



IV. Hydrosfera

1. Zasoby wodne Ziemi. Wszechoccean

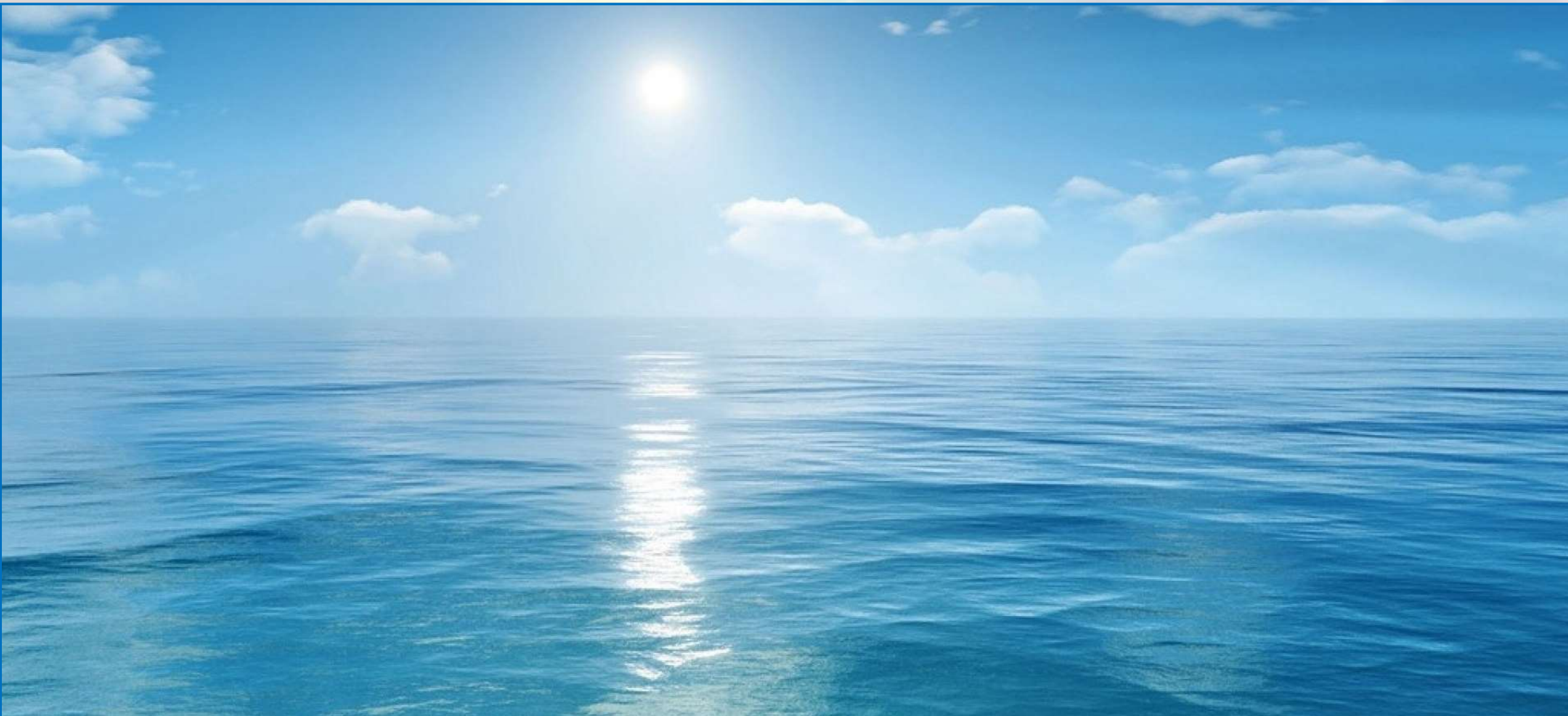
Hydrosfera - definicja

- ♦ **Hydrosfera** – jest wodną powłoką Ziemi.
- ♦ W szerszym znaczeniu można powiedzieć, że jest to przestrzeń, w której na Ziemi występuje woda.
- ♦ Przestrzeń ta obejmuje wody we wszystkich stanach skupienia.
- ♦ Do hydrosfery zalicza się:
 - ♦ oceany,
 - ♦ morza,
 - ♦ rzeki,
 - ♦ jeziora,
 - ♦ bagna,
 - ♦ lodowce,
 - ♦ pokrywę śnieżną,
 - ♦ wody podziemne,
 - ♦ wodę atmosferyczną.
- ♦ Hydrosfera obejmuje wszystkie wolne wody Ziemi, czyli takie, które nie są związane chemicznie ani też fizycznie ze skałami litosfery czy organizmami biosfery.



Oceanosfera

- ♦ **Oceanosfera** – gromadzi tą część hydrosfery, która obejmuje wody morskie i oceaniczne.
- ♦ Jest to zdecydowanie największy odsetek wód z całej hydrosfery – 96,5%.



Kriosfera

♦ **Kriosfera** – gromadzi wody występujące w postaci nie zanikającego lodu lodowcowego, morskiego i gruntowego.



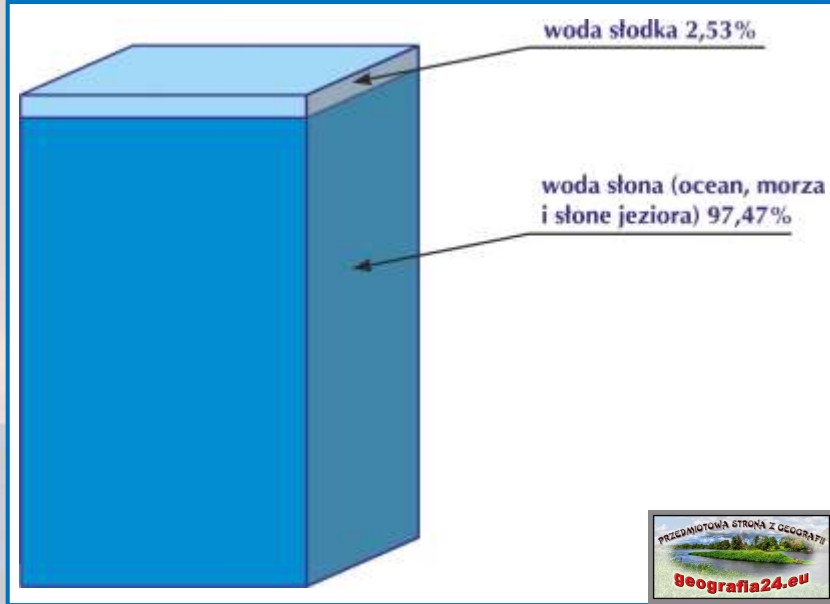
Zasoby hydrosfery

- ♦ Ilość wody nagromadzonej w hydrosferze pozostaje mniej więcej stała i wynosi około **1,386 mld km³**, z czego:
 - ♦ **96,5 %** – występuje w obrębie **mórz i oceanów**,
 - ♦ **1,8 %** – stanowią wody obecne na powierzchni lądów (**wody powierzchniowe**),
 - ♦ **1,7 %** – tworzą **wody podziemne**.
- ♦ Zmiany wielkości całkowitej wody w hydrosferze są minimalne:
 - ♦ **przychody** wody:
 - ♦ około 0,3 km³ na skutek naturalnych procesów:
 - ♦ syntezy wody z gazowego O₂ i H₂;
 - ♦ wydzielania wód juwenilnych z magmy i skał.
 - ♦ **ubytki** wody:
 - ♦ około 0,3 km³ na skutek naturalnych i antropogenicznych procesów:
 - ♦ w górnych warstwach atmosfery w efekcie fotodysocjacji,
 - ♦ chemicznym wiązaniem wody w skałach,
 - ♦ działalność człowieka.



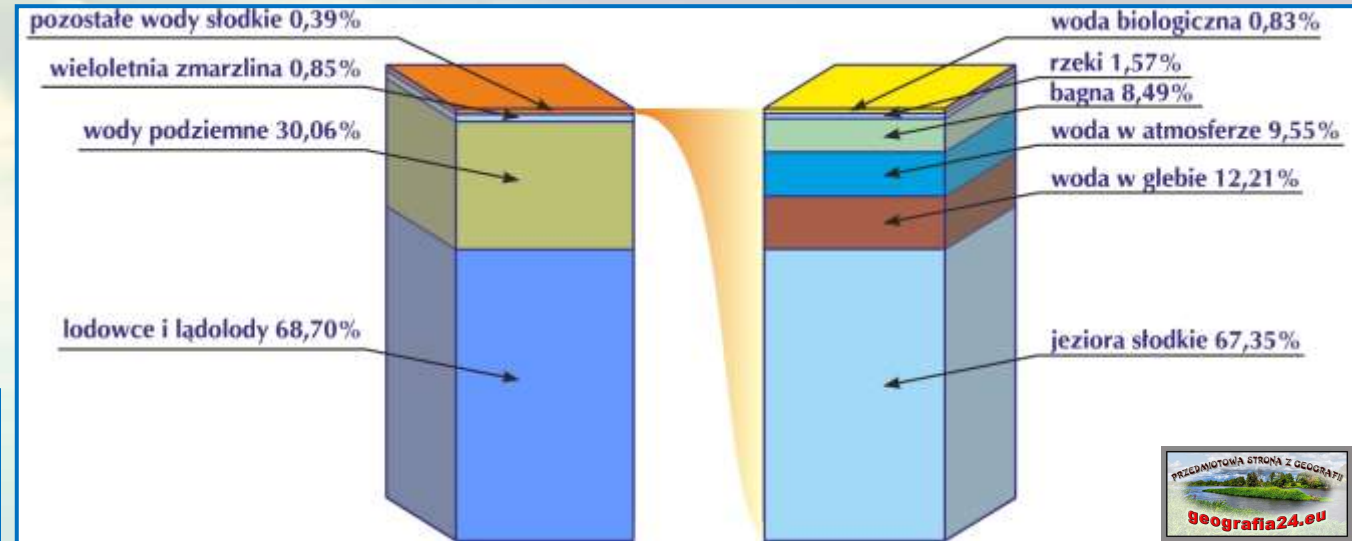
Wody słodkie i słone w hydrosferze

- ♦ **Ziemska hydrosfera** jest powłoką stosunkowo słoną – **wody słone** stanowią **97,47%** wszystkich wód.
- ♦ **Wody słodkie**, stanowiące zaledwie **2,53%**, zawarte są głównie w lądolodach, lodowcach oraz w postaci wód podziemnych.



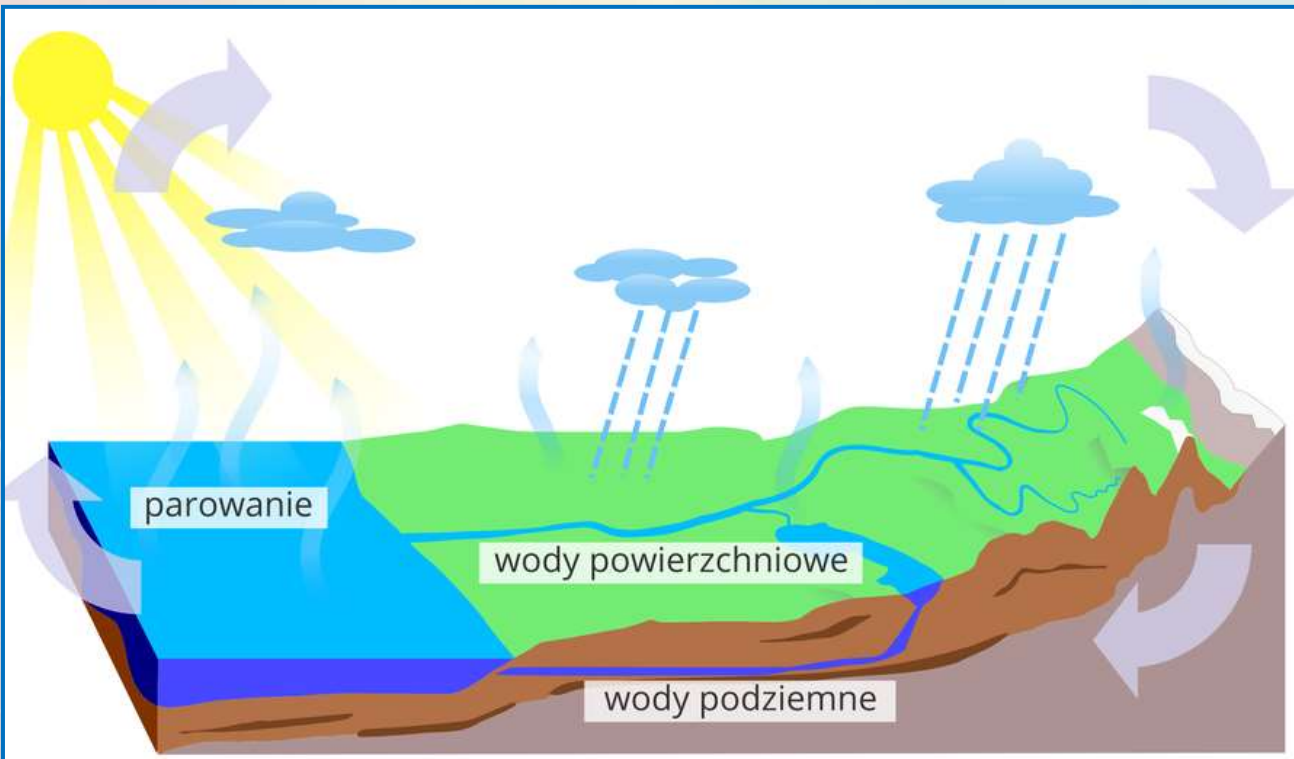
Ilość wód możliwych do wykorzystania przez człowieka

- ♦ Ilość potencjalnych wód możliwych do wykorzystania przez człowieka jest stosunkowo niewielka – wynosi ona mniej niż 0,5%.
- ♦ Należą do nich przede wszystkim wody słodkie, zawarte w rzekach i jeziorach, a także w miarę płytko usytuowane wody podziemne.



Przyczyny krążenia wód w przyrodzie

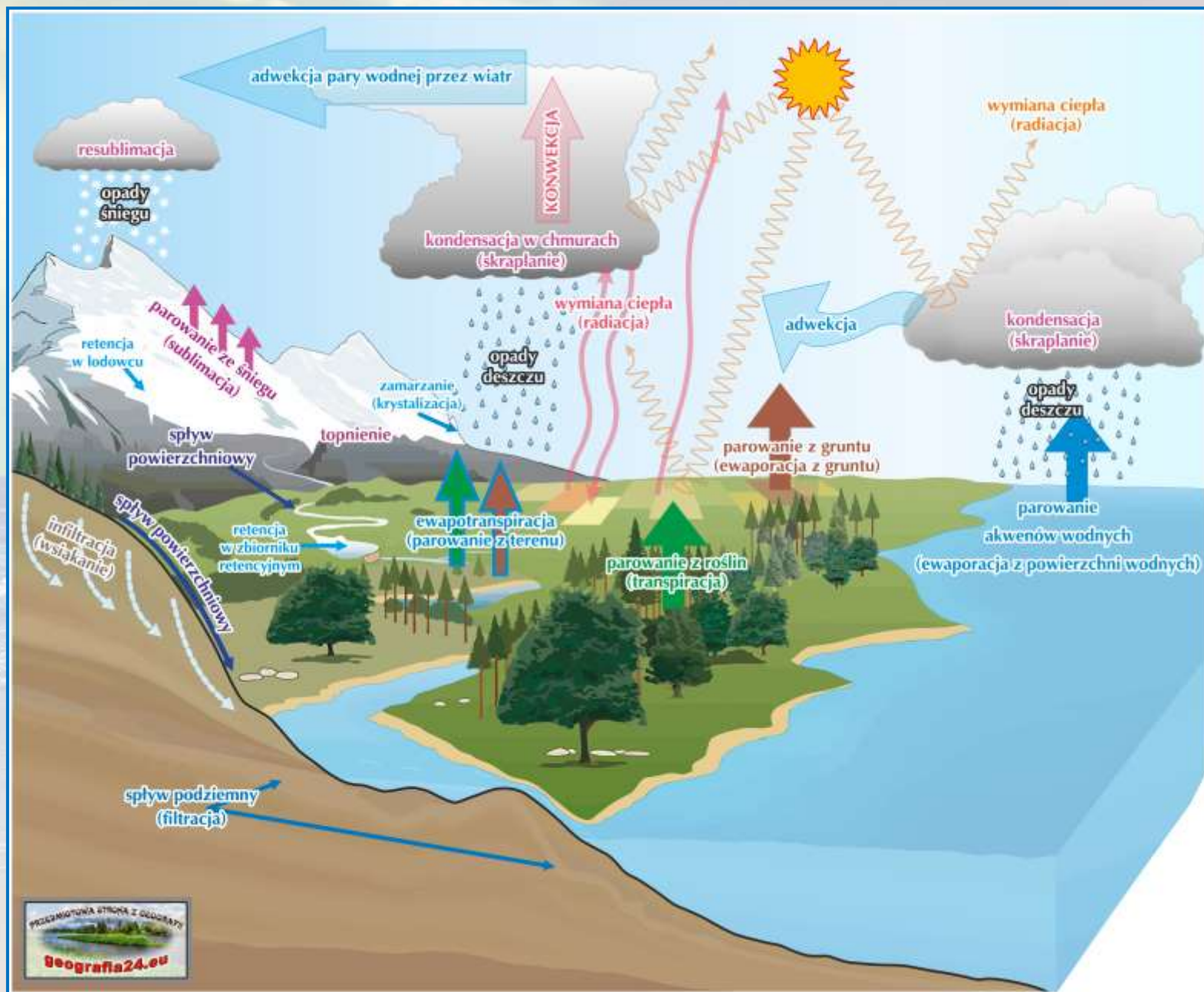
- ♦ Od momentu pojawienia się wody na powierzchni Ziemi rozpoczął się proces jej obiegu.
- ♦ Aby mógł on zaistnieć, potrzebne były siły, które by go zainicjowały i podtrzymywały:
 - ♦ **energia cieplna:**
 - ♦ promieniowanie słoneczne, która prowadzi do unoszenia się mas powietrza z parą wodną,
 - ♦ w mniejszym stopniu temperatura wnętrza Ziemi;
 - ♦ **grawitacja:**
 - ♦ przyczynia się do opadów atmosferycznych, spływu powierzchniowego i podziemnego (w kierunku akwenów wodnych).
- ♦ W obiegu wody istotne są jej chemiczne i fizyczne właściwości.



Najważniejsze składniki cyklu hydrologicznego

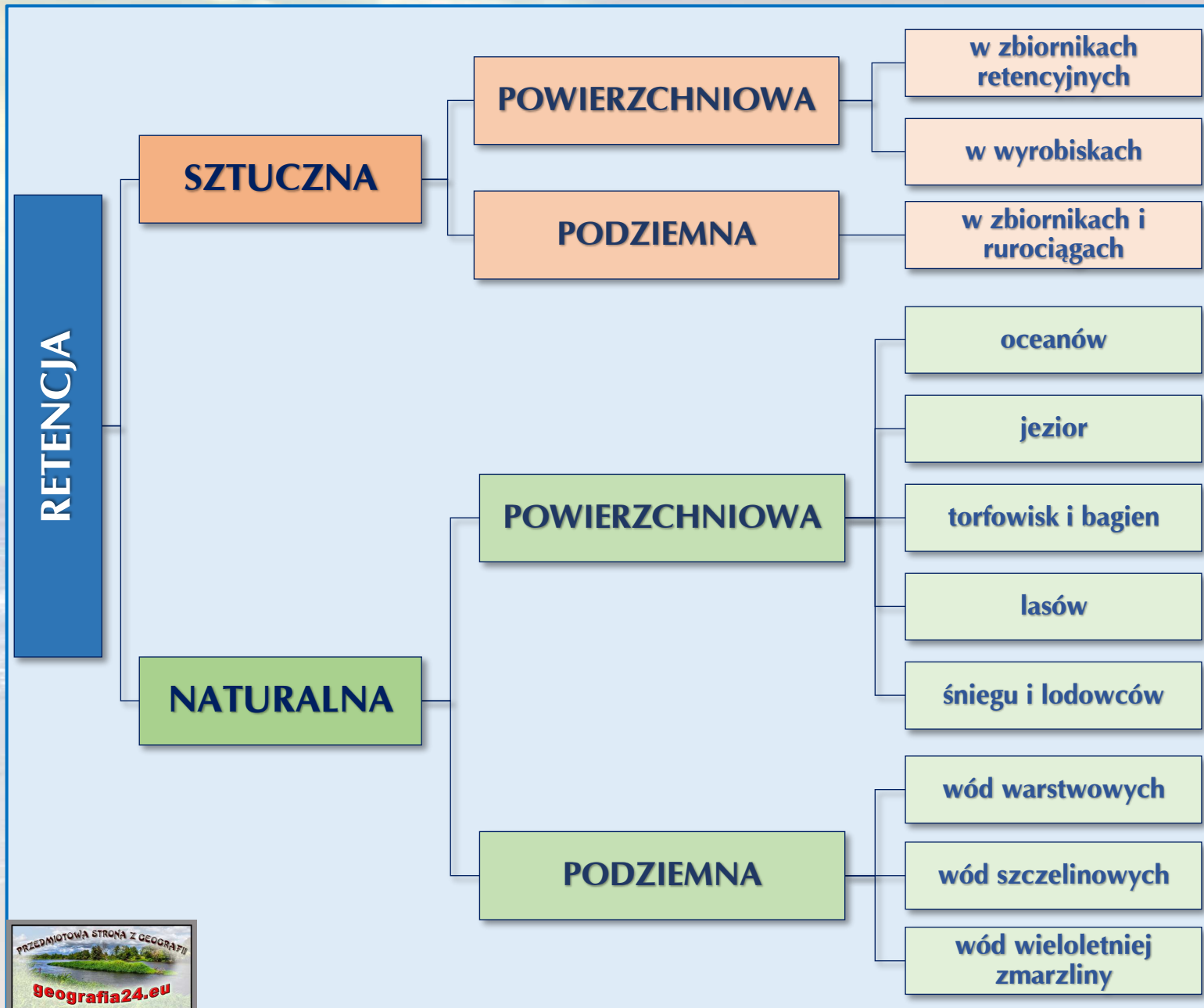
♦ W skrócie można określić, że **obieg wody** przebiega następującymi etapami:

- ♦ **parowanie**,
- ♦ wzrost wielkości **chmur** oraz ich **adwekcja** (przemieszczanie w poziomie),
- ♦ **kondensacja pary wodnej** (opad atmosferyczny) – **przemiana w stan ciekły** (deszcz) lub **stały** (śnieg),
- ♦ gromadzenie się śniegu w postaci pokrywy śnieżnej, która może ulec **topnieniu** i przekształceniu w wodę (ciecz),
- ♦ **spływ po powierzchni Ziemi** (spływ powierzchniowy ciekami wodnymi) lub **prześląkanie** (infiltracja wody deszczowej) bądź też **spływ pod powierzchnią Ziemi** (odpływ podziemny) do akwenów wodnych (jezior, mórz lub oceanów),
- ♦ ponowne **parowanie**.



Retencja

- ♦ Woda na Ziemi pozostaje w zamkniętym obiegu, ale prędkość przemieszczania się jej w poszczególnych ogniwach jest różna.
- ♦ W pewnych ogniwach tego obiegu występuje **retencja**:
 - ♦ czasowe zatrzymanie wody na powierzchni ziemi lub pod ziemią.



Retencja

♣ Czas przebywania wód w stanie retencji bywa bardzo różny i zależy od szeregu czynników.

ZBIORNIKI WODY

ŚREDNI CZAS

woda biologiczna

7 godzin

woda w atmosferze

8-10 dni

tereny podmokłe

5 lat

woda w jeziorach

3-7 lat

woda podziemna

300-5000 lat

lodowce

8000 lat

wody oceanów

4000 lat

Retencja

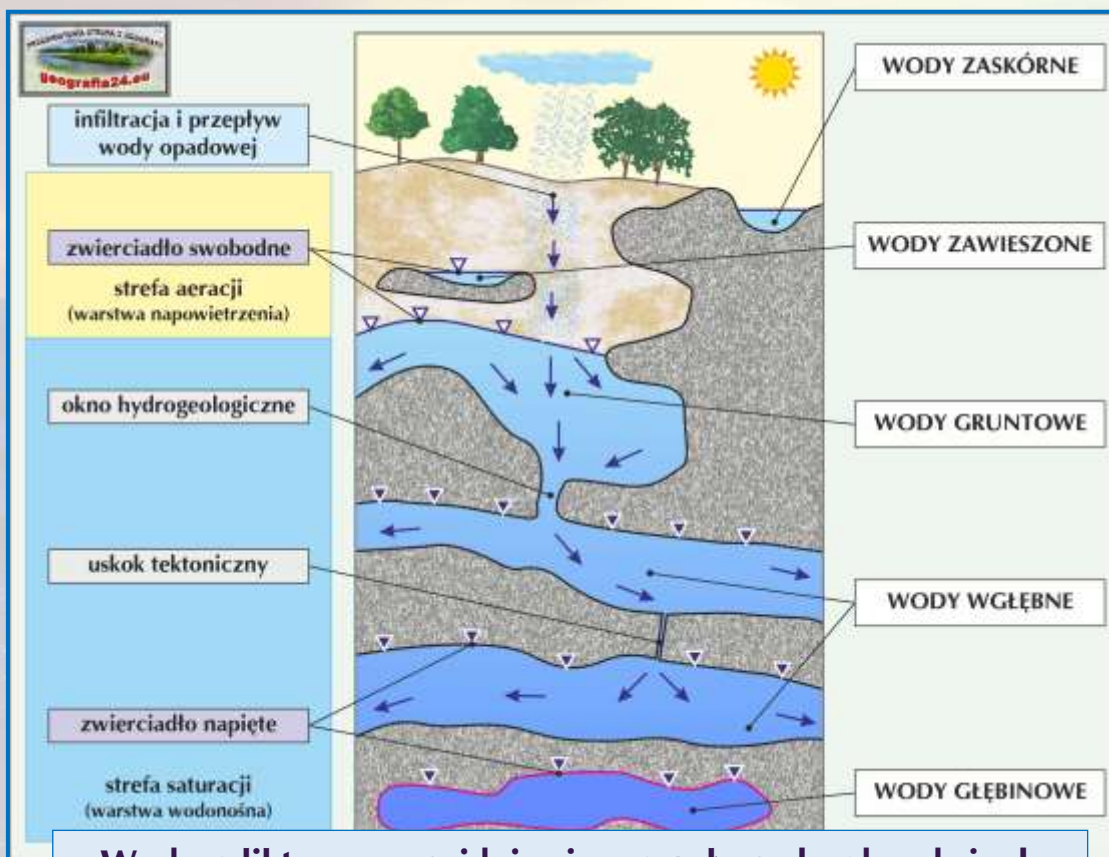


Wody reliktowe

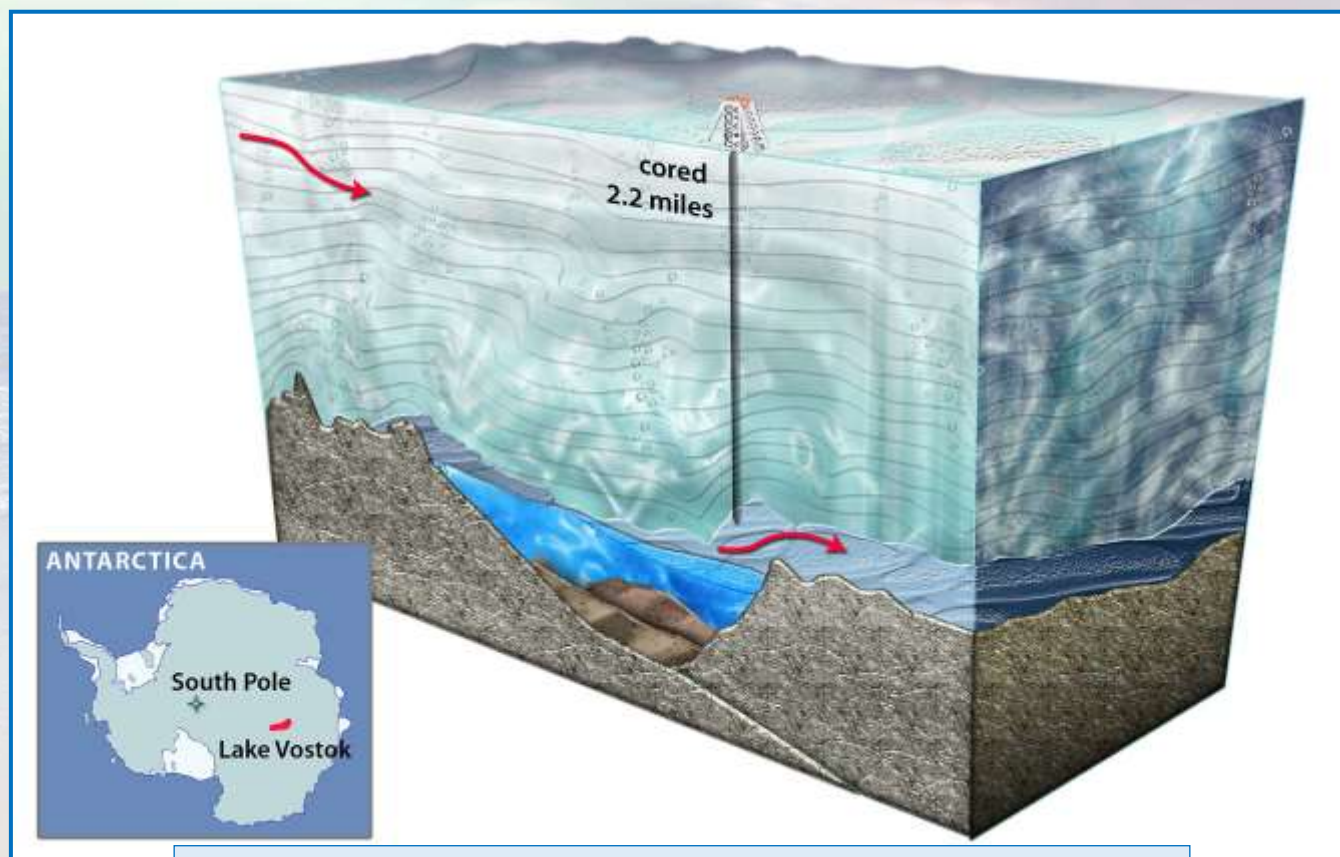
♦ **Wody reliktowe** są wodami podziemnymi znajdującymi się na bardzo dużych głębokościach.

♦ Są to wody:

- ♦ uwięzione i odcięte od innych wód, warstwą nieprzepuszczalną (skałami lub lodem z lądolodu),
- ♦ pozostałości wód z minionych okresów geologicznych,
- ♦ znajdujące się poza strefą aktywnej wymiany – nie biorą udziału w globalnym obiegu wody.



Wody reliktowe – znajdują się z reguły na bardzo dużych głębokościach – pod wszystkimi warstwami wód – na powyższej rycinie się one nie zmieściły ☺



Schematyczny przekrój ukazujący odwiert prowadzący do Jeziora Wostok – w którym występują wody reliktowe

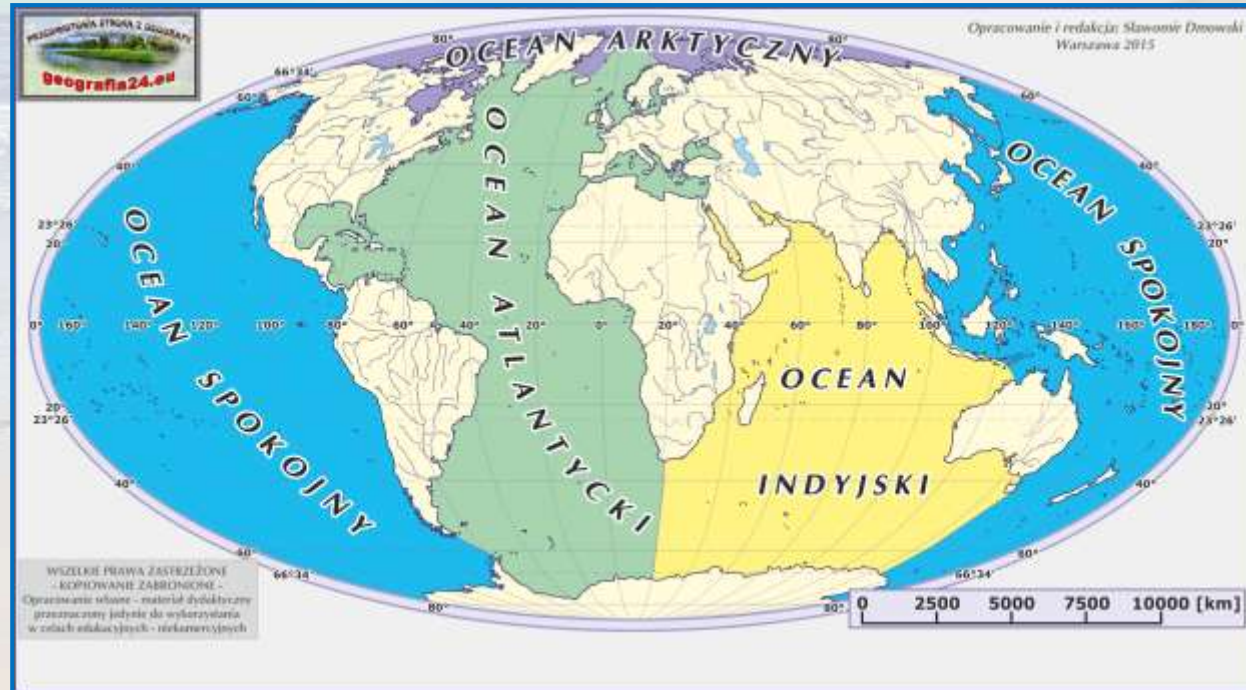
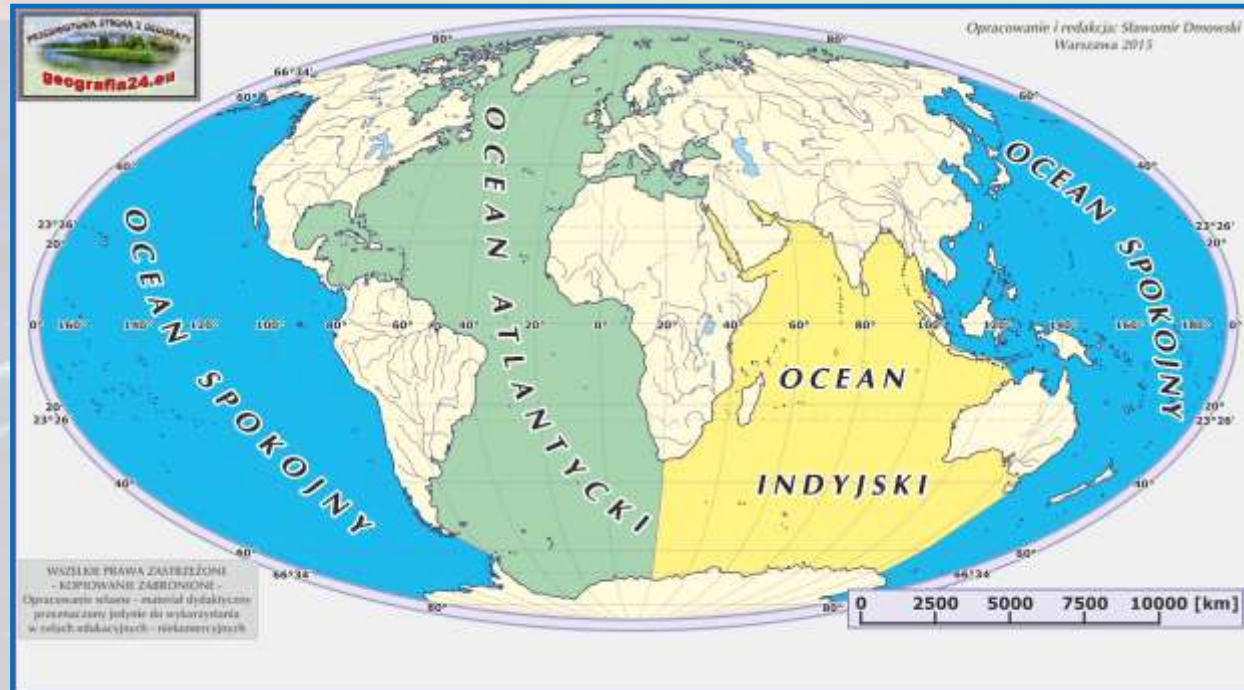
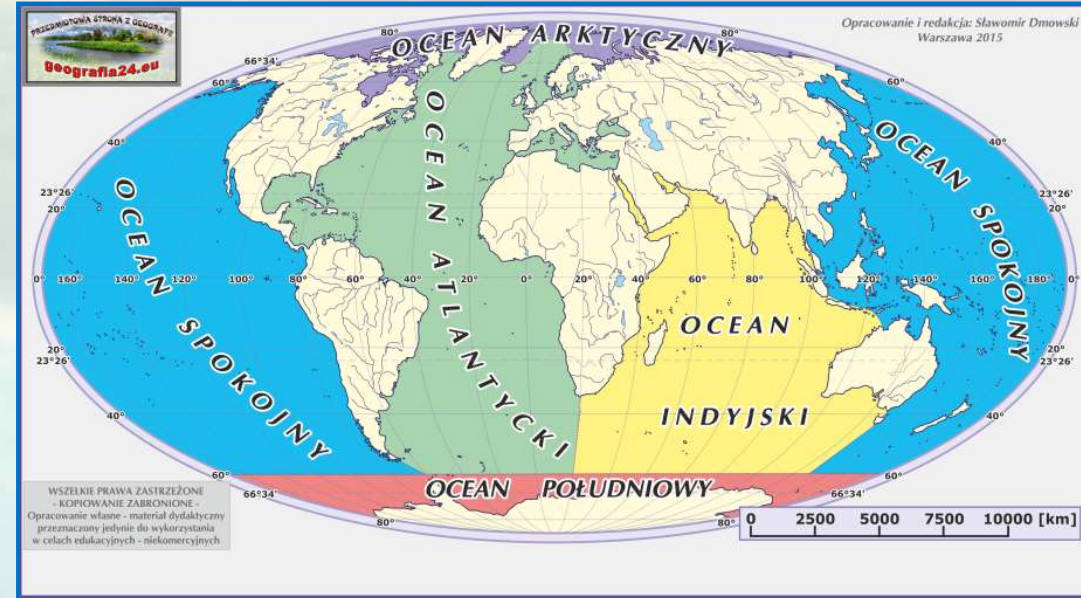
Wszechocean

- ♦ **Wszechocean (ocean światowy)** – zwarty obszar wód na powierzchni naszej planety, obejmujący wszystkie oceany i połączone z nimi morza.
- ♦ Tworzy on słoną powłokę wodną kuli ziemskiej, zajmując około 71 % powierzchni Ziemi – 361,3 mln km².



Podział wszechoceanu

- ◆ **Wszechocean (ocean światowy)** możemy, w zależności od przyjmowanych kryteriów podzielić na 3, 4 i 5 mniejszych jednostek (oceanów).
- ◆ Wyznaczone pomiędzy nimi granice mają charakter wyłącznie umowny.



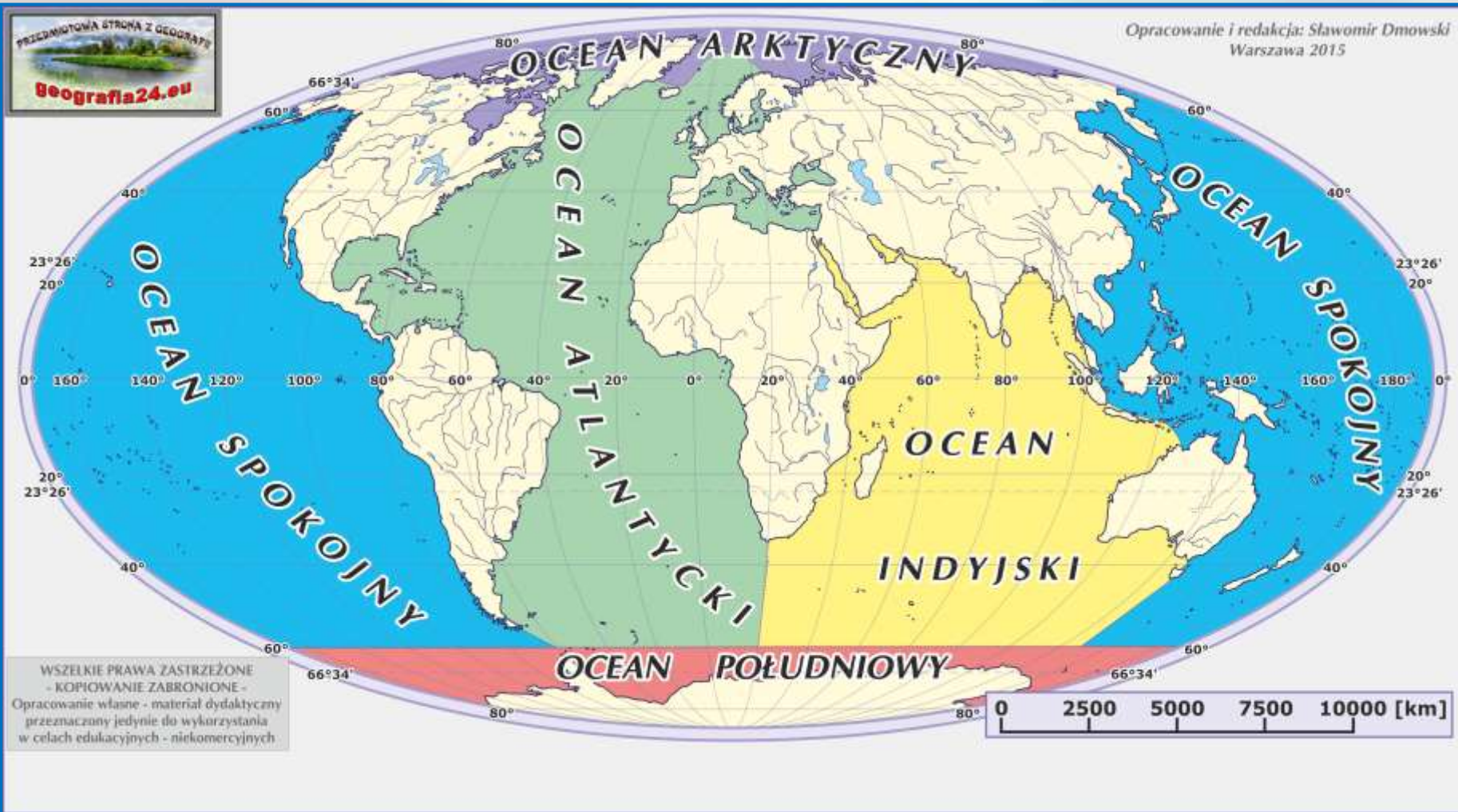
Podział Wszechoceanu na 5 oceanów

♦ Formalnie od 2000 roku niektóre podziały Wszechoceanu wyróżniają także piąty ocean.

♦ Jest nim **Ocean Południowy (Południowy Ocean Lodowaty)**, otaczający Antarktydę do równoleżnika 55-65°S,

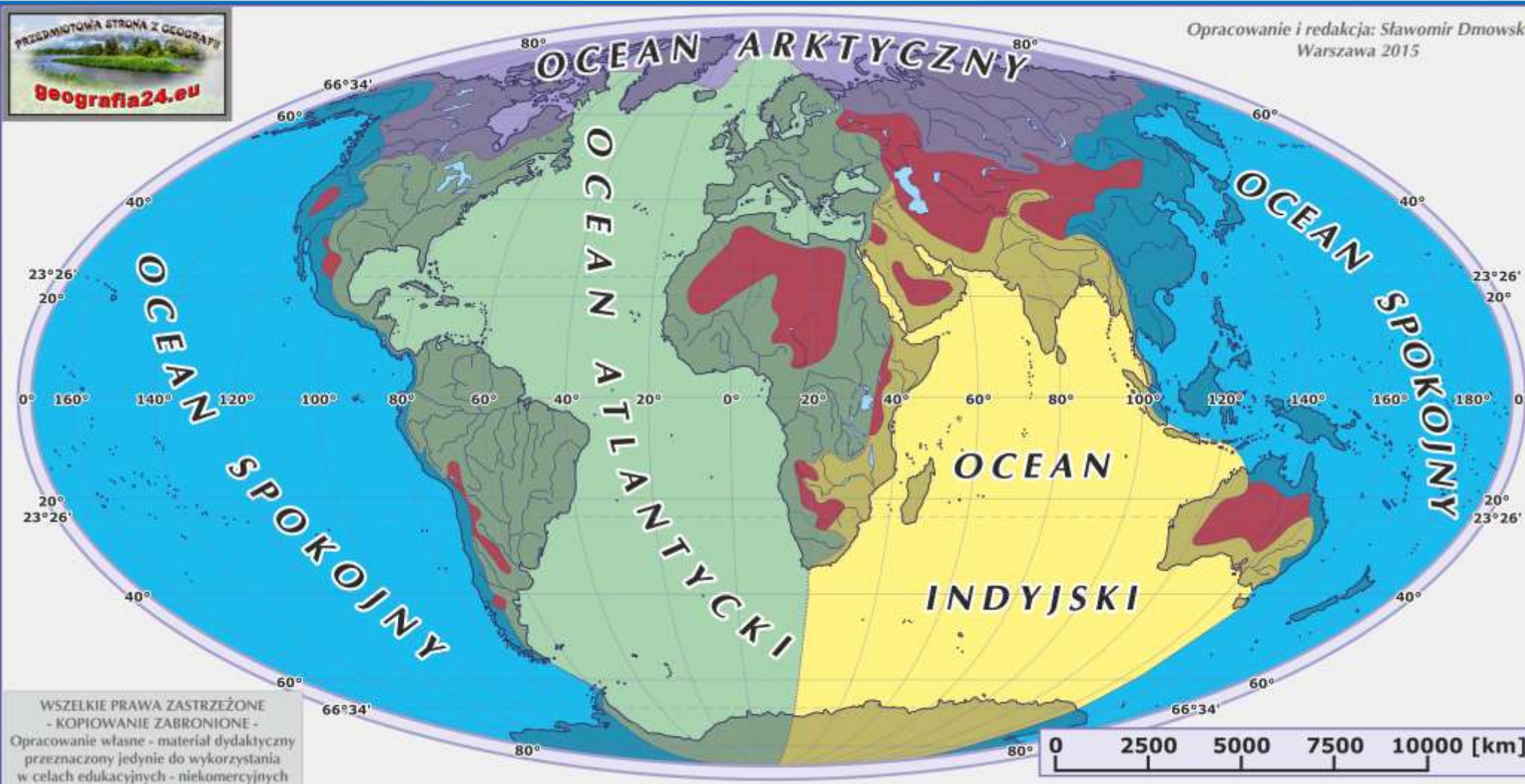
♦ mogą tu docierać wody, przemieszczające się od wybrzeży Antarktydy,

♦ obejmuje on łącznie obszar około 38 mln km² – 10,5% powierzchni Wszechoceanu.



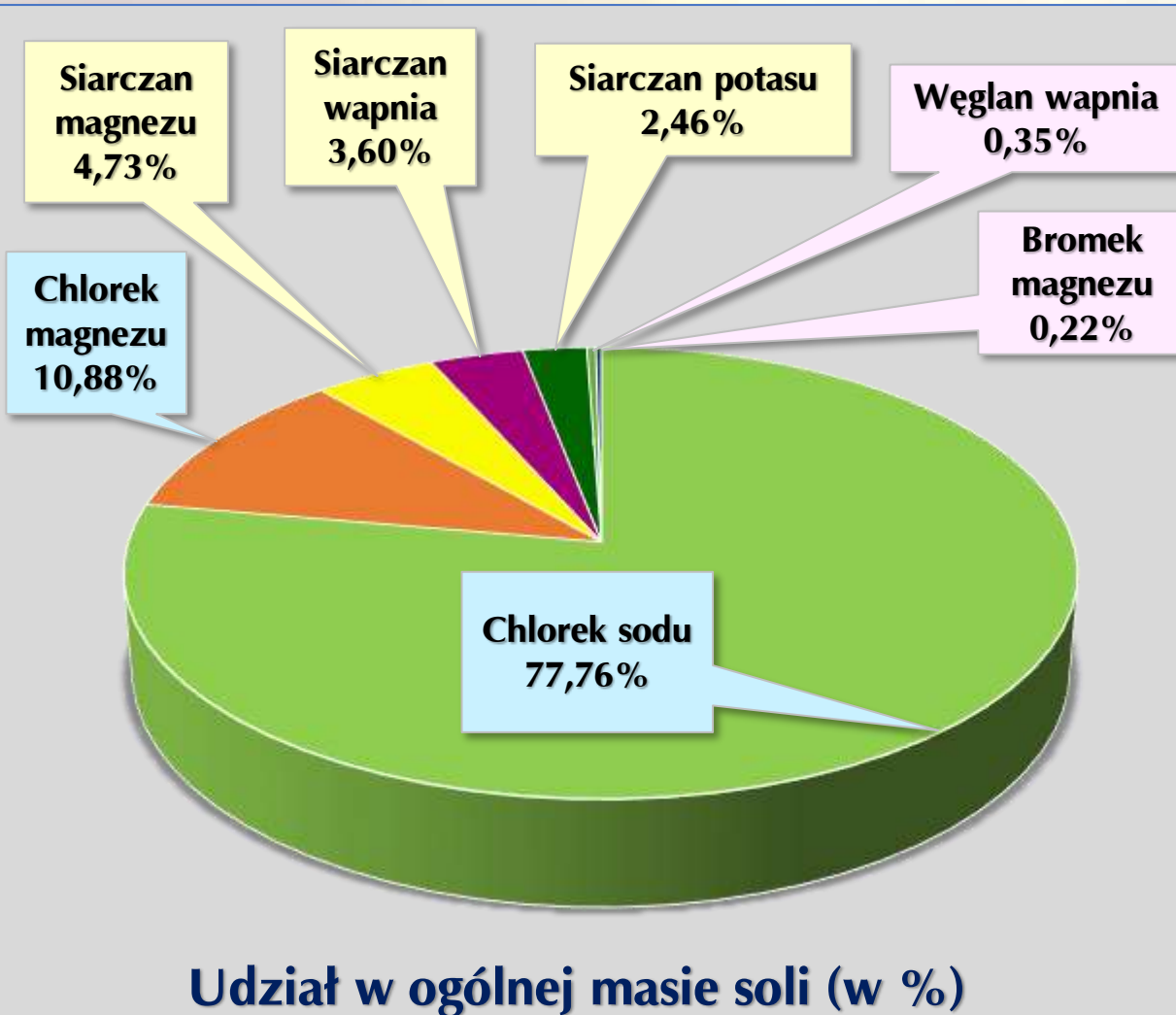
Zlewiska oceanów

- ♦ **Zlewisko oceanu** – obszar, z którego spływają wszystkie wody, przemieszczające się w obrębie kontynentów w formie spływu powierzchniowego i odpływu podziemnego.



Skład chemiczny wody morskiej (oceanicznej)

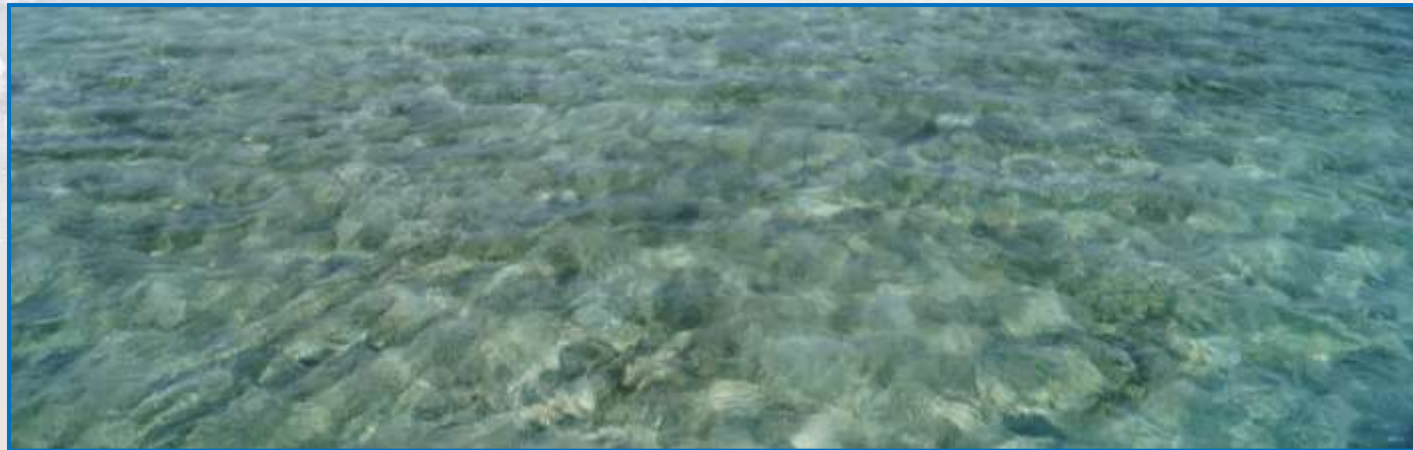
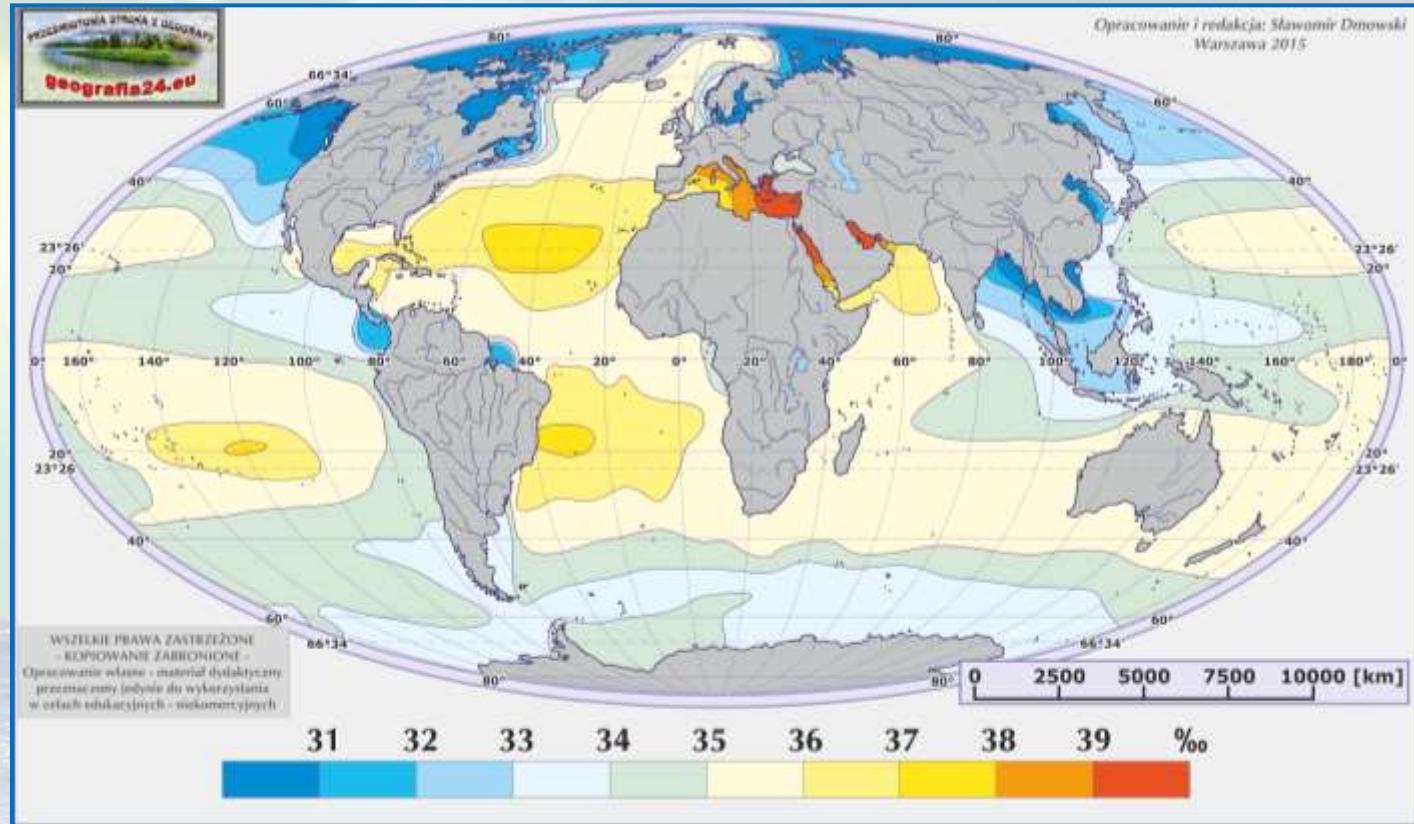
- ♦ **W wodzie morskiej** dominują głównie **chlorki**, które w wodzie słodkiej występują w niewielkich ilościach.
- ♦ **Chlorki sodu i chlorki magnezu** stanowią blisko 90% ogólnej masy soli.
- ♦ Istotne jest także występowanie **siarczanów: magnezu, wapnia i potasu** (łącznie stanowią one około 10% udziału).



SOLE	Zawartość w wodzie (w g/1000 g wody)	Udział w ogólnej masie soli (w %)
Ogółem	35,0	100,00
Chlorek sodu [NaCl]	27,2	77,76
Chlorek magnezu [MgCl ₂]	3,8	10,88
Siarczan magnezu [MgSO ₄]	1,7	4,73
Siarczan wapnia [CaSO ₄]	1,2	3,60
Siarczan potasu [K ₂ SO ₄]	0,9	2,46
Węglan wapnia [CaCO ₃]	0,1	0,35
Bromek magnezu [MgBr ₂]	0,1	0,22

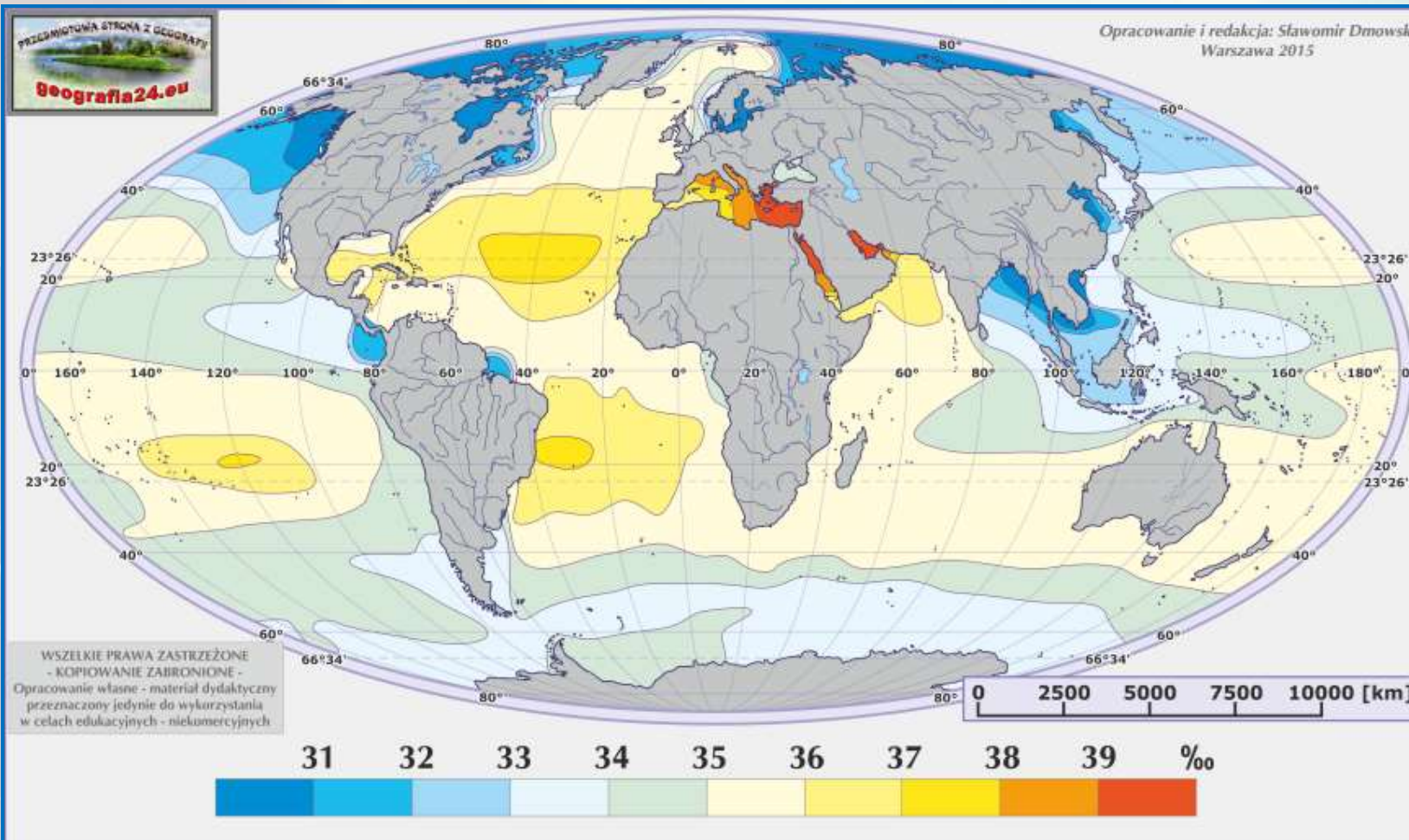
Zasolenie wody morskiej

- ♦ **Zasolenie** – zawartość soli w wodzie morskiej, podawana w jednostkach **PSU**, które odpowiadają poprzednio używanym **promilom**.
- ♦ Stopień zasolenia określamy ważąc sól wytrąconą z odparowania 1 kg wody.
- ♦ **Średnie zasolenie oceanu światowego wynosi 35‰** (czyli w jednym litrze wody znajduje się 35 g soli) i pozostaje bardzo stabilne.
- ♦ W otwartym oceanie zasolenie zmienia się w zakresie od 26 PSU do 38 PSU:
 - ♦ **na równiku – 34 PSU,**
 - ♦ **na zwrotnikach – 37 PSU,**
 - ♦ **w szerokościach umiarkowanych – 35 PSU,**
 - ♦ **w szerokościach okołobiegunowych spada do 30 PSU** (miejscami spada nawet do 25-26 PSU).
- ♦ W morzach zamkniętych oraz izolowanych zatokach morskich występują znacznie większe dysproporcje w średnim zasoleniu:
 - ♦ **najmniejsze występuje w Morzu Bałtyckim – wynosi ono około 7 PSU,**
 - ♦ **największe występuje w Morzu Czerwonym – wynosi ono około 43-46 PSU.**



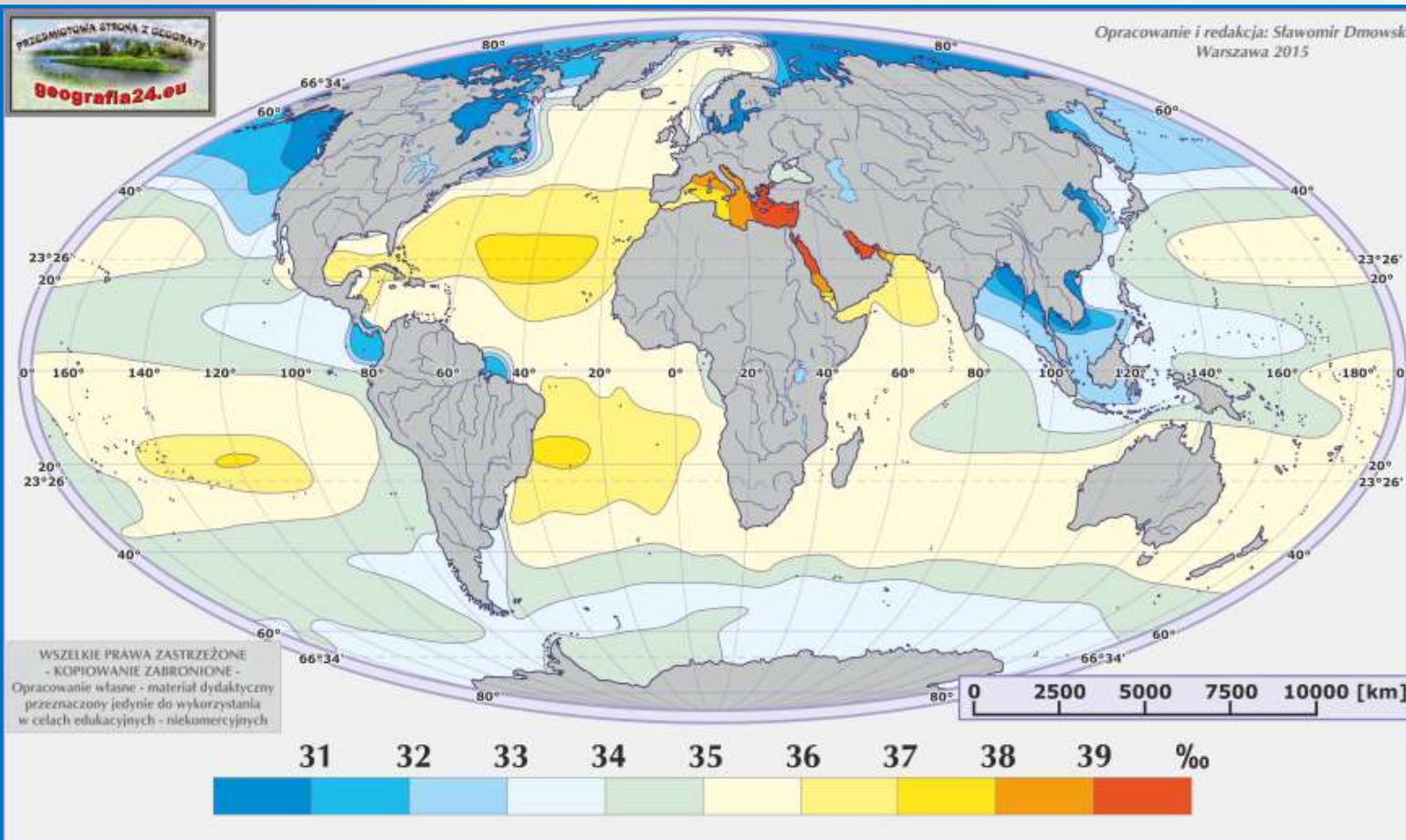
Zmienność zasolenia powierzchniowych wód morskich

- ♦ W strefie okołorównikowej oraz w morzach półzamkniętych, leżących na terenach o wysokich opadach, stężenie soli jest niższe od przeciętnego na skutek rozcieńczenia wód powierzchniowych przez wody deszczowe lub rzeczne dopływające z lądów.
- ♦ Występuje tu przewaga opadów nad parowaniem.



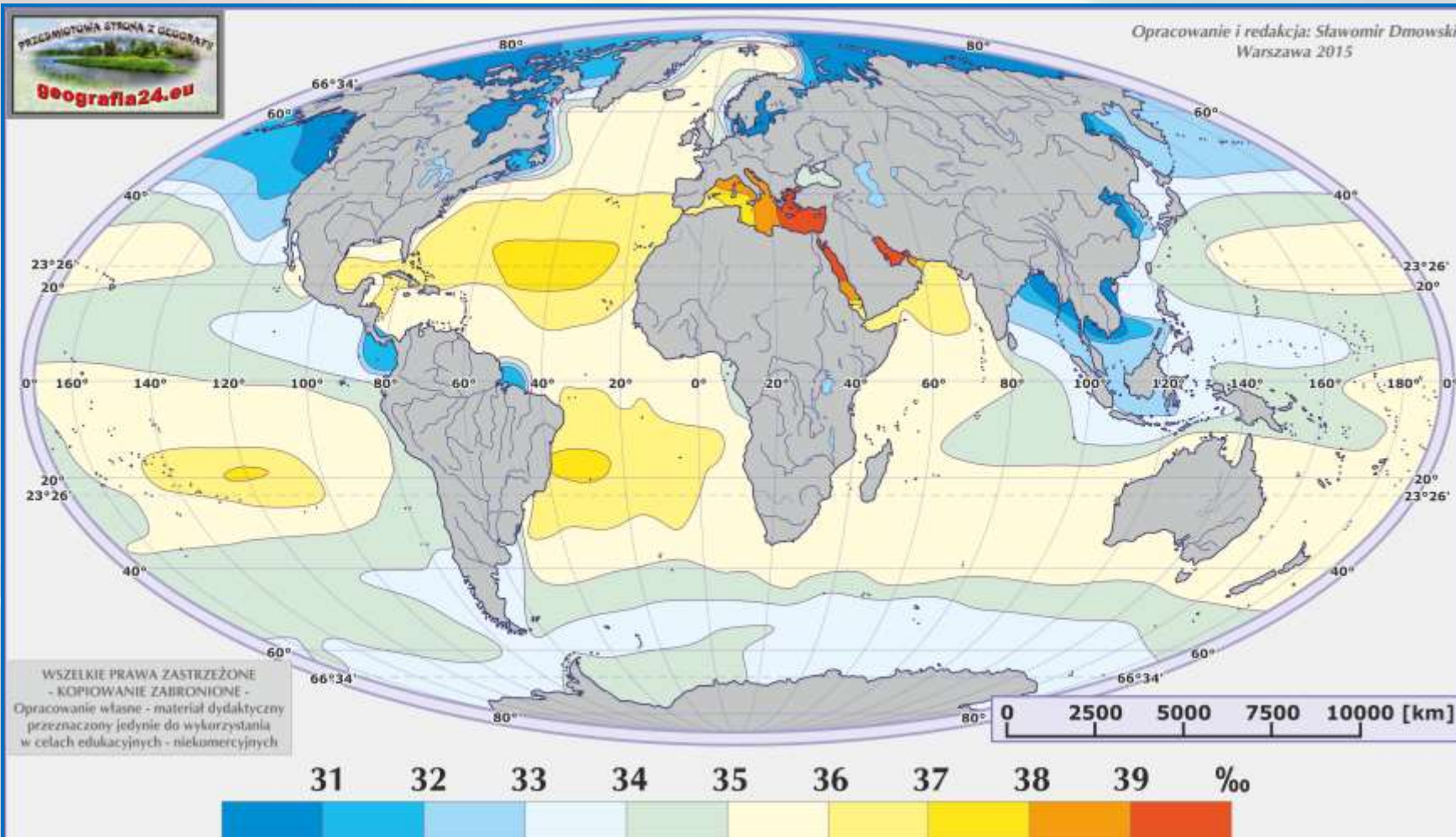
Zmienność zasolenia powierzchniowych wód morskich

- ♦ **W strefach zwrotnikowych** zasolenie osiąga duże wartości na skutek dużego parowania i niewielkich opadów atmosferycznych oraz znikomego dopływu rzecznego z lądów.
- ♦ Występuje tu przewaga parowania nad opadami.
- ♦ Najwyższe wartości zasolenia występują w izolowanych zatokach morskich i morzach.



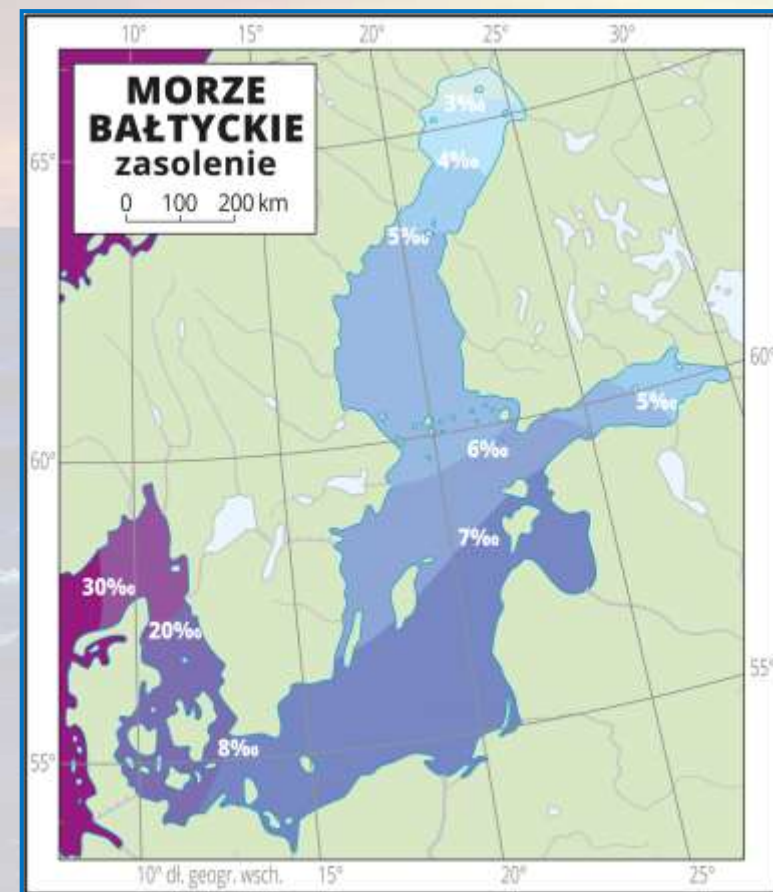
Zmienność zasolenia powierzchniowych wód morskich

- ♦ **W regionach polarnych** stężenie soli jest niewielkie (spadające lokalnie nawet do 25-26‰) co wynika głównie z odsalania powierzchniowej warstwy wód na skutek cyklicznego zamarzania i topnienia oraz dopływu wód z topniejących śniegów i lodów.



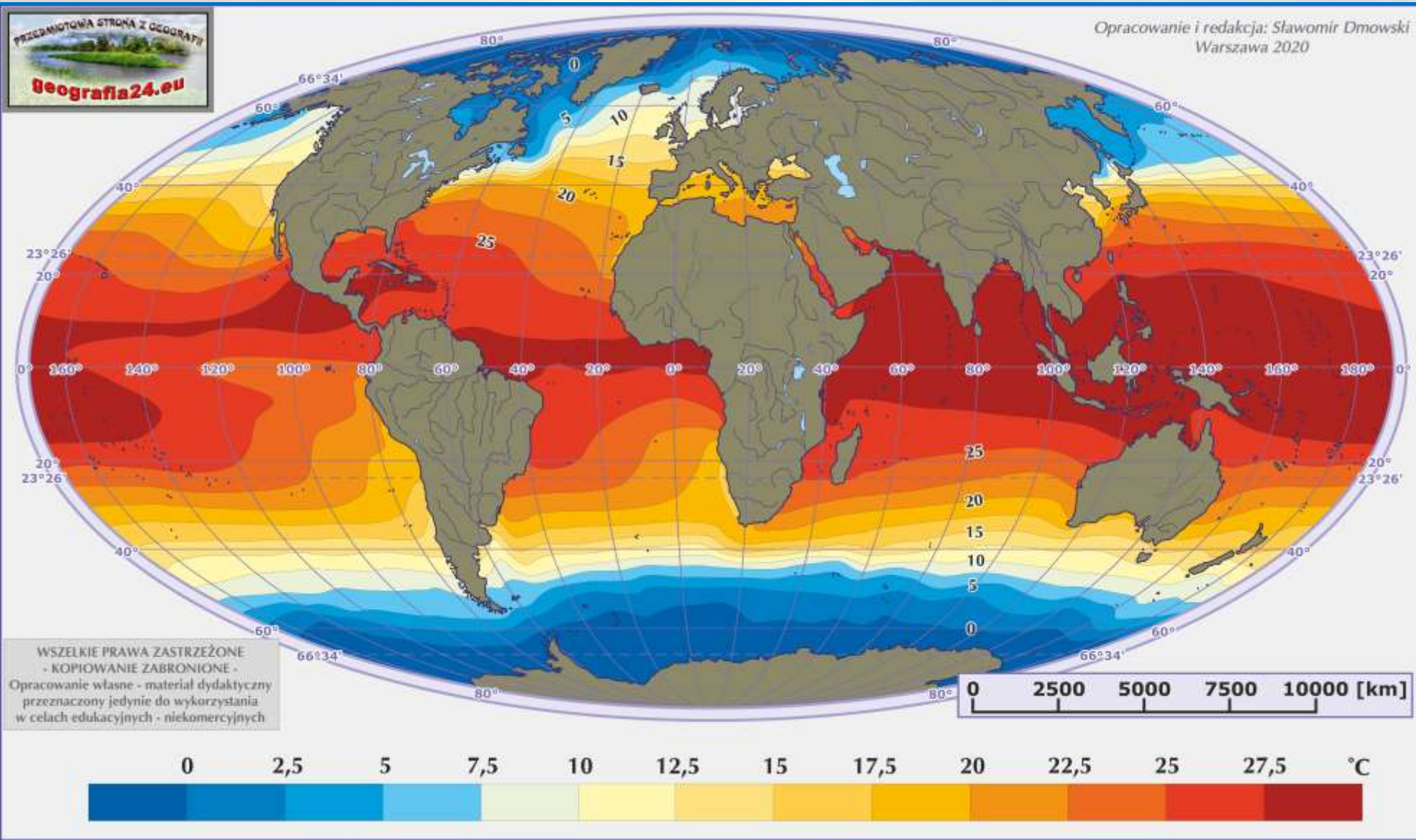
Zasolenie wód powierzchniowych Bałtyku i Morza Czerwonego

MORZE BAŁTYCKIE		MORZE CZERWONE	
średnie zasolenie	przyczyny	średnie zasolenie	przyczyny
7 PSU	<ul style="list-style-type: none"> niewielkie parowanie (zimą), duży dopływ wód słodkich rzekami, sezonowo duży dopływ wód z topniejących śniegów. 	43-46 PSU	<ul style="list-style-type: none"> bardzo duże parowanie (klimat zwrotnikowy), niewielki dopływ wód słodkich z rzek (rzeki głównie okresowe lub epizodyczne), brak sezonowego dopływu wód z topniejących śniegów.



Temperatura powierzchniowych wód oceanicznych

- ♦ **Temperatura powierzchniowych wód oceanicznych** związana jest głównie z szerokością geograficzną – zmniejsza się w miarę zbliżania ku biegunom.



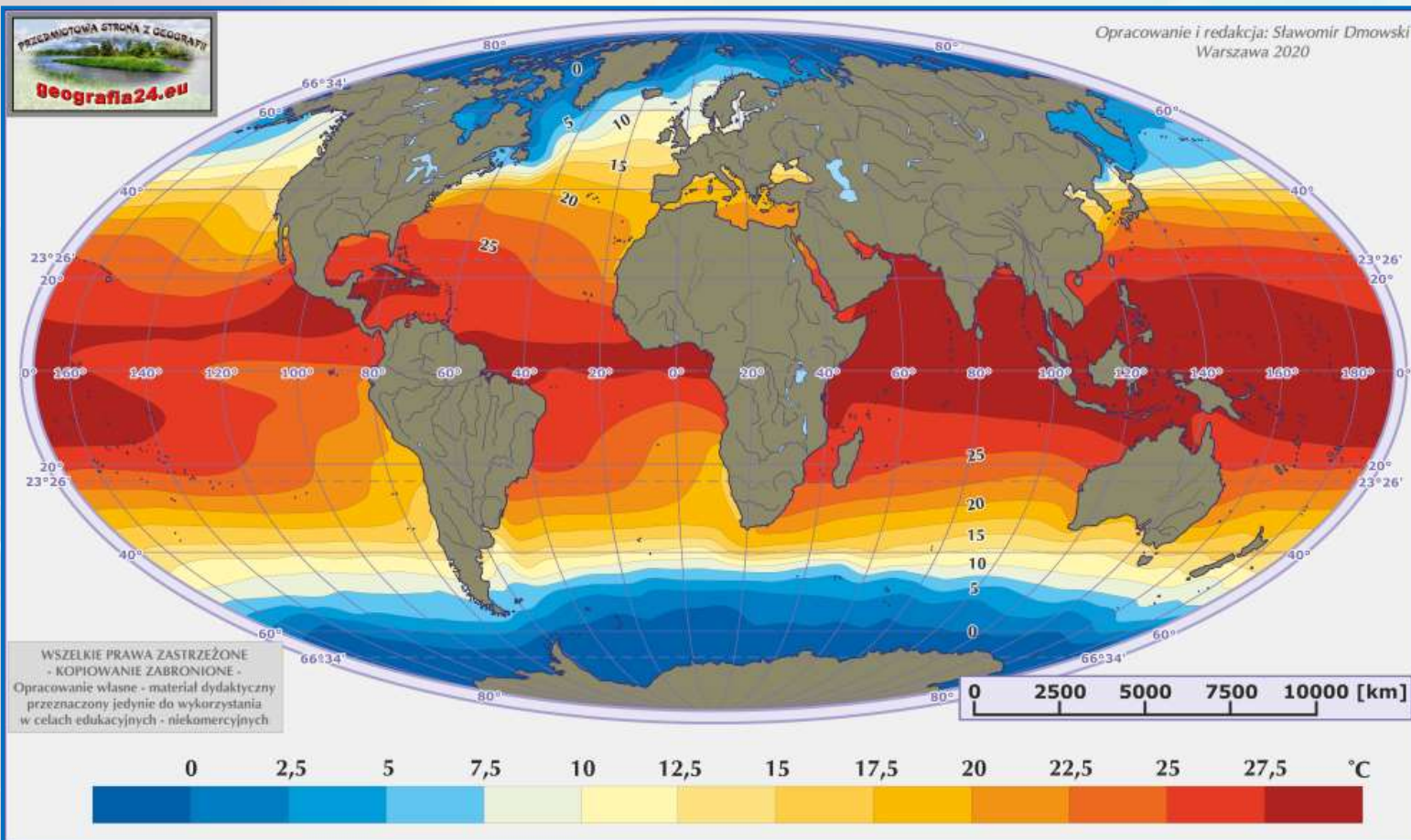
Temperatura powierzchniowych wód oceanicznych

♦ **Średnio** wynosi: **+17,4°C**, przy czym:

♦ na półkuli północnej wynosi 19,2°C,

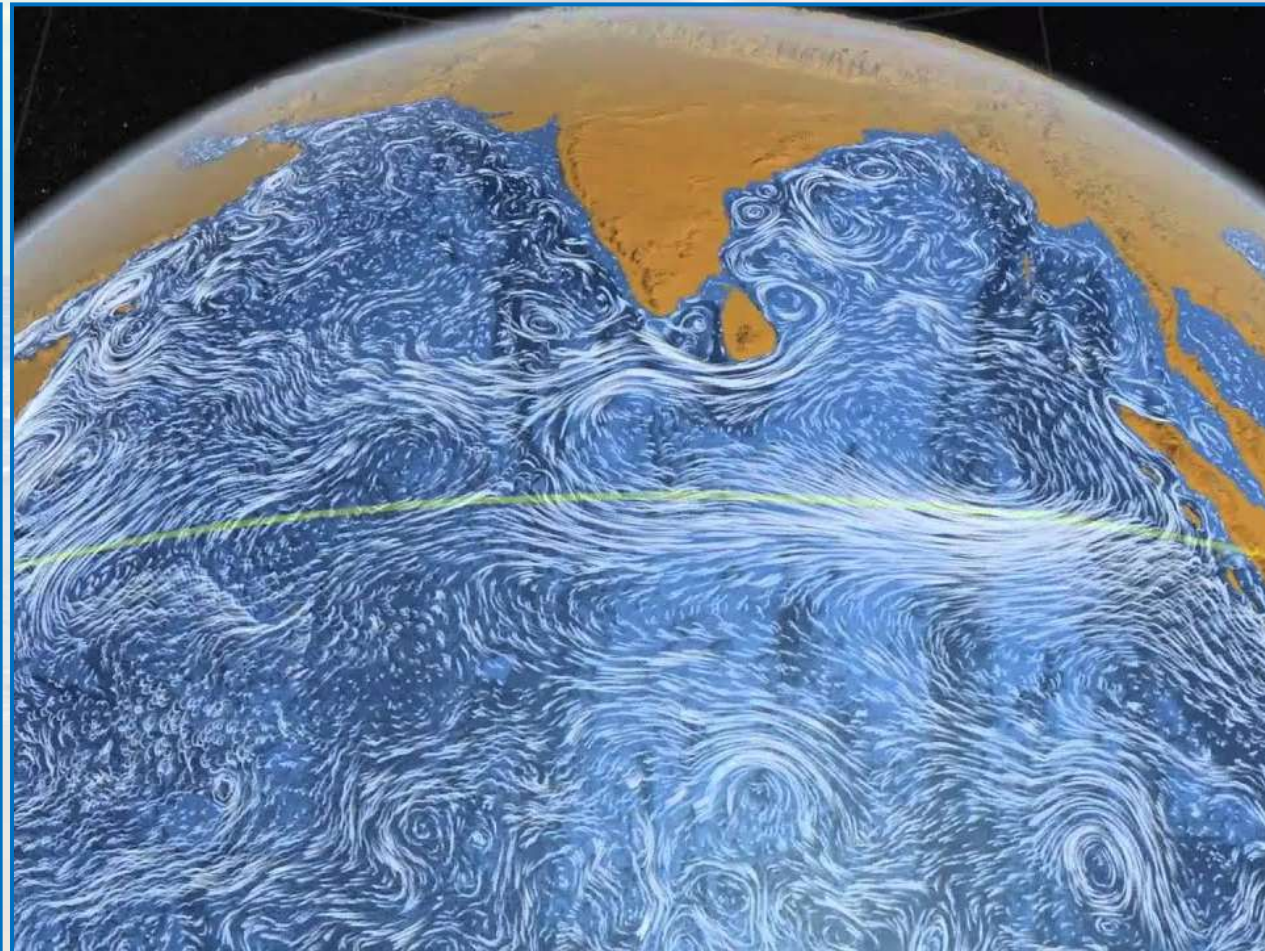
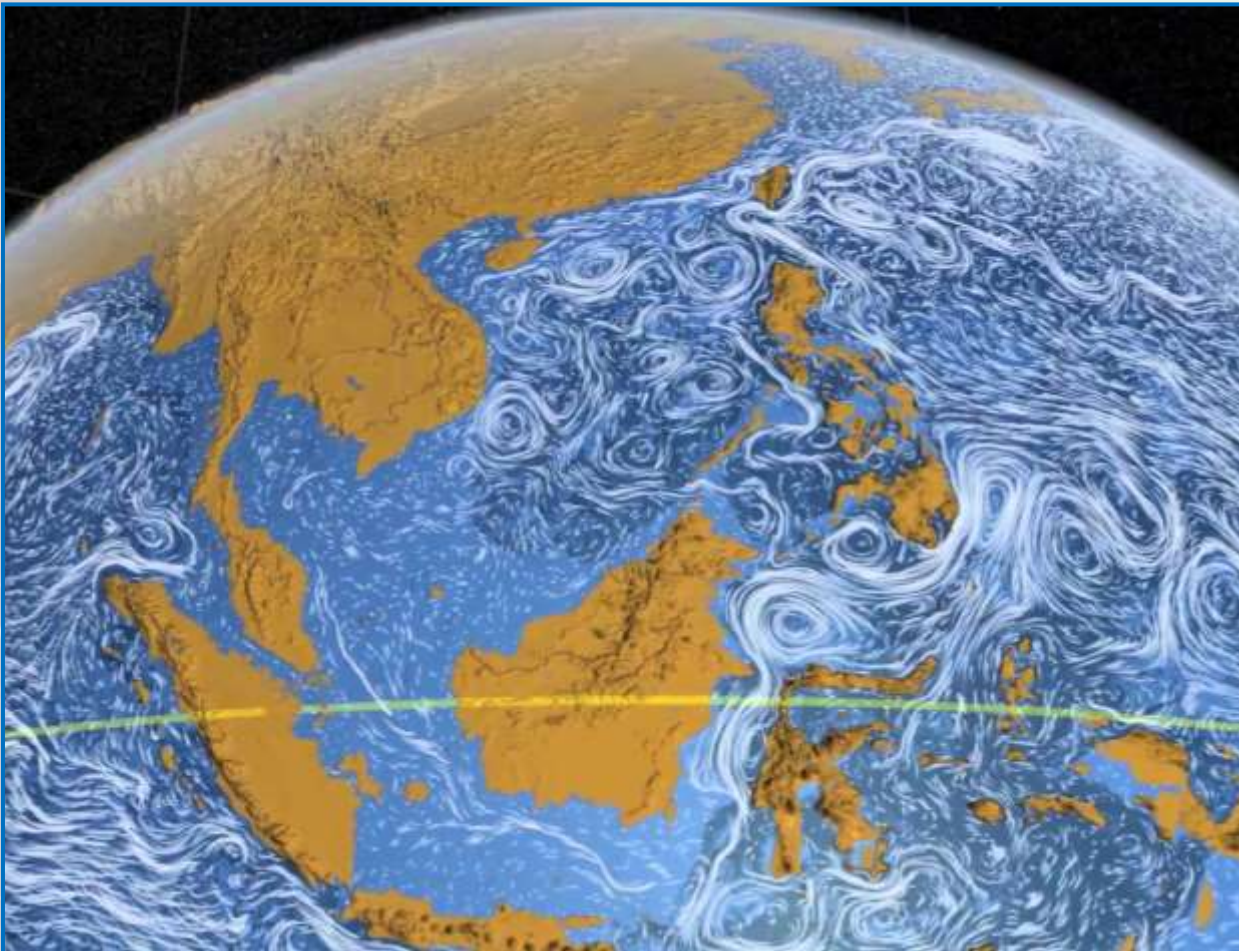
♦ na półkuli południowej wynosi 16,0°C.

♦ Zmienia się ona od -1,9°C w rejonach polarnych (w niższej temperaturze woda morska zamarza później, co wynika z faktu zasolenia wody morskiej) do +28°C w strefie równikowej.



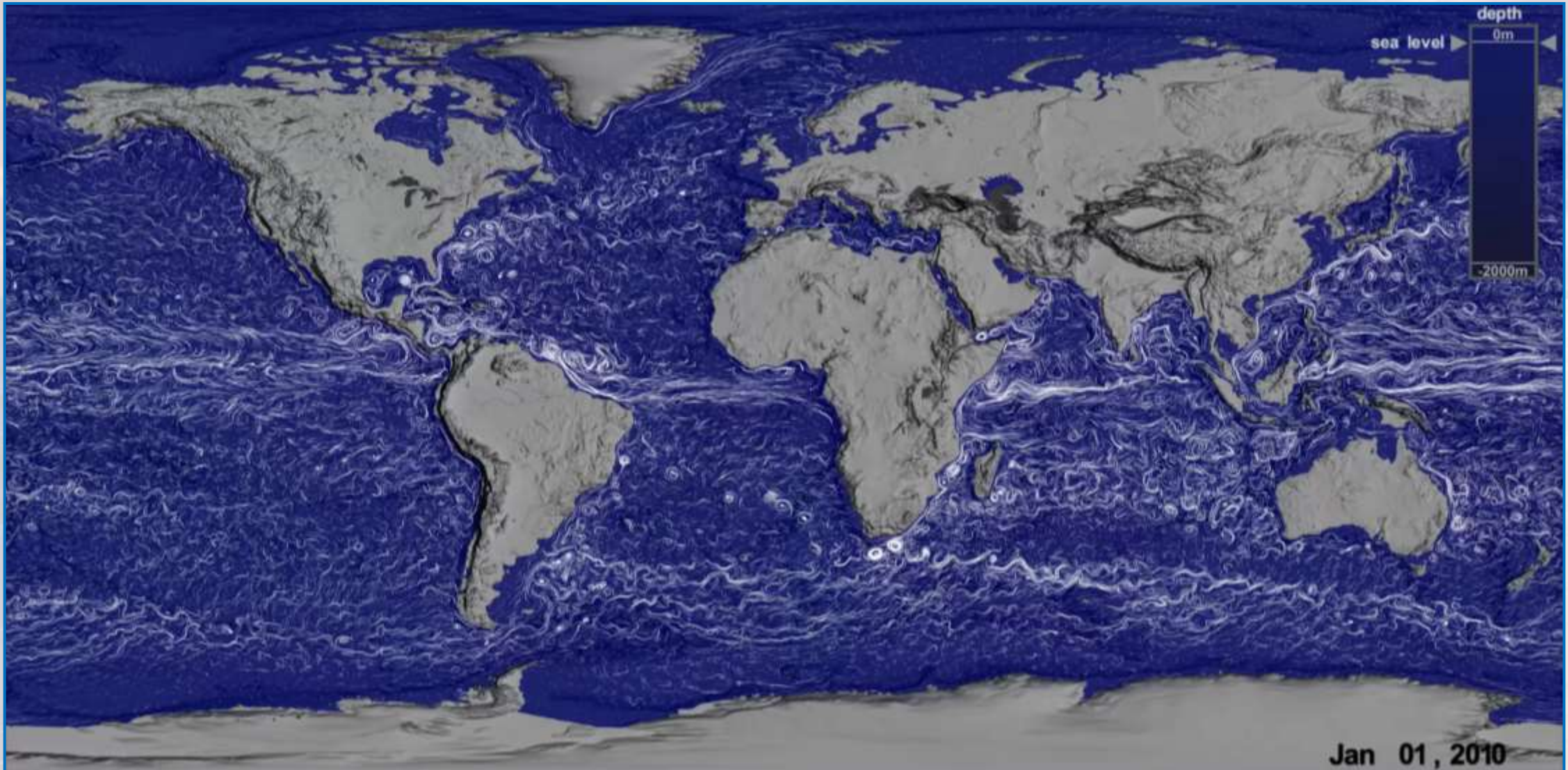
Prądy morskie

- ♦ **Prądy morskie** – poziome, strumieniowe ruchy ogromnych mas wód w obrębie oceanów i mórz.
- ♦ Poddana tym ruchom masa wód odznacza się dość niewielką szerokością, szczególnie w porównaniu do długości.
- ♦ Prądy morskie cechują się określoną:
 - ♦ **prędkością** – wyrażaną w węzłach (1 węzeł = 1 mila morska/godz.) lub rzadziej km/h, m/s;
 - ♦ **kierunkiem** – wyznacza go strona świata, w którą następuje przemieszczanie prądu.



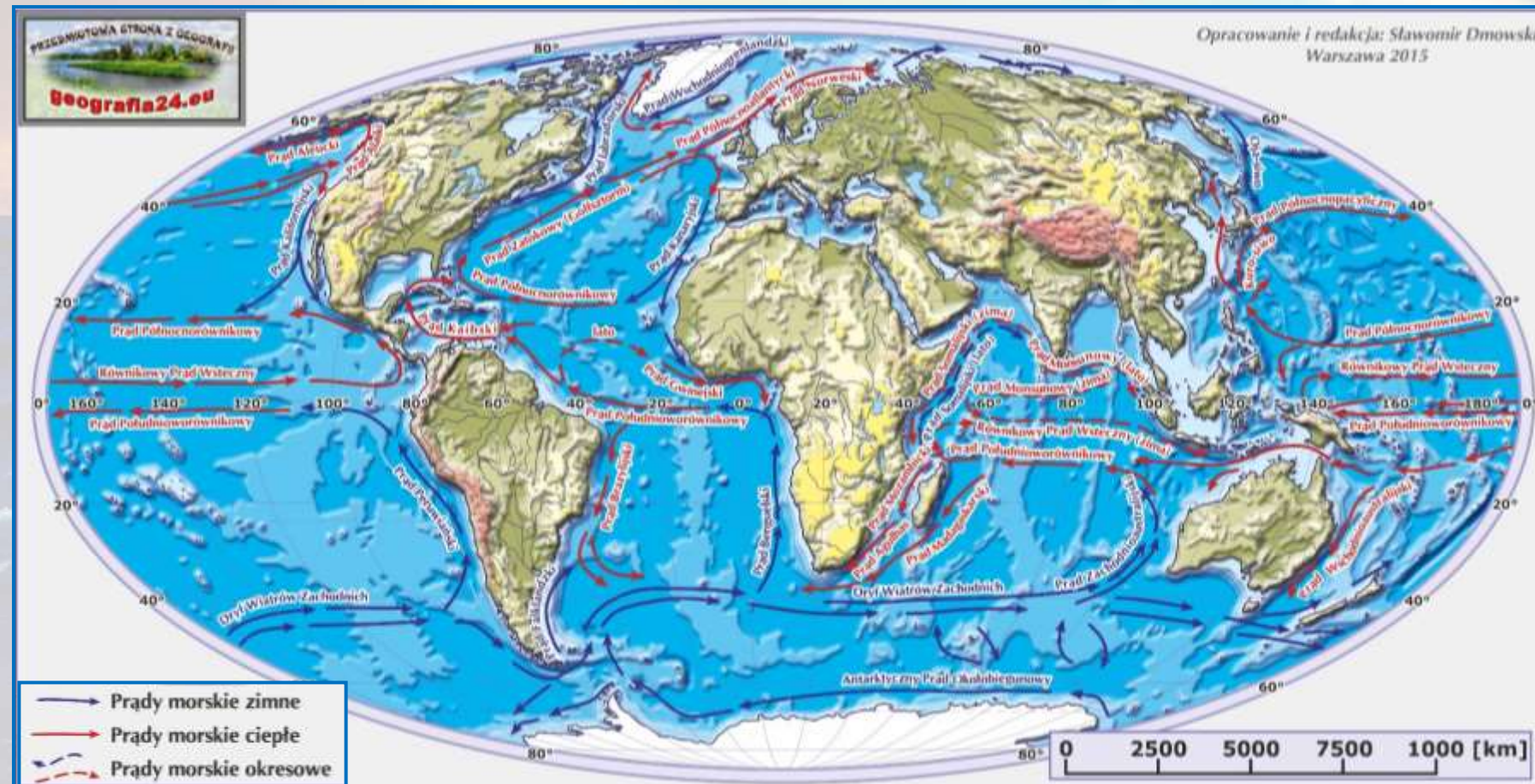
Kierunki prądów morskich

- ♦ Kierunki prądów morskich są często mocno odchylone wskutek działania **siły Coriolisa**.
- ♦ Duży wpływ na ich przebieg wywiera także **rozmieszczenie lądów i mórz** oraz **znajdujące się na drodze obiekty** w postaci wysp, a także rzeźba dna morskiego.



Kierunki prądów morskich

- ♦ Na **półkuli północnej**, aż po **umiarkowane szerokości geograficzne**, prądy morskie tworzą wielkie komórki cyrkulacyjne, w których woda porusza się w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara (w prawo).
- ♦ Na **półkuli południowej** i w **wysokich szerokościach geograficznych półkuli północnej** ruch wody odbywa się w przeciwnym kierunku (w lewo).
- ♦ **Wyjątek stanowi północna część Oceanu Indyjskiego**, gdzie kierunki prądów morskich zmieniają się sezonowo wraz z monsunową cyrkulacją powietrza.



Przyczyny powstawania prądów morskich

♦ Najczęstszymi rodzajami powierzchniowych prądów morskich są:

- ♦ wiatrowe (prądy dryfowe i prądy wiatrowe),
- ♦ barogradientowe,
- ♦ spływowe,
- ♦ gęstościowe,
- ♦ kompensacyjne,
- ♦ pływowe.



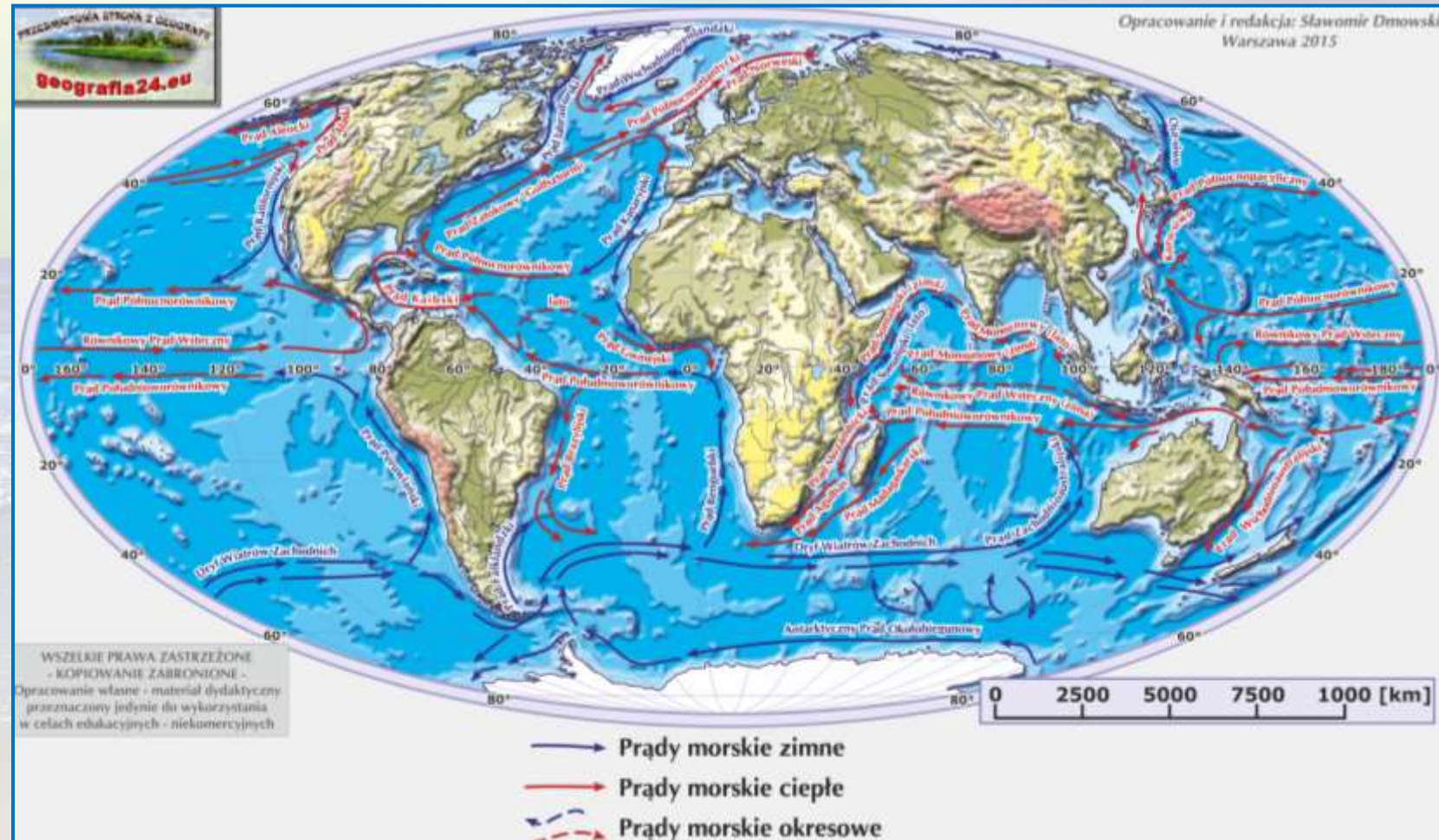
Przyczyny powstawania prądów morskich – wiatrowe

- ♦ **Wiatrowe** przyczyny genezy prądów morskich związane są z:
 - ♦ tarciem powietrza o powierzchnię wody,
 - ♦ parciem wiatru na dowietrzne grzbiety fal.
- ♦ W obrębie tej przyczyny wyróżnić możemy dwa typy prądów:
 - ♦ **prądy dryfowe** – występującymi w przypowierzchniowej warstwie wody najczęściej do głębokości około 200 m, mające stosunkowo stały charakter w ciągu roku lub w ciągu określonej pory roku; wywołane są one przez:
 - ♦ stałe wiatry, np. passaty,
 - ♦ wiatry sezonowe, np. monsuny,
 - ♦ wiatry przeważające w określonym rejonie (strefie klimatycznej), np. wiatry zachodnie w strefie umiarkowanej;
 - ♦ **prądy wiatrowe** – wywołane zwykle zmiennymi w ciągu roku, chwilowymi i zwykle krótkookresowymi wiatrami.



Podział prądów morskich ze względu na temperaturę wód otaczających

- Na podstawie **porównania temperatury niesionych przez nie wód z temperaturą wód otaczających** wyróżnia się:
 - prądy ciepłe**: niosą wody cieplejsze od wód otaczających (płyną zwykle ku biegunom);
 - prądy zimne**: przenoszą wody chłodniejsze od wód otaczających (płyną zwykle ku równikowi).
- Ten sam prąd może być początkowo ciepły, a po wpłynięciu do innych rejonów oceanu stać się zimny lub też w jednym półroczu może być ciepły, a w drugim zimny.



Podział prądów morskich ze względu na stałość i czas trwania

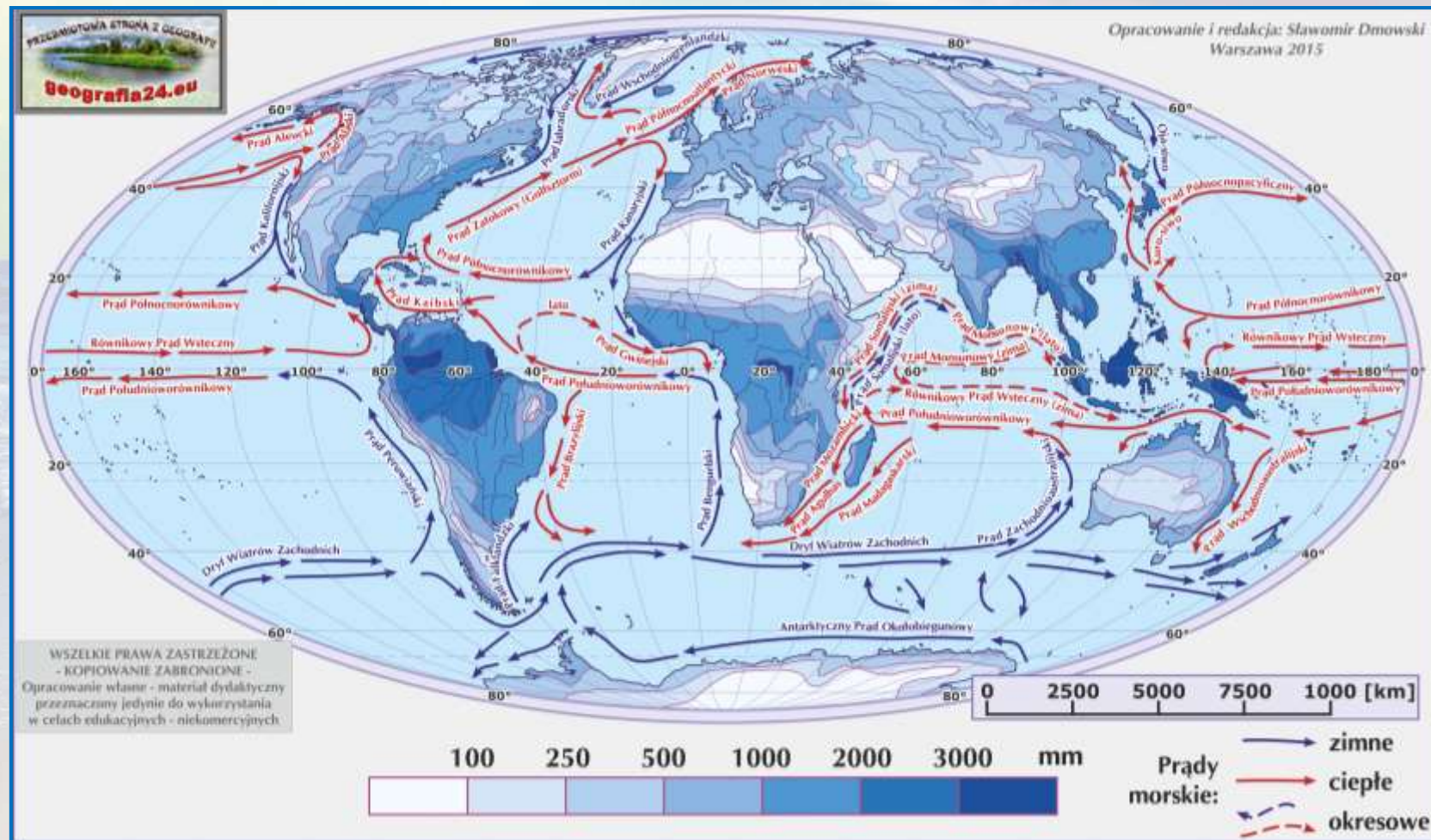
- ◆ Inny podział opiera się na **obserwacji rocznej zmienności przebiegu prądów** i pozwala wyróżnić typy prądów **ze względu na stałość i czas trwania**:
 - ◆ **prądy stałe** – związane ze stałymi wiatrami;
 - ◆ **prądy sezonowe (okresowe)** – zmieniające się w ciągu roku w dość regularnych odstępach czasu co wynikać może z:
 - ◆ **cyrkulacji monsunowej** (sezonowe prądy letnie i zimowe),
 - ◆ **pływów morskich** (cykliczne prądy związane z odpływem i przyptywem wód);
 - ◆ **prądy czasowe** – chwilowo występujące pod wpływem krótkotrwałych silnych wiatrów lub znacznych i szybkich zmian w ciśnieniu atmosferycznym.



Wpływ prądów morskich na klimat

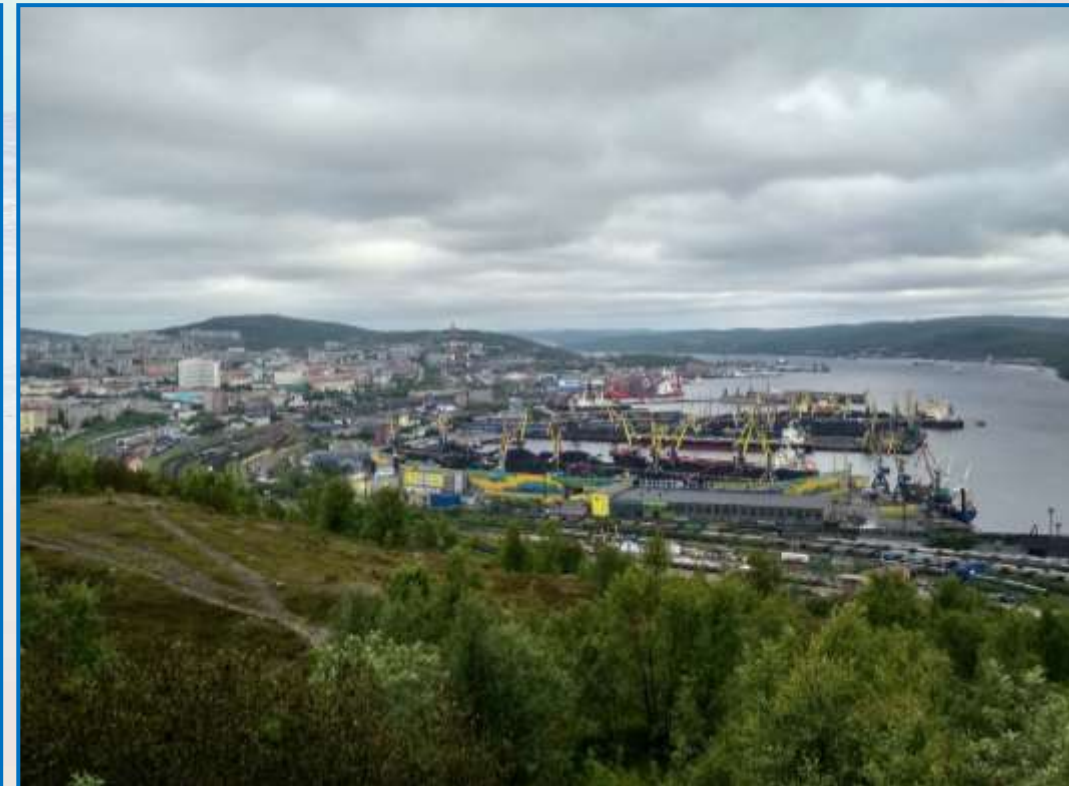
♦ Prądy morskie w znacznym stopniu oddziałują na klimat na świecie:

- ♦ **prądy morskie ciepłe** – przyczyniają się do **wzrostu temperatury** powietrza oraz **wzrostu rocznych sum opadów atmosferycznych** w obrębie opływanych lądów,
- ♦ **prądy morskie zimne** – skutkują **obniżeniem wartości temperatur** oraz **spadkiem rocznych sum opadów atmosferycznych**.



Znaczenie prądów morskich dla Europy

- ◆ Ciepłe prądy morskie wpłynęły na złagodzenie klimatu i poprawę warunków klimatycznych w Europie i w innych regionach świata.
- ◆ Europa, szczególnie Środkowa i Północna cechuje się znacznie cieplejszym klimatem niż leżący w analogicznych szerokościach geograficznych Labrador.
- ◆ Ogrzewanie przez ciepłe prądy morskie (Północnoatlantycki i Norweski) ułatwia dostęp do portów w strefie chłodnej,
 - ◆ np. Murmańsk jest najdalej na północ wysuniętym niezamarzającym portem morskim Europy.
- ◆ Od starożytności żeglarze starali się poznawać przebieg prądów morskich – nawet pobieżna analiza tras pokonanych przez średniowiecznych żeglarzy – odkrywców pozwala wykazać, że były one ściśle powiązane z prądami morskimi.



Wpływ prądów morskich na rybołówstwo

- ♦ Prądy morskie są także istotne z punktu widzenia rybołówstwa.
- ♦ Szczególnie cenne są miejsca w których następuje mieszanie się zimnych (bogatych w tlen) z ciepłymi prądami.
- ♦ Stanowiska takie są szczególnie korzystne dla rozwoju planktonu i odżywiających się nim organizmów wyższych – szczególnie odławianych przez człowieka ryb.



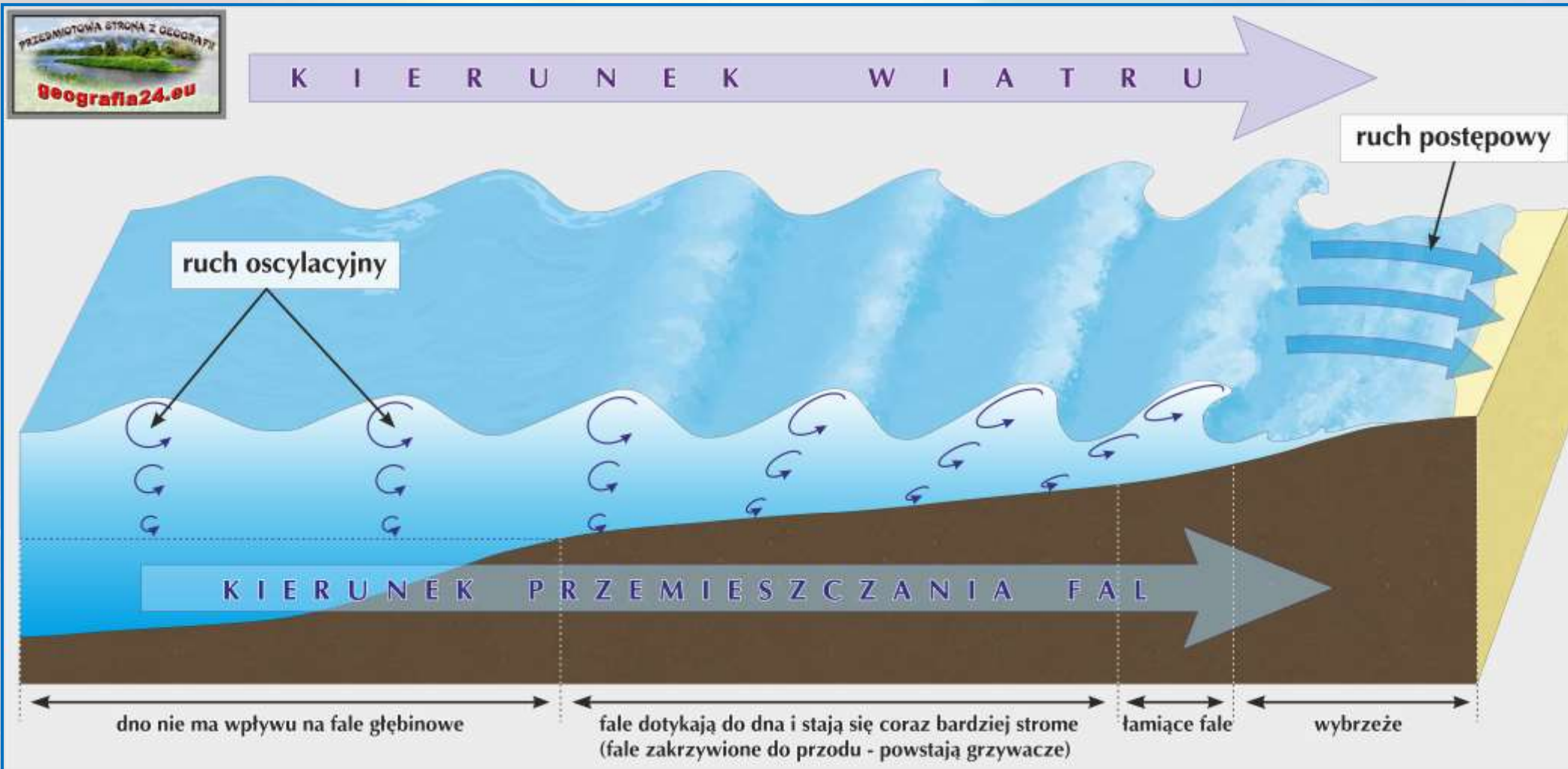
A. Falowanie wiatrowe

- ♦ **Falowanie wiatrowe** wywołane działaniem wiatru jest zdecydowanie najłatwiej dostrzegalnym, a jednocześnie bardzo istotnym zarówno dla procesów przyrodniczych, jak i gospodarki, rodzajem ruchów wód.



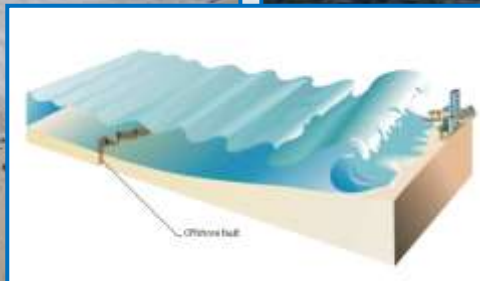
Cechy falowania wiatrowego

- ♦ Falowanie wiatrowe na otwartym akwenie wodnym nie ma charakteru postępowego, lecz **oscylacyjny**.
 - ♦ Odbywa się ono na otwartym morzu po torach kołowych lub eliptycznych.
- ♦ Dopiero w pobliżu samego brzegu, na niewielkich głębokościach, w końcowej fazie falowanie ulega wyhamowaniu przez dno i załamaniu – ruch po torze eliptycznym jest stopniowo zastępowany przez **postępowy poziomy ruch**.



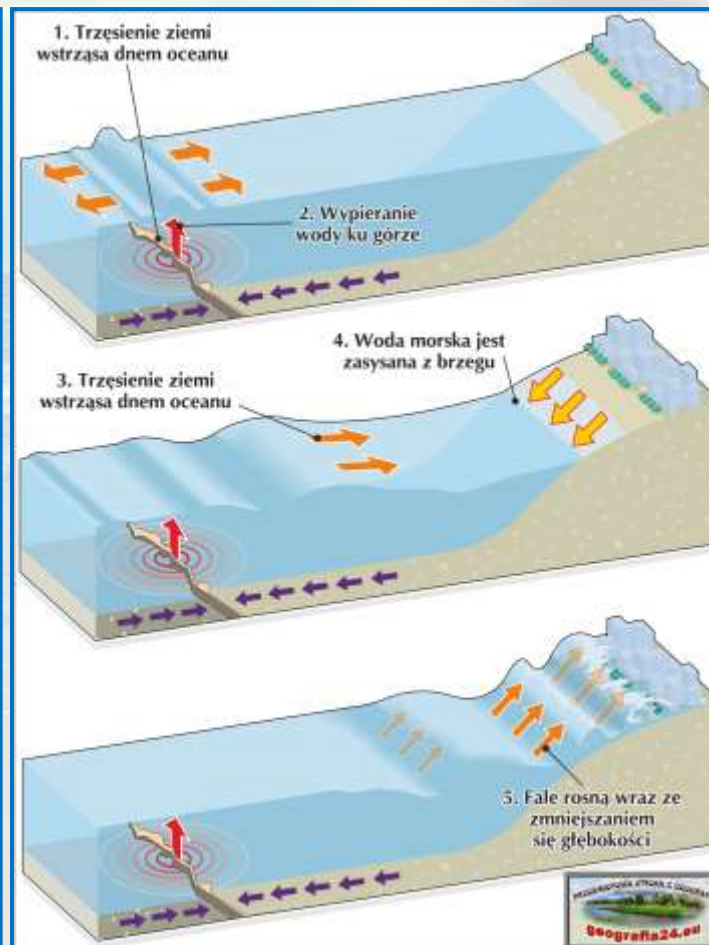
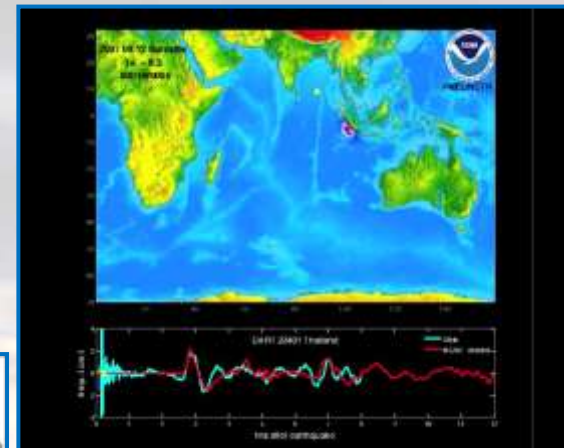
Tsunami (fale sejsmiczne)

- ♦ **Tsunami (fale sejsmiczne)** – bardzo długie fale swobodne (od długości do 200 km) o olbrzymiej energii, przemieszczające się na duże odległości (nawet tysięcy km).
- ♦ Na otwartym oceanie mogą one osiągać prędkość do 1000 km/h, ale ich olbrzymia długość powoduje, że są prawie niezauważalne (mają do 2 m wysokości).
- ♦ Dopiero na obszarach przybrzeżnych tsunami wyhamowuje na skutek tarcia o dno i spiętrza się, osiągając wysokość do 40 metrów (największe w małych i wąskich zatokach).
- ♦ Najwyższa fala tsunami posiadała prawdopodobnie 66 m (różne źródła podają różne wartości) – zaobserwowano ją w Zatoce Alaska po oberwaniu się olbrzymiej góry lodowej.



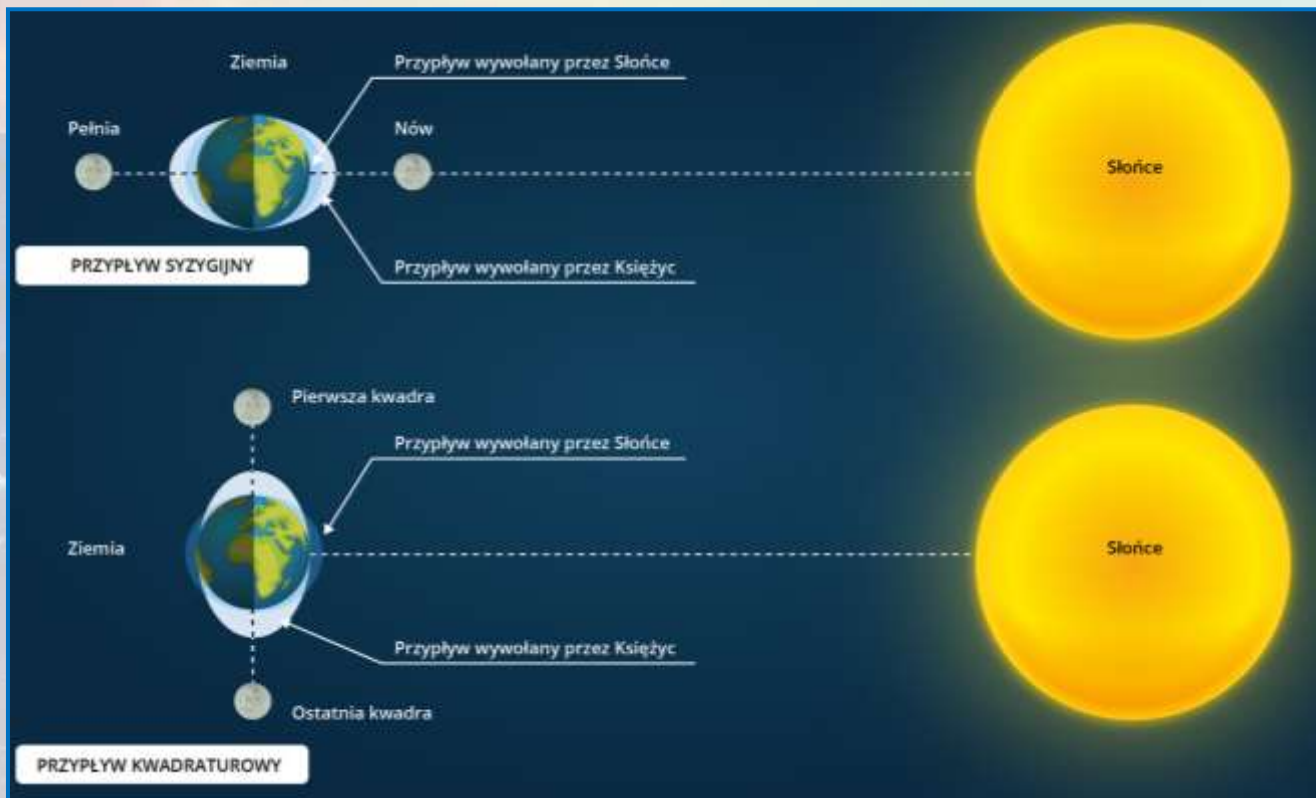
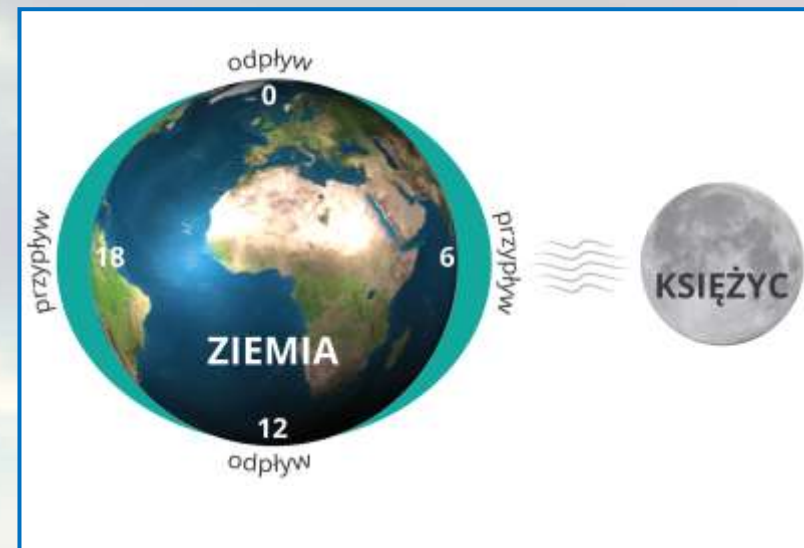
Skutki tsunami

- ♦ Fale tsunami powodują olbrzymie straty materialne i ludzkie.
- ♦ Ostatnio powołano co prawda odpowiednie służby, których zadaniem jest śledzenie powstających tsunami i ostrzeganie mieszkańców o zagrożeniu.
- ♦ Na ewakuację pozostaje jednak co najwyżej kilka godzin, co uniemożliwia zabezpieczenie całego mienia.
- ♦ Dobrze, jeśli uda się przenieść w bezpieczne miejsce wszystkich ludzi.



Co to są pływy morskie

- ♦ **Pływy morskie** – największe i najbardziej regularne ruchy okresowe w obrębie akwenów wodnych.
- ♦ Polegają na rytmicznym, naprzemiennym wznoszeniu się i opadaniu powierzchni oceanów i zbiorników z nimi połączonych, wynikającym z:
 - ♦ oddziaływania pola grawitacyjnego Księżyca i Słońca,
 - ♦ występowania siły odśrodkowej, wynikającej z faktu ruchu obrotowego Ziemi.
- ♦ Oddziaływanie Księżyca – mimo jego niewielkiej, w porównaniu ze Słońcem, masy - jest **ponad 2 razy silniejsze (stosunek sił wynosi 59:26)**.



Cykle w pływach morskich

♦ Pływy morskie, dzielimy na dwa cykle:

- ♦ **przyływ** – w czasie którego następuje wzrost poziomu morza od położenia najniższego do najwyższego,
 - ♦ występują najczęściej co 12 godzin i 27 minut (1/2 doby księżycowej), czyli każdego dnia mamy do czynienia dwukrotnie z przyływem na każdym południku – są to **pływy półdobowe**,
 - ♦ są miejsca na Ziemi gdzie jednak są one tylko raz dziennie (co około 24 godz. i 54 minut, np. Zatoka Meksykańska, u wybrzeży Nowej Gwinei – są to tzw. **pływy dobowe**),
 - ♦ **czas trwania przyływu** – okres podnoszenia się wód oceanicznych;
- ♦ **odpływ** – w czasie którego następuje obniżanie się poziomu morza od położenia najwyższego do najniższego,
 - ♦ następuje najczęściej co około 12 godzin i 27 minut (tak samo jak przyływ),
 - ♦ **czas trwania odpływu** – okres opadania wód oceanicznych.



Zróżnicowanie geograficzne wielkości pływów

- ♦ Na otwartym morzu zwykle nie przekracza 1 m.
- ♦ W pobliżu wybrzeży, w otwartych zatokach i estuariach rzek o specyficznym kształcie – wąskich i długich, ulegają spiętrzeniu:
 - ♦ maksimum osiąga w Zatoce Fundy w Kanadzie – do 19,6 m,

Zatoka Fundy
do 19,6 m

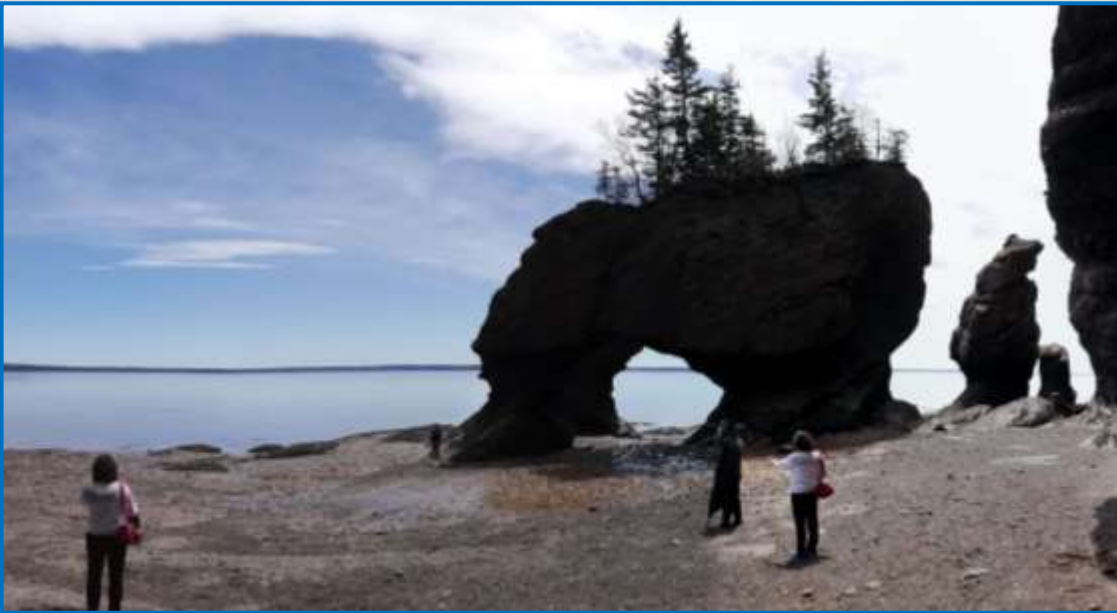


- ♦ bardzo wysokie na wybrzeżu Wielkiej Brytanii i Francji.

Port Granville
do 16,1 m

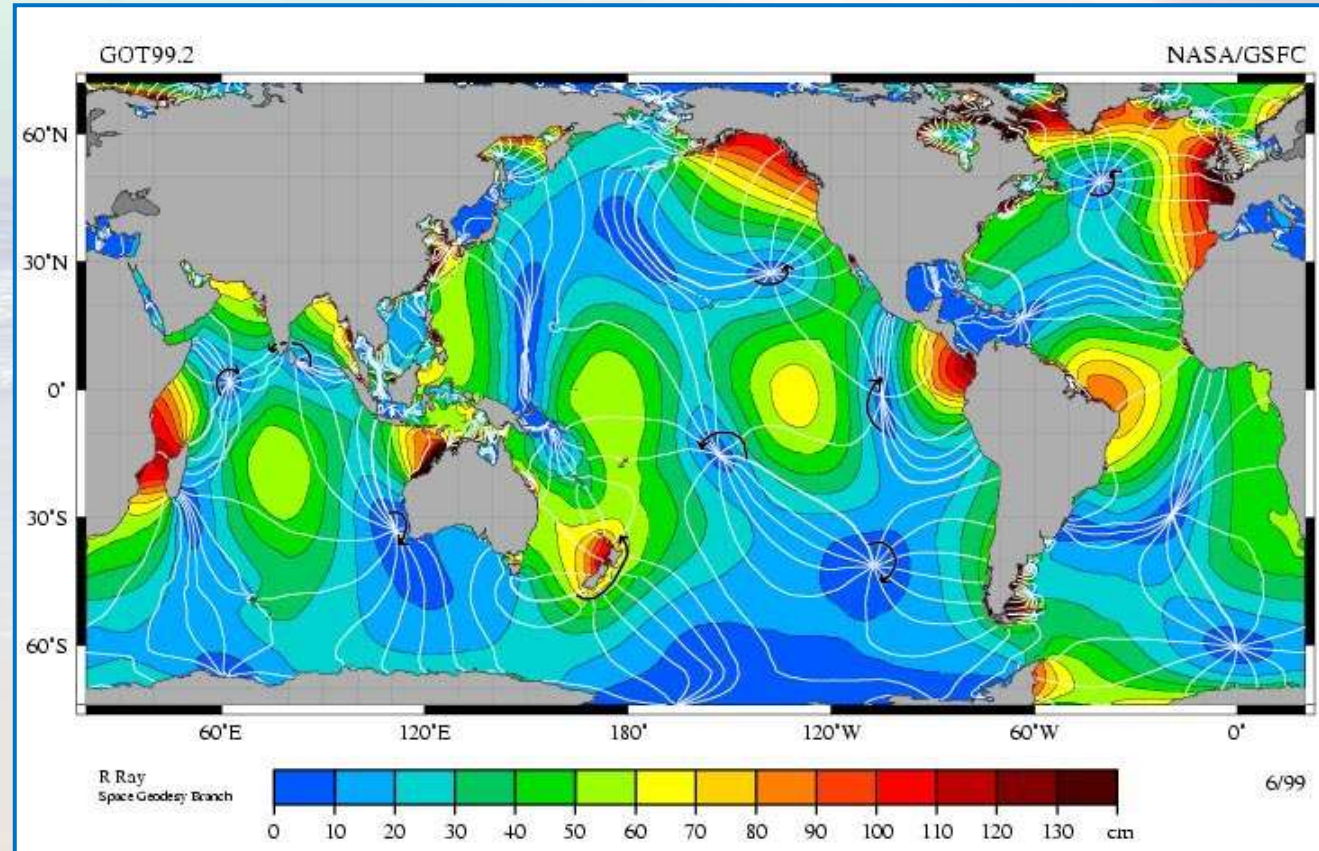


Ujście rzeki Severn
do 16,8 m



Zróźnicowanie geograficzne wielkości pływów

- ◆ Najmniejsze wartości pływów obserwujemy w morzach wewnątrzkontynentalnych (zamkniętych i półzamkniętych), które posiadają słaby kontakt z oceanem za pomocą stosunkowo wąskich cieśnin.
- ◆ W takich warunkach pływy osiągają zaledwie kilka do kilkunastu cm wysokości.
- ◆ Świetnym tego przykładem jest Bałtyk, gdzie są one praktycznie niezauważalne – ich amplituda jest stosunkowo niska i zwykle nie przekracza kilku, maksymalnie kilkunastu cm, wynosząc np.:
 - ◆ w cieśninach duńskich – do około 15 cm,
 - ◆ w Zatoce Gdańskiej – jedynie do 3 cm.



KONIEC



Materiały pomocnicze do nauki
Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)

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

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -