



V. Przemysł

6. Energetyka jądrowa oraz alternatywna

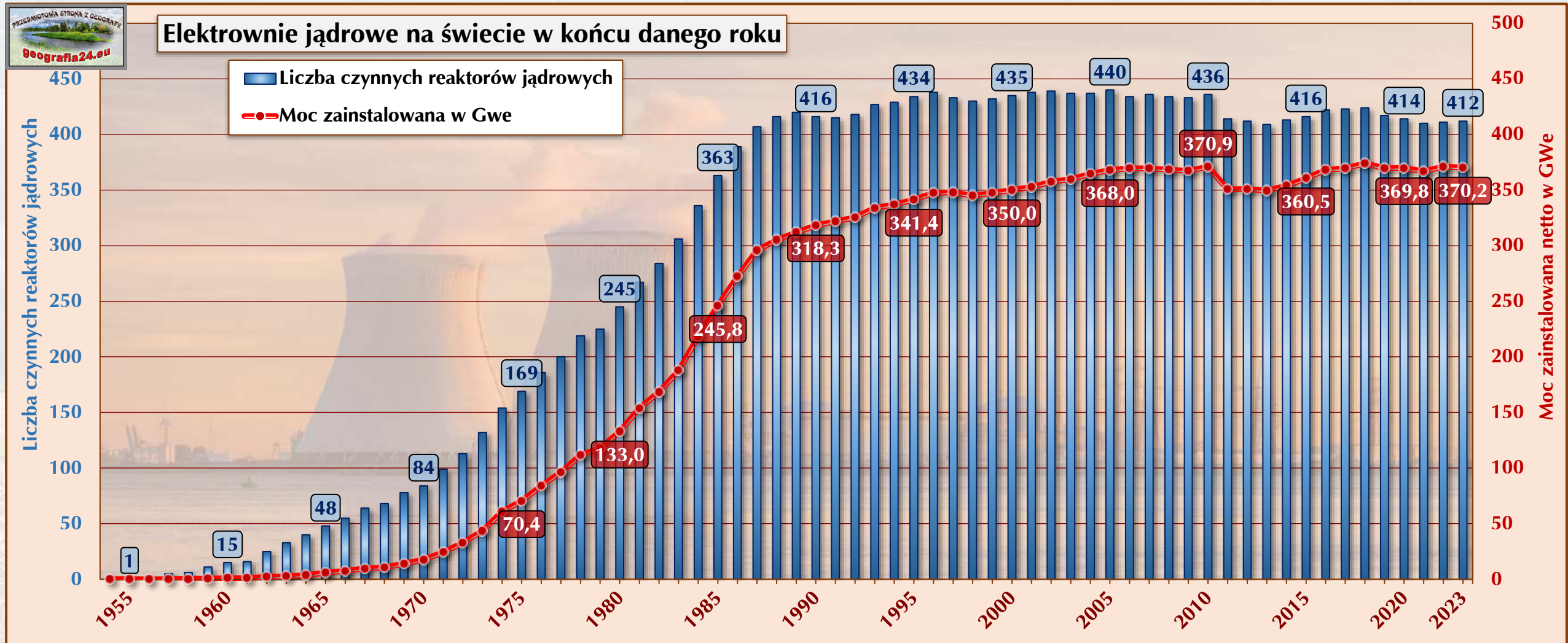
Elektrownie jądrowe

- 🌐 **Elektrownie jądrowe**, które w 2021 r. wytworzyły **9,8% energii elektrycznej na świecie**, mają ogromną wydajność energetyczną, jednakże w ostatnich latach ich rozwój uległ zahamowaniu.
- 🌐 Z 1 kg uranu 235 uzyskuje się tyle energii, ile w elektrowniach ciepłych z 2500 t węgla umownego lub 1800 t produktów naftowych.
- 🌐 Koszty budowy elektrowni atomowej są jednak wysokie.
- 🌐 Elektrownie te wymagają:
 - 🌐 posiadania dużej ilości wody do chłodzenia,
 - 🌐 ok. 50% więcej niż w przypadku elektrowni konwencjonalnych,
 - 🌐 bezwzględnej ochrony otoczenia przed promieniowaniem,
 - 🌐 usuwania niebezpiecznych odpadów radioaktywnych.
- 🌐 Paliwami nuklearnymi są **uran** i **tor**.



Reaktory jądrowe na świecie i ich moc

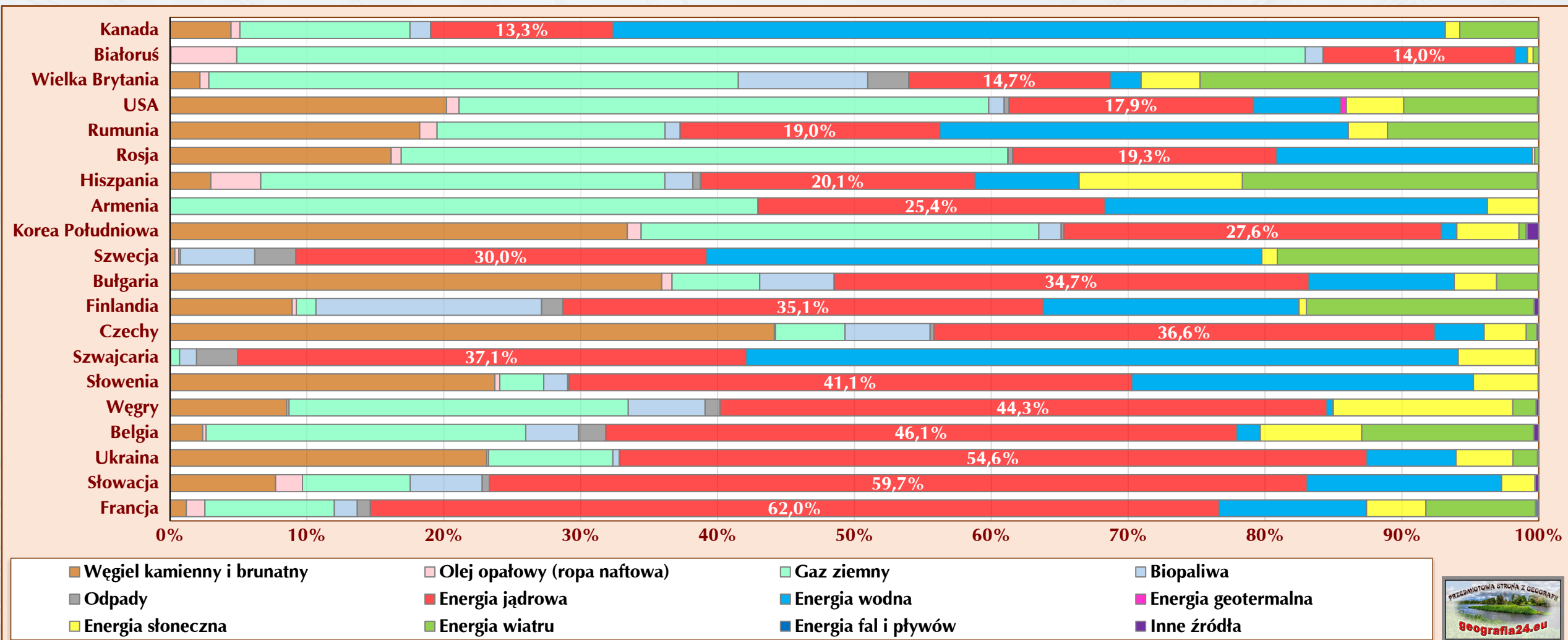
- 🌐 W końcu grudnia 2023 r. na świecie czynnych było 412 jądrowych bloków energetycznych (w 31 państwach oraz w Tajwanie), o całkowitej mocy 370 GWe.
- 🌐 W Japonii jest jeszcze kilkanaście czasowo wyłączonych bloków (w 2023 r. – 21 wyłączonych; działało jedynie 12).
- 🌐 Stąd wynika m.in. spadek liczby reaktorów w 2011 r., związany z wyłączeniem ich po awarii elektrowni w Fukushima.



Produkcja energii elektrycznej według rodzajów

🌐 **Energetyka atomowa (jądrowa)** – najbardziej popularna jest w państwach:

🌐 średnio i wysoko rozwiniętych o dużym zapotrzebowaniu w energię elektryczną: **Francja, Słowacja, Ukraina, Węgry, Szwecja, Belgia, Szwajcaria, Słowenia, Czechy, Bułgaria, Finlandia, Armenia, Korea Południowa, Hiszpania, Wielka Brytania, Rumunia, USA i Rosja oraz Japonia.**

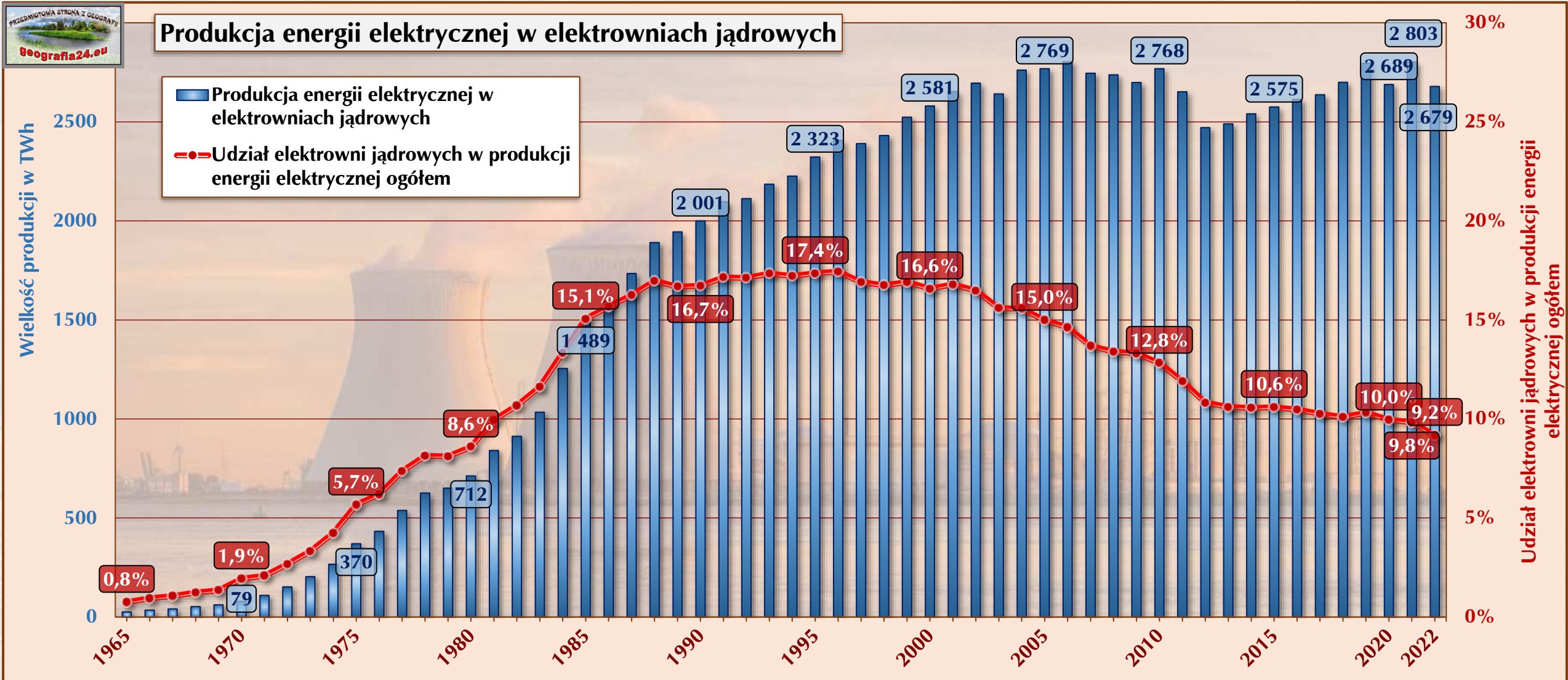


Produkcja energii elektrycznej z elektrowni jądrowych

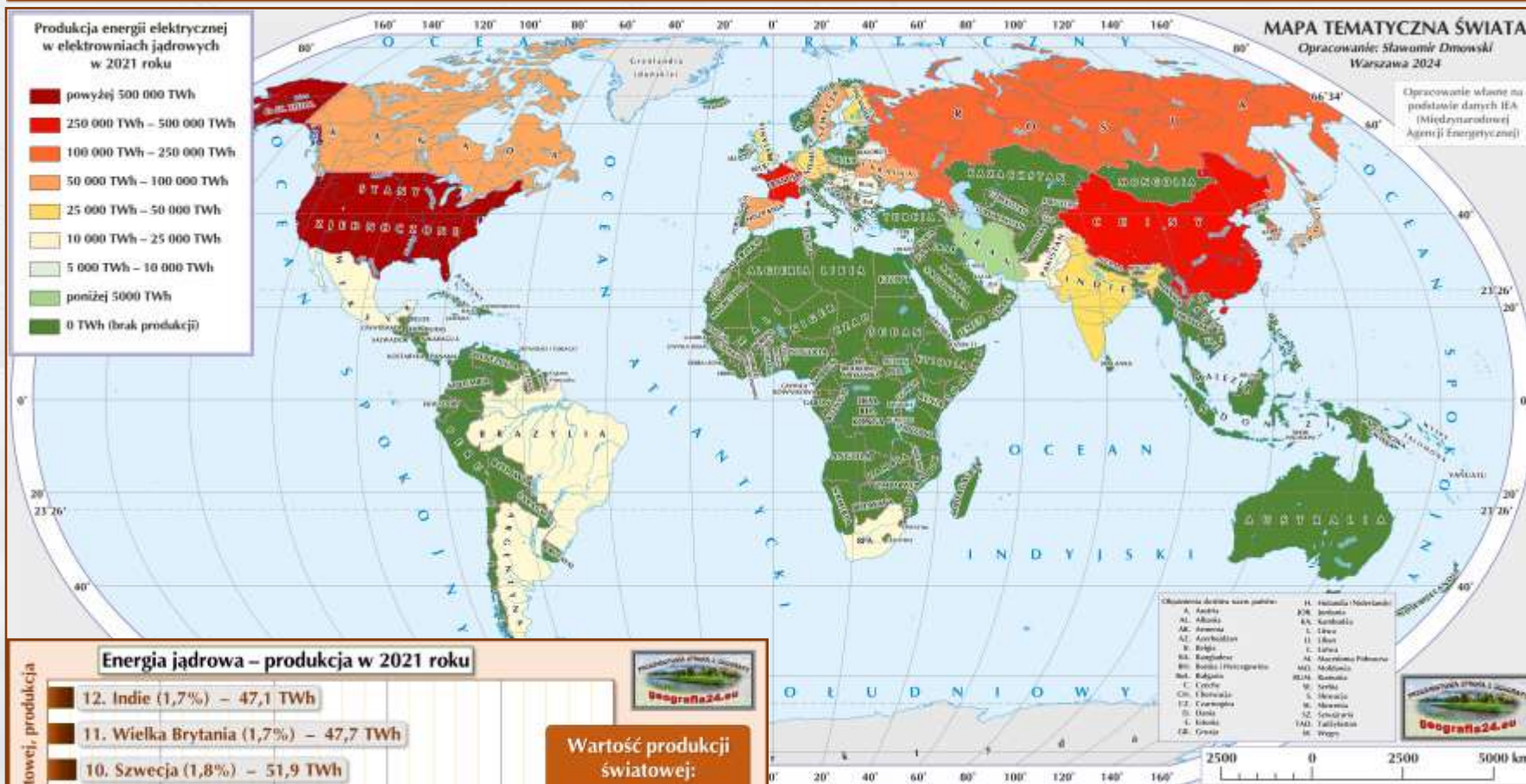
🌐 W 2022 roku w elektrowniach jądrowych wyprodukowano **2 679 TWh energii elektrycznej**.

🌐 Była to wartość zbliżona do średniej z ostatnich kilkunastu lat.

🌐 Wielkość ta stanowiła **9,2% produkcji energii elektrycznej ogółem** (od 1996 r. obserwujemy spadek udziału).



Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych



🌐 **Najwięcej energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych od lat uzyskuje się w **USA, Chinach, Francji i Rosji**.**

🌐 **Na tylko te cztery kraje przypada łącznie około 62% całkowitej ilości energii elektrycznej uzyskiwanej w elektrowniach atomowych.**

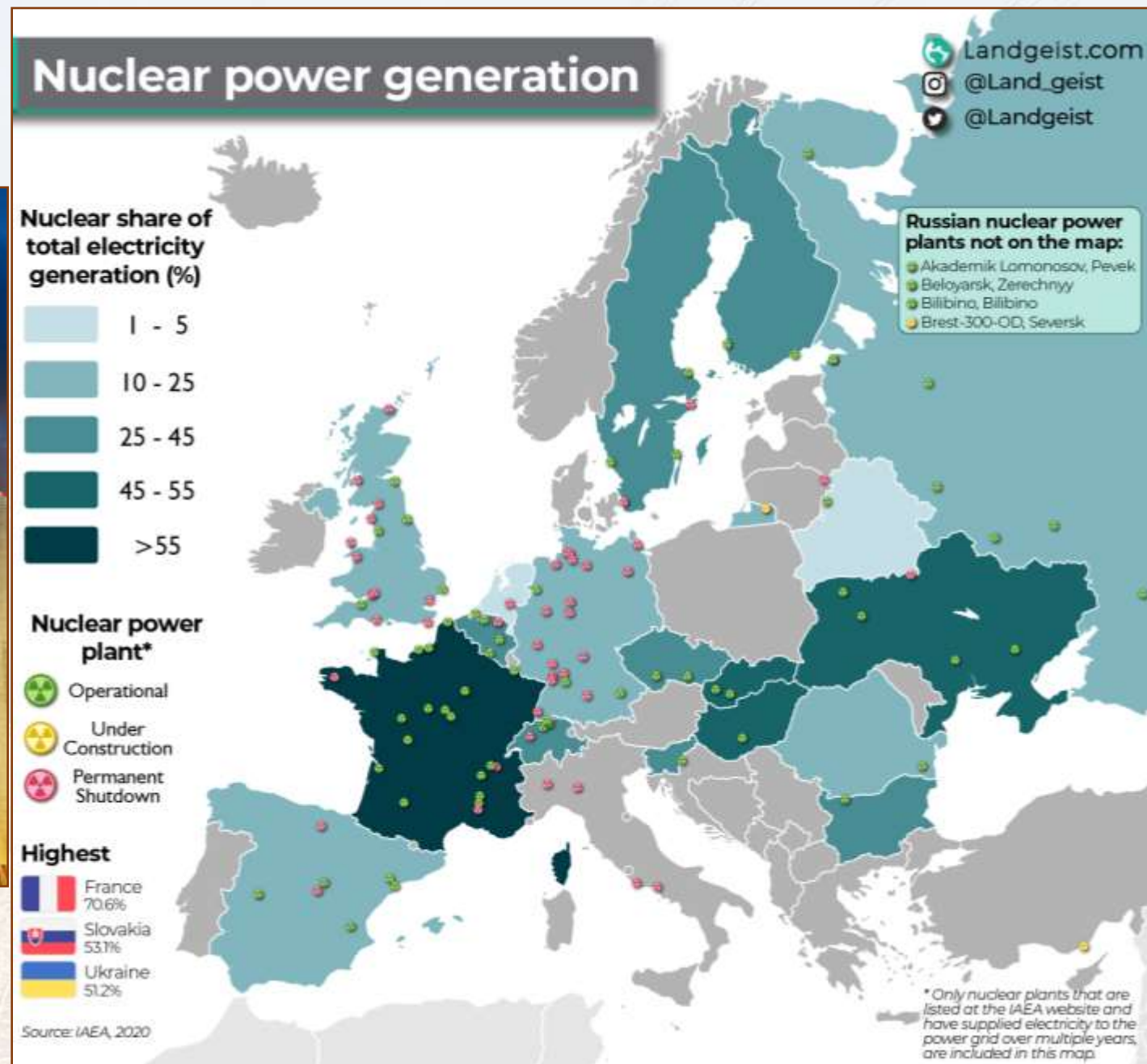


Rozmieszczenie elektrowni jądrowych w Europie

🌐 W Europie tylko w kilkunastu krajach **nie** rozwinęła się energetyka atomowa, m.in.:

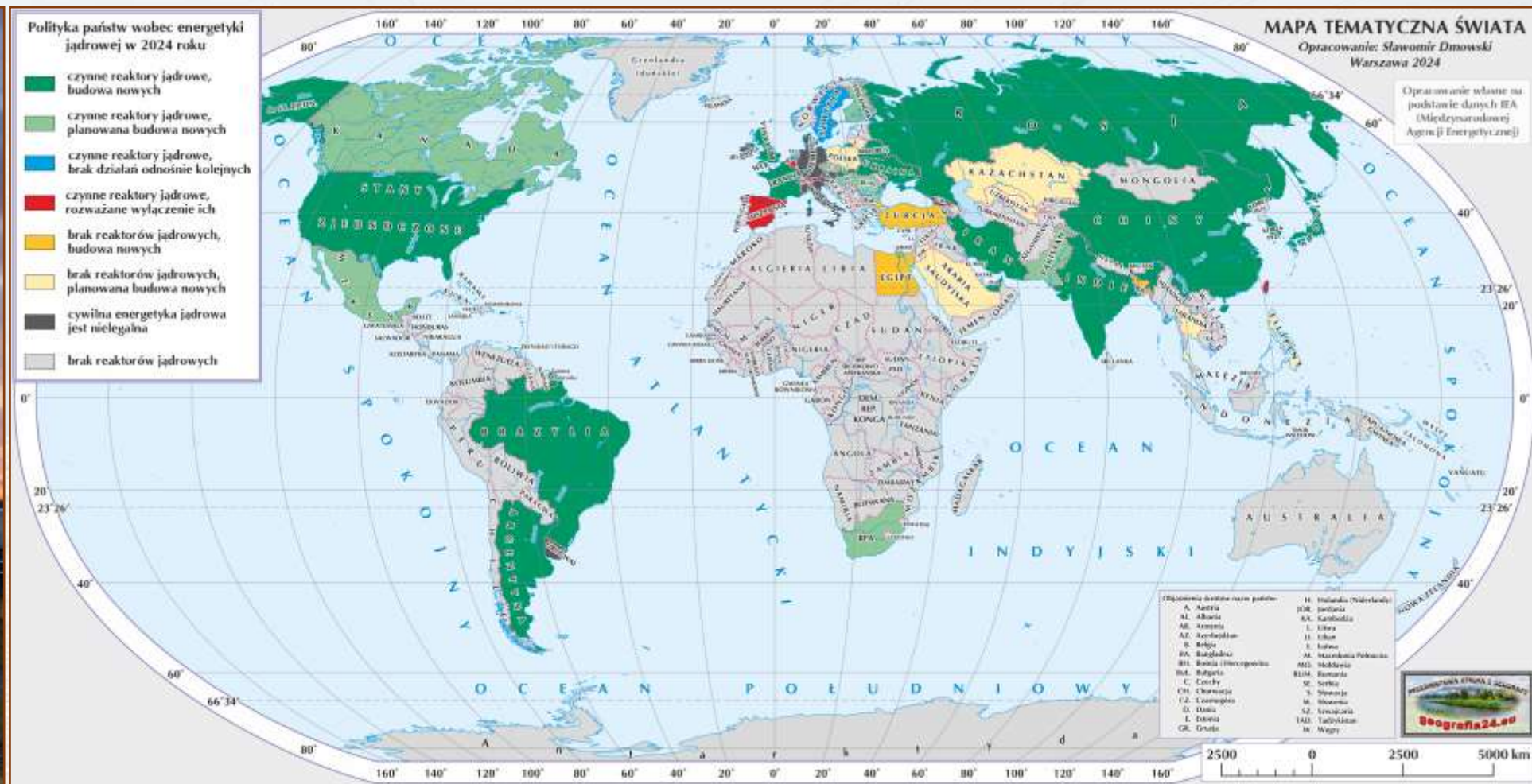
- 🌐 Polsce (w planach jest budowa 3 elektrowni),
- 🌐 Islandii,
- 🌐 Irlandii,
- 🌐 Norwegii,
- 🌐 Litwie,
- 🌐 Łotwie,
- 🌐 Estonii,
- 🌐 Austrii,
- 🌐 Portugalii,
- 🌐 Włoszech,
- 🌐 Chorwacji,
- 🌐 Bośni i Hercegowinie,
- 🌐 Serbii,
- 🌐 Czarnogórze,
- 🌐 Albanii,
- 🌐 do niedawna w Białorusi (od 2020 r. już działa).

🌐 W kwietniu 2023 r. Niemcy zamknęły ostatnią elektrownię atomową w swoim kraju.



Polityka państw wobec energetyki jądrowej w 2024 roku

- 🌐 Po katastrofie w Fukushima spojrzenie jedynie nielicznych państw się zmieniło (np. Niemiec – w kwietniu 2023 roku zamknęły one ostatnie działające elektrownie atomowe).
- 🌐 Japonia natomiast otwiera kolejne elektrownie atomowe, do niedawna zamknięte po katastrofie w Fukushima.
- 🌐 Na początku 2024 r. na świecie w budowie było 59 nowych bloków energetycznych w 17 państwach świata.
- 🌐 Najwięcej nowych bloków w budowie jest w Chinach (aż 23 bloki) i Indiach (8 bloków).



Zalety energetyki jądrowej

🌐 Czynniki skłaniające do inwestycji w energetykę jądrową:

- 🌐 wzrastający popyt na energię elektryczną,
- 🌐 niska i stabilna cena energii wytwarzanej w energetyce jądrowej
- 🌐 brak konkurencji ze strony odnawialnych źródeł energii, które są zależne od warunków pogodowych,
- 🌐 obawa przed uzależnieniem się od dostaw energii elektrycznej z zagranicy,
- 🌐 rosnące ceny ropy naftowej i gazu ziemnego,
- 🌐 brak monopolizacji rynku dostaw paliwa jądrowego, usług jądrowego cyklu paliwowego oraz produkcji komponentów elektrowni jądrowych,
- 🌐 opanowanie technologii jądrowej i zgromadzenie dużego doświadczenia w pracy bloków jądrowych,
- 🌐 troska o środowisko naturalne:
 - 🌐 brak emisji zanieczyszczeń i CO₂ przez elektrownie jądrowe,
- 🌐 stymulacja przez energetykę jądrową rozwoju wielu dziedzin nauki i gospodarki.



Wady energetyki jądrowej

🌐 Czynniki utrudniające inwestycje w energetykę jądrową:

- 🌐 konieczność poniesienia relatywnie wysokich nakładów na budowę elektrowni jądrowych,
- 🌐 konieczność poniesienia dodatkowych kosztów związanych ze szkoleniem kadr, informacją społeczeństwa, budową infrastruktury i zaplecza naukowo-badawczego (dotyczy państw nie posiadających do tej pory elektrowni jądrowych),
- 🌐 w niektórych przypadkach konieczność dostosowania krajowego systemu elektroenergetycznego do możliwości wyprowadzenia mocy z dużych bloków energetycznych.





Energetyka alternatywna (niekonwencjonalna)

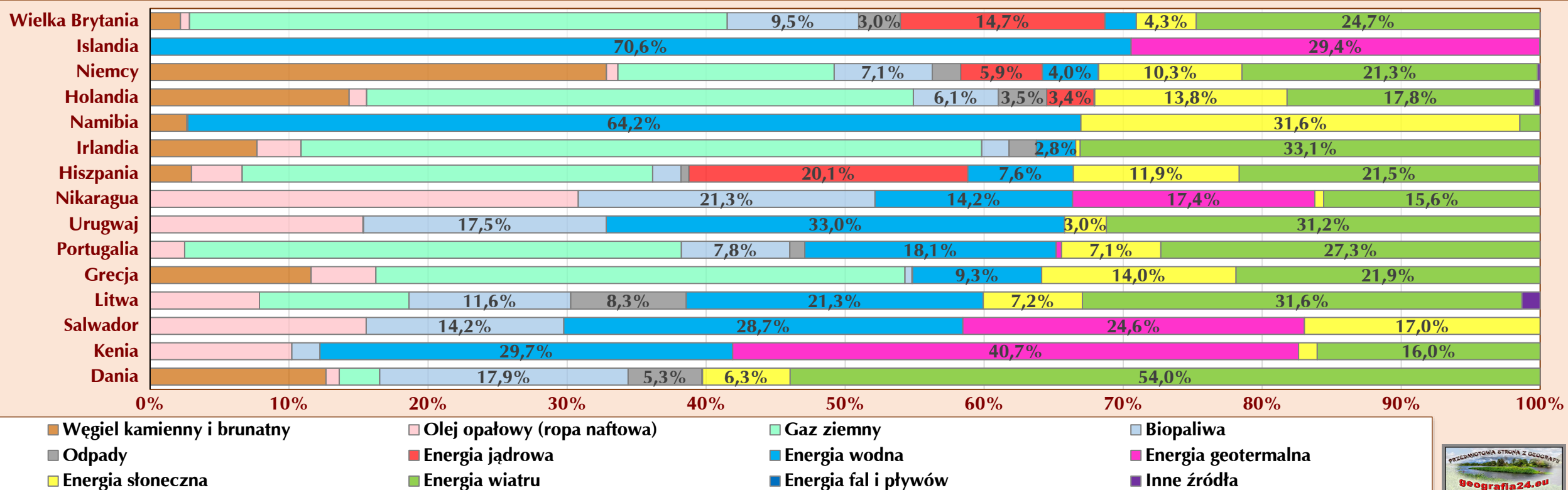
Energetyka alternatywna (niekonwencjonalna)

- ⌚ Rosnące zapotrzebowanie na energię przyczynia się do nieustannego, niemal od zawsze, wzrostu jej produkcji.
- ⌚ Zachowanie tej tendencji może w przyszłości być skutkiem wyczerpaniem się obecnie dostępnych surowców energetycznych.
- ⌚ Zasoby paliw kopalnych są nieodnawialne:
 - ⌚ prędzej czy później ulegną zupełnemu wyczerpaniu:
 - ⌚ 200-250 lat będzie można jeszcze korzystać ze złóż węgla,
 - ⌚ 50-100 lat z gazu ziemnego,
 - ⌚ 30-50 lat z ropy naftowej!!!
- ⌚ Drogą do uniknięcia tej katastrofy jest:
 - ⌚ racjonalne gospodarowanie energią;
 - ⌚ poszukiwanie nowych – **alternatywnych źródeł energii.**



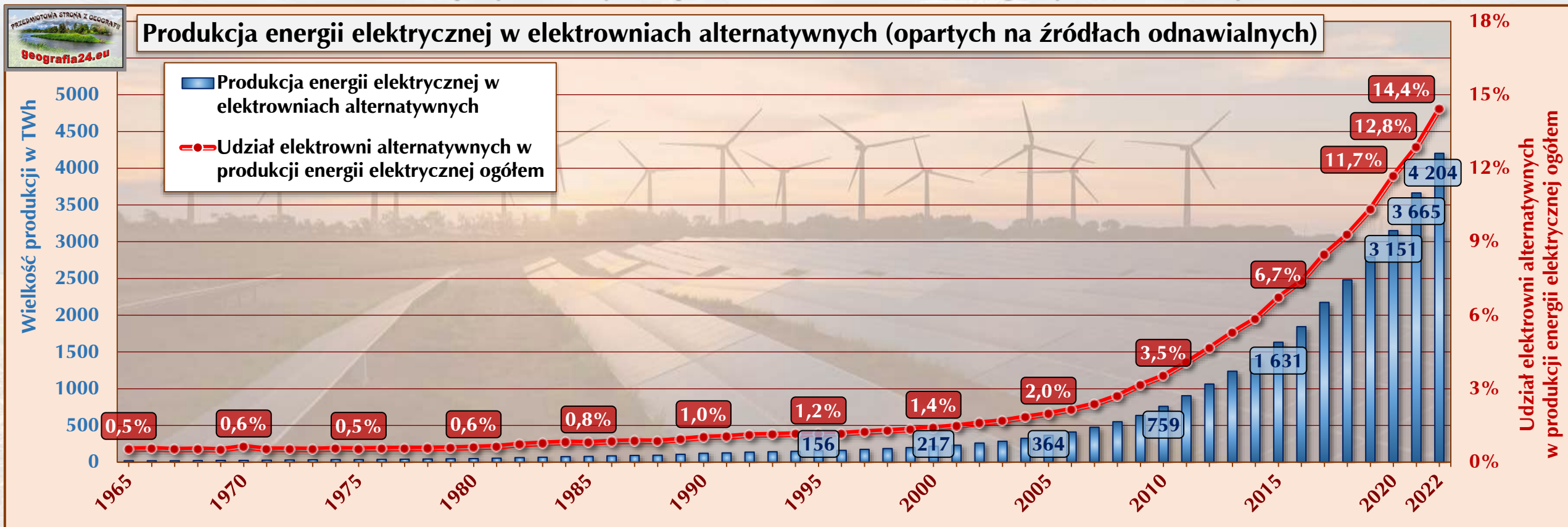
Odnawialne źródła energii

- 🌐 **Energetyka odnawialna** – wykorzystująca, m.in. **energię wód** (rzek – opisanych we wcześniejszej części prezentacji oraz wód morskich), **wiatru**, **słońca** i pochodzącą z **biomasy** i **biopaliw** najbardziej popularna jest w państwach:
 - 🌐 **średnio i słabo rozwiniętych**, o dość niskiej produkcji na 1 mieszkańca, stawiających na rozwój OZE i posiadających przede wszystkim możliwości przyrodnicze (duże nasłonecznienie, odpowiedni wiatr lub warunki geotermalne) np.:
 - 🌐 **Kenia, Namibia, Kostaryka, Honduras, Erytrea, Gwatemala, Salvador i Nikaragua,**
 - 🌐 **wysoko rozwiniętych i bogatych państwach**, posiadających zarówno odpowiednią technologię, jak i kapitał oraz szczególne uwarunkowania przyrodnicze (wiatr, słońce) lub wykorzystująca efektywnie biomasę i biopaliwa np.:
 - 🌐 **Dania, Portugalia, Hiszpania, Nowa Zelandia, Niemcy, Włochy, Finlandia, Islandia, Irlandia, Wielka Brytania, Belgia.**

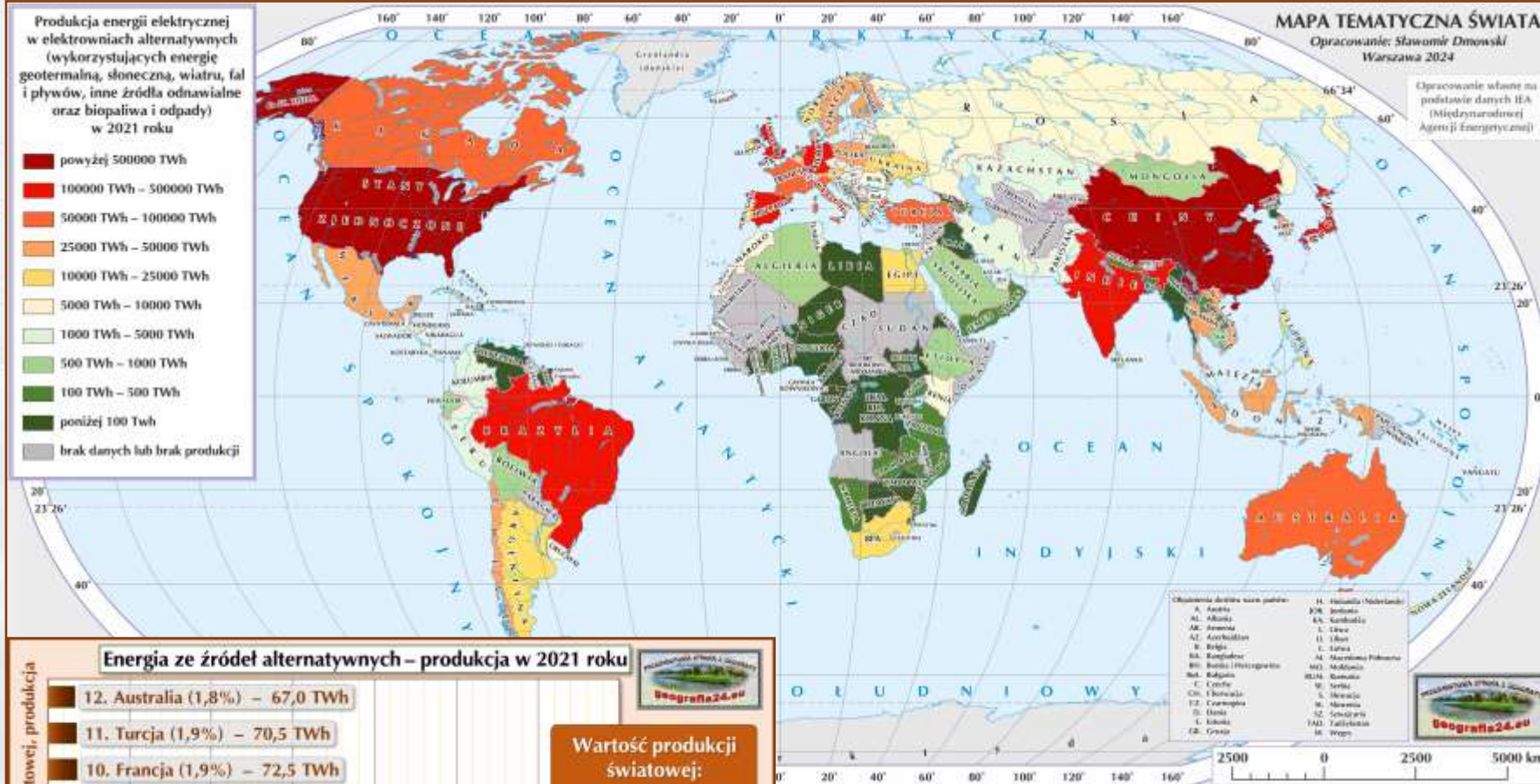


Znaczenie energetyki niekonwencjonalnej (alternatywnej)

- 🌐 W skali świata udział energetyki alternatywnej w produkcji energii elektrycznej jest dość mały i wynosi około 14,4%.
- 🌐 Jednocześnie należy podkreślić iż udział ten stopniowo wzrasta – szczególnie w krajach wysoko rozwiniętych.
- 🌐 Obecnie zaspokaja głównie ona potrzeby lokalne bądź regionalne, produkując energię w niewielkich zakładach.
- 🌐 **Głównymi przyczynami jej dość niewielkiego znaczenia są:**
 - 🌐 **bariery technologiczne** (choć postęp w ostatnich latach jest gigantyczny),
 - 🌐 **dość wysoki koszt jednostkowy produkcji** (to w dużej mierze uległo zmianie i często jest taniej od tradycyjnych źródeł),
 - 🌐 **duża zależność od warunków przyrodniczych** – pór roku, klimatu, dobowego cyklu dnia i nocy itd.



Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach wykorzystujących alternatywne źródła



Przez **alternatywne źródła energii** należy rozumieć:

- ciepło wnętrza Ziemi** (elektrownie geotermiczne),
 - energię wiatru** (elektrownie wiatrowe),
 - energię pływów morskich** (elektrownie pływowe),
 - energię falowania i prądów morskich** (elektrownie maremotoryczne; elektrownie falowo-wodne),
 - energię słoneczną** (elektrownie słoneczne),
 - biogaz i biomasę** (elektrownie paliwowe).
- Największa produkcja ogółem występuje w Chinach i USA.
- Wysokie miejsce zajmują także: Niemcy, Indie, Japonia, Brazylia, Wielka Brytania, Hiszpania, Włochy i Francja.

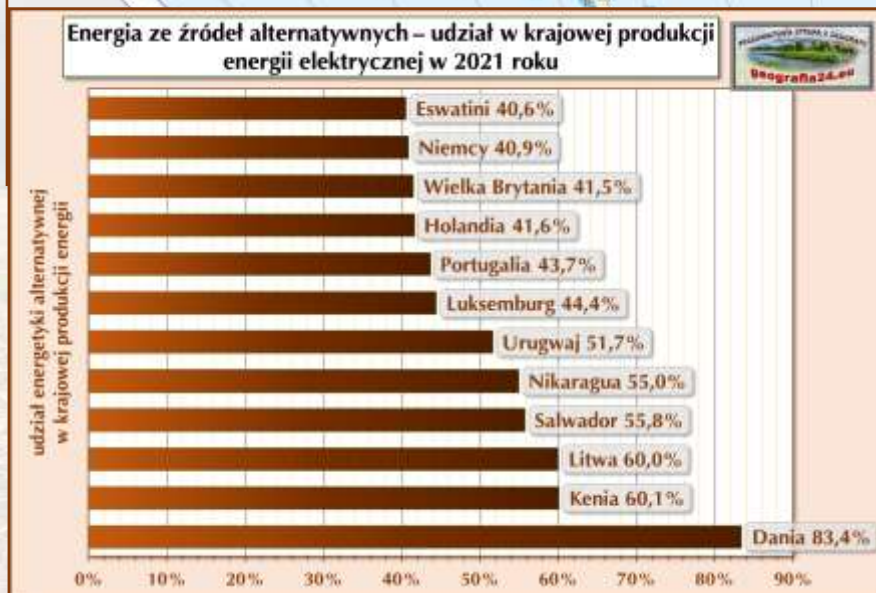
Udział energetyki alternatywnej w krajowej produkcji energii



🌐 **Udział energetyki alternatywnej w krajowej produkcji energii najwyższy jest w krajach najwyżej rozwiniętych gospodarczo, szczególnie będących członkami Unii Europejskiej (Dania, Litwa, Portugalia, Holandia, Niemcy, Luksemburg) oraz w Wielkiej Brytanii.**

🌐 **Wysoki odsetek udziału jest także w niektórych słabiej lub średnio rozwiniętych krajach o niewielkiej łącznej produkcji energii elektrycznej, w tym w Kenii, Salwadorze, Nikaragui, Urugwaju i Eswatini.**

🌐 **Bardzo mały udział cechuje większość krajów Afryki.**



1. Energetyka geotermalna

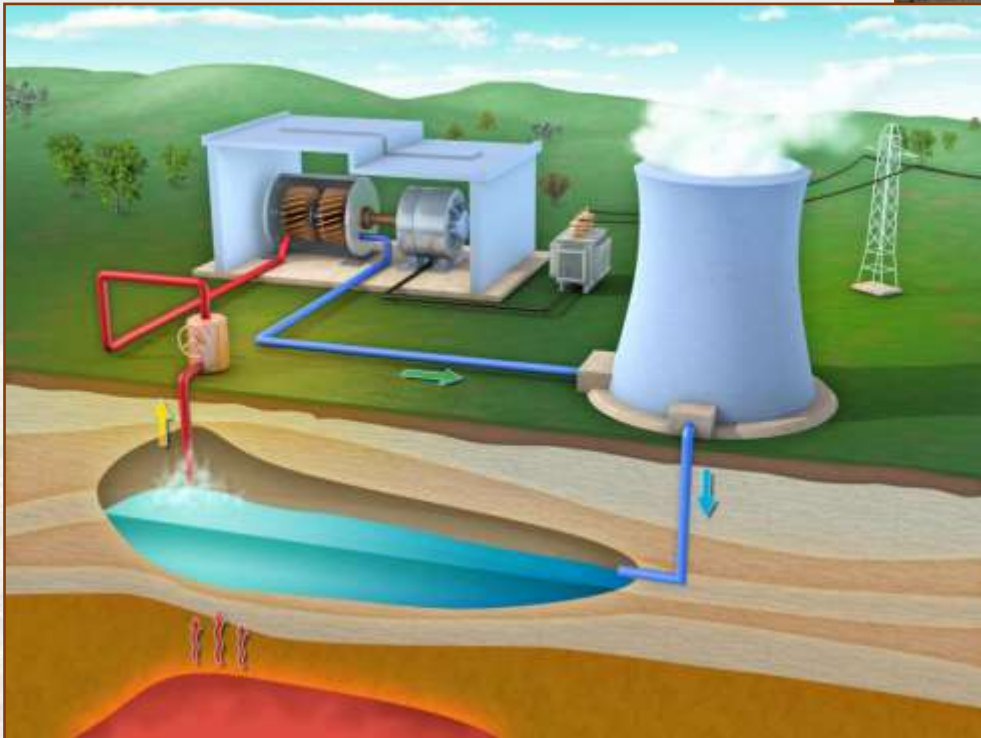
🌐 W **elektrowniach geotermalnych** do produkcji energii elektrycznej wykorzystuje się także, chociaż w niewielkim jeszcze stopniu, **gorące źródła** i wydobywające się **na obszarach wulkanicznych** z nich: **gorące wody i parę**.

🌐 Jest to tzw. **energetyka geotermalna**,

🌐 obecna w ponad 70 krajach świata.

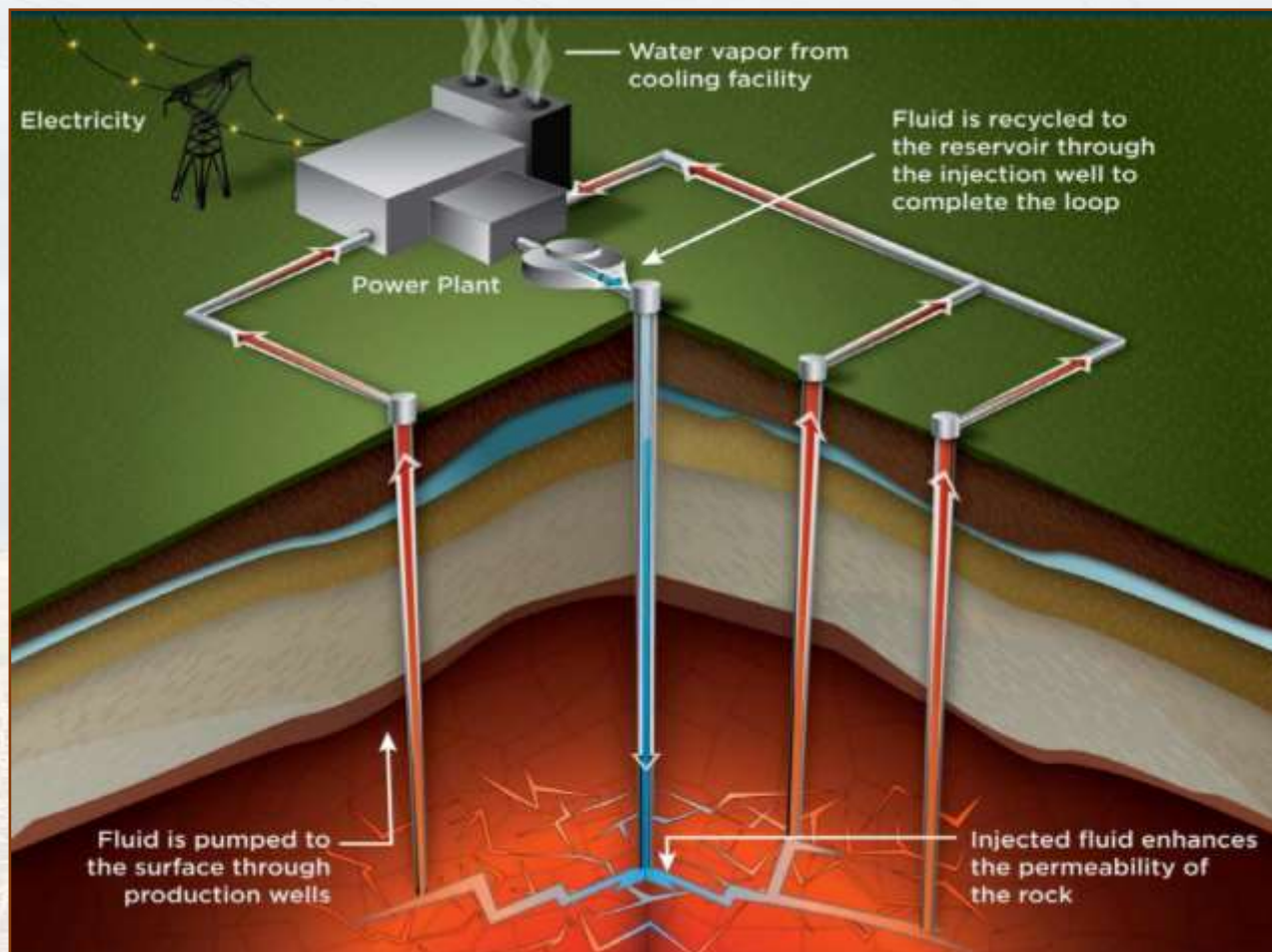


Instalacja geotermalna w Kalifornii



Jak wykorzystać energię geotermalną

- 🌐 **Wykorzystanie energii geotermalnej** jest bardzo skomplikowanym procesem.
- 🌐 **Ciepła woda geotermalna** jest pobierana za pomocą **pompy głębinowej**.
- 🌐 Kierowana jest potem do płytowych **wymienników ciepła** znajdujących się na powierzchni części instalacji.
- 🌐 Ciepło wody jest przekazywane do niezależnego **obiegu wtórnego**, który to zasila **systemy grzewcze odbiorców**.
- 🌐 **Schłodzona woda** jest z powrotem wpompowywana w **warstwy wodonośne pod ziemią**.



Instalacja geotermalna w Japonii

Energetyka geotermalna na świecie

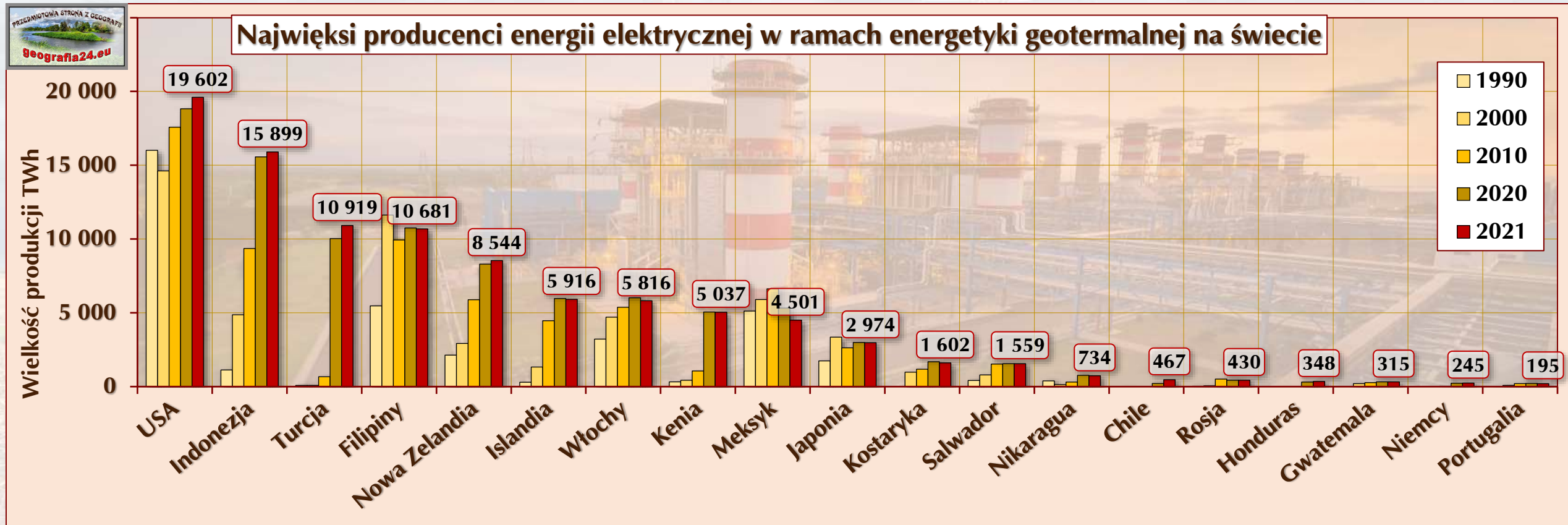
Obecnie energetyka geotermalna funkcjonuje w ponad **70. krajach świata** (w większości jednak pozyskuje się jedynie energię ciepłą, zaś tylko w około 25. – energię elektryczną).

Największe znaczenie odgrywa ona:

- w **Stanach Zjednoczonych** (Kalifornia, Newada, Utah, Hawaje),
- na **Filipinach**, w **Indonezji**, **Turcji**, **Rosji**, **Japonii**, **Nowej Zelandii**, **Papui-Nowej Gwinei**,
- na **Kostaryce**, w **Salwadorze**, **Nikaragui**, **Gwatemali**, **Meksyku**, **Kenii**,
- we **Włoszech**, w **Islandii** i **Niemczech**.



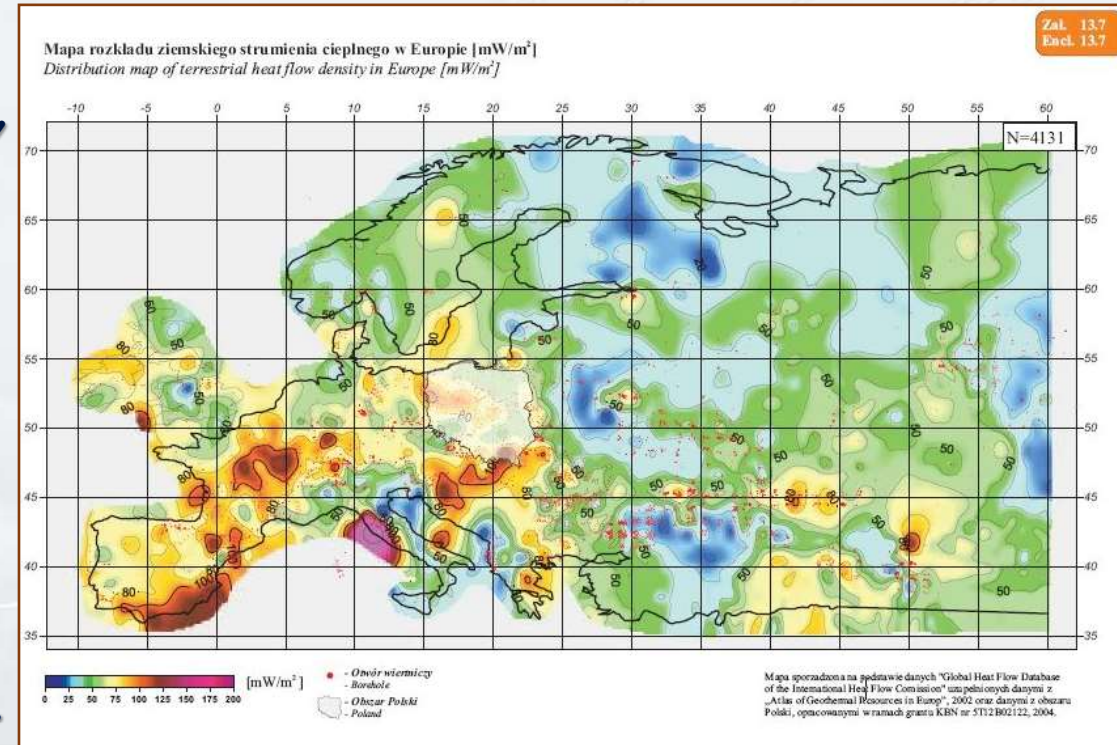
Najwięksi producenci energii elektrycznej w ramach energetyki geotermalnej na świecie



Główne obszary geotermiczne w Europie

W Europie najlepsze warunki geotermalne posiada:

- 🌐 **Islandia** (ponad 50% kraju posiada świetne warunki do rozwoju),
- 🌐 **Włochy** (obszar pomiędzy Rzymem a Neapolem),
- 🌐 zachodnia część **Rumunii**,
- 🌐 **Francja**,
- 🌐 **Hiszpania**,
- 🌐 **Portugalia**,
- 🌐 **Grecja i Chorwacja**,
- 🌐 **Polska** – jednak mimo, że posiadamy dużą powierzchnię, to są to zwykle baseny niskotemperaturowe,
- 🌐 niewielką powierzchnię stanowią baseny wysokotemperaturowe.



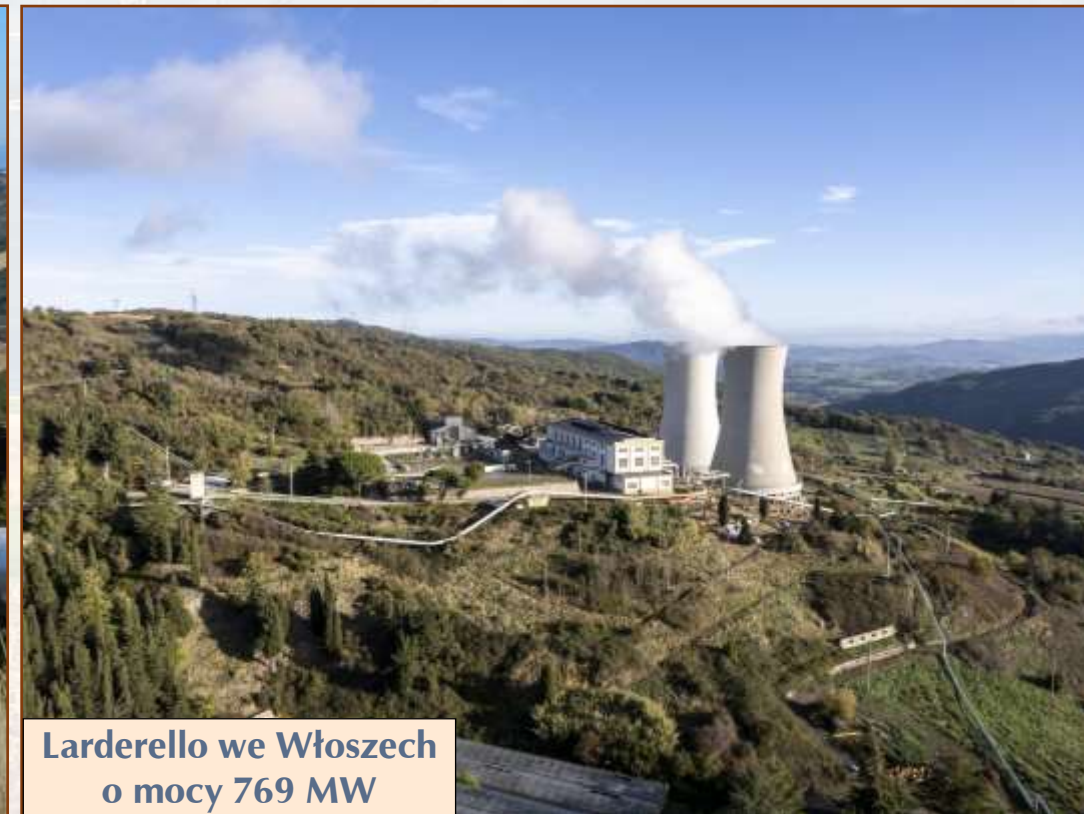
Geotermia na Islandii

- 🌐 **Islandia** jest w Europie, ze względu na położenie w obrębie doliny ryftowej, **krajem najzasobniejszym w Europie w wody geotermalne** – Islandczycy świetnie nauczyli się korzystać z dobrodziejstw przyrodniczych.
- 🌐 Ciepło płynące z wnętrza Ziemi jest tam wykorzystywane do ogrzewania (zarówno domów prywatnych, jak i pomieszczeń firmowych).
- 🌐 Dodatkowo ciepłem tym są ogrzewane przydomowe ciepłarnie, stawy rybne a nawet kąpieliska, dzięki czemu nie odczuwa się zimy, w tym usytuowanym w chłodnej strefie klimatycznej pięknym kraju.
- 🌐 Energetykę geotermalną na tej wyspie widać niemal wszędzie – nawet jadąc po drogach, czy idąc po chodnikach, które są ogrzewane, co przyczynia się do topnienia śniegu.



Trzy największe elektrownie geotermalne na świecie

- 🌐 Elektrownie geotermalne odznaczają się z reguły są stosunkowo niewielką mocą i tym samym produkcją.
- 🌐 Jednak kilka jednostek na świecie jest stosunkowo wydajnych, szczególnie największa elektrownia geotermalna leżąca w USA (w Kalifornii).

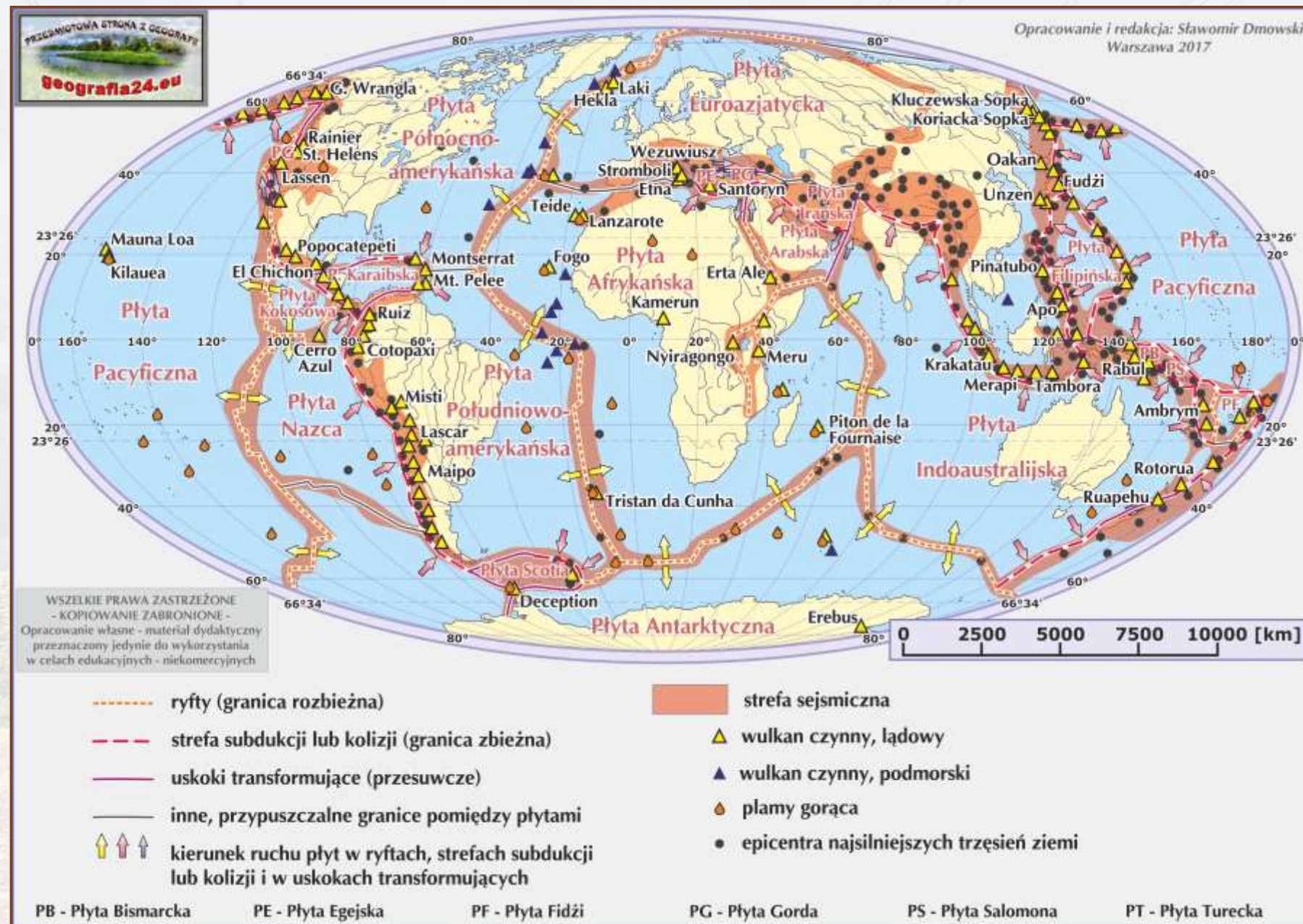


Energetyka geotermalna w Polsce

🌐 Polska leży poza strefami współczesnej aktywności tektonicznej i wulkanicznej.

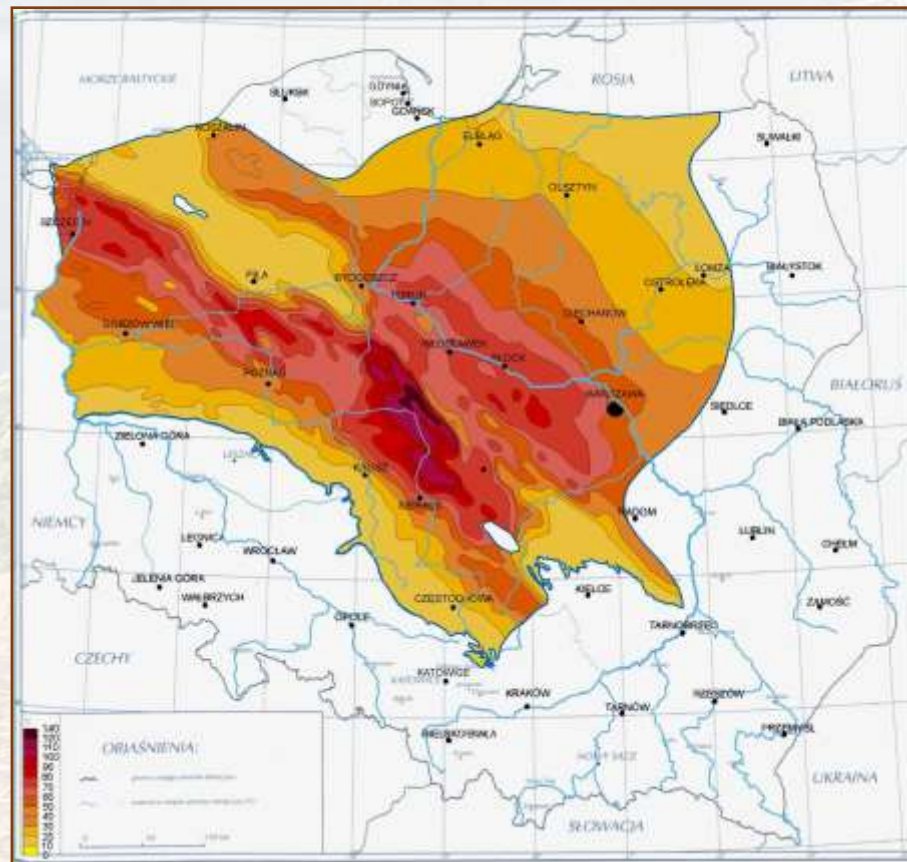
🌐 Z tego też względu pozyskiwanie złóż pary z dużych głębokości do produkcji energii elektrycznej jest na dzisiejszym etapie technologicznym bardzo mało opłacalna ekonomicznie – brak jest więc w Polsce **elektrowni geotermalnych produkujących prąd elektryczny**.

🌐 Ale to się w ostatnich latach zaczyna zmieniać (o tym powiem za chwilę).



Energetyka geotermalna w Polsce

- 🌐 Polska leży za to w obrębie naturalnych basenów sedymentacyjno-strukturalnych.
- 🌐 Są one wypełnione gorącymi wodami podziemnymi o zróżnicowanych temperaturach, wahających się od kilkudziesięciu do nawet ponad 120°C.
- 🌐 Wody takie odnajdują świetne zastosowanie **w energetyce cieplnej**, np. zakłady w:
 - 🌐 **Pyrzycach**,
 - 🌐 **Bańskiej Niżnej** (leżącej pomiędzy Nowym Targiem a Zakopanem),
 - 🌐 **Mszczonowie k. Warszawy**,
 - 🌐 **Uniejowie**,
 - 🌐 **Stargardzie Szczecińskim**,
 - 🌐 **Zakopanym**.



Energia elektryczna z geotermii – być może już niedługo także w Polsce

- 🌐 W chwili obecnej (stan – początek 2024 roku) nie uzyskujemy jeszcze energii elektrycznej z geotermii.
- 🌐 To jednak ma szanse niedługo się zmienić (choć inwestycje tego typu są niestety drogie w realizacji).
- 🌐 W lutym 2023 roku w Szaflarach k. Zakopanego (na południe od Nowego Targu) rozpoczęto pracę nad wykonaniem siedmiokilometrowego odwiertu geotermalnego, który będzie wykorzystywany w przyszłości do produkcji energii cieplnej (ciepła woda trafi do kilku podhalańskich miejscowości) i prawdopodobnie do produkcji energii elektrycznej.
- 🌐 Odwiert geotermalny (planowany koniec prac – 2024 rok) będzie najgłębszym na świecie – umożliwi on “dostatnie się” do wody o temperaturze znacznie powyżej 100°C (niemal 180°C ; w grudniu 2023 r. dotarto do wód mających 120°C).



Główne zalety i wady energetyki geotermalnej

☉ Główne zalety energetyki geotermalnej:

- ☉ możliwość wykorzystania w układach centralnego ogrzewania,
- ☉ możliwość budowy na obszarach o małym zaludnieniu,
- ☉ niski koszt eksploatacji,
- ☉ wyeliminowanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery,
- ☉ źródło niezależne od warunków pogodowych,
- ☉ wykorzystanie czystego ekologicznie i odnawialnego źródła energii,
- ☉ niezależność od wzrostu cen konwencjonalnych nośników energii.

☉ Najważniejsze wady energetyki geotermalnej:

- ☉ zagrożenie zanieczyszczeniem wód głębinowych,
- ☉ uwalnianie radonu i siarkowodoru,
- ☉ nie wszędzie dostępna,
- ☉ bardzo dobre warunki występują w zaledwie kilkunastu krajach świata,
- ☉ droga instalacja.



2. Energetyka pływowa (hydroelektrownie pływowe)

- 🌐 **Hydroelektrownie pływowe** – wykorzystujące **pływy morskie**, buduje się na obszarach, **gdzie ich wysokość przekracza kilka metrów**.
- 🌐 Idealnym miejscem ich lokalizacji jest **wąska, długa zatoka lub lejkowate ujście rzeki**.
- 🌐 **Zamknięcie tamą umożliwia gromadzenie wody w czasie przyprływu, z jednoczesnym jej wykorzystaniem do poruszania turbin produkujących energię elektryczną.**
- 🌐 Podobnie “wypuszczenie” wody w czasie odpływu umożliwia napędzanie generatorów prądotwórczych.
- 🌐 Elektrownie tego typu, **uzależnione od dobowego cyklu ruchu wody morskiej**, mogą być jedynie uzupełnieniem systemu energetycznego.



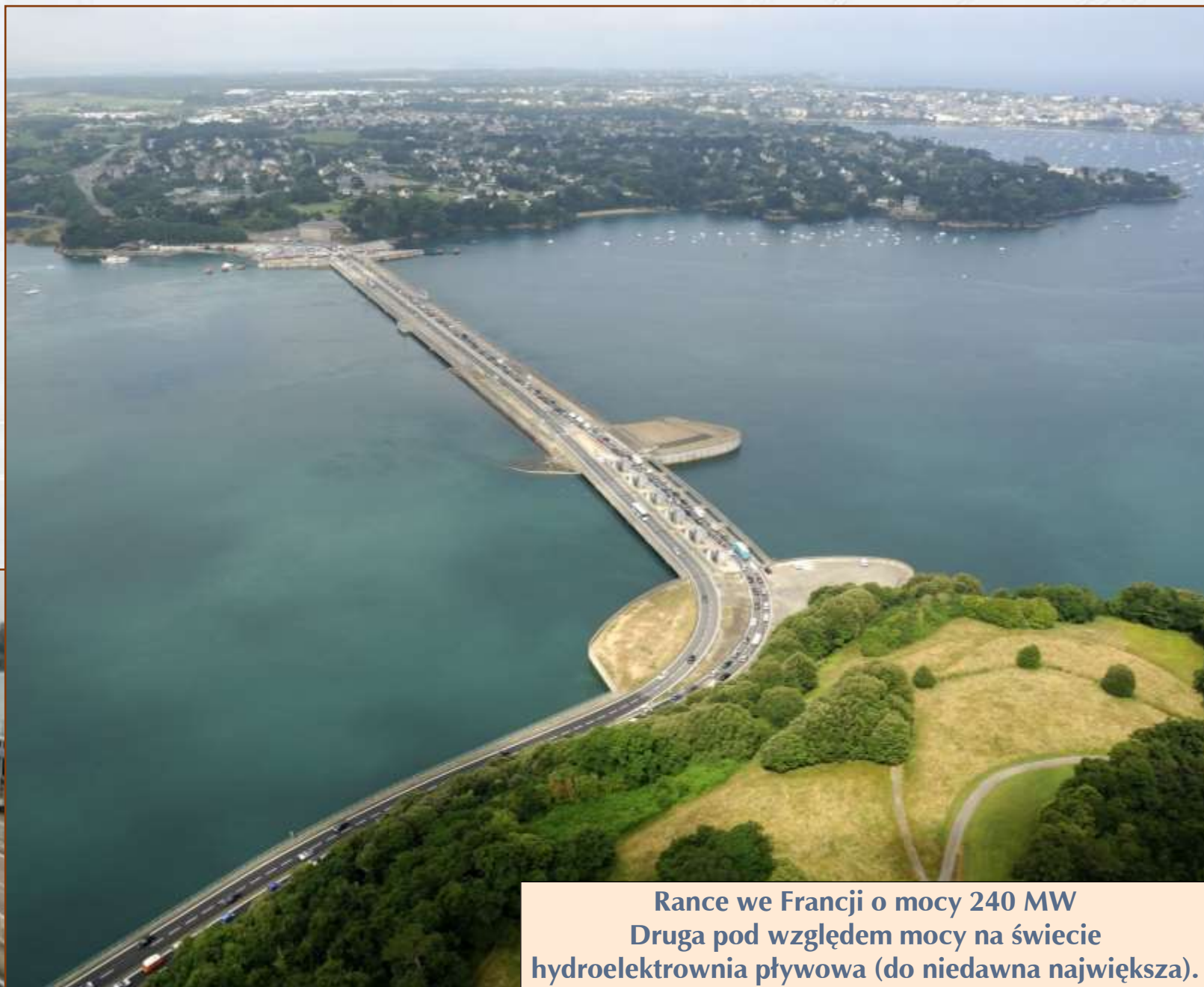
Sihwa Lake w Korei Południowej o mocy 254 MW.

Największa na świecie hydroelektrownia pływowa powstała w 2011 roku. Elektrownia ta wykorzystuje falochron zbudowany w 1994 roku w celach rolniczych i przeciwpowodziowych.

Występowanie elektrowni pływowych na świecie

🌐 **Elektrownie pływowe występują np.:**

- 🌐 w **Korei Południowej** – elektrownia Sihwa Lake (powstała w 2011 roku),
- 🌐 we **Francji** w Zatoce St. Malo,
 - 🌐 w rejonie Płw. Bretońskiego – **“Rance”**,
- 🌐 w **Wielkiej Brytanii** w Szkocji,
- 🌐 w **Japonii**,
- 🌐 w **Rosji** (na Półwyspie Kolskim),
- 🌐 w **Kanadzie** (Zatoka Fundy),
- 🌐 w **Chinach**,
- 🌐 w **Indiach**.



Rance we Francji o mocy 240 MW
Druga pod względem mocy na świecie
hydroelektrownia pływowa (do niedawna największa).



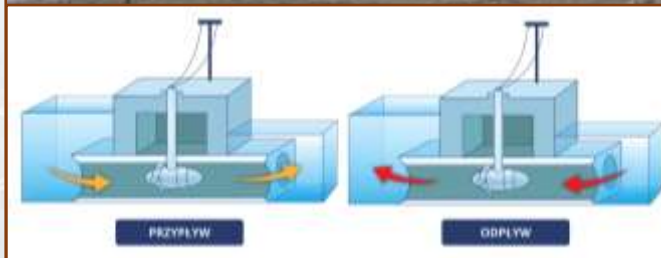
Główne zalety i wady energetyki opartej na pływach morskich

🌐 **Zalety energetyki pływowej:**

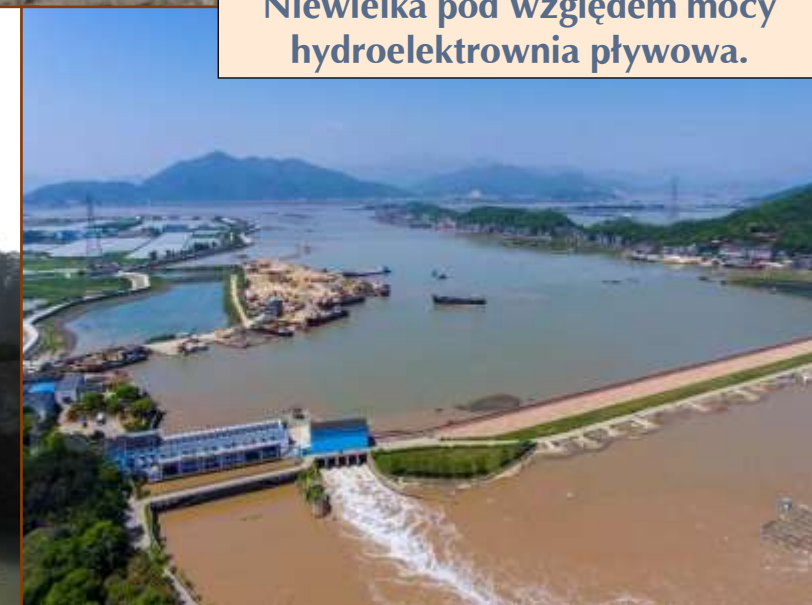
- 🌐 stosunkowo długi okres eksploatacji (nawet powyżej 100 lat),
- 🌐 energia pływów jest całkowicie przewidywalna i nie jest uzależniona od czynników atmosferycznych,
- 🌐 turbiny są lokowane na dnie morskim:
 - 🌐 nie są widoczne,
 - 🌐 nie słychać ich,
- 🌐 nie wytwarzają gazów cieplarnianych,
- 🌐 niskie koszty działania (jest tańsza m.in. od elektrowni jądrowych).

🌐 **Wady energetyki pływowej:**

- 🌐 zasalanie ujść rzek oraz erozja ich brzegów wskutek wahań wody,
- 🌐 utrudnianie wędrówek ryb w górę rzek,
- 🌐 niewielka moc elektrowni (niewielka jednostkowa produkcja prądu).



Jiangxia w Chinach o mocy 4 MW
Niewielka pod względem mocy
hydroelektrownia pływowa.



3. Energetyka wiatrowa

- 🌐 W ostatnich latach nastąpił szybki rozwój **energetyki wiatrowej**, wykorzystującej siłę wiatru.
- 🌐 W jej wykorzystaniu do produkcji energii elektrycznej największą **przeszkodę stanowi zmienna prędkość wiatru**.
- 🌐 Mimo tego w wielu rejonach świata instaluje się wiatrowe agregaty prądotwórcze, przede wszystkim na terenach, gdzie przez większą część roku **wiatr wieje z prędkością nie mniejszą niż 4 m/sek.**
- 🌐 Najlepsze warunki z reguły występują **na wybrzeżach morskich i w górach.**
- 🌐 Elektrownie wiatrowe najczęściej **mają niewielką moc (kilka MW) i zaspokajają potrzeby indywidualnych odbiorców.**
- 🌐 Dopiero **zespoły wiatrowych agregatów prądotwórczych mogą mieć większe znaczenie.**

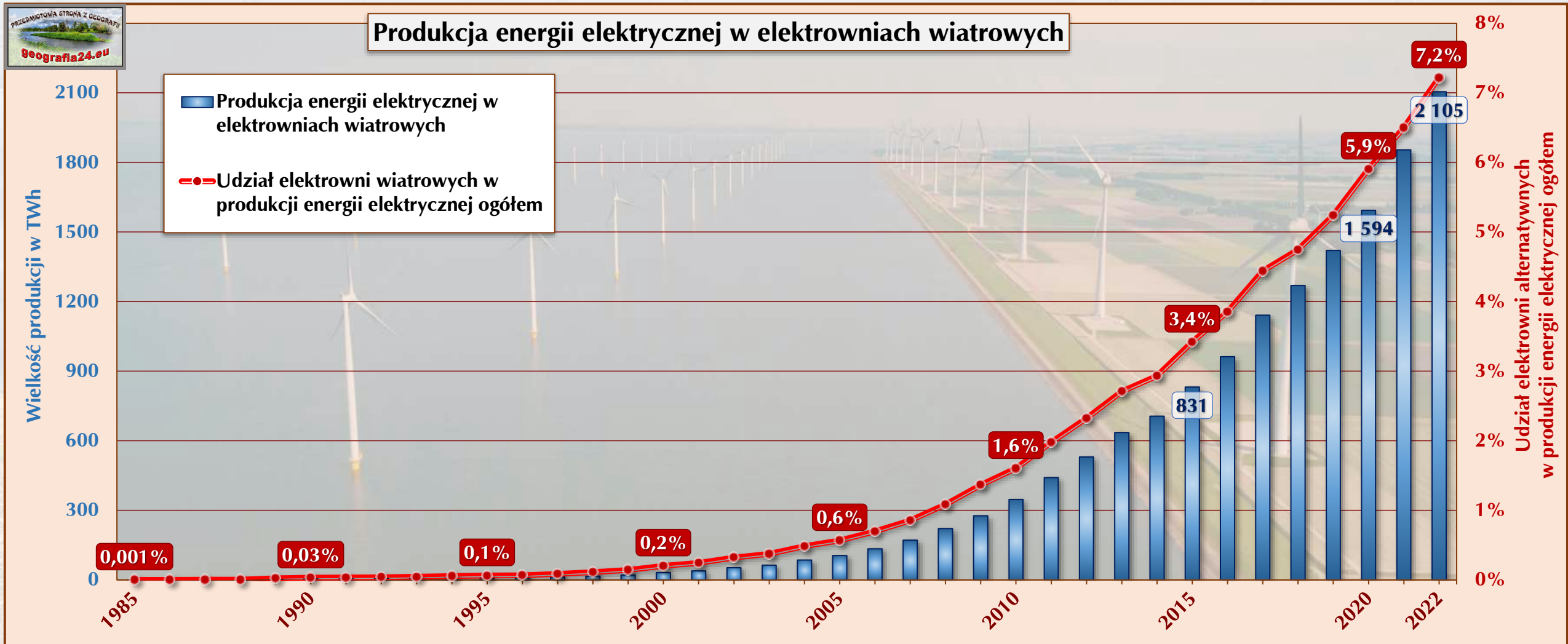


Łączna moc zainstalowana w energetyce wiatrowej

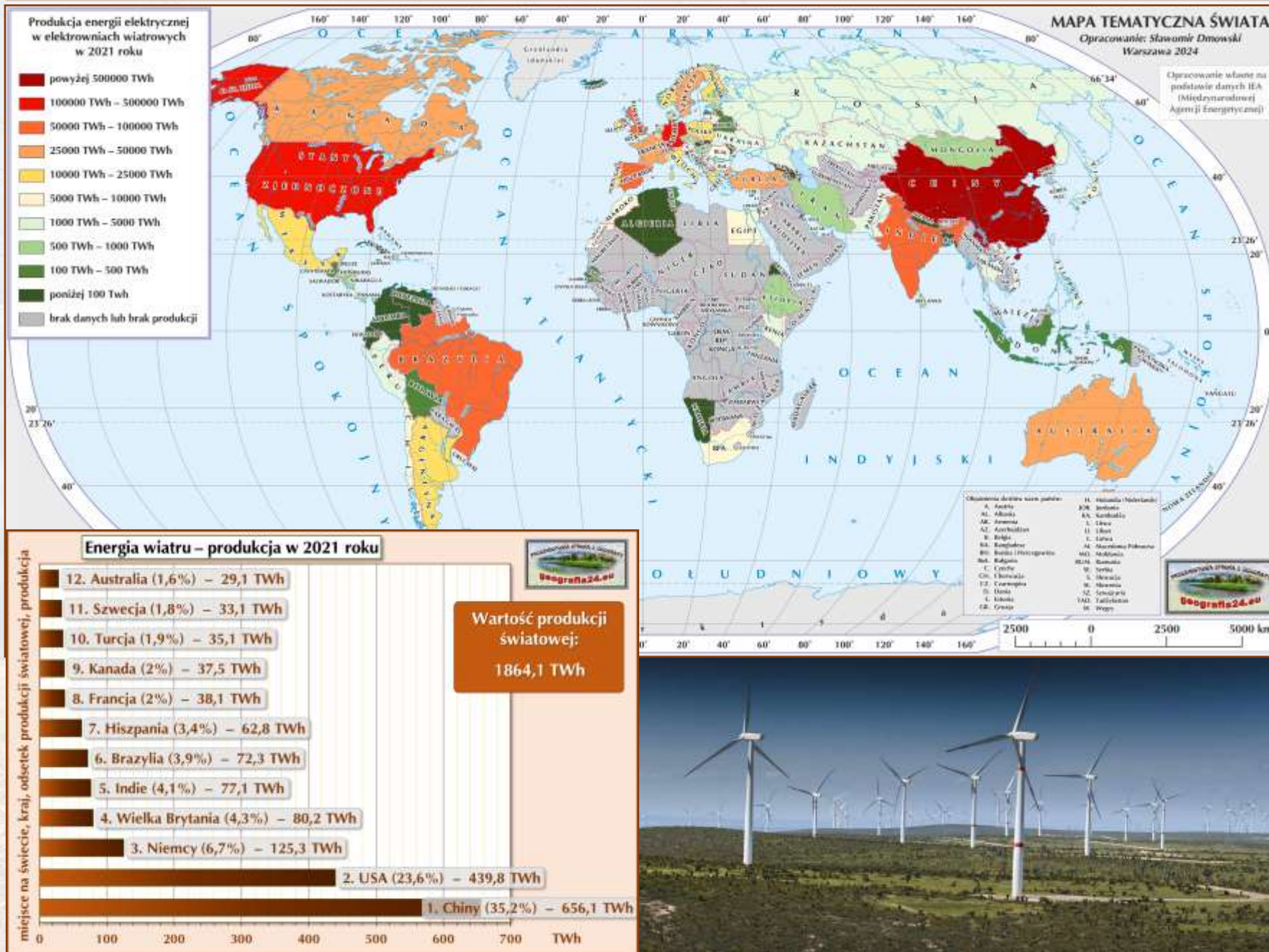
🌐 W skali świata **udział energetyki wiatrowej w produkcji energii elektrycznej w 2022 roku wynosił około 7,2%** (najważniejsze źródło alternatywne).

🌐 **Jednocześnie należy podkreślić iż udział ten stopniowo wzrasta – szczególnie w krajach wysoko rozwiniętych.**

🌐 **Łączna moc zainstalowana w energetyce wiatrowej wynosiła 898,8 GW.**

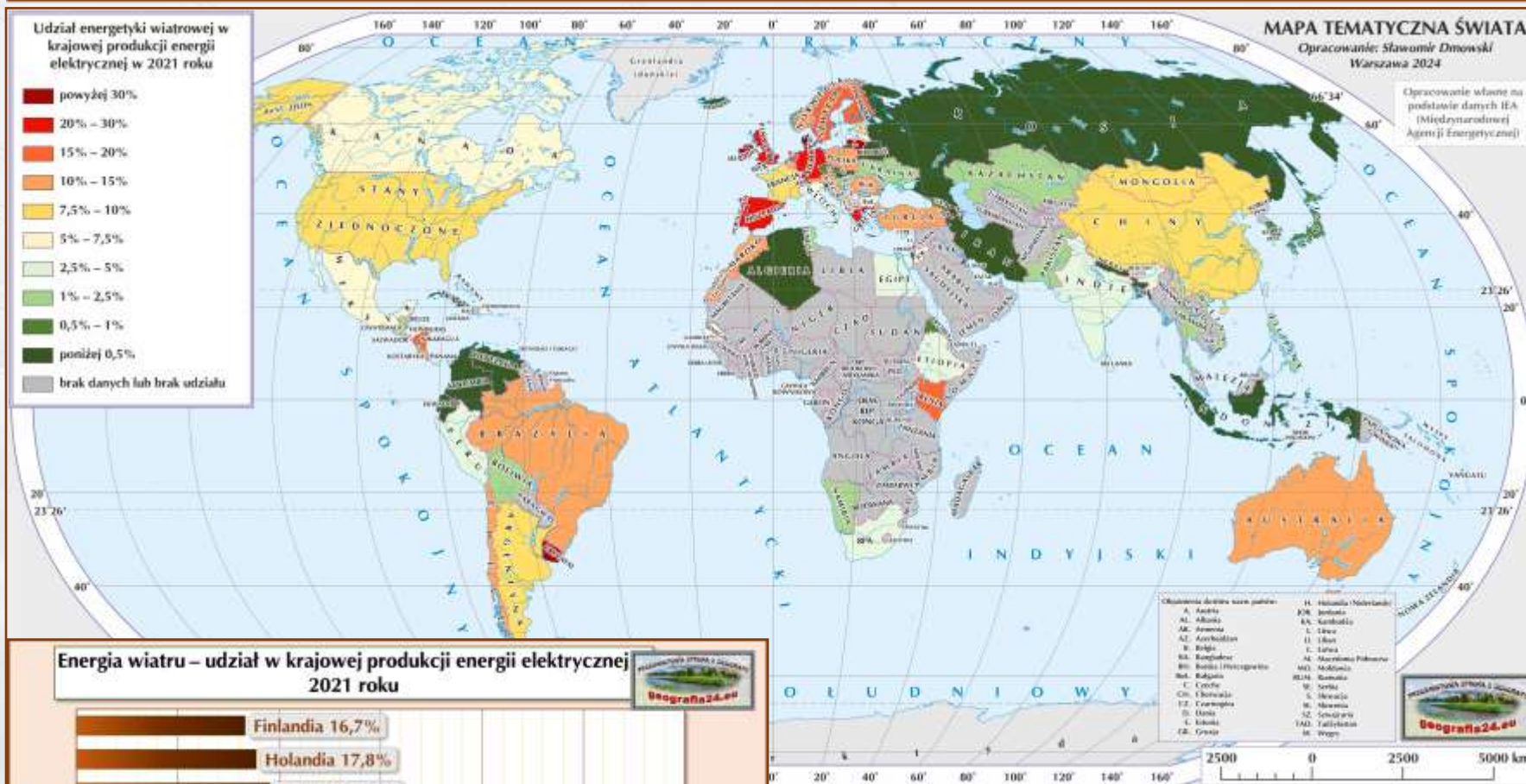


Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach wiatrowych



- Obecnie **największa produkcja energii elektrycznej w elektrowniach wiatrowych** występuje w:
 - Chinach** (1. miejsce na świecie pod względem mocy – 3,3 TW) – notujemy szybki wzrost,
 - USA** (jeszcze niedawno lider w produkcji energii z wiatru),
 - Niemczech** (zajmują pierwsze miejsce w Europie pod względem mocy zainstalowanych – 66,3 GW w 2022 r.) i innych krajach UE (duża produkcja w **Hiszpanii, Francji, Szwecji, Danii, Portugalii, Włoszech, Irlandii i Polsce;**
 - Wielkiej Brytanii;**
 - Kanadzie, Meksyku, Brazylii, Indiach i Turcji.**

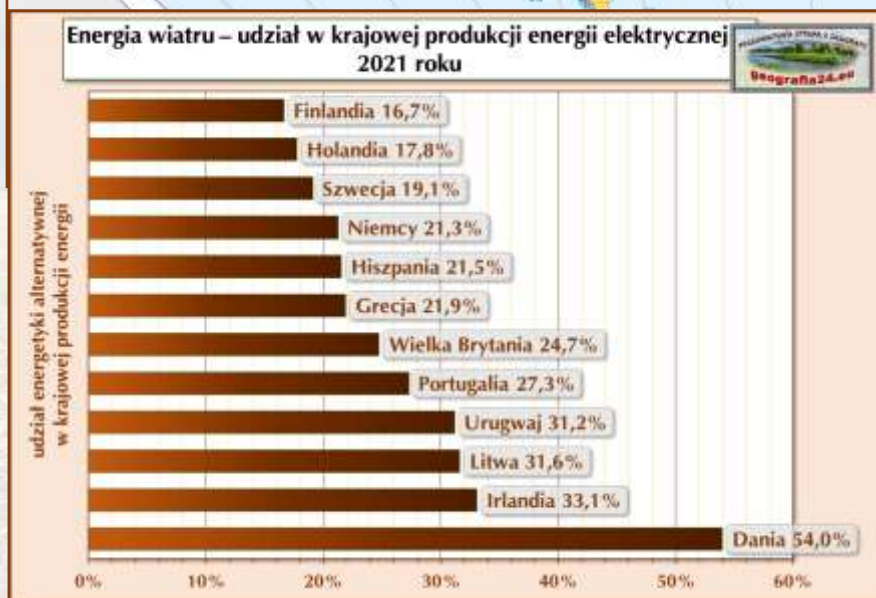
Udział energetyki wiatrowej w krajowej produkcji energii



🌐 **Udział energetyki wiatrowej w krajowej produkcji energii elektrycznej** najwyższy jest w krajach najwyżej rozwiniętych gospodarczo (podobnie jak i innych źródeł zaliczanych do alternatywnych), szczególnie będących członkami **Unii Europejskiej** (Dania, Irlandia, Litwa, Portugalia, Grecja, Hiszpania, Holandia, Niemcy, Luksemburg i Szwecja) oraz w **Wielkiej Brytanii**.

🌐 **Wysoki udział** ponadto cechuje niektóre słabiej lub średnio rozwinięte kraje o niewielkiej łącznej produkcji energii elektrycznej, np. **Urugwaj, Kenia, Nikaragua, Kostaryka**.

🌐 **Bardzo mały udział** (zwykle jego brak) cechuje większość krajów Afryki.



Energetyka wiatrowa w Polsce

🌐 **Energetyka wiatrowa** w Polsce była w ciągu ostatnich kilkunastu lat zdecydowanie najszybciej rozwijającym się sektorem OZE.

🌐 Według tych danych IMGW najlepsze warunki do rozwoju energetyki wiatrowej panują:

🌐 **w północnej Polsce:**

🌐 nad samym Morzem Bałtyckim (niemal całe wybrzeże Bałtyku),

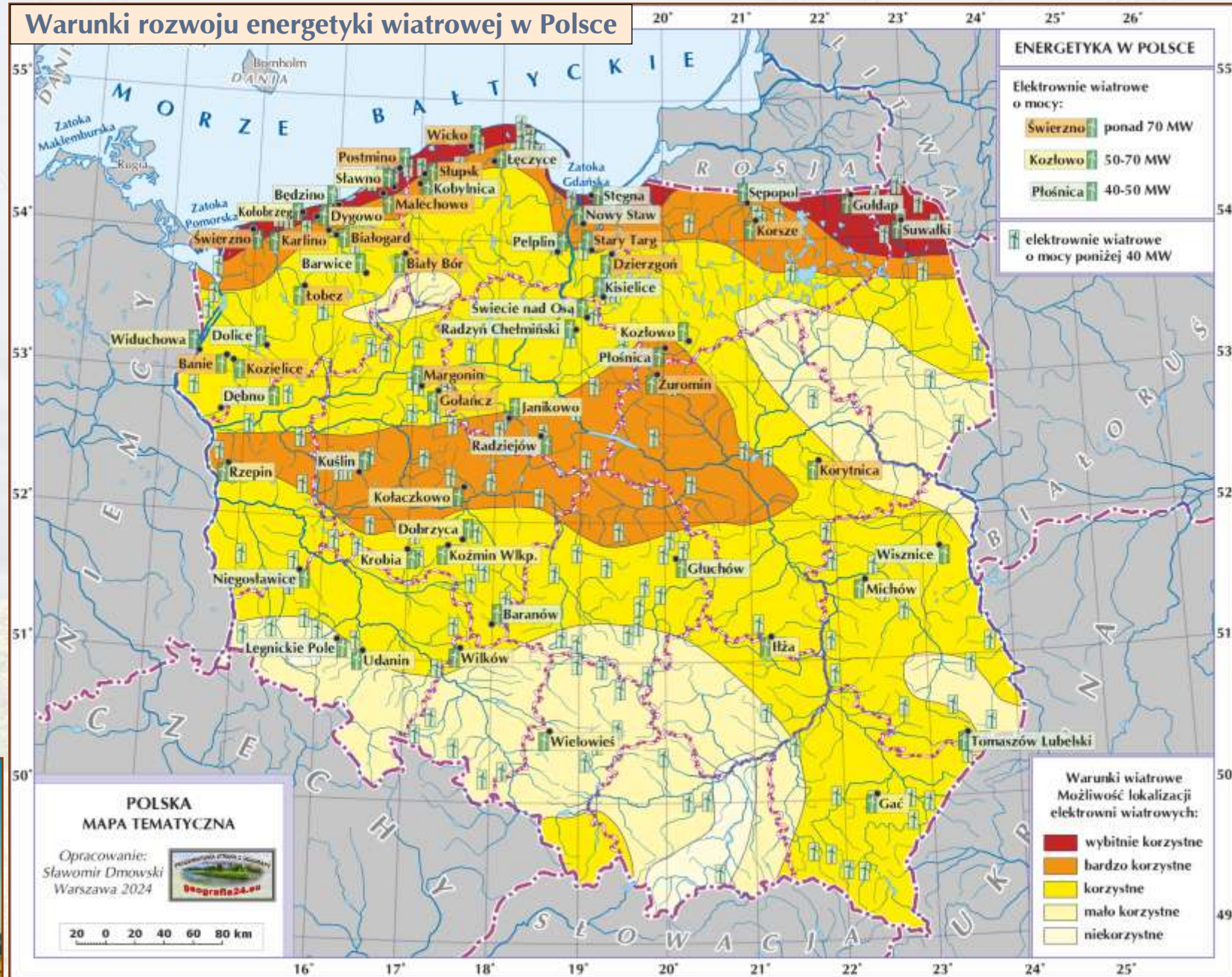
🌐 w rejonie Wzgórz Szeskich,

🌐 na Pojezierzu Suwalskim,

🌐 **w pasie środkowej Polski (środkowa część Wielkopolski i Niziny Mazowieckiej):**

🌐 od Słubic na zachodzie Polski, przez Poznań, aż do Warszawy.

Warunki rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce



Energetyka wiatrowa w Polsce

Największa ilość instalacji wiatrowych jest w województwie kujawsko-pomorskim, wielkopolskim i łódzkim, jednak największa moc występuje w województwie zachodniopomorskim.

Województwo (stan na 01.07.2023 r.)	Ilość instalacji	Moc instalacji w MW
zachodniopomorskie	119	2371,6
wielkopolskie	286	1291,0
pomorskie	74	1258,5
kujawsko-pomorskie	324	774,7
łódzkie	223	676,5
warmińsko-mazurskie	50	574,0
mazowieckie	97	545,1
dolnośląskie	22	326,6
lubuskie	19	244,2
podlaskie	31	211,9
lubelskie	15	202,0
podkarpackie	25	188,9
opolskie	14	147,7
śląskie	34	110,3
świętokrzyskie	21	49,1
małopolskie	9	5,8



Zalety i wady elektrowni wiatrowych

☉ **Zalety wynikające z wykorzystania energii wiatru w elektrowniach wiatrowych:**

- ☉ **względy ekologiczne (nie powodują skażenia środowiska – nie przyczynia się do emisji gazów cieplarnianych),**
- ☉ **możliwość lokalizacji na nieużytkach i terenach zanieczyszczonych,**
- ☉ **niewyczerpalne źródło energii,**
- ☉ **możliwość użycia małych turbin wirowych i produkcji prądu w terenach, gdzie prąd sieciowy nie dociera.**

☉ **Wady energetyki wiatrowej:**

- ☉ **źródło hałasu (powoduje to zamontowany wiatrak z generatorem),**
- ☉ **mogą powodować zmiany i deformację naturalnego krajobrazu (zajmują bardzo duże powierzchnie), co szczególnie ma znaczenie w regionach atrakcyjnych krajobrazowo,**
- ☉ **stwarzają zagrożenie dla ptactwa (czasem wpadają one do turbin),**
- ☉ **uzależnienie od warunków pogodowych,**
 - ☉ **cykliczność pracy (z powodu zmiennej prędkości wiatru),**
- ☉ **bardzo wysoki koszt budowy.**



Morskie farmy wiatrowe

🌐 **Morskie farmy wiatrowe** cechuje wiele zalet:

- 🌐 **zdecydowanie większa stabilność wiatrów na morzu niż na lądzie**, umożliwiającą ich efektywniejsze wykorzystanie,
- 🌐 **duża siła wiatru** występuje już na mniejszej wysokości, pozwalająca na budowę niższych wież,
- 🌐 **wiele wolnych przestrzeni** dla lokalizacji elektrowni wiatrowych.

🌐 Wadą morskich elektrowni wiatrowych (oprócz wyższych kosztów budowy i funkcjonowania) jest konieczność:

- 🌐 budowy podwodnej sieci kablowej i fundamentów,
- 🌐 przetransportowania na morze personelu i sprzętu.



4. Energetyka słoneczna

- ☉ Największym na Ziemi źródłem energii jest **Słońce**.
- ☉ Jednakże przetwarzanie emitowanej przez nie energii cieplnej na elektryczną jest znacznie utrudnione barierami technologicznymi.
- ☉ Wśród podstawowych sposobów wykorzystania **energii słonecznej** wymieniane są:
 - ☉ **pasywna konwersja fototermiczna** – polegająca na **ogrzewaniu wody przepływającej przez specjalny system rur** - ten sposób używany jest m.in. do ogrzewania budynków i dostarczania ciepłej wody,
 - ☉ **aktywna konwersja fototermiczna** – polegająca na **podgrzewaniu specjalnych roztworów** (sód, lit, azotan potasu), które **parując wprawiają w ruch turbinę wytwarzającą energię elektryczną**,
 - ☉ **konwersja fotowoltaiczna** – polegająca na **przetwarzaniu promieniowania słonecznego** (za pomocą tzw. **fotoceli**, czyli baterii słonecznych) **bezpośrednio na energię elektryczną** (nadaje się do zastosowania głównie w warunkach dużego nasłonecznienia).



Najlepsze tereny dla energetyki słonecznej.

☉ Mapa pokazuje, ile watów energii dociera średnio na 1m^2 .

☉ Jak widać najlepsze warunki do rozwoju energetyki słonecznej występują w strefie międzyzwrotnikowej (najlepsze na pustyniach – obszarach o największym nasłonecznieniu).

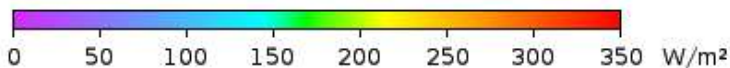
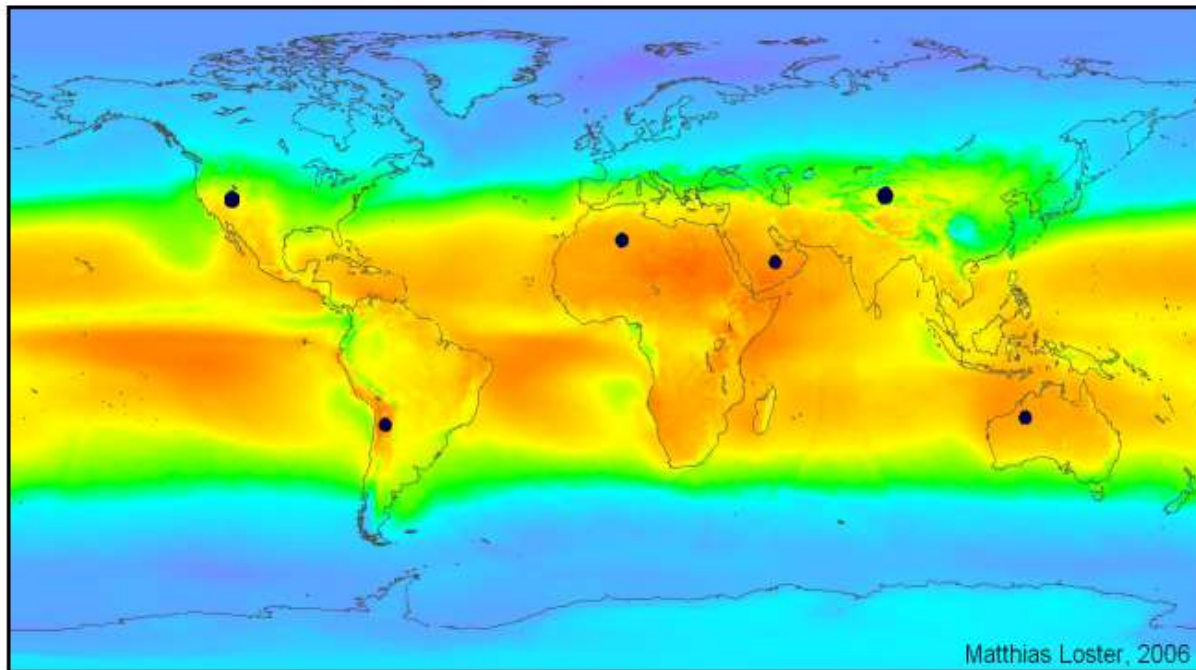
☉ Równie dobre warunki panują także w górach na zboczach usytuowanych w kierunku słońca.

☉ Gdyby na obszarach zaznaczonych czarnymi kropkami zbudować elektrownie oparte na dostępnych ogniwach, pozwoliłoby to w pełni zaspokoić potrzeby energetyczne świata.

☉ Problemem dziś jest jednak wysoki koszt budowy wielu zespołów elektrowni słonecznych.



Aby wyprodukować energię dla całego świata, wystarczyłoby zająć na Saharze teren o rozmiarze $250 \times 250 \text{ km}$.

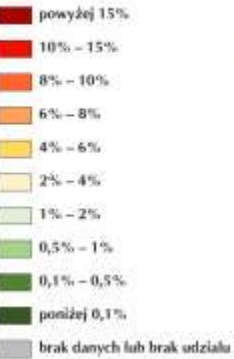


$$\Sigma \bullet = 18 \text{ TWe}$$

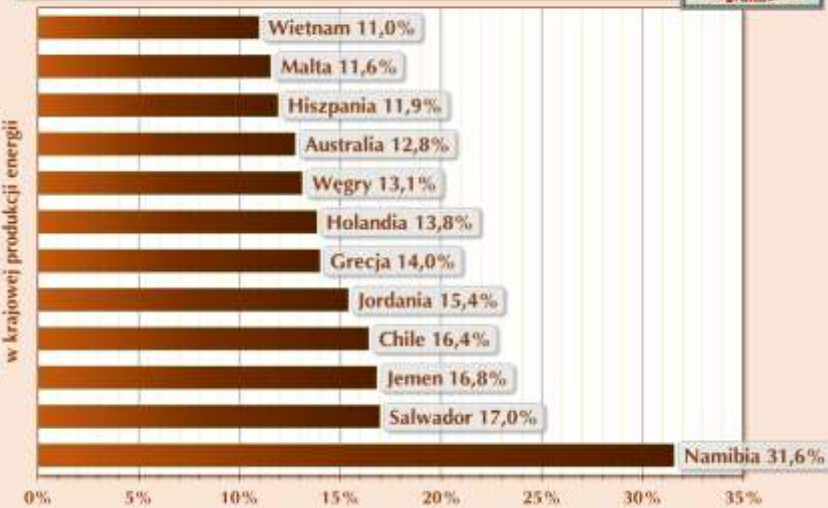


Udział energetyki słonecznej w krajowej produkcji energii

Udział energetyki słonecznej w krajowej produkcji energii elektrycznej w 2021 roku



Energia słońca – udział w krajowej produkcji energii elektrycznej 2021 roku



- Udział energetyki wiatrowej w krajowej produkcji energii elektrycznej najwyższy jest w krajach które zainwestowały w rozwój tego typu energetyki, w szczególności leżących:
 - w strefie zwrotnikowej lub podzwrotnikowej (kraje te z reguły nie są dużymi producentami ogółem), np. Namibia, Salwador, Jemen, Chile, Jordania, Wietnam
 - w Unii Europejskiej (szczególnie kraje Europy Południowej – Grecja, Hiszpania, Portugalia i Włochy oraz Holandia i Węgry).
 - Bardzo mały udział (zwykle jego brak) cechuje większość krajów Afryki, pomimo często świetnych warunków do rozwoju tego typu energetyki (problemem jest brak funduszy).

Największe elektrownie fotowoltaiczne na świecie

- 🌐 Niegdyś (kilkanaście lat temu) farmy fotowoltaiczne odznaczały się bardzo niewielką mocą.
- 🌐 Jednak to się szybko zmienia – w Polsce powstają elektrownie o mocy kilkudziesięciu a nawet kilkuset MW, zaś na świecie buduje się już jednostki o mocy przekraczającej 1 GW, które trudno uznać aby miały małą moc.



Al Dhafra – farma fotowoltaiczna o mocy 2 GW

Największa jednostkowa farma na świecie pod względem mocy (stan na początek 2024 roku), która została ukończona w listopadzie 2023 roku w Zjednoczonych Emiratach Arabskich. Zajmuje ona powierzchnię ponad 20 km².



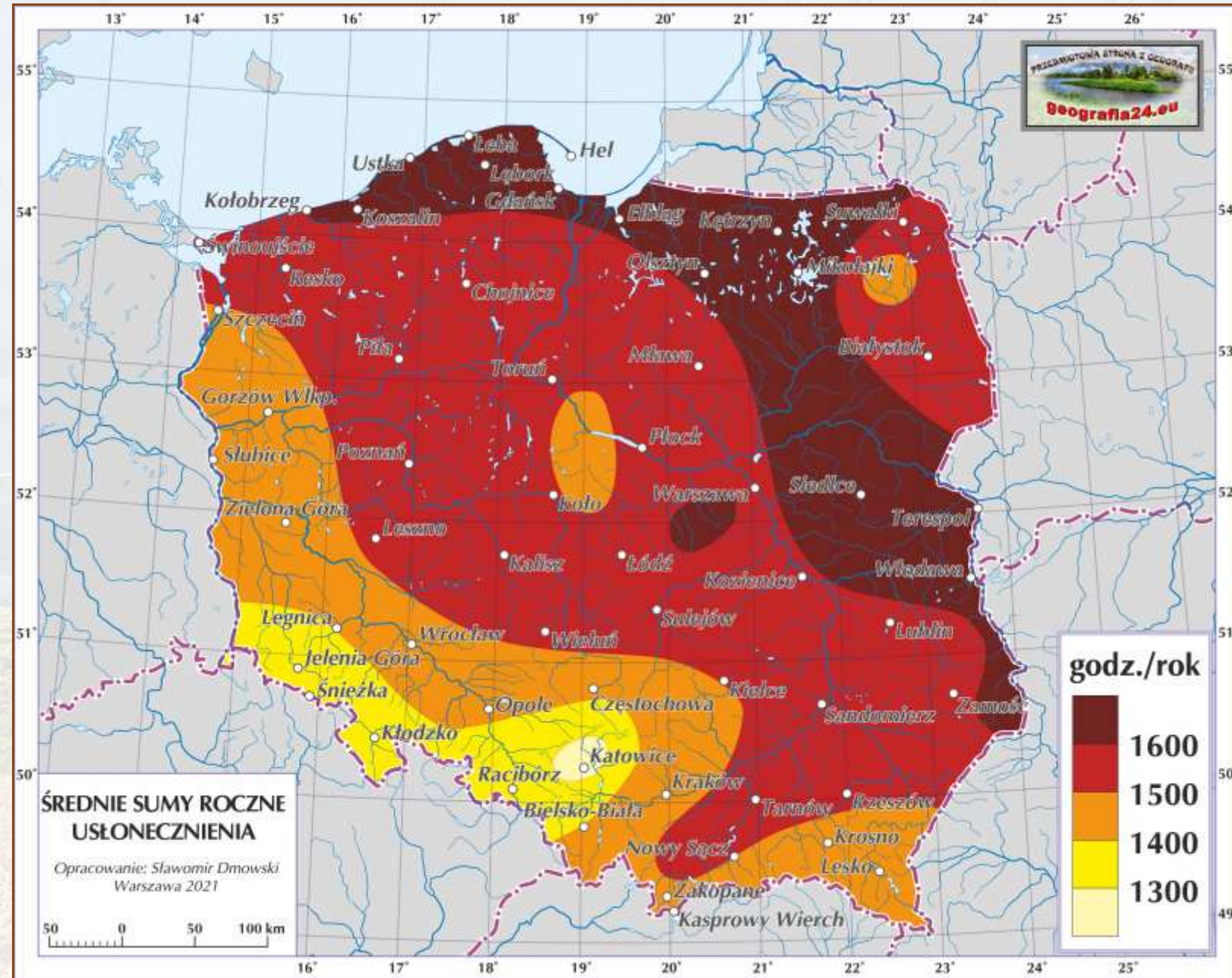
Bhadla Solar Park – największy park fotowoltaiczny, składający się z kilku farm fotowoltaicznych o łącznej mocy 2,2 GW położonych na Pustyni Thar w Indiach. Docelowo ma mieć on moc 3,5 GW.

Możliwości rozwoju energetyki słonecznej w Polsce

☉ W Polsce **promieniowanie słoneczne** jest w stosunkowo niewielkim zakresie wykorzystywane jeszcze do produkcji energii elektrycznej, choć się to bardzo szybko zmienia.

☉ Na fakt ten głównie wpływa:

- ☉ stosunkowo krótki czas w ciągu dnia w czasie którego pracują one (dotyczy to w szczególności półrocza chłodnego),
- ☉ dość wysoki koszt zakupu paneli fotowoltaicznych służących do produkcji energii elektrycznej.
- ☉ Polska pod względem nasłonecznienia ma podobne warunki jak np. Niemcy i Francja.
- ☉ Największy dopływ energii uzyskuje się w województwie lubelskim.
- ☉ Najsłabsze warunki znajdują się na Śląsku (Wyżyna Śląska).
- ☉ Słabo nasłoneczniona jest także zachodnia i południowa część Polski.



Energetyka słoneczna w Polsce

☉ Największe pod względem mocy ogniwa fotowoltaiczne działają m.in. w następujących elektrowniach słonecznych:

☉ **Elektrownia "Zwartowo"** (204 MW) w województwie pomorskim (największa w Europie Środkowo-Wschodniej; docelowo o mocy 290 MW),

☉ **Elektrownia "Nidzica"** (74 MW; Wietrzychowo), **Elektrownia "Wielbark"** (62 MW) i **Elektrownia "Stępień"** (58 MW) w województwie warmińsko-mazurskim,

☉ **Elektrownia "Brudzew"** (70 MW; Janiszew i Koźmin – dawna kopalnia węgla brunatnego) w województwie wielkopolskim,

☉ **Elektrownia "Witnica"** (50 MW) w województwie lubuskim,

☉ **Elektrownia "Żydowo" k. Koszalina** (30 MW) i **Elektrownia "Postomino"** (30 MW) w woj. zachodniopomorskim,

☉ **Elektrownia "Jaworzno"** (5 MW; docelowo 150 MW).



Zalety i wady energetyki słonecznej

🌐 **Najważniejsze zalety energetyki słonecznej:**

- 🌐 ekologiczna (nie zanieczyszcza środowiska; nie emituje gazów cieplarnianych),
- 🌐 niewyczerpalne źródło energii,
- 🌐 niski koszt eksploatacji,
- 🌐 dość łatwe utrzymanie i konserwacja urządzeń,
- 🌐 możliwość wykorzystania na terenach słabo zurbanizowanych.

🌐 **Najważniejsze wady energetyki słonecznej:**

- 🌐 trudność korzystania z tego źródła energii (zmienność dobowego i sezonowego promieniowania słonecznego),
- 🌐 duże koszty budowy instalacji,
- 🌐 ogniwa fotowoltaiczne budowane są z użyciem szkodliwych substancji,
- 🌐 ustawione ogniwa zajmują dużą powierzchnię.



5. Energia biomasy, biopaliw oraz odpadów przemysłowych i komunalnych

- Źródłem energii w **elektrowniach paliwowych** mogą być także **biomasa** (stała – czyli np. drewno i rolnicza, np. słoma), **biopaliwa** oraz **odpady przemysłowe i komunalne**.
 - Energia z nich powstała stanowi obecnie w wielu krajach największy odsetek z tzw. odnawialnych źródeł energii.
 - Energię uzyskuje się tu m.in.:
 - przez bezpośrednie spalanie odpadów przemysłowych i części odpadów komunalnych w elektrowniach ciepłych;
 - poddając biomasę (odpady rolnicze i część odpadów komunalnych) fermentacji – przez działanie bakterii beztlenowych – w celu uzyskania **biogazu**,
 - biogaz poddany jest dalszym procesom chemicznym przekształca się w metan, a więc gaz o dużej kaloryczności.



Energia biomasy, biopaliw oraz odpadów przemysłowych i komunalnych

☉ W Polsce **biomasa i odpady** są w większości uzupełnieniem dla istniejących elektrowni ciepłych, funkcjonujących w oparciu o spalanie innego surowca, np. węgla kamiennego:

- ☉ **Elektrownia "Połaniec"** (działa tu największy blok wykorzystujący biomasę o mocy 225 MW),
- ☉ **Elektrownia "Kozienice",**
- ☉ **Elektrociepłownia "Siekierki",**
- ☉ **Elektrociepłownia "Żerań",**
- ☉ **Elektrociepłownia "Wrocław".**

☉ Nie oznacza to, że w Polsce nie występują elektrownie specjalizujące się spalaniem biomasy – ale niestety są to w przeważającej części bardzo małe bloki występujące w elektrociepłowniach miejskich.



Przyszłość w energetyce – jak nie marnować energii pochodzącej z OZE

- 🌐 Świat idzie obecnie w kierunku odnawialnych źródeł energii – odwrotu od tego prawdopodobnie nie ma.
- 🌐 OZE jednak nie zawsze jest w stanie pokryć w 100% zapotrzebowanie na energię.
- 🌐 Państwa inwestują więc w tradycyjne źródła energii oparte na surowcach energetycznych lub energetyce atomowej.
- 🌐 Jest jednak jeszcze jedna możliwość – **magazyny energii**.
 - 🌐 Niestety są one obecnie drogie w budowie, ale wiele wysoko rozwiniętych państw, pomimo tego zaczyna w nie inwestować – w przyszłości będą one mogły gromadzić chwilową nadprodukcję prądu (np. kiedy bardzo mocno wieje i nie jesteśmy w stanie spożytkować energii uzyskanej z wiatru lub energię uzyskaną w godzinach nocnych, kiedy śpimy) oraz umożliwiać korzystanie z niej w okresie wzmożonego zapotrzebowania na energię.



Odnawialne źródła energii na wyspie El Hierro

- 🌐 **El Hierro** – najmniejsza z Wysp Kanaryjskich, zamieszkała przez nieco ponad 10 tys. mieszkańców.
- 🌐 Dzięki innowacyjnym rozwiązaniom, mieszkańcy wyspy wyprzedzili świat – od 2014 stała się samowystarczalna pod względem energetycznym wyłącznie dzięki wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii.
- 🌐 Zainwestowano tu w energetykę wiatrową (istnieją farmy wiatrowe o mocy 11,5 MW).
 - 🌐 Nadmiar energii służy do pompowania wody na wysokość ponad 700 m, do mieszczącego się w kraterze wulkanu rezerwuaru.
 - 🌐 W bezwietrzne dni prąd wytwarzany jest dzięki energii wodnej (dzięki napelnionemu wcześniej zbiornikowi w kraterze).

CZYLI JEDNAK MOŻNA INACZEJ – BEZ MÓWIENIA CIĄGŁEGO WĘGIEL, ROPA, ITD.



Farma wiatrowa (po lewej) położona na wyspie El Hierro oraz zbiornik na wodę zlokalizowany w kraterze wulkanicznym (po prawej)

KONIEC



Materiały pomocnicze do nauki
Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)

Opracowanie i redakcja: *Sławomir Dmowski*
Kontakt: *kontakt@geografia24.eu*

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -