



V. Przemysł



7. Produkcja i zużycie energii elektrycznej

Energetyka

- ⌚ **Rozwój gospodarczy powoduje wzrost zapotrzebowania na energię.**
- ⌚ **Wytwarzaniem różnych jej form zajmuje się energetyka, powszechnie uważana za strategiczną gałąź gospodarki, ponieważ energia warunkuje rozwój każdego państwa.**
- ⌚ **Za najbardziej szlachetną formę energii uznaje się energię elektryczną.**
 - ⌚ **Wielkość jej produkcji oraz produkcję na 1 mieszkańca przyjęto jako mierniki rozwoju gospodarczego: im więcej kraj wytwarza energii elektrycznej – tym lepiej jest rozwinięty.**



Typy elektrowni w zależności od typu źródła

- 
- 
- ⌚ **Elektrownie** – obiekty przemysłowe w których wytwarzana jest energia elektryczna, w zależności od typu źródła dzielimy na:
 - ⌚ **elektrownie bazujące na energetyce konwencjonalnej (tradycyjnej)**, w obrębie których wyróżniamy:
 - ⌚ **elektrownie ciepłne** – oparte na spalaniu kopalin (np. elektrownia węglowa lub gazowa),
 - ⌚ **elektrownie wodne** – np. elektrownie przepływowe, zaporowe lub szczytowo pompowe (zaliczane **do OZE**),
 - ⌚ **elektrownie atomowe (jądrowe)**,
 - ⌚ **elektrownie bazujące na energetyce niekonwencjonalnej – alternatywnych źródłach energii, w tym odnawialnych źródłach energii, wykorzystujące do produkcji energii, m.in.:**
 - ⌚ **ciepło wnętrza Ziemi (elektrownie geotermiczne)**,
 - ⌚ **energię wiatru (elektrownie wiatrowe)**,
 - ⌚ **energię pływów morskich (elektrownie pływowe)**,
 - ⌚ **energię falowania i prądów morskich, (elektrownie maremotoryczne)**,
 - ⌚ **energię słoneczną (elektrownie słoneczne)**,
 - ⌚ **biogaz i biomasę (elektrownie paliwowe)**.

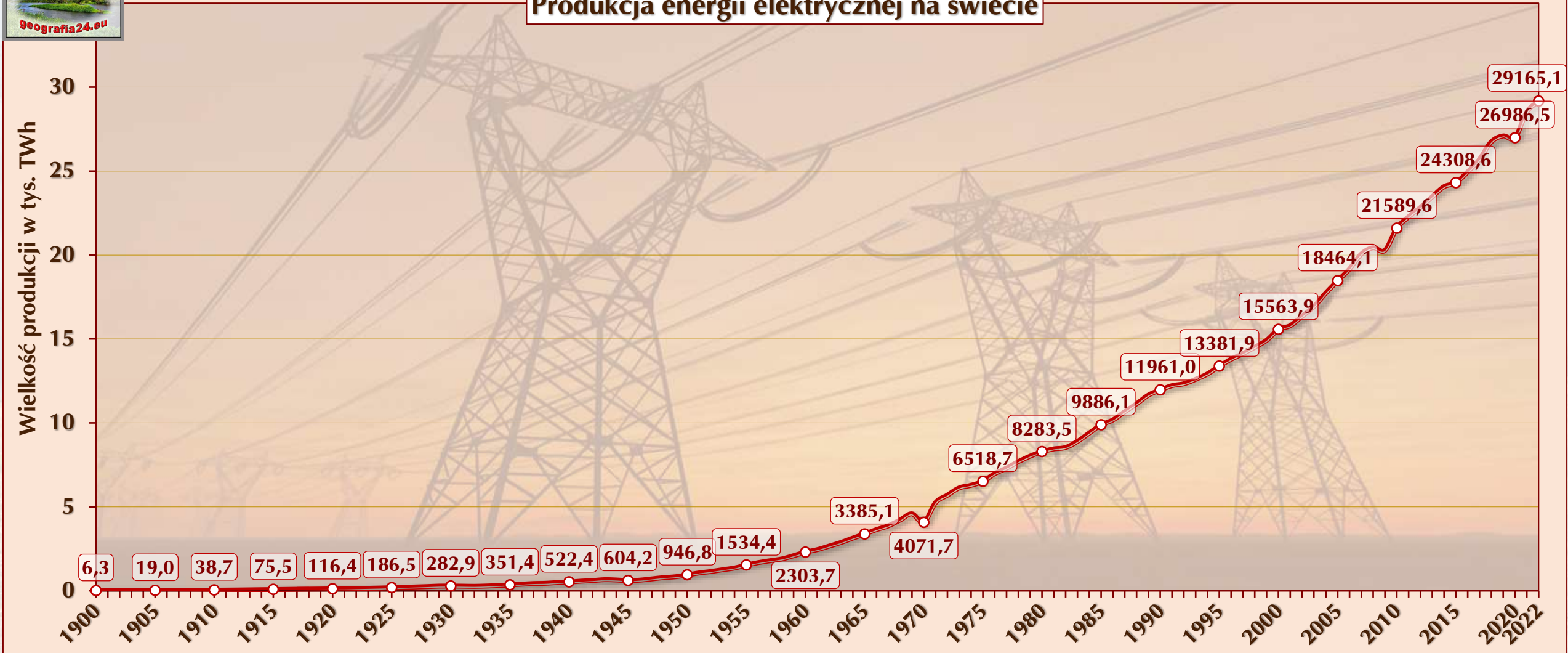
Produkcja energii elektrycznej na świecie

🌐 W 2022 roku na świecie wytworzono 29 165 TWh – wartość ta nieustannie wzrasta.

🌐 Jest to ilość, którą Ziemia uzyskuje w postaci energii słonecznej w ciągu kilku minut (mniej niż 10% energii słonecznej padającej na Ziemię w ciągu 1h).



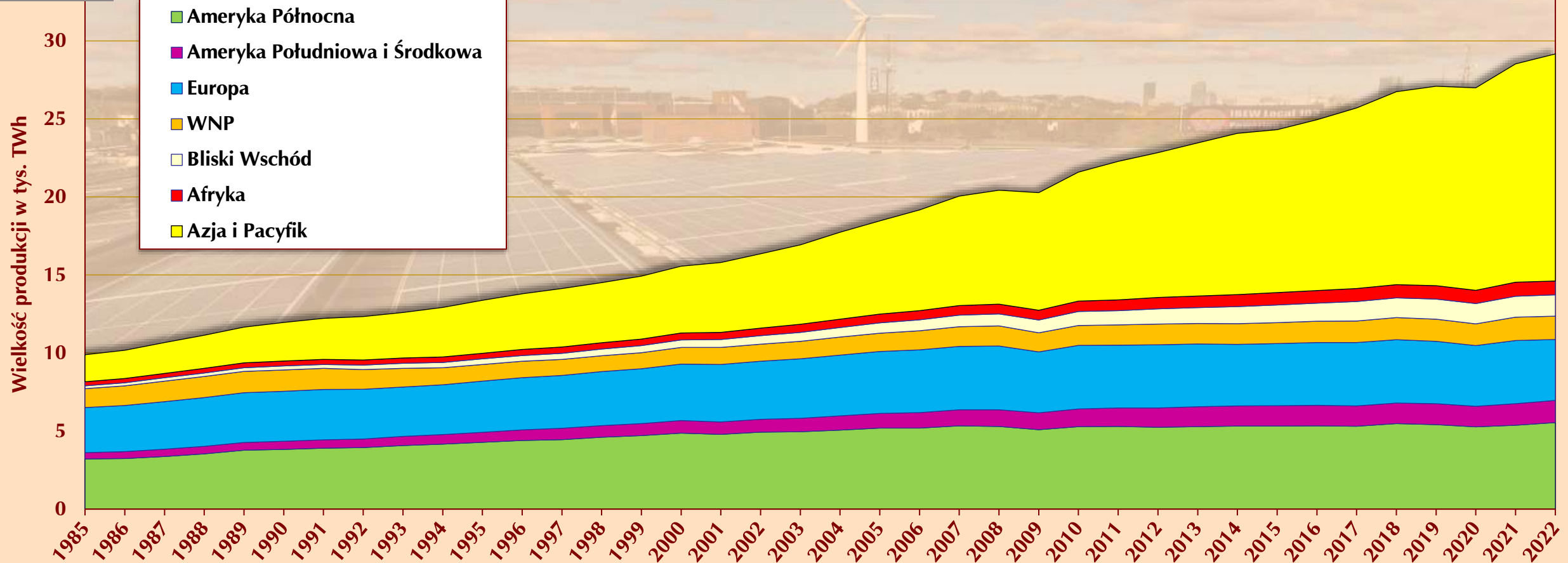
Produkcja energii elektrycznej na świecie



Zmiany w produkcji energii elektrycznej na świecie

- 🌐 Najszybciej w ciągu ostatnich kilkunastu lat **produkcja energii elektrycznej** wzrastała w Azji i Pacyfiku (największy udział w światowej produkcji – głównie za sprawą Chin oraz w ostatnich latach także i Indii).
- 🌐 Niewielki wzrost nastąpił natomiast w krajach WNP, Bliskiego Wschodu oraz Afryki (najmniejszy udział).
- 🌐 W wielu krajach Europy, w szczególności UE, w ostatnich latach nawet obserwuje się spadek produkcji.

Produkcja energii elektrycznej na świecie wg kontynentów/regionów



Produkcja energii elektrycznej w krajach wysoko rozwiniętych gospodarczo

🌐 **Wzrost produkcji energii elektrycznej w krajach wysoko rozwiniętych gospodarczo w ostatnich kilkunastu latach jest dość niewielki (w niektórych krajach produkcja spada):**

- 🌐 państwa te dysponują dziś dostatecznie dużymi zdolnościami do wytwarzania energii – w przeszłości zbudowały już swój główny potencjał energetyczny,
- 🌐 nieustannie następuje w tych krajach modernizacja i unowocześnianie zarówno elektrowni jak i całej infrastruktury – zmniejszają się tym samym straty,
- 🌐 mieszkańcy i firmy inwestują w technologie pozwalające oszczędzać energię,
 - 🌐 kraje te dysponują takimi technologiami lub stać je na zakup koniecznych patentów.
- 🌐 Dalszy, niewielki wzrost produkcji energii elektrycznej wynika m.in. z dwóch faktów:
 - 🌐 **wzrost gospodarczy** i związany z nim wzrost produkcji wymaga wzrostu produkcji energii,
 - 🌐 panuje w nich **konsumpcyjny styl życia** – kupujemy coraz więcej nowych przedmiotów, na wytworzenie których potrzebna jest energia lub do ich działania,
 - 🌐 czy takie gadżety są nam potrzebne – zwykle nie – ale jak kolega/koleżanka ma, to i ja muszę.



Gadżet dla kota – drzwiczki otwierane chipem



Gadżet dla rodziny – automatyczna kosiarka

Produkcja energii elektrycznej w krajach słabo i średnio rozwiniętych gospodarczo

- 🌐 **Wzrost produkcji energii elektrycznej w krajach słabo i średnio rozwiniętych gospodarczo w ostatnich kilkunastu latach jest bardzo szybki:**
 - 🌐 krajów tych nie stać na technologie energooszczędne – wzrost gospodarki odbywa się w najbardziej prosty sposób,
 - 🌐 w krajach tych często występuje po prostu eksplozja demograficzna:
 - 🌐 nowo pojawiający się mieszkańcy zużywają energię oraz kupują różnorodne produkty do wytworzenia których też jest potrzebna energia,
 - 🌐 bogacenie się przynajmniej części społeczeństwa przyczynia się do pojawiania się wśród takiej ludności konsumpcyjnego stylu życia,
 - 🌐 elektryczność jest doprowadzana do coraz to nowych mieszkańców,
 - 🌐 na świecie mimo to dalej około 15% mieszkańców nie ma dostępu do elektryczności.

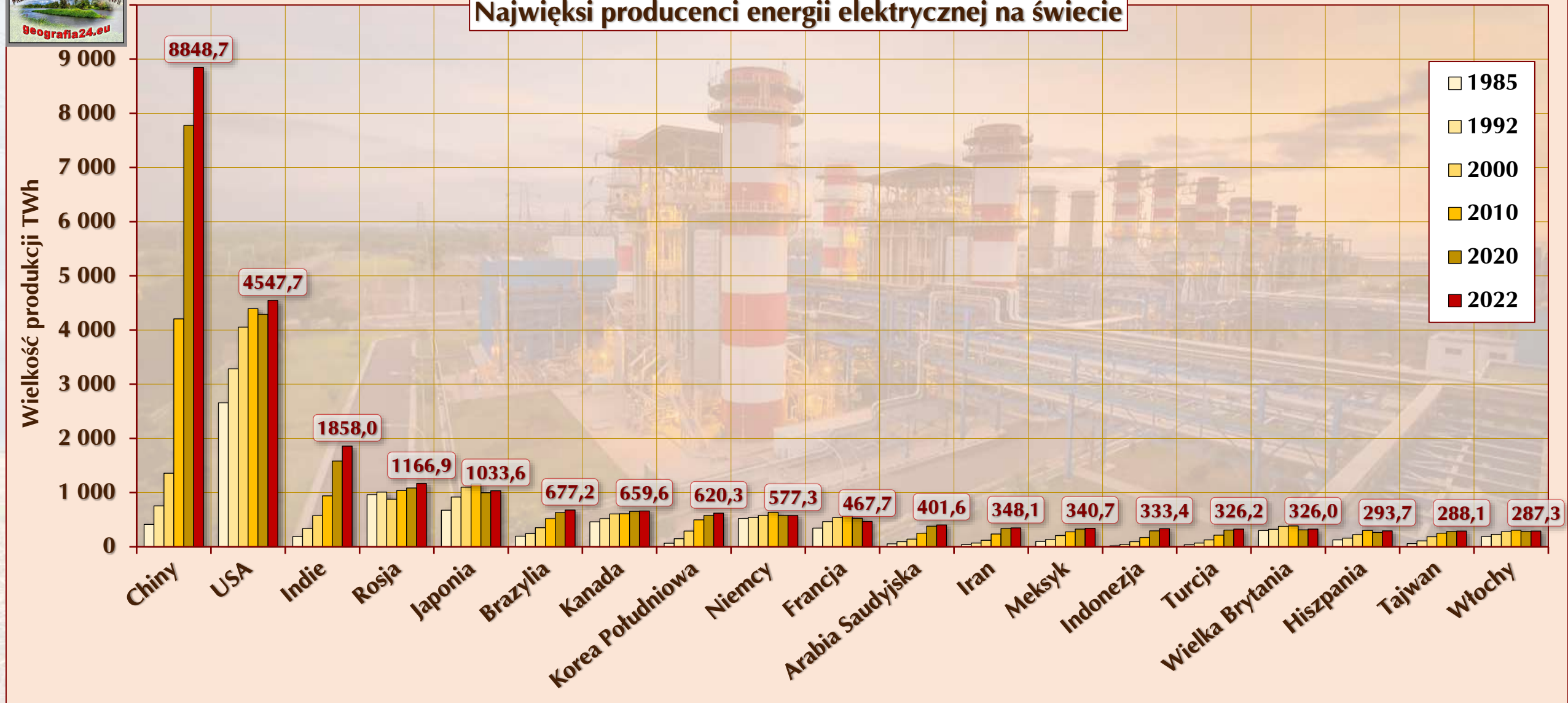


Produkcja energii elektrycznej na świecie

🌐 Duży wzrost udziału w produkcji energii elektrycznej na świecie w ostatnich latach nastąpił w przypadku: Chin, Indii, Arabii Saudyjskiej, Iranu, Turcji, Indonezji i innych, czyli w zdecydowanej większości krajów rozwijających się.

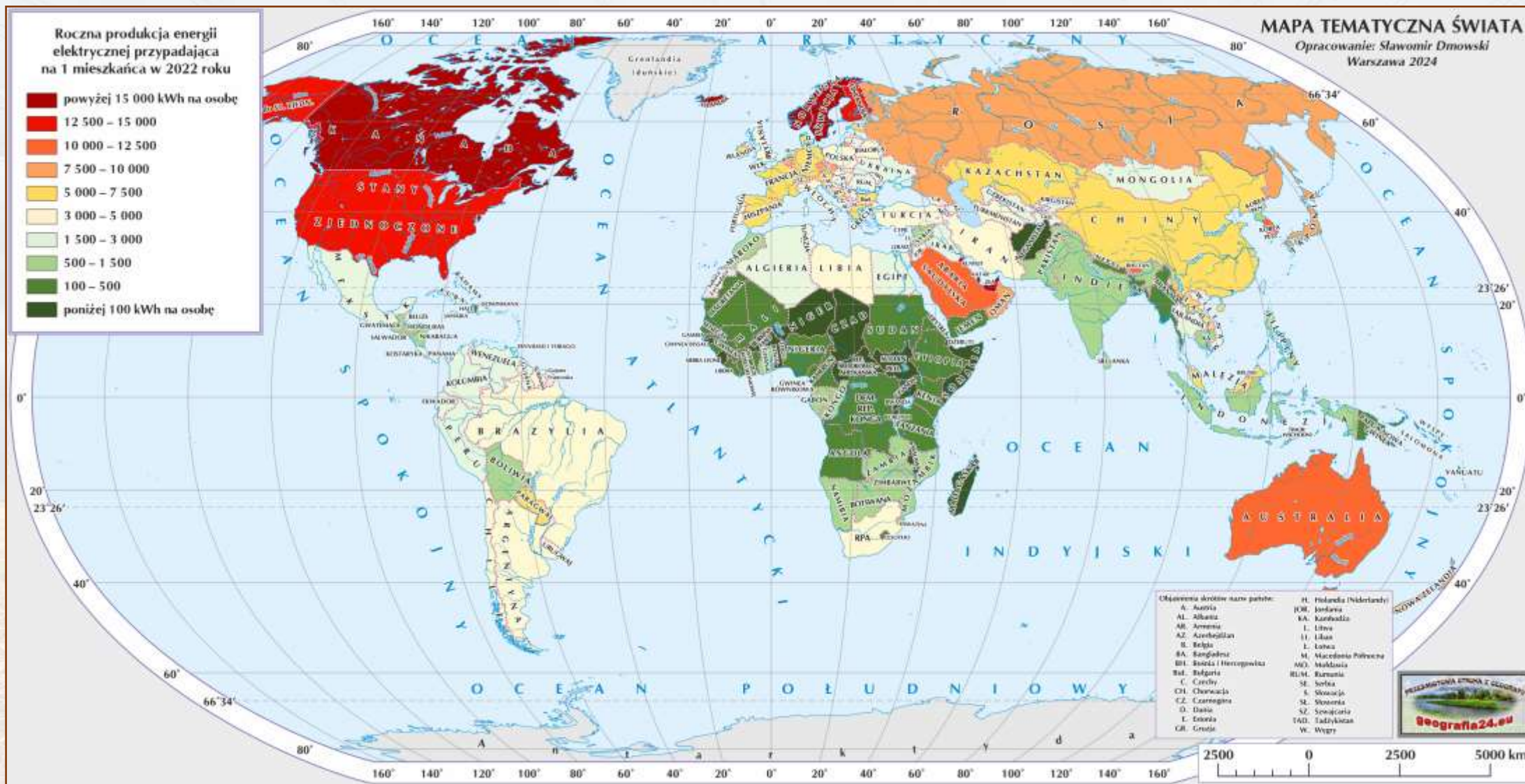


Najwięksi producenci energii elektrycznej na świecie



Roczna produkcja energii elektrycznej w przeliczeniu na 1 mieszkańca na świecie

Najwyższa roczna produkcja energii elektrycznej występuje w krajach posiadających dobrze rozwinięty przemysł lub możliwości do produkcji taniej energii (kraje posiadające znaczne ilości własnych surowców energetycznych, np. kraje Zatoki Perskiej, Australia, Rosja i Kanada lub cechujące się dobrym położeniem, np. Islandia, Norwegia).



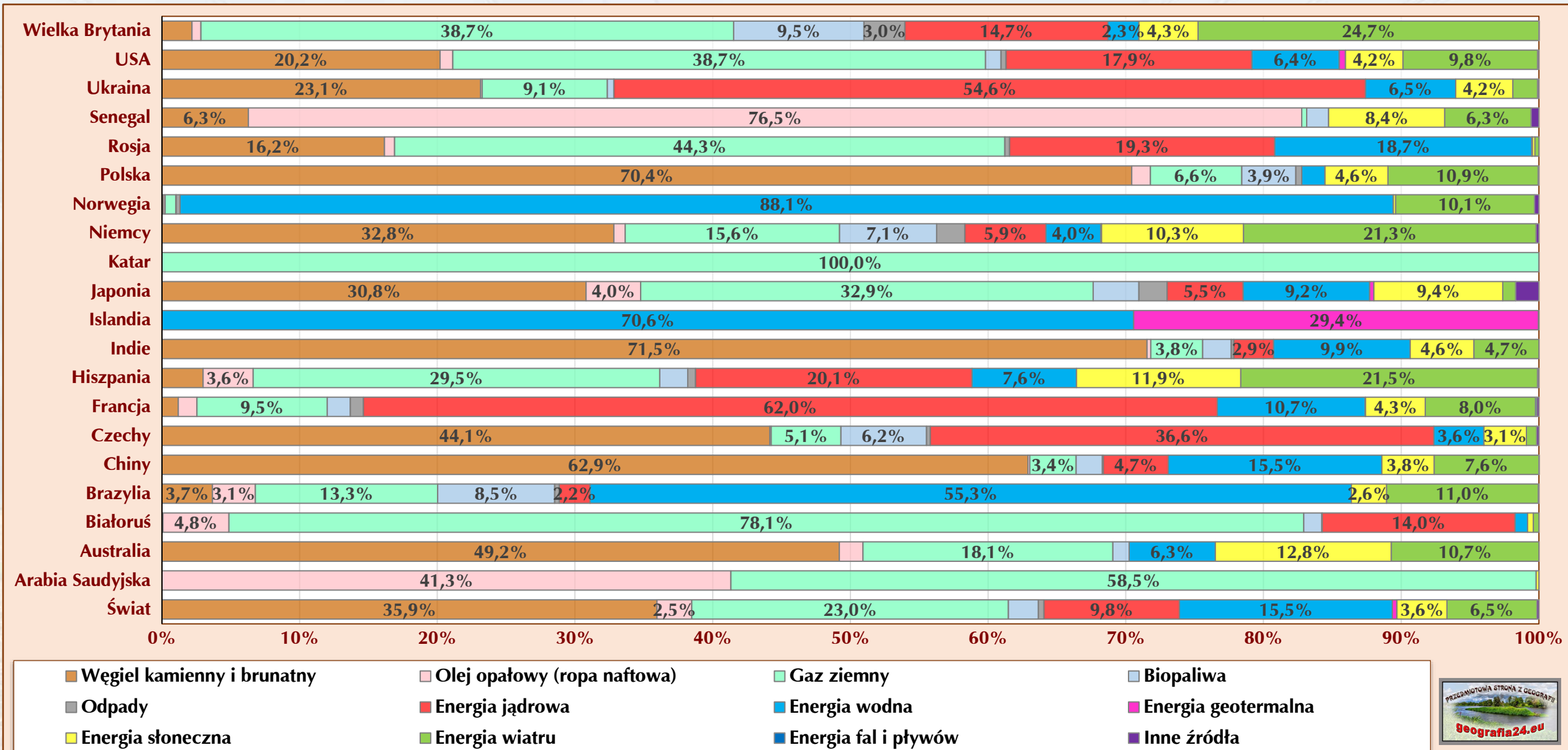
Od czego zależy struktura produkcji energii elektrycznej?

- 🌐 **Struktura źródeł** wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej w różnych krajach jest bardzo odmienna, co przede wszystkim wynika z:
 - 🌐 **rodzaju i wielkości zasobów surowcowych** danego państwa oraz możliwości ich eksploatacji,
 - 🌐 **poziomu rozwoju społeczno-ekonomicznego** danego państwa,
 - 🌐 państwa bardziej rozwinięte inwestują więcej w budowę elektrowni mniej szkodliwych dla środowiska: źródła odnawialne, oparte na gazie ziemnym lub ropę naftową oraz energetykę jądrową i energię wodną,
 - 🌐 **istniejącej infrastruktury** umożliwiającej import danego surowca,
 - 🌐 **warunków przyrodniczych**, np. wysokiej temperatury wód, dużej ilości dni słonecznych lub wietrznych, dużego spadku wysokości, istnienia rzek o dużym przepływie,
 - 🌐 **świadomości ekologicznej** mieszkańców oraz elit rządzących w danym państwie,
 - 🌐 **możliwości finansowych**,
 - 🌐 **różnych zobowiązań międzynarodowych**, np. odnośnie redukcji określonych typów gazów cieplarnianych.

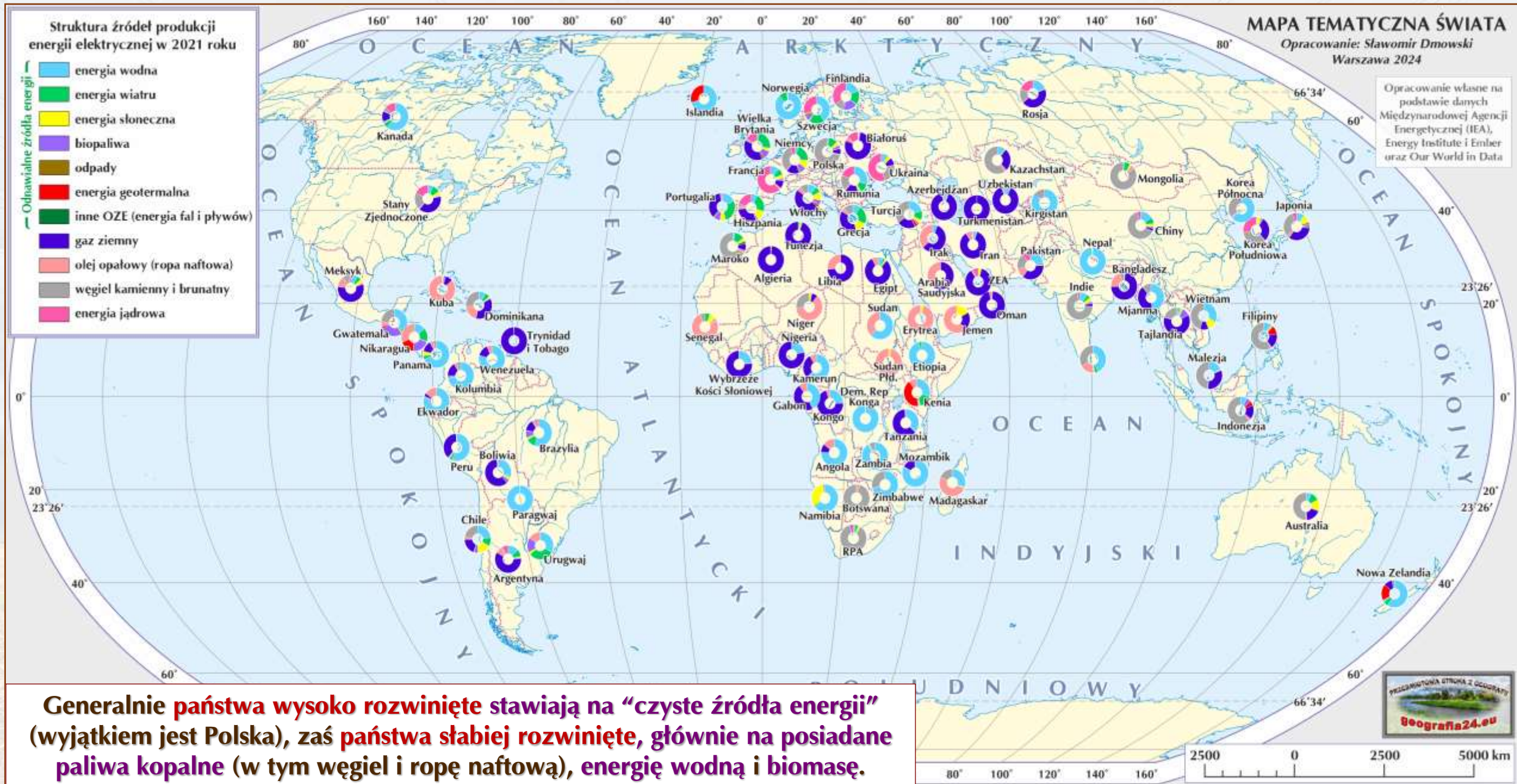


Produkcja energii elektrycznej według rodzajów

🌐 Na świecie poszczególne państwa wykazują różną **strukturę źródeł produkcji energii elektrycznej**.



Produkcja energii elektrycznej według rodzajów



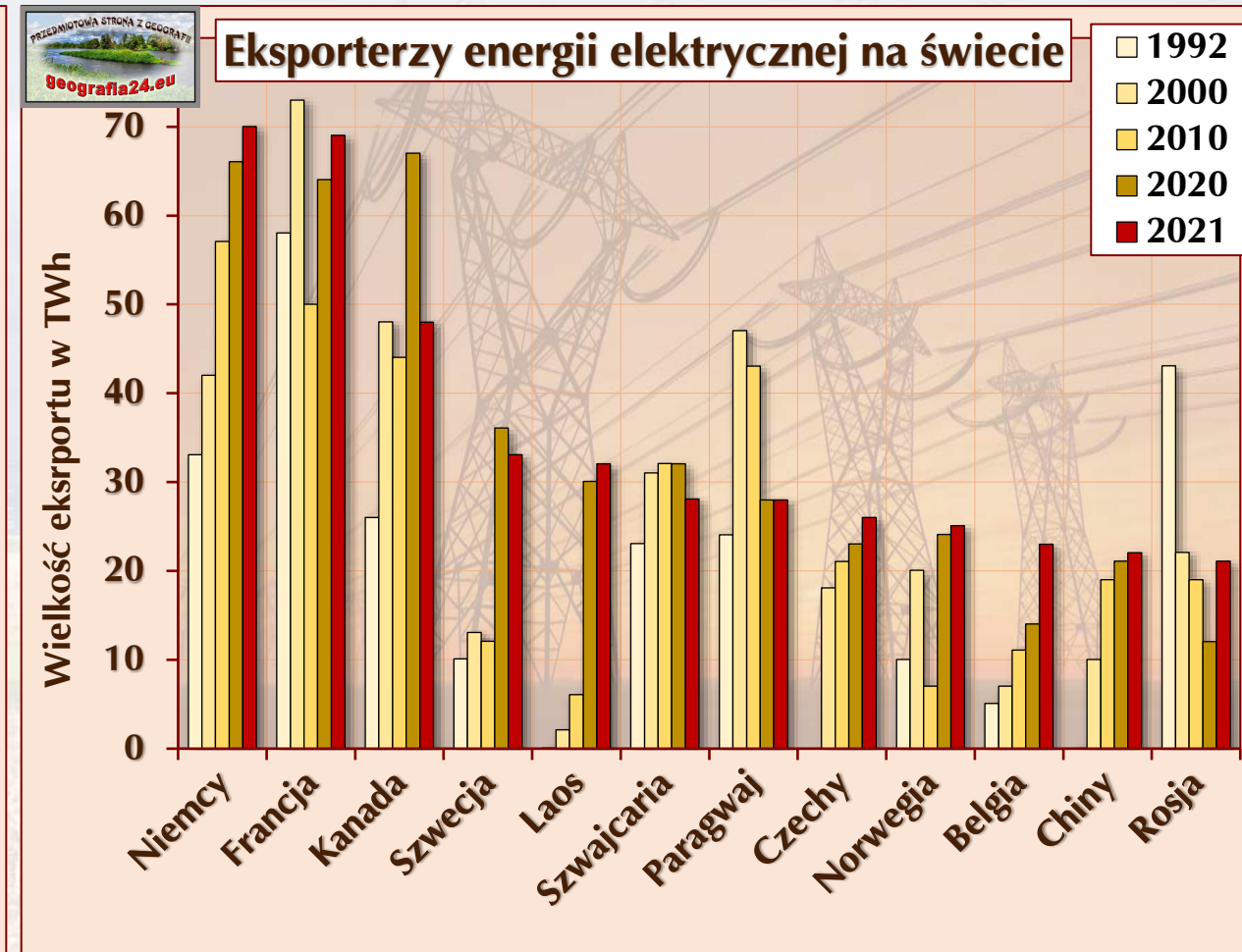
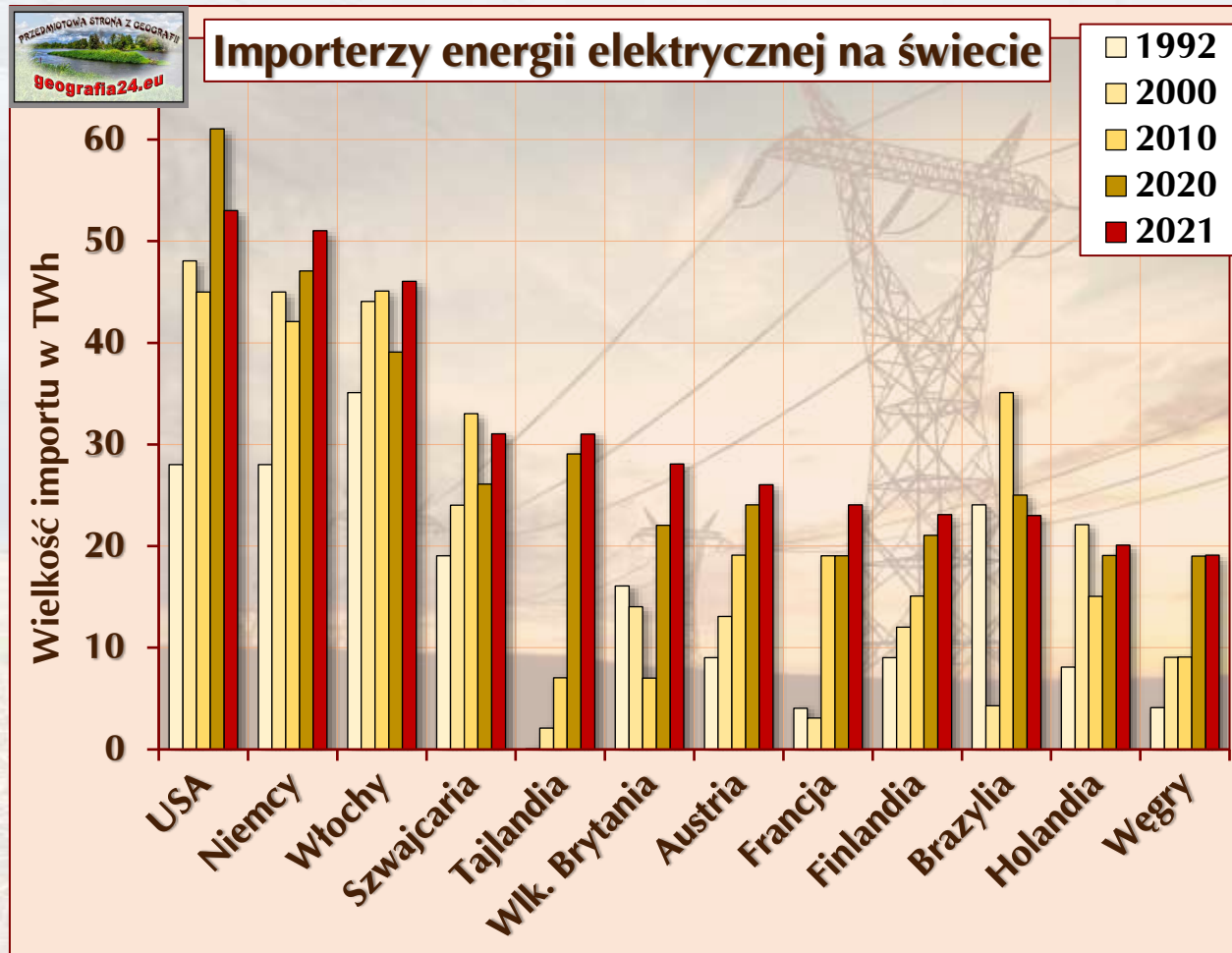
Eksporterzy i importerzy energii elektrycznej na świecie

Corocznie światowy **eksport/import energii elektrycznej** dotyczy ok. **700-800 TWh**.

Jest to niewielka ilość z **ogólnej produkcji światowej** – wynosząca **niecałe 3%**.

Energia jest przesyłana jedynie na niewielkie odległości, handel dotyczy zwykle jedynie regionów przygranicznych (często odbywa się w obie strony).

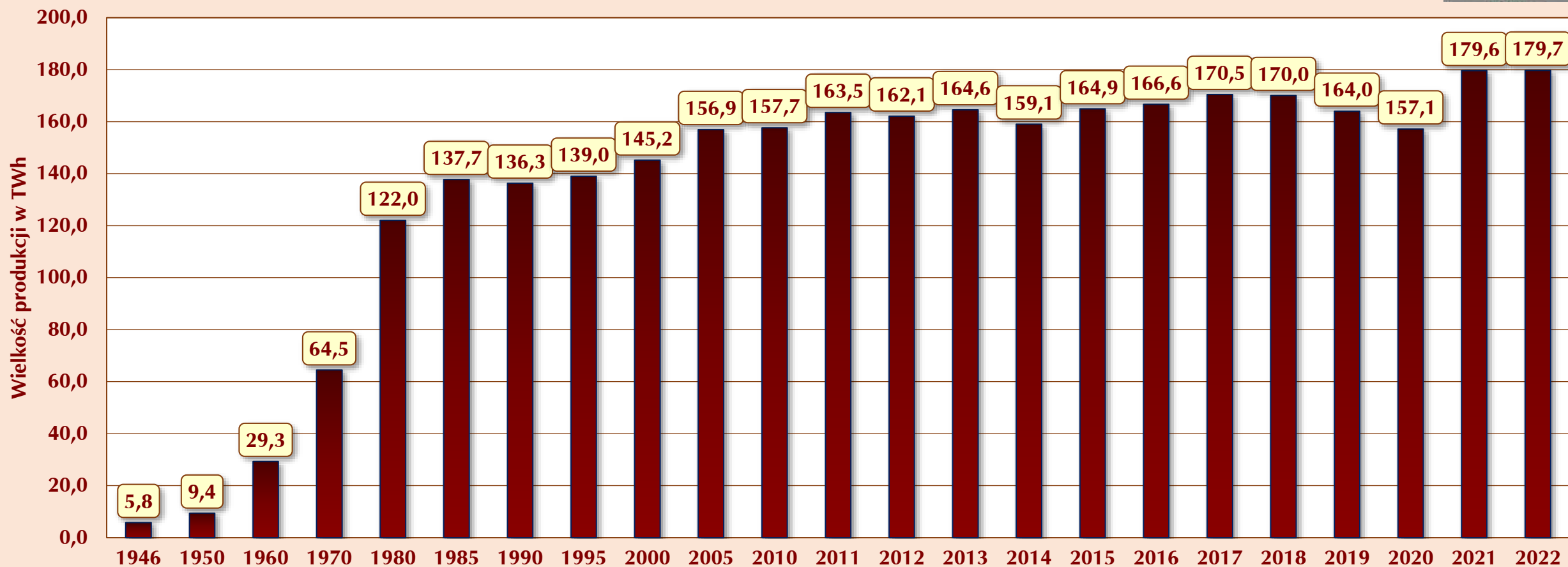
Niewielki handel odbywa się głównie w obrębie Europy (szczególnie Unii Europejskiej).



Produkcja i zużycie energii elektrycznej w Polsce

- 🌐 **Produkcja energii elektrycznej** w Polsce od ponad 10 lat utrzymuje się na stałym poziomie **160-180 TWh rocznie**.
- 🌐 Ilość ta obecnie zaspokaja polskie zapotrzebowanie: niewielkie nadwyżki są eksportowane do sąsiadujących państw, zaś okresowe niedobory pokrywane także stosunkowo niewielkim importem z zagranicy.
- 🌐 **W 2022 r. Polska** wytworzyła **0,6% światowej produkcji** – **179,7 TWh** (udział był podobny jak w poprzednich latach).

PRODUKCJA ENERGII ELEKTRYCZNEJ W POLSCE (DANE WG. BP)



Struktura produkcji energii elektrycznej w Polsce

- 🌐 Polska wypada bardzo odmiennie od zdecydowanej większości państw Europy a nawet świata pod względem struktury produkcji energii elektrycznej.
- 🌐 W Polsce głównym paliwem, wykorzystywanym w **elektrowniach ciepłych** w celu uzyskania energii elektrycznej jest głównie **węgiel kamienny i brunatny**, co niestety odbija się to bardzo niekorzystnie na środowisku przyrodniczym:
 - 🌐 środowisko ulega znacznej degradacji – przywracanie jego do stanu poprzedniego jest czasochłonne i kosztowne;
 - 🌐 paliwa te (szczególnie węgiel kamienny) przyczyniają się do produkcji drogiej energii elektrycznej – przez co cała gospodarka jest mniej konkurencyjna:
 - 🌐 produkowane w Polsce wyroby są droższe – trudniej je wyeksportować na rynki międzynarodowe.
- 🌐 W innych krajach świata, nawet tych dysponujących także zasobami w węgiel, stawia się przede wszystkim na pochodne ropy naftowej (olej opałowy, mazut), gaz ziemny oraz w szczególności odnawialne źródła energii.



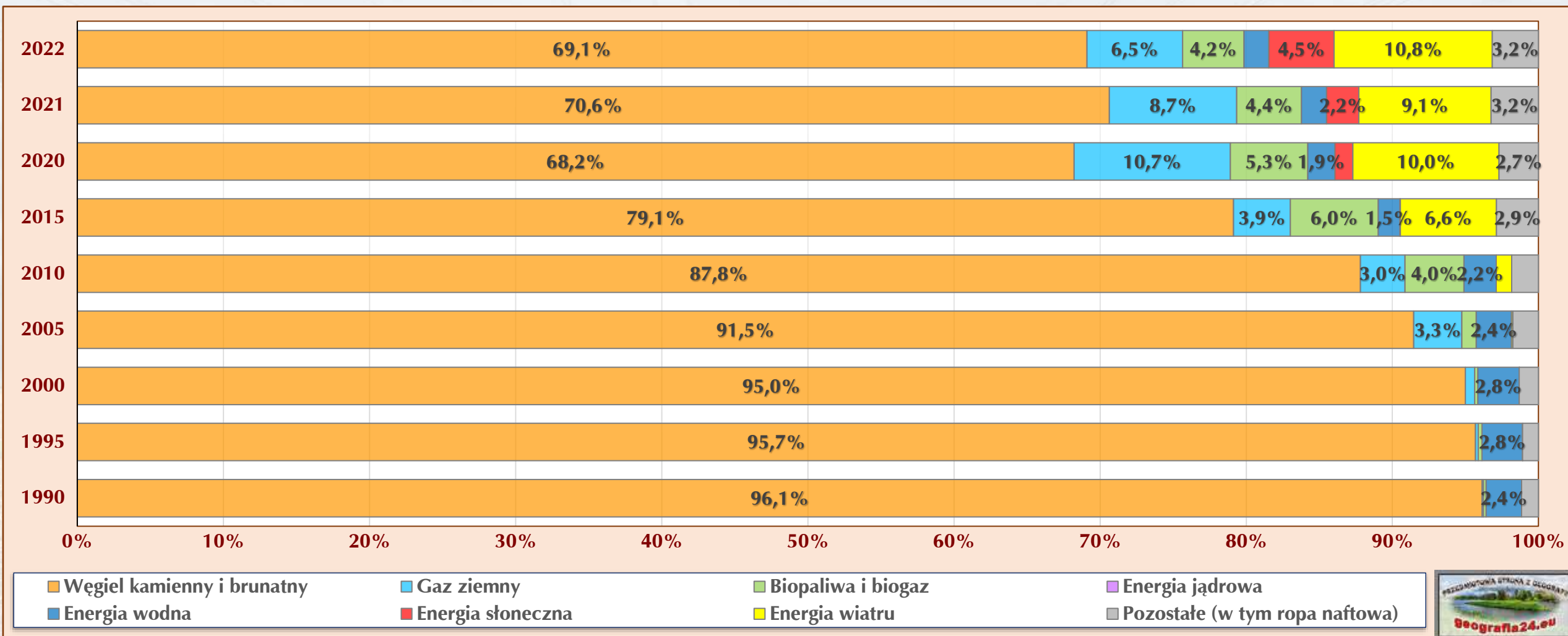
Struktura produkcji energii elektrycznej w Polsce

🌐 Coraz częściej **energię** pozyskujemy z tzw. **odnawialnych źródeł energii (OZE)** – w szczególności **wiatru i słońca**.

🌐 Wiąże się to przede wszystkim ze:

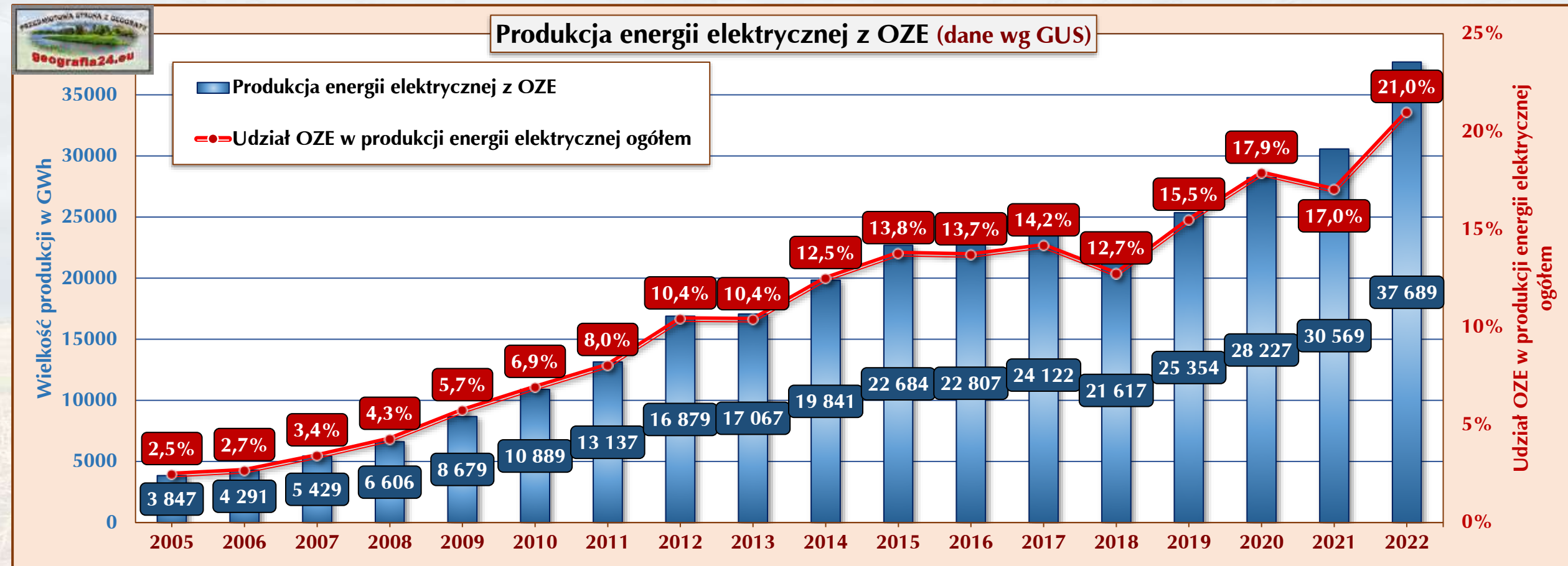
🌐 wzrostem świadomości Polaków,

🌐 wpływem Unii Europejskiej (dostosowaniem się do wymogów), np. tzw. “pakietem klimatycznym” (redukcja CO₂).



Wzrost energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej

- 🌐 W 2005 roku zaledwie 2,5% energii elektrycznej (3847 GWh) pochodziła **ze źródeł odnawialnych** – w kolejnych latach obserwowaliśmy najczęściej systematyczny wzrost:
 - 🌐 w 2010 roku – 6,9% (10 888 GWh), w 2020 roku – 17,9% (28 227 GWh), zaś w 2022 roku – 21,0% (37 689 GWh).
- 🌐 Wzrost produkcji energii elektrycznej z OZE nastąpił głównie dzięki inwestycjom w **elektrownie wiatrowe, słoneczne (panele fotowoltaiczne)** oraz **przetwarzające biomasę i biogaz**.
- 🌐 Niemniej jednak udział źródeł odnawialnych nie jest w naszym kraju dalej wysoki i odstajemy od krajów UE.





Energetyka konwencjonalna (tradycyjna)

I. Energetyka konwencjonalna (tradycyjna)

- 🌐 **Elektrownie konwencjonalne na świecie**, w zależności od zużywanego źródła energii, dzieli się na trzy podstawowe rodzaje:
 - 🌐 **cieplne** – z nich wytwarza się obecnie około 61,5% energii elektrycznej (wg danych z 2021 roku),
 - 🌐 **wodne** – 15,5%,
 - 🌐 **jądrowe (atomowe)** – 9,8%.
- 🌐 Wszystkie te typy elektrowni przyczyniają się łącznie do uzyskania **86,8% energii elektrycznej** na świecie.
- 🌐 W poszczególnych krajach struktura produkcji energii elektrycznej według typów elektrowni jest dość zróżnicowana:
 - 🌐 uwarunkowana na ogół dostępnością określonych surowców energetycznych,
 - 🌐 uzależniona ogólnym poziomem rozwoju.



1. Elektrownie ciepłne

- 🌐 **Elektrownie ciepłne** dostarczają corocznie około **61,5% światowej produkcji energii elektrycznej**, przetwarzając przede wszystkim **ropę naftową** (produktami pochodnymi – głównie olejem opałowym), **gaz ziemny**, **węgiel kamienny** i **brunatny**.
- 🌐 Dodatkowo przy produkcji energii elektrycznej wytwarzane jest ciepło – **energia cieplna**, która kierowana jest do ogrzewania mieszkań poprzez **instalacje centralnego ogrzewania**.



Elektrownia ciepłna Opole (opalana węglem kamiennym)

Gdzie funkcjonują elektrownie ciepłne

- 🌐 Klasycznym przykładem kraju, gdzie **elektrownie ciepłne dominują**, jest **Polska** – dając około 80% ogółu produkowanej u nas energii elektrycznej (elektrownie bazujące na **węglu**, **ropie naftowej** i **gazie ziemnym**).
- 🌐 W około 70% do produkcji energii elektrycznej wykorzystują one węgiel kamienny i brunatny.
- 🌐 Niecałe 10% w strukturze wytwarzania stanowią ropa naftowa i gaz ziemny (jego udział ostatnio zmniejszył się).
- 🌐 Do tej ilości (80% z elektrowni konwencjonalnych) należy dodać jeszcze niecałe 5% uzyskiwane dzięki **biopaliwom** oraz **odpadom** w ramach **OZE** (o tym będziemy mówić w drugiej części prezentacji).

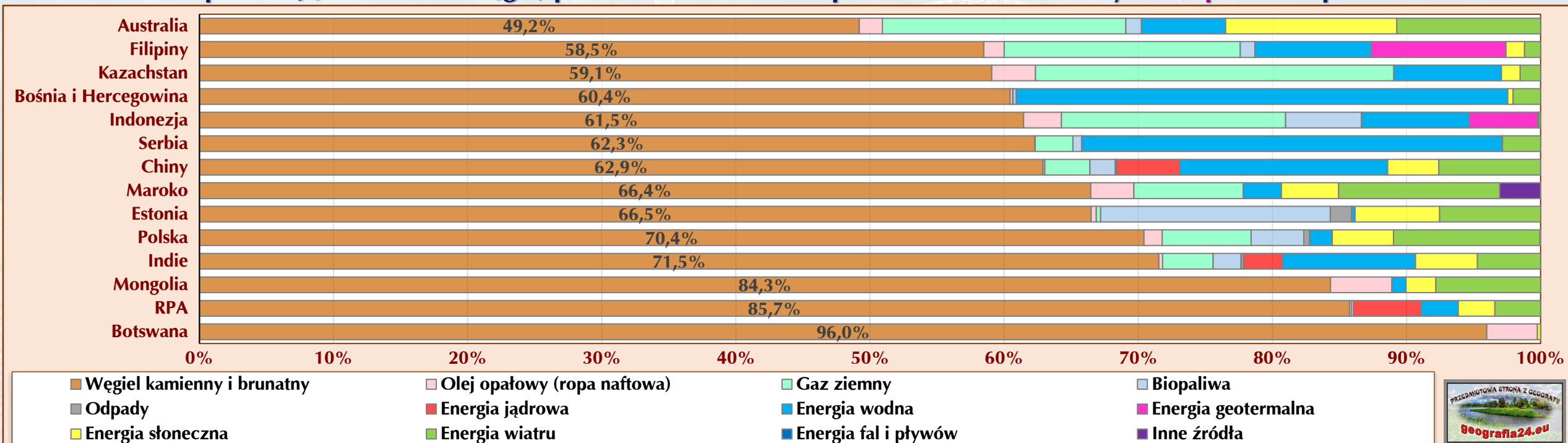


Elektrownia ciepłna Połaniec (opalana węglem kamiennym oraz częściowo biomasą)

Elektrownie ciepłne – węgiel (kamienny i brunatny)

🌐 **Energetyka ciepłna (węgiel)** – najbardziej popularna jest w państwach:

- 🌐 **słabo i średnio rozwiniętych gospodarczo**, np. **Chiny** (zaczynają rezygnować z węgla na rzecz gazu ziemnego i OZE; jednak presja wzrostu gospodarczego powstrzymuje ten trend), **Indie** i **Indonezja** (wzrost zapotrzebowania na energię),
 - 🌐 kraje te z reguły posiadają duże ilości własnego surowca lub częściowo importują (Chiny),
 - 🌐 w krajach tych występują dość liberalne przepisy odnośnie ochrony środowiska (**Botswana**, **Filipiny**, **Indonezja**);
- 🌐 **wysoko rozwinięte gospodarczo**, np.:
 - 🌐 **Niemcy** (na bazie taniego w wydobywaniu węgla brunatnego; obecnie inwestują w OZE),
 - 🌐 **Polska** (na bazie węgla kamiennego i brunatnego; powoli to się zmienia na korzyść OZE),
 - 🌐 **Australia** (posiadają duże ilości węgla, położone na obszarze prawie nie zamieszkanym) i **Japonia** (import z Australii).



Elektrownia Bełchatów – opalana węglem brunatnym

- 🌐 **Elektrownia Bełchatów** położona jest w województwie łódzkim i jest największą w Unii Europejskiej elektrownią ciepłą i jedną z większych na świecie – obecnie znajduje się na 4 miejscu po elektrowniach:
 - 🌐 **Shoaiba w Arabii Saudyjskiej** (opалana ropą naftową) – o mocy 5600 MW,
 - 🌐 **Surgut 2 w Rosji** (opалana gazem ziemnym) – o mocy 5600 MW,
 - 🌐 **Taichung w Chinach** (na Tajwanie; opалana węglem brunatnym) – o mocy 5500 MW,
 - 🌐 czyli elektrownia w Bełchatowie jest po niej druga wśród elektrowni opalanych węglem brunatnym.
 - 🌐 Produkcja energii bazuje na miejscowych złożach węgla brunatnego, wydobywanych w pobliskiej KWB Bełchatów SA.
 - 🌐 Generuje moc elektryczną 5420 MW.
 - 🌐 Roczna produkcja energii wynosi około 30-35 TWh, co stanowi ponad 20% produkcji.



Wpływ elektrowni ciepłych – węglowych na środowisko przyrodnicze

- ⦿ Elektrownie ciepłe należą, na ogół, do zakładów najbardziej niszczących środowisko, gdyż w procesie produkcji emitują wiele szkodliwych związków i pyłów (tlenki siarki i azotu) – w szczególności dotyczy to elektrowni węglowych.
- ⦿ Wg różnych raportów działające tylko w Polsce elektrownie węglowe przyczyniają się każdego roku do ponad 5000 przedwczesnych zgonów oraz utraty ponad 1,2 mln dni pracy z powodu zwolnień lekarskich.
- ⦿ Zgodnie ze słowami dr hab. Leszek Pazderskiego:
 - ⦿ “Z naukowego punktu widzenia stwierdzenie, że węgiel zabija jest niestety prawdziwe – tak samo, jak to, że zabijają papierosy”.



Przyszłość energetyki węglowej

- 🌐 Pomimo zastrzeżeń ekologów dotyczących energetyki cieplnej, w wielu krajach ten rodzaj energetyki dominuje i będzie się nadal utrzymywał.
- 🌐 Trudno sobie wyobrazić, aby kraje zasobne w węgiel kamienny lub brunatny nagle przestały go eksploatować i zmieniły kierunek polityki energetycznej (choć to się obecnie często dzieje).
- 🌐 Zresztą są nawet kraje, które nie posiadają u siebie węgla kamiennego lub które nie chcą u siebie niszczyć środowiska przy jego eksploatacji i corocznie w dużej ilości importują ten surowiec.
- 🌐 Tak robi np. Japonia importująca po niskich cenach z pobliskiej Australii.
- 🌐 Koszty transportu z Australii do Japonii są stosunkowo niskie, Japonia nie posiada praktycznie żadnych surowców energetycznych, więc kupuje to co jest dla niej najbardziej opłacalne i ekonomia przegrywa w tej sytuacji ze względami ekologicznymi.
- 🌐 Sytuacja ta pogłębiła się po awarii elektrowni w Fukushima (Japonia chwilowo rezygnowała z atomu).



Elektrownie ciepłe – gaz ziemny

🌐 **Energetyka ciepła (gaz ziemny)** – najbardziej popularna jest w państwach:

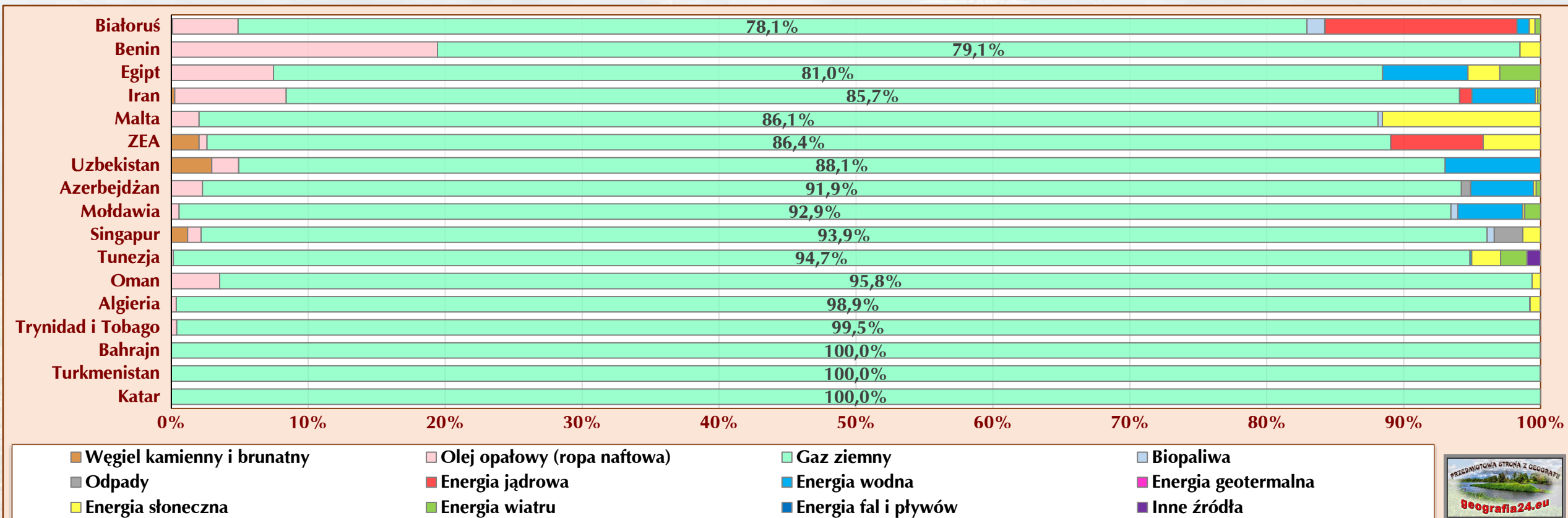
🌐 **słabo i średnio rozwiniętych gospodarczo, posiadających duże ilości własnego surowca:**

🌐 **kraje Zatoki Perskiej** (Bahrajn, Katar, ZEA, Oman, Iran, Irak),

🌐 **rejonu Morza Kaspijskiego** (Turkmenistan, Uzbekistan i Azerbejdżan);

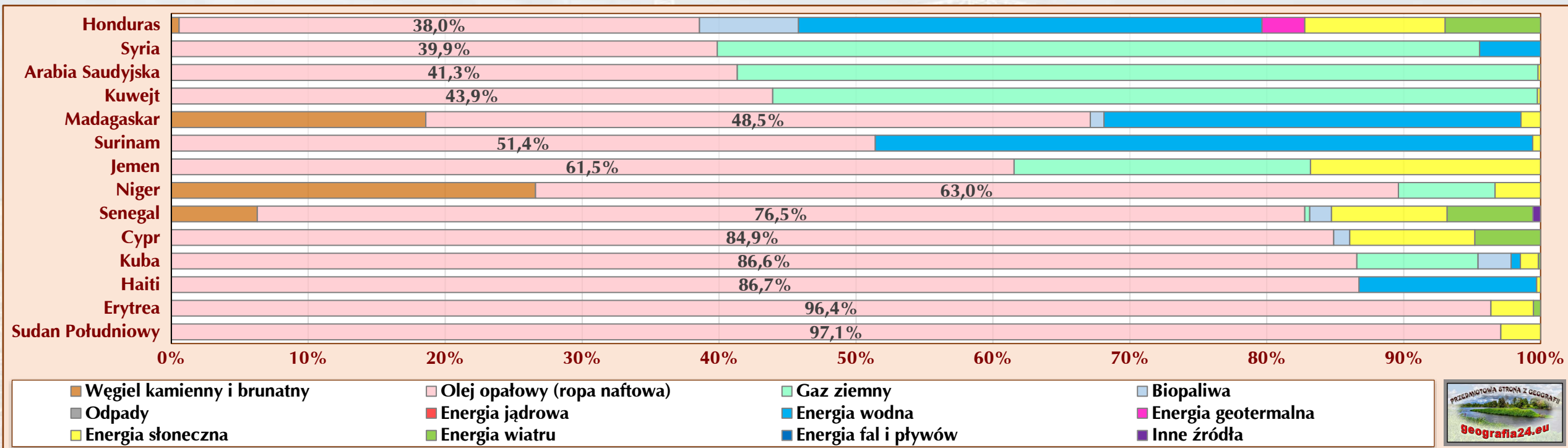
🌐 **wysoko rozwinięte gospodarczo o dużej własnej bazie surowcowej**, np.: **Holandia, USA, Wielka Brytania;**

🌐 **niektóre kraje b. ZSRR** (obecnie będące w **WNP**), np.: **Białoruś i Mołdawia** – kraje w znacznym stopniu uzależnione od Rosji (gaz importowany jest po ulgowych cenach w zamian za możliwość wpływu na te kraje).



Elektrownie ciepłne – olej opałowy/ropa naftowa

- 🌐 **Energetyka ciepła (olej opałowy wytwarzany z ropy naftowej)** – najbardziej popularna jest w państwach:
 - 🌐 **słabo i średnio rozwiniętych gospodarczo:**
 - 🌐 niektóre kraje **Zatoki Perskiej** (Kuwejt, Irak i Arabia Saudyjska) – większość krajów tego regionu posiada także gaz ziemny, który wybierają na główny surowiec energetyczny (ropę wolą eksportować),
 - 🌐 **Afryki Północnej** (Libia, Sudan) i Azji Mniejszej (Jemen, Jordania, Syria),
 - 🌐 o niewielkiej całkowitej produkcji energii elektrycznej (Benin, Erytrea, Senegal, Sri Lanka),
 - 🌐 **pozbawionych surowców mineralnych i uzależnionych od politycznych wpływów w regionie**, np. Wenezueli na kraje Ameryki Środkowej,
 - 🌐 **Kuba i członkowie "PetroCaribe"** otrzymujący ropę po niższych cenach: m.in. Haiti, Jamajka, Nikaragua, Honduras.



Wpływ elektrowni ciepłych – **gazowych** i na **olej opałowy/ropę naftową** na środowisko

- 🌐 W elektrowniach opalanych **olejem opałowym** (produkt rafinacji ropy naftowej) oraz w szczególności **gazem ziemnym** zanieczyszczenia są **bardzo małe**.
- 🌐 W przypadku spalania gazu ziemnego nie powstają bardzo szkodliwe tlenki siarki.
 - 🌐 Brak jest także powstawania pyłu oraz produktów będących odpadem (np. popiołu).
 - 🌐 Poprawnie funkcjonujące elektrownie gazowe nie stwarzają zagrożenia dla środowiska.
- 🌐 W elektrowniach takich powstaje także znacznie mniej dwutlenku węgla i tlenków azotu (emisja jest około połowy niższa).
- 🌐 Elektrownie gazowe i na ropę naftową cechują się mniejszym zużyciem wody do chłodzenia instalacji (posiadają wyższą sprawność energetyczną).



Wpływ elektrowni ciepłych – **gazowych** i na **olej opałowy/ropę naftową** na środowisko

- 🌐 Jeżeli elektrownie gazowe i na olej opałowy (ropę naftową) są lepsze dla środowiska to możemy zadać pytanie: dlaczego nie jest ich więcej?
- 🌐 Odpowiedź jest prosta: **węgiel mimo wszystko jest tańszy od gazu i oleju opałowego/ropy naftowej** (szczególnie w państwach, które nie przejmują się wpływem na środowisko przyrodnicze).



Elektrownia gazowa w Irsching (Bawaria) – ta bardzo nowoczesna elektrownia, przyjazna środowisku, w 2015 roku miała problemy z rentownością – groziło jej zamknięcie (nie była w stanie konkurować z tańszymi węglowymi) – na szczęście udało się ją uchronić (podpisano umowę na dofinansowanie gazowni, pomiędzy firmami EON – właścicielem gazowni i TenneT – operatorem przesyłowym w Niemczech).

Rozmieszczenie elektrowni ciepłych w Polsce

🌐 Rozmieszczenie ważniejszych elektrowni ciepłych zależy od trzech czynników:

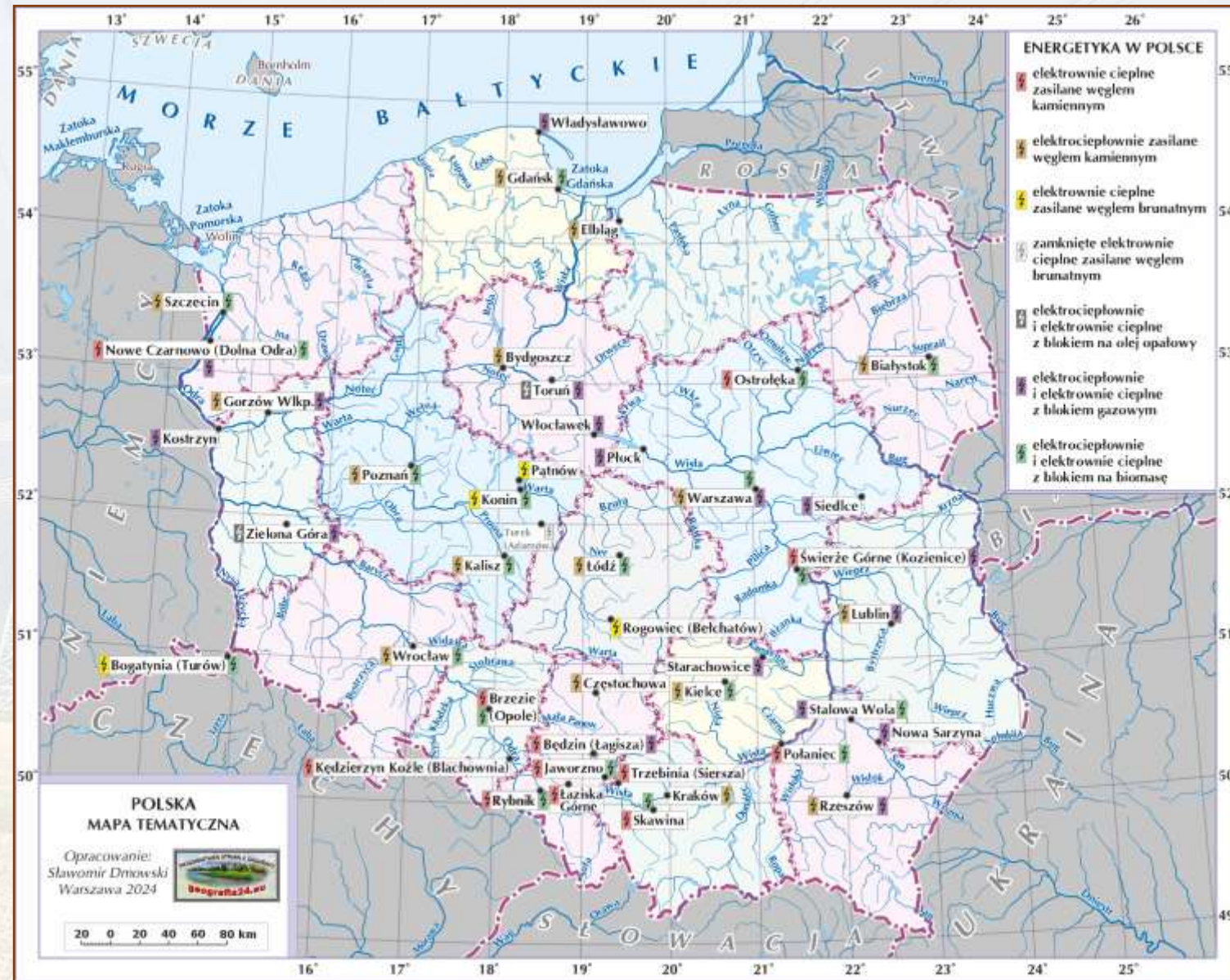
🌐 **dostępu do paliwa** – elektrownie opalane:

- 🌐 **węglem brunatnym** powstały blisko kopalni odkrywkowych, np. **Bełchatów**,
- 🌐 **węglem kamiennym** znajdują się w sąsiedztwie tego surowca, np. w **GOP**: **Rybnik**, **Jaworzno** i **Łaziska Górne**;

🌐 **możliwości łatwego poboru wody** – dotyczy to elektrowni opalanych węglem kamiennym, powstałych **nad dużymi rzekami**, np.:

- 🌐 **nad Wisłą**: **Połaniec**, **Kozienice**,
- 🌐 **nad Odrą**: **Dolna Odra**,
- 🌐 **nad Narwią**: **Ostrołęka**,
- 🌐 **nad Sanem**: **Stalowa Wola**;

🌐 **bliskości rynku zbytu energii** – przyczynia się to do dywersyfikacji przestrzennej produkcji energii i zmniejszenia strat energii powstających przy przesyłaniu energii na większe odległości, np. **elektrociepłownie zlokalizowanych w dużych miastach**, tj. **Warszawa**, **Kraków** i **Łódź**.



2. Elektrownie wodne (hydroelektrownie)

- 🌐 **Elektrownie wodne** wymagają odpowiedniego ukształtowania terenu i rzek o znacznym potencjale energetycznym oraz odznaczają się wysokim kosztem budowy, zarówno samych elektrowni, jak i zapór wodnych.
 - 🌐 W eksploatacji jednak hydroelektrownie są znacznie tańsze niż ciepłe.
- 🌐 **Ogromny potencjał energetyczny wielu rzek świata jest jeszcze słabo wykorzystany**, ale znaczenie elektrowni wodnych – ze względu na ich walory ekonomiczne i ekologiczne – systematycznie wzrasta.
 - 🌐 W Europie (kraje alpejskie i skandynawskie), Japonii i Ameryce Północnej potencjał energetyczny rzek praktycznie został wyczerpany, zaś w Afryce, Azji i Ameryce Południowej zasoby energetyczne wód płynących są jeszcze duże.
 - 🌐 Dostępnych jest jeszcze wiele odcinków rzek o dużym przepływie, położonych w dogodnych warunkach terenowych, np. **w obrębie głębokich dolin rzecznych**.



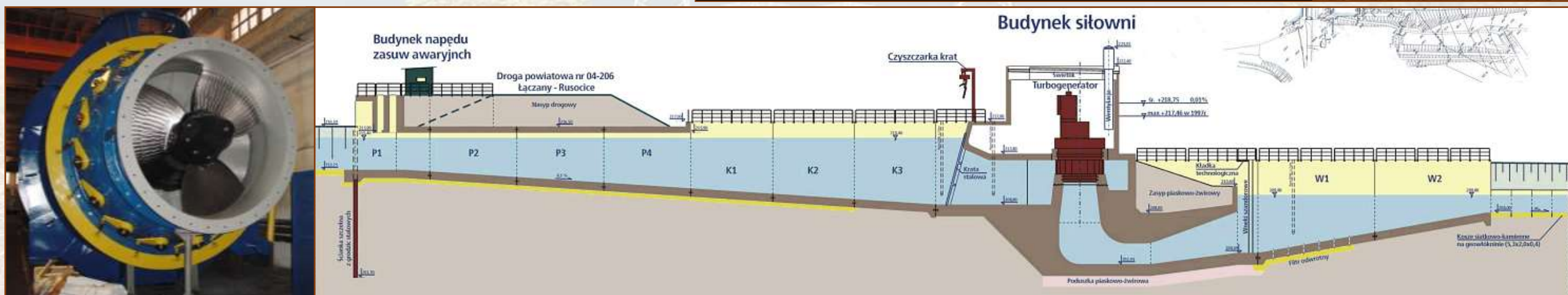
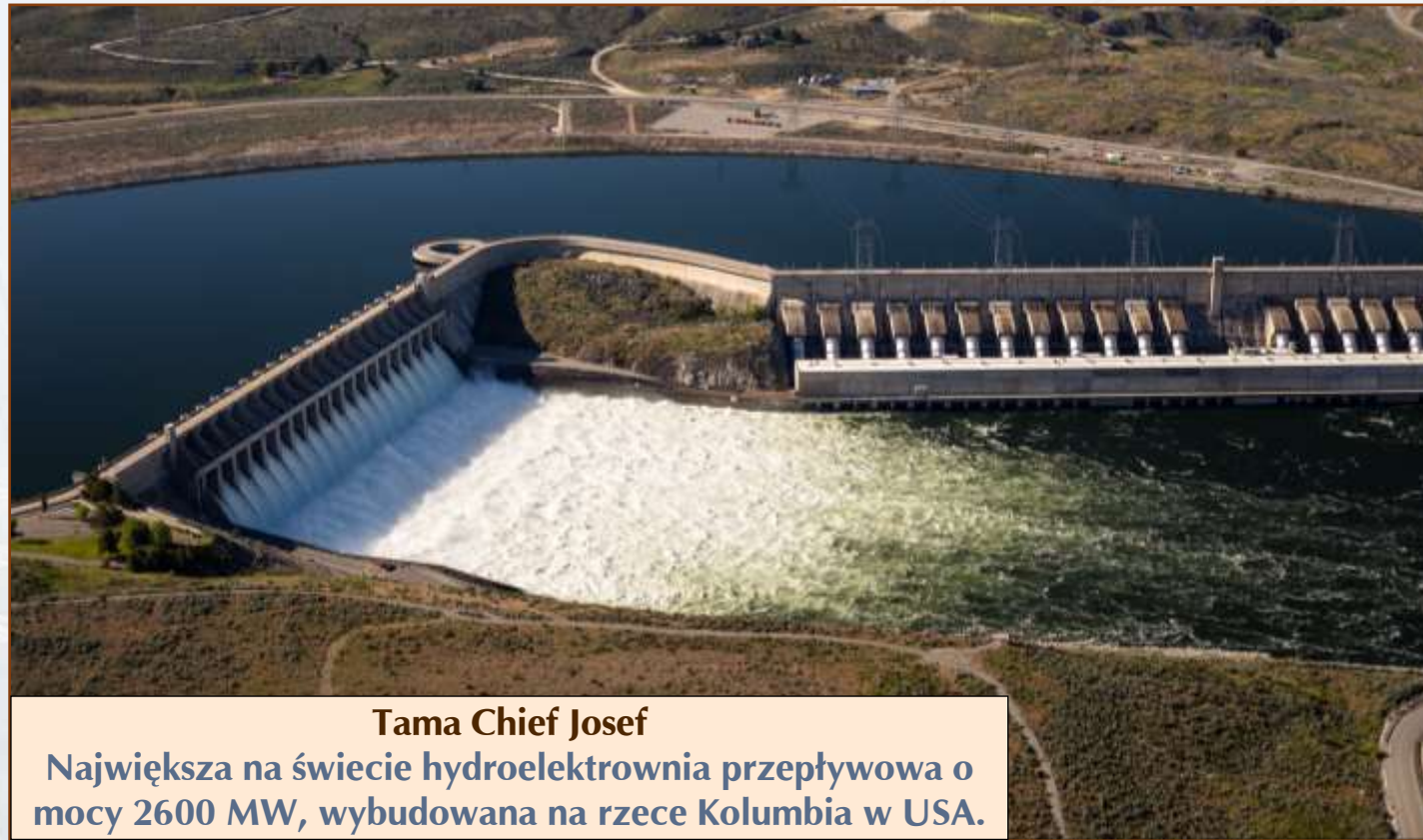
Typy elektrowni wodnych

- ☉ Wśród najważniejszych **typów elektrowni wodnych** najważniejszą rolę odgrywają:
 - ☉ elektrownie bazujące w oparciu o **energetykę konwencjonalną (tradycyjną)**:
 - ☉ elektrownie przepływowe,
 - ☉ elektrownie zbiornikowe (regulacyjne):
 - ☉ elektrownie zaporowe (tzw. zapory wodne),
 - ☉ elektrownie szczytowo-pompowe;
 - ☉ elektrownie bazujące w oparciu o **energetykę niekonwencjonalną (alternatywną)** – zostaną one omówione w dalszej części prezentacji:
 - ☉ elektrownie maretermiczne (oceanotermiczne),
 - ☉ elektrownie pływowe (maremotoryczne),
 - ☉ elektrownie prądów morskich.



Typy elektrowni wodnych – przepływowe

- 🌐 **Elektrownie przepływowe** – zlokalizowane w obrębie rzek (części lub całej) o dużym przepływie, na terenach nizinnych (czasem wyżynnych) o stosunkowo niedużym spadku, w miejscach w których nie ma możliwości wykonania większego spiętrzenia rzeki w celu budowy większego sztucznego zbiornika.
- 🌐 Cechują się one stosunkowo niewielką mocą wynikającą z maksymalnej wielkości przepływu uzyskiwanego przez naturalnie płynącą rzekę.
- 🌐 Nie ma możliwości z korzystania ze zmagazynowanej wody (nie mają one takiego zbiornika), czyli nie można regulować wytwarzanej mocy.



Typy elektrowni wodnych – **zbiornikowe (regulacyjne): zaporowe**

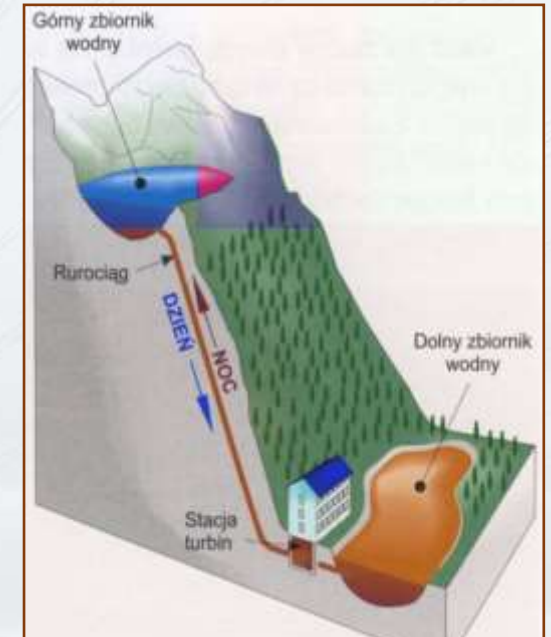
- 🌐 **Elektrownie zaporowe** (tzw. **zapory**) – są rodzajem (czasem traktowane jako oddzielny typ) **elektrowni zbiornikowych (regulacyjnych)**.
- 🌐 Powyżej elektrowni tworzony jest specjalny, **sztuczny zbiornik wodny**, utrzymujący spiętrzony “zapas” wody, z którego można w dowolnym czasie korzystać.
- 🌐 Zbiornik ten jest zasilany przez jakąś wpadającą do niego rzekę.
- 🌐 Ten rodzaj elektrowni umożliwia uzyskanie znacznie większych mocy oraz cechuje się dużą zaletą wynikającą z możliwości **regulacji przepływem**, a więc i sterowania mocą.
- 🌐 W okresach większego przepływu – gromadzone są w sztucznym zbiorniku zapasy wody, uwalniane w okresie mniejszego naturalnego przepływu w rzece.
- 🌐 W ten sposób wytwarza się dość równomierne ilości energii elektrycznej.



Guri – hydroelektrownia w Wenezueli na rzece Caroni
Zapora o wysokości 162 m i zbiornik retencyjny o powierzchni 4,2 tys. km².

Typy elektrowni wodnych – **zbiornikowe (regulacyjne): szczytowo-pompowe**

- 🌐 **Elektrownie szczytowo-pompowe** – energia elektryczna produkowana jest przez turbiny prądotwórcze umieszczone na drodze spływającej wody pomiędzy dwoma zbiornikami:
 - 🌐 **górnym** – napełnianym w godzinach nocnych w czasie małego zapotrzebowania na prąd,
 - 🌐 wtedy nie wytwarza się prądu a zużywa na pompowanie (zużywa się prąd który by się po prostu i tak zmarnował);
 - 🌐 **dolnym** – do którego trafia woda spływająca w czasie największego zapotrzebowania na prąd (w dzień),
 - 🌐 spływająca do tego zbiornika woda napędza wytwarzające prąd turbiny prądotwórcze.



Schemat elektrowni szczytowo-pompowej



Elektrownia Wodna (szczytowo-pompowa) w Żarnowcu

Elektrownia wykorzystuje J. Żarnowieckie jako zbiornik dolny, natomiast zbiornik górny stanowi wybudowane na pobliskim płaskowyżu sztuczne jezioro Czymanowo. Moc zainstalowana w tej jednostce wynosi 716 MW.

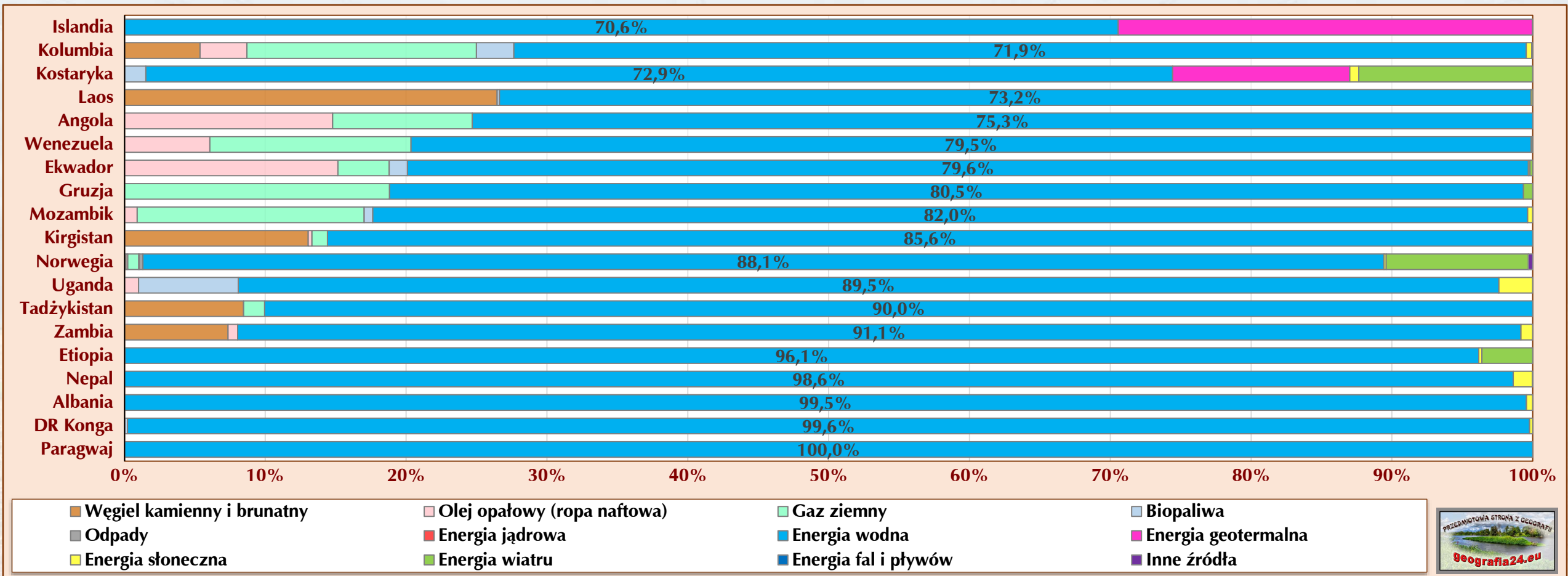
Elektrownie wodne (hydroelektrownie) głównym źródłem OZE na świecie

- 🌐 W 2021 r. elektrownie wodne (głównie zaporowe) dostarczyły **15,5% ogółu energii elektrycznej** na świecie, czyli są **głównym źródłem uzyskiwania odnawialnej energii**.
- 🌐 Elektrownie wodne największe znaczenie mają obecnie w krajach rozwijających się, przystępujących do rozbudowy mocy sektora energetycznego kraju.
- 🌐 Niestety inwestycje takie często nie są obojętne dla środowiska, ponieważ w celu wybudowania zapór dla elektrowni wodnych konieczne jest przynajmniej chwilowe zahamowanie lub spowolnienie wody płynącej w rzece.



Znaczenie energetyki wodnej na świecie

- 🌐 **Energetyka wodna** – najbardziej popularna jest w państwach (w krajach tych stanowią one powyżej 50% udziału) o dużych rzekach, posiadających duży przepływ lub/i spadek terenu (elektrownie przepływowe i zbiornikowe), np.:
- 🌐 kraje omdian wilgotnych stref klimatycznych (szczególnie równikowej) oraz tereny górskie: Paragwaj (na Paranie), Zambia i Mozambik (na Zambezi), Demokratyczna Rep. Konga (na Kongo), Wenezuela (na Caroni), Tadżykistan (na Wachs), Norwegia (liczne rzeki górskie), Albania (duży spadek rzek górskich, np. Bistrica, Curraj), Brazylia (Iguacu, Rio Grande Parana i San Francisco), Etiopia (Nil Błękitny), Ghana (na Wolcie), Kolumbia (małe rzeki górskie: Cauca).



Elektrownie wodne w Afryce

🌐 W Afryce na uwagę zasługują wielkie elektrownie wodne, zlokalizowane, m.in. w:

🌐 **Zambii, Zimbabwe i Mozambiku** – na rzece **Zambezi** (hydroelektrownie: *“Tama Kariba”* i *“Cahora Bassa”*),

🌐 **Demokratycznej Republice Konga** – na rzece **Kongo** (zespół hydroelektrowni: *“Inga”*),

🌐 **Egipcie i Sudanie** – na rzece **Nil** (elektrownia wodna *“Wysoka Tama Asuańska”*),

🌐 **Etiopii** – na **Nilu Błękitnym**,

🌐 **Ghanie** – na rzece **Wolta**.

🌐 **Nigerii** – na rzece **Niger**,

🌐 **RPA** – na rzece **Oranje**,

🌐 **Kamerunie** – na rzece **Sanaga**.

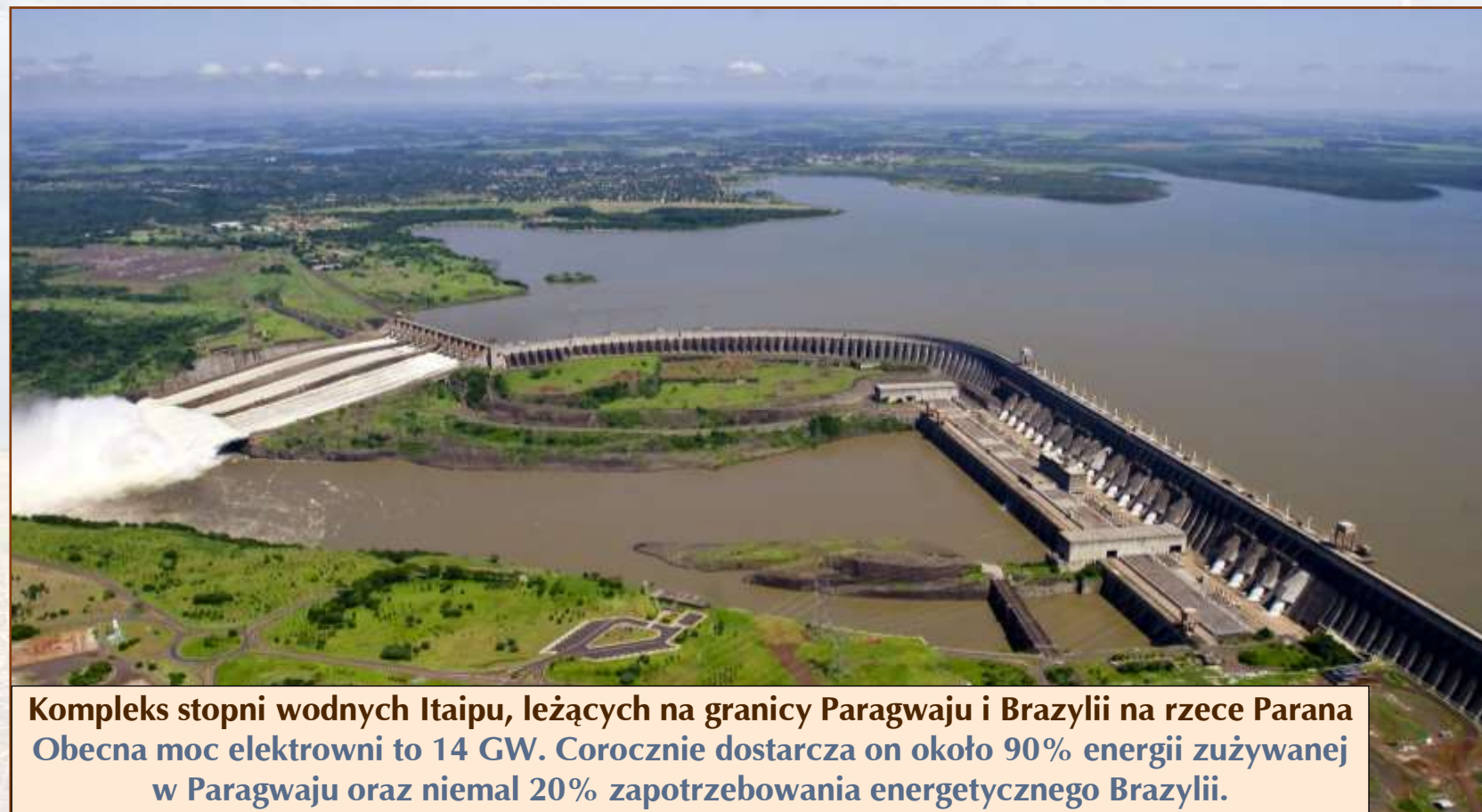
Tama Kariba, leżąca w pasie granicznym pomiędzy Zambią i Zimbabwe
Jest to jedna z największych sztucznych zapór wodnych na świecie. W celu powstania tej elektrowni stworzono największe na świecie jezioro antropogeniczne (Jez. Kariba) o wymiarach 220 km (długość) i 40 km (szerokość). Moc tej elektrowni wynosi tylko 1,6 GW (rocznie uzyskuje się z niej około 6,4 TWh energii).



Elektrownie wodne w Ameryce Południowej

🌐 W Ameryce Południowej największe hydroelektrownie posiada:

- 🌐 **Brazylia** – na rzekach **Parana** (kompleks stopni wodnych “**Itaipu**” – elektrownia brazylijsko-paragwajska o mocy ponad 14 GW), **Rio Grande**, **Tocantins** (elektrownia “**Tucuru**” o mocy 8,0 GW), **Tiete**, **Paranaíba**, **Iguacu** i **San Francisco**;
- 🌐 **Paragwaj** – na **Paranie** (kompleks stopni wodnych “**Itaipu**”);
- 🌐 **Wenezuela** – na rzece **Caroní** (hydroelektrownia “**Guri**” o mocy 10,1 GW);
- 🌐 **Kolumbia** – w obrębie małych rzek górskich, np. **Cauca**.



Kompleks stopni wodnych Itaipu, leżących na granicy Paragwaju i Brazylii na rzece Parana
Obecna moc elektrowni to 14 GW. Corocznie dostarcza on około 90% energii zużywanej
w Paragwaju oraz niemal 20% zapotrzebowania energetycznego Brazylii.

Elektrownie wodne w Ameryce Północnej

🌐 W Ameryce Północnej największe hydroelektrownie posiadają:

- 🌐 **Stany Zjednoczone** – na rzekach **Kolorado** (hydroelektrownie: *“Zapora Hoovera”* i *“Zapora Grand Coulee”* o mocy 6,8 GW), **Tennessee**, **Columbia**, **Missouri**;
- 🌐 **Kanada** – na rzekach **Columbia**, **Nelson**, **Rzeka Świętego Wawrzyńca**, **Zbiornikach La Grande** (hydroelektrownia: *“Robert-Bourassa”* o mocy 5,7 GW) i na rzece **Churchill** (hydroelektrownia: *“Churchill Falls”* o mocy 5,4 GW);
- 🌐 **Meksyk** – na rzekach **Santiago** i **Balsas**.



Zapora Hoovera w Stanach Zjednoczonych na rzece Kolorado

Powstała w 1936 r. – niegdyś była to nie tylko największa hydroelektrownia, ale także i największa na świecie konstrukcja wykonana z betonu. Obecnie już nie jest to tak duża konstrukcja (na świecie jest około 40 elektrowni większych od niej). Jej moc to zaledwie 2,1 GW (uzyskiwana energia nie przekracza 5 TWh).

Elektrownie wodne w Europie

🌐 W Europie w większości występują małej mocy elektrownie wodne usytuowane w większości w górnych odcinkach rzek (w górach, cechują się one dużym spadkiem), m.in. w:

- 🌐 **Norwegii**, np. na rzekach: **Sira**, **Begna**, **Lagen**;
- 🌐 **Szwecji**, np. na rzekach: **Osterdal**, **Indals** i **Lule**;
- 🌐 **Hiszpanii**, np. na rzece **Tag**);
- 🌐 **krajach alpejskich**: **Austrii**, **Niemczech**, **Szwajcarii**, **Francji** i **Włoszech**;
- 🌐 **Albanii**, np. **Bistrica**, **Curraj**;
- 🌐 na **Ukrainie** – na rzece **Dniepr**.



W Norwegii (kraju zasobnym w ropę naftową i gaz ziemny) funkcjonuje obecnie prawie 950 elektrowni wodnych. Są to z reguły bardzo niewielkie jednostki, które jednak jak się zsumuje wystarczają praktycznie za zapotrzebowanie tego kraju. Można zresztą powiedzieć, że gdyby nie fakt, że Norwegowie chcą się zabezpieczyć, np. gdyby nic nie padało i w rzekach nie byłoby wody, innych elektrowni w ogóle nie potrzebowaliby. Norwegia ze stuletnim ponad doświadczeniem zużywa obecnie najwięcej prądu na świecie w przeliczeniu na jednego mieszkańca.

Elektrownie wodne w Azji

🌐 W Azji występują różnej wielkości elektrownie wodne:

🌐 duże obiekty hydroenergetyczne, występujące w:

🌐 **Rosji** – na rzekach: **Wołga**, **Kama**, **Don**, **Jenisej** (hydroelektrownie “*Sajano-Suszeńska*” o mocy 6,5 GW i “*Krasnojarska*”) i **Angara** (“*Bracka*” i “*Ust'-Ilimska*”);

🌐 **Chinach** – na rzekach: **Huang He**, **Jangcy** (hydroelektrownia “*Tama Trzech Przełomów*” o mocy 22,5 GW), **Hongshui** (“*Tama Longtan*” o mocy 6,4 GW) i **Mekong** (“*Xiaowan*”);

🌐 małej wielkości obiekty hydroenergetyczne, oparte o małej mocy elektrownie, zlokalizowane na licznych rzekach górskich o dużym spadku, np. w:

🌐 **Japonii**;

🌐 **Tadżykistanie** – na rzece **Wachsz**.



Tama Trzech Przełomów (Zapora Trzech Przełomów) na rzece Jangcy

Budowa elektrowni trwała ponad 10 lat (w latach 1993 – 2006). Napełnianie zbiornika zakończono 26 października 2010 uzyskując poziom wody wynoszący 175 m, który umożliwia elektrowni wodnej działanie z pełną mocą. Wielka Tama jest najdroższym pojedynczym projektem budowlanym na świecie. Jej obecna moc to 22,5 GW. W 2016 roku wyprodukowano tu 93,5 TWh energii.



Zalety i wady elektrowni wodnych

⌚ **Elektrownie wodne mają wiele zalet, m.in.:**

- ⌚ opierają się na surowcu odnawialnym,
- ⌚ nie zanieczyszczają środowiska,
- ⌚ ze względu na możliwość szybkiego zatrzymywania i wznowiania produkcji mogą zaspokajać zmienne w różnych porach roku, czy doby, zapotrzebowanie na energię (zwłaszcza elektrownie szczytowo-pompowe),
- ⌚ bardzo niskie koszty funkcjonowania (samoczynnie przepływająca woda),
- ⌚ niskie koszty eksploatacji (wymagają niewielkiej liczby pracowników).

⌚ **Wady elektrowni wodnych (czynniki ograniczające rozwój hydroenergetyki):**

- ⌚ wysoki koszt budowy zapór wodnych,
- ⌚ wysiedlenia ludności z terenów zalanych przez zbiorniki retencyjne,
- ⌚ powstają w miejscach ściśle określonych warunkami środowiska, co rzadko pokrywa się z rejonami dużego zapotrzebowania na energię,
- ⌚ powodują także liczne szkody ekologiczne, np.:
 - ⌚ zamulanie zapór przez odkładanie się zawiesin na dnach zbiorników,
 - ⌚ degradację struktury gleb,
 - ⌚ zmiany hydrologiczne i klimatyczne,
 - ⌚ utrudniają wędrówkę dla ryb i innych zwierząt,
- ⌚ pośrednio także zmiany flory i fauny pobliskich obszarów.



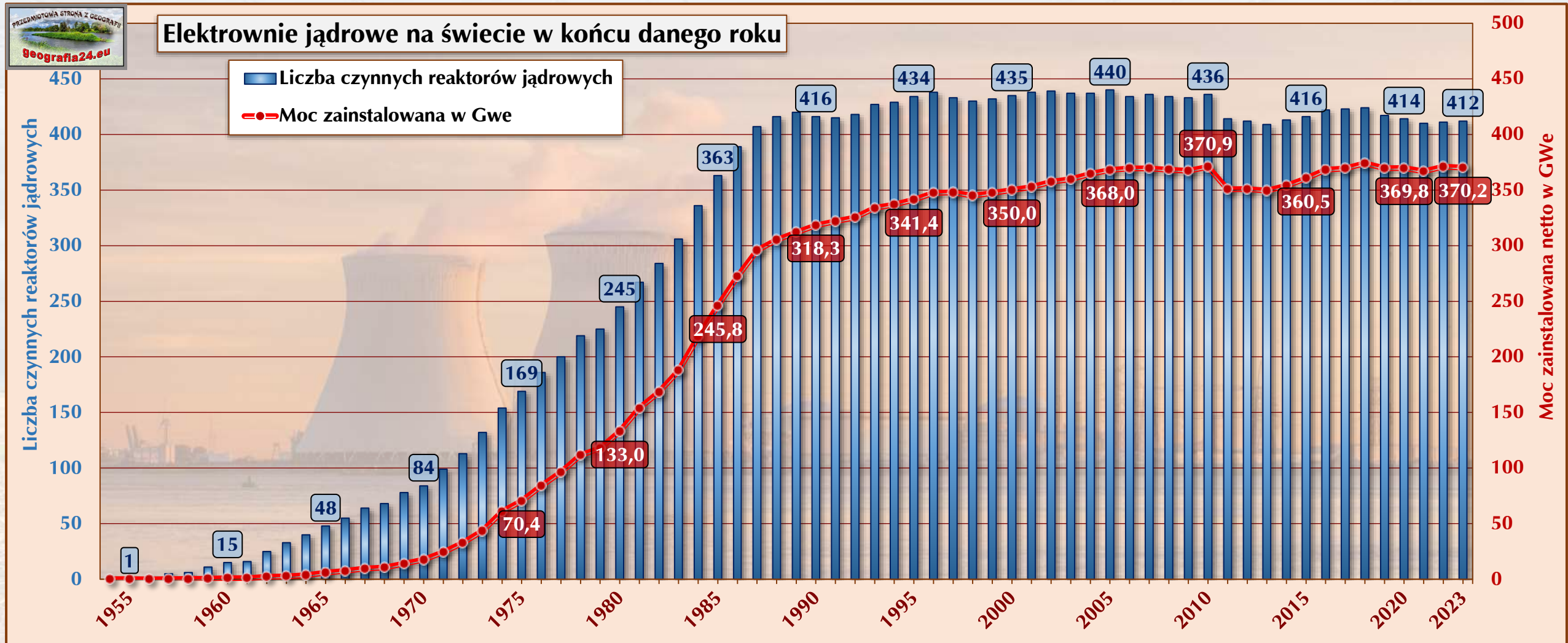
3. Elektrownie jądrowe

- 🌐 **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

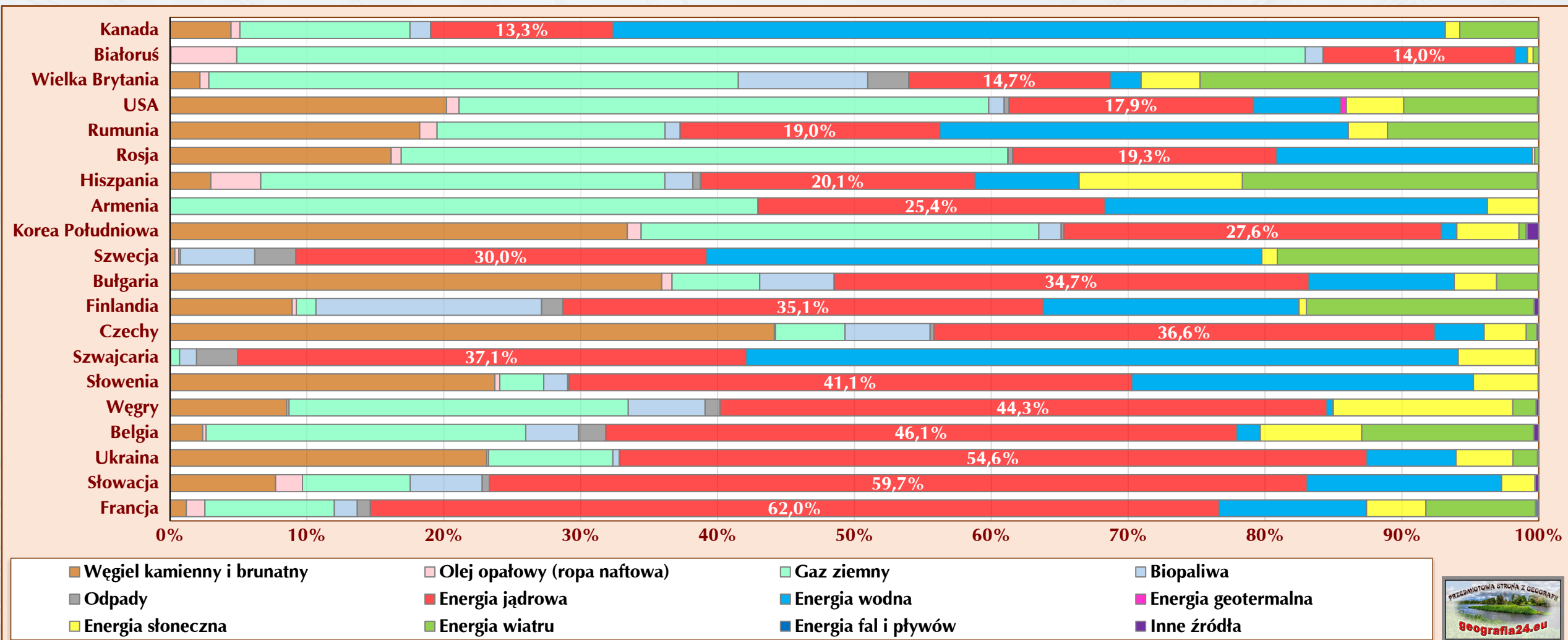
- 🌐 W końcu grudnia 2023 r. na świecie czynnych było 412 jądrowych bloków energetycznych (w 31 państwach oraz w Tajwanie), o całkowitej mocy 370 GWe.
- 🌐 W Japonii jest jeszcze kilkanaście czasowo wyłączonych bloków (w 2023 r. – 21 wyłączonych; działało jedynie 12).
- 🌐 Stąd wynika m.in. spadek liczby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

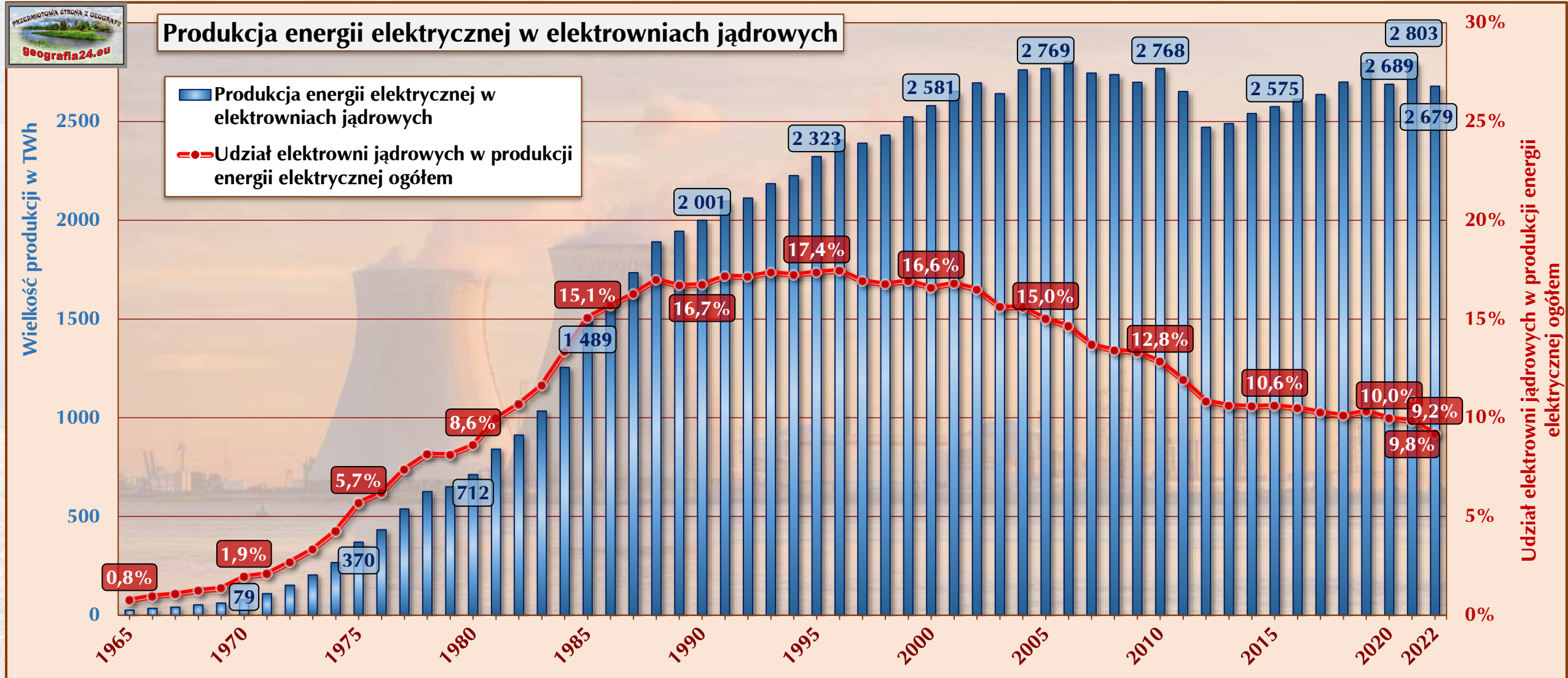


Produkcja energii elektrycznej z elektrowni jądrowych

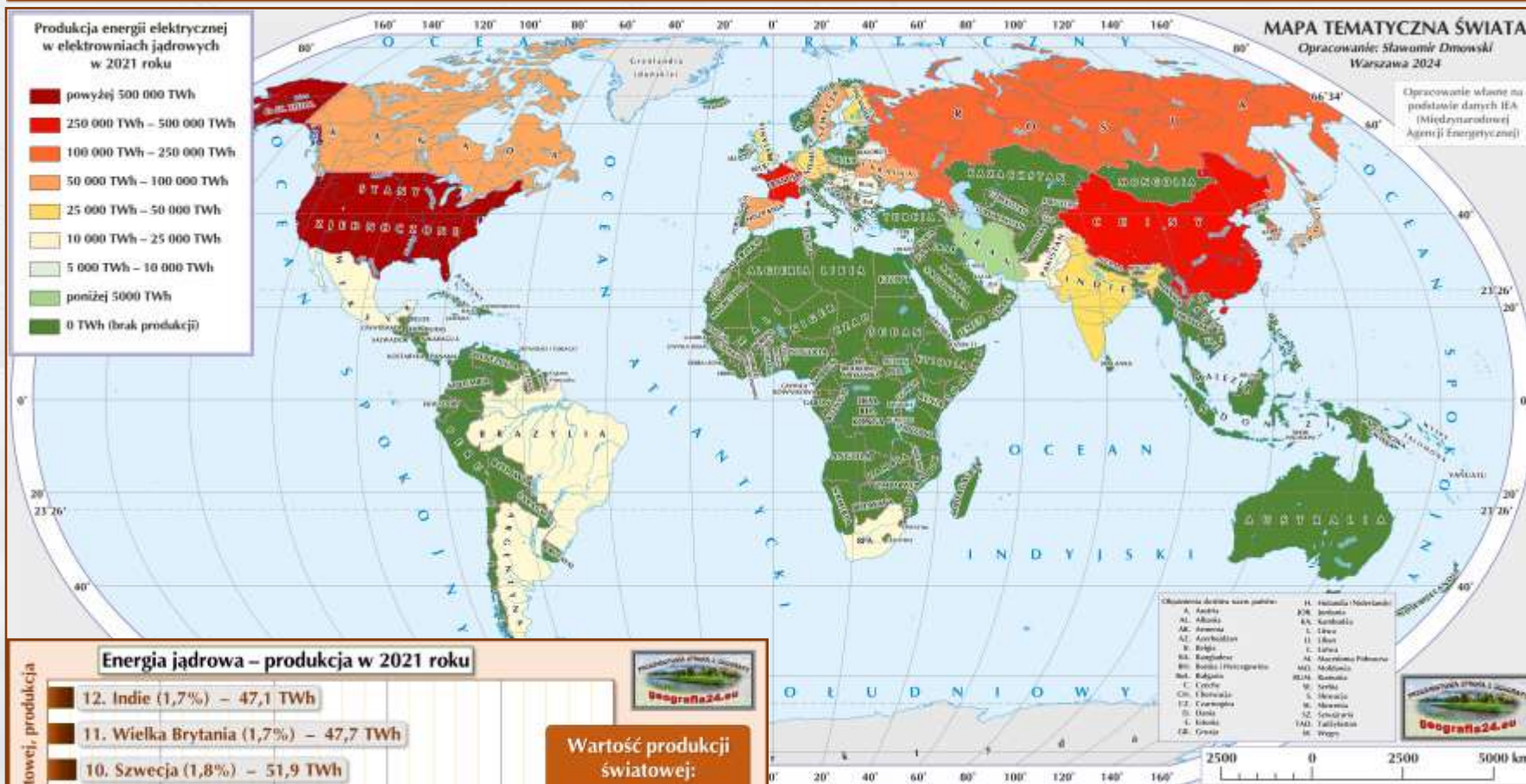
🌐 W 2022 roku w elektrowniach jądrowych wyprodukowano **2 679 TWh energii elektrycznej**.

🌐 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.

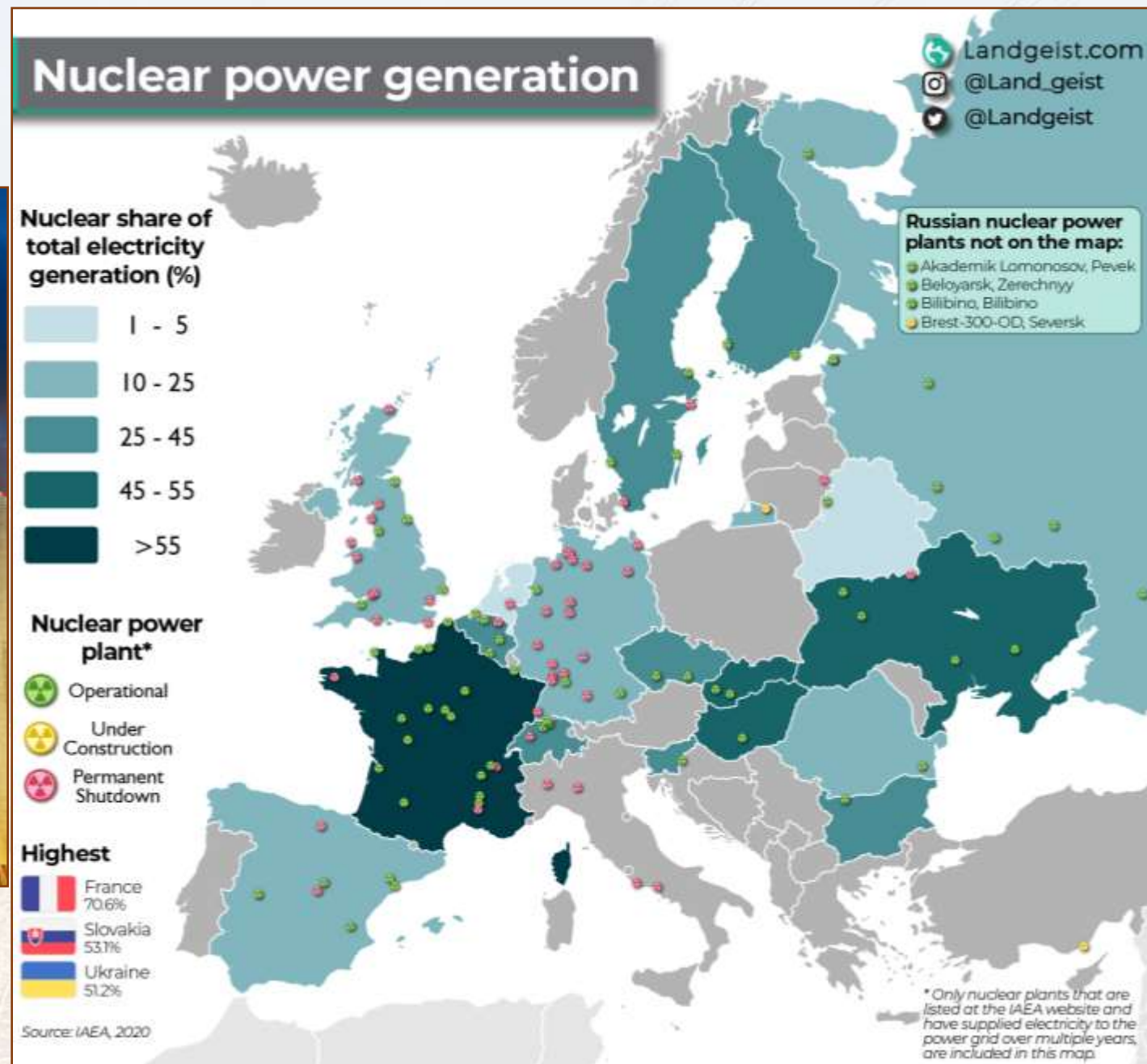


Rozmieszczenie elektrowni jądrowych w Europie

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

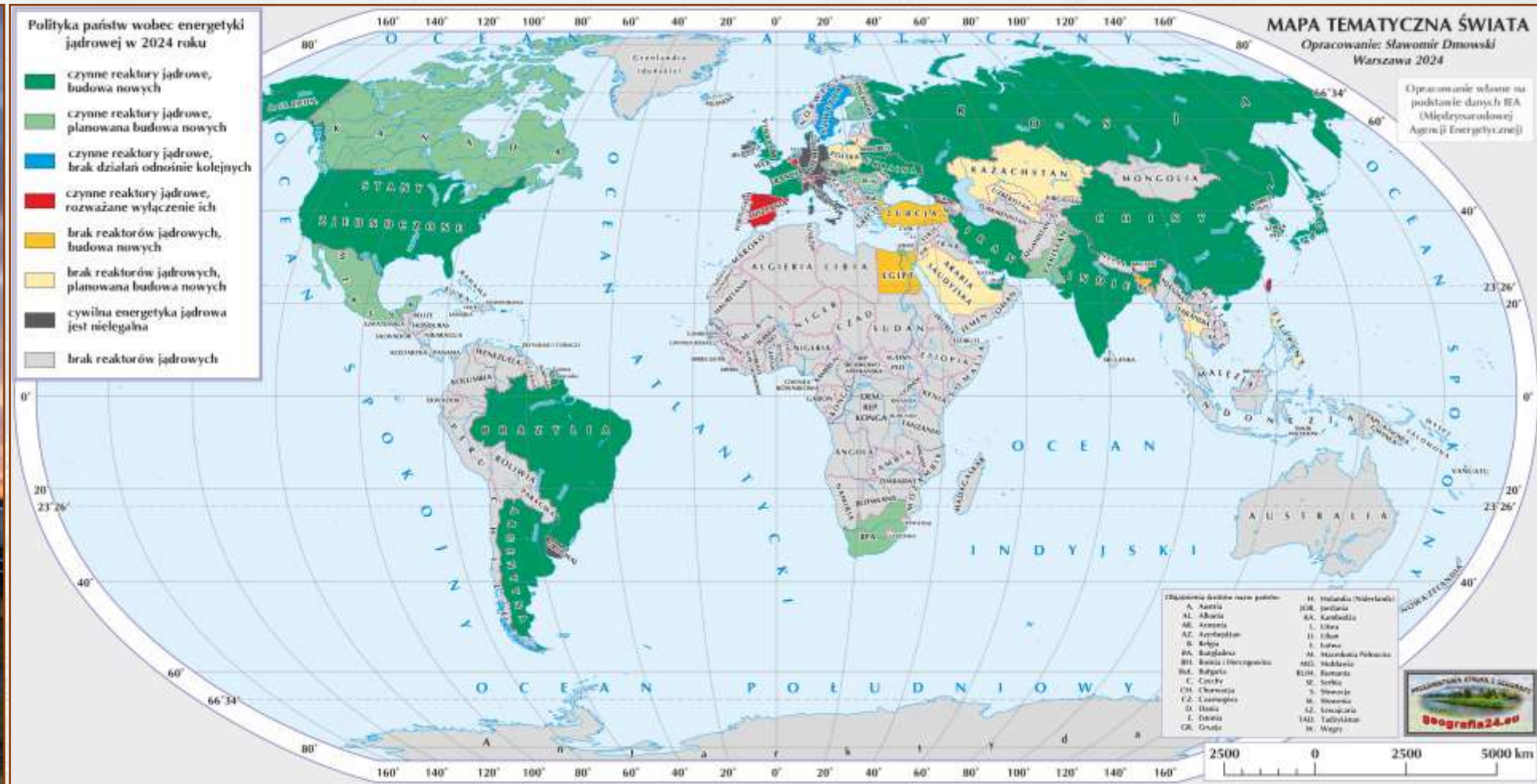
- 🌐 Polsce (w planach jest budowa 3 elektrowni),
- 🌐 Islandii,
- 🌐 Irlandii,
- 🌐 Norwegii,
- 🌐 Litwie,
- 🌐 Łotwie,
- 🌐 Estonii,
- 🌐 Austrii,
- 🌐 Portugalii,
- 🌐 Włoszech,
- 🌐 Chorwacji,
- 🌐 Bośni i Hercegowinie,
- 🌐 Serbii,
- 🌐 Czarnogórze,
- 🌐 Albanii,
- 🌐 do niedawna w Białorusi (od 2020 r. już działa).

🌐 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)

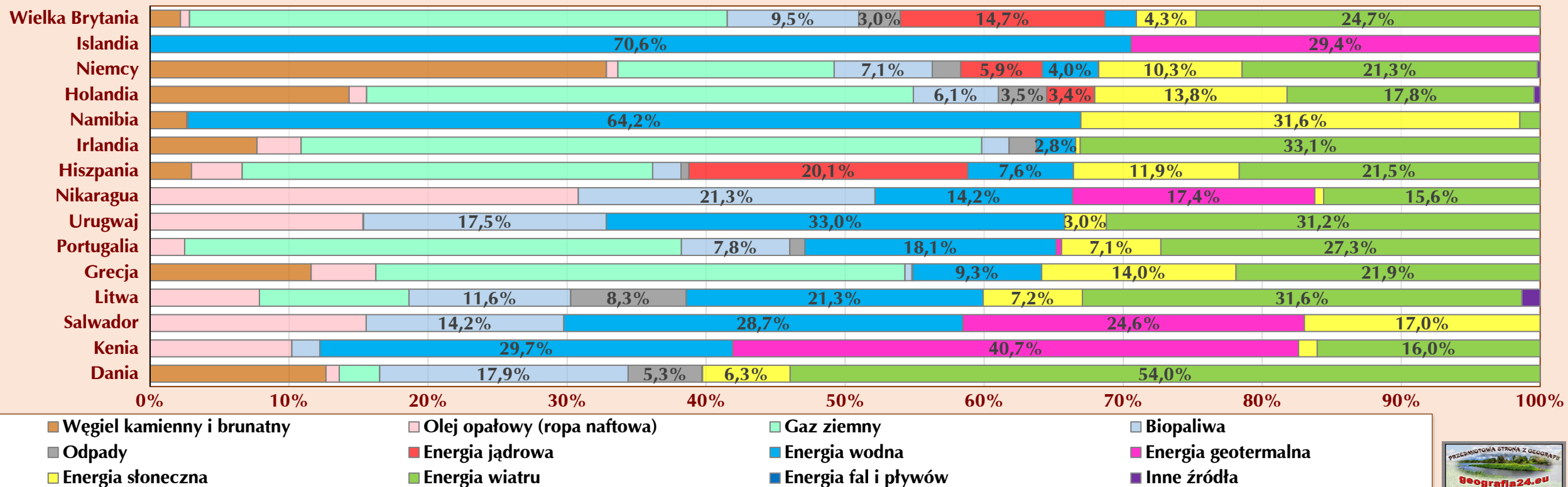
II. Energetyka alternatywna (niekonwencjonalna)

- ⌚ 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.



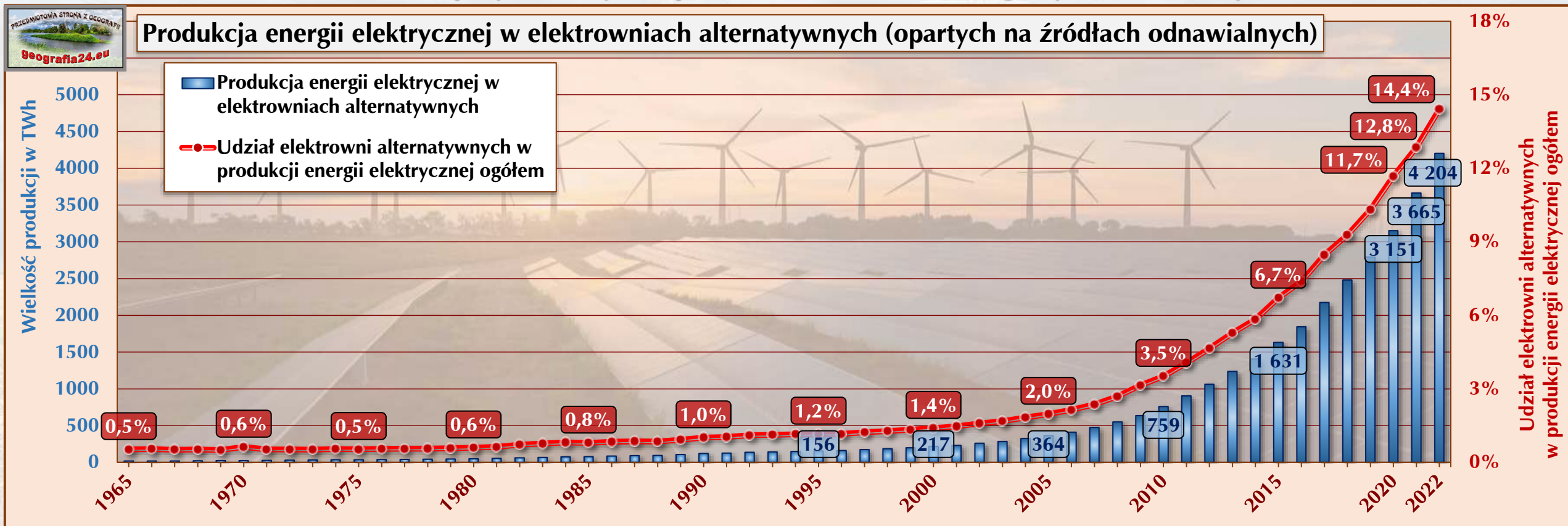
Odnawialne źródła energii

- 🌐 **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.**

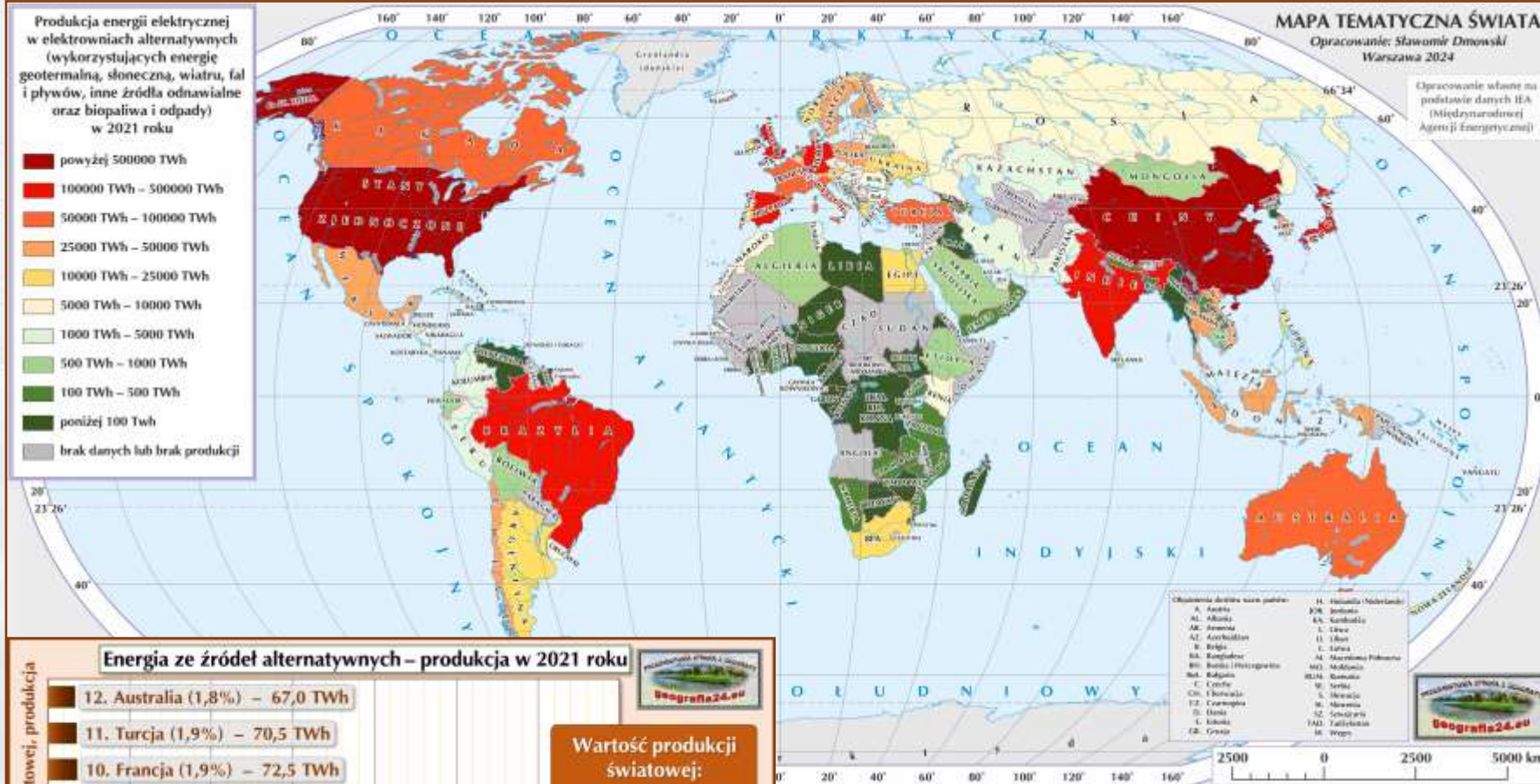


Znaczenie energetyki niekonwencjonalnej (alternatywnej)

- 🌐 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.



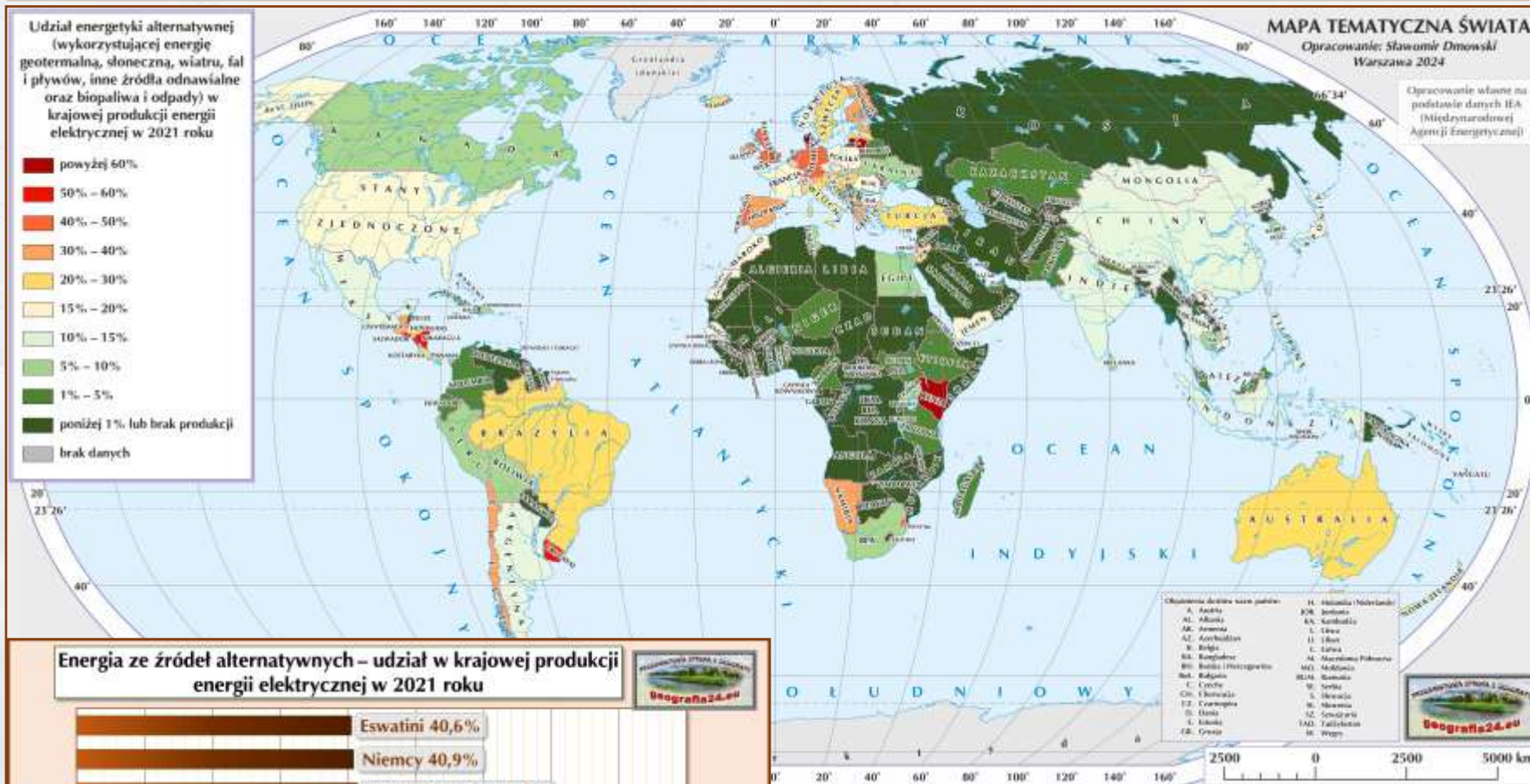
Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach wykorzystujących alternatywne źródła



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.

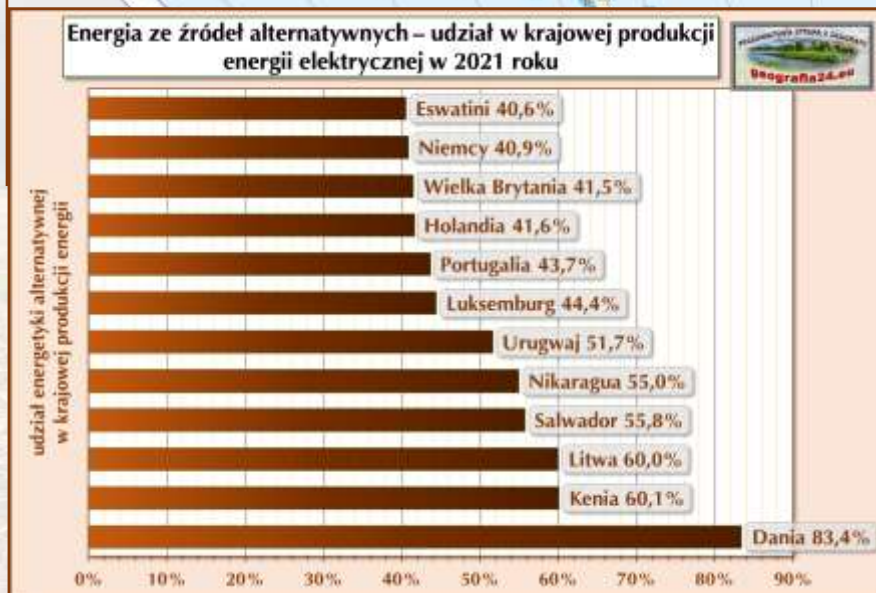
Udział energetyki alternatywnej w krajowej produkcji energii



🌐 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

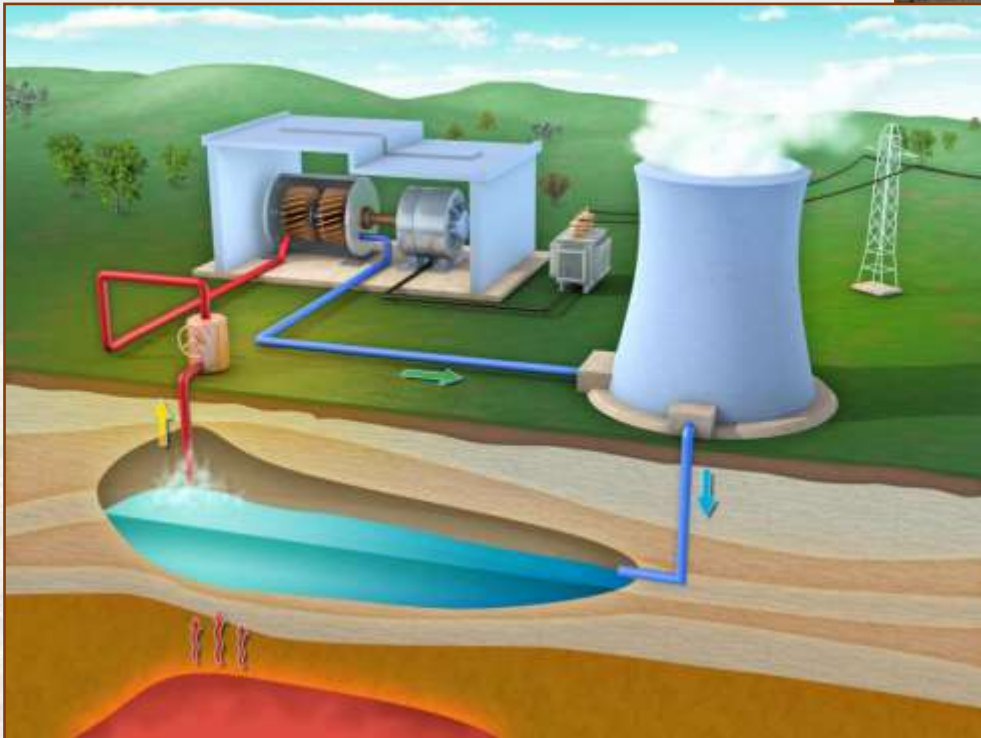
🌐 W **elektrowniach geotermalnych** do produkcji energii elektrycznej wykorzystuje się także, chociaż w niewielkim jeszcze stopniu, **gorące źródła** i wydobywające się **na obszarach wulkanicznych** z nich: **gorące wody i parę**.

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

🌐 obecna w ponad 70 krajach świata.

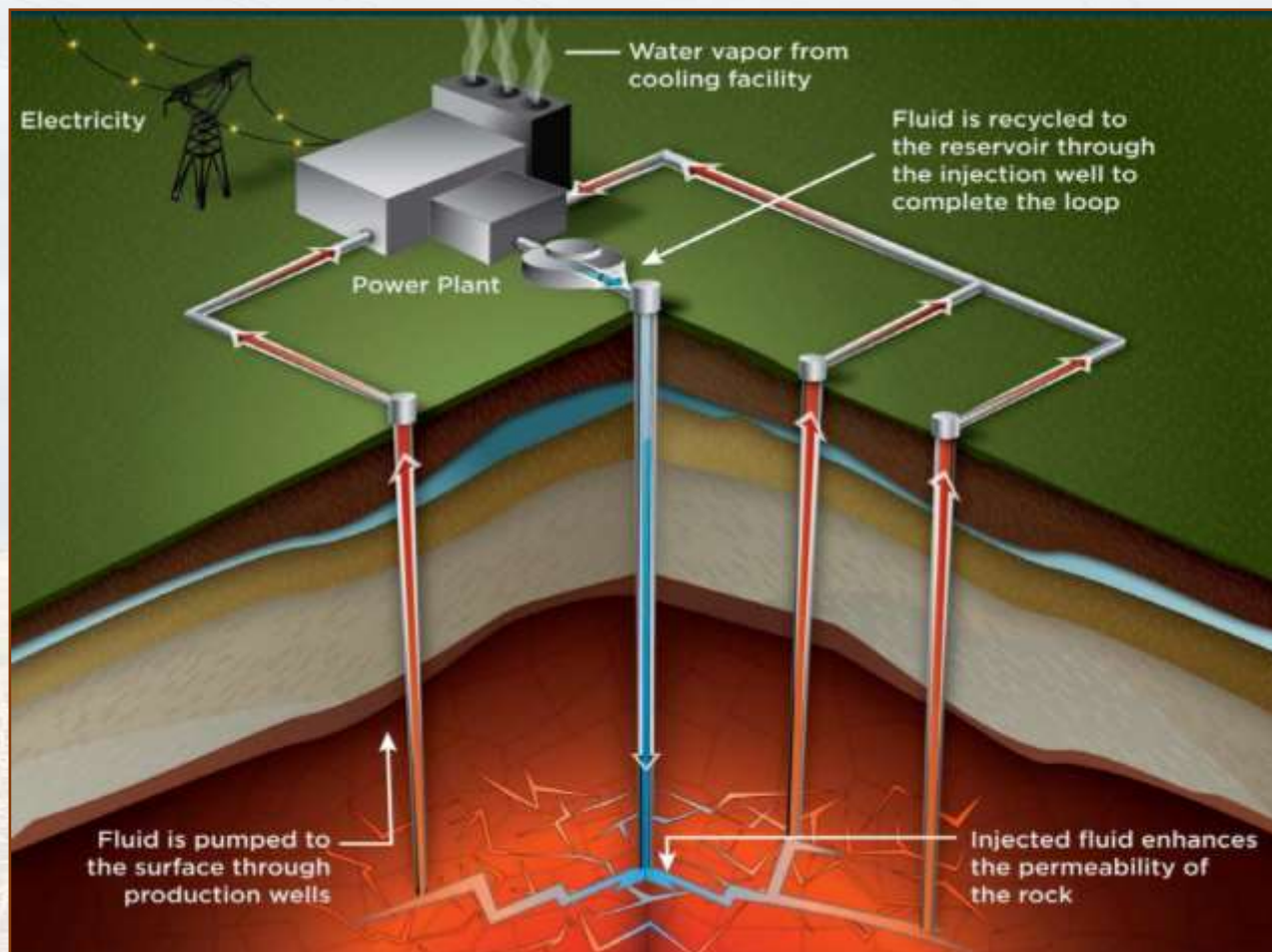


Instalacja geotermalna w Kalifornii



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

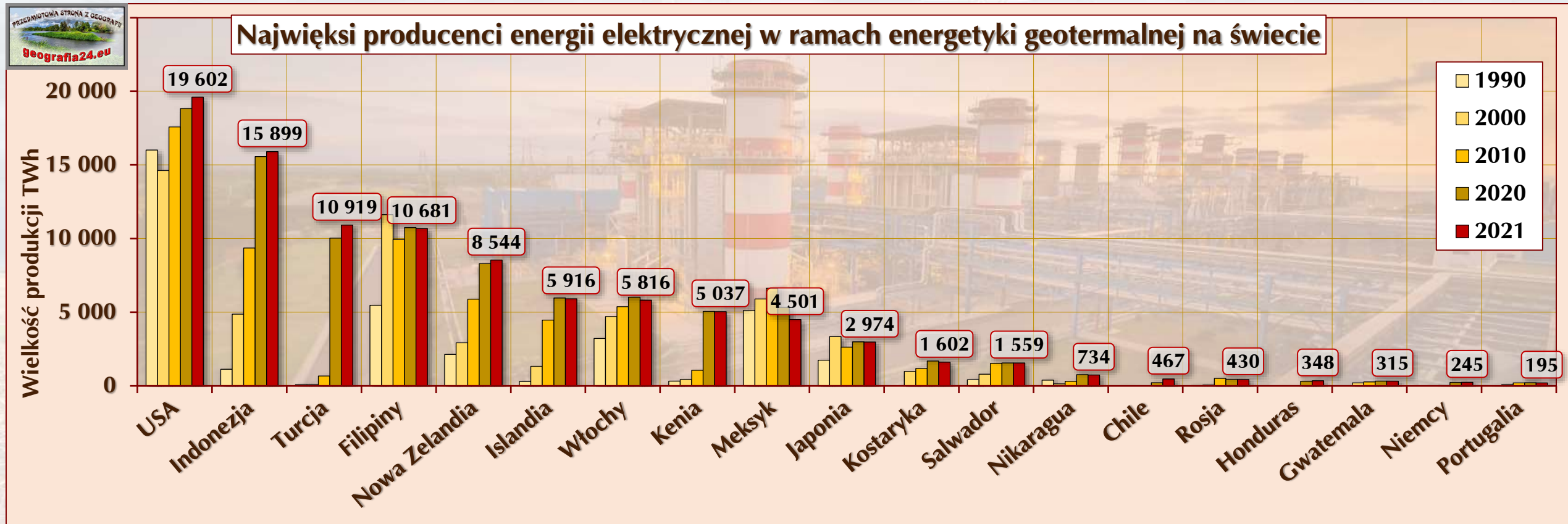
🌐 Obecnie energetyka geotermalna funkcjonuje w ponad **70. krajach świata** (w większości jednak pozyskuje się jedynie energię ciepłą, zaś tylko w około 25. – energię elektryczną).

🌐 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**.



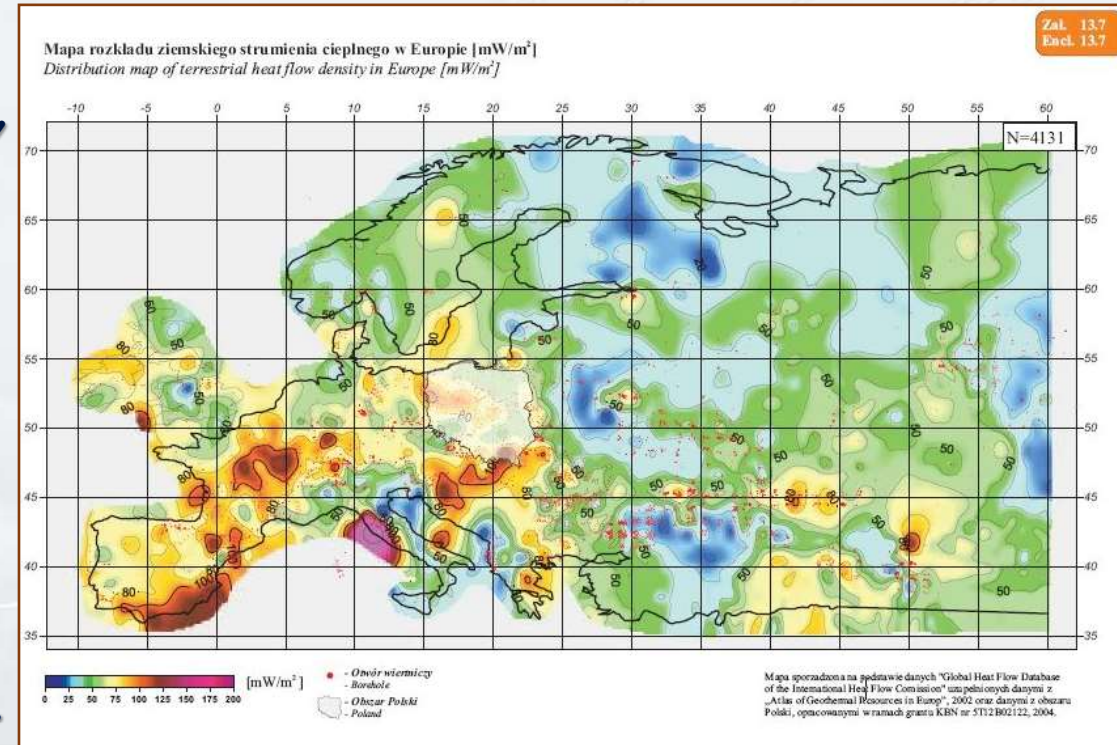
Najwięksi producenci energii elektrycznej w ramach energetyki geotermalnej na świecie



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.



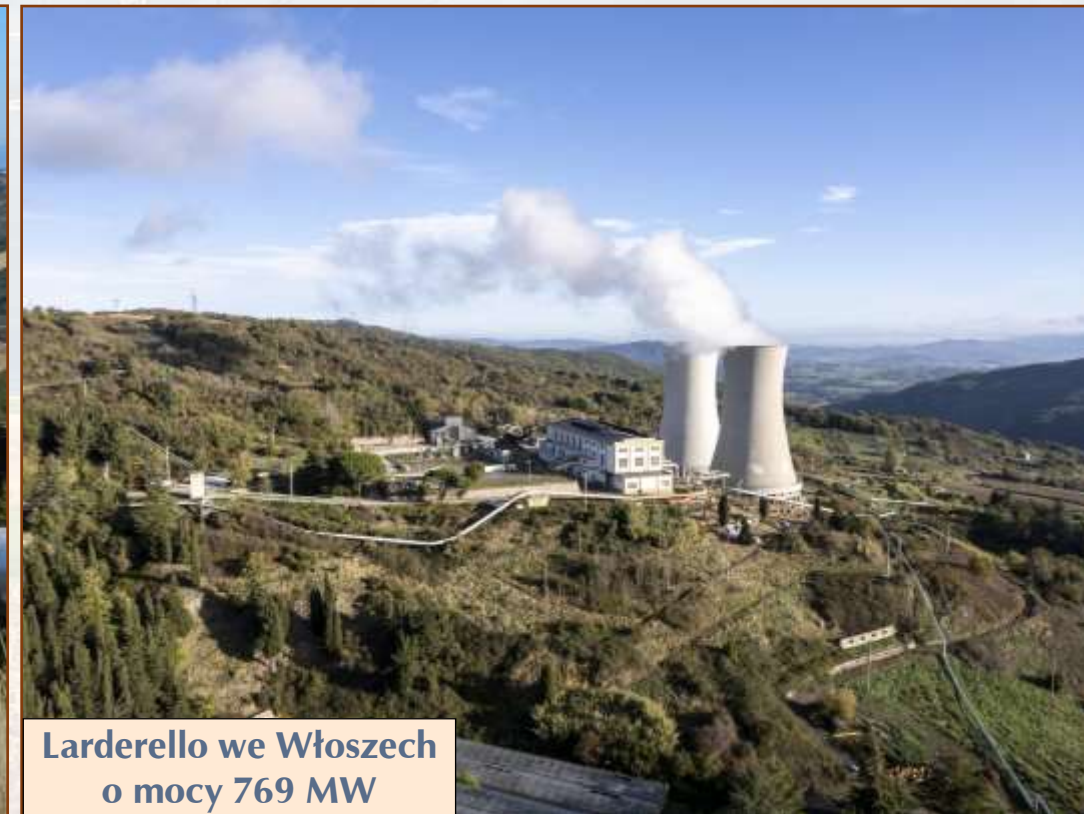
Geotermia na Islandii

- 🌐 **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).

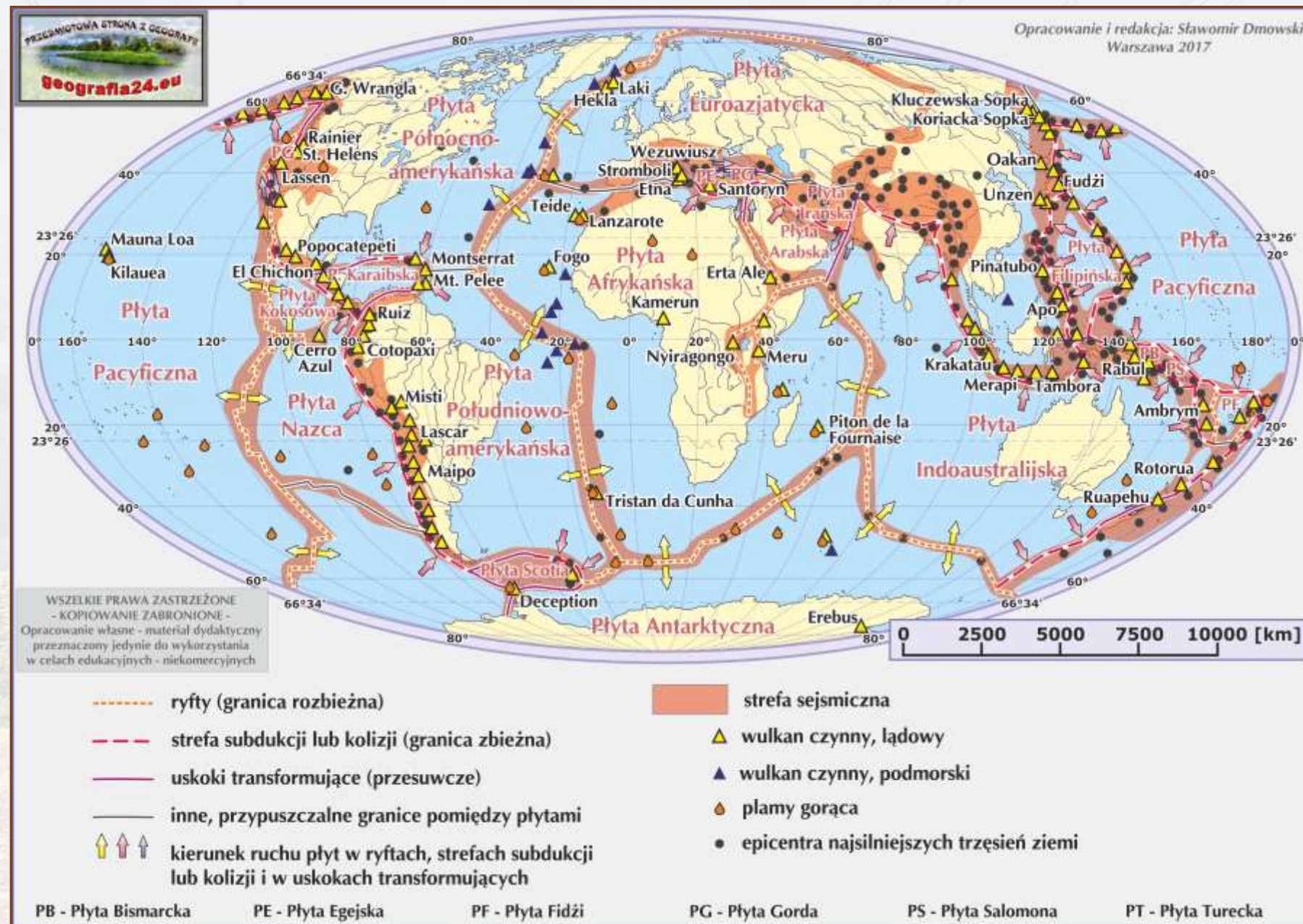


Energetyka geotermalna w Polsce

🌐 Polska leży poza strefami współczesnej aktywności tektonicznej i wulkanicznej.

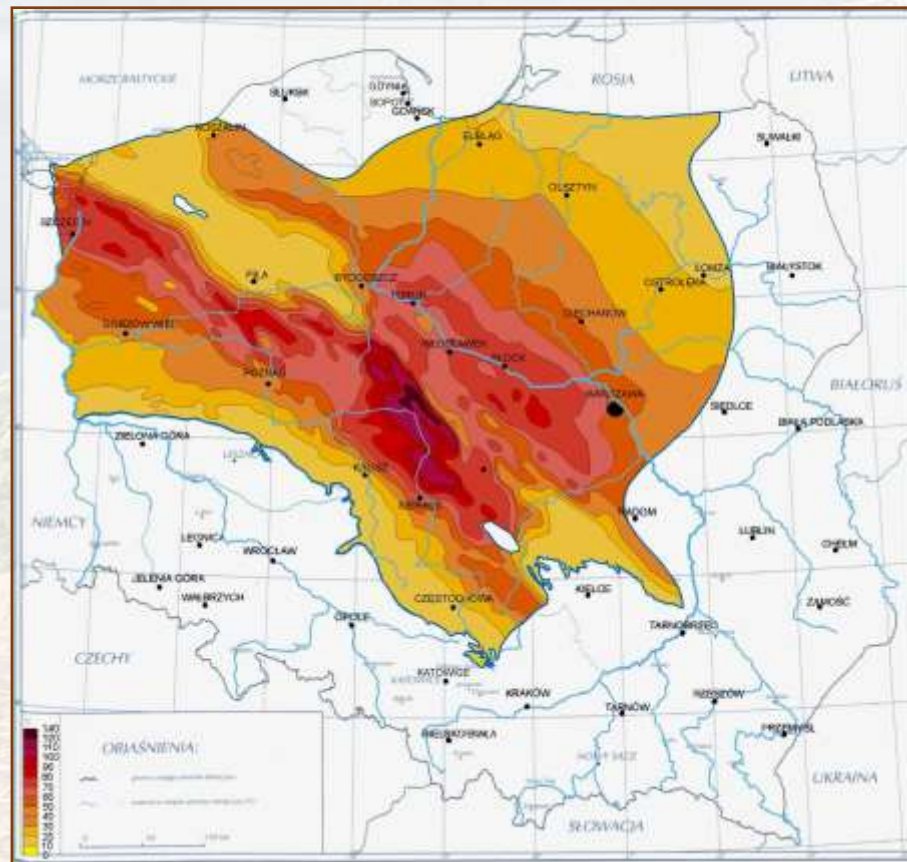
🌐 Z tego też względu pozyskiwanie złóż pary z dużych głębokości do produkcji energii elektrycznej jest na dzisiejszym etapie technologicznym bardzo mało opłacalna ekonomicznie – brak jest więc w Polsce **elektrowni geotermalnych produkujących prąd elektryczny**.

🌐 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 ciepłej**, 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 szansę 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 przyptywu**, 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).



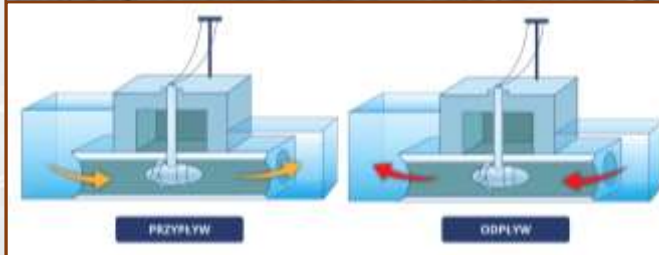
Główne zalety i wady energetyki opartej na pływach morskich

🌐 **Zalety energetyki pływowej:**

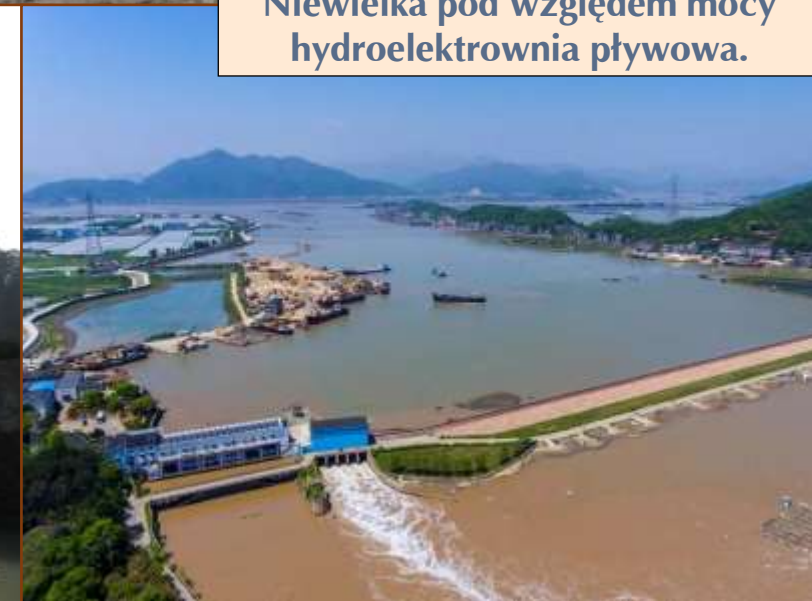
- 🌐 stosunkowo długi okres eksploatacji (nawet powyżej 100 lat),
- 🌐 energia pływów jest całkowicie przewidywalna i nie jest uzależniona od czynników atmosferycznych,
- 🌐 turbiny są lokowane na dnie morskim:
 - 🌐 nie są widoczne,
 - 🌐 nie słychać ich,
- 🌐 nie wytwarzają gazów cieplarnianych,
- 🌐 niskie 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. Energia prądów morskich i fal (elektrownie maremotoryczne; falowo-wodne)

🌐 **Elektrownie maremotoryczne (elektrownia falowo-wodna)** – to będące w fazie badań hydroelektrownie, wykorzystujące do produkcji energii elektrycznej siłę prądów morskich lub falowania.

🌐 Obecnie na świecie powstało kilka takich obiektów, głównie w celach eksperymentalnych:

🌐 w Stanach Zjednoczonych:

🌐 na wybrzeżu Florydy,

🌐 na Hawajach,

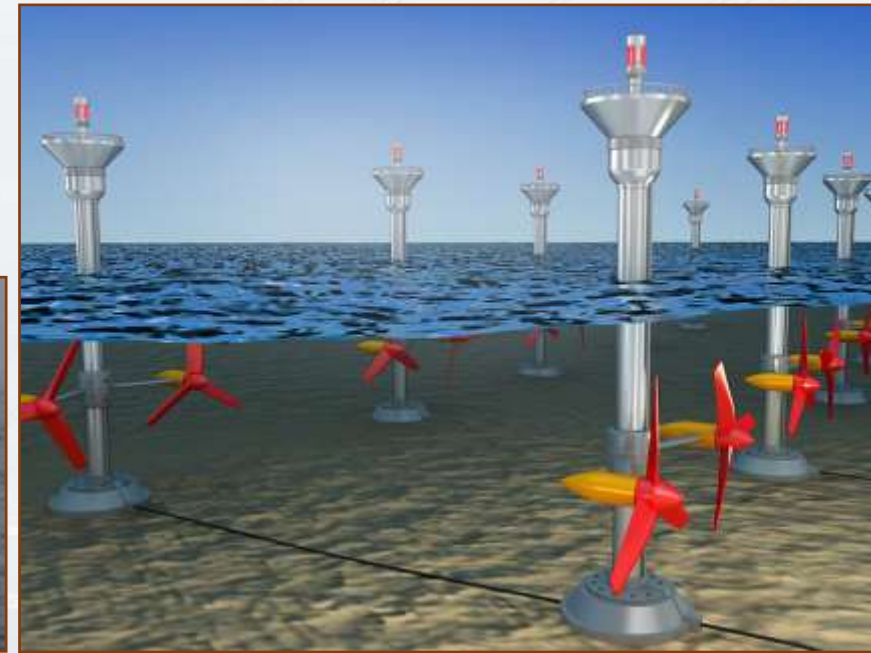
🌐 w Japonii,

🌐 w Hiszpanii,

🌐 w Portugalii,

🌐 w Finlandii,

🌐 w Izraelu.

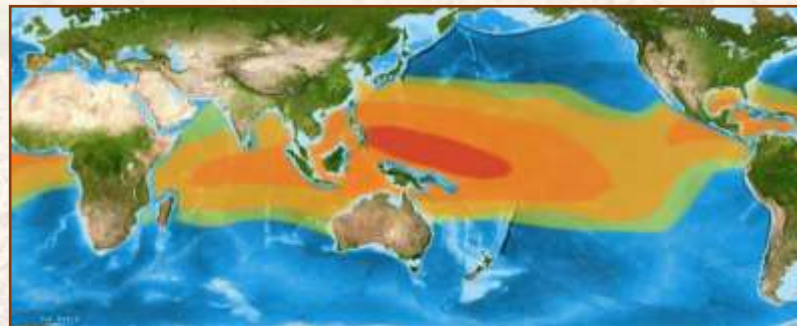
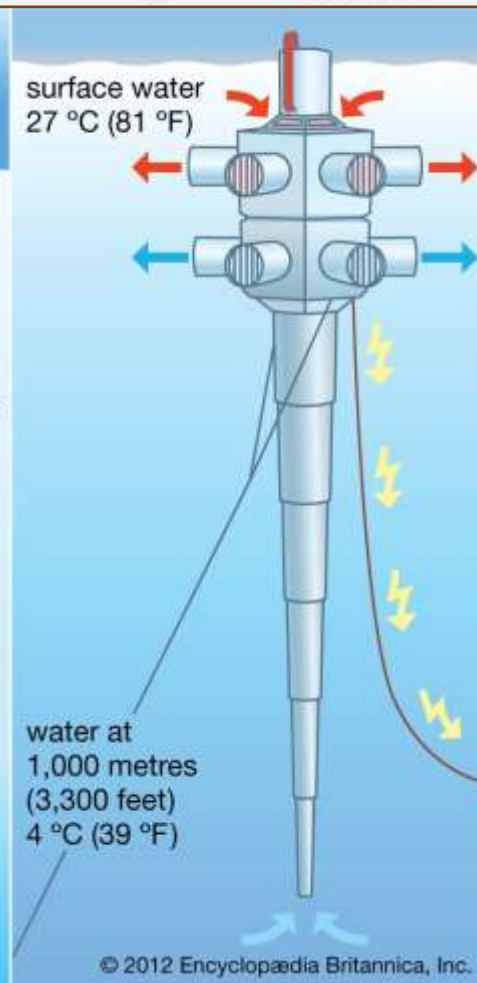
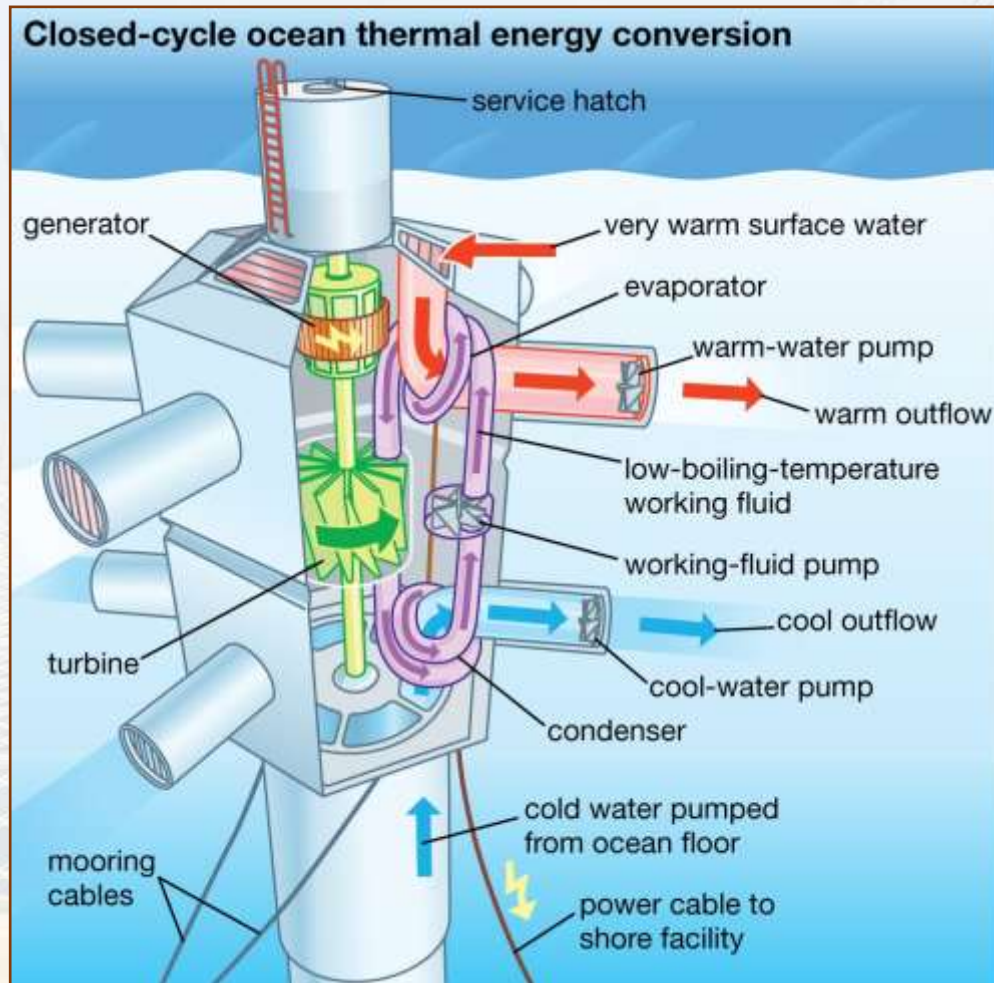


Agucadoura w Portugalii o mocy 2,2 MW (po lewej) i Azura na Hawajach o mocy 0,2 MW (po prawej)
Elektrownie maremotoryczne, wykorzystujące falowanie – ruch pływaków przyczynia się do ruchu cewek w polu magnetycznych i produkcji tym samym prądu – niestety ich moc jest znikoma (produkcja energii minimalna).



4. Energia maretermiczna (oceanotermiczna)

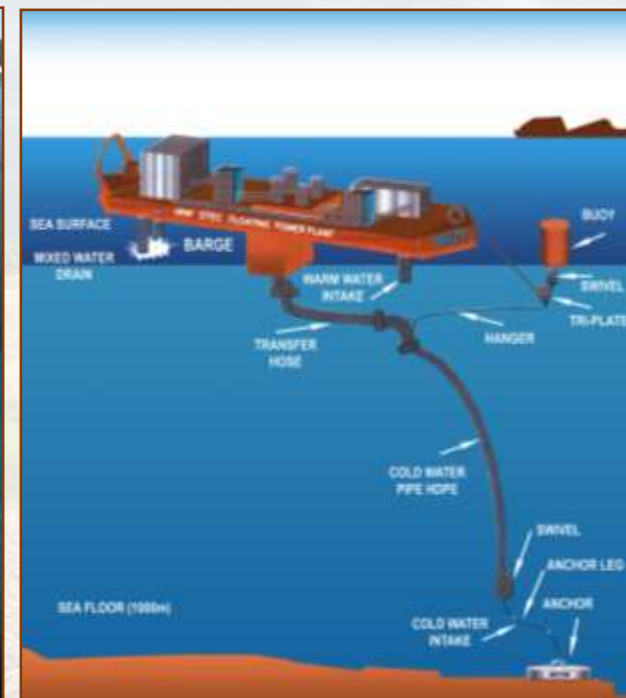
- Wielkie nadzieje pokłada się w **elektrowniach "maretermicznych"** wykorzystujących różnicę temperatur wód oceanicznych.
- Teoretycznie, wprowadzając zamknięty obieg ciepłych wód powierzchniowych i zimnych - zalegających na głębokości około 1000 m, przy założeniu różnicy temperatur ok. 25°C (minimum 20°C), można wytworzyć parę napędzającą maszyny prądotwórcze.
- Para powstaje wskutek ogrzewania czynnika roboczego (amoniaku, freonu lub propanu) ciepłymi wodami o temperaturze wody powierzchniowej.
- Następnie czynnik jest skraplany za pomocą zimnej wody głębinowej.
- Najlepsze pod tym względem warunki panują w strefie międzyzwrotnikowej.
- Do chwili obecnej prawie nie istnieją żadne większe elektrownie tego typu z uwagi na zbyt wysoki koszt wytwarzania pary.



4. Energia maretermiczna (oceanotermiczna)

🌐 Elektrownie “maretermicznych” w celach eksperymentalnych i badawczych powstały lub są w fazie rozważań:

- 🌐 w **Indonezji** (5 MW),
 - 🌐 na Bali,
- 🌐 na **Polinezji Francuskiej** (5 MW),
 - 🌐 na Tahiti,
- 🌐 w **Stanach Zjednoczonych** (40 MW),
 - 🌐 na Hawajach,
 - 🌐 Wyspach Dziewiczych Stanów Zjednoczonych,
- 🌐 w **Japonii** (10 MW),
- 🌐 w **Indiach**,
- 🌐 na **Bahamach**,
- 🌐 **Chinach** (Wyspa Hajnan),
- 🌐 **Kiribati**,
- 🌐 **Martynice**.



5. 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.**

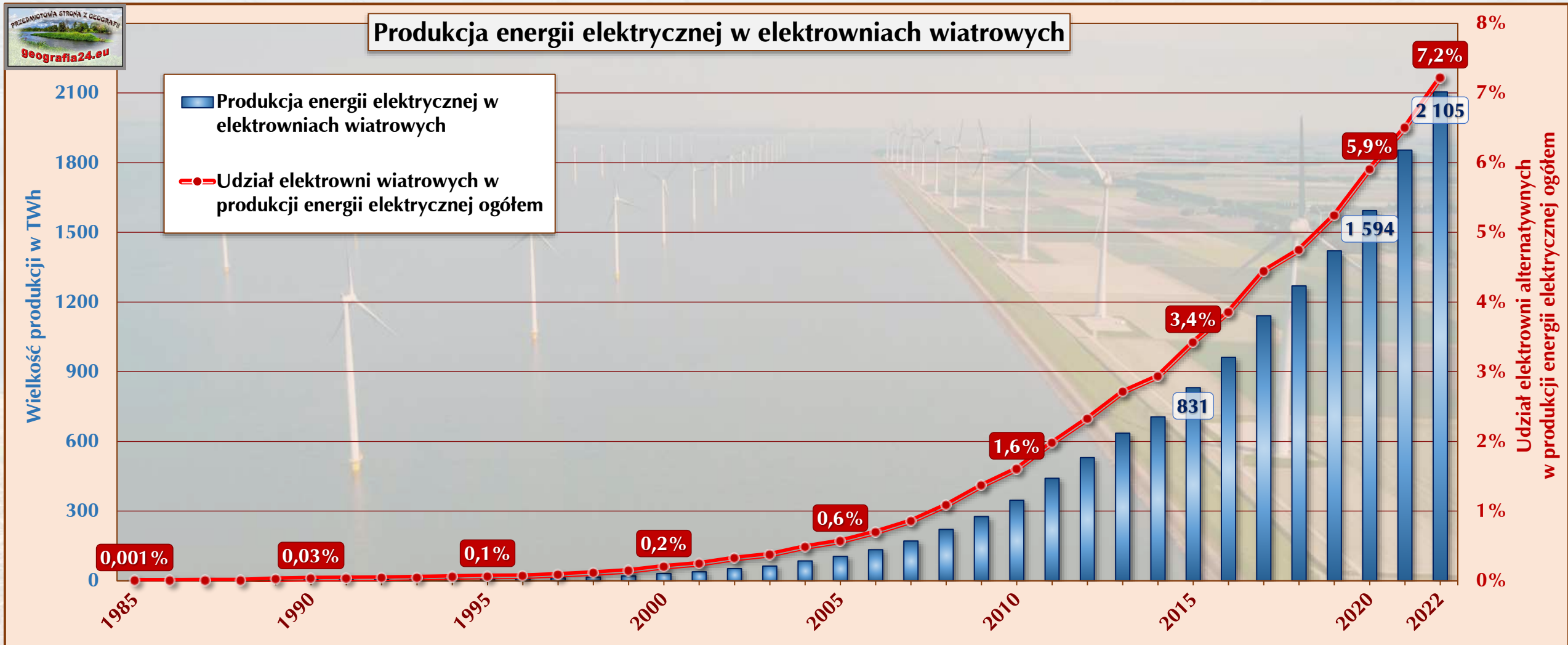


Łączna moc zainstalowana w energetyce wiatrowej

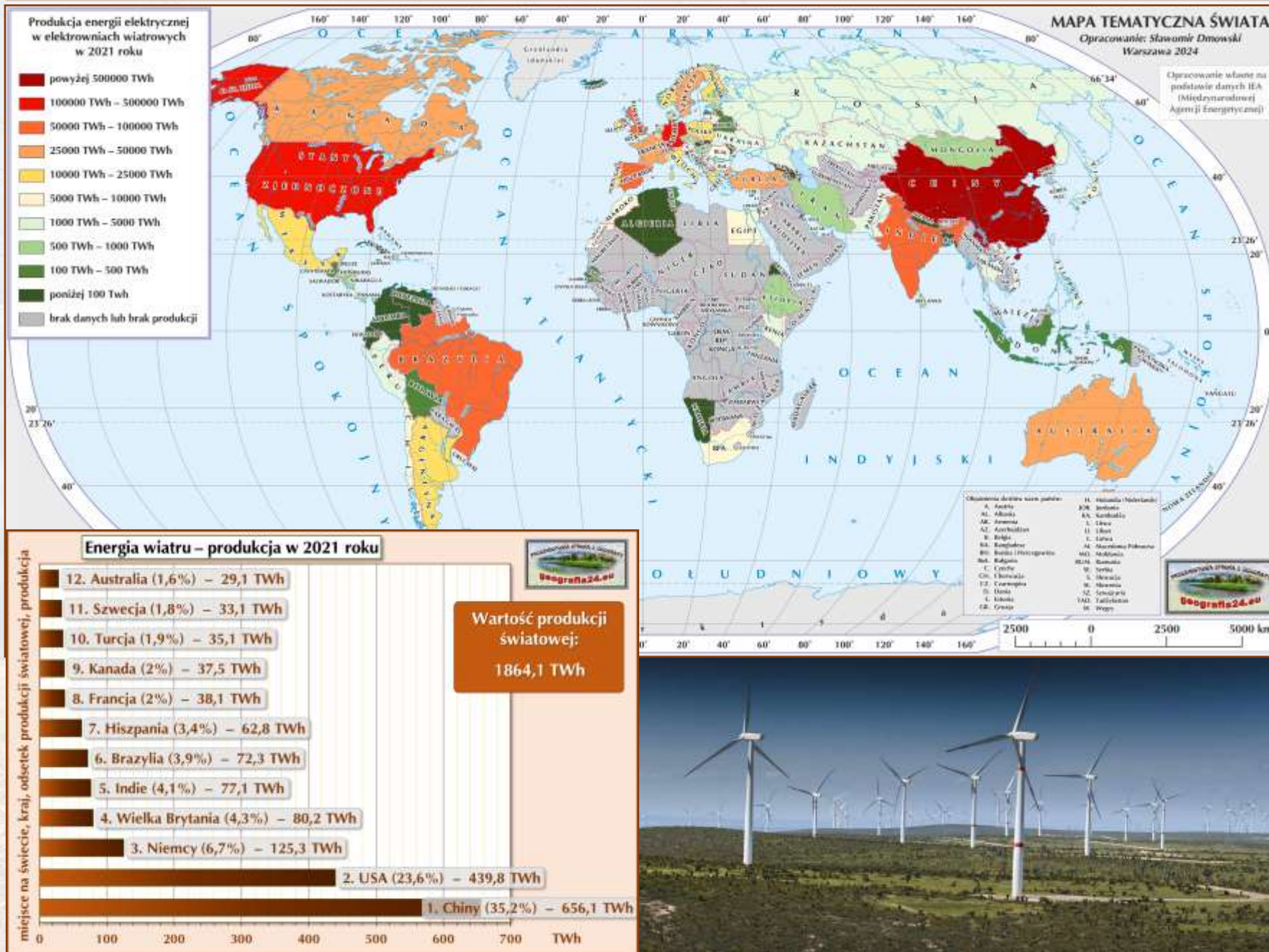
🌐 W skali świata **udział energetyki wiatrowej w produkcji energii elektrycznej w 2022 roku wynosił około 7,2%** (najważniejsze źródło alternatywne).

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

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

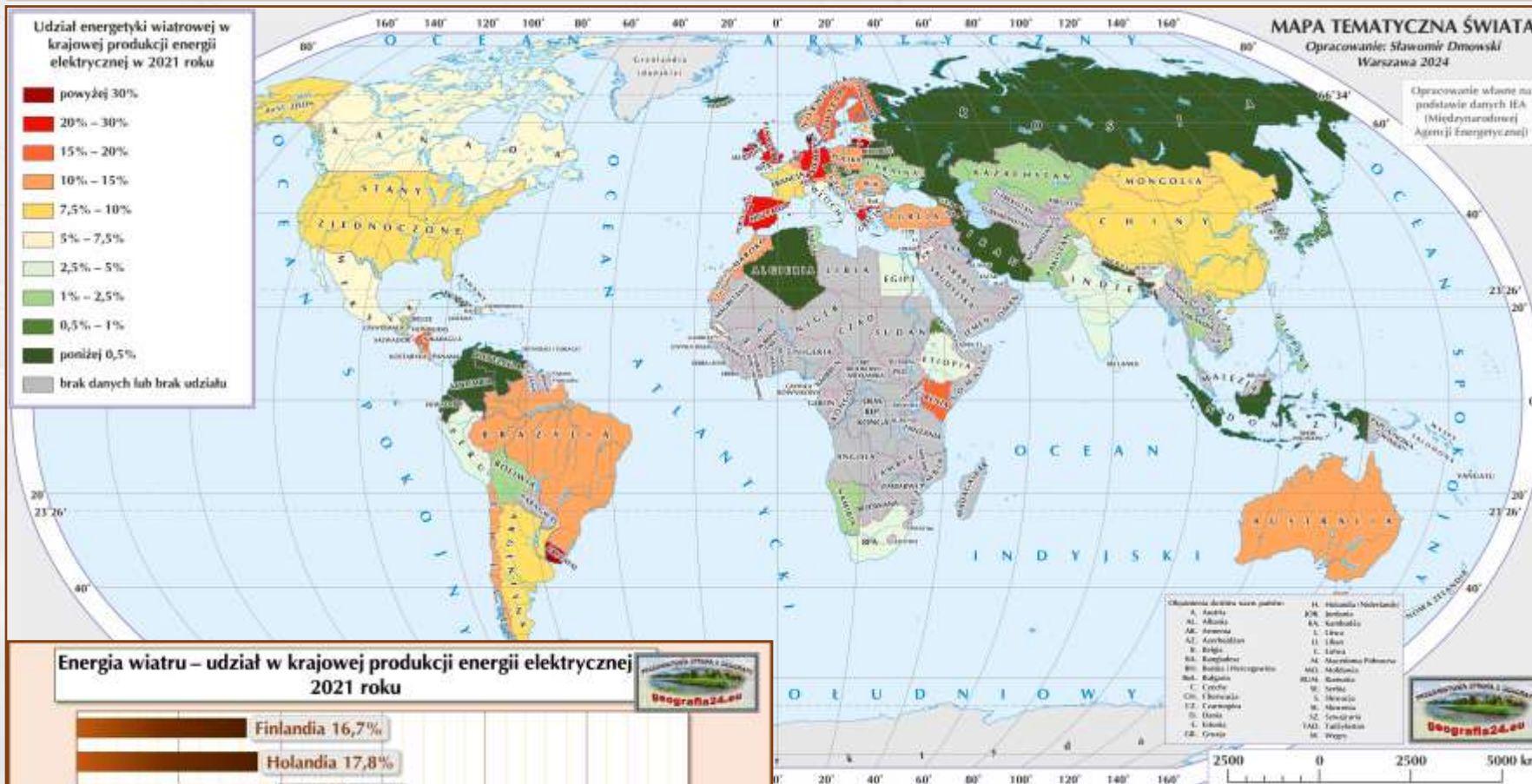


Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach wiatrowych

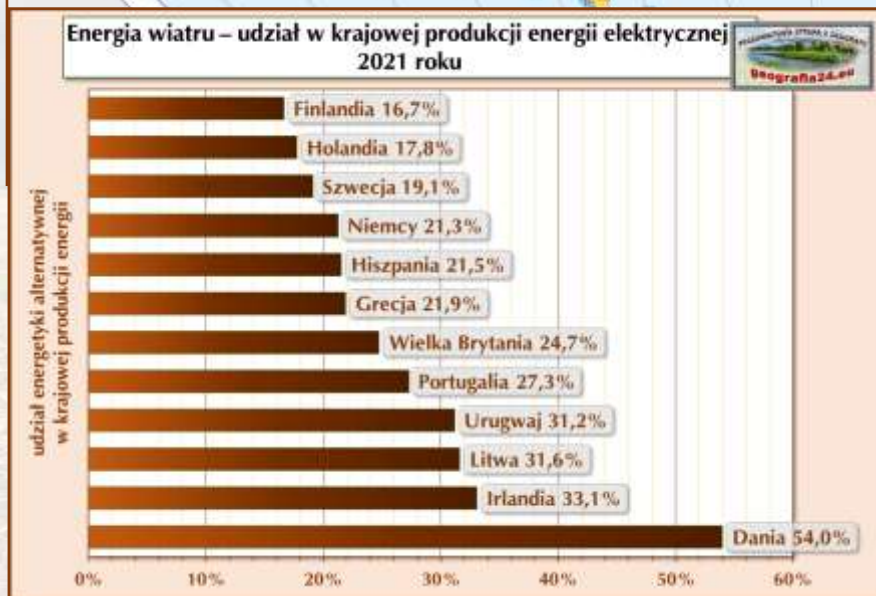


- Obecnie **największa produkcja energii elektrycznej w elektrowniach wiatrowych** występuje w:
 - Chinach** (1. miejsce na świecie pod względem mocy – 3,3 TW) – notujemy szybki wzrost,
 - USA** (jeszcze niedawno lider w produkcji energii z wiatru),
 - Niemczech** (zajmują pierwsze miejsce w Europie 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),

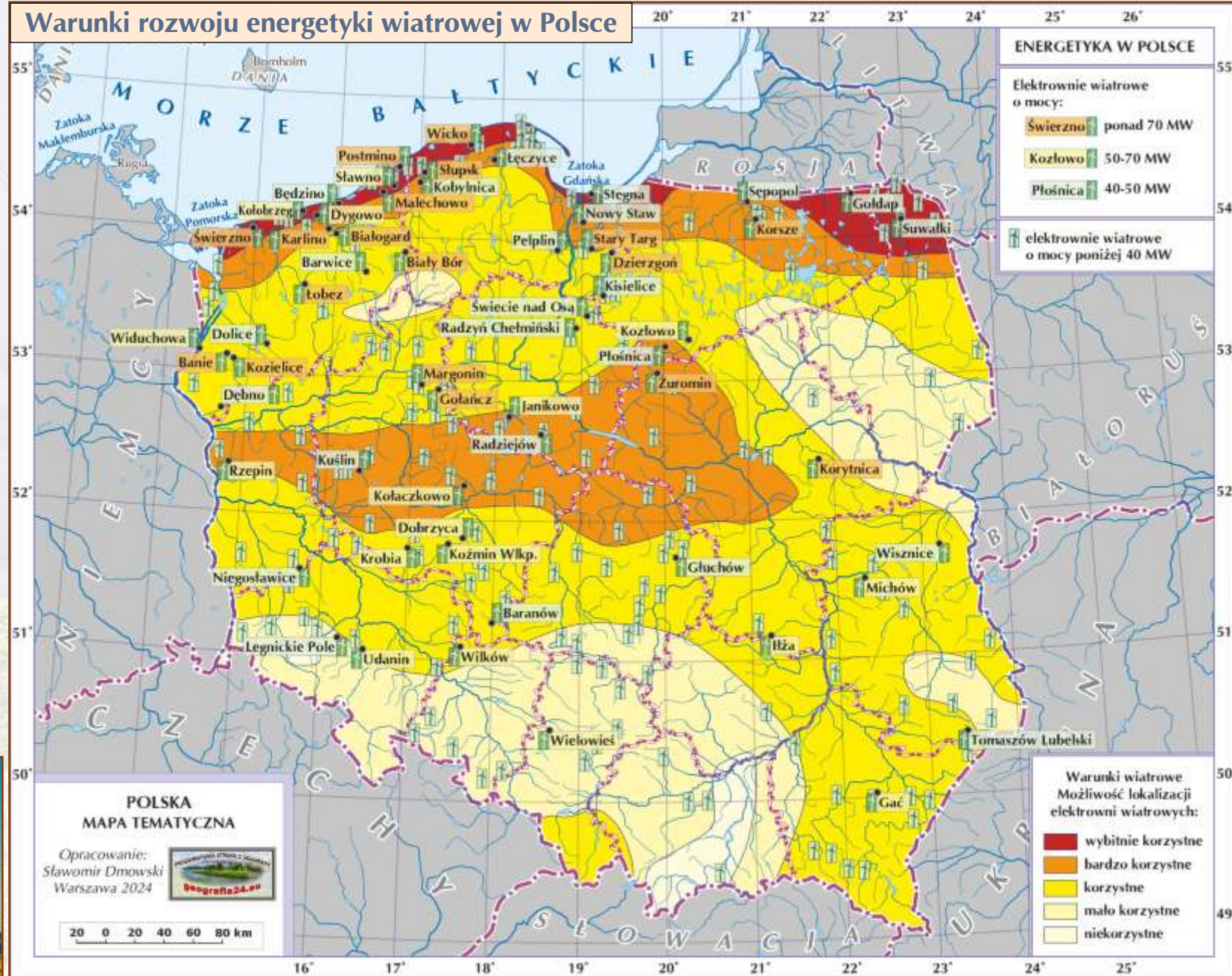
🌐 w rejonie Wzgórz Szeskich,

🌐 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.



6. 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).

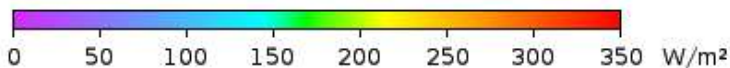
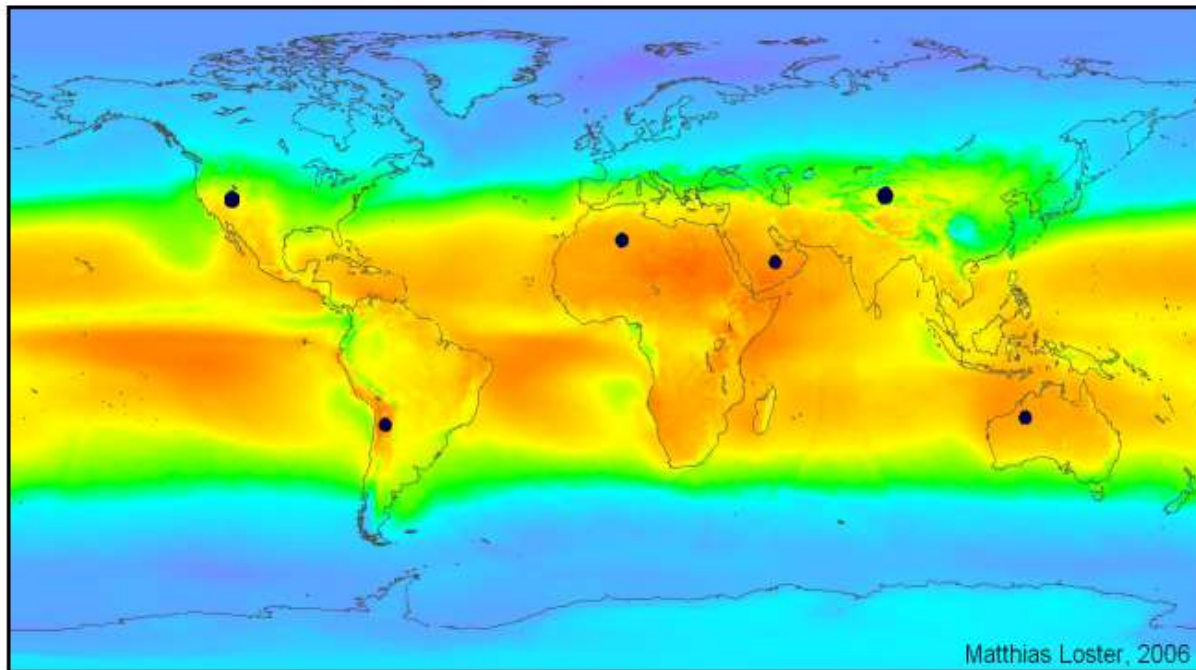
☉ Równie dobre warunki panują także w górach na zboczach usytuowanych w kierunku słońca.

☉ 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 $250 \times 250 \text{ km}$.

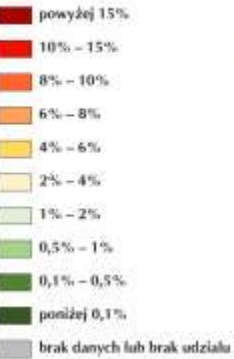


$$\Sigma \bullet = 18 \text{ TWe}$$

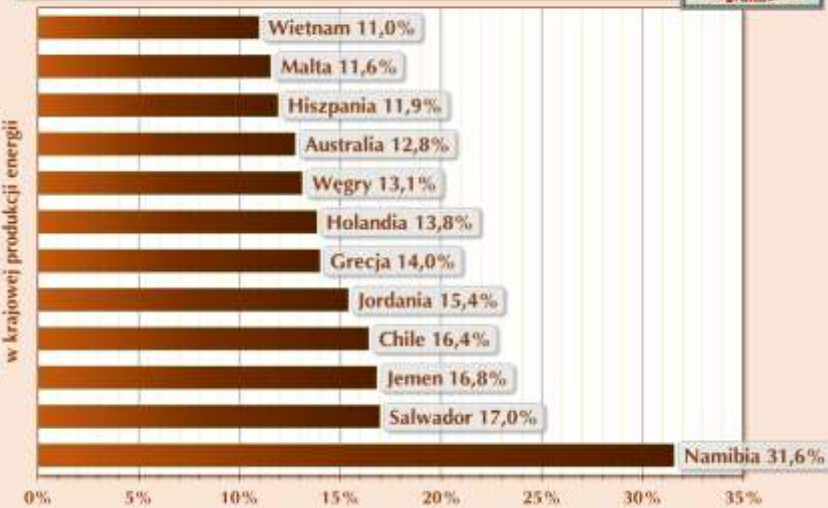


Udział energetyki słonecznej w krajowej produkcji energii

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.



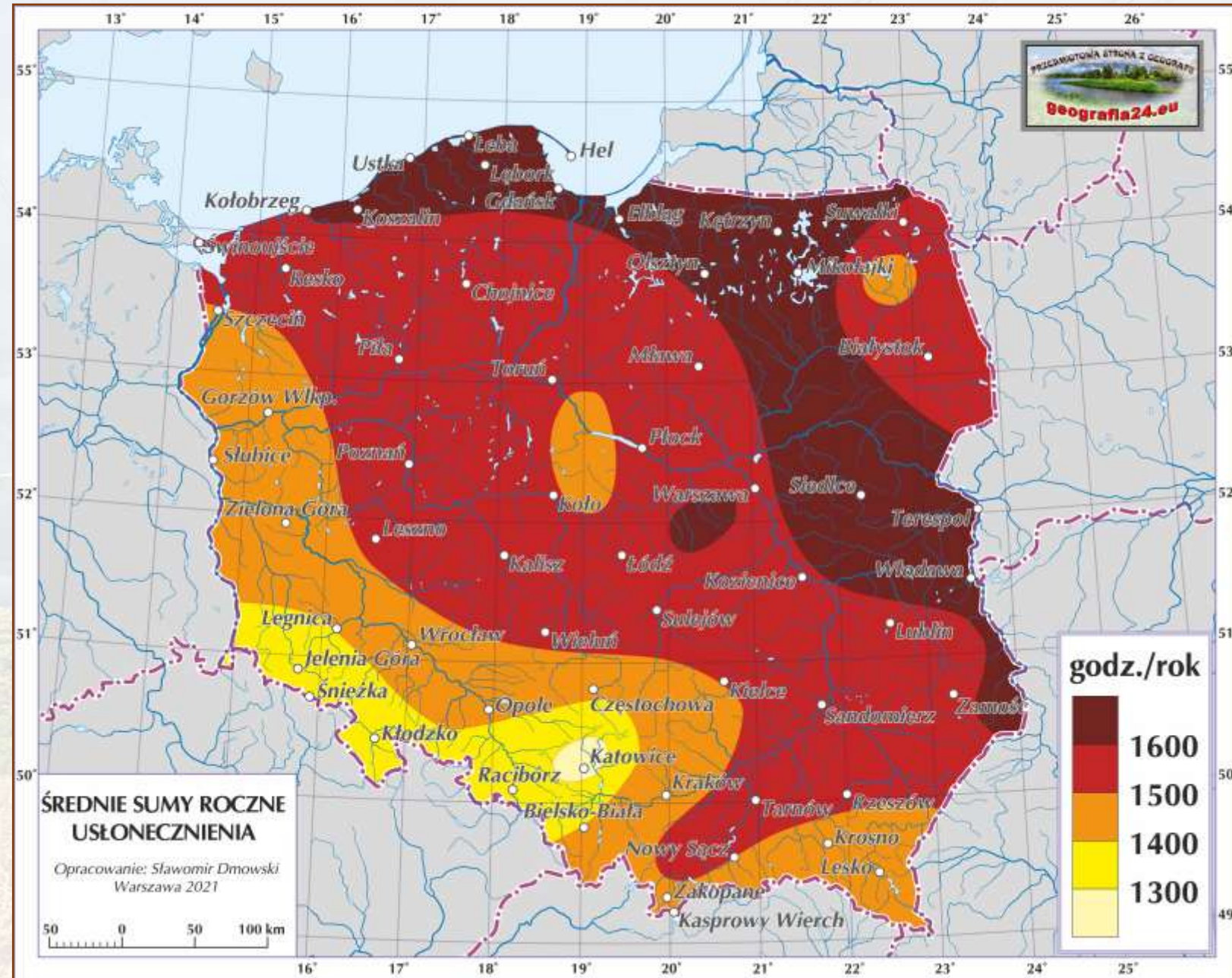
Bhadla Solar Park – największy park fotowoltaiczny, składający się z kilku farm fotowoltaicznych o łącznej mocy 2,2 GW położonych na Pustyni Thar w Indiach. Docelowo ma mieć on moc 3,5 GW.

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.



7. 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 -