Jest źródłem stabilnej energii w systemie (niezależnej od warunków atmosferycznych). Rozwiązuje problem składowania odpadów pochodzenia zwierzęcego i roślinnego (produkcja biomasy i biogazu).



62

## Potencjał bioenergii

---

Polska ma dobre warunki dla rynku **bioenergii**: rozwinięte rolnictwo, leśnictwo, przetwórstwo mięsne i rolno-spożywcze, dużo niezagospodarowanych odpadów. Np. potencjał produkcji **biogazu** rolniczego w Polsce to 1,7 mld m<sup>3</sup>/rok (9% importu gazu).



63

## Biomasa a środowisko

---

Wykorzystanie energetyczne **biomasy** ma neutralny bilans emisji gazów cieplarnianych. Emisje ze spalania równoważą się z ich ilością pochłoniętą przez rośliny w czasie życia. Za duże oparcie na biomase drzewnej skutkuje jednak degradacją lasów.



64

## Biogaz z odpadów

**Biogaz** (metan) jest prawie bezodpadowo produkowany w biogazowniach rolniczych i wysypiskowych. Metan ma bardzo wysoki wskaźnik emisyjności gazów cieplarnianych (21x większy niż CO<sub>2</sub>). Odzysk metanu bardzo ogranicza jego zły wpływ na klimat.



65

## Bioenergia i lokalna gospodarka

Rynek **bioenergii** wspiera rozwój lokalnych gospodarek i stwarza lokalnie miejsca pracy, dzięki czemu rośnie konkurencyjność obszarów rolniczych. Zapewnione jest także lokalne bezpieczeństwo energetyczne.



66

## Opał zamiast żywności?

Produkcja energii z **biomasy** rozwinęła się jako część utylizacji odpadów organicznych. Subsydiowanie produkcji biomasy stwarza zagrożenie, że rolnicy będą uprawiać substrat do produkcji energii zamiast żywności.



67

## Energia ze ścieków

Trwają zaawansowane badania nad wykorzystaniem **biomasy** w ściekach komunalnych: miejskie oczyszczalnie wody będą produkować energię na użytek własny i do sieci. Już teraz wykorzystuje się **biogaz** powstały w trakcie oczyszczania.



68

## Efektywny biogaz

Wartość opałow **biogazu** jest porównywalna z wartością opałow węgla kamiennego. Wysoka sprawność wytwarzania energii elektrycznej z biogazu może sięgać nawet 90% (w systemach skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła).



69

## Bezsens współpalania

50% energii z OZE w Polsce pochodzi ze współpalania **biomasy i węgla**. Współpalanie obniża efektywność produkcji (względem węgla). Najczęściej współpalone jest drewno lub zboże, często importowane (wysokie koszty transportu).



70

## Uciążliwe sąsiedztwo

**Biogazownie** mogą być uciążliwe zapachowo podczas przyjmowania substratu (np. obornika) lub ładowania go do komór fermentacyjnych (które jeśli dobrze zaprojektowane, są całkowicie szczelne). Zapach ogranicza się do sąsiedztwa instalacji.



71

## Psucie rynku

W Polsce nie ma skutecznego rynku **biomasy**. Biopaliwa to np. subsydiowane zboża (zły wpływ na rynek żywności) lub całe drzewa, nie tylko odpady (zły wpływ na rynek drewna). Import biomasy jest opłacalny przez subsydia dla współpalania.

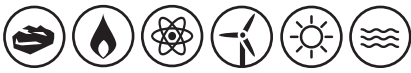


72

## Rozproszone źródła energii

Małe piece na biomasę i elektrownie biogazowe utylizują lokalne odpady organiczne. Lecz największa na świecie elektrownia na biomasę Połaniec spala 4 tys. t odpadów rolnych i drzewnych na dzień, wymagając importu substratów.





73

## A może import?

---

Ciągłość dostaw może zapewnić import energii ze źródeł konwencjonalnych lub odnawialnych. Sposobem na to jest stworzenie europejskiej sieci energetycznej. Na przykład moglibyśmy odbierać energię wodną ze Skandynawii, słoneczną z Hiszpanii lub planowanych elektrowni na Saharze.



74

## Odnawialne źródła energii (OZE)

---

OZE to źródła energii, których wykorzystywanie nie wiąże się z ich długotrwałym deficytem, ich zasób odnawia się w krótkim czasie (są to m.in. wiatr, energia słoneczna, rzeki, geotermia). Zaliczana jest do nich także bioenergia.

