



Efekty ekonomiczne rozwoju zasobów energetyki rozproszonej

dr hab. Łukasz Lach, prof. AGH
dr Sławomir Kopeć, AGH

IV Forum Energetyki Rozproszonej 9 maja 2022

Monitorowanie transformacji energetycznej



Potrzeba opracowania aparatu analitycznego wspierającego podejmowanie decyzji i umożliwiającego monitorowanie transformacji energetycznej na wszystkich jej poziomach – od konkretnych projektów i programów, aż po strategię dla kraju.

Podejście całościowe:

- koszty prywatne (rynkowe),
- koszty społeczne.

Istotne obszary wymagające objęcia analizami:

- efekty społeczno-ekonomiczne,
- skutki klimatyczne,
- efekty środowiskowe,
- wpływ na bezpieczeństwo i jakość dostaw energii.



Wyznaczenie efektów ekonomicznych związanych z rozwijaniem zasobów energetyki rozproszonej (ER).

Cele badania

Wyliczenie zagregowanych i sektorowych (wg. PKWiU 2008) efektów mnożnikowych dla trzech zmiennych planistycznych:

- **zatrudnienia** (wyrażonego w osobolatach pracy w pełnym wymiarze),
- **produkcji krajowej**, rozumianej jako ogół produktów i usług wytworzonych w polskiej gospodarce w rozpatrywanym przedziale czasu,
- **wartości dodanej** (rozumianej jako wielkość produkcji krajowej po odliczeniu kosztów pośrednich),

indukowanych przez budowę i utrzymywanie infrastruktury ER.



Wyliczenie efektów mnożnikowych indukowanych dla kluczowych technologii ER przez:

- inwestycje,
- utrzymywanie instalacji ER,

w trzech rozpatrywanych scenariuszach rozwoju:

- BAU (*business as usual*),
- PEP2040,
- OPT (optymalny dla branży),

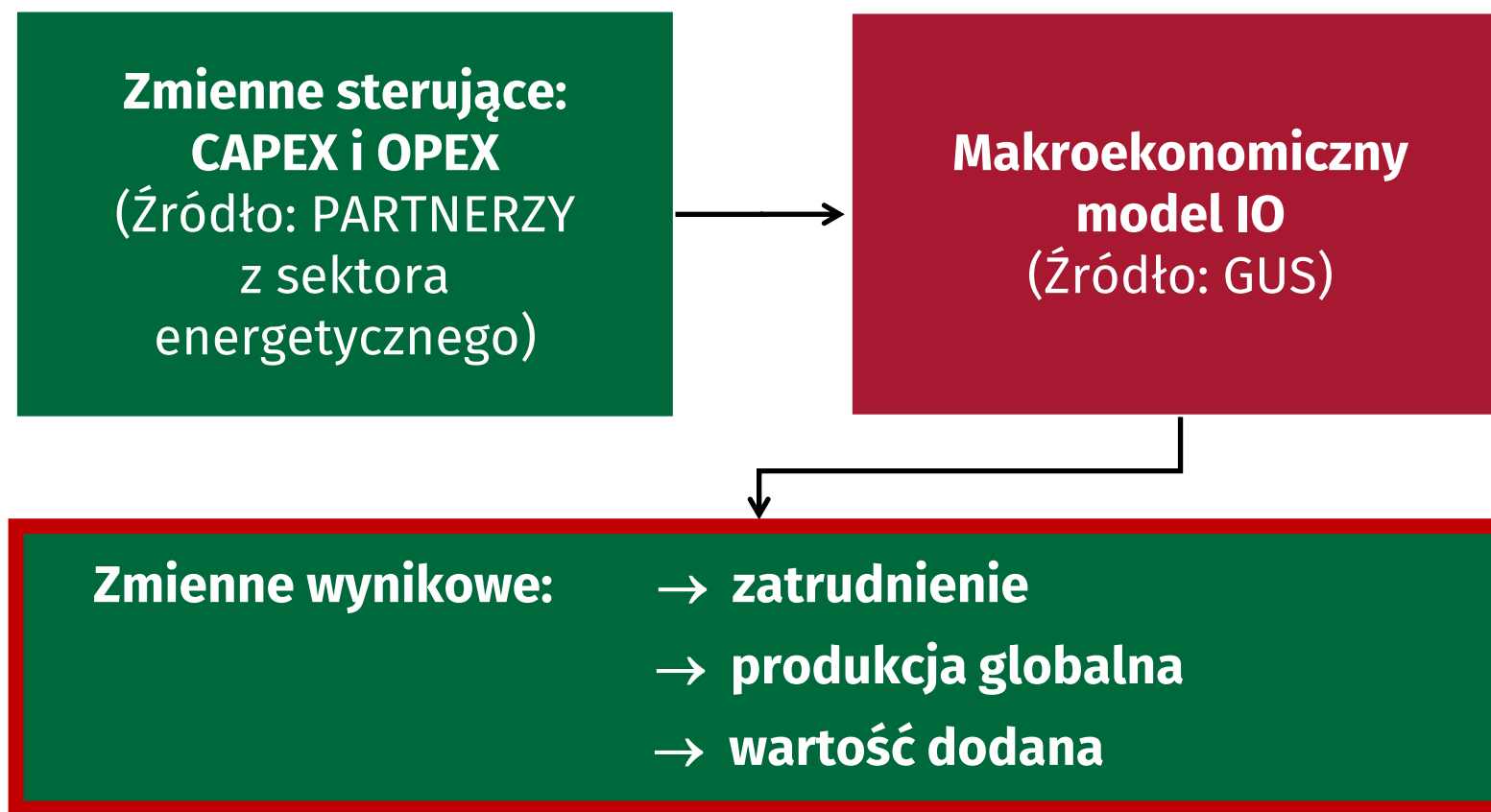
dla kolejnych okresów 5-letnich (2021-2025, 2026-2030, 2031-2035, 2036-2040).

Analizowane technologie: PV, wiatr na lądzie, małe elektrownie wodne, biomasa, biogaz, bateryjne magazyny energii, pompy ciepła, kolektory słoneczne.

Metoda



Modele przepływów międzygałęziowych (input-output, IO) dla produkcji krajowej w Polsce zbudowane w oparciu o dane ekspertów z rynku oraz tablice GUS.



Podstawowy model IO



Ocena produkcji globalnej niezbędnej do zaspokojenia popytu finalnego:

$$\Delta \mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \Delta \mathbf{f} = \mathbf{L} \Delta \mathbf{f}$$



Zmiana produkcji globalnej
– **zmienna odpowiadająca**
(wektor mnożników
produkcji)



Macierz technologiczna,
macierz
współczynników
technicznych (GUS)



Macierz Leontiefa
– „silnik” modelu

Impuls popytowy
– **zmienna sterująca**

→ Wassily Leontief – ekonomista amerykański rosyjskiego pochodzenia, laureat Nagrody Nobla w dziedzinie ekonomii w 1973 r. za opracowanie i rozwijanie metody przepływów międzygałęziowych.

Rozszerzony model IO



Odpowiedź **wybranej** zmiennej planistycznej na zaspokajanie dodatkowego popytu finalnego:

$$\Delta \mathbf{e} = \hat{\boldsymbol{\pi}} \mathbf{L} \Delta \mathbf{f}$$

Nowa zmienna odpowiadająca $\Delta \mathbf{e}$

$\hat{\boldsymbol{\pi}}$ Nowy silnik modelu

- $\Delta \mathbf{e} = [\Delta e_i, i = 1, \dots, n]$ – zmienna odpowiadająca; np. Δe_i oznacza wielkość dodatkowego zatrudnienia (lub wartości dodanej) generowanego w i -tym sektorze w związku z impulsem popytowym $\Delta \mathbf{f}$,
- $\boldsymbol{\pi} = [\pi_i, i = 1, \dots, n]$ – wektor współczynników bezpośrednich charakteryzujących polską gospodarkę; przykładowo π_i wyraża wielkość efektów w sektorze i (np. zatrudnienie, wartość dodana, itp.) na jednostkę produkcji globalnej w tym sektorze.

Metoda IO w energetyce



JEDI: Jobs and Economic Development Impact Models

www.nrel.gov

→ analizy dla konkretnych projektów na podstawie opracowanych modeli dla technologii

CSP Trough Plant - Project Data Summary		
Project Location	CALIFORNIA	
Year of Construction	2008	
Solar Direct Normal Resource (kWh/m2/day)	7.65	
Project Size - Nameplate Capacity (MW)	100	
Solar Field Aperture Area (square meters)	963,119	
Plant Capacity Factor	41.7%	
Construction Cost (\$/KW)	\$4,862	
Annual Direct O&M Cost (\$/KW)	\$72.68	
Money Value (Dollar Year)	2008	
Project Construction Cost	\$496,228,444	
Local Spending	\$211,167,733	
Local Sales Tax	\$23,951,776	
Total Annual Operational Expenses	\$59,244,706	
Direct Operating and Maintenance Costs	\$7,267,584	
Local Spending	\$4,224,215	
Other Annual Costs	\$51,977,122	
Local Spending	\$5,213,950	
Debt and Equity Payments	\$0	
Property Taxes	\$4,862,254	
Sales Tax	\$258,153	
Insurance	\$0	
Land Purchase	\$93,543	
Land Lease	\$0	

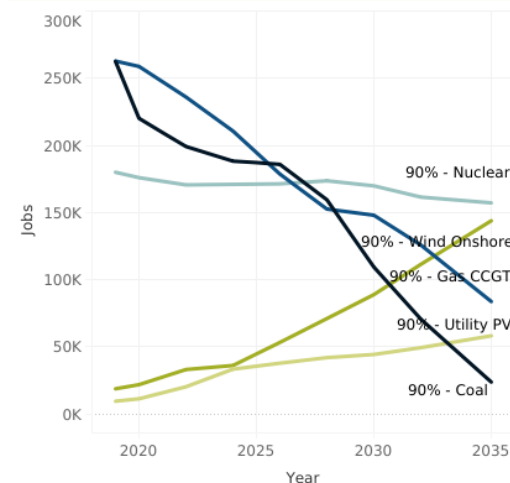
Local Economic Impacts - Summary Results

	Jobs	Earnings Million 2006\$	Output Million 2006\$
During construction period			
Direct Impacts	1,031	\$109.94	\$215.81
Construction Sector Only	593	\$80.91	
Manufacturing Sector Only	212	\$9.87	
Other Industry Sectors	226	\$19.16	
Indirect Impacts	424	\$19.71	\$58.88
Induced Impacts	745	\$28.22	\$92.04
Total Impacts (Direct, Indirect, Induced)	2,200	\$157.87	\$366.72

	Annual Jobs	Annual Earnings Million 2006\$	Annual Output Million 2006\$
During operating years (annual)			
Direct Impacts	50	\$4.10	\$6.33
Plant Workers Only	35	\$3.34	
Other Industry Workers	15	\$0.76	
Indirect Impacts	16	\$0.72	\$2.31
Induced Impacts	47	\$1.77	\$5.77
Total Impacts (Direct, Indirect, Induced)	112	\$6.59	\$14.41

O&M Jobs - Top categories (90% Clean)

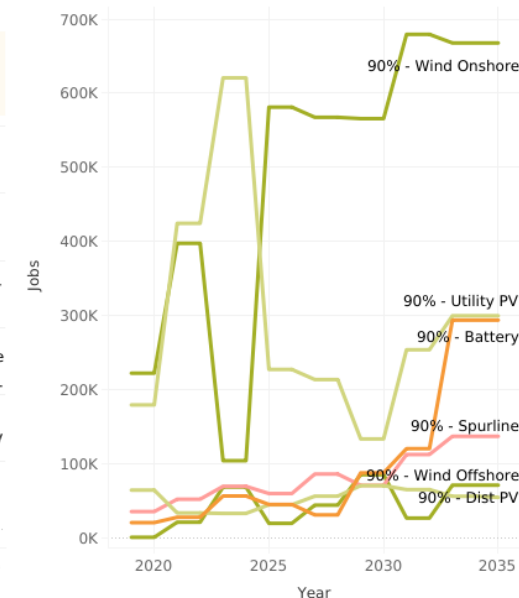
Note the different scales on the vertical axes.



90% Clean O&M - Top categories (click to highlight)

- 90% - Coal
- 90% - Gas CCGT
- 90% - Nuclear
- 90% - Utility PV
- 90% - Wind Onshore

Construction - Top categories (90% Clean)



90% Clean Construction - Top categories (click to highlight)

- 90% - Battery
- 90% - Dist PV
- 90% - Spurline
- 90% - Utility PV
- 90% - Wind Offshore
- 90% - Wind Onshore

2035 Report: Plummeting Solar, Wind, and Battery Costs Can Accelerate our Clean Energy Future

→ analizy strategiczne

www.2035report.com

Partnerzy badania



- Krajowa Izba Klastków Energii i OZE – fotowoltaika
- Polskie Stowarzyszenie Magazynowania Energii – magazyny energii
- Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła PORTPC – pompy ciepła
- Stowarzyszenie Producentów i Importerów Urządzeń Grzewczych – kolektory słoneczne
- Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej – wiatr na lądzie
- Unia Producentów i Pracodawców Przemysłu Biogazowego – biogaz
- Stowarzyszenie Producentów Polska Biomasa – biomasa
- Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych – małe elektrownie wodne



Dotychczasowe wyniki – seria Analizy AGH (2021/2022)



Analizy AGH

Komunikat 1/2021

Wpływ programu Mój Prąd na polską gospodarkę

Zatrudnienie, produkcja i wartość dodana generowane
w kolejnych edycjach programu

Sławomir Kopeć, Łukasz Lach



Analizy AGH



Krajowa Izba Kłastrów Energii
i Odnawialnych Źródeł Energii

Komunikat 1/2022

Wpływ rozbudowy infrastruktury fotowoltaicznej na rozwój gospodarczy w Polsce - prognoza do 2040 r.

AGH – Sławomir Kopeć, Łukasz Lach

KIKEiOZE – Albert Gryszczuk, Agnieszka Spirydowicz, Robert Jan Szustkowski



Analizy AGH



Komunikat 2/2022

Wpływ rozbudowy infrastruktury magazynów energii na rozwój gospodarczy w Polsce - prognoza do 2040 r.

AGH – Sławomir Kopeć, Łukasz Lach

PSME – Barbara Adamska, Mieczysław Wrocławski, Piotr Szczeciński

Analiza 1: Program Mój Prąd



Analiza 1: Program Mój Prąd



<https://www.er.agh.edu.pl/aktualnosci/wplyw-programu-moj-prad-na-polska-gospodarke>



Wpływ rozbudowy infrastruktury fotowoltaicznej na rozwój gospodarczy w Polsce - prognoza do 2040 r.

→ źródło danych: KIKEiOZE

→ analiza dla czterech zakresów instalacji PV:

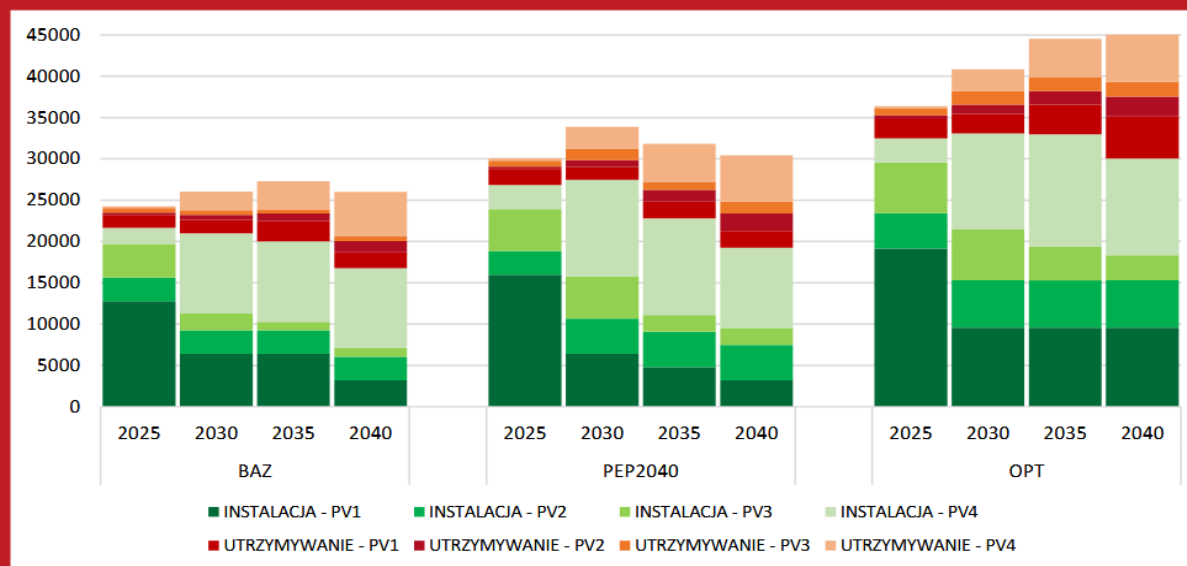
- prosumenckie w gospodarstwach domowych i u mikroprzedsiębiorców (moc < 10kW)
- instalacje w dużych gospodarstwach rolnych, w budynkach użyteczności publicznej oraz przy małych i średnich przedsiębiorstwach (10–50 kW)
- instalacje u średnich i dużych przedsiębiorców oraz w społecznościach energetycznych (50–950 kW)
- instalacje przy dużych zakładach przemysłowych oraz inwestycje celowe ukierunkowane na budowanie źródeł energii elektrycznej przeznaczonej głównie na sprzedaż na rynku (> 950 kW)

→ przedstawiono konieczne warunki osiągnięcia scenariusza OPT

Analiza 2: PV



Stały poziom do 45 tysięcy miejsc pracy związanych z rozwojem branży PV w Polsce



S. Kopeć, Ł. Lach, A. Spirydowicz (2022), *Wpływ rozbudowy infrastruktury fotowoltaicznej na rozwój gospodarczy w Polsce – prognoza do 2040 r.*, "Energetyka Rozproszona" 7: 29-53, <https://journals.agh.edu.pl/er/article/view/4819/2766>

Analiza 3: Bteryjne magazyny energii



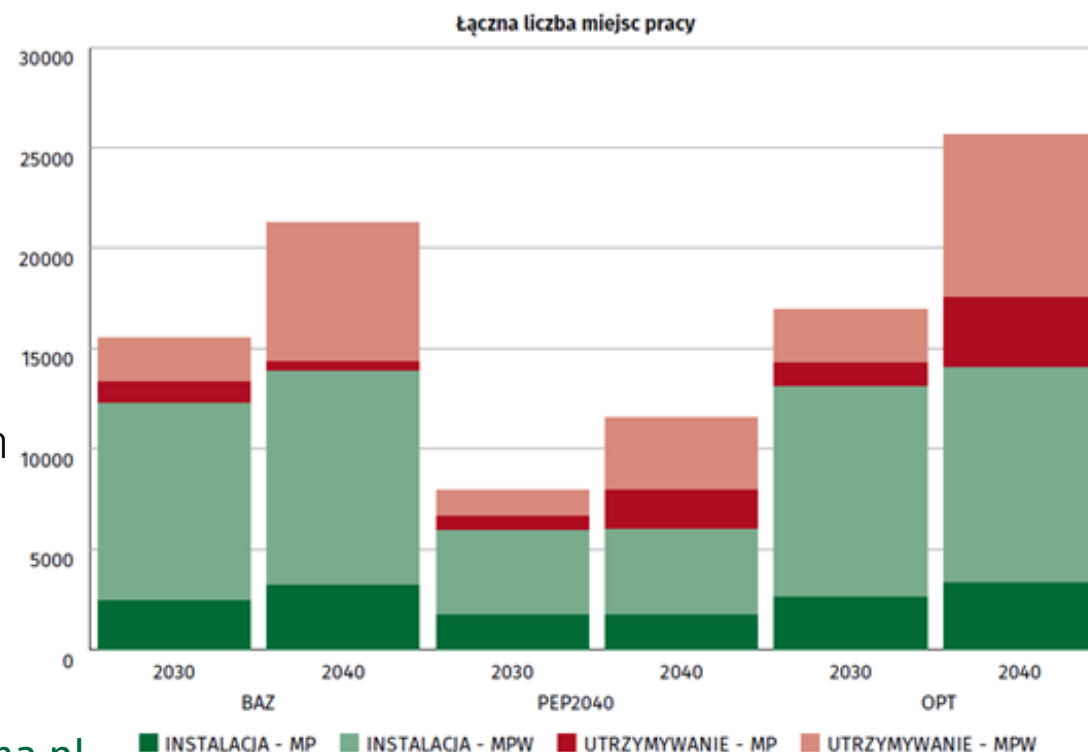
Wpływ rozbudowy infrastruktury magazynów energii na rozwój gospodarczy w Polsce - prognoza do 2040 r.

→ źródło danych: PSME

→ analiza dla dwóch zakresów magazynów:

- typu prosumenckiego (pojemność < 400kWh)
- przemysłowych i wielkoskalowych (> 400 kWh)

→ przedstawiono konieczne warunki osiągnięcia scenariusza OPT



Link do raportu: www.energetyka-rozproszona.pl

Analiza 3: Bateryjne magazyny energii



Możliwe efekty do roku 2040:
26 tysięcy trwałych miejsc pracy
69 mld zł wzrostu produkcji krajowej
33 mld zł przyrostu wartości dodanej

Kierunki dalszych prac



- wyznaczenie mnożników jednostkowych i analiza popytowych efektów mnożnikowych dla kolejnych technologii ER (w realizacji)
- analizy efektów makroekonomicznych dla postulowanych miksów energetycznych
- uwzględnienie możliwej zmiany technologicznej produkcji energii w sektorze 35 PKWiU (*Energia elektryczna, gaz, para wodna i gorąca woda*) w wykorzystywanym modelu IO – modyfikacja silnika modelu IO
- wypracowanie narzędzi i rozszerzenie badań na inne aspekty społeczne transformacji (m.in. środowiskowe, klimatyczne, bezpieczeństwo energetyczne)
- budowa i utrzymywanie repozytorium danych ER – współpraca z organizacjami branżowymi
- budowa platformy monitorującej postępy transformacji energetycznej w Polsce

Monitorowanie postępów transformacji energetycznej



Motywacja: Potrzeba cyklicznie aktualizowanych wskaźników oraz krótko- i długookresowych prognoz budowanych w oparciu o wiarygodne modelowanie ekonomiczne/ekonometryczne.

Realizacja: kompleksowa platforma monitorująca postępy transformacji w wymiarze lokalnym, regionalnym, krajowym i międzynarodowym.

Wskaźnik transformacji energetycznej

- wskaźnik transformacji energetycznej Światowego Forum Ekonomicznego (indeks ETI) i Światowej Rady Energetycznej (indeks WETI)
- autorska koncepcja wyznaczania zmodyfikowanego indeksu ETI (indeks METI) - minimalizacja wpływu uznaniowości

Sławomir KOPEĆ, Łukasz LACH

Jak mierzyć postępy transformacji energetycznej?

Link do opracowania:
https://www.energetyka-rozproszona.pl/media/magazyn_attachments/ER_5-6_12_Kopec_Lach.pdf





**Dziękujemy za uwagę
i zapraszamy do współpracy!**

Sławomir Kopeć
skopec@agh.edu.pl

Łukasz Lach
llach@agh.edu.pl

www.energetyka-rozproszona.pl



**Projekt współfinansowany ze środków
Narodowego Centrum Badań i Rozwoju
w ramach programu
badań naukowych i prac rozwojowych
Społeczny i gospodarczy rozwój Polski
w warunkach globalizujących się rynków
GOSPOSTRATEG
umowa nr Gospostrateg1/385085/21/NCBR/19**

jednostka finansująca:



wykonawcy projektu:

