



VI. Litosfera. Procesy zewnętrzne

4. Rzeźbotwórcza działalność morza

Wybrzeże

- **Wybrzeże** – pas graniczny między lądem a morzem obejmujący część nadwodną i podwodną, w obrębie którego zachodzi nieustanne, wzajemne oddziaływanie procesów morskich i lądowych.
- **Linia brzegowa** – linia odpowiadająca średniemu poziomowi morza, wyznaczająca fizyczną granicę styku lądu i morza.



Wybrzeże i jego elementy

- W obrębie **wybrzeża** wyróżnia się trzy strefy:
 - **zabrzeże** – część wybrzeża położoną najwyżej i najdalej w głąb lądu (powyżej średniego poziomu morza), która znajduje się poza bezpośrednim zasięgiem fal, a zraszana jest jedynie ich rozbryzgami podczas silnych wiatrów;
 - **brzeg** – dynamiczny pas wybrzeża rozciągający się między maksymalnym zasięgiem fal sztormowych a najniższym poziomem morza, w obrębie którego dochodzi do okresowego przesuwania się linii brzegowej,
 - kształtowany jest on w skutek zmian poziomu morza, falowania i pływów,
 - może być on: **skalisty** (**urwisko brzegowe**), **żwirowy** lub **piaszczysty** (**plaża morska**);
 - **podbrzeże** (**część przybrzeżna**) – pas dna morskiego stale przykryty wodą, sięgający zazwyczaj do głębokości około 10 m (tzw. **podstawy falowania**), w którym fale oddziałują na dno, nieustannie transportując i sortując osady denne.



Rola falowania w kształtowaniu wybrzeży morskich

- **Falowanie** – odgrywa decydującą rolę w modelowaniu obu typów wybrzeży, stanowiąc główny motor napędowy procesów niszczenia (erozji), transportu oraz akumulacji materiału skalnego.
- **Fale przyboju** – fale, które wkraczając na płytkie wody ulegają spiętrzeniu, a następnie gwałtownemu załamaniu przy brzegu, uderzając o niego z ogromną energią, po czym przechodzą w tzw. **kipiel**, czyli spienioną wodę wdzierającą się na plażę lub uderzającą o skały.



Typy wybrzeży morskich ze względu na cechy morfologiczne

- **Wybrzeża**, ze względu na swoje cechy morfologiczne oraz dominujące procesy rzeźbotwórcze, dzielą się na :
 - **klifowe (strome)** – modelowane głównie w wyniku **niszczącej działalności morza (abrazji)** uderzającego z bardzo dużą siłą o wysokie brzegi lądu;
 - **niskie (płaskie)** – kształtowane przede wszystkim przez **akumulację osadów** (głównie **piasków i żwirów**) niesionych przez prądy przybrzeżne i w mniejszym stopniu, lokalnie mogą być modelowane również przez abrazję.

WYBRZEŻA KLIFOWE (STROME)

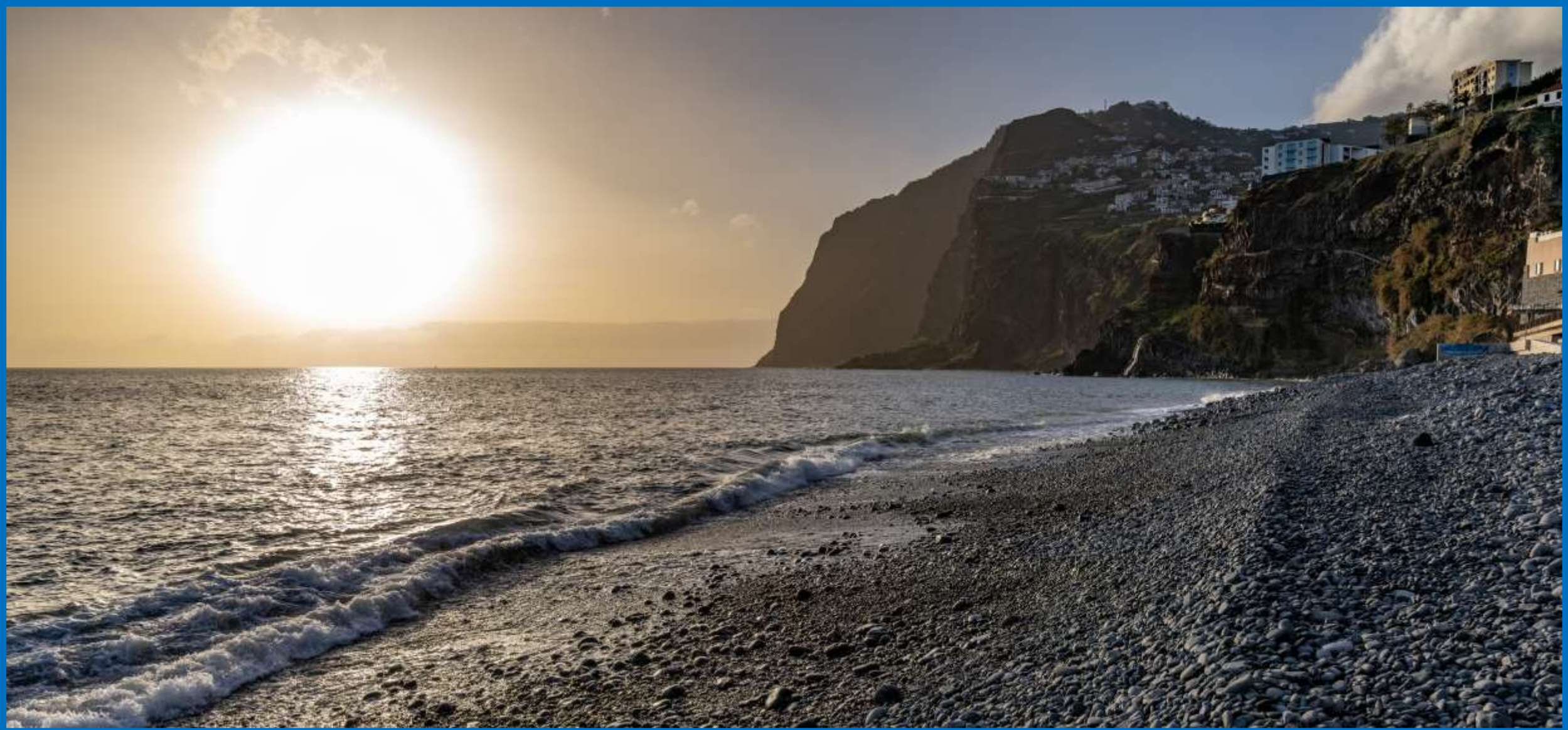
przewaga niszczącej działalności morza – abrazji (erozji morskiej)



WYBRZEŻA NISKIE (PŁASKIE)

przewaga budującej działalności morza – akumulacji osadów





Wybrzeża klifowe (strome)

Wybrzeża klifowe (strome)

- **Wybrzeża klifowe (strome)** – rozwijają się na wysokich brzegach zbudowanych z odpornych, litych skał osadowych, magmowych, metamorficznych lub zwięzłych osadów (np. glin zwałowych), gdzie działanie fal prowadzi do powstania stromego brzegu morskiego.
- **Klif (faleza)** – stroma, często niemal pionowa ściana brzegu morskiego oddzielająca wyniesioną część lądu od plaży lub bezpośrednio od wód morza.
- **Cofanie się brzegu** – naturalny skutek nieustannego podcinania dolnych partii stoku przez **falowanie morskie**, co pozbawia wyższe partie klifu oparcia i prowadzi do utraty jego stabilności oraz występowania różnych **grawitacyjnych ruchów masowych**.
- Wybrzeża klifowe występują m.in. na wyspie Wolin, w Jastrzębiej Górze, Gdyni-Orłowie, południowej Anglii (Dover), na Przylądku Północnym i w Portugalii.



Abrazja i procesy wspomagające niszczenie wybrzeża klifowego (wysokiego)

- **Abrazja (erozja morska)** – główny proces rzeźbotwórczy kształtujący brzegi klifowe, polegający na bezpośrednim, mechanicznym niszczeniu ich przez uderzające fale morskie oraz ścieraniu podłoża skalnego przez piasek, żwir i okruchy skalne transportowane w kipieli.
- Skuteczność abrazji zwiększają procesy osłabiające skały i ułatwiające ich niszczenie przez fale, dlatego rzadko działa ona samodzielnie, a jej przebieg wspomagają:
 - **mechanicznych** – sprężanie i gwałtowne rozprężanie powietrza uwiecznionego w szczelinach skalnych podczas uderzeń fal i intensywne wietrzenie fizyczne (mrozowe, solne i insolacyjne);
 - **chemicznych** – rozpuszczanie skał podatnych na ten proces, zwłaszcza wapieni i dolomitów, przez wodę morską;
 - **biologicznych** – drażnienie podłoża przez niektóre gatunki małży (np. skałotocze) i mechaniczne rozsadzanie skał przez rozrastające się systemy korzeniowe roślin.

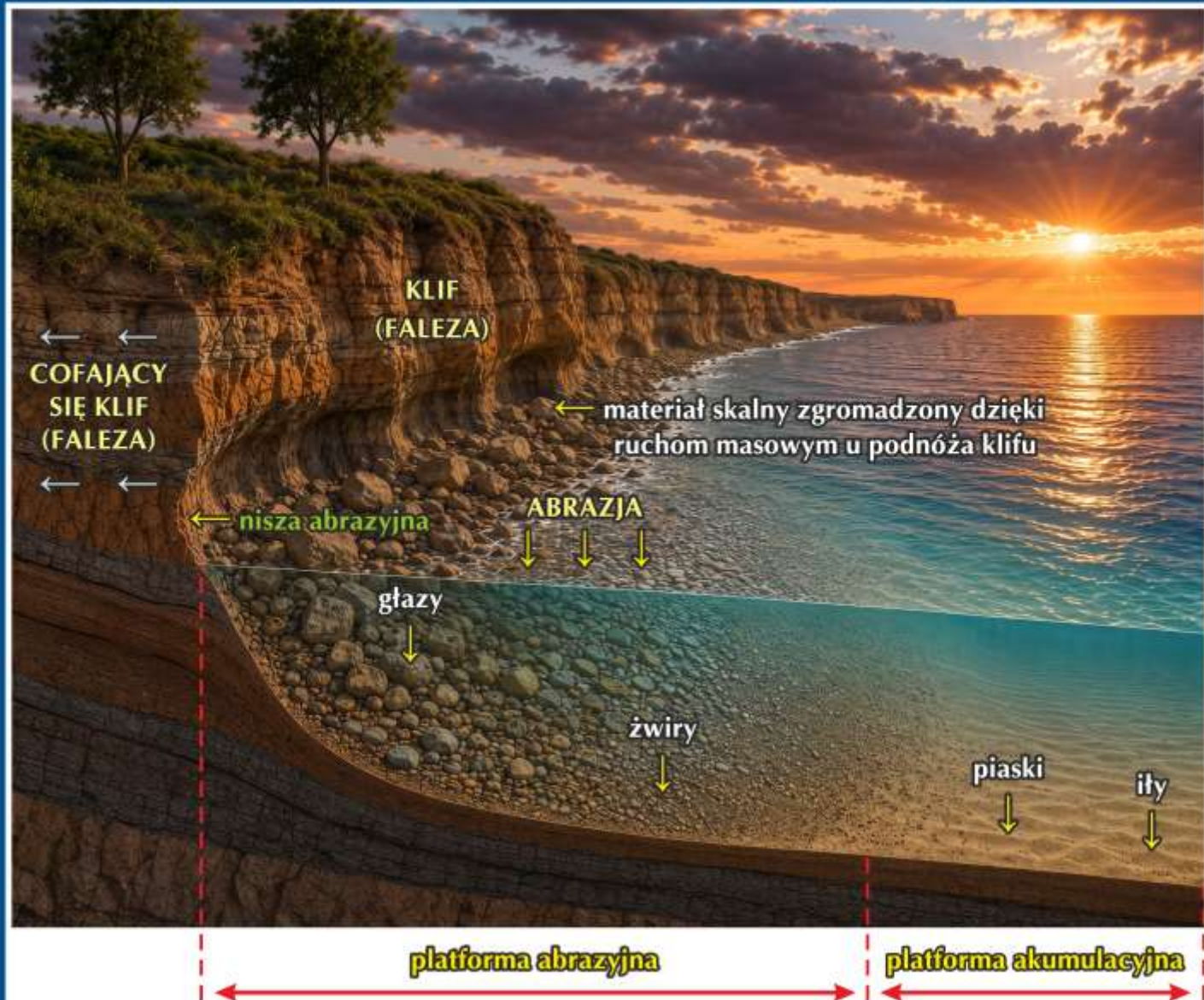
Abrazja i procesy wspomagające niszczenie wybrzeża klifowego



