



Europejski  
Instytut Miedzi  
Copper Alliance



---

# **Polityka energetyczna w UE 2030/2050**

## **Niemiecki miks wytwarzania energii elektrycznej w roku 2050**

Prof. Dr Zbigniew Styczyński  
Dr Przemysław Komarnicki

Nr ref EIM: EIM07204

# Niemiecki miks wytwarzania energii elektrycznej w roku 2050<sup>1</sup>

**W wyniku badań połączonych niemieckich Akademii Nauk opublikowany został raport w projekcie ESYS – Przyszłość systemu energetycznego - „Opcje sprawnego i elastycznego systemu energetycznego 2050.”**

W Niemczech istnieje szereg Akademii Nauk. Trzy najważniejsze z nich - Acatech, Union i Leopoldina - połączyły swoje siły by opracować konkretną wizję systemu elektrycznego w roku 2050, bowiem tylko znając cel można wybrać optymalne drogi dojścia do niego lub cel ten modyfikować.

W poniedziałek 10. grudnia br. wyniki badań Akademii w ww. zakresie zostały opublikowane w postaci raportu i szeregu załączników – tzw. listów uzupełniających. Nasz artykuł nie ma na celu przedstawienia całości tych badań a jedynie krótkie omówienie opracowania i powinien stanowić zachętę do jego przestudiowania. Pełne materiały dostępne są na stronie internetowej Acatech (<http://www.acatech.de/de/publikationen/studie.html>).

Zespół powołany do wykonania tego opracowania składał się z ponad 100 ekspertów (10 podzespołów) reprezentowanych głównie przez przedstawicieli pozauczelnianych instytucji badawczych (np. instytuty Fraunhofera), przemysłu (np. producenci, zakłady energetycznych) oraz specjalistów z zakresu nauk socjologicznych (temat: akceptacja społeczna rozwiązań).

Dane wejściowe do obliczeń modelowych zostały opracowane w zespołach roboczych, które analizowały poszczególne technologie wytwarzania energii elektrycznej głównie z punktu widzenia kosztów i możliwości elastycznego działania, gdyż założono, że przyszły system będzie charakteryzował się dużym udziałem „niespokojnych”, odnawialnych źródeł energii. To założenie wydaje się być słuszne w perspektywie roku 2050 w przypadku Niemiec. Nie wykluczono z rozważań żadnej technologii wytwarzania poza elektrowniami jądrowymi, których to czas w Niemczech - ja się wydaje - minął bezpowrotnie.

Jako wielkości sterujące przyjęto tylko i wyłącznie koszty związane z technologiami wytwarzania, które zostały wyznaczone z uwzględnieniem ich dotychczasowego rozwoju technologicznego i wynikającej z niego aproksymacji przewidywanych kosztów wytwarzania energii na rok 2050. Ze względu na udział szerokiej bazy ekspertów wydaje się, że wielkości te można przyjąć za wiarygodne. Także inne ekonomiczne wielkości sterujące jak na przykład koszty certyfikatów CO2 zostały odpowiednio poddane aproksymacji.

Niepewności w modelowaniu zostały uwzględnione poprzez dużą ilość wariantów (scenariuszów), które zostały przeanalizowane w ramach przeprowadzonych obliczeń. Jako metodologie w obliczeniach przyjęto metodę kosztów całkowitych co w pewnym stopniu ogranicza reprezentatywność wyników - z jednej strony, pozwala jednak z drugiej strony na uniezależnienie się od ścieżki dojścia do rozwiązania optymalnego (planowanie „greenfield”).

Wyniki tego projektu przyniosły szereg interesujących rozwiązań częściowo nieoczekiwanych, które zgodnie z raportem projektu można podsumować w następujący sposób:

1. Prawie każda analizowana technologia może (z uwzględnieniem dodatkowych kosztów) znaleźć zastosowanie w końcowym miksie o ile wcześniej podjęte zostaną np. odpowiednie decyzje o preferowanych kierunkach rozwoju.
2. Ze względu na możliwą różnorodność w stosowaniu paliwa (biogaz, gaz ziemny, H<sub>2</sub> itd.) elektrownie gazowe stanowią będą "kręgosłup" przyszłego systemu energetycznej gwarantować będą ciągłość zasilania nawet w wielotygodniowych okresach tzw. "ciemnej ciszy" (pogoda bezwietrzna przy zachmurzonym niebie).
3. Operatywne i elastyczne sterowanie zapotrzebowaniem oraz zasobniki energii w gospodarstwach domowych i przemyśle stanowią najdogodniejszą i najtańszą możliwość wyrównywania chwilowych wahań zasilania (kilka minut do godziny).
4. Zasobniki energii dla dłuższego okresu czasu są atrakcyjne dopiero gdy system powinien oszczędzać więcej niż 80% CO<sub>2</sub>. W przypadku większych dopuszczalnych emisji bardziej opłacalne wydaje się być gromadzenie energii w postaci zamiany jej w ciepło lub ograniczenie produkcji energii z OZE.

---

<sup>1</sup> Opracowane na podstawie raportów opublikowanych na stronie <http://www.acatech.de/de/publikationen/studie.html> i własnych informacji z prac grupy koordynacyjnej.

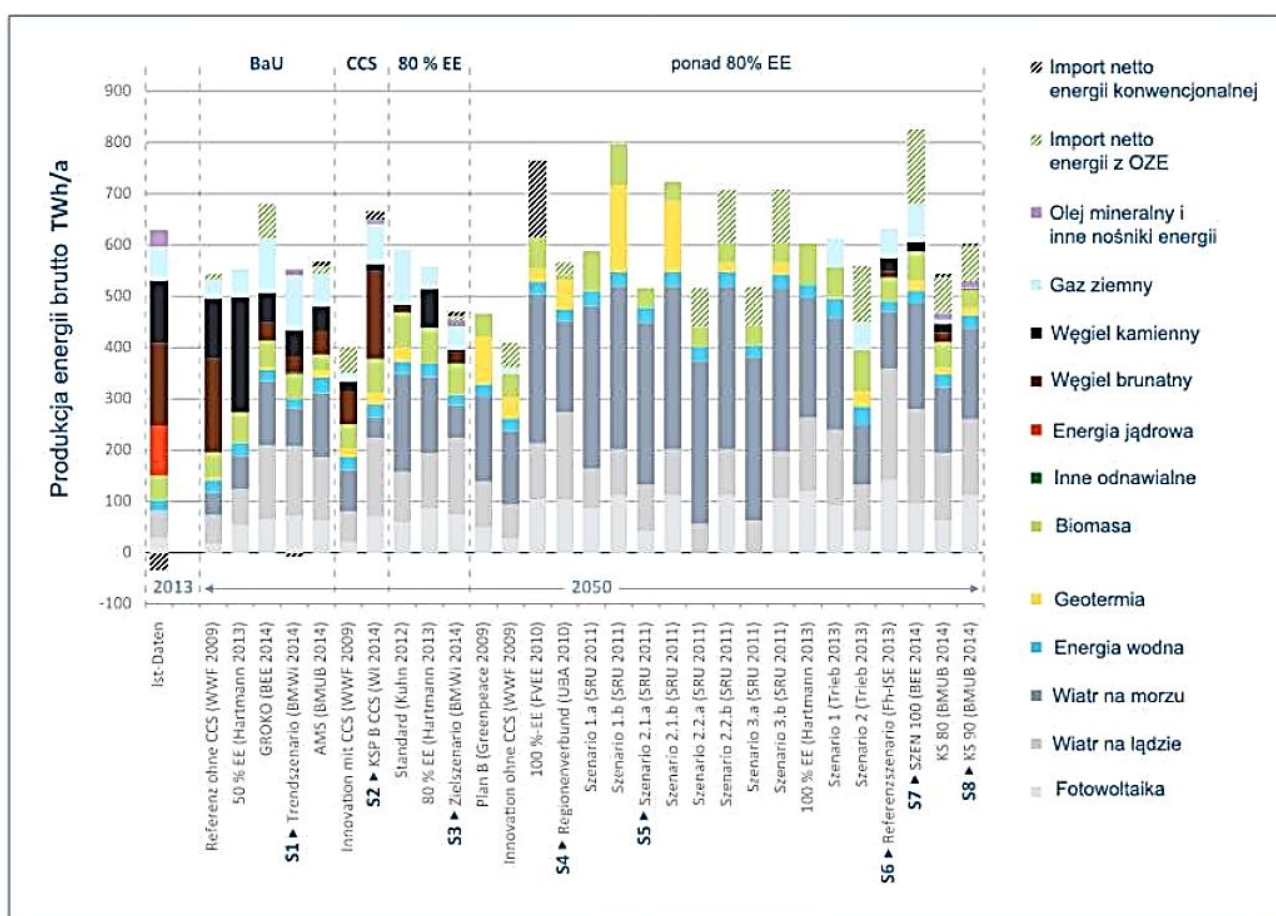
W pracy przy analizie kilkuset wariantów scenariuszy postawiono sobie kilka podstawowych pytań jak :

- Jaki wpływ na optymalny miks ma ograniczenie emisji CO2?
- Jak mógłby wyglądać system przy założeniu 100% wytwarzania energii z wykorzystaniem OZE?
- Jaką rolę odgrywać będą w przyszłym systemie zasobniki energii?
- Jakie będą systemy generacji w przyszłości: centralne czy rozproszone?
- Jak mogą być wykorzystywane nadwyżki produkowanej energii w OZE?
- Jakie są skutki tendencji uniezależnienia się od importów energii?

Pytania te pokazują rozległość badań jakie zostały wykonane w ramach tego projektu. Szczegółowe odpowiedzi na te pytania znajdziecie państwo w raporcie końcowym.

Poniżej przedstawimy państwu trzy grafiki z raportu, które w sposób syntetyczny prezentują wynik obliczeń modelowych wykonanych przy wcześniej opisanych założeniach.

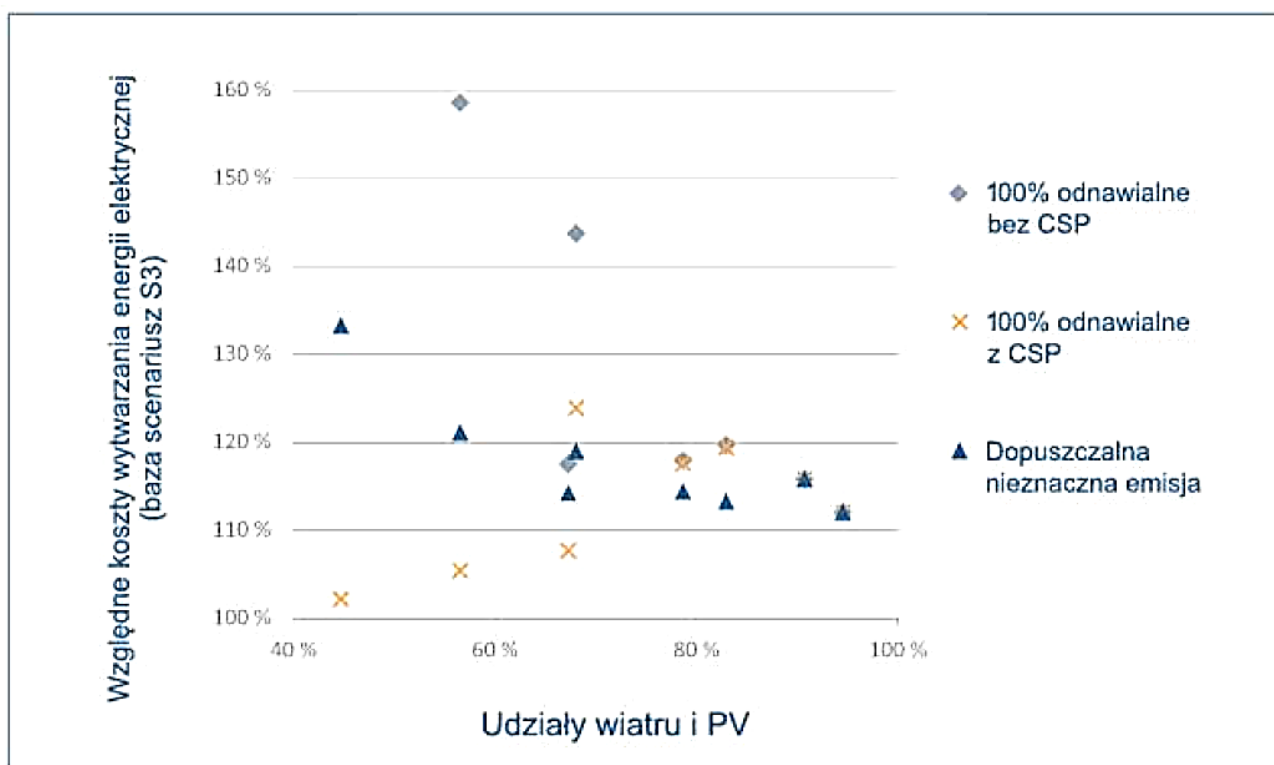
Pierwsza (Rys. 1) przedstawia optymalne miksy generacji przy wspomnianych założeniach brzegowych dla wybranych 29 głównych scenariuszy z czego osiem z nich nosi charakter scenariuszy głównych (bazowych).



Rysunek 1. Produkcja energii elektrycznej brutto w 2050 roku dla różnych scenariuszy (na rysunku pozostawiono oryginalne nazwy scenariuszy).

Nie wdając się w szczegóły analizy tego diagramu można stwierdzić, że produkcja energii elektrycznej w Niemczech w roku 2050 kształtować się będzie średnio na poziomie 600-650TWh/rok co odpowiada w przybliżeniu produkcji energii elektrycznej w roku odniesienia(2013). W scenariuszach charakteryzujących się dużą ilością OZE dominuje głównie energia wiatrowa, co wynika ze znacznie większej sprawności jej wytwarzania i większej niezawodności wyrażonej poprzez dwu, a nawet czterokrotnie wyższą ilość godzin użytkowania mocy szczytowej w roku.

Druga grafika (Rys.2) pokazuje wpływ procentowego udziału OZE (wiatr i słońce) w generacji mocy na koszt wytwarzania. Widać, że koszt wytwarzania energii jest średnio ok.20% wyższy w stosunku do rozwiązania bazowego (79 €/MWh dla scenariusza redukcji CO<sub>2</sub> 90% w odniesieniu do roku 1990).



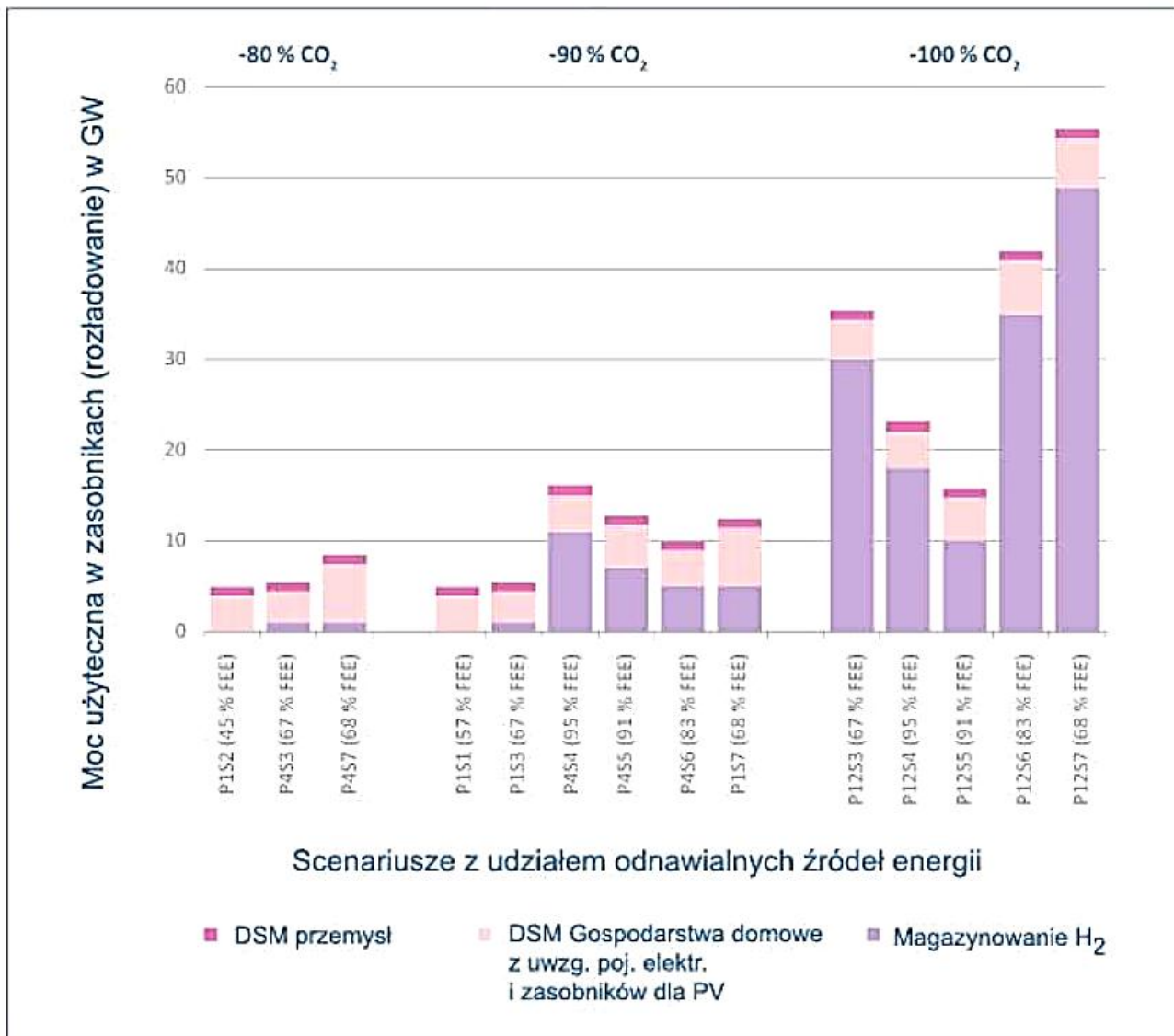
Rysunek 2. Względne koszty wytwarzania energii przy 100 % generacji z odnawialnych źródeł energii w zależności od udziału generacji z wiatru i fotowoltaiki (PV).

Rysunek 3 ilustruje udział DSM<sup>2</sup> dla różnych scenariuszy redukcji CO<sub>2</sub><sup>3</sup>. O ile DSM w gospodarstwach domowych daje się wykorzystać przy małych kosztach inwestycyjnych, zwłaszcza gdy przyjmujemy iż w 2050 pojazdy elektryczne będą stosowane w dużej skali o tyle DSM w przemyśle wymaga dość dużych nakładów inwestycyjnych lub wręcz zmian w technologii co powoduje jego zastosowanie dopiero przy scenariuszach redukcji 100% CO<sub>2</sub>.

Podsumowując wyniki tych bardzo kompleksowych badań można stwierdzić, że w roku 2050 można sobie „wyobrazić” system energetyczny w Niemczech, który może zapewnić 80% redukcji CO<sub>2</sub> przy spełnieniu warunków umiarkowanego wzrostu cen energii. Również takie aspekty jak konieczności rozbudowy i zmian struktury sieci czy akceptacji społecznej proponowanych rozwiązań nie będą miały negatywnego - również monetarnie – widocznego wpływu na proponowane rozwiązania. Brak rozbudowy sieci może jednak doprowadzić (to jeden z dodatkowych wniosków raportu) do zróżnicowania taryf na energię elektryczną na terenie Niemiec (podział na trzy strefy cenowe – patrz wspomniany raport Acatech).

<sup>2</sup> DSM – Demand Side Management – sterowanie odbiorem mocy

<sup>3</sup> Z. Styczynski kierował pracami tego zespołu.



Rysunek 3. Wykorzystanie mocy zasobników i potencjału DSM dla wybranych scenariuszy.

## Jakie znaczenie ma wynik tych badań dla Polski?

Jak wspomniano, badania te dotyczyły tylko rozwoju systemu energetycznego Niemiec (w sektorze wytwarzania energii elektrycznej) dlatego też trudno jest powiedzieć o wpływie tych wyników na ew. rozwiązania w krajach sąsiadujących z Niemcami (np. w Polsce). Z wyników widać jednak wzrost zapotrzebowania na wymianę energii (import) w perspektywie roku 2050. Stwarza to szanse dla współpracy w dziedzinie wymiany energii elektrycznej. Jaka ona miałaby być zależy od polskiego scenariusza na miks energii 2050. Dopiero gdy będzie taki scenariusz znany, można np. starać się dopasować lub skoordynować te scenariusze.

## Jaką przydatność ma opracowanie Akademii Nauk dla Niemiec?

Naszym zdaniem wyniki opracowania są wiarygodne i o ile ktokolwiek będzie podejmował próbę odpowiedzi na pytanie, co czeka nas za 35 lat to na pewno to opracowanie ułatwi przewidzenie optymalnego scenariusza. A czy wyniki te staną się oficjalnym celem w Niemczech? To raczej można wykluczyć, gdyż w polityce zwykle nie planuje działań na poziomie technicznym z w perspektywie 35 lat do przodu. Na pewno jednak te wyniki, jako wizjonerskie, będą miały wpływ na wyznaczenie długo i krótko terminowych strategii rozwoju systemu energetycznego.

## **Tak zwana Energiewende już się rozpoczęła w Niemczech i spór nie idzie o to jaki jest cel tylko o to jak go osiągnąć.**

Jeszcze raz zachęcamy do szczegółowego zapoznania się z opublikowanymi raportami, które mogą być źródłem licznych danych wejściowych do własnych obliczeń i przemyśleń na temat systemu energetycznego w Polsce.

Pełny raport w języku niemieckim znajduje się pod adresem:

[http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Kooperationspublikationen/ESYS\\_Analyse\\_Flexibilitaetskonzepte.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Kooperationspublikationen/ESYS_Analyse_Flexibilitaetskonzepte.pdf)