



V. Przemysł

6. Energetyka alternatywna

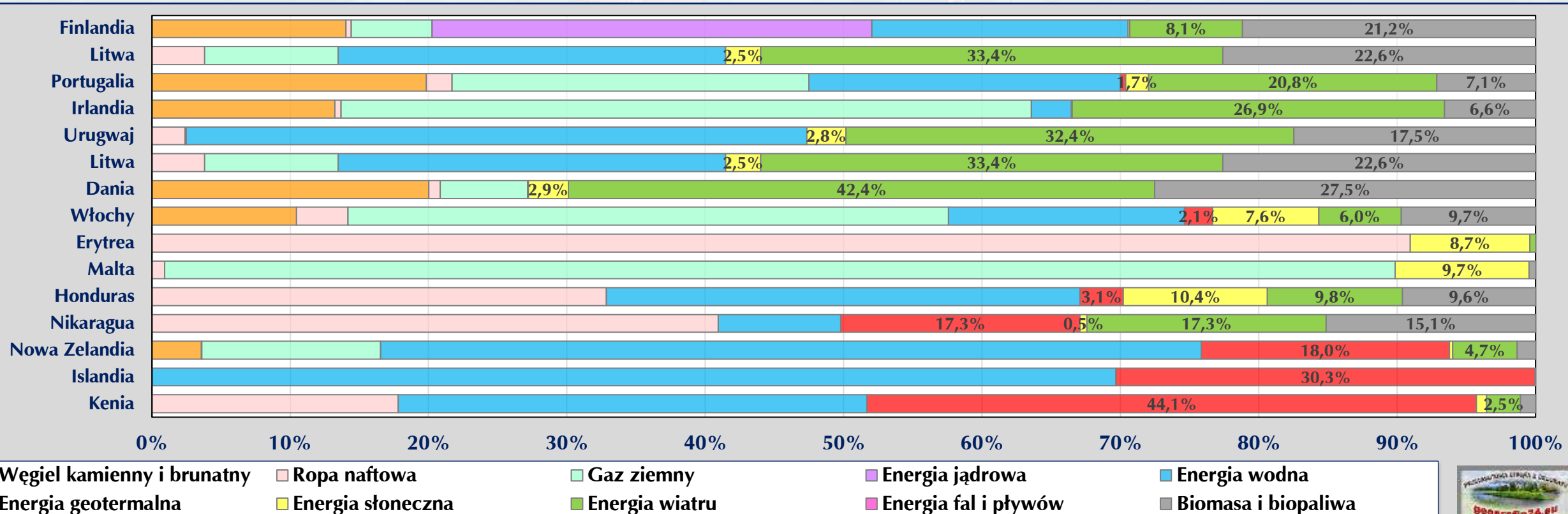
Energetyka alternatywna (niekonwencjonalna)

- ⦿ 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.**



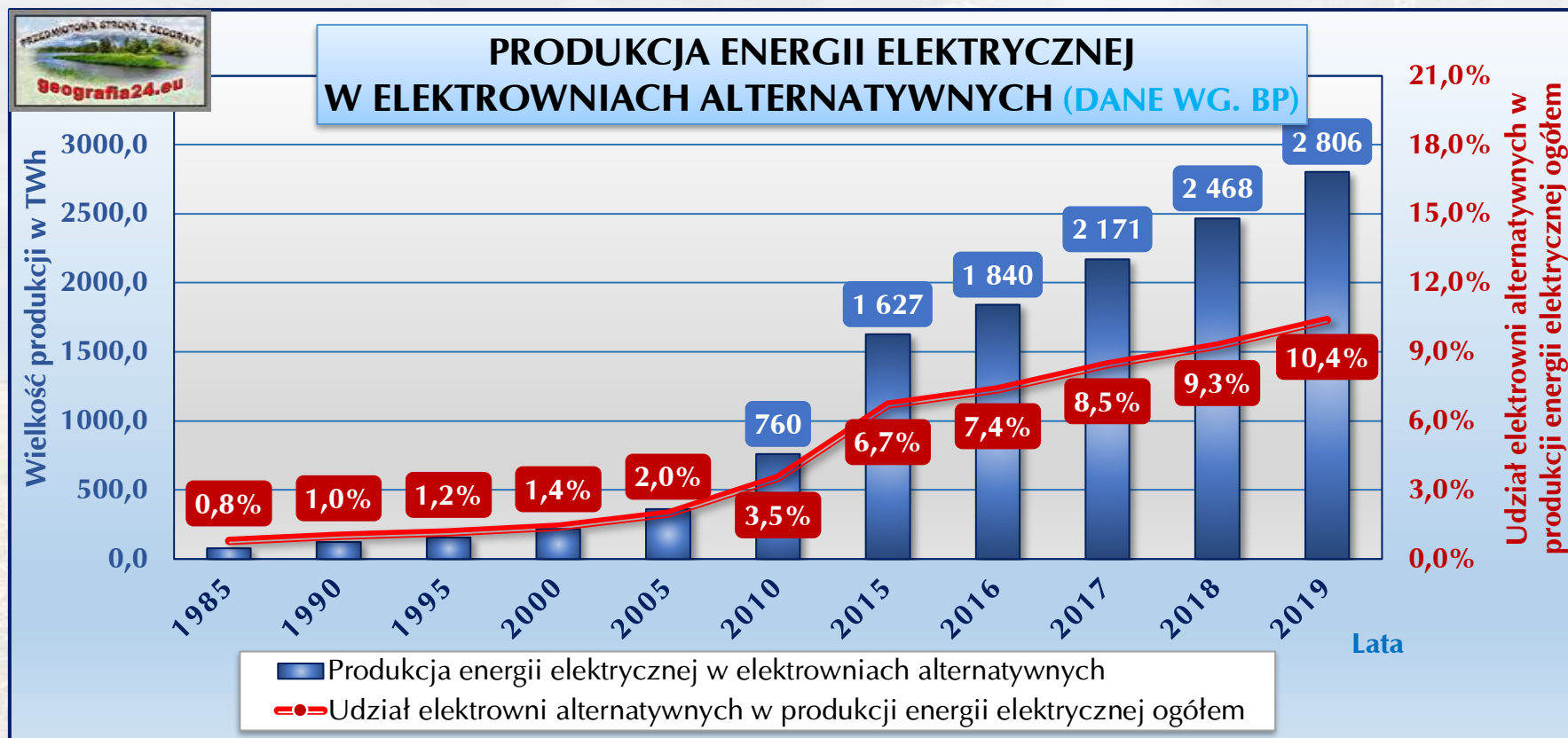
Odnawialne źródła energii

- 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 rozwiniętych, o stosunkowo niskiej produkcji na 1 mieszkańca, stawiających na rozwój OZE i posiadających przede wszystkim możliwości przyrodnicze (duże nasłonecznienie, odpowiedni wiatr lub warunki geotermalne):
 - Kenia, 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:
 - Dania, Portugalia, Hiszpania, Nowa Zelandia, Niemcy, Włochy, Finlandia, Irlandia i Belgia.**



Znaczenie energetyki niekonwencjonalnej (alternatywnej)

- W skali świata udział energetyki alternatywnej w produkcji energii elektrycznej jest mały i wynosi około 10,4%.
 - 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 niewielkiego znaczenia są:**
 - bariery technologiczne,
 - bardzo wysoki koszt jednostkowy produkcji
 - duża zależność od warunków przyrodniczych – pór roku, klimatu, dobowego cyklu dnia i nocy itd.



Alternatywne źródła energii

• Przez **alternatywne źródła energii** należy rozumieć:

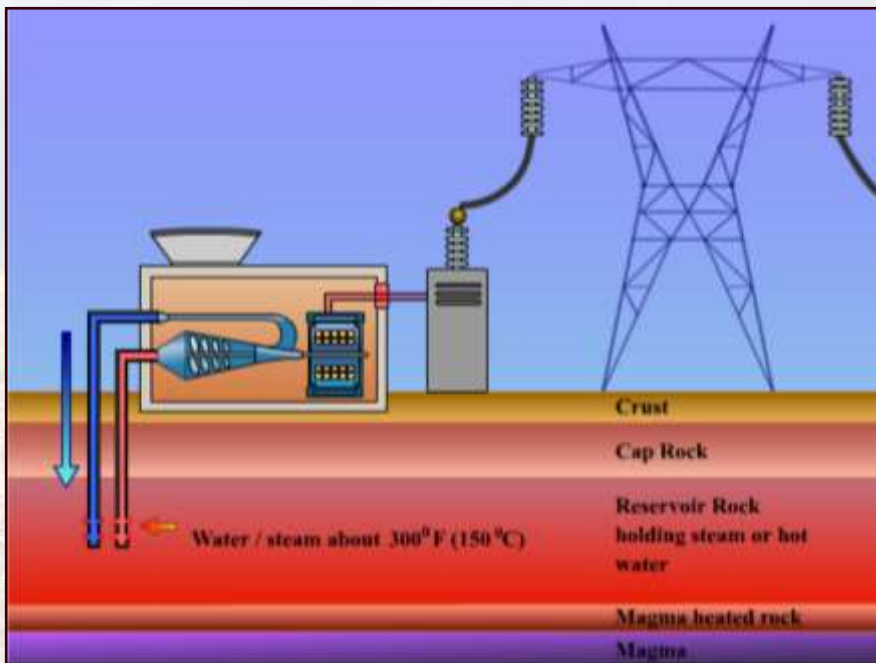
- **ciepło wnętrza Ziemi** (elektrownie geotermiczne),
- **energię wiatru** (elektrownie wiatrowe),
- **energię pływów morskich** (elektrownie pływowe),
- **energię falowania i prądów morskich** (elektrownie maremotoryczne; elektrownie falowo-wodne),
- **energię słoneczną** (elektrownie słoneczne),
- **biogaz i biomasę** (elektrownie paliwowe).