Platforma abrazyjna i platforma akumulacyjna w obrębie wybrzeża klifowego

- **Platforma abrazyjna** – słabo nachylona w kierunku morza, niszczona przez fale powierzchnia skalna, powstająca u podnóża cofającego się klifu.
- Sortowanie osadów na platformie zachodzi nieustannie – gromadzący się tam materiał z obrywów skalnych jest przemywany przez fale, w wyniku czego najgrubsze okruchy (głazy i żwiry) pozostają blisko brzegu, ulegając powolnemu zaokrąglaniu w **otoczaki**.
- Widoczność platformy abrazyjnej jest zmienna – podczas odpływu lub niskich stanów wód może być ona całkowicie odsłonięta i dostępna do obserwacji, podczas gdy w czasie przyptywu lub sztormu znika pod powierzchnią wody.
- **Platforma akumulacyjna** – powstaje natomiast w głębszej strefie podbrzeża, gdzie drobniejszy materiał (głównie piasek i ił), wyniesiony przez prądy i fale z platformy abrazyjnej, jest ostatecznie osadzany.

Platforma abrazyjna i platforma akumulacyjna na wybrzeżu klifowym



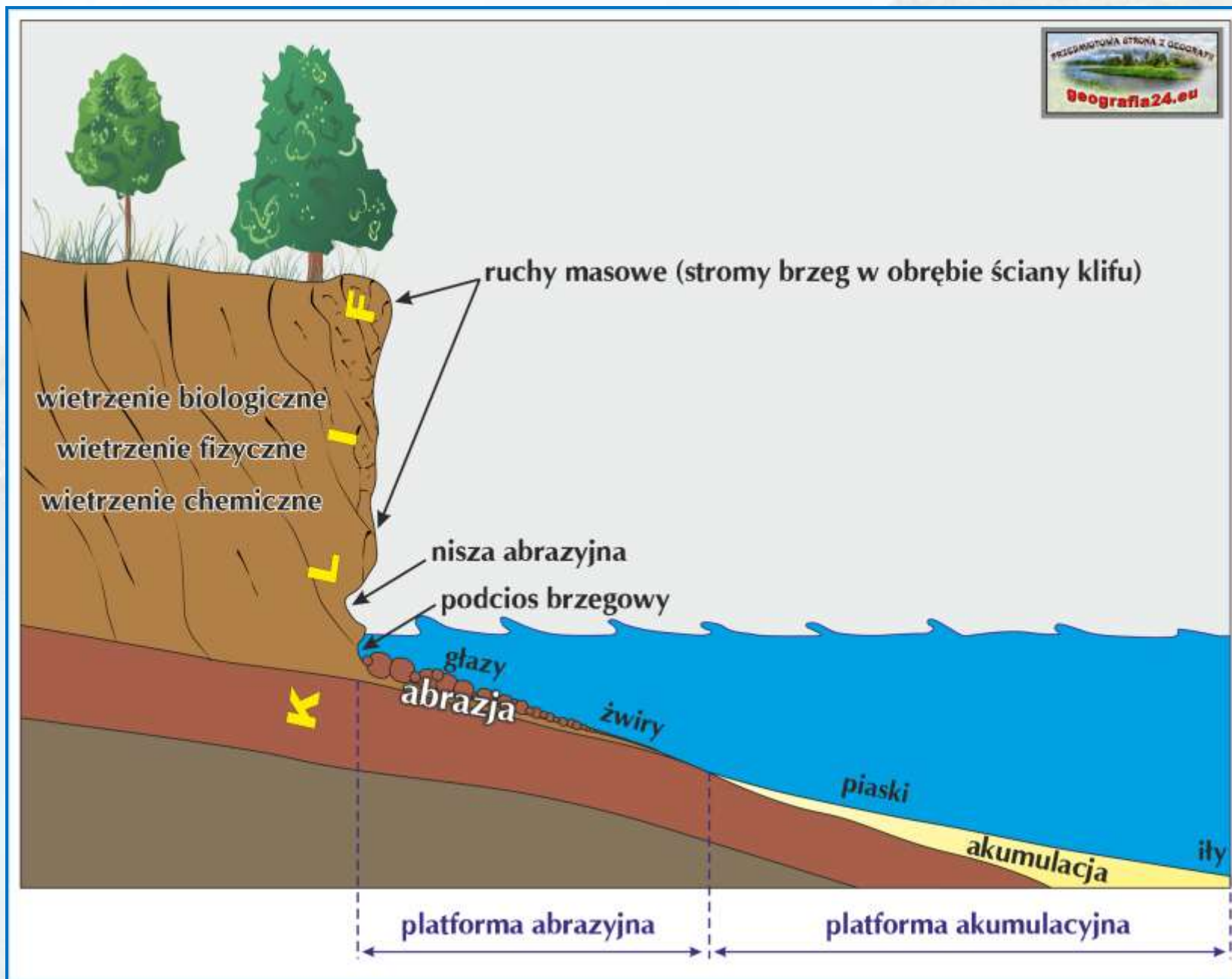
Formy erozyjne u podnóża klifu

→ Bezpośrednim efektem **abrazji (erozji morskiej)** jest powstawanie w specyficznych warunkach dwóch charakterystycznych **form erozyjnych u podstawy klifu** nad którymi rozwija się **nawis skalny**.

→ **Podcios brzegowy** – początkowe, stosunkowo płytkie wcięcie powstające w dolnej części klifu, tuż poniżej średniego poziomu morza.

→ **Nisza abrazyjna** – głębokie wcięcie rozwijające się u podstawy klifu, zwykle nieco powyżej średniego poziomu morza.

→ Trwałe osłabienie podstawy klifu poprzez rozwój tych form jest głównym czynnikiem wyzwalającym **grawitacyjne ruchy masowe** (najczęściej **obrywy** i **osuwiska** oraz rzadziej **odpadanie** i **splawy**), które ostatecznie warunkują tempo cofania się brzegu.

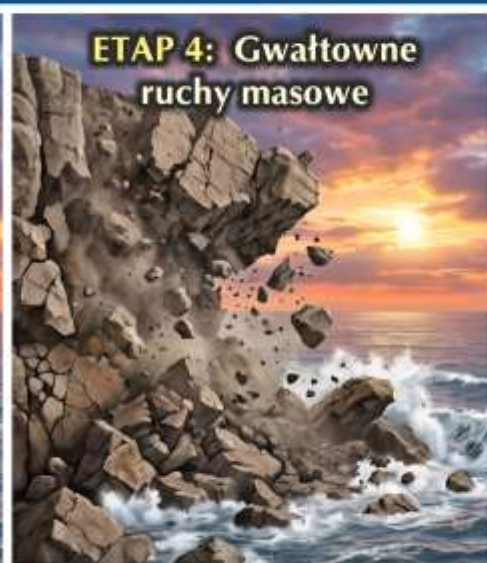


Etapy rozwoju i cofania klifu

→ **Rozwój klifu jest** procesem dynamicznym, który przebiega w powtarzającym się, cyklicznym schemacie.

1. Potężne **fale przyboju** uderzają o podstawę stromego brzegu, inicjując **proces abrazji** i mechanicznego niszczenia skał.
2. Na poziomie linii wodnej powstaje **podcios brzegowy** (płytkie wcięcie), który z czasem pogłębia się, tworząc rozległą **niszę abrazyjną**, drastycznie osłabiającą fundamenty klifu.
3. Pozbawiona oparcia, nadwieszona **górna część klifu traci stateczność**, co jest dodatkowo potęgowane przez procesy **wietrzenia i przesiąkanie wód opadowych**.
4. **Grawitacja** doprowadza do gwałtownych ruchów masowych – najczęściej potężnych **obrywów** i **osuwisk** (rzadziej **odpadania**), a w przypadku skał luźnych także **spluwów błotnych**, w wyniku których materiał skalny runie do morza.
5. **Klif cofa się** w głąb lądu, a zwałowisko u jego podstawy jest powoli rozdrabniane i wynoszone przez fale, co ostatecznie odślania nową podstawę brzegu gotową na kolejne podcięcie.

Abrazja morska: Etapy rozwoju i cofania się klifu



Rzeźba wybrzeża klifowego (wysokiego): zatoki, cyple i ostrogi

- **Rozczłonkowanie linii brzegowej** jest bezpośrednim efektem tzw. **erozji selektywnej (wybiórczej)**, polegającej na nierównym niszczeniu wybrzeża o zróżnicowanej oporności litologicznej (skalnej).
- **Zatoki** – części akwenu morskiego wyraźnie wcinające się w ląd, rozwijają się w strefach zbudowanych ze skał bardziej miękkich lub silnie spękanych, które ulegają szybkiej degradacji.
- **Cyple i ostrogi skalne** – wąskie i dość strome fragmenty lądu wysunięte w kierunku morza, powstałe z twardszych, masywnych skał, które skutecznie opierają się abrazji.



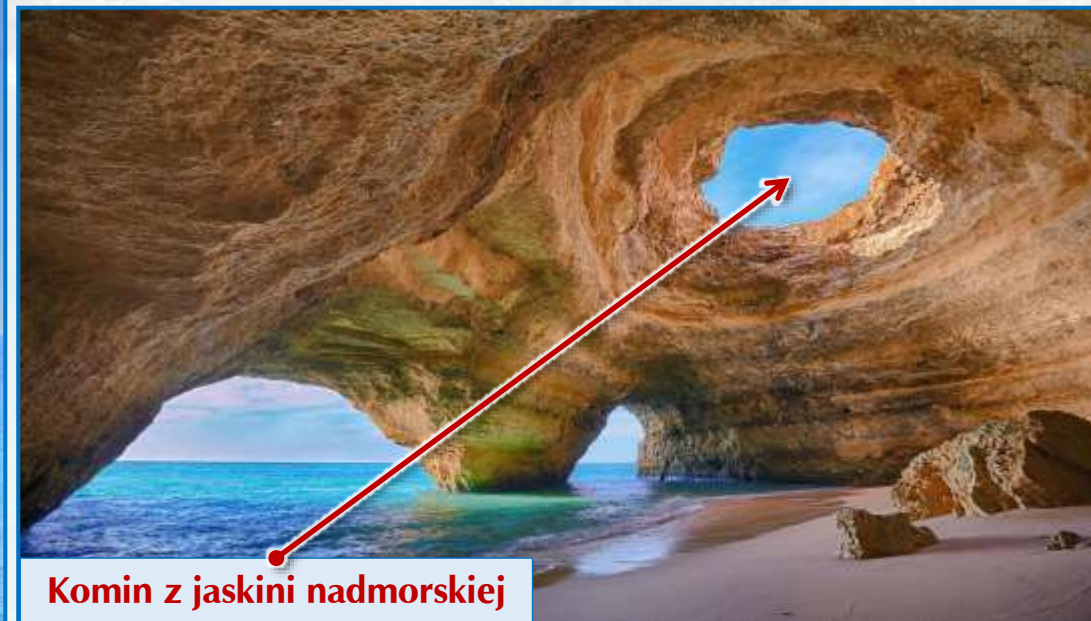
Zatoka Maya (Maya Bay) leżąca na wyspie Ko Phi Phi Lee w Tajlandii

Rzeźba wybrzeża klifowego: zatoki oraz cyple i ostrogi skalne



Jaskinie nadmorskie oraz kominy i studnie nadmorskie na wybrzeżach klifowych

- **Jaskinie nadmorskie** – powstają w strefach osłabienia górotworu (uskoki, spękania) wskutek abrazji, a w skałach węglanowych również dzięki rozpuszczaniu chemicznemu (krasowieniu).
 - Osiągają niekiedy ponad 100 m długości, a ich rozwój w głąb lądu inicjuje ewolucję kolejnych form wybrzeża.
- **Kominy i studnie nadmorskie** – pionowe lub strome szyby łączące powierzchnię terenu z podziemną jaskinią.
 - Tworzą się od dołu wskutek niszczącej działalności fal morskich lub w wyniku zapadania się osłabionych stropów jaskiń.



Formy przelotowe na wybrzeżach klifowych: bramy, mosty i łuki skalne

- **Formy przelotowe** – widoczne są w krajobrazie **wybrzeży klifowych** jako prześwity i otwory w skałach, powstające wskutek niszczącej działalności fal morskich.
- Mogą one być wykształcone w obrębie lądu stałego (na wąskich cyplach i ostrogach skalnych oraz ścianach klifów) lub wznosić się bezpośrednio w morzu, jako:
 - **bramy skalne** – potężne portale na poziomie morza łączące dwa akweny, powstające w momencie przebicia skały na wylot (najczęściej na przewężeniach ostróg i cypli skalnych lub przy przebicciu ściany oddzielającej morze od wewnętrznego zbiornika wodnego);
 - **mosty skalne** – formy przypominające masywne, płaskie wiadukty, charakteryzujące się grubym sklepieniem i stosunkowo niewielkim prześwitem;
 - **łuki skalne** – formy starsze i delikatniejsze od mostu, w których cienki, wygięty w łuk strop wieńczy prześwit znacznie szerszy niż wspierająca go skała.
- Nietrwałość form przelotowych polega na ich relatywnie szybkim niszczeniu wskutek postępującej **abrazji**, co nieuchronnie prowadzi do zawalenia się sklepienia (np. z powodu podmycia filarów) i pozostawienia w morzu wyizolowanych **ostańców abrazyjnych**.

Rzeźba wybrzeża klifowego: bramy, mosty i łuki skalne



Bramy, mosty i łuki skalne

- **Bramy, mosty i łuki skalne** należą do jednych z najbardziej malowniczych form rzeźby wybrzeży morskich.
- Ich spektakularny charakter sprawia, że stanowią one popularne **atrakcje turystyczne** – nieliczne przykłady poniżej.



Nusa Penida (Utuh Beach) w Indonezji – łuk z bramą skalną

Legzira Arc w Maroko – łuk z bramą skalną



Nusa Penida (Broken Beach) w Indonezji – most z bramą skalną



Ostańce abrazyjne i iglice skalne na wybrzeżach klifowych (wysokich)

- **Ostańce abrazyjne** – wyizolowane od lądu formy skalne wystające z morza, będące relikdami dawnego wybrzeża (np. fragmenty zniszczonych cypli lub filary zawalonych mostów lub łuków skalnych).
 - Mogą one występować pojedynczo lub grupowo.
- **Iglice skalne** – zaawansowany ewolucyjnie, smukły i spiczasty typ ostańca abrazyjnego, będący skrajnie zredukowanym stadium istnienia formy przed jej całkowitym zniszczeniem przez fale – podcięciem i runięciem do morza.



Rzeźba wybrzeża klifowego: ostańce abrazyjne i iglice skalne



Przykład na wpływ niszczącej działalności morza (erozji morskiej – abrazji)

- **Ruiny kościoła w Trzęsaczu** to jeden z najbardziej spektakularnych, wręcz podręcznikowych przykładów potęgi **abrazji morskiej** i systematycznego **cofania się brzegu** na polskim **wybrzeżu Bałtyku**.
- Świątynia, wybudowana **na przełomie XIV i XV w.** z solidnej cegły, pierwotnie znajdowała się w bezpiecznej odległości wynoszącej niemal 2 km od stromej krawędzi wybrzeża.
- Postępująca erozja sprawiła, że dystans ten systematycznie malał na przestrzeni stuleci:
 - połowa XVIII w. – około 58 m,
 - połowa XIX w. – około 5 m,
 - 1868 r. – około 1 m,
 - 1900 r. – do morza runęła pierwsza, północno-zachodnia część kościoła (kolejne jego fragmenty osuwały się w latach 1903-1922 oraz w 1973 r.).
- **Współcześnie**, po przeprowadzeniu zaawansowanych prac zabezpieczających podłoże klifu, **zachował się jedynie niewielki fragment południowej ściany dawnej budowli**, będący wymownym świadectwem potęgi żywiołu.





Wybrzeża niskie (płaskie)

Geneza i charakterystyka wybrzeży niskich (płaskich)

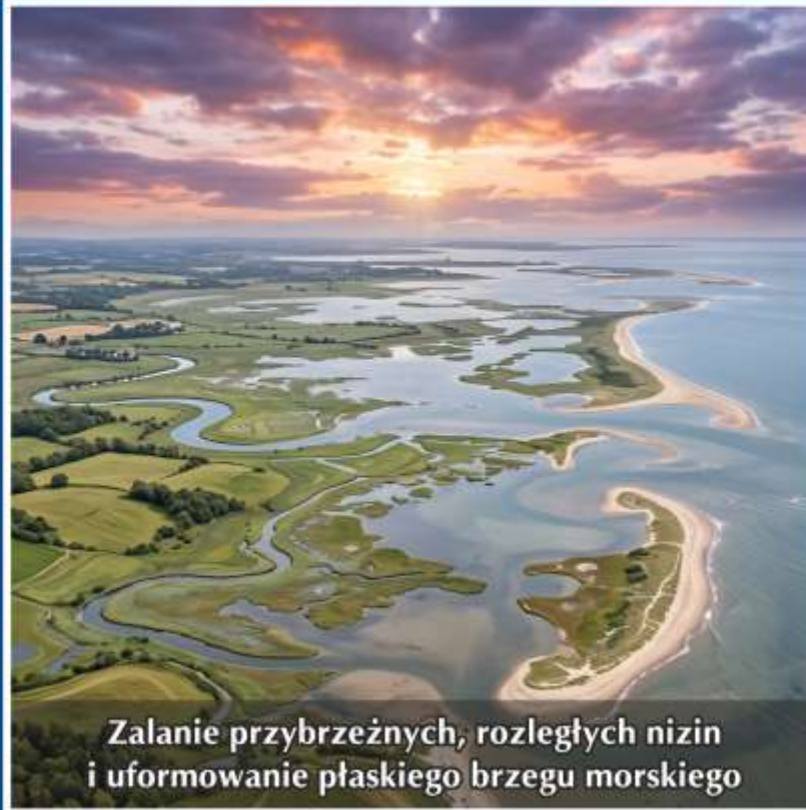
- **Wybrzeża płaskie (niskie)** – charakteryzują się przewagą procesów akumulacji morskiej nad procesami niszczącymi (abrazją) i mogą powstawać w wyniku różnych procesów geologicznych, np.:
 - **wynurzenia płytkiego, płaskiego dna morskiego (szelfu)**, np. w wyniku **obniżenia poziomu oceanu światowego**,
 - **zanurzenia rozległych obszarów nizinnych**, które stają się płytkim przybrzeżem o łagodnym spadku,
 - **dalekiego cofnięcia się klifu**, co prowadzi do utworzenia szerokiej platformy abrazyjnej, która z czasem ulega nadbudowaniu osadami morskimi i przekształca się w wybrzeże płaskie.



Geneza wybrzeży niskich (płaskich)



Obniżenie poziomu oceanu światowego prowadzące do wynurzenia płaskiego szelfu



Zalanie przybrzeżnych, rozległych nizin i uformowanie płaskiego brzegu morskiego



Dalekie cofnięcie klifu i nadbudowanie platformy abrazyjnej osadami morskimi

Plaża – główna strefa akumulacji osadów w obrębie wybrzeży niskich (płaskich)

- **Plaża** – forma występująca w strefie brzegowej, stanowiąca płaski lub łagodnie nachylony ku morzu pas lądu, rozciągający się od najniższego poziomu morza podczas odpływu do maksymalnego zasięgu fal sztormowych.
- Jest strefą ciągłej akumulacji i przemieszczania osadów (głównie piasku, żwiru i otoczków), regularnie modelowaną przez fale i prądy przybrzeżne.
- W obrębie plaży stale zachodzi transport osadów, który decyduje o jej ukształtowaniu:
 - **plaże piaszczyste** – najczęściej występujące, zbudowane z drobniejszego materiału łatwiej przemieszczanego przez fale, mają zwykle łagodny spadek wynoszący około 2° - 5° ;
 - **plaże żwirowe** – zbudowane z grubszego i cięższego materiału, są zazwyczaj bardziej strome – ich nachylenie może dochodzić do 20° .



Plaża piaszczysta – jasna (od piasków, zwykle kwarcowych)



Plaża żwirowa – mozaika wygładzonych otoczków

Rzeźba plaży i formy towarzyszące na wybrzeżach niskich (płaskich)

- **W obrębie wybrzeży niskich (płaskich)** działanie **fal** (często także i **wiatru**) prowadzi do powstawania charakterystycznych **form akumulacyjnych**.
- **Wał brzegowy** – niewielkie wzniesienie w strefie przyboju, tworzące się wskutek wyrzucania materiału piaszczystego przez napływające fale, którego dalsza rozbudowa jest ograniczana przez erozyjne działanie fali powrotnej.
- **Wał burzowy (sztormowy)** – wyraźne wzniesienie w górnej części plaży o profilu asymetrycznym (łagodniejszym od strony morza), usypane z grubszyego materiału osadowego (piaszczystego), wyrzuconego wysoko przez najsilniejsze fale sztormowe, których energia słabnie na tyle, że fala powrotna nie jest w stanie zabrać go z powrotem.
- **Wydmy nadmorskie** – lądowe formy eoliczne na zapleczu plaży, tworzące się wskutek wywiewania przez wiatr najdrobniejszego, suchego piasku z plaży i wałów burzowych, które ze względu na sypkość materiału oraz słabo rozwiniętą roślinność często ulegają przemieszczaniu.
- **Sierpy plażowe** – rytmiczne, stosunkowo małe, łukowate zagłębienia i wyniesienia powstające w strefie napływu fali na plaży, ukształtowane wskutek zawirowań wody oraz interferencji (nakładania się) fal.

Rzeźba wybrzeża niskiego



Wydmy nadmorskie w Polsce

- **Polskie wybrzeża niskie** należą dzięki **wydomom** do najbardziej malowniczych odcinków wybrzeży Bałtyku.
- Najbardziej znane są wydmy ruchome koło Łeby w Słowińskim Parku Narodowym, które przemieszczają się stopniowo zmieniając krajobraz.
- Równie imponujące są naturalne wydmy w rejonie Czołpina i utrwalone przez roślinność wydmy Półwyspu Helskiego.



Wydma Czołpińska w Słowińskim Parku Narodowym



Wydmy utrwalone na Półwyspie Helskim



Wydmy ruchome w okolicach Łeby w Słowińskim Parku Narodowym

Procesy i formy w płytkiej strefie podwodnej na wybrzeżu niskim (płaskim)

→ **Płytką strefą przybrzeżną**, znajdująca się pod powierzchnią morza, jest obszarem intensywnego modelowania dna przez **fale** i **prądy przybrzeżne**.

→ **Rewa** – podwodne, piaszczyste wały o wysokościach dochodzących nawet do 10 m, ułożone równoległe do linii brzegowej, powstające w miejscach, gdzie załamujące się fale tracą znaczną część energii, co sprzyja akumulacji transportowanego materiału.

→ Najczęściej występują w postaci kilku równoległych wałów, osłabiających energię fal docierających do brzegu.

→ **Rynna** – podłużne, podwodne obniżenia rozdzielające poszczególne rewy, którymi woda odpływa w kierunku otwartego morza.

Rzeźba wybrzeża niskiego w przybrzeżnej strefie podwodnej

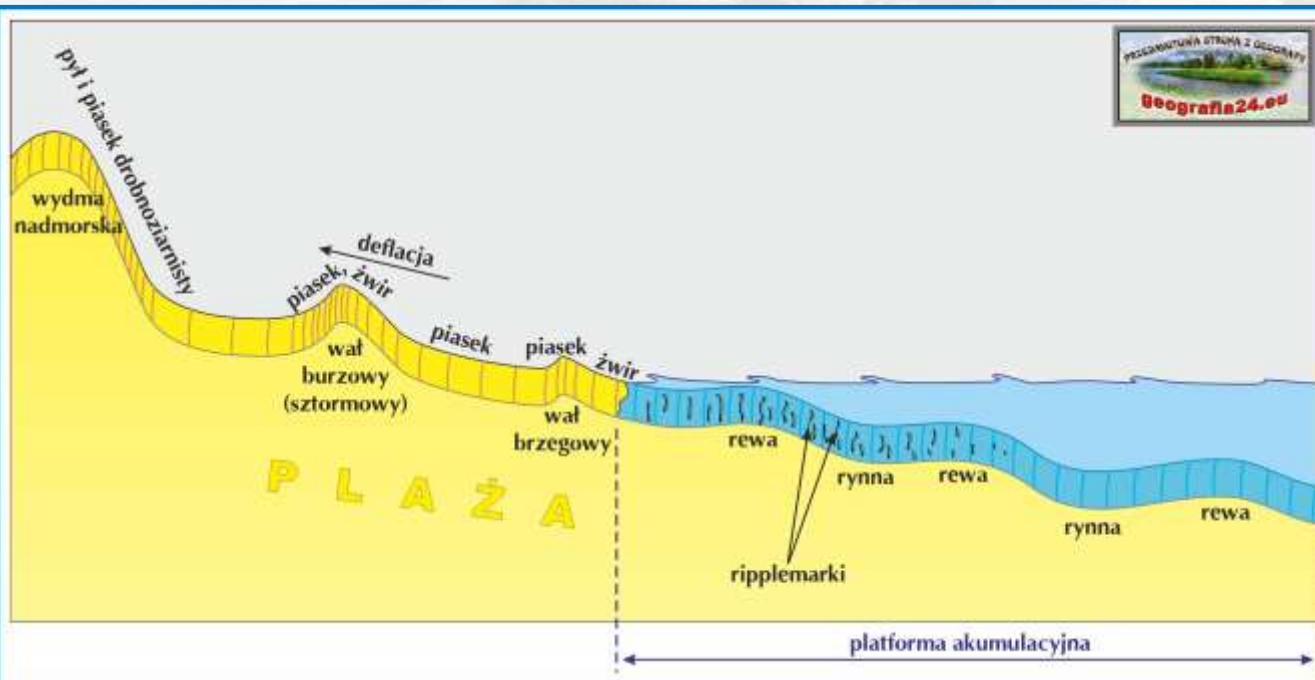


Procesy i formy w płytkiej strefie podwodnej na wybrzeżu niskim (płaskim)

- Rewy i rynny w płytkiej strefie podwodnej wybrzeży niskich są często pokryte mikroformami dna, analogicznymi do tych występujących w innych środowiskach akumulacyjnych, m.in. na pustyniach piaszczystych i w obrębie wydym.
- **Ripplemarki (ripplemarki falowe, zmarszczki)** – niewielkie, równoległe grzbiety piaszczyste oddzielone płytkimi zagłębieniami, powstające na dnie piaszczystym wskutek oscylacyjnego (wahadłowego) ruchu wody w strefie falowania lub działania słabych prądów wodnych.
- Są dobrze widoczne m.in. podczas odpływu.



Ripplemarki (ripplemarki falowe, zmarszczki)



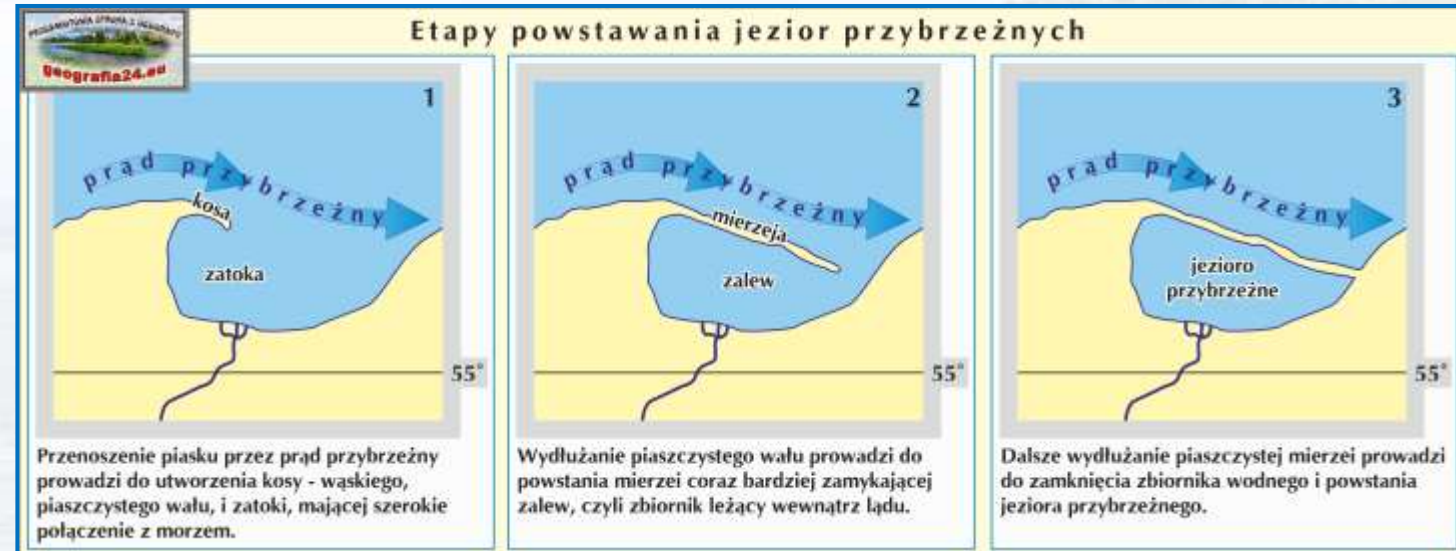
Formy będące efektem transportu przez prądy przybrzeżne na wybrzeżu niskim

- **U wybrzeży rozwiniętych** (o dobrze rozwiniętej linii brzegowej), zwłaszcza w miejscach jej załamania oraz w obrębie wejść do zatok i zalewów, powstają rozległe **wały piaszczyste przesypów** przyjmujące postać **kos**, **mierzei** i **tombolo**.
- Głównym czynnikiem ich powstawania jest **prąd przybrzeżny**, generowany przez fale uderzające o brzeg pod kątem.
- Transportuje on duże ilości piasku wzdłuż wybrzeża, a w miejscach osłabienia jego energii dochodzi do **akumulacji osadów** i stopniowego rozwoju nowych form brzegowych.



Wybrzeża mierzejowo-zalewowe: ewolucja od kosi do jeziora na wybrzeżach niskich

- **Wybrzeża mierzejowo-zalewowe** – powstają w wyniku transportu osadów (głównie piasku i żwiru) przez **prądy przybrzeżne**, które prowadzą do tworzenia **form akumulacyjnych** stopniowo przekształcających linię brzegową.
- **Kosa** – wąski i długi półwysep piaszczysty powstający dzięki transportowi osadów (piasków i żwirów) przez prądy przybrzeżne, którego koniec często zakrzywia się ku lądowi.
- Gdy kosa wydłuży się i połączy z przeciwnym brzegiem, odcinając **zatokę** od morza, powstaje **mierzeja**, a odcięty akwen przekształca się w **zalew**.
- Jeżeli zalew utraci całkowicie połączenie z morzem i będzie zasilany głównie wodami słodkimi, z czasem przekształci się w **jezioro przybrzeżne**.
- Rozwój i trwałość kos i mierzei zależą od stałej dostawy osadów, dlatego zaburzenie transportu osadów, np. przez budowę portów lub falochronów, może prowadzić do ich stopniowej **degradacji**.



Wybrzeża mierzejowo-zalewowe: przykłady na wybrzeżach Morza Bałtyckiego

- **Wybrzeża mierzejowo-zalewowe** – występują m.in. na południowych wybrzeżach Bałtyku, gdzie można spotkać jedno z najlepiej wykształconych form akumulacyjnych powstałych w wyniku działalności prądów przybrzeżnych.
- **Półwysep Helski** jest klasycznym przykładem **kosy**, która jest ponad 30-kilometrowym wałem piaszczystym uformowanym przez transport osadów wzdłuż wybrzeża, po którego wewnętrznej stronie znajduje się Zatoka Pucka.
- **Mierzeja Wiślana i Mierzeja Kurońska** są podręcznikowymi przykładami **mierzei**, które odcinają od otwartego morza odpowiednio Zalew Wiślany i Zalew Kuroński.
- **J. Łebsko** jest przykładem **jeziora przybrzeżnego** – końcowego etapu ewolucji wybrzeży mierzejowo-zalewowych.

Przykład **jeziora przybrzeżnego**
– **Jezioro Łebsko**



Przykład **kosy** –
Półwysep Helski

Przykład **mierzei** – **Mierzeja Wiślana i Mierzeja Kurońska**



Wybrzeża mierzejowo-zalewowe



Bogactwo strefy brzegowej – przegląd wybrzeży świata

Inne, pozostałe typy wybrzeży morskich

- **Wybrzeża morskie** można klasyfikować według różnych kryteriów, m.in. genezy, procesów rzeźbotwórczych, budowy i kształtu linii brzegowej i kierunku ruchów skorupy ziemskiej.
- W efekcie ten sam typ wybrzeża może występować jednocześnie w kilku różnych klasyfikacjach.
- Aby uniknąć powtarzania tych samych zagadnień, w dalszej części prezentacji każdy typ wybrzeża zostanie omówiony tylko raz, z uwzględnieniem czynnika, który najlepiej wyjaśnia jego powstanie.



Wybrzeża lidowo-lagunowe (lagunowe)

- **Wybrzeża lidowo-lagunowe (lagunowe)** – powstają na bardzo łagodnie opadającym dnie morskim w strefach o niewielkiej amplitudzie pływów, gdzie tworzy się **lido**, czyli wynurzona bariera piaszczysta oddzielająca od otwartego morza płytką i spokojną **lagunę**.
- Ponieważ lido jest przecinane naturalnymi kanałami pływowymi umożliwiającymi wymianę wód, laguna podlega stopniowym zmianom.
- Od strony otwartego morza bariera jest niszczona przez fale, natomiast po stronie laguny odkładają się osady transportowane podczas sztormów – proces ten powoduje stopniowe przesuwanie się lido w kierunku lądu, prowadząc do zasypywania i ostatecznego zaniku laguny.

Powstawanie wybrzeża lidowo-lagunowego

ETAP 1 – Warunki początkowe przed powstaniem wybrzeża

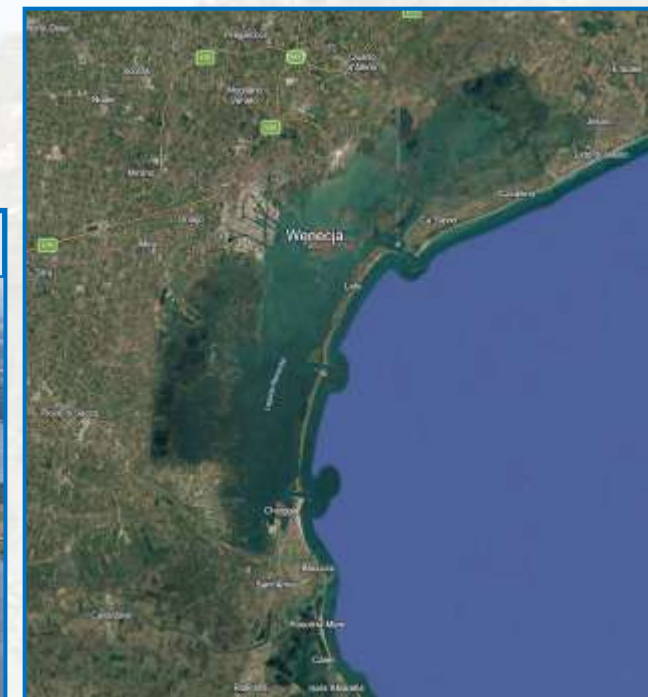


ETAP 2 – Ukształtowane wybrzeże lidowo-lagunowe



Wybrzeża lidowo-lagunowe (lagunowe)

→ **Wybrzeża lidowo-lagunowe** – występują m.in. nad Zatoką Wenecką, na zachodnim wybrzeżu Włoch, zachodnim wybrzeżu Morza Azowskiego i wschodnim wybrzeżu Florydy.



Wybrzeża wattowe (napływowe, marszowe)

- **Wybrzeża wattowe (napływowe, marszowe)** – występują na obszarach o **dużej amplitudzie pływów**, gdzie podczas odpływu odsłaniane są rozległe, niemal płaskie i okresowo suche **równiny pływowe (watty)**, zbudowane z drobnego piasku i mułu.
 - **Priele** – głębokie, kręte kanały erozyjne wyłobione przez silne prądy odpływowe odprowadzające wodę z równin pływowych do morza.
- Wybrzeża te ulegają stopniowym zmianom, ponieważ w najwyższych położonych częściach **wattów**, zalewanych jedynie podczas najwyższych przyptywów, wskutek zamulania powstają **marsze (słone bagna)**.
 - Marsze porastają **halofity** – rośliny przystosowane do wysokiego zasolenia, których systemy korzeniowe zatrzymują osady, dzięki czemu marsze przyrastają w pionie zwykle w tempie około 1,5 cm na rok.
 - Słone bagna mają postać rozległych, **pływowych, torfiastych równin nadmorskich** poprzecinanych siecią **prieli**, a od strony morza często kończą się wyraźnym **podcięciem erozyjnym** osiągającym wysokość około 1 m.

Powstawanie wybrzeża wattowego (napływowego, marszowego)

ETAP 1 – Warunki początkowe przed powstaniem wybrzeża



ETAP 2a – Wybrzeże wattowe (napływowe, marszowe) podczas przyptywu



ETAP 2b – Wybrzeże wattowe (napływowe, marszowe) podczas odpływu



Wybrzeża wattowe (napływowe, marszowe)

→ **Wybrzeża wattowe (napływowe, marszowe)** – najczęściej występują w strefie klimatu umiarkowanego, m.in. u wybrzeży Morza Północnego (Niemcy i Holandia), Wysp Brytyjskich i u wschodnich wybrzeży Kanady, a lokalnie również w okolicach Międzyzdrojów w Polsce.



Priele na pływowych, torfiastych równinach nadmorskich (marszach – słonych bagnach)



Priele na równinach pływowych (wattach)



Wybrzeża koralowe

- **Wybrzeża koralowe** – powstające w wyniku działalności zwierzęcych organizmów morskich (**wybrzeża organogeniczne**) tworzących **rafy koralowe**, budowane głównie z **wapiennych szkieletów koralowców**, a także **glonów wapiennych**, **mszywiołów** i **okruchów materiału biogenicznego** powstającego podczas niszczenia raf.
- W zależności od stadium rozwoju oraz ukształtowania dna wyróżnia się trzy główne formy raf koralowych:
 - **rafy brzegowe (przybrzeżne)** – rafy rozwijające się bezpośrednio przy brzegu lub w niewielkiej odległości od niego, zbudowane głównie z wapiennych szkieletów koralowców oraz innych organizmów rafotwórczych;
 - **rafy barierowe** – rafy położone w większej odległości od brzegu, oddzielone od niego płytkim akwenem – **laguną**;
 - **atole** – pierścieniowe rafy koralowe otaczające lagunę.
- W obrębie raf barierowych i atoli mogą powstawać **wyspy koralowe**, tworzące się z nagromadzonego materiału koralowego i osadów pochodzenia organicznego.

Formy raf koralowych wokół wysp wulkanicznych



Wybrzeża koralowe

→ **Wybrzeża koralowe** – mechanizm ich przekształcania i powstawania na końcu atoli, wyjaśniony przez **Karola Darwina**, polega na stopniowym zapadaniu się **wyspy wulkanicznej**, podczas gdy otaczająca ją **rafa koralowa** nieustannie narasta ku powierzchni wody (na początku powstaje **rafa brzegowa**, która powoli przekształca się w **rafę barierową**), aż po całkowitym zanurzeniu wyspy pozostaje jedynie pierścieniowa rafa – **atol** – otaczająca płytki akwen zwany **laguną**.

Powstawanie i poszczególne etapy rozwoju wybrzeża koralowego



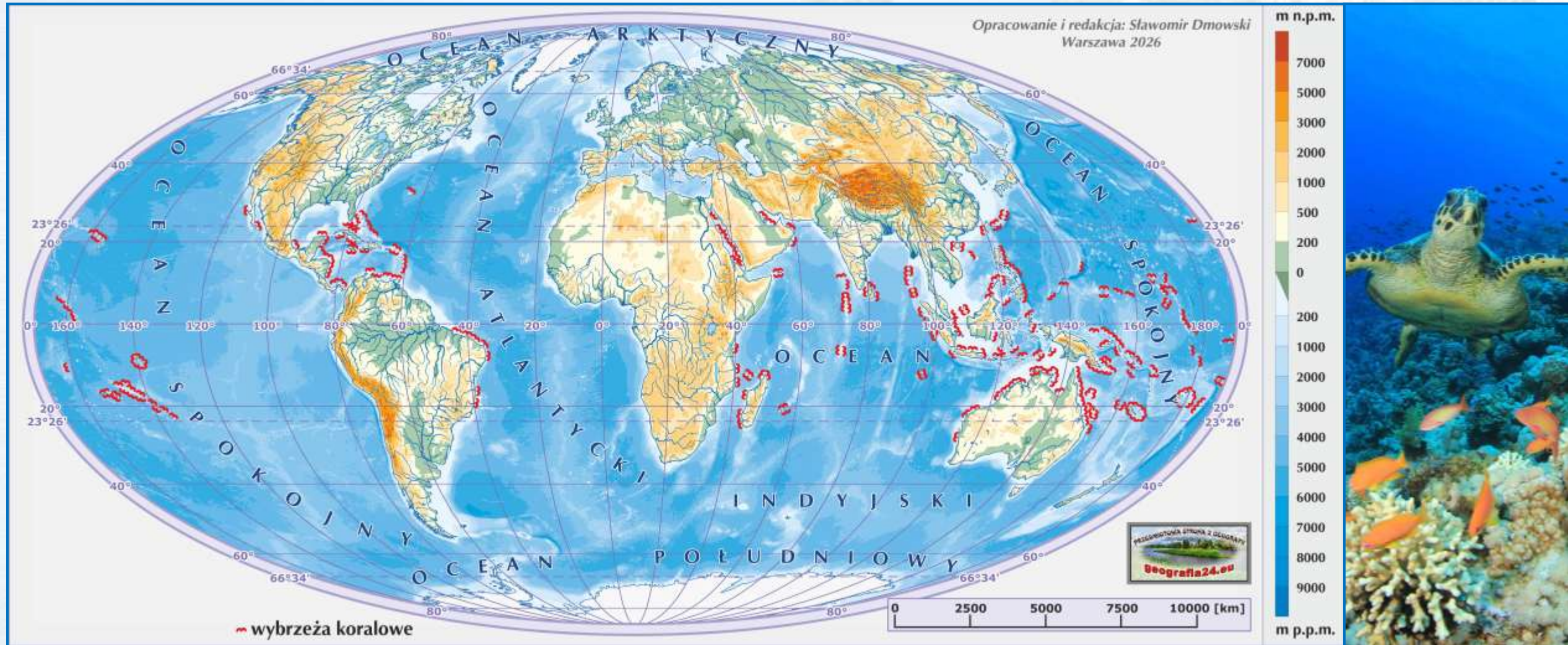
Wybrzeża koralowe

- **Rafy przybrzeżne** występują m.in. wokół wysp wulkanicznych Hawajów, Samoa, Tonga, Fidżi, Vanuatu i Wysp Salomona.
- **Rafy barierowe** są dobrze rozwinięte wokół wysp wulkanicznych Fidżi, Tahiti, Bora-Bora i Nowej Kaledonii, gdzie oddzielają wyspy od otwartego oceanu, tworząc **laguny**.
- **Atole** powstałe w wyniku stopniowego zatapiania wysp wulkanicznych występują m.in. w Polinezji Francuskiej, Tuvalu, Kiribati, na Wyspach Marshalla i w Mikronezji.
- **Rafy przybrzeżne i rafy barierowe** mogą również powstawać w innych warunkach, w płytkich, przejrzystych i dobrze nasłonecznionych wodach o temperaturze co najmniej 18°C , m.in. w Egipcie w Morzu Czerwonym i u wybrzeży Australii (Wielka Rafa Koralowa).



Wybrzeża koralowe

- Najważniejsze obszary występowania **raf koralowych** przedstawiono na mapie, a ich rozmieszczenie może sprawiać wrażenie, że raf jest bardzo dużo.
- W rzeczywistości **działalność człowieka**, m.in. zanieczyszczenie wód, przełowienie, rozwój turystyki i zmiany klimatu powodujące wzrost temperatury wód, przyczynia się do ich **niszczenia i degradacji**.



Wybrzeża namorzynowe (mangrowe)

- **Wybrzeża namorzynowe (mangrowe)** – wybrzeża pochodzenia roślinnego, rozwijające się na płaskich, zamulonych brzegach mórz i oceanów, występujących głównie w strefie klimatów równikowych i zwrotnikowych.
- Głównym czynnikiem kształtującym je są **namorzyny (mangrowce)** – **zarośla i lasy halofitów (słonorośli)**, przystosowane do życia w strefie pływów i okresowo zalewanych, ubogich w tlen osadach, wykształcające liczne **korzenie podporowe** (stabilizujące rośliny w podłożu) i **korzenie oddechowe (pneumatofory)** – umożliwiające pobieranie tlenu z atmosfery).
- Gęsta płatanina korzeni działa jak naturalny filtr wychwytyjący i zatrzymujący materiał osadowy transportowany przez wodę, co prowadzi do stopniowego narastania łądu i tworzy naturalny bufor chroniący wybrzeże przed niszczącą działalnością fal.

Powstawanie wybrzeża namorzynowego (mangrowego)

ETAP 1 – Warunki początkowe przed powstaniem wybrzeża



ETAP 2a – Wybrzeże namorzynowe (mangrowe) podczas przyptywu

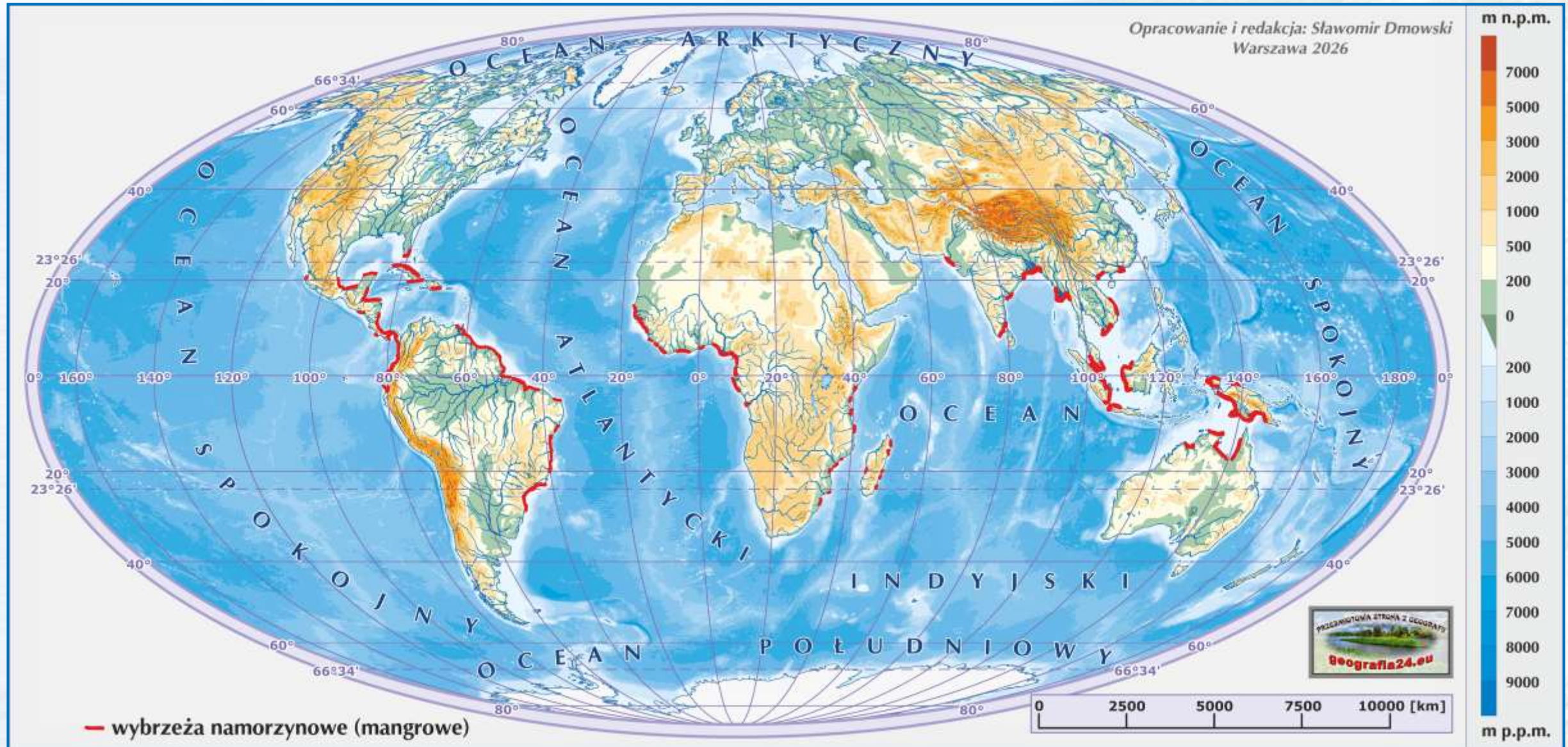


ETAP 2b – Wybrzeże namorzynowe (mangrowe) podczas odpływu



Wybrzeża namorzynowe (mangrowe)

→ **Wybrzeża namorzynowe (mangrowe)** – występują powszechnie m.in. na wybrzeżach Sumatry, Nowej Gwinei, Kuby i Kolumbii oraz w Zatoce Bengalskiej i basenie Morza Południowochińskiego.



Wybrzeża fiordowe

- **Wybrzeża fiordowe** – wybrzeża zstępujące (zanurzające się), powstające w wyniku zalania przez morze głębokich dolin lodowcowych wyłobionych przez lodowce górskie na obszarach objętych plejstoceniowym zlodowaceniem.
- Powstają w wyniku transgresji morskiej lub podniesienia poziomu oceanu światowego po ustąpieniu zlodowaceń, kiedy wody morskie zalewają głębokie **doliny U-kształtne**, tworząc długie, wąskie i kręte zatoki zwane **fiordami**.
- Fiordy charakteryzują się bardzo stromymi, skalistymi zboczami osiagającymi często kilkaset metrów wysokości i dużą głębokością, która niekiedy przekracza 1000 m.

Powstawanie wybrzeża fiordowego

ETAP 1 – Zlodowacenie i erozja dolin górskich przez lodowiec górski



ETAP 2 – Wycofanie się lodowca górskiego i odsłanianie doliny U-kształtnej

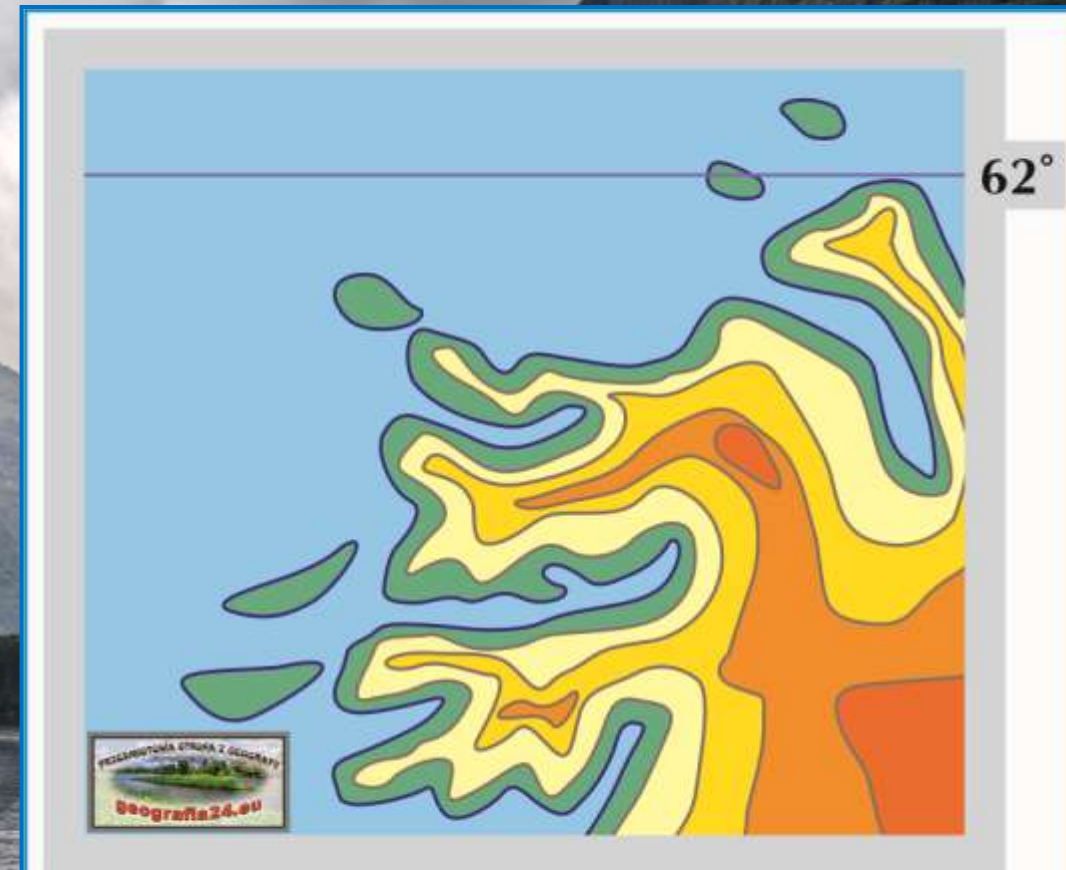
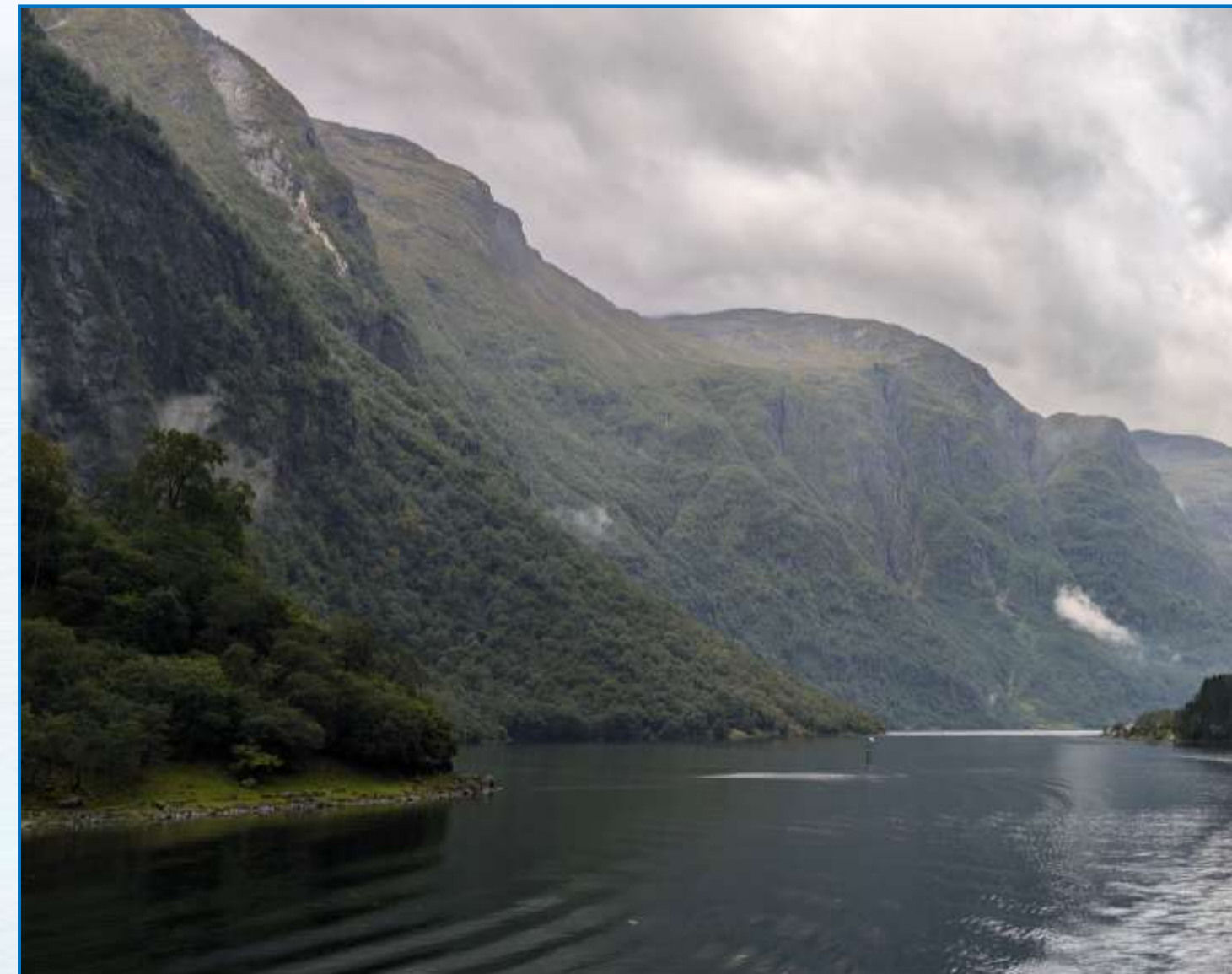


ETAP 3 – Podniesienie poziomu morza i powstanie wybrzeża fiordowego



Wybrzeża fiordowe

→ **Wybrzeża fiordowe** – występują m.in. u wybrzeży Norwegii, Szkocji, Islandii, Grenlandii, Alaski, zachodniej Kanady, południowego Chile, Nowej Zelandii i Antarktydy.



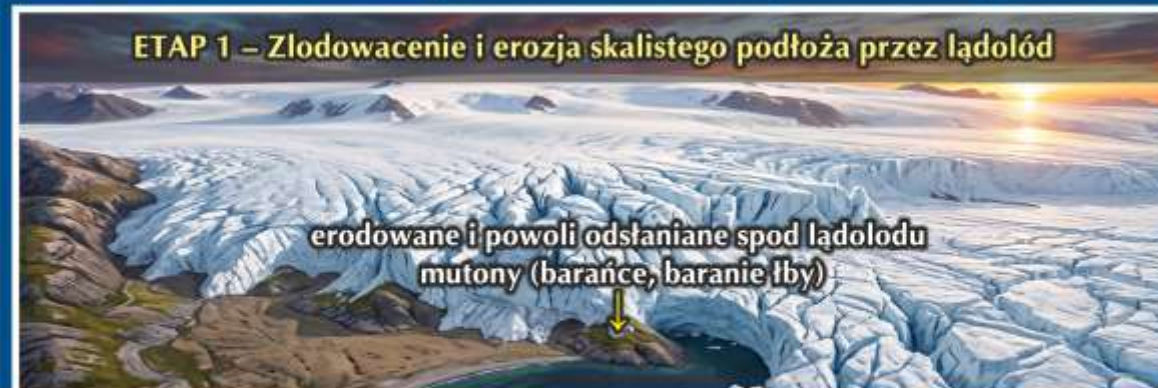
Wybrzeża fiordowe

Wybrzeża szkierowe (szerowe)

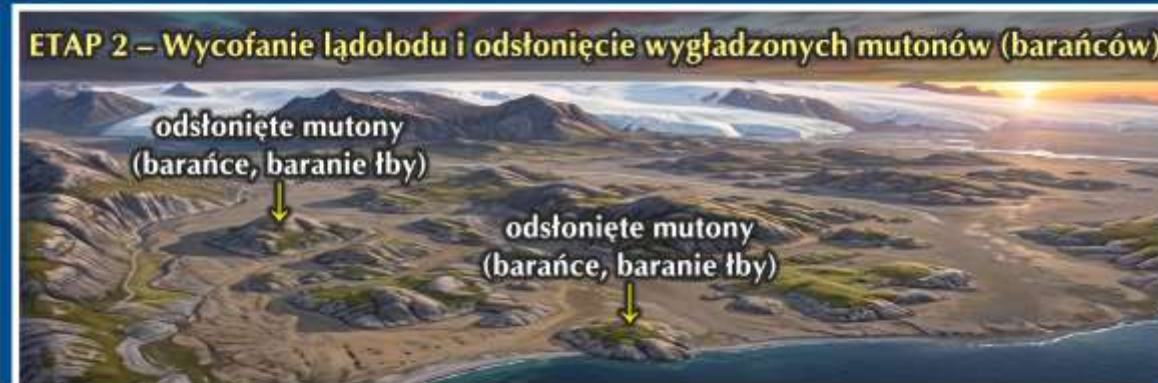
- **Wybrzeża szkierowe (szerowe)** – wybrzeża zstępujące (zanurzające się), powstające w wyniku zalania przez morze obszarów polodowcowych, na których występują liczne **mutony (barańce, baranie łby)** – wygładzone przez lądolód pagórki zbudowane z odpornych skał krystalicznych (magmaowych i metamorficznych).
- Powstają w wyniku transgresji morskiej, podczas której obniżenia między pagórkami skalnymi zostają zalane wodą, natomiast ich najwyższe fragmenty pozostają ponad jej powierzchnią jako liczne skaliste wysepki zwane **szkierami**.
- Wybrzeża szkierowe charakteryzują się obecnością tysięcy niewielkich, skalistych wysp i wysepek, tworzących silnie rozczłonkowaną linię brzegową oraz skomplikowany labirynt wąskich cieśnin utrudniających żeglugę.

Powstawanie wybrzeża szkierowego (szerowego)

ETAP 1 – Zlodowacenie i erozja skalistego podłoża przez lądolód



ETAP 2 – Wycofanie lądolodu i odsłonięcie wygładzonych mutonów (barańców)

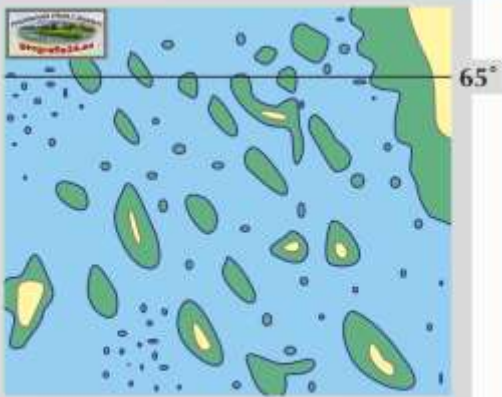


ETAP 3 – Podniesienie poziomu morza i powstanie wybrzeża szkierowego



Wybrzeża szkierowe (szerowe)

→ **Wybrzeża szkierowe (szerowe)** – występują powszechnie m.in. na wybrzeżach Finlandii (szczególnie rejon Wysp Alandzkich) i Szwecji oraz niektórych odcinkach wybrzeży Kanady i Alaski.



Wybrzeże szkierowe (szerowe)



Wybrzeża riasowe

- **Wybrzeża riasowe** – wybrzeża zstępujące (zanurzające się), powstające w wyniku zalania przez morze głęboko **wciętych dolin rzecznych**, rozdzielających pasma starych gór lub obszary wyżynne, których grzbiety przebiegają najczęściej **prostopadle do linii brzegowej**.
- Powstają podczas transgresji morskiej, gdy wody morskie zalewają doliny rzeczne, natomiast grzbiety górskie pozostają ponad powierzchnią morza, tworząc długie półwyspy oraz łańcuchy wysp.
- Wybrzeża riasowe przypominają swoim układem grzebień – zalane doliny rzeczne tworzą długie, wąskie zatoki o klinowatym kształcie zwane **riasami**, natomiast wyniesione grzbiety skalne oddzielają je od siebie.



Powstawanie wybrzeża riasowego

ETAP 1 – Rozwój dolin rzecznych prostopadłych do linii brzegowej

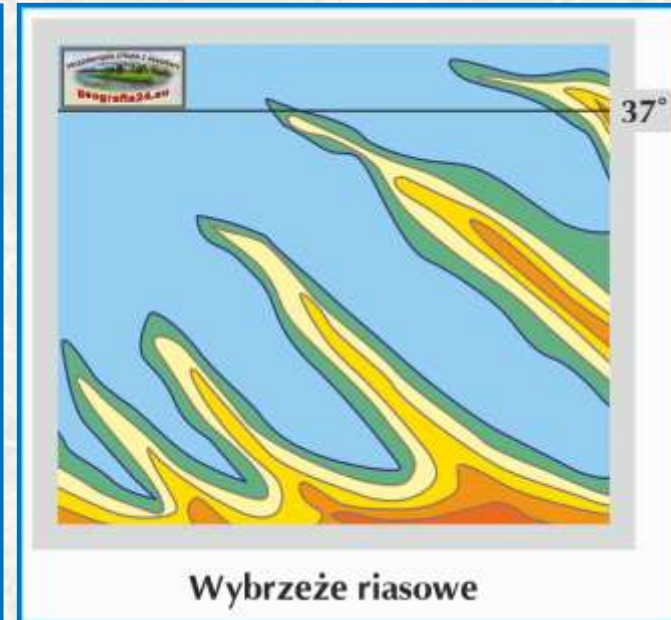


ETAP 2 – Podniesienie poziomu morza i powstanie wybrzeża riasowego



Wybrzeża riasowe

→ **Wybrzeża riasowe** – występują m.in. w północno-zachodniej Hiszpanii, Bretanii we Francji, Walii w Wielkiej Brytanii, południowo-zachodniej Irlandii, Islandii, Półwyspu Krymskiego, Patagonii w Argentynie i Nowej Zelandii.



Wybrzeża dalmatyńskie (kanałowe)

- **Wybrzeża dalmatyńskie (kanałowe)** – wybrzeża zstępujące (zanurzające się), powstające w wyniku transgresji morskiej **na obszarach górskich**, których **pasma i doliny przebiegają równolegle do linii brzegowej**, przez co tworzą charakterystyczny układ długich, równoległych półwyspów, wysp i oddzielających je kanałów morskich.
- Powstają wskutek zalania przez morze równoległego układu grzbietów górskich i dolin, w wyniku czego wyniesione pasma pozostają ponad powierzchnią wody jako **półwyspy i wyspy**, natomiast doliny przekształcają się w **cieśniny i kanały morskie**.
- Wybrzeża dalmatyńskie często cechują się obecnością licznych form krasowych.

Powstawanie wybrzeża dalmatyńskiego (kanałowego)

ETAP 1 – Rozwój dolin rzecznych równoległych do linii brzegowej

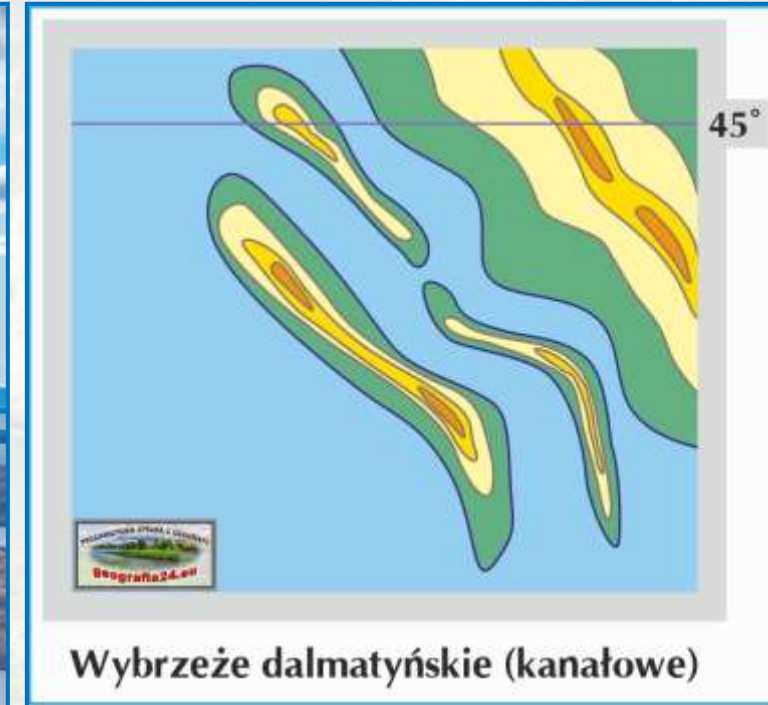
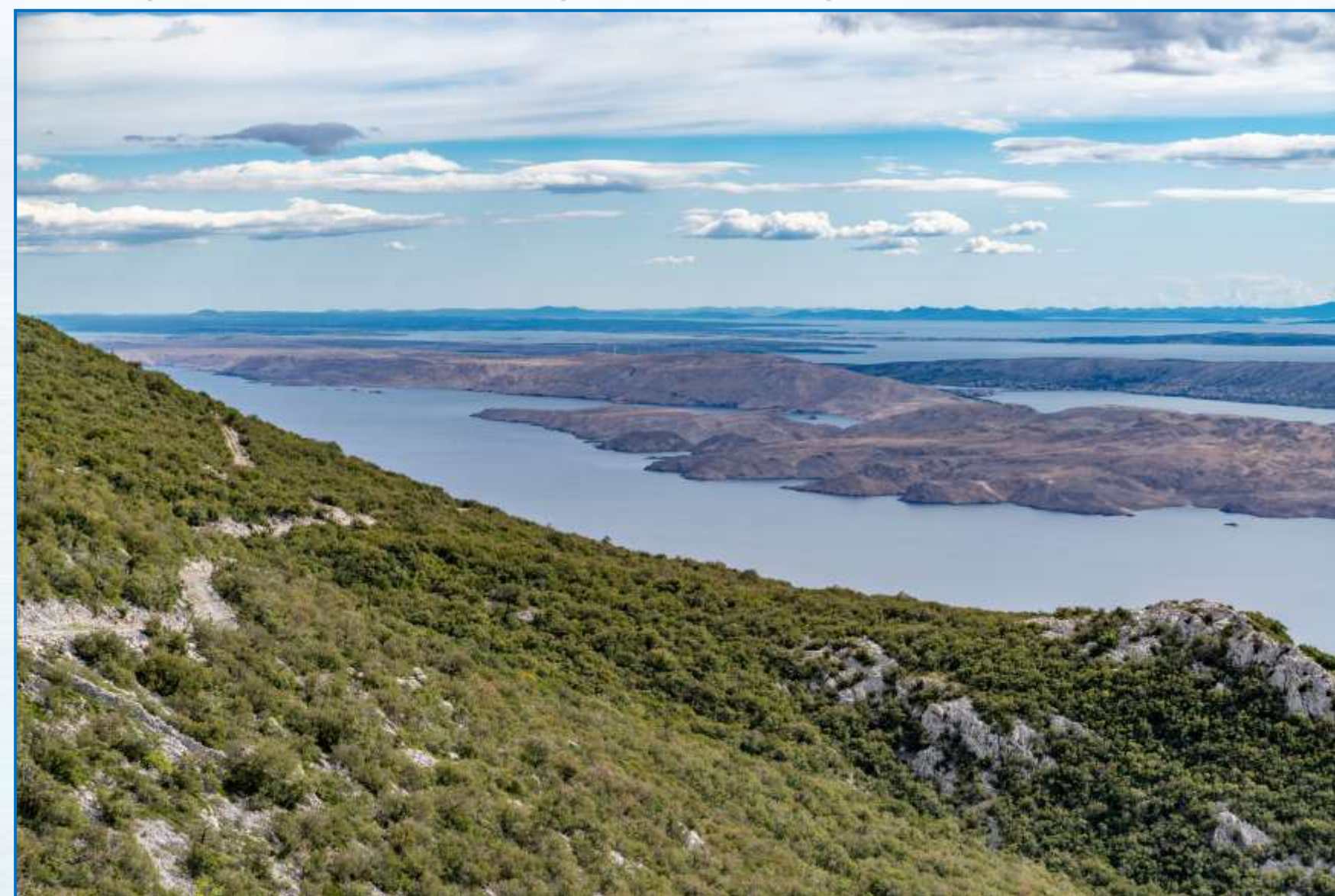


ETAP 2 – Podniesienie poziomu morza i powstanie wybrzeża dalmatyńskiego



Wybrzeża dalmatyńskie (kanałowe)

→ **Wybrzeża dalmatyńskie (kanałowe)** – występują m.in. na wybrzeżach Dalmacji w Chorwacji nad Morzem Adriatyckim i w obrębie niektórych odcinków wybrzeża Kalifornii.



Wybrzeża wulkaniczne

- **Wybrzeża wulkaniczne** – wybrzeża powstające na obszarach aktywnego lub dawnego wulkanizmu, gdzie działalność wulkaniczna kształtuje linię brzegową poprzez budowę stożków wulkanicznych i wylewy lawy docierające do morza.
- Powstają w wyniku **erupcji**, podczas których **lawa** wypływająca na powierzchnię zastyga na lądzie lub w wodzie, stopniowo nadbudowując ląd i zmieniając przebieg linii brzegowej.
- Wyróżniają się one stromymi **klifami lawowymi**, rozległymi **polami zastygłej lawy**, **plażami z ciemnego piasku** oraz miejscami występowaniem **zatok** powstałych w zalanych **kalderach** lub **kraterach wulkanicznych**.



Powstawanie wybrzeża wulkanicznego

ETAP 1 – Wybrzeże przed rozwojem działalności wulkanicznej



ETAP 2 – Erupcja wulkanu, spływ lawy i powstanie wybrzeża wulkanicznego



Wybrzeża wulkaniczne

→ **Wybrzeża wulkaniczne** – występują m.in. na Maderze, Santorynie, Hawajach, w archipelagu Samoa, na Islandii, Azorach, Wyspach Kanaryjskich, Galapagos, Filipinach, Indonezji, Japonii, Nowej Zelandii, Tonga, Vanuatu, Aleutach, Kamczatce i w Małych Antylach.



KONIEC



Materiały pomocnicze do nauki
Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)

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

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -