

Polski mix energetyczny w perspektywie lat 2030 i 2050

Analizy ekspertów i pola kompromisu

Maciej Bukowski
Instytut Badań Strukturalnych



Plan



- **Czym jest mix energetyczny?**
- **Polski energy mix AD 2008**
- **Jak projektuje się przyszłe mixy energetyczne?**
- **Przegląd opracowań na temat przyszłego mixu energetycznego Polski**
 - Prognozy dot. obecnych polityk
 - Opracowania ARE (załącznik do PEP 2030 oraz aktualizacja)
 - Alternatywna Polityka Energetyczna
 - „Scenariusz 450” MAE
 - Bank Światowy – transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej w Polsce
 - IBS dla WWF i PKE – niskoemisyjne dylematy
 - Greenpeace – [r]ewolucja energetyczna dla Polski
 - EnergSys – Raport 2030 i Raport 2050
- **Różnice w wynikach opracowań i ich źródła**
- **Wnioski i rekomendacje**

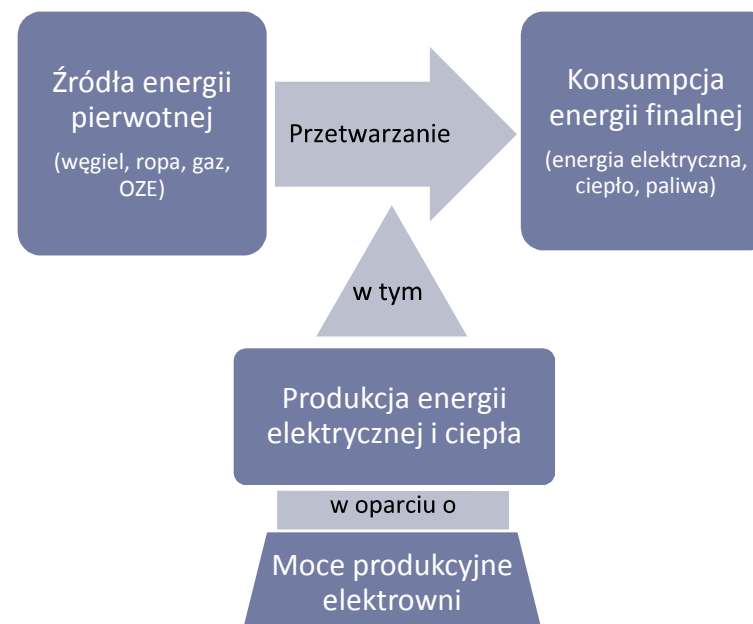
Czym jest mix energetyczny?



Mix energetyczny (ang. *energy mix*) to struktura produkcji i konsumpcji energii w podziale na jej nośniki i sposób wytwarzania.

Wyróżnia się mixy opisujące:

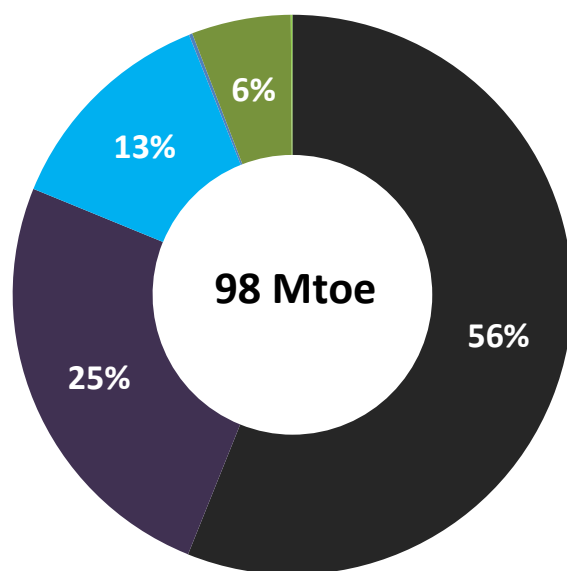
- zapotrzebowanie na energię pierwotną w podziale na nośniki
- zapotrzebowanie na energię finalną w podziale na nośniki
- produkcję energii elektrycznej w podziale na paliwa lub rodzaje elektrowni
- mix mocy produkcyjnych elektrowni w podziale na ich rodzaje lub wykorzystywane paliwa



Polski energy mix AD 2008

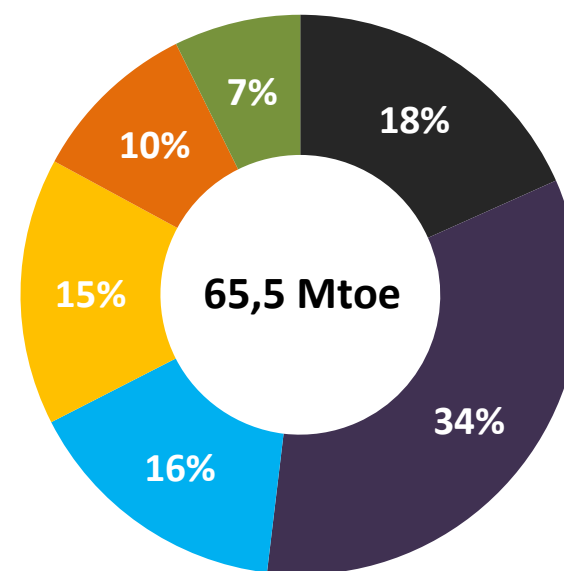


Źródła energii pierwotnej



■ Węgiel
■ Ropa naftowa
■ Gaz
■ Woda
■ Biomasa i odpady
■ Pozostałe OZE

Konsumpcja energii finalnej

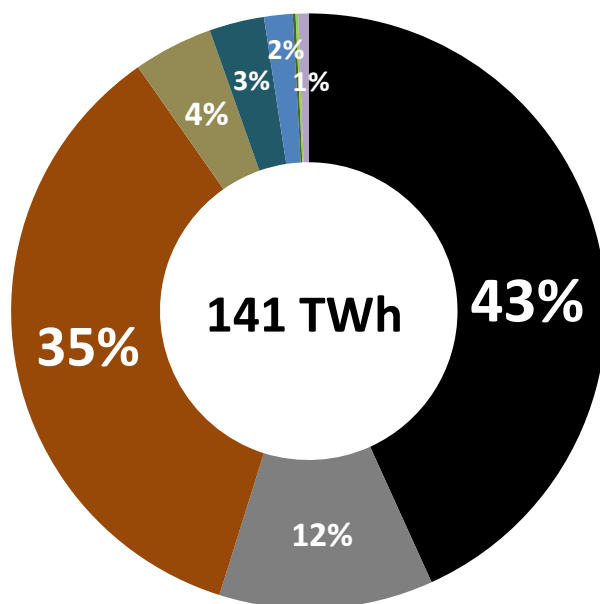


■ Węgiel
■ Ropa naftowa
■ Gaz
■ Energia elektryczna
■ Ciepło
■ Biomasa i odpady

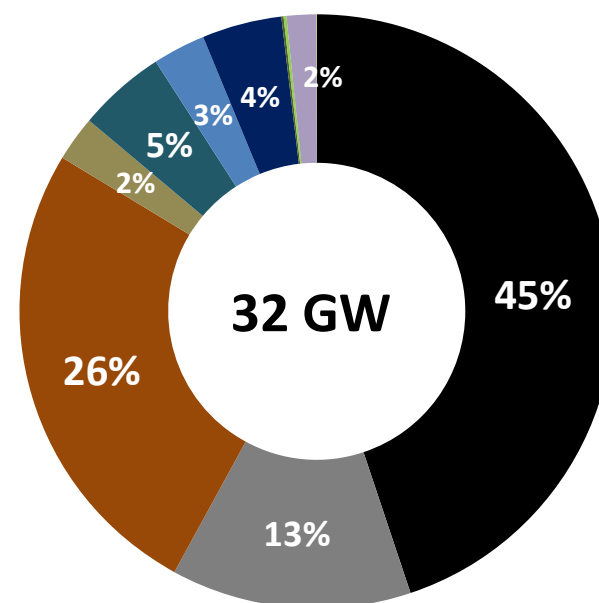
Polski energy mix AD 2008



Produkcja energii elektrycznej



Moce produkcyjne elektrowni



- Elektrownie - węgiel kamienny
- Elektrociepłownie przemysłowe
- Elektrownie szczytowo-pompowe
- Elektrownie wiatrowe na lądzie

- Elektrociepłownie - węgiel kamienny
- Elektrociepłownie gazowe
- Biomasa
- Fotowoltaika

- Elektrownie - węgiel brunatny
- Elektrownie wodne
- Biogaz

Jak projektuje się przyszłe mixy energetyczne?



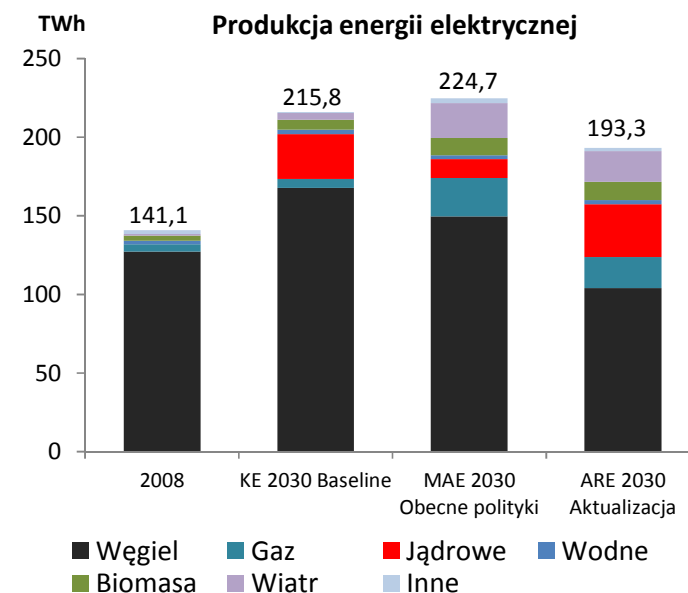
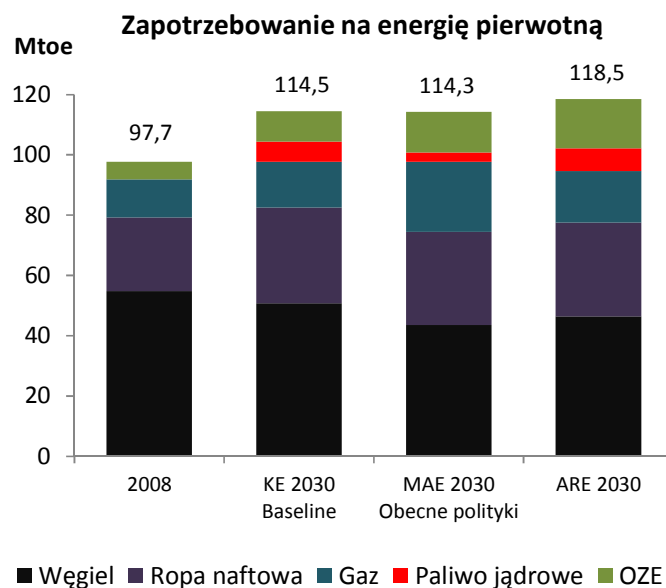
- Porównanie analizowanego scenariusza do **scenariusza odniesienia** – obecnych polityk (*current policies*) lub braku interwencji (*business as usual, BAU*)
- Możliwe podejście do modelowania:
 - **top-down** (model całej gospodarki, uproszczony obraz energetyki)
 - **bottom-up** (dokładny model sektora energetycznego, brak analizy makroekonomicznej)
 - podejście mieszane – moduły *top-down* i *bottom-up*
- Cele modelowania:
 - prognoza warunkowana założeniami wyjściowymi (**forecasting**)
 - poszukiwanie najlepszej drogi do osiągnięcia z góry postawionego celu (**backcasting**)

Przegląd opracowań.

Prognozy dot. obecnych polityk



Szereg prognoz pozwala ocenić wpływ obecnych polityk na energy mix w 2030 roku.



Źródła:

- KE (2009) – scenariusz BAU, bez pakietu klimatyczno-energetycznego
- MAE (2010) – obecnie działające regulacje
- ARE (2009, aktualizacja 2011) – działania przewidziane w Polityce Energetycznej Polski do 2030 roku

Przegląd opracowań.

Prognozy ARE



Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku, załącznik do Polityki Energetycznej Polski do 2030 roku (2009)

- Działania zaproponowane w Polityce Energetycznej Polski do 2030 roku pozwolą Polsce spełnić wymagania pakietu klimatyczno-energetycznego
- Dywersyfikacja mixu – pojawienie się energetyki jądrowej, rośnie rola OZE – głównie biomasy oraz wiatru

Aktualizacja Prognozy zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku (2011)

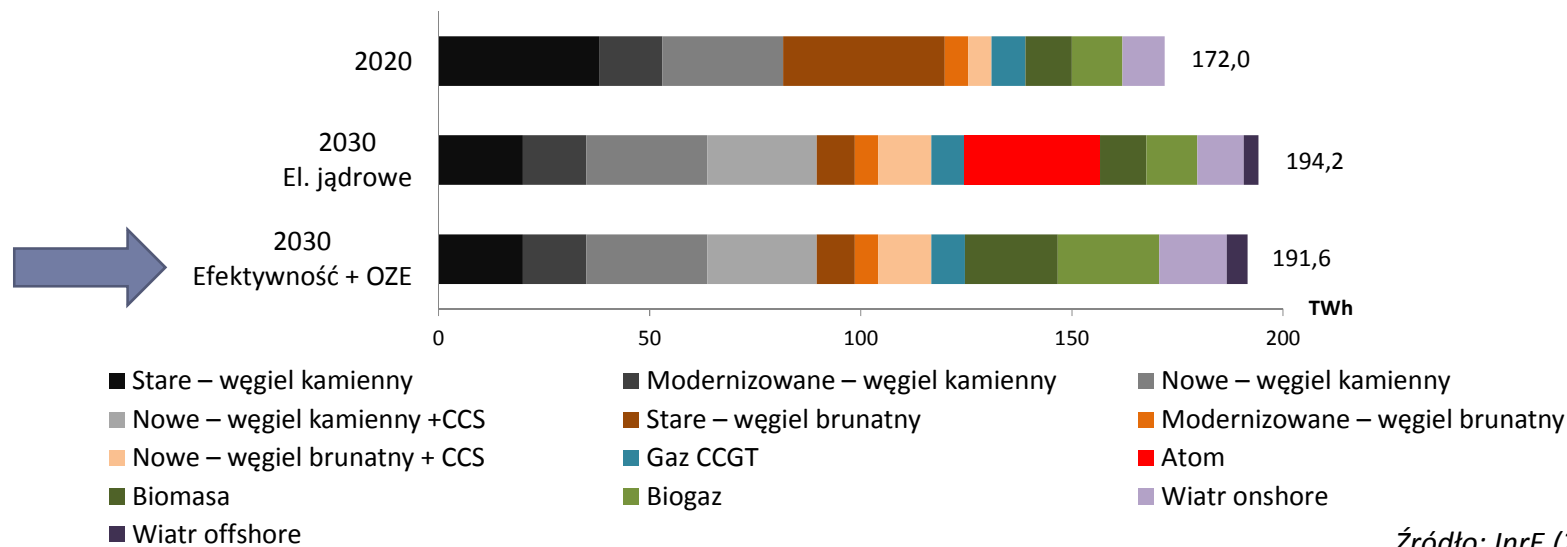
- Energetyka jądrowa – pożądany element polskiego mixu energetycznego. Stanowi istotny instrument redukcji emisji, obniża ceny energii oraz łagodzi ich wahania w razie wzrostu cen praw emisji CO₂.

Przegląd opracowań.

InrE – Alternatywna Polityka Energetyczna Polski do roku 2030.



Produkcja energii elektrycznej



Źródło: InrE (2009)

- Poprawa efektywności energetycznej jako najskuteczniejsze narzędzie redukcji emisji.
- Postawienie na OZE oraz energetykę rozproszoną korzystniejszym kosztowo rozwiązaniem niż elektrownie jądrowe.

Przegląd opracowań.

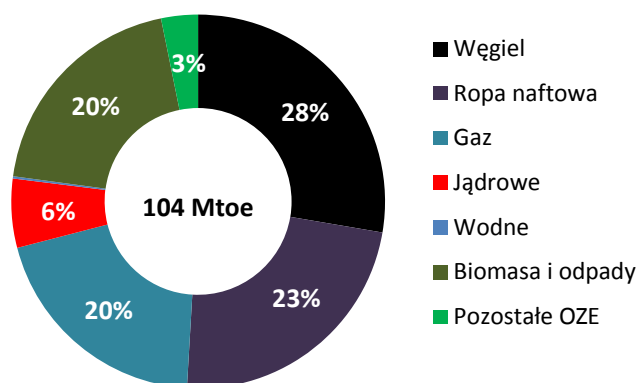
MAE – scenariusz 450



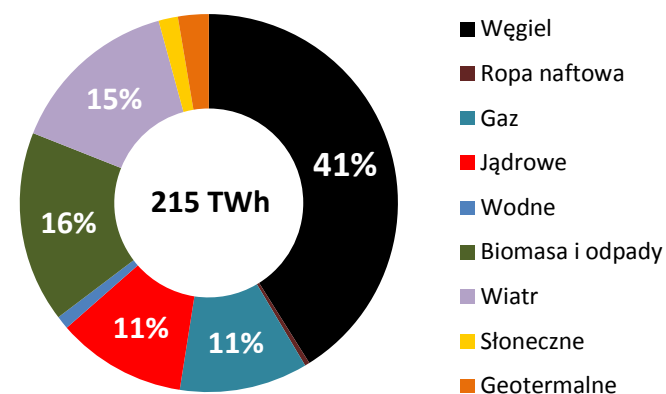
Scenariusz 450 – przykładowy zestaw rozwiązań, które pozwolą przejść gospodarce światowej na niskoemisyjną ścieżkę rozwoju. Obejmuje on stopniowe rozszerzanie systemu handlu emisjami w energetyce i przemyśle na kraje spoza UE oraz podjęcie skoordynowanych działań redukcyjnych w innych sektorach.

- Dla Polski – ambitniejsze polityki redukcji emisji, szczególnie w obszarze **poprawy efektywności paliwowej w transporcie**. Wraz z redukcją emisji, przyniosą one też znaczące oszczędności.

Źródła energii pierwotnej



Produkcja energii elektrycznej



Przegląd opracowań.

Bank Światowy – transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej w Polsce (1)



Raport Banku Światowego *Transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej w Polsce (2011)* opiera się na szeregu narzędzi analitycznych. Są to:

- zbiór opcji technologicznych redukcji emisji CO₂ przygotowany przez firmę McKinsey&Company – **krzywa MAC**
- **model ROCA** (Regional Options for Carbon Abatement) przygotowany przez Loch Alpine Economics
- **zbiór narzędzi IBS CAST** (Climate Assessment Simulation Toolbox) opracowany przez Instytut Badań Strukturalnych – moduły BAU, MIND, MEMO
- model sektora transportowego Tremove plus

Przegląd opracowań.

Bank Światowy – transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej w Polsce (2)



Krzywa krańcowych kosztów redukcji emisji MAC

- koszty mikroekonomiczne (dla podejmujących działania podmiotów) i potencjał poszczególnych rozwiązań technicznych redukujących emisje
- działania poprawiające efektywność energetyczną przyniosą do 2030 roku oszczędności netto
- inwestycje w niskoemisyjną elektroenergetykę wiążą się z kosztami netto

Model ROCA

- oszacowanie skutków wprowadzenia pakietu klimatyczno-energetycznego
- **nieznaczne zmniejszenie się udziału węgla w wytwarzaniu energii elektrycznej, głównie na rzecz gazu; większy udział OZE**
- 2020 rok w porównaniu do scenariusza bez celu „3x20”
 - PKB niższe o 1,1-1,7 proc.
 - produkcja w energochłonnych sektorach – niższa o 1,9-4,4 proc.
 - stopa bezrobocia wyższa o 0,4-0,5 pp.
- podkreślona szkodliwość sektorowego i terytorialnego rozdrobnienia celów redukcyjnych.

Przegląd opracowań.

Bank Światowy – transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej w Polsce (3)



Pakiet IBS CAST

- pakiet złożony z 3 narzędzi
 - IBS-BAU – obliczanie scenariusza odniesienia
 - IBS-MIND – optymalizacja interwencji w sektorze elektroenergetycznym
 - IBS-MEMO – model DSGE oceniający makroekonomiczny wpływ narzędzi redukcji emisji
- makroekonomiczna wersja krzywej MAC – **część działań w elektroenergetyce przynosi korzyści makroekonomiczne** pomimo kosztów mikroekonomicznych
- koszty makroekonomiczne dekarbonizacji mixu
 - wiążą się z wypychaniem inwestycji w innych sektorach gospodarki w czasie przebudowy energetyki
 - sięgają maksimum po roku 2020, w czasie nagromadzenia inwestycji (do 5 proc. odchylenia od BAU)
 - do 2030 zmniejszają się dzięki oszczędnościom z poprawy efektywności energetycznej do 0,7-1,3 proc. PKB
- duże znaczenia sposobu finansowania interwencji państwa w formowanie mixu.

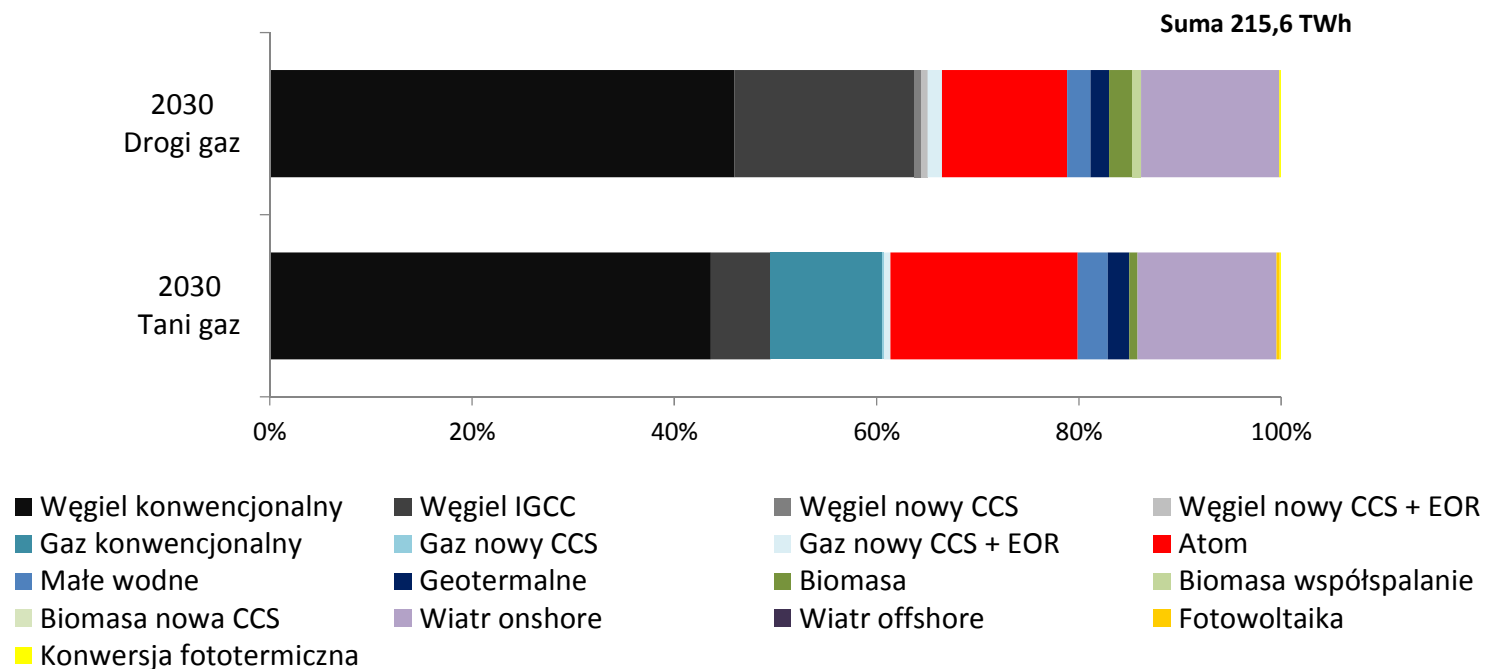
Przegląd opracowań.

Bank Światowy – transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej w Polsce (4)



IBS-MIND

Optimalny mix produkcji energii elektrycznej zależy od przyszłych cen gazu ziemnego. Szersze wykorzystanie zarówno konwencjonalnych, jak i odnawialnych źródeł energii.



Przegląd opracowań.

IBS dla WWF i PKE – niskoemisyjne dylematy



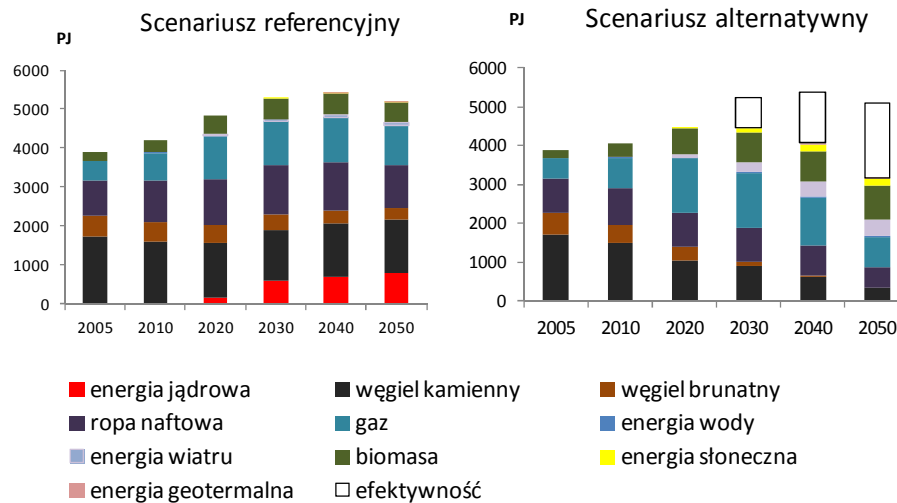
- analiza oparta na IBS CAST. Moduł IBS-MIND poszerzony o ocenę działań proefektywnościowych
- do 2030 roku możliwa jest redukcja emisji o 47 proc. względem roku 2008.
- **wśród mixów opartych na OZE i nie zawierających energii jądrowej optymalny jest wariant bazujący na lądowych farmach wiatrowych oraz elektrowniach biomasa + CCS.**
- ok. dwuprocentowy spadek PKB do 2030 roku względem BAU
- duże znaczenie sposobu wydatkowania wpływów z obciążeń emitentów

Przegląd opracowań.

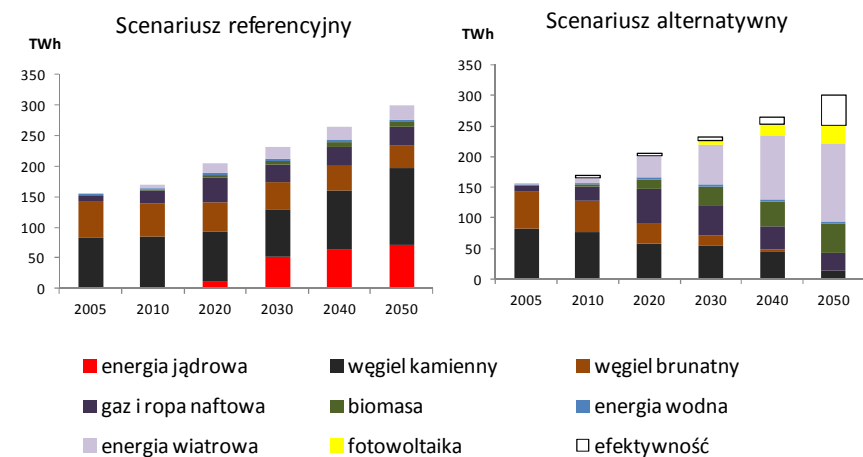
EC BREC IEO, DLR IoTT, Greenpeace –
[r]ewolucja energetyczna dla Polski



Źródła energii pierwotnej



Produkcja energii elektrycznej



Źródło: Greenpeace Polska (2008)

- głęboka redukcja emisji do 2050 roku wymaga zmiany paradygmatu polskiej energetyki
- przestawienie energetyki na OZE, radykalna poprawa efektywności energetycznej, wprowadzenie elektrycznych i hybrydowych aut, dekarbonizacja elektroenergetyki
- koszty energii przejściowo wyższe, ale po 2040 roku działania zaczną przynosić oszczędności.

Przegląd opracowań.

EnergSys dla PKEE – Raport 2030



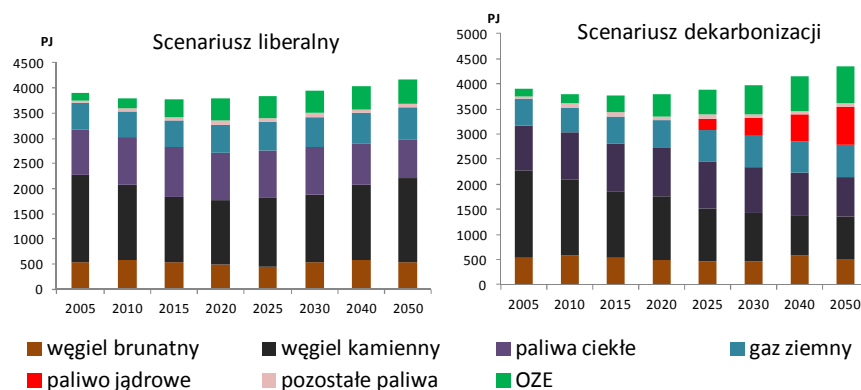
- ocena pakietu klimatyczno-energetycznego UE
- analiza top-down/bottom-up – 3 zintegrowane moduły
 - PROSK-E – oszacowanie popytu na energię
 - EFOM-PL – modelowanie rozwoju sektora energetycznego
 - CGE-PL – ocena makroekonomicznego wpływu zmian w sektorze energetycznym
- Wnioski
 - **Pakiet zmienia polski energy mix, zwiększając w nim udział OZE i wprowadzając do niego energię jądrową.**
 - Poprzez wyższe ceny energii łączy się to jednak ze znacznymi kosztami dla gospodarki – **utrata PKB rzędu 15 proc. względem BAU w 2030 roku**

Przegląd opracowań.

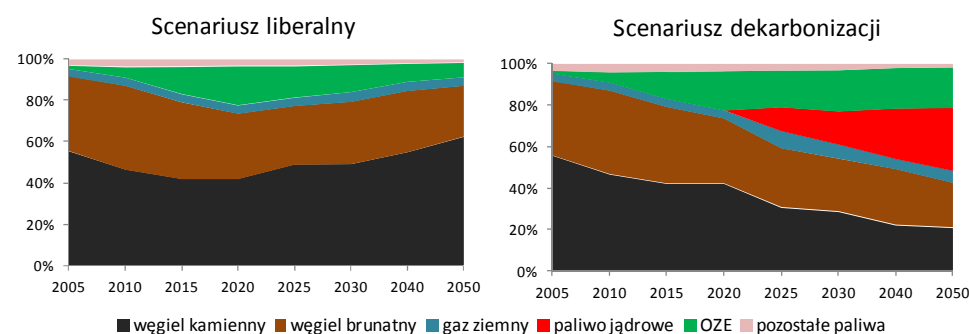
EnergSys dla PKEE – Raport 2050



Źródła energii pierwotnej



Struktura mocy elektrowni



Źródło: EnergSys (2010)

- ocena propozycji dekarbonizacji polskiej gospodarki do 2050 roku – redukcja emisji o 75 proc.
- metodologia jak w *Rapocie 2030*
- Wnioski
 - **Dekarbonizacja oznacza znaczący wzrost znaczenia energii jądrowej oraz OZE w mixie kosztem paliw kopalnych, a także szerokie zastosowanie technologii CCS.**
 - Łączne koszty polityki dekarbonizacji (wraz z kosztem zakupu uprawnień do emisji) to **13-15 mld rocznie rosnące od 2020 roku do 71-87 mld zł w 2050 roku.**
- Obecnie przygotowujemy jest kolejny projekt – ocena propozycji Komisji Europejskiej (Roadmap 2050) redukcji emisji o 80 proc. Wyniki zbliżone jakościowo. PKB poniżej BAU o ok. 11 proc. po 2030 roku.

Różnice w wynikach opracowań i ich źródła (1)



Obszar	Różnice	Wnioski/pytania
Czynniki zewnętrzne, modelowanie sektora energetycznego	Niewielkie rozbieżności	Potwierdzenie znaczenia efektywności energetycznej, bez interwencji – wzrost popytu na energię i dalsza zależność od węgla.
Potencjał i koszty opcji technologicznych	Istotne rozbieżności	Pytanie o miejsce energii jądrowej, OZE i innych opcji w przyszłym mixie.
Oddziaływanie na gospodarkę	Niewielkie rozbieżności, wyjątek – EnergySys	Pytanie o realną cenę zmiany mixu. Koszty makroekonomiczne prawdopodobnie akceptowalne

Różnice w wynikach opracowań i ich źródła (2)



Czynniki zewnętrzne, modelowanie sektora energetycznego

- zbliżone prognozy dot. czynników zewnętrznych (demografia, trendy gospodarcze BAU)
- pomimo stosowania różnych modeli, przy podobnych założeniach otrzymywane są zbliżone wyniki dot. popytu na energię, wymaganych nakładów inwestycyjnych, struktury mixu

Potencjał i koszty opcji technologicznych

- największe wątpliwości dotyczące realnych kosztów budowy elektrowni jądrowych (zgłaszane przez ekologów) oraz realnego potencjału rynkowego OZE (coraz wyraźniejszy konsensus w ostatnich latach)
- niepewność dot. rozwoju testowanych technologii (np. CCS)

Różnice w wynikach opracowań i ich źródła (3)



Oddziaływanie na gospodarkę

- Analizy z raportu Banku Światowego, oceny skutków regulacji KE – **kilkuprocentowe tymczasowe odchylenie PKB od ścieżki BAU.**
- Prognoza EnergySys – **kilkunastoprocentowe trwałe odchylenie PKB od ścieżki BAU.**

Skąd bierze się ta różnica?

- Gospodarka w modelu makroekonomicznym EnergySys (CGE-PL) ma znacznie **mniejszą możliwość realokacji zasobów i adaptacji do zmieniającego się otoczenia** niż np. w modelu IBS-MEMO.
- Przekłada się to na dużą wrażliwość modelowanej gospodarki na szoki zewnętrzne, takie jak wzrost kosztów wytwarzania energii
- Obserwacja **realnego zachowania gospodarki** w Polsce i na Zachodzie wskazuje, że **tak daleko idąca statyczność jej struktury wobec szoków zewnętrznych nie występuje**, szczególnie w długim okresie

Uwaga:

koszty mikroekonomiczne (nakłady inwestycyjne, wyższe ceny, a więc *realokacja*) ≠
koszty makroekonomiczne (utrata produkcji, spadek zatrudnienia, wzrost bezrobocia).

Wnioski i rekomendacje (1)



- **Konsensus:** duża rola efektywności energetycznej; bez interwencji Polska nadal będzie uzależniona od węgla
- **Osie dyskusji:** miejsce energetyki jądrowej w mixie (pytanie o jej realne koszty), potencjał rynkowy OZE, energetyka rozproszona vs systemowa
- **Efekty makroekonomiczne zmian w mixie** – prawdopodobne tymczasowe odchylenie od ścieżki wzrostu PKB o kilka procent. Scenariusze dużych odchyleń od BAU wydają się zbyt pesymistyczne.

Wnioski i rekomendacje (2)



- Duża niepewność prognoz po 2030 roku

↪ optymalny mix energetyczny
↪ optymalna strategia zmiany mixu energetycznego

Mix energetyczny 2030	Mix energetyczny 2050
<ol style="list-style-type: none">1. Wypracowanie konsensusu co do celów redukcyjnych w okresie 10 i 20 letnim2. Wypracowanie wspólnej technologiczno-ekonomicznej bazy kosztów i wykonalności potencjalnych elementów mixu3. Dokonanie strategicznego wyboru w obszarach spornych4. Wyznaczenie mixu optymalnego przy tych założeniach5. Weryfikacja adaptacyjności mixu w związku z perspektywą lat 2030-20506. Ewentualna modyfikacja mixu po tej weryfikacji.	<ol style="list-style-type: none">1. Ustalenie indykatywnego celu redukcyjnego do roku 20502. Analiza związków między tym celem a celami na rok 2030 i ew. uspoźnienie obu celów3. Opracowanie założeń ramowych mixu (np. dywersyfikacja, niezależność energetyczna, zeroemisyjność itp.)4. Opracowanie najbardziej prawdopodobnej ścieżki zmian w uwarunkowaniach technologicznych i ekonomicznych składowych mixu5. Wyznaczenie mixu optymalnego przy tych założeniach oraz nadanie mu statusu mixu ramowego podlegającego adaptacji w przyszłości

Obszary ryzyka systemowego poszczególnych typów mixów energetycznych

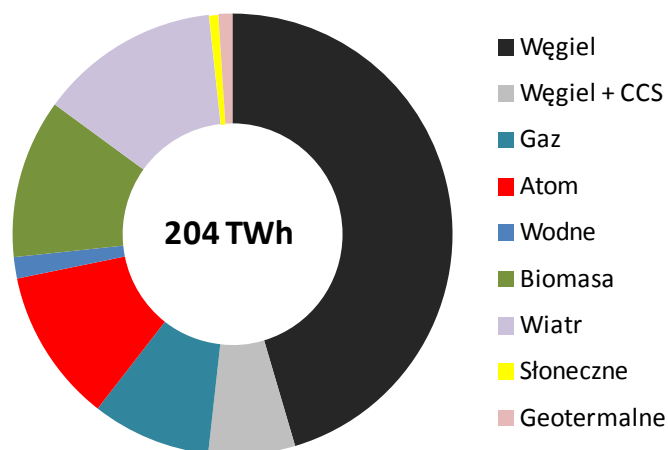


Mixy głównie:	Węglowe	Gazowe	Nuklearne	Odnawialne
Ryzyko budowy i finansowania	+	+	++/+++	++/+++
Ryzyko zmienności cen paliwa (eksploatacji)	+++	++/+++	+	+
Ryzyko zmiany cen uprawnień do emisji	+++	++	+	+
Ryzyko polityczne dostaw surowca	+	+++	+	+
Ryzyko regulacyjne	+++	+++	+++	+++
Ryzyko rozbudowy i stabilizacji sieci	+	+	++	+++
Ryzyko postępu technicznego	+	+	+	++
Ryzyko utraty akceptacji społecznej	+ / ++	+	+++	+
Razem ryzyka	14-15	14-15	14-15	14-15

Dywersyfikacja i zmniejszenie emisyjności – kompromisowy i optymalny mix energetyczny dla Polski do roku 2030 a perspektywa roku 2050 - propozycja IBS

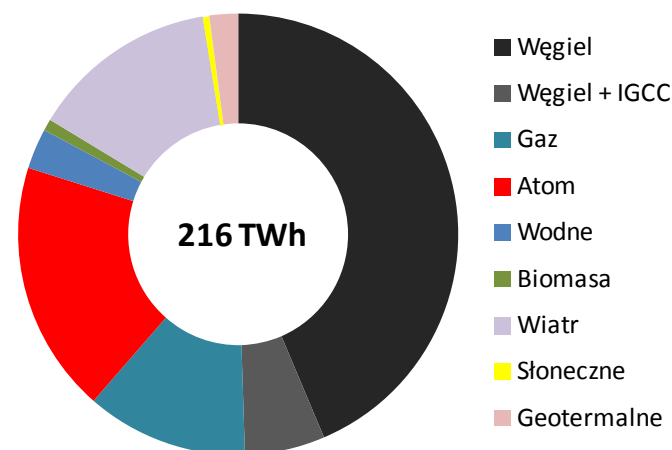


Uśredniony (eksperski) mix
energetyczny AD 2030



Źródło: IBS na podstawie studiów ARE, MAE, IBS, EnergySys, InrE, Greenpeace oraz Banku Światowego

Zdywersyfikowany optymalny
mix AD 2030 wg IBS



Źródło: obliczenia własne IBS

Dziękuję za uwagę



www.ibs.org.pl