Państwa	Produkcja energetyki alternatywnej w 2019 r.		Udział energetyki alternatywnej w krajowej produkcji energii (w %) w 2019 r.	
	w TWh	udział w %		
Świat	2805,5	100%	Świat	10,4%
Chiny	732,3	26,1%	Niemcy	36,6%
USA	489,8	17,5%	Wielka Brytania	35,0%
Niemcy	224,1	8,0%	Hiszpania	28,1%
Indie	134,9	4,8%	Włochy	23,8%
Japonia	121,2	4,3%	Brazylia	18,8%
Brazylia	117,7	4,2%	Niderlandy	18,4%
Wielka Brytania	113,4	4,0%	Australia	15,5%
Hiszpania	77,5	2,8%	Turcja	14,7%
Włochy	67,6	2,4%	Polska	14,1%
Francja	54,9	2,0%	Japonia	11,7%
Kanada	49,3	1,8%	Tajlandia	11,5%
Turcja	45,3	1,6%	USA	11,1%
Australia	41,1	1,5%	Meksyk	10,4%
Meksyk	37,8	1,3%	Chiny	9,8%
Szwecja	33,6	1,2%	Indie	8,7%
Korea Płd.	29,2	1,0%	Kanada	7,5%
Dania	23,6	0,8%	Argentyna	5,9%
Polska	23,1	0,8%	Indonezja	5,7%
Niderlandy	22,3	0,8%	Korea Płd.	5,0%
Chile	21,6	0,8%		

1. Energetyka geotermalna

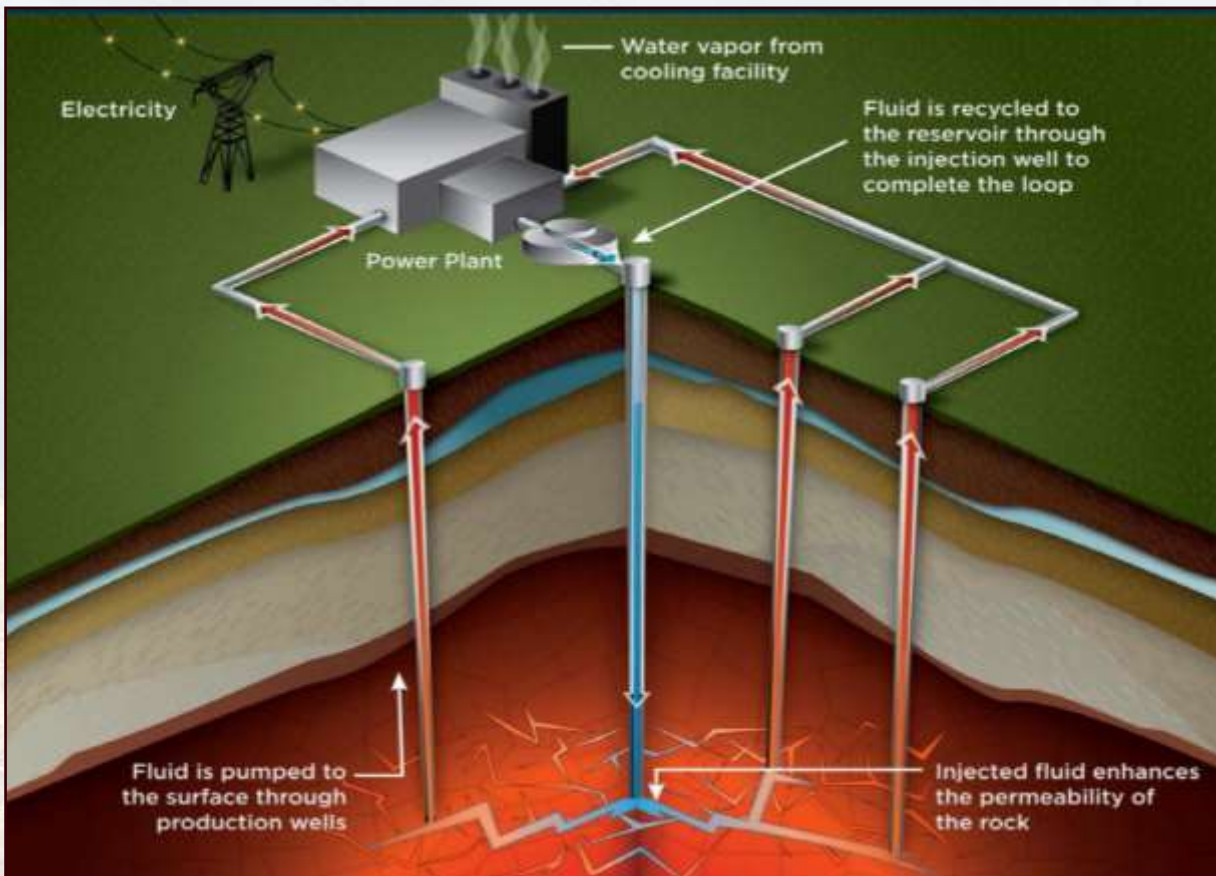
- Do produkcji energii elektrycznej wykorzystuje się także, chociaż w niewielkim jeszcze stopniu, **gorące źródła** i wydobywające się **na obszarach wulkanicznych** z nich: **gorące wody i parę**.
- Jest to tzw. **energetyka geotermalna**,
 - wykorzystywana w ponad 70 krajach świata.



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 powrotem wpompowywana w warstwy wodonośne pod ziemią.



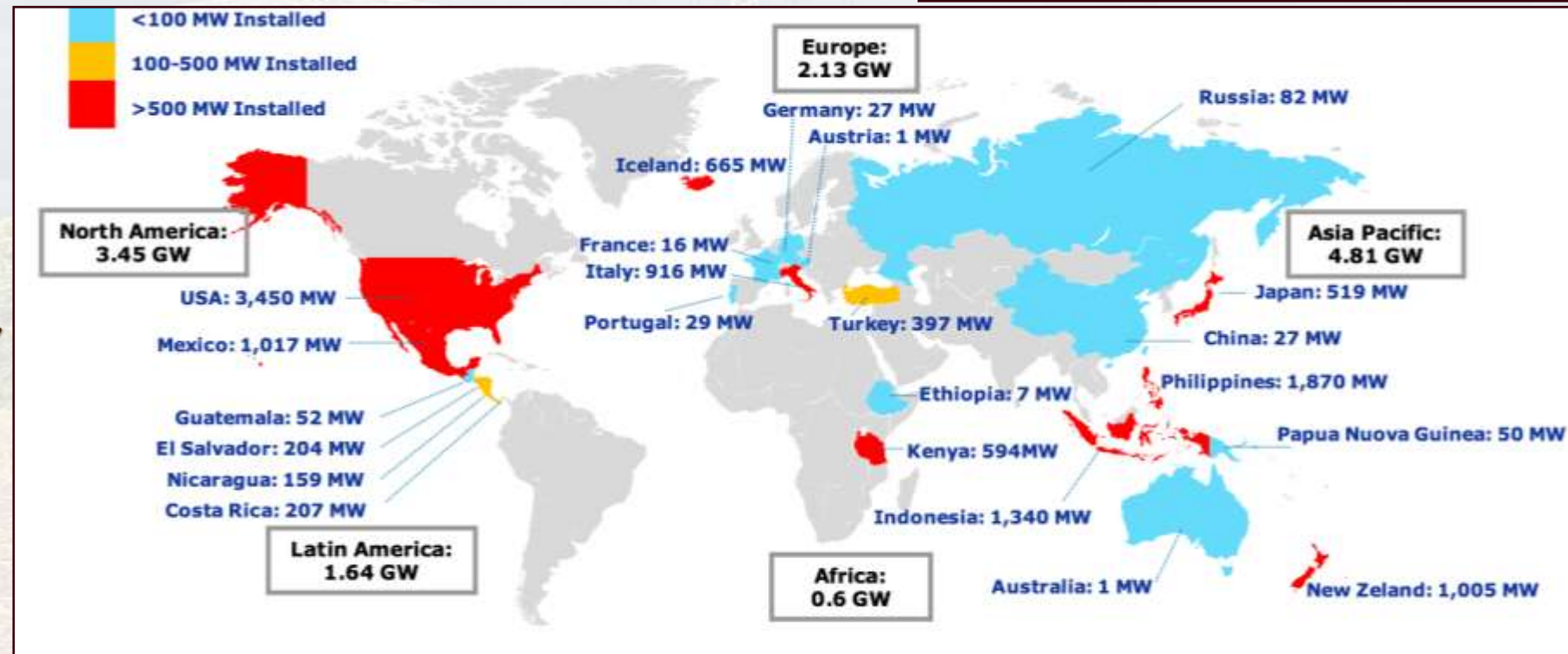
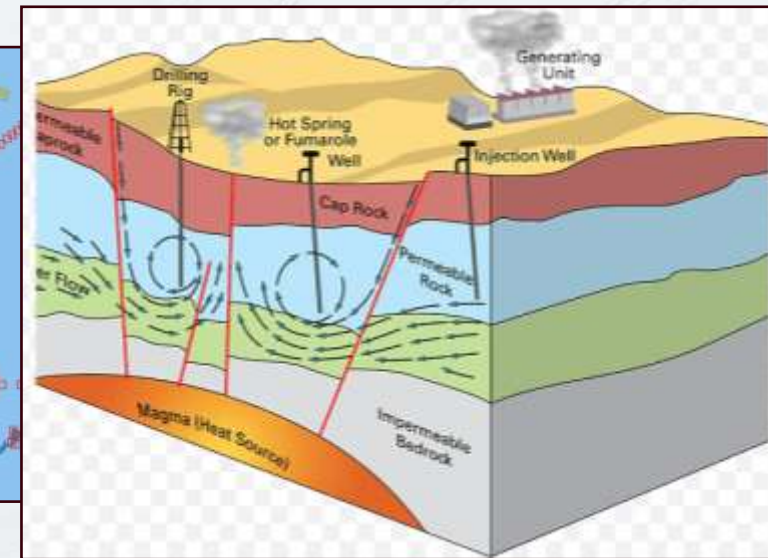
Instalacja geotermalna w Japonii

Energetyka geotermalna na świecie

• Obecnie energię geotermalną na świecie produkuje się w więcej niż **70 krajach**, a całkowita moc zainstalowana w 2019 r. wynosiła 13 931,6 MW.

• Największe znaczenie odgrywa ona:

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



Moc zainstalowana w elektrowniach geotermalnych

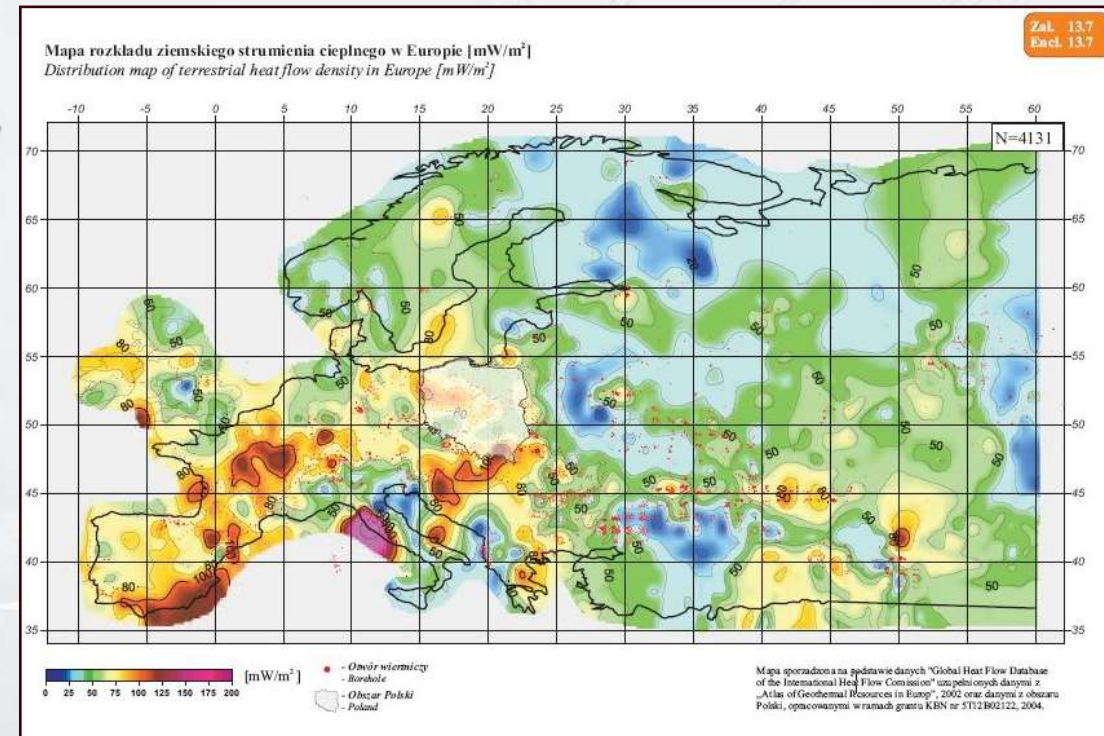
Kraje		Moc zainstalowana (w MW)				Udział w 2019 r. na świecie (w %)
		w 1990 r.	w 2000 r.	w 2010 r.	w 2019 r.	
ŚWIAT		5854	8236	9998	13931	100,0%
1	USA	2914	2793	2405	2555	18,3%
2	Indonezja	0	525	1189	2131	15,3%
3	Filipiny	888	1847	1847	1928	13,8%
4	Turcja	21	18	94	1515	10,9%
5	Nowa Zelandia	261	418	731	965	6,9%
6	Meksyk	743	855	965	936	6,7%
7	Kenia	45	58	198	823	5,9%
8	Włochy	545	590	728	800	5,7%
9	Islandia	45	172	575	753	5,4%
10	Japonia	215	533	537	525	3,8%
11	Kostaryka	0	145	166	262	1,9%
12	Salwador	95	161	204	204	1,5%
13	Nikaragua	35	21	88	153	1,1%
14	Rosja	11	23	81	74	0,5%
15	Papua-Nowa Gwinea	0	0	56	56	0,4%
16	Gwatemala	0	29	54	52	0,4%
17	Niemcy	0	0	8	42	0,3%
18	Chile	0	0	0	40	0,3%
19	Honduras	0	0	0	35	0,3%
20	Portugalia	3	14	25	29	0,2%



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**.
- Do chwili obecnej 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 cieplarnie, 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



The Geysers Fields w Kalifornii w USA o mocy 1 808 MW
Największa na świecie hydroelektrownia geotermiczna, składająca się z kompleksu mniejszych 22 elektrowni geotermalnych.



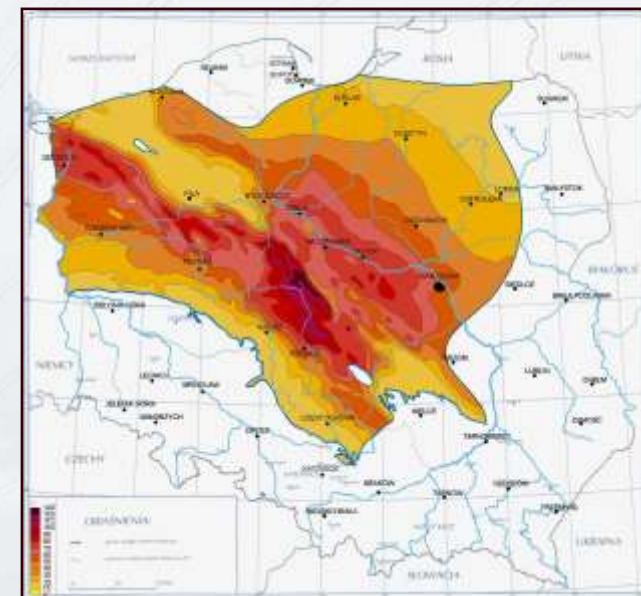
Cerro Prieto na północy Meksyku o mocy 958 MW



Larderello we Włoszech o mocy 769 MW

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 Niznej** (leżącej pomiędzy Nowym Targiem a Zakopanem),
 - **Mszczonowie k. Warszawy**,
 - **Uniejowie**,
 - **Stargardzie Szczecińskim**,
 - **Zakopanym**.



Zakład Geotermalny Mszczonów

Instalacja ciepłownicza tego zakładu umożliwia podgrzanie wody sieciowej. Łączna moc części wykorzystującej wody geotermalne wynosi 2,7 MW. Dzięki temu w sezonie grzewczym w miejskich wodociągach pojawia się 40% wody ogrzanej tym rodzajem energii.



Główne zalety i wady energetyki geotermalnej

☛ Główne zalety energetyki geotermalnej:

- ☛ wykorzystywana 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.

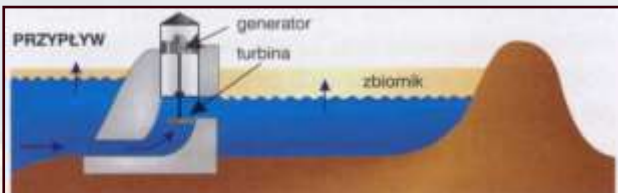
☛ Najważniejsze wady energetyki geotermalnej:

- ☛ 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 lejcowate 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.



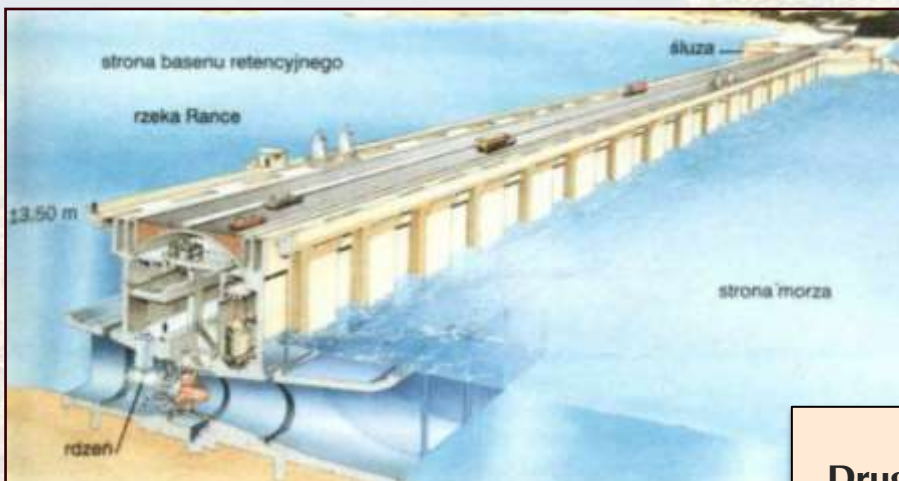
Sihwa Lake w Korei Płd. o mocy 254 MW

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).

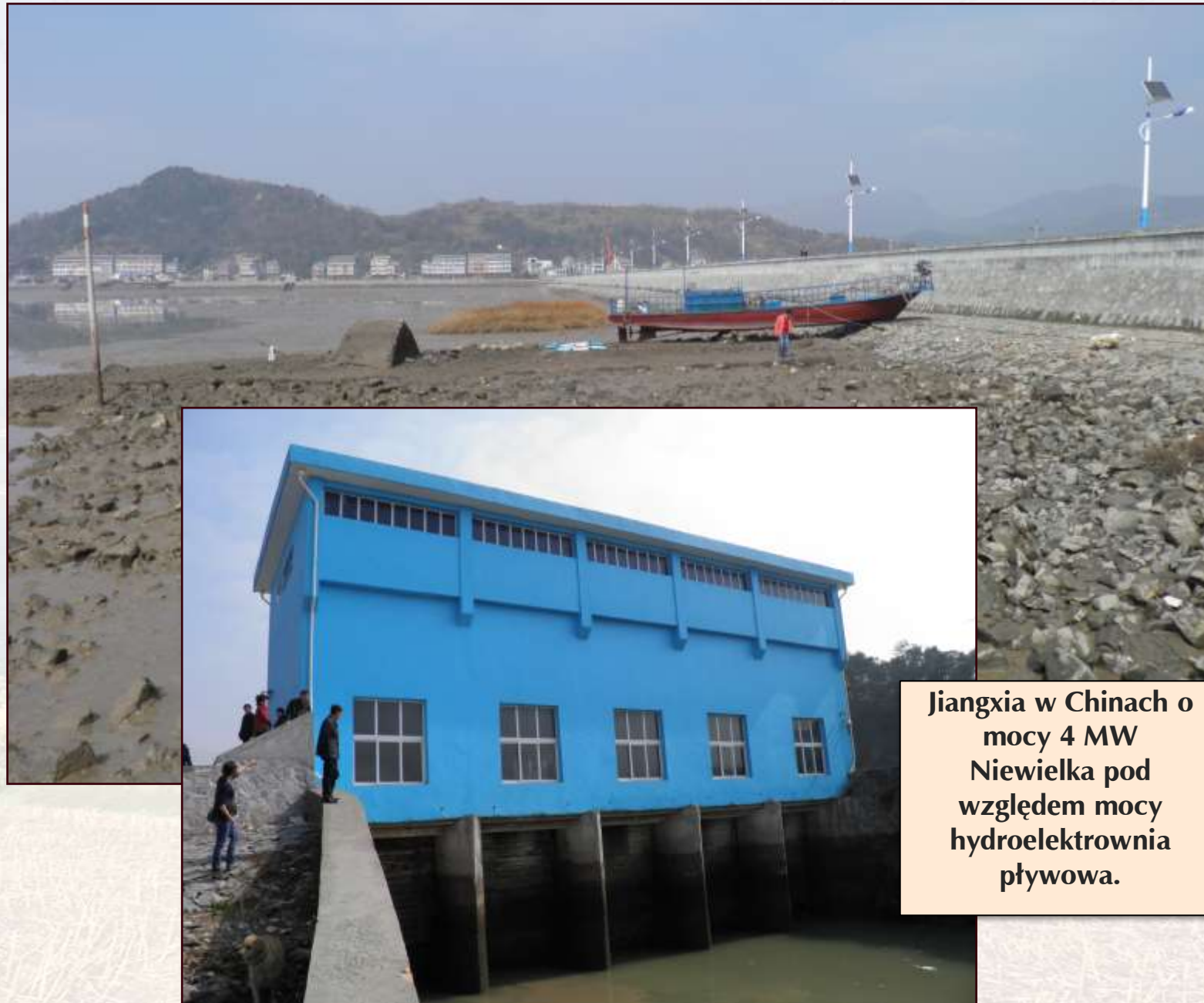
Główne zalety i wady energetyki opartej na pływach morskich

☉ **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 wytwarzana.



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

3. Energia prądów morskich i fal (elektrownie maremotoryczne)

🌐 **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,

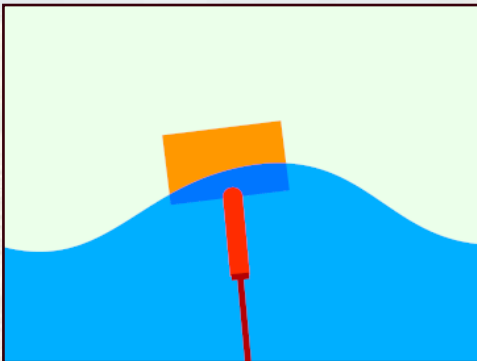
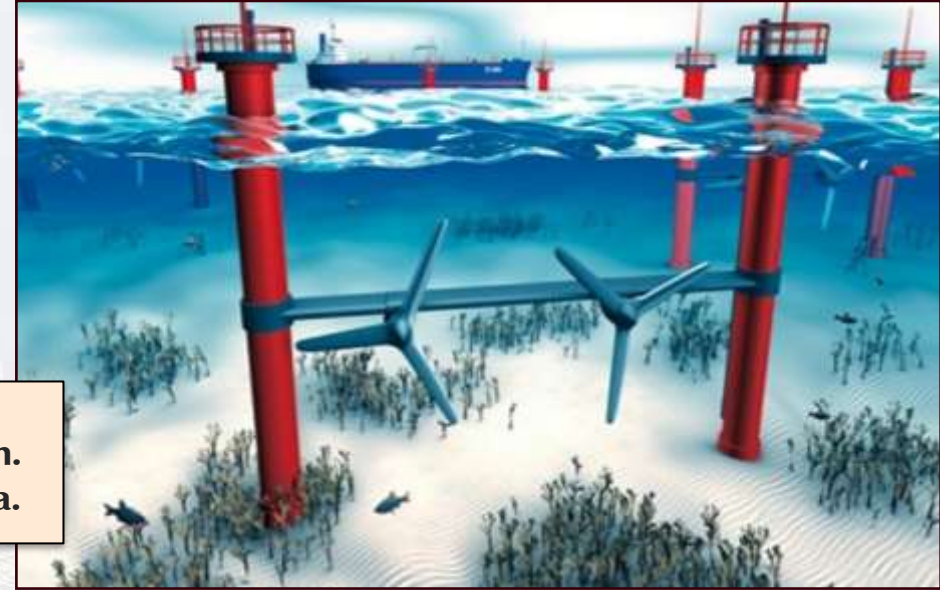
• w Hiszpanii,

• w Portugalii,

• w Finlandii,

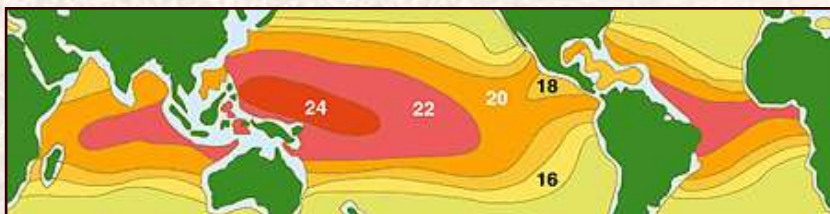
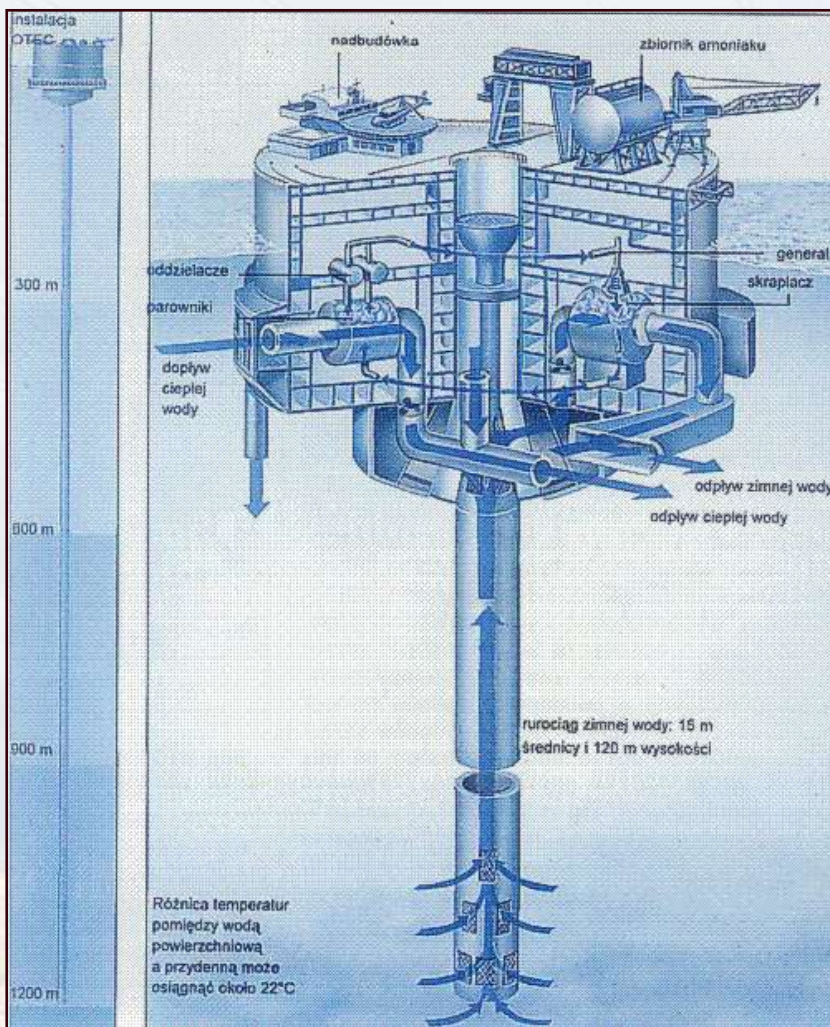
• w Izraelu.

Prototyp elektrowni maremotorycznej, wykorzystującej energię prądów morskich. Niestety ich budowa nie jest prosta i tania.



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)



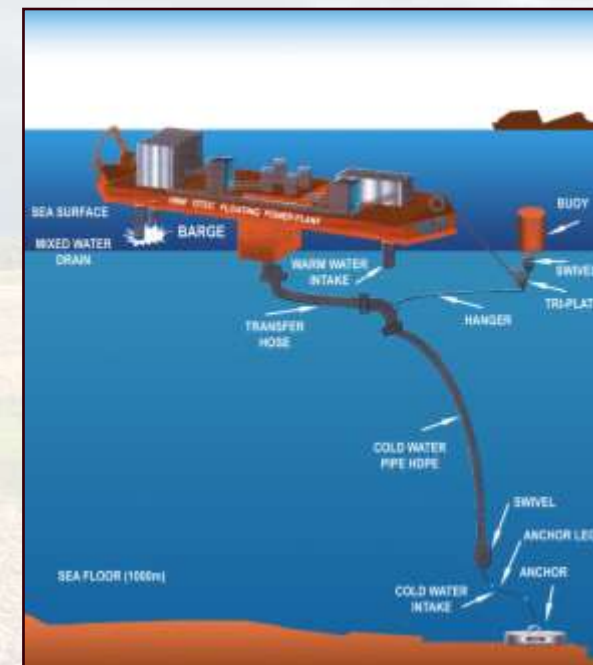
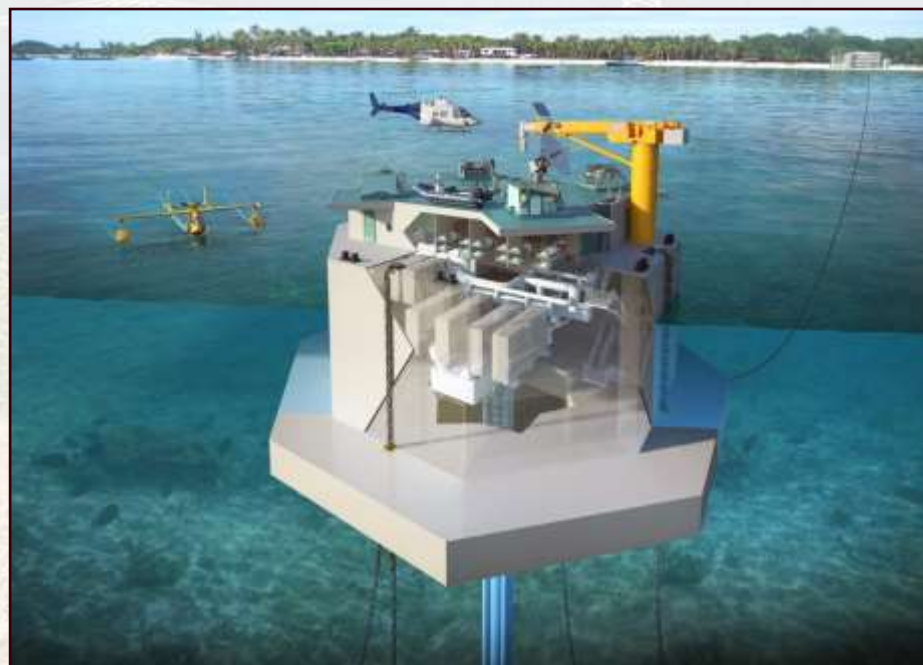
- Wielkie nadzieje pokłada się w **elektrowniach “maretermicznych”** wykorzystujących różnicę temperatur wód oceanicznych.
- Teoretycznie, wprowadzając zamknięty obieg ciepłych wód powierzchniowych i zimnych - zalegających na głębokości ok. 1000 m, przy założeniu różnicy temperatur ok. 25°C (minimum 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.



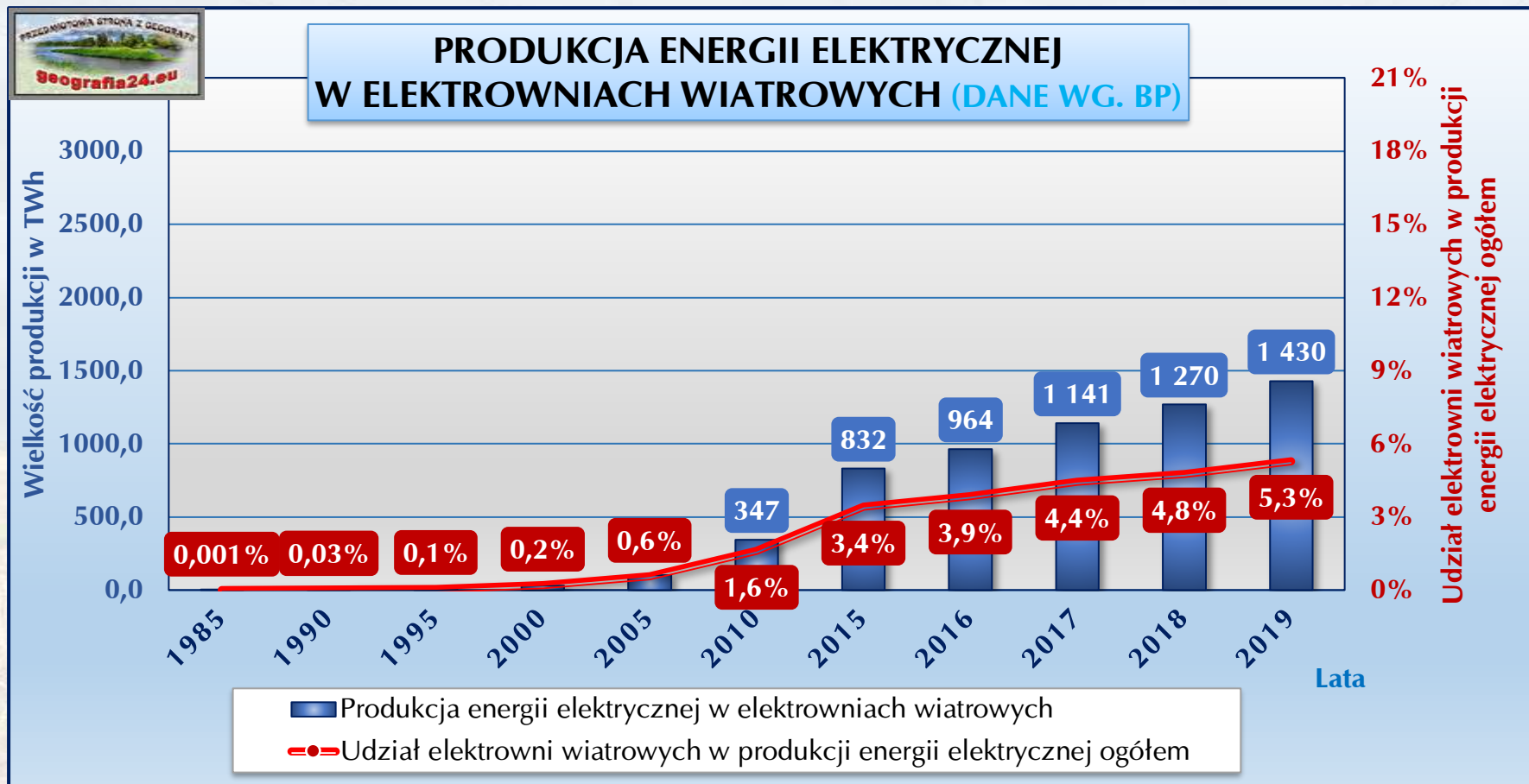
5. Energetyka wiatrowa

- 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 2019 roku wynosił około 5,3% (najważniejsze źródło alternatywne).
 - Jednocześnie należy podkreślić iż udział ten stopniowo wzrasta – szczególnie w krajach wysoko rozwiniętych.
- Łączna moc zainstalowana w energetyce wiatrowej wynosiła 622,7 GW,
 - W stosunku do roku poprzedniego moce wzrosły o 10,4%.



Lokalizacja elektrowni wiatrowych



- Obecnie najwięcej elektrowni wiatrowych występuje w:
 - **Niemczech**,
 - zajmują pierwsze miejsce w Europie pod względem mocy zainstalowanych (60,8 GW),
 - drugie miejsce pod względem wytwarzanej energii w Europie;
 - **Hiszpanii**,
 - pierwsze miejsce pod względem wytwarzanej energii w Europie (od 2010 r.) ze względu na nowocześniejszy sprzęt i wzorcową integrację z systemem energetycznym tego kraju niż m.in. w Niemczech,
 - obecnie elektrownie wiatrowe pokrywają aż 18,5% zapotrzebowania na energię w Hiszpanii;
 - **Danii, Wielkiej Brytanii, Irlandii, Włoszech, Portugalii i Szwecji;**
 - **Kanadzie, Indiach i na Filipinach;**
 - **Chinach**,
 - w ostatnich latach notujemy tam bardzo silny rozwój (obecnie zajmują pierwsze miejsce pod względem zainstalowanej mocy – choć nie potrafią tego jeszcze dobrze wykorzystać;
 - **Stanach Zjednoczonych**,
 - największy światowy producent energii z wiatru.

Moc zainstalowana w turbinach elektrowni wiatrowych

Kraje		Moc zainstalowana w turbinach elektrowni wiatrowych (w MW)			Udział w 2019 r. na świecie (w %)
		w 2000 r.	w 2010 r.	w 2019 r.	
ŚWIAT		17304	180924	622704	100,0%
1	Chiny	341	29633	210478	33,8%
2	USA	2377	39135	103584	16,6%
3	Niemcy	6095	26903	60822	9,8%
4	Indie	1267	13184	37505	6,0%
5	Hiszpania	2206	20693	25553	4,1%
6	Wielka Brytania	412	5421	24128	3,9%
7	Francja	38	5912	16260	2,6%
8	Brazylia	22	927	15364	2,5%
9	Kanada	139	3967	13413	2,2%
10	Włochy	363	5794	10758	1,7%
11	Szwecja	209	2017	8888	1,4%
12	Turcja	19	1320	7591	1,2%
13	Australia	33	1864	7272	1,2%
14	Meksyk	17	519	6591	1,1%
15	Dania	2390	3802	6117	1,0%
16	Polska	4	1108	5917	1,0%
17	Portugalia	83	3796	5233	0,8%
18	Niderlandy	447	2237	4463	0,7%
19	Irlandia	117	1390	4172	0,7%
20	Japonia	84	2294	3786	0,6%



Energetyka wiatrowa w Polsce

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

☉ Według tych danych IMiGW najlepsze warunki do rozwoju energetyki wiatrowej panują:

☉ **w północnej Polsce:**

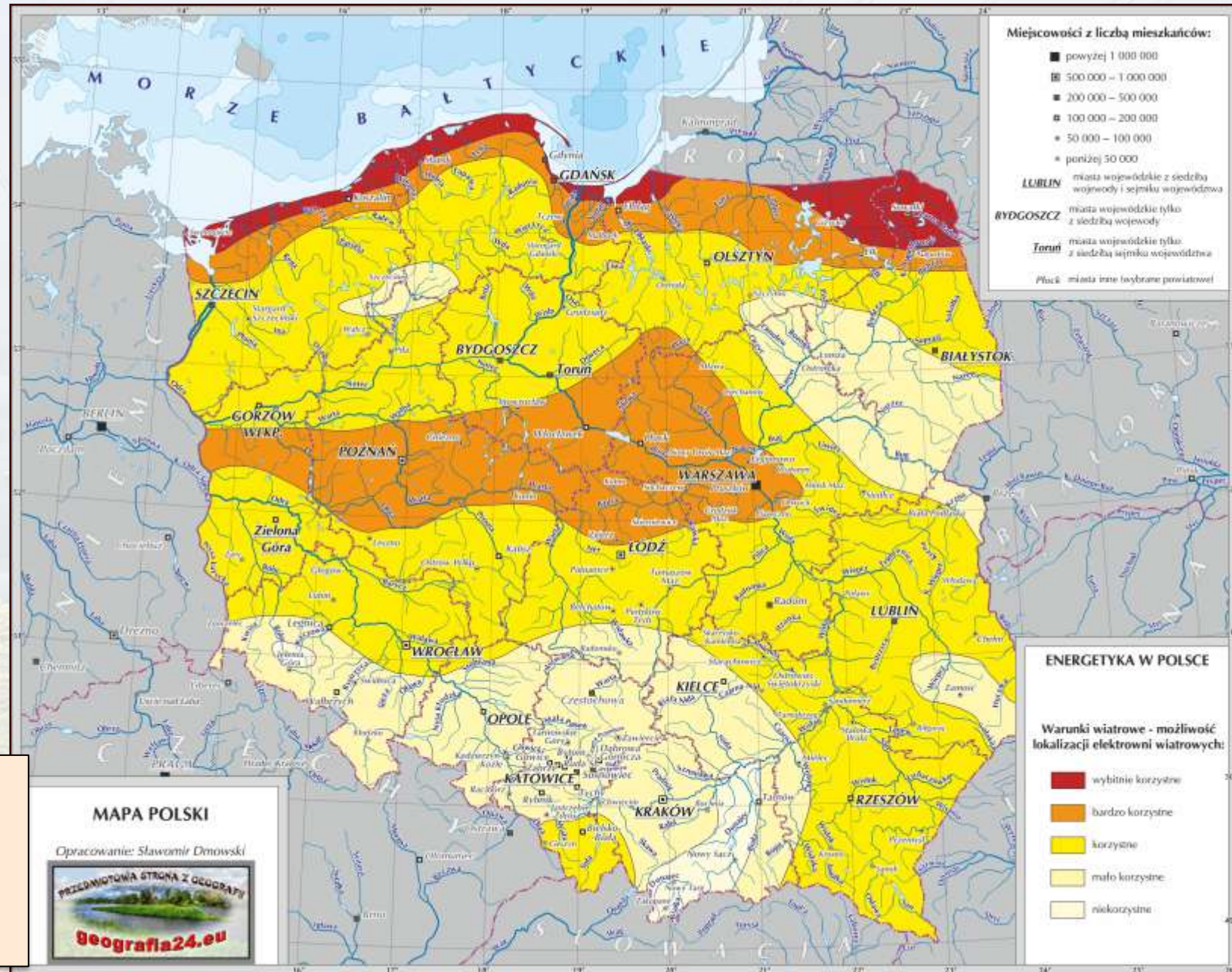
- ☉ nad samym Morzem Bałtyckim,
- ☉ w rejonie Wzgórz Szeskich,
- ☉ na Pojezierzu Suwalskim,

☉ **w pasie środkowej Polski:**

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

Warunki rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce
Najlepsze warunki:

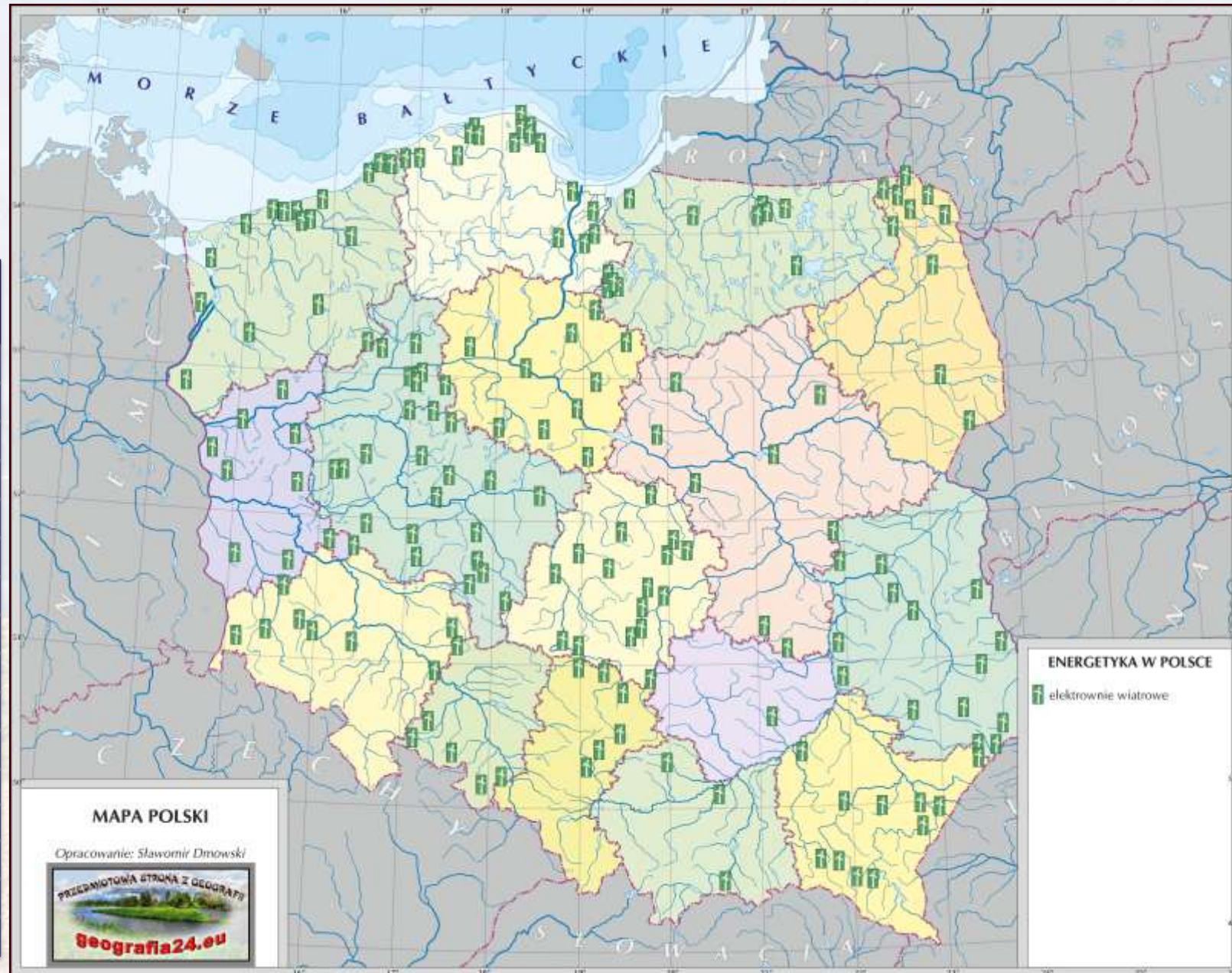
- Pojezierze Suwalskie,
- niemal całe wybrzeże Morza Bałtyckiego,
- środkowa część Wielkopolski i Niziny Mazowieckiej.



Energetyka wiatrowa w Polsce na początku 2020 roku

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

Województwo (stan na 01.01.2020 r.)	Ilość instalacji	Moc instalacji w MW
zachodniopomorskie	98	1488,1
wielkopolskie	231	726,2
pomorskie	61	711,6
kujawsko-pomorskie	302	606,0
łódzkie	218	581,0
mazowieckie	98	385,3
warmińsko-mazurskie	44	357,0
podlaskie	29	197,8
lubuskie	14	193,1
dolnośląskie	12	176,4
podkarpackie	25	153,0
opolskie	12	140,9
lubelskie	12	138,9
śląskie	29	34,2
świętokrzyskie	20	22,0
małopolskie	11	5,9



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 zastosowania 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, co szczególnie ma znaczenie w regionach atrakcyjnych krajobrazowo,
 - ☛ Dodatkowo farmy wiatrowe zajmują bardzo duże powierzchnie,
- ☛ 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 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 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. fotoogniw, czyli baterii słonecznych) **bezpośrednio na energię elektryczną** (nadaje się do zastosowania głównie w warunkach dużego nasłonecznienia).

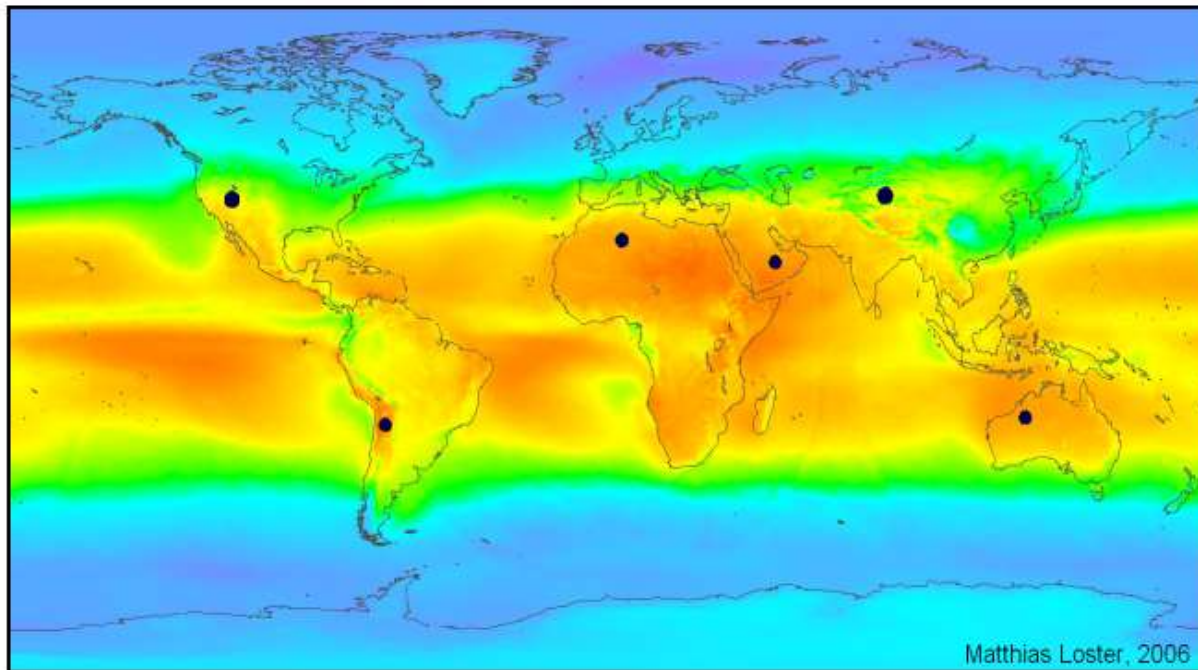


Najlepsze tereny dla energetyki słonecznej.

- 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 250×250 kilometrów.



0 50 100 150 200 250 300 350 W/m^2

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



Moc zainstalowana w ogniwach fotowoltaicznych elektrowni słonecznych

- Na świecie w ciągu ostatnich kilkunastu lat obserwujemy rozwój energetyki słonecznej w zakresie **fotowoltaiki**.
- Obecnie największa ich moc jest zainstalowana w **Europie (Niemcy, Włochy), Chinach, USA, Japonii i Indiach**.
- Najwięcej takich ogniw (w przeliczeniu na 1 mieszkańca) przypada na Niemcy.

Kraje		Moc zainstalowana w ogniwach fotowoltaicznych (w MW)				Udział w 2019 r. na świecie (w %)
		w 2000 r.	w 2010 r.	w 2015 r.	w 2019 r.	
ŚWIAT		651	40 129	221 988	586 421	100,0%
1	Chiny	34	1022	43549	205493	35,0%
2	USA	19	2040	23442	62298	10,6%
3	Japonia	330	3599	28615	61840	10,5%
4	Niemcy	114	18007	39224	48962	8,3%
5	Indie	-	39	5593	35060	6,0%
6	Włochy	19	3597	18907	20906	3,6%
7	Australia	25	1091	5946	15930	2,7%
8	Wielka Brytania	2	95	9601	13398	2,3%
9	Hiszpania	10	4605	7008	11065	1,9%
10	Francja	7	1044	7138	10571	1,8%
11	Korea Płd.	4	650	3615	10505	1,8%
12	Niderlandy	13	90	1515	6725	1,1%
13	Turcja	0	6	250	5996	1,0%
14	Ukraina	0	3	841	5936	1,0%
15	Belgia	0	1007	3132	4531	0,8%
16	Meksyk	14	29	173	4440	0,8%
17	Tajwan	0	22	842	4150	0,7%
18	Kanada	7	221	2517	3310	0,6%
19	RPA	0	2	1352	3061	0,5%
-	Polska	0	0,03	104	477,7	0,1%



Największa elektrownia fotowoltaiczna na świecie

Charanka Solar Park – farma fotowoltaiczna o mocy 600 MW w północno-wschodnich Indiach
Największa na świecie pod względem mocy, fotowoltaiczna elektrownia słoneczna, powstała w kwietniu 2012 roku.

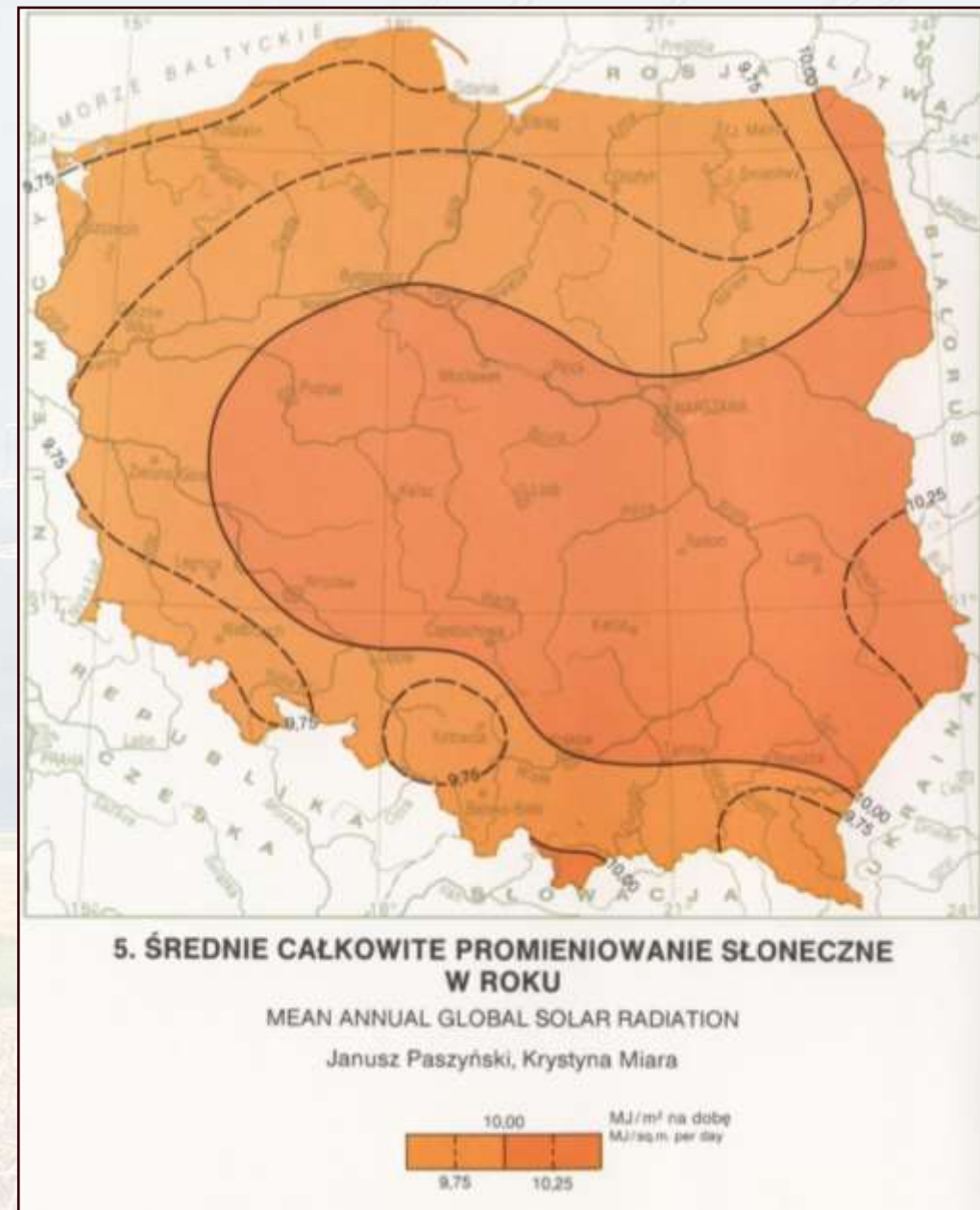


Solar Star – farma fotowoltaiczna o mocy 579 MW
Druga na świecie pod względem mocy, fotowoltaiczna elektrownia słoneczna, składająca się z 1,7 miliona paneli słonecznych, która została ukończona w czerwcu 2015 roku w Kalifornii w Stanach Zjednoczonych. Zajmuje ona powierzchnię 13 km². Jej moc wynosi aż 579 MW.



Możliwości rozwoju energetyki słonecznej w Polsce

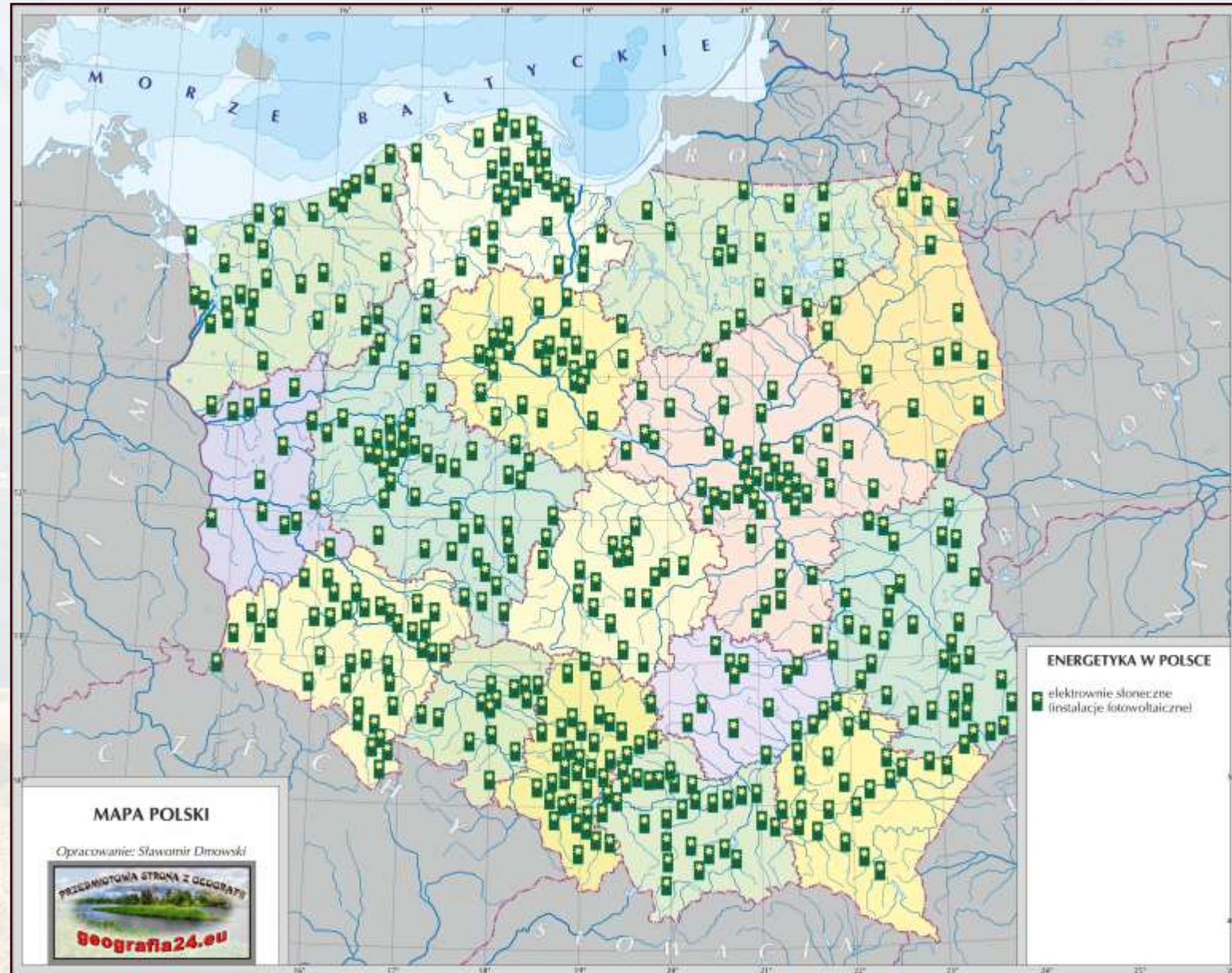
- W Polsce **promieniowanie słoneczne** są w niewielkim zakresie wykorzystywane jeszcze do produkcji energii elektrycznej.
 - Jednakże należy podkreślić fakt, że szybko się to zmienia i ostatnio powstaje bardzo dużo instalacji uzyskujących energię słoneczną.
- Na fakt ten głównie wpływa:
 - stosunkowo krótki czas w ciągu dnia w czasie którego pracują one (dotyczy to w szczególności półrocza chłodnego),
 - dość wysoki koszt zakupu paneli fotowoltaicznych do produkcji energii elektrycznej.
- Polska pod względem nasłonecznienia ma podobne warunki jak np. Niemcy i Francja.
 - Największy dopływ energii uzyskuje się na południu województwa lubelskiego.
- Najśłabsze warunki znajdują się na Śląsku (Wyżyna Śląska) i w obszarze znajdującym się na styku Czech, Niemiec i Polski.
 - Słabo nasłonecznione jest także północna część Pojezierza Pomorskiego i Pojezierza Mazurskiego oraz południowo-wschodnia część Podkarpacia.



Energetyka słoneczna w Polsce

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

- ☉ **Czernikowo koło Torunia** (3,8 MW),
- ☉ **Korolówce-Kolonii k. Włodawy** (2 MW),
- ☉ **Ostrzeszowie** w woj. wielkopolskim (2 MW),
- ☉ **Cieszanowie** w woj. podkarpackim (2 MW),
- ☉ **Kolnie** w woj. Podlaskim (1,8 MW),
- ☉ **Gubinie** (1,5 MW),
- ☉ **Wierzchosławicach** pod Tarnowem (1. farma fotowoltaiczna o mocy 1 MW),
- ☉ **Woli Uhruskiej i Rossoszu** (woj. lubelskie),
- ☉ **Polkowicach**,
- ☉ **Łodzi**,
- ☉ **Bydgoszczy**,
- ☉ **Warszawie**,
- ☉ **Rzeszowie**,
- ☉ **Rudzie Śląskiej**,
- ☉ **Jaworznie**,
- ☉ **Rybniku**.



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 jest 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.



Energetyka alternatywna 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 napełnionemu 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 -