

Kierunki rozwoju odnawialnych źródeł energii

Dlaczego OZE to już nie przyszłość?

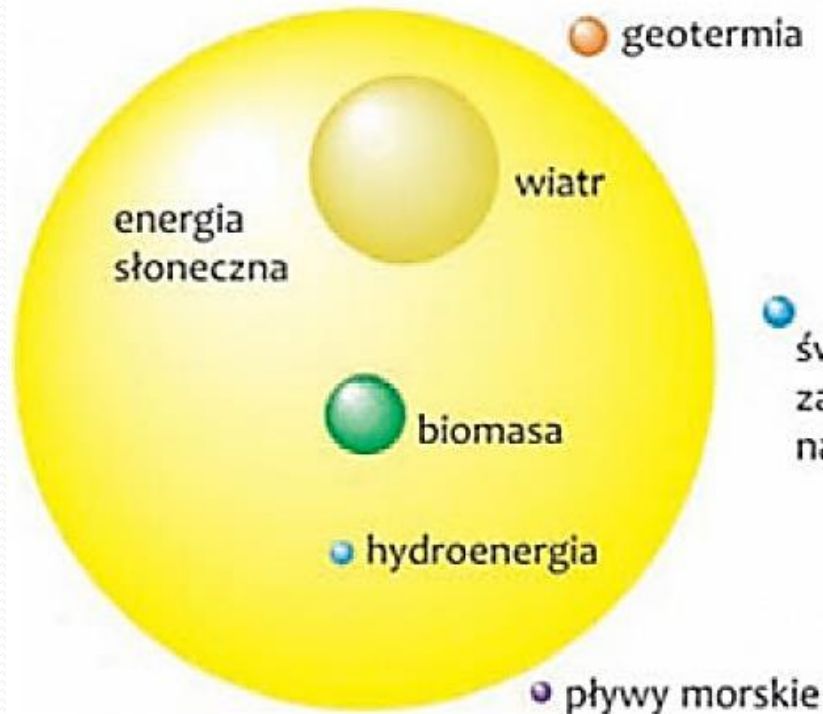
Dr hab. inż. Adam Koniuszy, prof. ZUT



Szczecin 2026

Tyle Słońca... potencjał energii

Roczne zasoby energii odnawialnej



Całkowite rezerwy paliw kopalnych



Moc Słońca

- ok. $81\ 000 \cdot 10^3$ GW

Moc docierająca na Ziemię

- ok. $27\ 000 \cdot 10^3$ GW

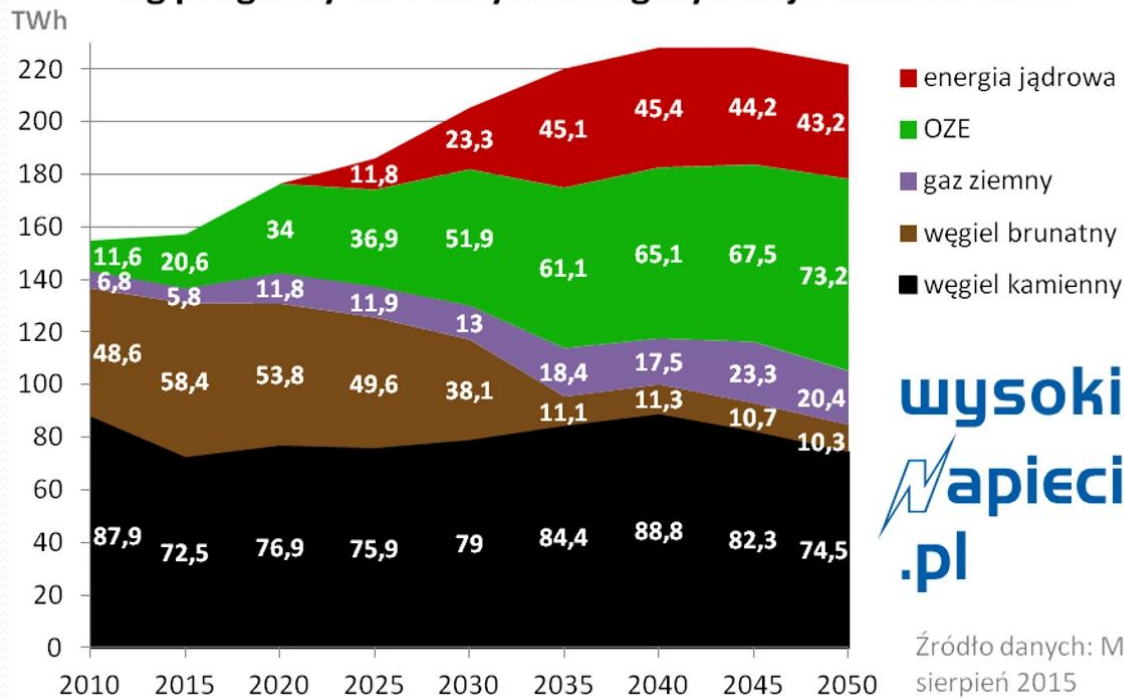
Moc potrzebna na Ziemi

- ok. $10 \cdot 10^3$ GW

Ile energii potrzebujemy?

Rok	Zapotrzebowanie na moc szczytową (GW)	Zużycie energii elektrycznej (TWh)
2024/2025	~27,6 – 27,7 GW	~154 – 165 TWh
2030	30 – 34 GW	~200 TWh
2040	34 – 40 GW	210 – 230 TWh (nawet do 270 TWh)

Produkcja energii elektrycznej wg prognozy do Polityki Energetycznej Polski do 2050



wysokie
napięcie
.pl

Źródło danych: MG
sierpień 2015

Kraje w UE o największym udziale węgla w miksie energetycznym



Po co nam OZE?

Klimat; spalanie paliw kopalnych to główna przyczyna globalnego ocieplenia.

Bezpieczeństwo; ostatnie wydarzenia pokazały, jak niebezpieczna jest zależność od importowanych paliw.

Ekonomia; koszty instalacji OZE maleją.

Zdrowie; czyste powietrze oznacza mniej chorób układu oddechowego i niższe koszty leczenia.

W ślad za węglem



WYNIK

Generowana przez Ciebie emisja dwutlenku węgla wynosi 116% średniej polskiej, 139% średniej europejskiej i 194% średniej światowej.¹

Kalkulator emisji
dwutlenku węgla

Mój wynik...



Średnia

116%

średniej
polskiej

139%

średniej
europejskiej

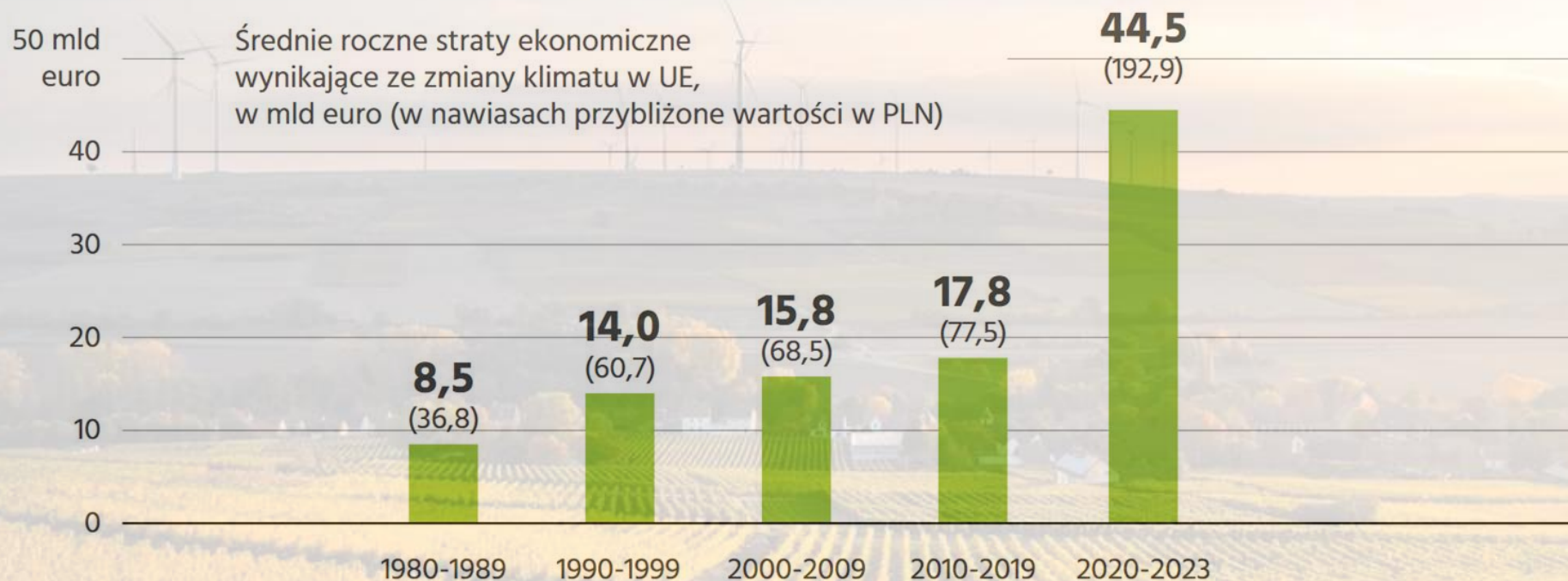
194%

średniej
światowej

Kto za to zapłaci?



ILE KOSZTUJE NAS ZMIANA KLIMATU?



Tymczasem w Polsce...

JAKOŚĆ POWIETRZA wymaga pilnej poprawy



36 z 50

najbardziej zanieczyszczonych miast w UE leży w Polsce

46 000

osób rocznie umiera z powodu smogu



\$31-40 mld

szacowane roczne straty gospodarcze



80%

pyłów pochodzi z ogrzewania domów jednorodzinnych



4. co do wielkości emitent gazów cieplarnianych w UE



5. co do wielkości intensywność energetyczna w UE



Ciepło



Prąd



DO ZEWNĘTRZNYCH KOSZTÓW ZDROWOTNYCH ZALICZAMY:



koszty bezpośrednie
koszty opieki zdrowotnej, w tym diagnostyki i leczenia;



koszty pośrednie
utrata produktywności, utracone dni pracy, przedwczesne zgony;



koszty niematerialne
odzwierciedlające ból i cierpienie.

Polska osiąga 50% mocy z OZE - historyczny przełom!

📅 17.02.2026

Polska energetyka właśnie przekroczyła historyczny próg. Na koniec 2025 roku udział OZE w mocy zainstalowanej wyniósł ponad 50%. W całym roku - po raz pierwszy w historii - udział energii wyprodukowanej z odnawialnych źródeł przekroczył 30%.

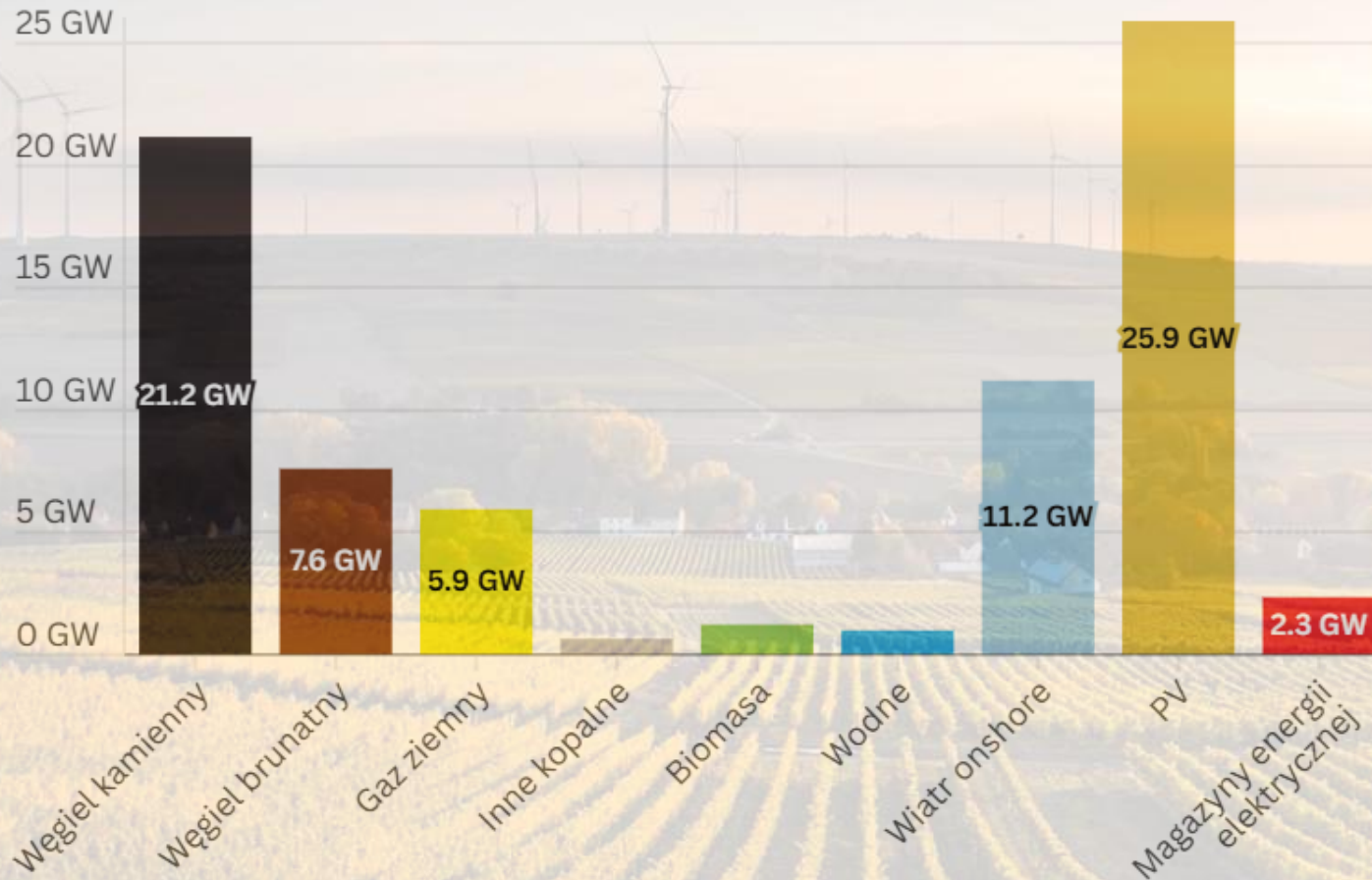


Najważniejsze informacje:

Ile mamy mocy

Moce osiągalne w sumie

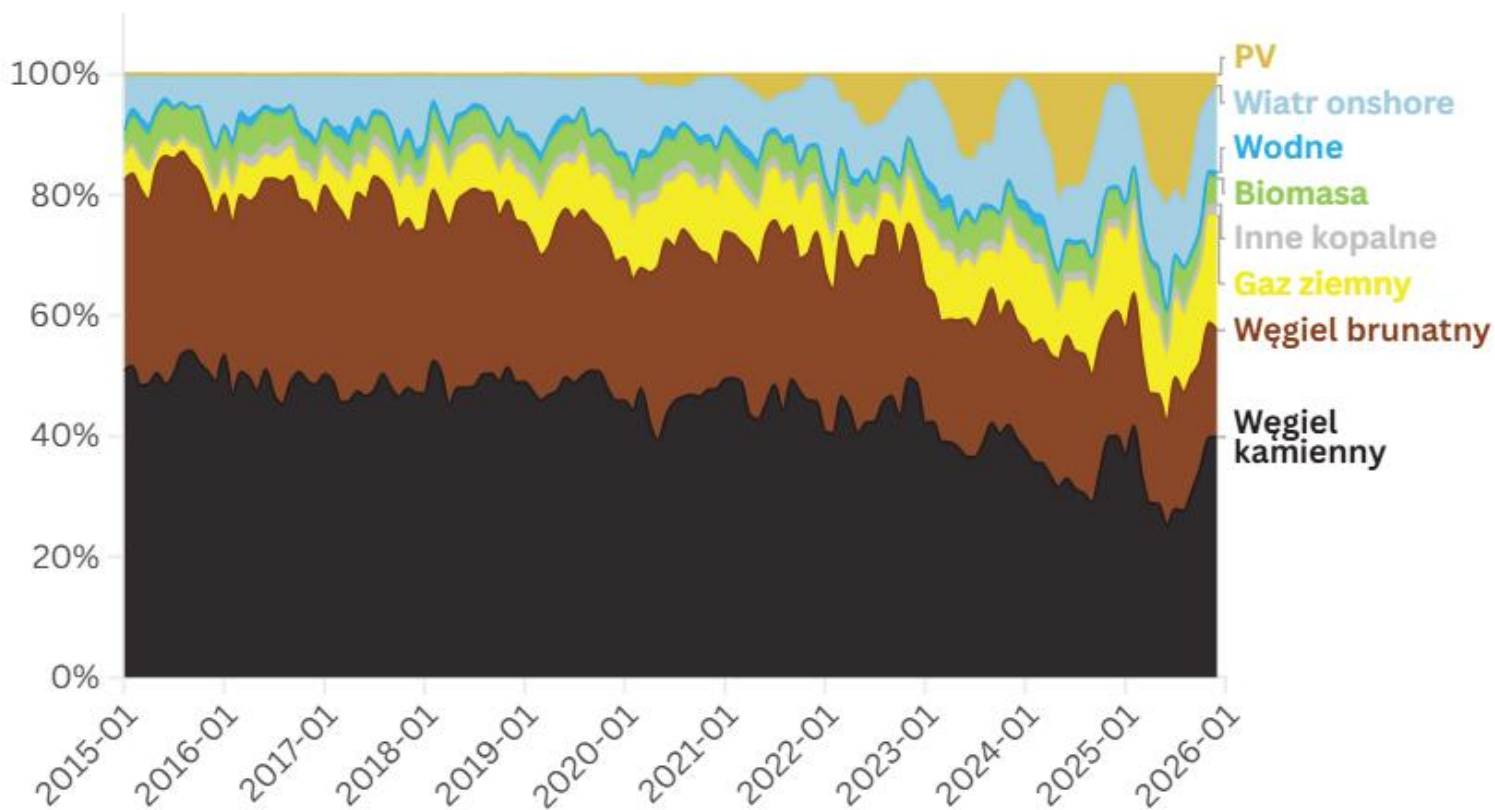
Stan na koniec 2025 r.



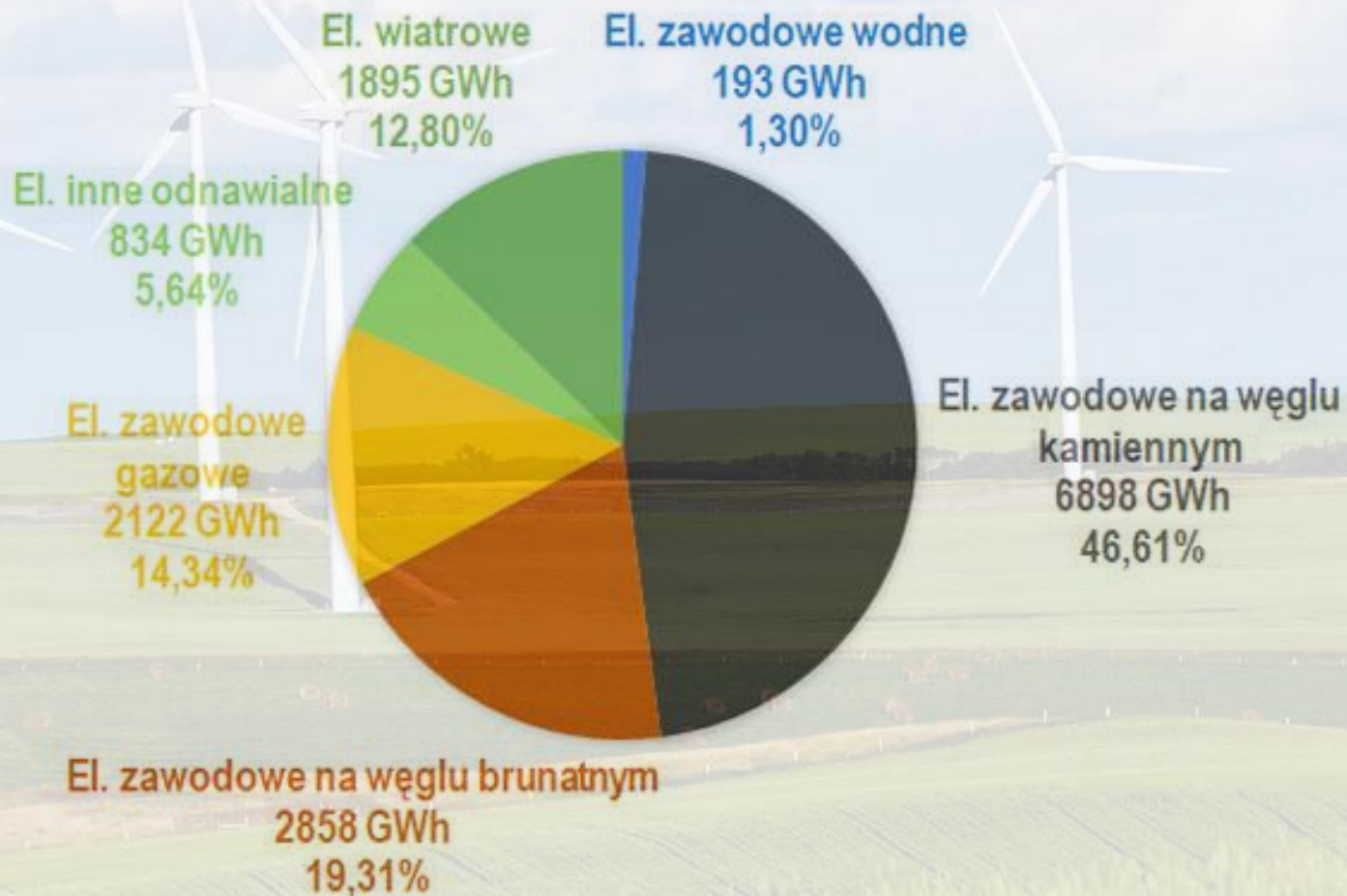
Struktura generacji energii elektrycznej w ostatniej dekadzie



■ Węgiel kamienny ■ Węgiel brunatny ■ Gaz ziemny ■ Inne kopalne ■ Biomasa ■ Wodne
■ Wiatr onshore ■ PV



Udział w produkcji...

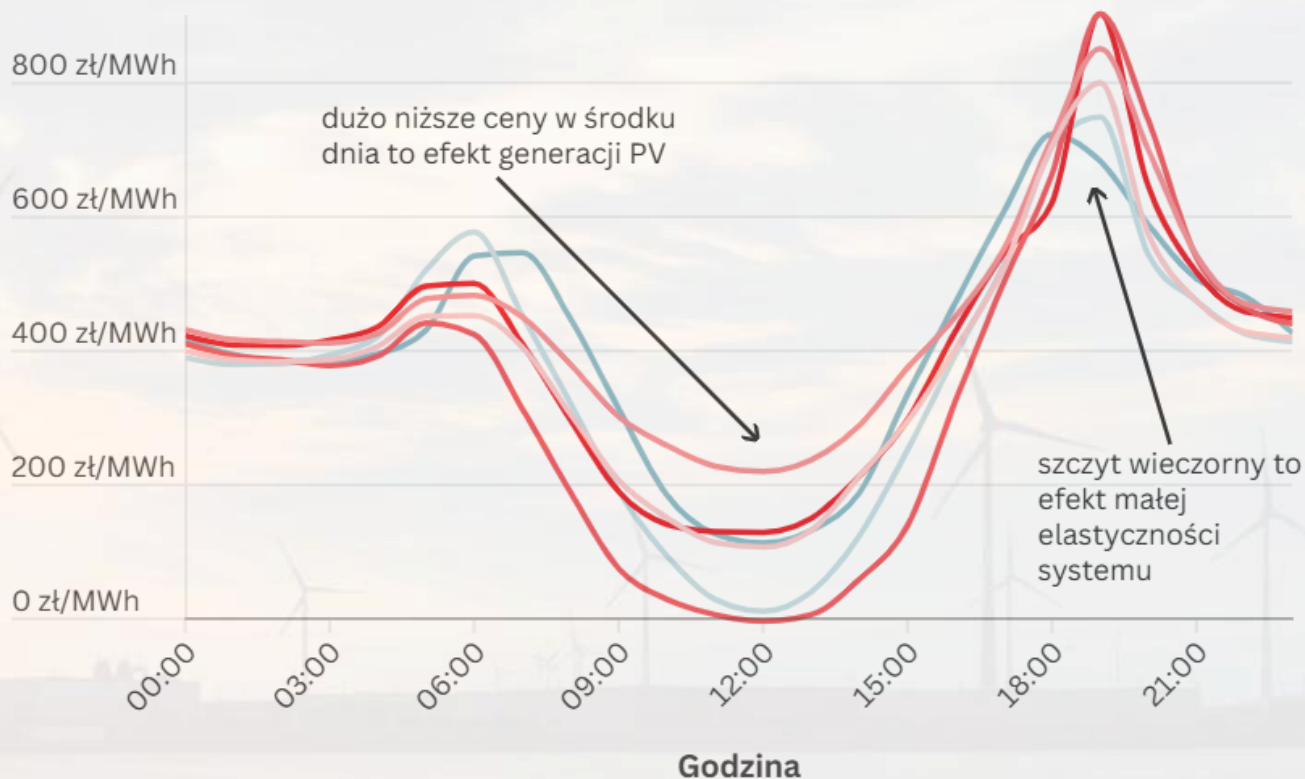


Fotowoltaika – gwiazda dekady, ale czy na pewno?

Cena energii elektrycznej na Rynku Dnia Następnego w 2025



sty lut mar kwi maj cze lip sie wrz paź lis gru

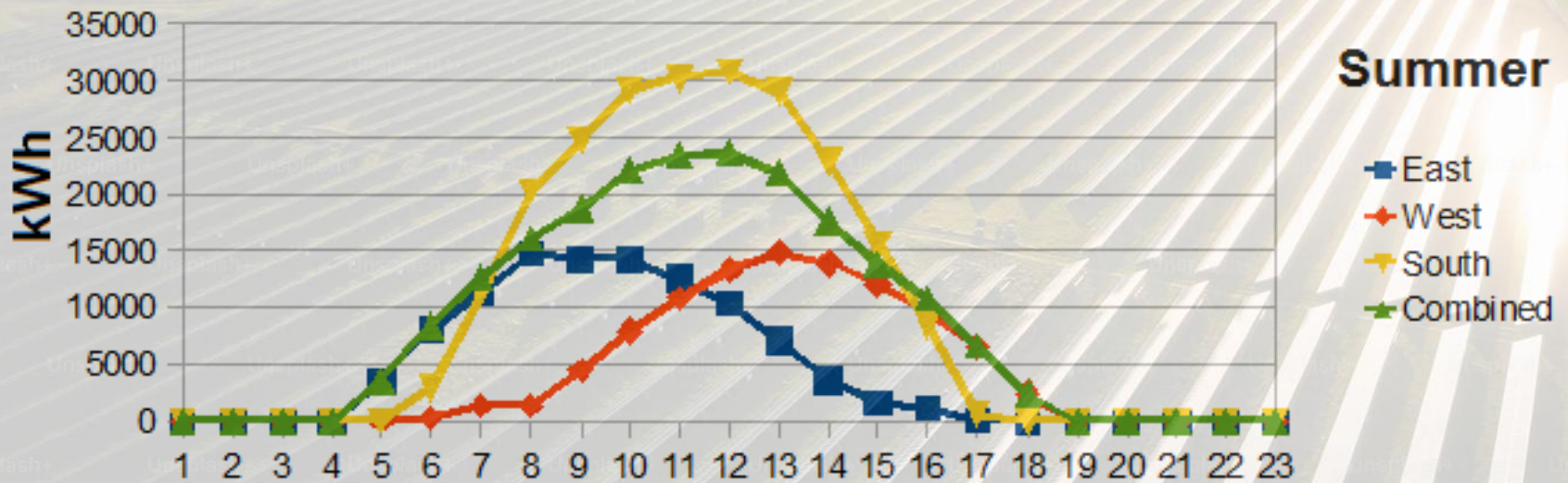
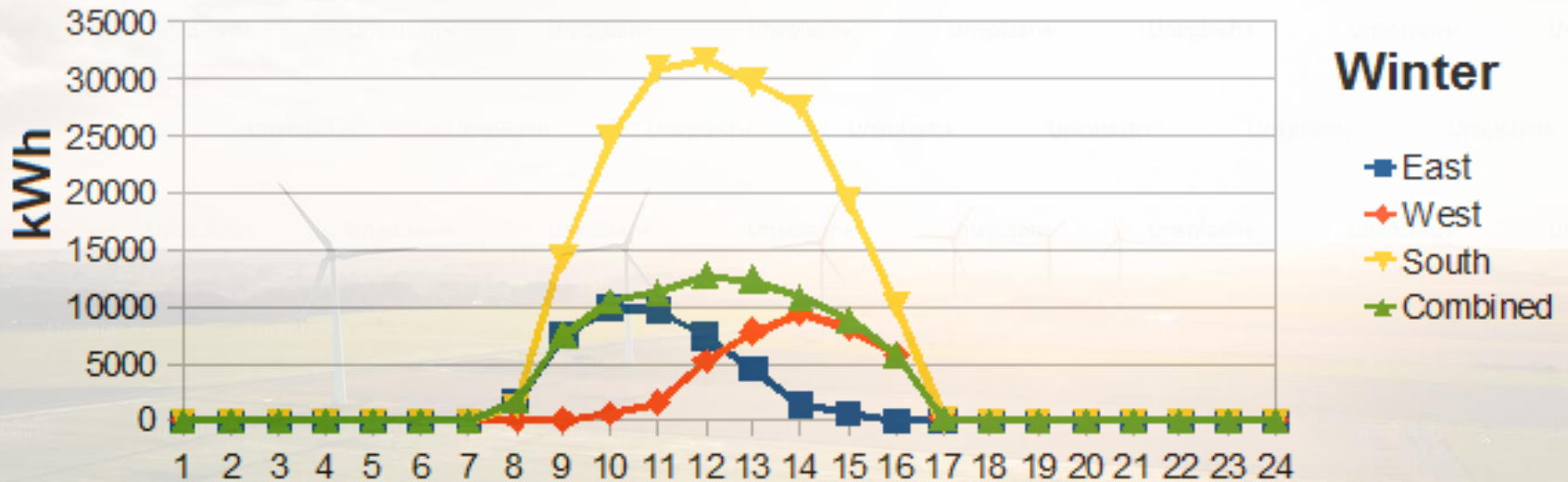


Rynek Dnia Następnego: codziennie między 8:00 a 11:00 uczestnicy handlują energią na cały następny dzień. Wynikiem aukcji jest jedna cena dla każdej godziny, która wpływa na rachunki wszystkich odbiorców, w tym prosumentów w systemie net-billing.

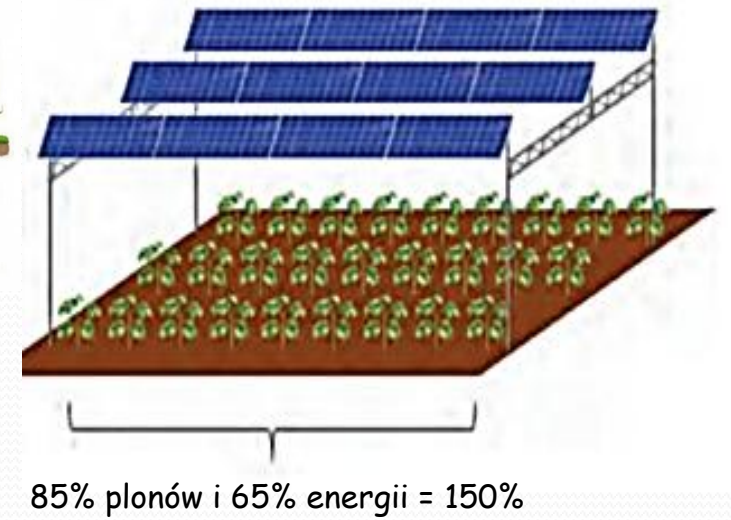
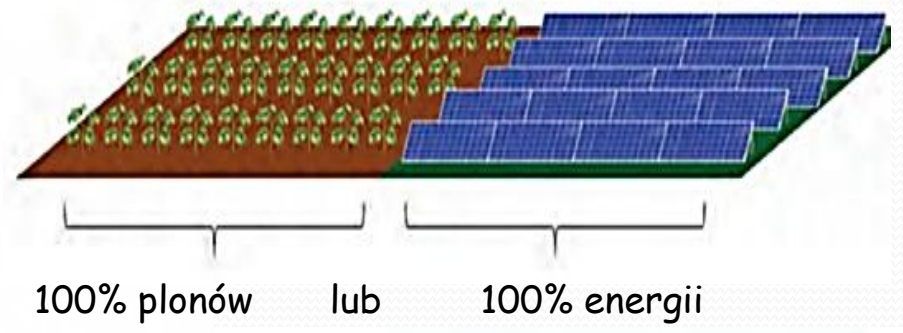
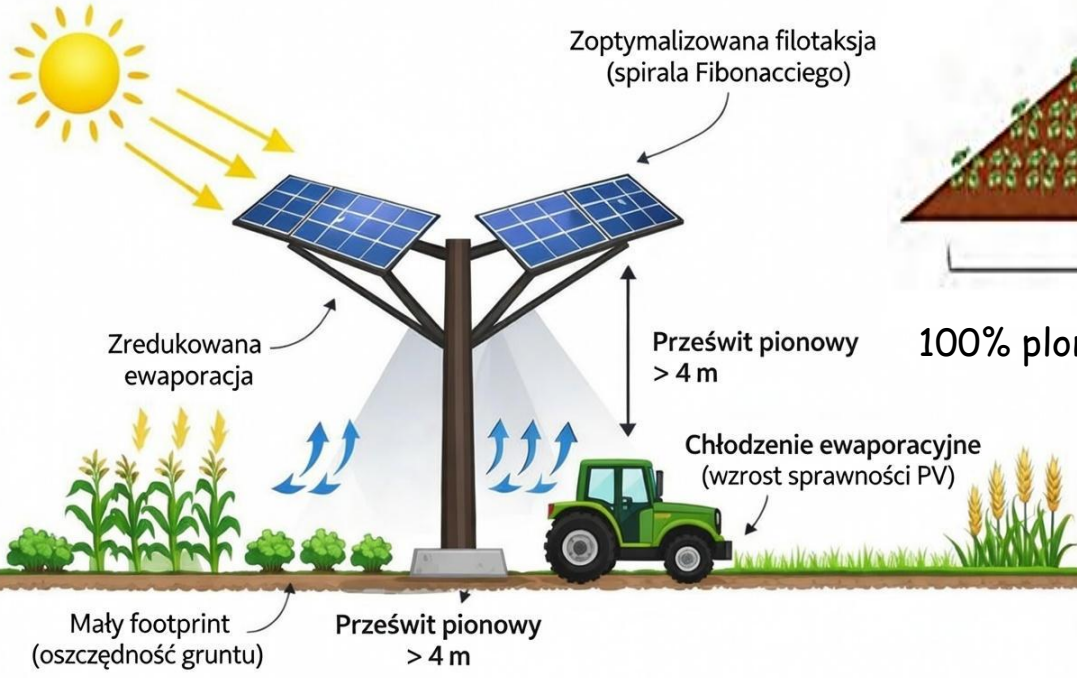
To w końcu w którą stronę?



Kieruj się na wschód-zachód



Technologie mało oczywiste – agrofotowoltaika



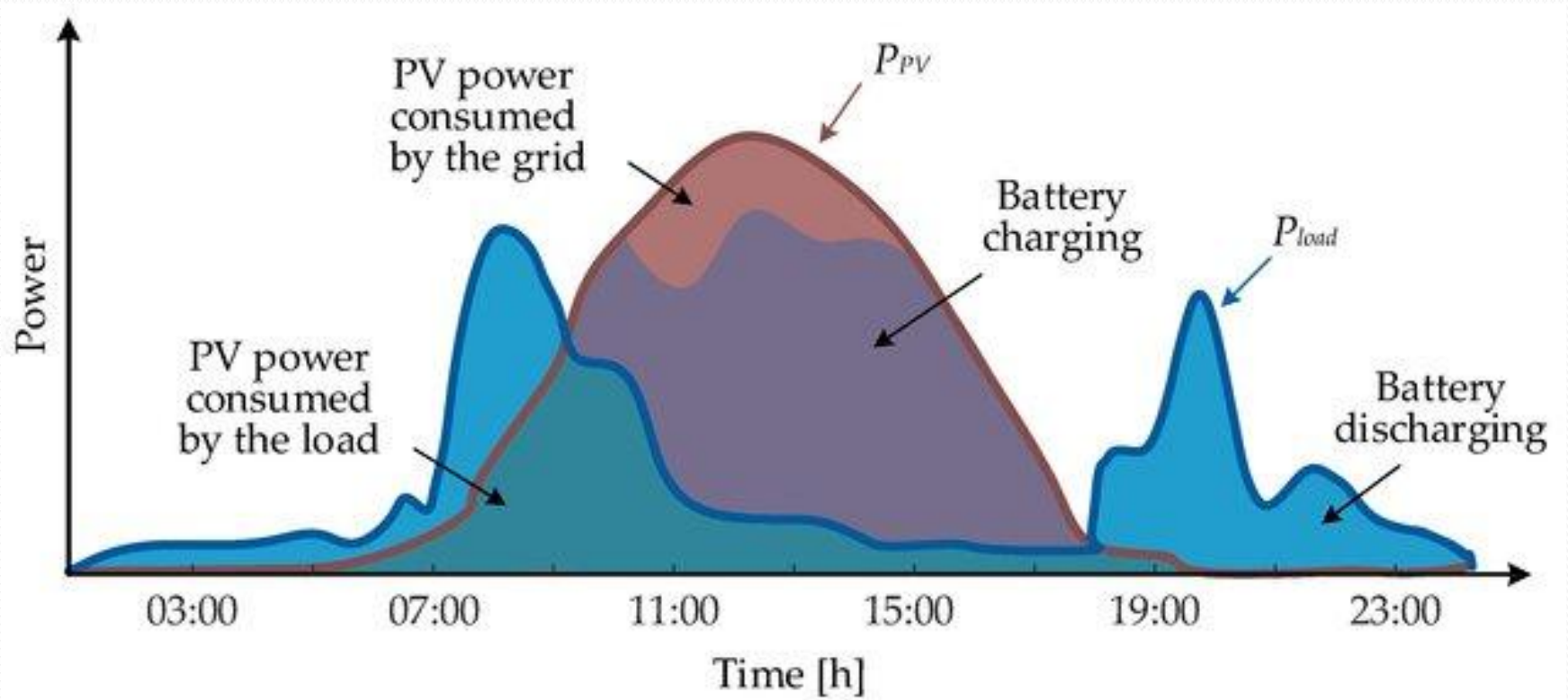
Trochę autoreklamy

Strategiczny Program Badań Naukowych i Prac Rozwojowych pt. „Nowe technologie w zakresie energii” – konkurs II
Nr projektu NCBiR: NTE-II/0011/2022
Budżet projektu: **ponad 98 mln zł**

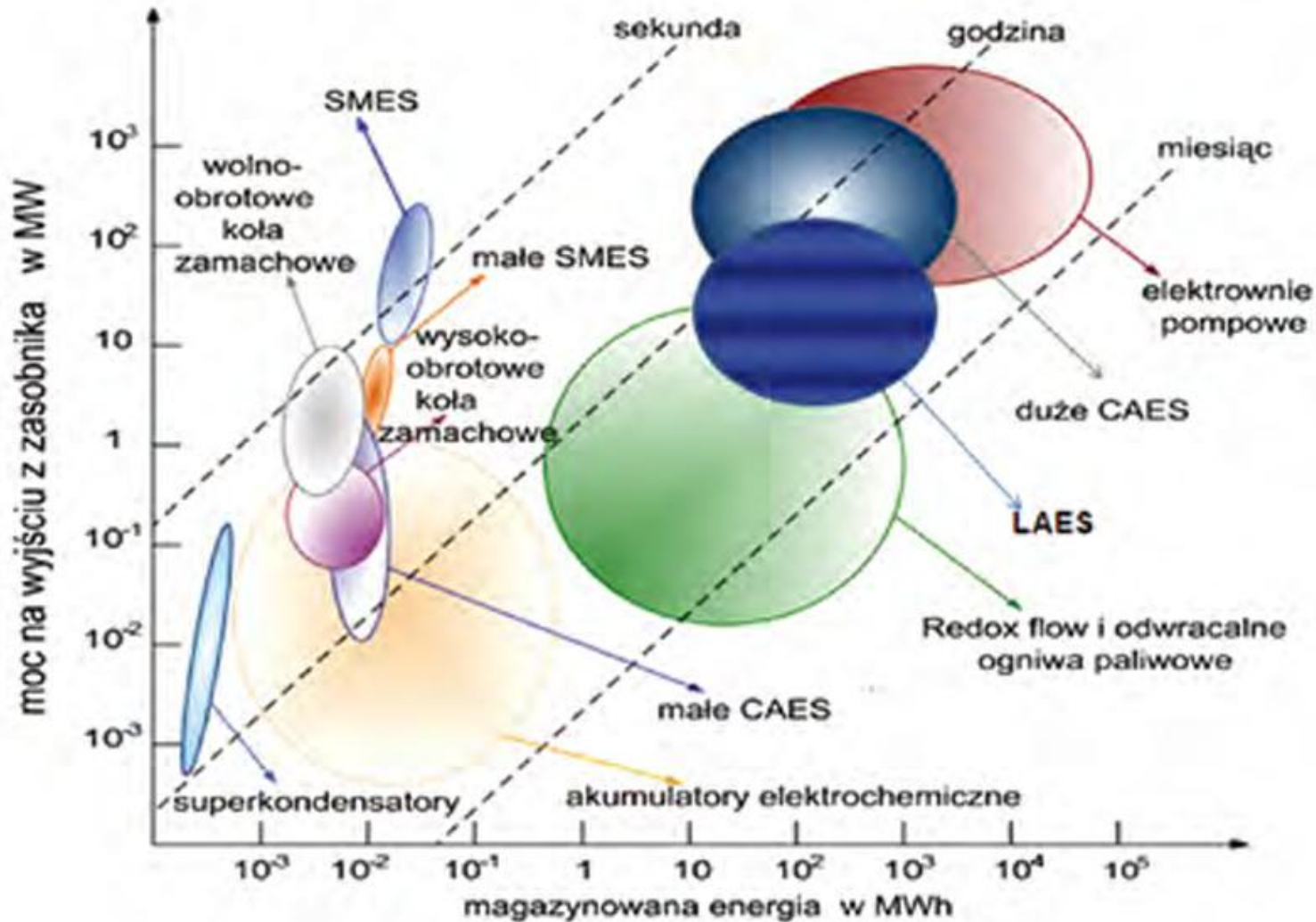
Innowacyjna technologia skojarzonej uprawy roślin i produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem rozwiązań fotowoltaicznych



Zapas energii

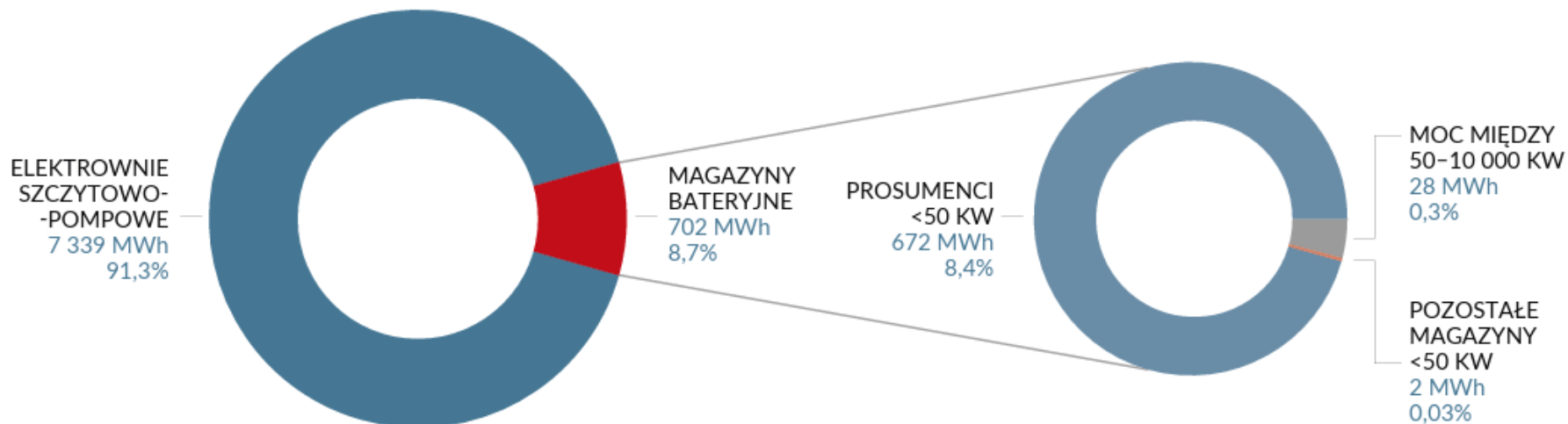


Jak przechować energię?



Moc zasobników energii: SMES – nadprzewodzące magazyny energii magnetycznej,
CAES – magazyny energii w sprężonym powietrzu,
LAES – magazyny energii w ciekłym powietrzu

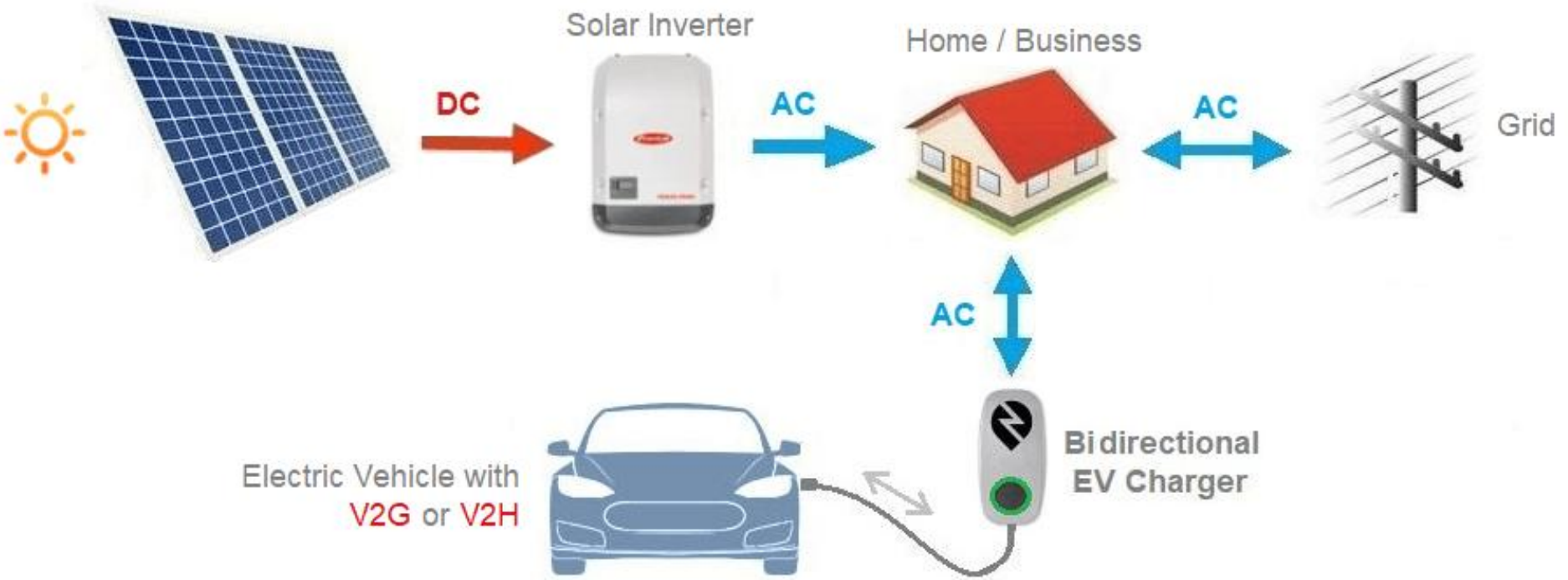
Magazyny pełne energii



Ciekawostka:

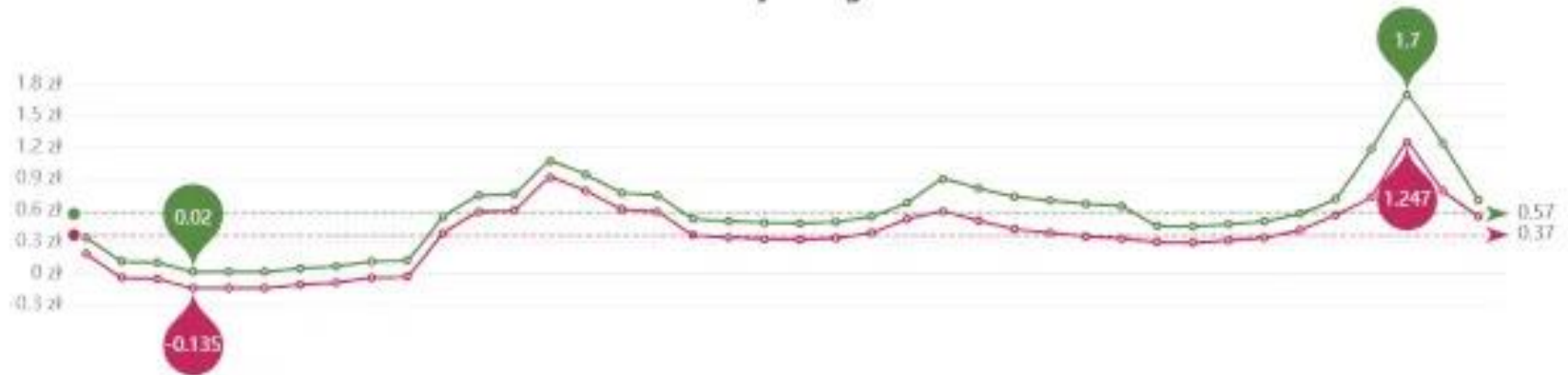
Potrzeba ponad 33 tony wody, na wysokości 100 metrów, żeby energia potencjalna była równa energii chemicznej zawartej w 1 litrze benzyny. Zalew Soliński „zawiera” około 14,52 miliarda litrów benzyny.

Kto ładuje – ten jedzie

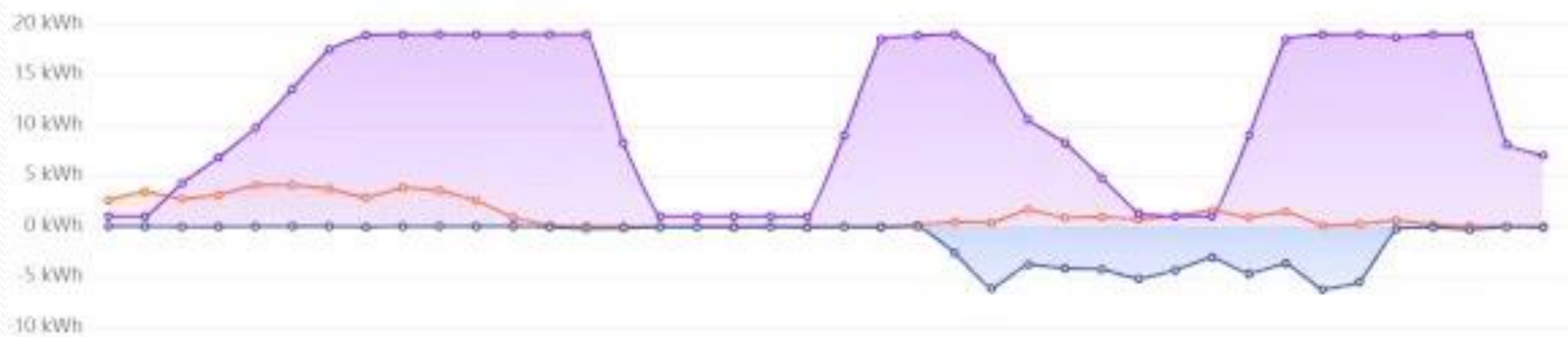


Zarządzanie energią

Ceny energii



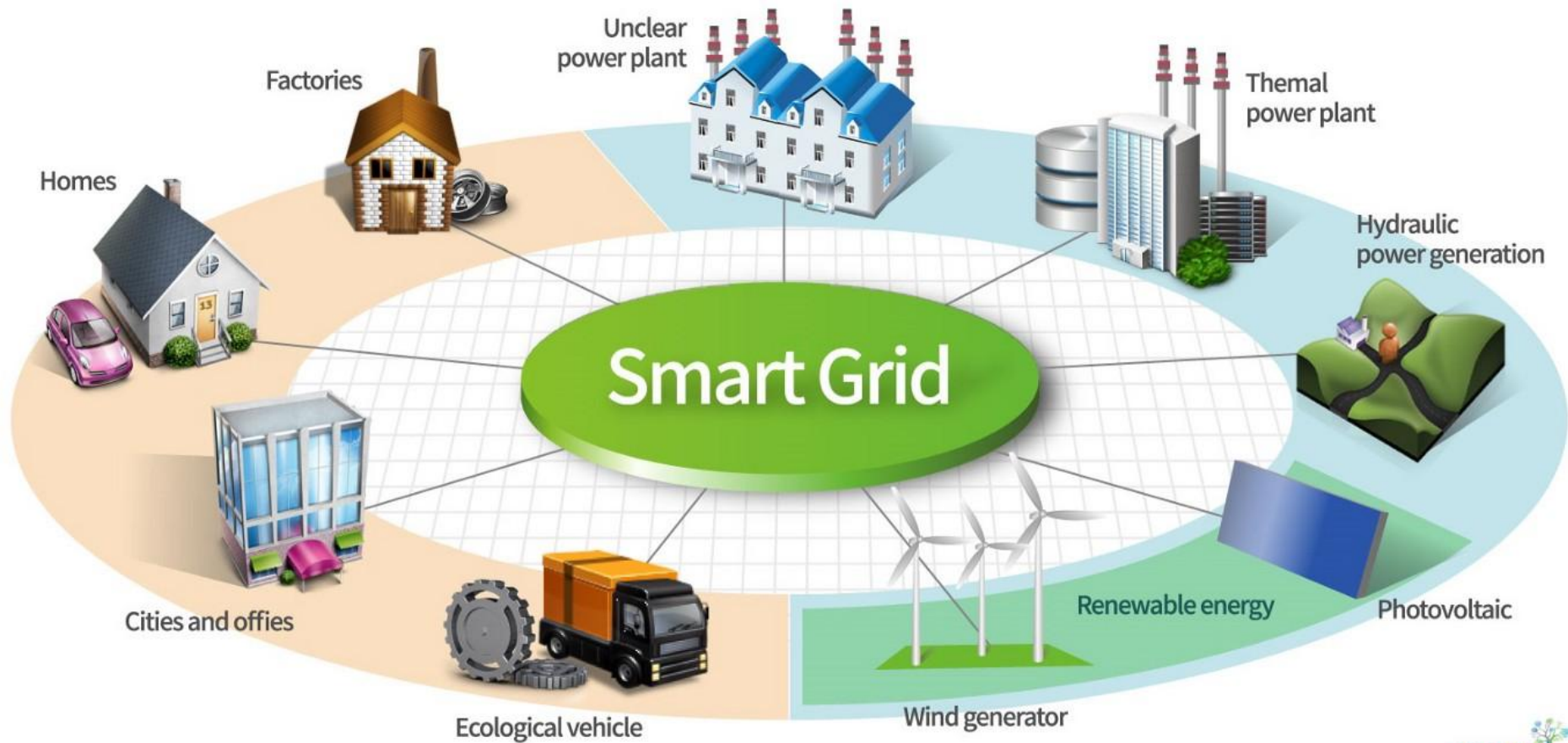
Rozkład energii



Przepływ energii przez instalację



Inteligentne sieci energetyczne

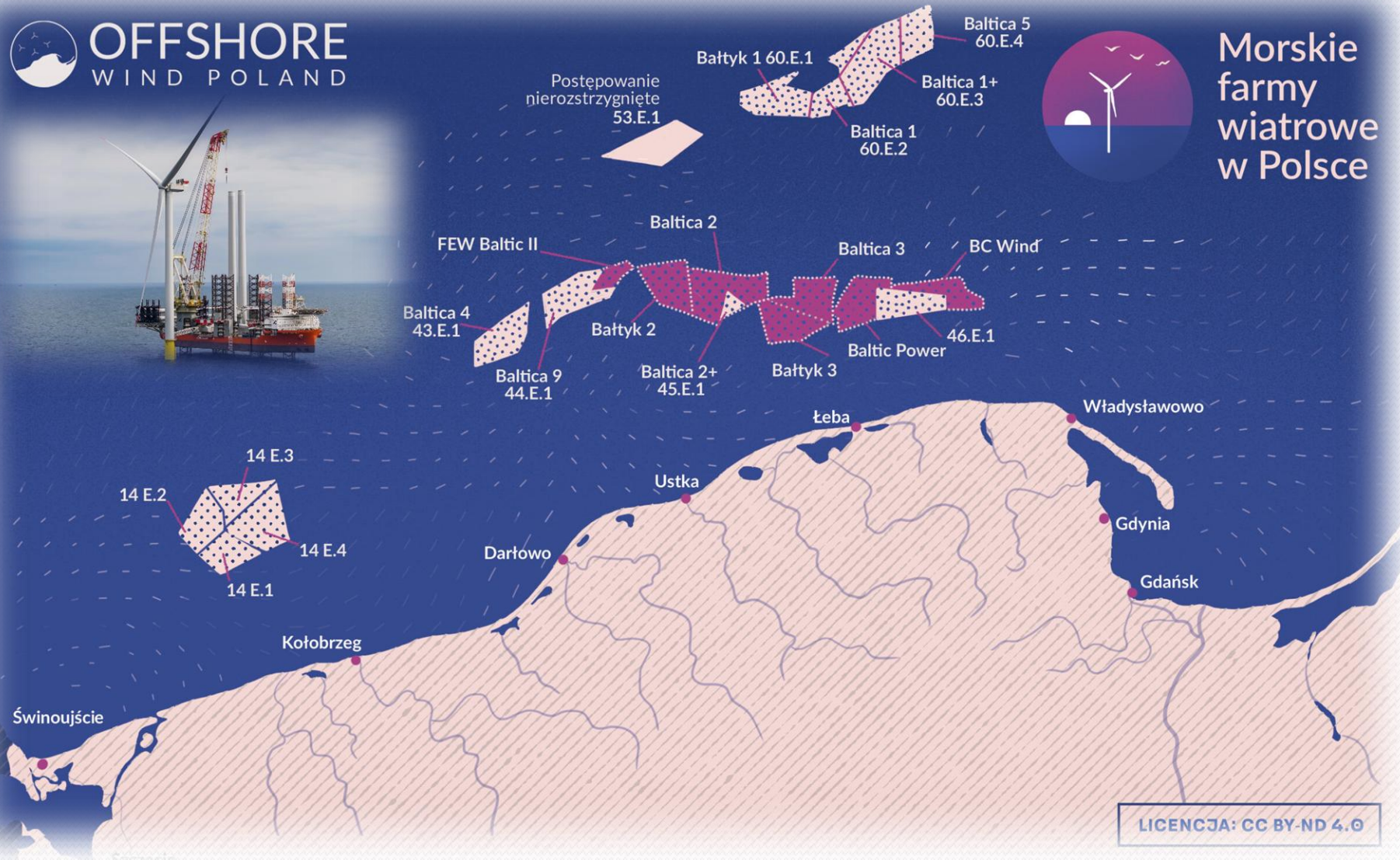


Wiatr od morza



Morskie farmy wiatrowe w Polsce

Postępowanie nierozstrzygnięte 53.E.1

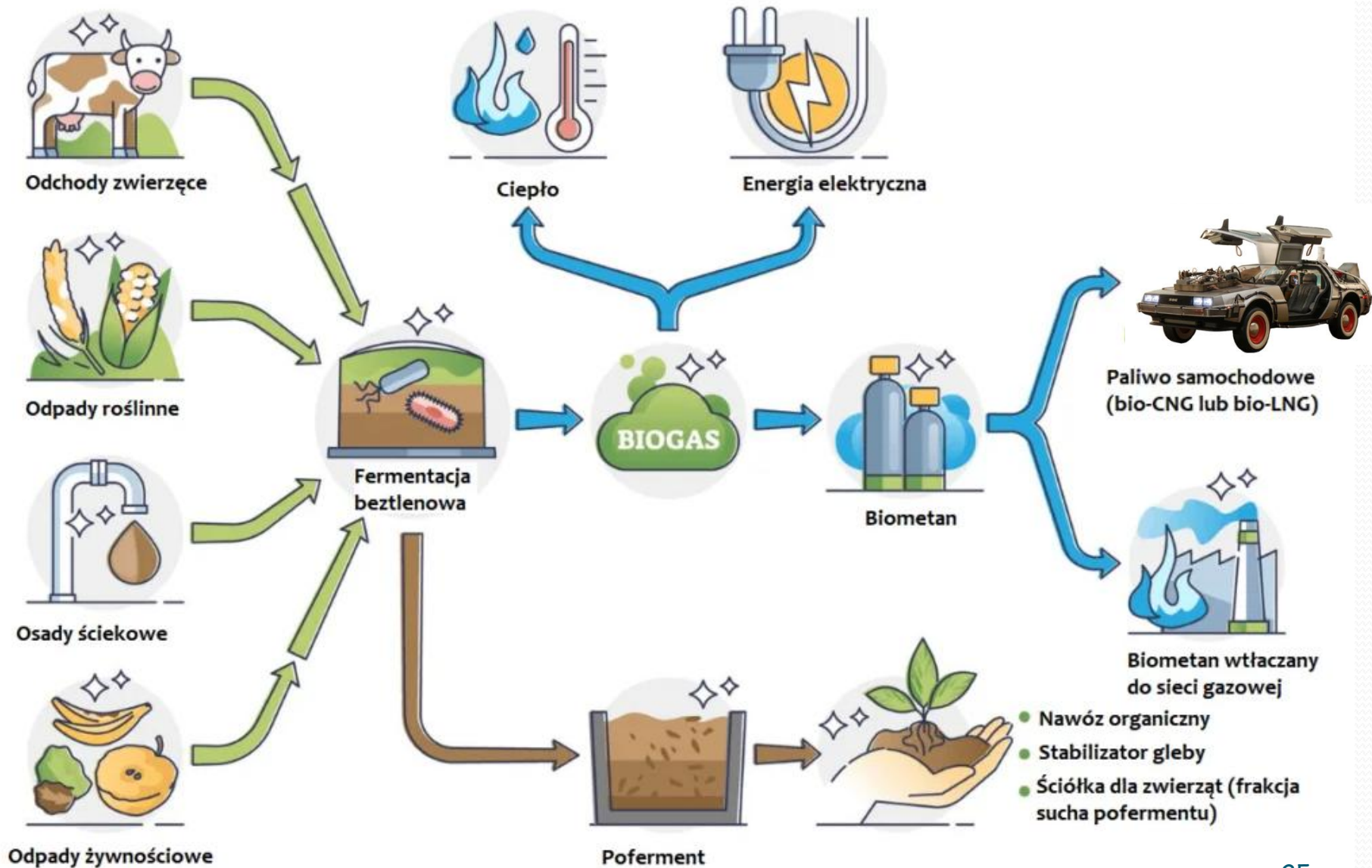


LICENCJA: CC BY-ND 4.0

Wiatr wiatrowi nierówny

Parametr	Wiatr lądowy (onshore)	Wiatr morski (offshore)
Prędkość wiatru (średnia)	5-7 m/s	8-9 m/s (bardziej stabilna)
Wykorzystanie mocy	30-35% (max ~40%)	42-50% (na Bałtyku często 45-55%)
Godziny pełnej mocy rocznie	2000-2800 godzin	3800-4500 godzin
Moc jednej turbiny (typowa)	3-8 MW	14-20 MW (obecnie instalowane 14-15 MW)
Wysokość turbiny	150-220 m	240-260 m
Koszt budowy (CAPEX)	1,2-1,8 mln €/MW	3,0-3,8 mln €/MW
Potencjał w Polsce	Ograniczony (regulacje odległościowe) – cel ~15-20 GW do 2030	Bardzo duży – 11-18 GW do 2040 (potencjał nawet 33 GW)

Powrót do przyszłości – paliwo z odpadów

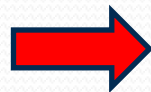


Biogazownie



Kategoria biogazowni	Liczba instalacji	Moc zainstalowana	Roczne zużycie substratów
Rolnicze	204	184,3 MW	7,8 – 8,2 mln ton
„Odpadowe”	ok. 212	ok. 120–135 MW	2,8 – 3,4 mln ton
RAZEM	416	ok. 305–320 MW	10,6 – 11,6 mln ton

Biopaliwa zaawansowane

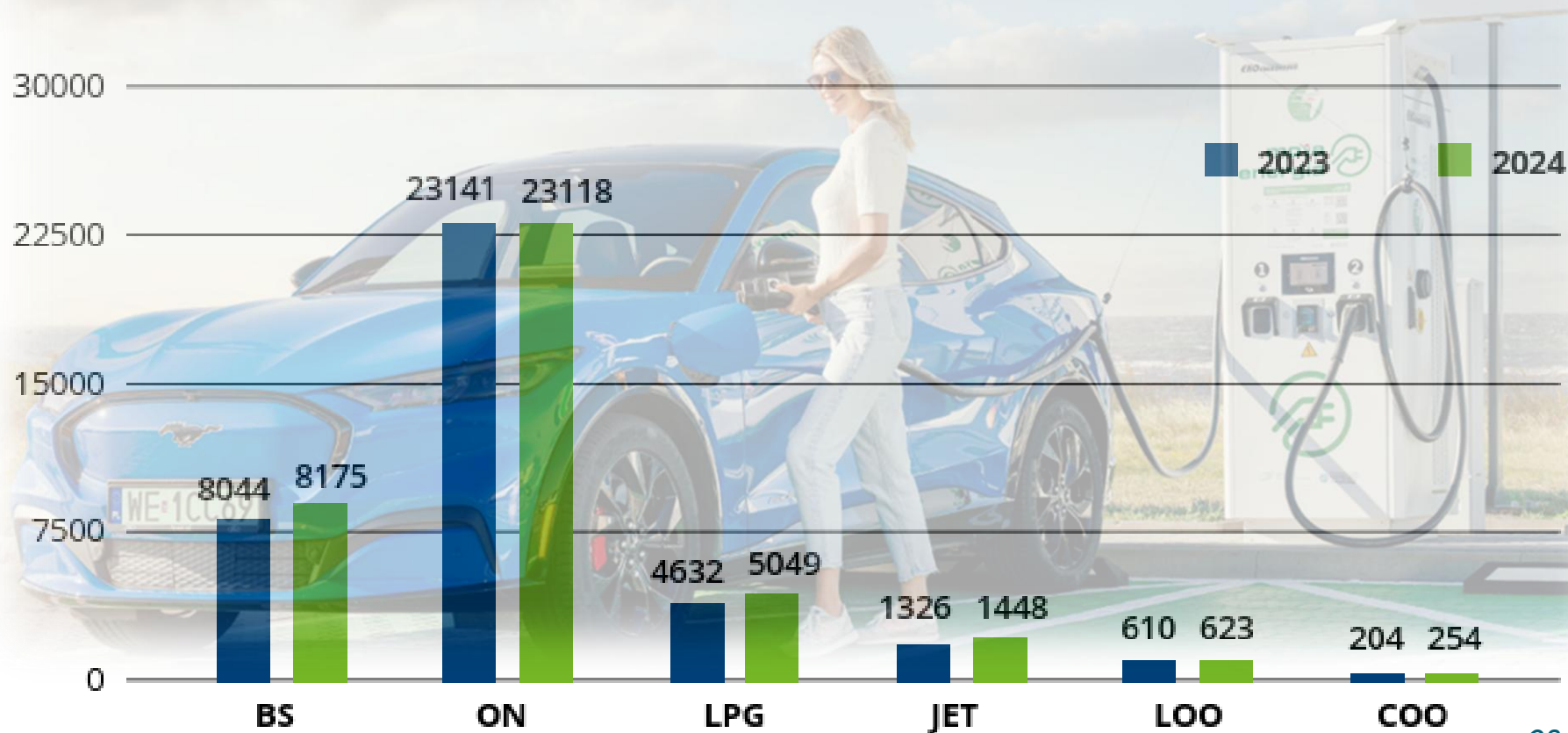


Mikroalgi

Ile paliwa zużywamy

KONSUMPCJA KRAJOWA PALIW PŁYNNYCH W 2023 I 2024 R. [TYS. M³]

Źródło: Opracowanie własne POPIHN



Ranking technologii

Źródło energii	Koszt za 1 kWh (grosze)	Emisje CO ₂ (g/kWh)
Energetyka wodna (duże elektrownie)	25 – 40	8 – 20
Wiatr lądowy (onshore)	28 – 35	11 – 20
Fotowoltaika (duże farmy)	30 – 44	35 – 50
Energetyka jądrowa (atom)	42 – 58	10 – 15
Wiatr morski (offshore)	45 – 55	12 – 25
Biogaz	40 – 60	150 – 250
Biomasa	45 – 65	200 – 400
Węgiel kamienny (nowe bloki)	50 – 80	820 – 950
Węgiel brunatny	55 – 85	950 – 1100
Ropa naftowa	70 – 120	650 – 850

Mała kogeneracja z naszego podwórka



Mała kogeneracja z naszego podwórka...

Sprawność całkowita $>85\%$



Silnik Stirlinga

Ogniwo paliwowe PEM

100% POLSKA

Transformacja polskiej gospodarki energetycznej w kierunku 100% wykorzystania OZE we wszystkich jej sektorach (energetyka zawodowa, transport, przemysł)



Prosumenckie systemy fotowoltaiczne
4,8%



Farmy fotowoltaiczne
12,1%



Heliocentryczne elektrownie słoneczne
0%



Lądowe elektrownie wiatrowe
43%



Morskie elektrownie wiatrowe
29%

2050

PRZEWIDYWANY
MIX
ENERGETYCZNY



Prosument biznesowy - systemy fotowoltaiczne
10%



Energia fal morskich
0,4%



Energia geotermalna
0,2%



Elektrownie wodne przepływowe
0,5%



Energia pływów
0%



STABILNY RYNEK PRACY

Liczba stanowisk, które zapewnią zatrudnienie w perspektywie 40 lat

Obsługa instalacji:



94 001

Konstruktorzy:



110 060

= 10 000

A może liniowe miasto przyszłości?



Podsumowując...

Najtańszymi źródłami energii w Polsce są: wiatr lądowy, duża fotowoltaika oraz energetyka wodna.

Energetyka jądrowa łączy niski koszt wytwarzania, bardzo niską emisję CO₂ oraz dużą stabilność pracy.

Wiatr morski będzie kluczowym źródłem energii w przyszłości.

Głównym wyzwaniem transformacji nie jest produkcja energii z OZE, lecz magazynowanie, bilansowanie i modernizacja sieci.

Prosument jest nadal niedoceniany!!!

Material źródłowy:

1. <https://pubs.sciepub.com/jcsa/6/1/5/figure/1>
2. <https://vehis.pl/moto/arttykul/mazda-vision-x-coupe-im-wiecej-jezdysz-tym-mniej-trujesz>
3. <https://nowawarszawa.pl/w-polsce-powstal-pierwszy-biotechnologiczny-plac-zabaw-wykorzystujacy-oczyszczajace-powietrze-algi/>
4. <https://twojeradio.fm/algi-naturalne-zrodlo-energii-badania-naukowcow-zachodniopomorskiego-uniwrsytetu-technologicznego-zdjecia.html>
5. <https://eng.pw.edu.pl/Research/Business-Innovations-Technology-BIT-of-WUT/Microalgae-from-the-WUT-to-revolutionize-industry#prettyphoto/1/>
6. <https://spidersweb.pl/2024/03/polacy-zrobiu-paliwo-z-qlonow.html>
7. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=289846604925430&set=pcb.289846814925409>
8. <https://zielona.interia.pl/przyroda/news-qlony-w-baltyku-problem-ktory-nie-konczy-sie-z-wakacjami,nld,7006543>
9. https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S004896972404378X-ga1_lrg.jpg
10. <https://www.americanscientist.org/article/making-biofuel-from-microalgae>
11. <https://aenert.com/technologies/renewable-energy/bio-energy/biofuels-from-algae/>
12. <https://lgem.com/optimization-of-microalgae-production/>
13. <https://miraenergia.pl/blog/historia-fotowoltaiki/>
14. <https://pixabay.com/photos/energy-eco-solar-wood-photovoltaic-1322810/>
15. <https://www.dreamstime.com/pollution-vs-clean-energy-split-image-contrast-stark-side-side-comparison-smoggy-industrial-zone-wind-solar-farm-ai-image377824220>
16. <https://unsplash.com/photos/wind-turbines-power-electricity-generators-in-antwerp-port-on-sunset-antwerp-belgium-7l50UzJrfjQ>
17. <https://healpolska.pl/aktualnosci/informacja-prasowa-setki-miliardow-zlotych-rocznie-tyle-placimy-za-skutki-zmiany-klimatu-i-zanieczyszczenia-powietrza-w-polsce-heal-politycy-powinni-pamietac-takze-o-ukrytych-kosztach-zdrowotnych/>
18. <https://www.gov.pl/web/klimat/polska-osiaga-50-mocy-z-oze--historyczny-przelom>
19. https://www.forum-energii.eu/2025_wrapped
20. <https://www.rynekelektryczny.pl/produkcja-energii-elektrycznej-w-polsce/>
21. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9b/Comparison_between_south_facing_and_east-west_roof_photovoltaic_output.png
22. <https://oze-fotowoltaika.pl/sklep/sklep/zestawy-off-grid/zestaw-fotowoltaiczny-off-grid-42-kw-z-magazynem-energii-lifepo4-512-kwh-8x-pv/>
23. <https://www.gramwzielone.pl/energia-sloneczna/20285989/pionowa-elektrownia-fotowoltaiczna-ile-zajmie-terenu-i-ile-energii-wyprodukuje>
24. <https://www.gramwzielone.pl/magazynowanie-energii/20341004/ile-zarobi-magazyn-energii-sprawdzamy-na-twoich-danych-godzinowych>
25. https://www.researchgate.net/publication/335936048_Reliability_Evaluation_of_PV_Systems_with_Integrated_Battery_Energy_Storage_Systems_DC-Coupled_and_AC-Coupled_Configurations/figures?lo=1
26. https://ec.europa.eu/regional_policy/projects/projects-database/poland-rolling-out-smart-grid-infrastructure_en
27. <https://www.freepik.com/free-photos-vectors/smart-grid-architecture/2#uuiid=52c32204-11f3-4d9b-88e1-23ddde5cb91e>
28. <https://biznes.interia.pl/gieldy/aktualnosci/news-pierwszy-wiatrak-juz-stoi-orlen-pokazal-zdjecia-z-baltyku,nld,7996463>
29. <https://offshorewindpoland.pl/wp-content/uploads/2024/08/Morskie-farmy-wiatrowe-w-Polsce-Mapa-nr-1-scaled.jpg>
30. <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/bidirectional-ev-charging-v2g-v2h-v2l>
31. <https://globenergia.pl/ile-jest-w-polsce-biogazowni-rolniczych-w-2026-r-niewykorzystany-potencjal-polskiej-wsi/>
32. <https://pans.krosno.pl/krosno-i-okolice/solina/>
33. http://skne.pl/index.php?p=1_44
34. <https://biogazszkolenia.eu/biogaz-wszystko-co-musisz-wiedziec/>
35. <https://atexpress.com.pl/arttykul-atr/biogazownia-sniaty-polska-mysl-techniczna>
36. <https://unsplash.com/photos/a-large-field-with-a-bunch-of-windmills-in-the-background-sy4v8aDAjTE>
37. <https://unsplash.com/photos/structural-shot-of-wind-mills-during-daytime-UbGYPMbMYP8>
38. <https://unsplash.com/photos/white-windmill-Nnn2Dc6niVU>
39. <https://macedoart.artstation.com/projects/14gY52>
40. <https://forsal.pl/arttykuly/897996,tak-bedzie-wygladac-energetyka-w-polsce-w-2050-roku.html>
41. <https://300gospodarka.pl/news/polska-energetyka-nadal-stoi-na-weglu-i-to-w-nawet-bardziej-niz-niz-chiny>
42. <https://ieo.pl/en/aktualnosci/1225-projekt-energia-odnowa-raport-merytoryczny-przyjazny-rozwoj-polski-ludziom-gospodarce-srodowisku-dostepny-w-wersji-elektrycznej>
43. <chrome-extension://efaidnbmnnpbpcjpcglclefindmkaj/https://popihh.pl/wp-content/uploads/2025/04/RAPORT-ZA-ROK-2024.pdf>

Polska energetyka wg AI





Dziękuję za uwagę

www.facebook.com/kioze.zut.szczecin