

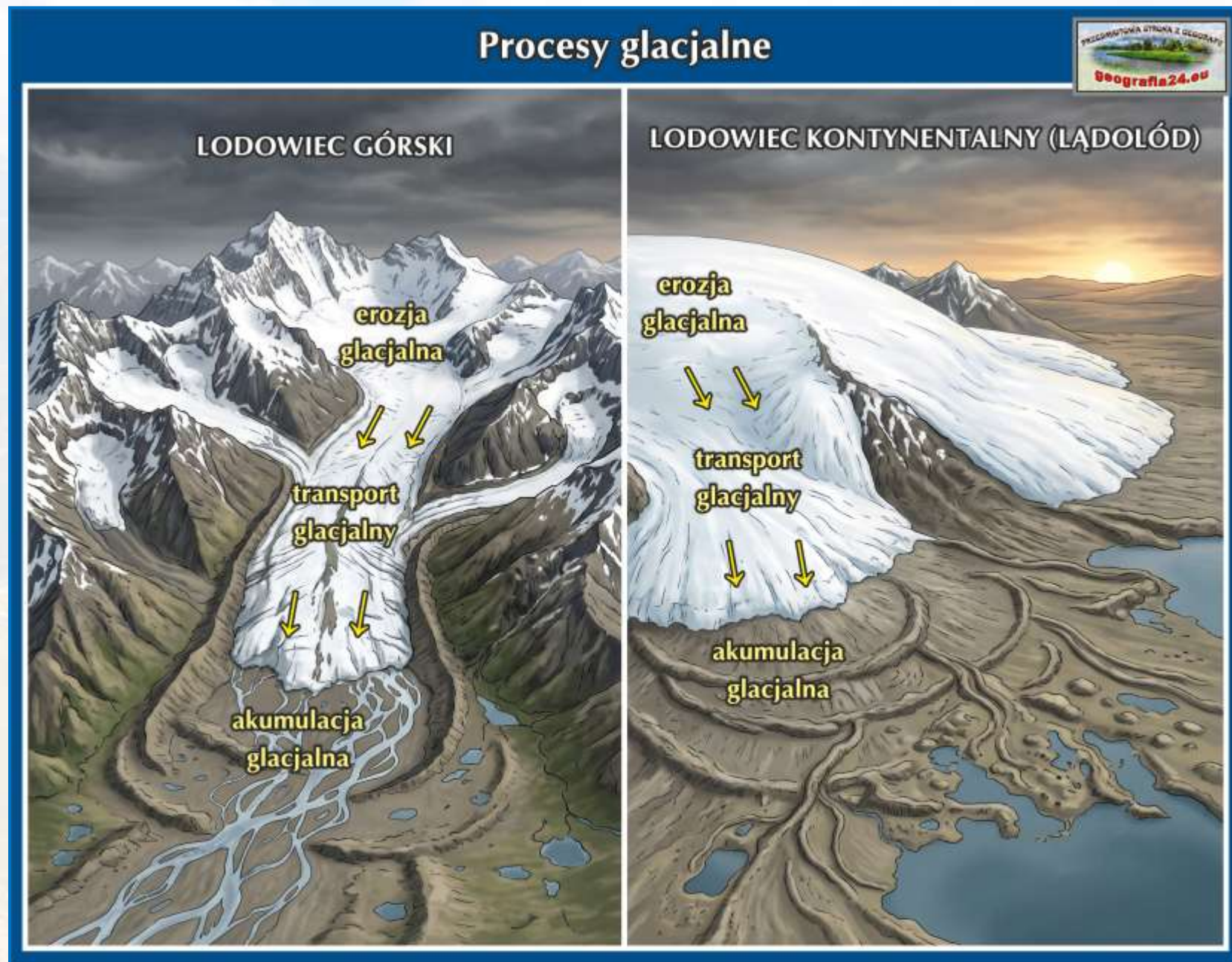


VI. Litosfera. Procesy zewnętrzne

3. Rzeźbotwórcza działalność lodowców górskich i lądolodów

Procesy glacialne – mechanika i występowanie

- **Procesy glacialne** – egzogeniczne procesy rzeźbotwórcze **lodowców górskich** i **lądolodów** (lodowców kontynentalnych), obejmujące trzy kolejne etapy: **erozję**, **transport** i **akumulację** materiału skalnego.
- Ich efektem jest powstawanie charakterystycznych form rzeźby terenu.
- Lód w dolnych partiach, pod wpływem ogromnego ciśnienia nadległych mas, nabiera cech ciała plastycznego i przemieszcza się zgodnie z siłą grawitacji (tzw. “płynięcie” lodu).
- Współcześnie zjawiska te zachodzą w **lądolodach stref polarnych** (Antarktyda, Grenlandia) oraz w **lodowcach górskich** powyżej **granicy wieloletniego śniegu** (m.in. Himalaje, Alpy, Andy).





Erozja glacjalna

Erozja glacjalna – istota niszczącej działalności lodu

- **Erozja glacjalna** – ogół procesów mechanicznego niszczenia podłoża zachodzących w spągu, czyli na styku dolnej części przemieszczającej się masy lodowej z podłożem.
- Jej intensywność zależy przede wszystkim od grubości pokrywy lodowej, odporności podłoża oraz ilości materiału skalnego (moreny dennej) wmarznętego w stopę lodowca, który pełni funkcję narzędzia ścierającego i drążącego.
- Bezpośrednim skutkiem tej działalności jest **systematyczne kruszenie, zdzieranie i usuwanie materiału skalnego**, co w konsekwencji prowadzi do **trwałego obniżenia powierzchni Ziemi** oraz **rozległych deformacji jej pierwotnej struktury**.



Mutony (baranie łby, barańce) – asymetryczne formy erozji glacialnej

- **Mutony (baranie łby, barańce)** – asymetryczne wzniesienia skalne o długości od kilku do kilkuset metrów, modelowane w trakcie przemieszczania się nad nimi lądolodu lub lodowca górskiego.
- Powstają one w wyniku jednoczesnego oddziaływania:
 - **detersji (ścierania)** – która wygładza łagodnie nachylony stok proksymalny (od strony nasuwającego się lodowca), w obrębie którego tworzą się **wygładz lodowcowe** z mniejszymi formami wskazującymi kierunek ruchu: **rysami i zadziorami lodowcowymi**;
 - **detrakcji (wyorywania)** – która niszczy podłoże, tworząc urwisty i stromy stok dystalny (znajdujący się po stronie przeciwnej do kierunku, z którego nasuwał się lodowiec).

Powstawanie mutonów (barańców, baranich łbów)



1. W trakcie przechodzenia lodowca górskiego lub lądolodu



2. Po ustąpieniu lodowca (wygładzony, asymetryczny muton)



Mutony (baranie łby, barańce) – przykład w Parku Narodowym Yosemite

- Największe **mutony** są zazwyczaj efektem glacialnego przemodelowania starszych wzniesień, a współcześnie najczęściej występują w rozległych skupiskach, tworząc **krajobraz zmutonizowany**, np. **Wyspy Alandzkie**.
- **The Lembert Dome** w amerykańskim **Parku Narodowym Yosemite** to inny, imponujący przykład gigantycznego, **granitowego mutonu**, który został ukształtowany w plejstocenie przez spływające doliną potężne masy lodu.
- Jego wyraźna asymetria w skali makro doskonale obrazuje mechanizm erozji glacialnej, w której rozległy, wygładzony przez **detersję stok proksymalny** ostro kontrastuje ze stromym, wyrzeźbionym przez **detrakcję zboczem dystalnym**.



Mikroformy erozji glacialnej: rysy i zadziory lodowcowe

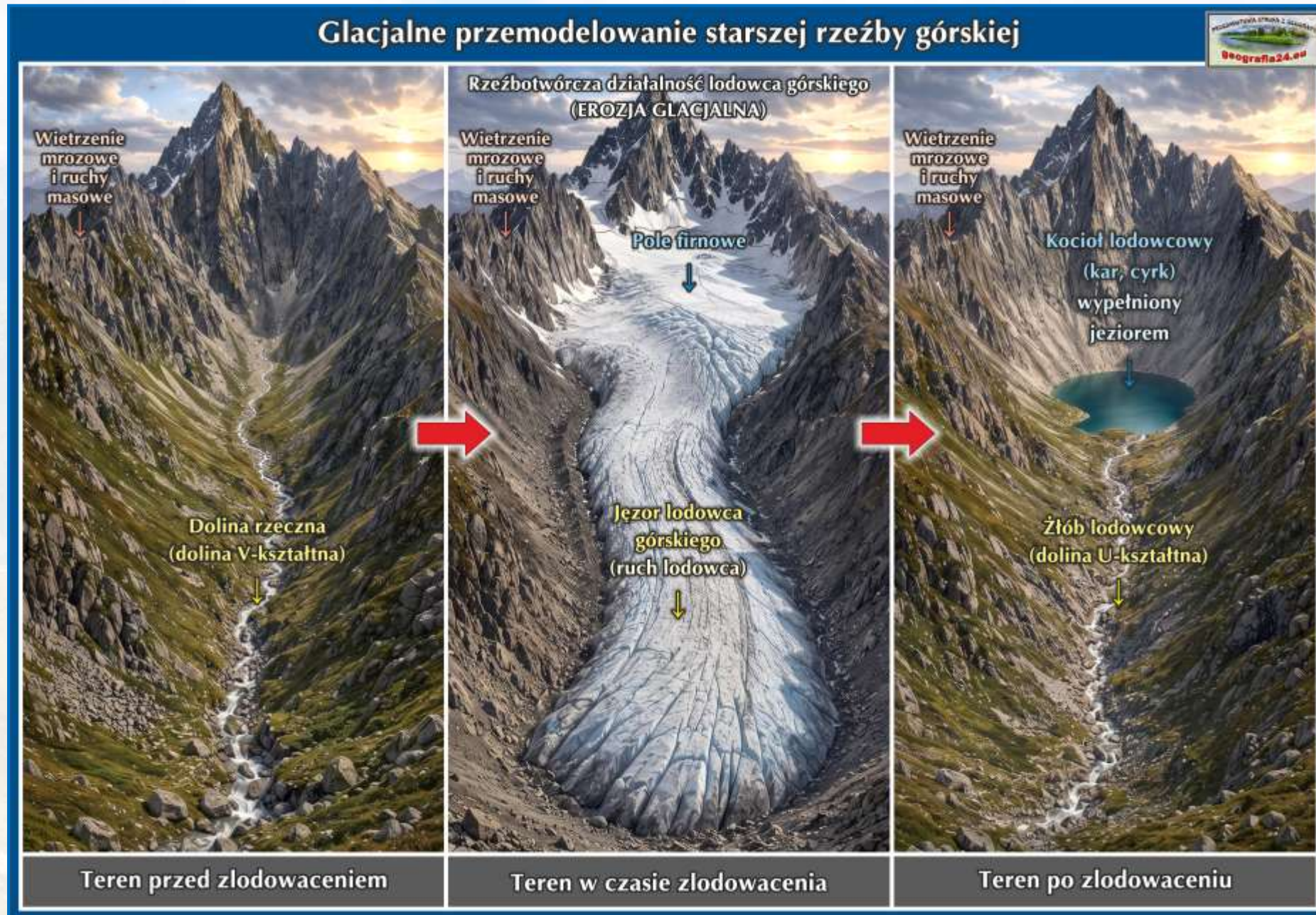
- **Mikroformy erozji glacialnej** – drobne wgłębienia erozyjne, najlepiej zachowują się na świeżych **wyglądach lodowcowych** i stanowią ważny wskaźnik kierunku przemieszczania się lodowca.
- **Rysy lodowcowe** – **podłużne, zwykle płytkie** (najczęściej do 1 cm) **zagłębienia** wyłobione w skałach podłoża (wyglądach lodowcowych) przez ostre fragmenty skalne wmarznęte w przemieszczający się lodowiec, przebiegające równoległe do kierunku jego ruchu.
- **Zadziory lodowcowe** – **drobne, sierpowate zagłębienia** ułożone poprzecznie do kierunku ruchu lodu, powstające w litym podłożu skalnym wyglądów lodowcowych wskutek ogromnego, punktowego nacisku dużych głazów transportowanych w spągu lodowca.
- Ten potężny nacisk wywołuje lokalne, olbrzymie naprężenia, które bezpośrednio prowadzą do kruszenia i odpryskiwania cienkich fragmentów skalnych.

Mikroformy erozji glacialnej: rysy i zadziory lodowcowe



Glacialne przemodelowanie starszej rzeźby górskiej

- **Kotły lodowcowe (kary, cyrki)** i **żłoby lodowcowe (doliny U-kształtne)** – są charakterystycznymi formami rzeźby glacialnej obszarów górskich, powstałymi w wyniku przekształcenia wcześniej istniejących form rzeźby, takich jak dawne **doliny rzeczne – doliny V-kształtne**.
- Ich rozwój był efektem współdziałania **erozji glacialnej** z **procesami nieglacialnymi**, przede wszystkim intensywnym **wietrzeniem mrozowym** i **ruchami masowymi**.



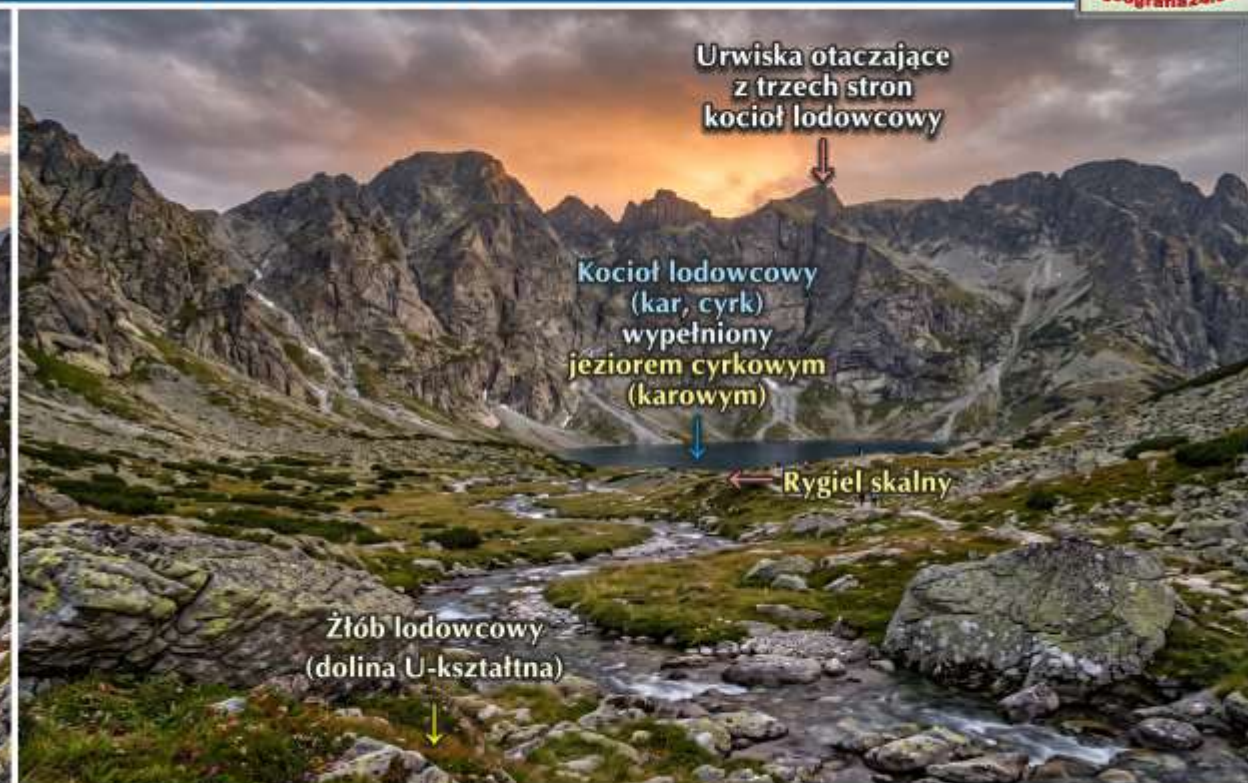
Kotły lodowcowe (kary, cyrki) – morfologia

- **Kotły lodowcowe (kary, cyrki)** – rozległe, półkoliste lub wydłużone zagłębienia w wyższych partiach gór, otoczone z trzech stron stromymi urwiskami, otwierające się tylko z jednej strony – ku dolinie, którą spływał lodowiec górski.
- W miejscu otwarcia występuje **rygiel skalny** – poprzeczny próg zamykający dno kotła, zbudowany z odpornych skał.
- Dzięki niemu dno tworzy głęboką misę, która po ustąpieniu lodu często wypełnia się wodą, dając początek niezwykle głębokim, choć niewielkim powierzchniowo **jeziorem cyrkowym (karowym)**.

Kocioł lodowcowy (kar, cyrk) widoczny z dwóch przeciwległych stron



Kocioł lodowcowy (kar, cyrk) widoczny od strony ścian karowych



Kocioł lodowcowy (kar, cyrk) widoczny od strony doliny U-kształtnej

Kotły lodowcowe (kary, cyrki) – przykłady w Tatrach

- Do najgłębszych **jezior polodowcowych górskich – cyrkowych (karowych)** powstałych w obrębie **kotłów lodowcowych (karów, cyrków)** w **polskich Tatrach** należą:
 - **Wielki Staw Polski** (głębokość: 79,3 m; powierzchnia: 34,1 ha),
 - **Czarny Staw pod Rysami** (głębokość: 76,4 m; powierzchnia: 20,6 ha),
 - **Czarny Staw Gąsienicowy** (głębokość: 51,0 m; powierzchnia: 17,9 ha).

Dolina Pięciu Stawów Polskich – widoczne kotły Przedniego, Wielkiego i Czarnego Stawu – to system sąsiadujących kotłów lodowcowych (dawnych pól firnowych). Ich dna wypełniają jeziora cyrkowe.



Czarny Staw Gąsienicowy – klasyczne jezioro cyrkowe (karowe) wypełniające dno kotła lodowcowego. Otoczone jest stromymi ścianami karowymi, a od strony doliny zablokowane wyraźnym rygłem skalnym.



Żłób lodowcowy – dolina U-kształtna

→ **Żłób lodowcowy (dolina U-kształtna)** – głęboka dolina o charakterystycznym profilu poprzecznym przypominającym literę „U”, wyróżniająca się szerokim, stosunkowo płaskim dnem i stromymi zboczami (czasem urwistymi).

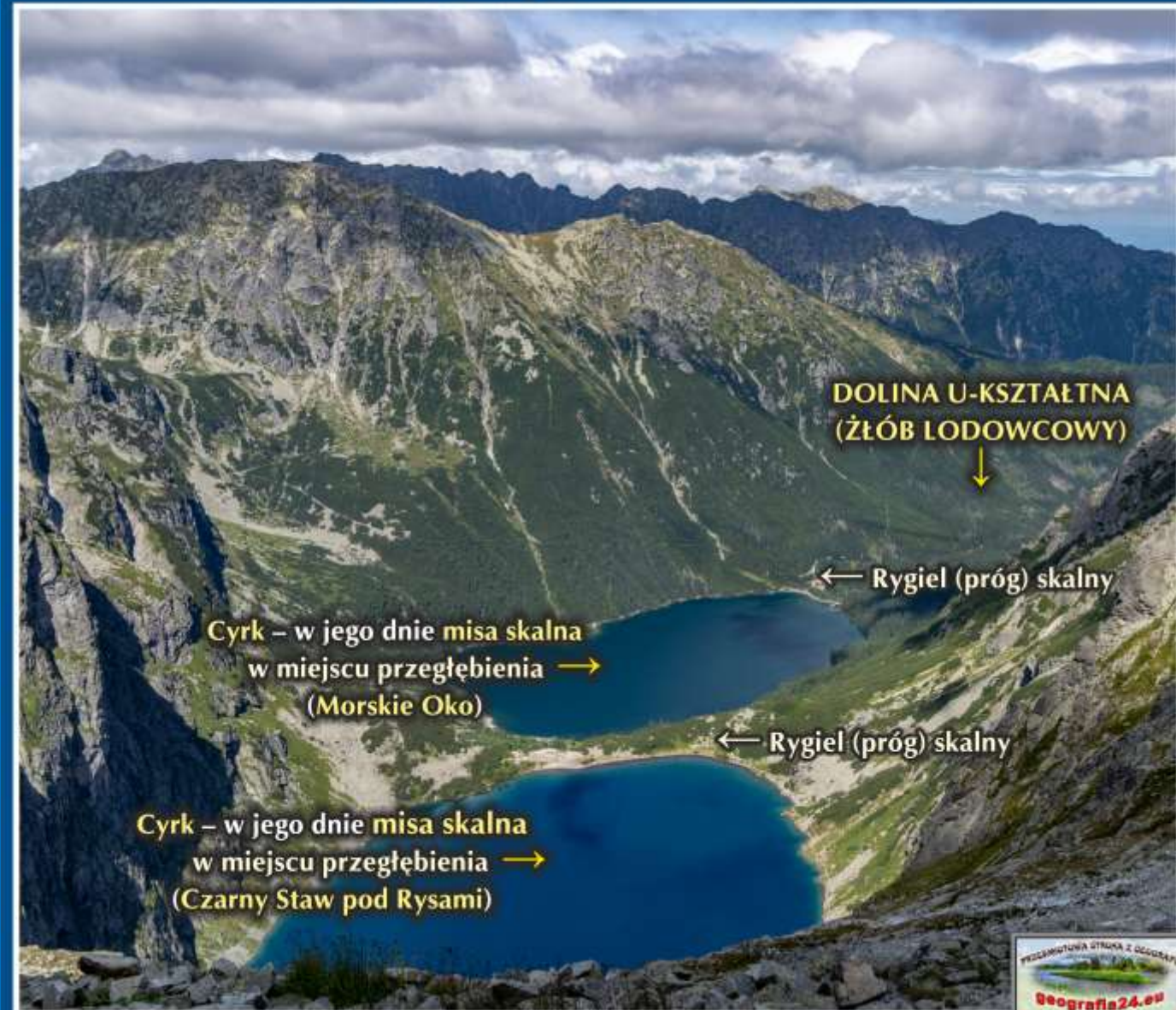


Dolina Międzyzdrojska jest klasycznym przykładem **doliny U-kształtnej** (posiada szerokie, płaskie dno oraz strome ściany skalne)

Żłób lodowcowy – dolina U-kształtna

- **Żłób lodowcowy (dolina U-kształtna)** powstaje w wyniku przekształcenia przez przemieszczający się **jezior lodowca górskiego** w dół, wzdłuż **dawnej V-kształtnej doliny rzecznej**.
 - Charakterystyczny **profil "U"** jest **efektem silnej erozji glacialnej** obejmującej jednocześnie dno i zbocza doliny.
 - Oprócz zmiany przekroju poprzecznego lodowiec górski przekształca dolinę również na całej jej długości – jej profil podłużny staje się niewyrównany i schodkowy.
 - Tworzą go misowate **przegłębienia** oddzielone **progami (ryglami) skalnymi**, powstającymi:
 - na wychodniach twardszych, bardziej odpornych skał,
 - przy wylotach wyżej położonych kotłów lodowcowych,
 - w miejscach dawnych przewężeń doliny.

Żłób lodowcowy (dolina U-kształtna)



Doliny zawieszone (wiszące) jako dowód zróżnicowanej siły erozji

- **Doliny zawieszone (wiszące)** – powstają wskutek różnicy w intensywności **erozji glacialnej**.
- Główny jeźor lodowcowy żłobi podłoże znacznie silniej i głębiej niż mniejsze, dopływające do niego lodowce z dolin bocznych.
- Po ustąpieniu zlodowacenia, dno słabiej pogłębionej doliny bocznej pozostaje “ucięte” i “zawieszone” wysoko nad dnem głębokiej doliny głównej.
- Na powstałym w ten sposób stromym progu skalnym spływające wody często tworzą **wodospady**.
- Dobrym tatrzańskim przykładem są **Wodogrzmoty Mickiewicza**, gdzie Dolina Roztoki zawieszona jest nad główną Doliną Białką.

Dolina zawieszona (wisząca) – powstawanie



Teren w czasie zlodowacenia



Teren po zlodowaceniu



Bridalveil Falls wypływające z **doliny zawieszonej** w **Parku Narodowym Yosemite**



Transport glacjalny

Transport glacialny – źródła i charakter transportowanego materiału

- **Lodowce górskie i kontynentalne** są bardzo skutecznymi **czynnikami transportującymi**.
- Dzięki dużej masie i plastyczności lodu mogą przenosić materiał o bardzo zróżnicowanej wielkości – od pyłu po bloki skalne o objętości wielu metrów sześciennych.
- Materiał transportowany przez lodowiec pochodzi z trzech głównych źródeł:
 - **z erozji glacialnej** – fragmenty skał i osadów **odrywane** od podłoża podczas **detrakcji** i **ścierane** w wyniku **detersji**;
 - **ze stoków otaczających lodowiec** – materiał dostarczany przez **wietrzenie fizyczne** i **ruchy masowe** (**obrywy, odpadanie i lawiny kamienne**), spadający na powierzchnię lodu ze **zboczy dolin** lub **nunataków**, czyli wzgórz otoczonych lodowcem (w ten sposób lądolód przetransportował do Polski liczne skały z Gór Skandynawskich);
 - **z atmosfery** – **pył eoliczny** i **pył wulkaniczny** opadające na powierzchnię lodowca (mogą być przenoszone w atmosferze przez tysiące kilometrów, zanim osiadą na lodowcu).

Źródła materiału transportowanego przez lodowce górskie i lądolody



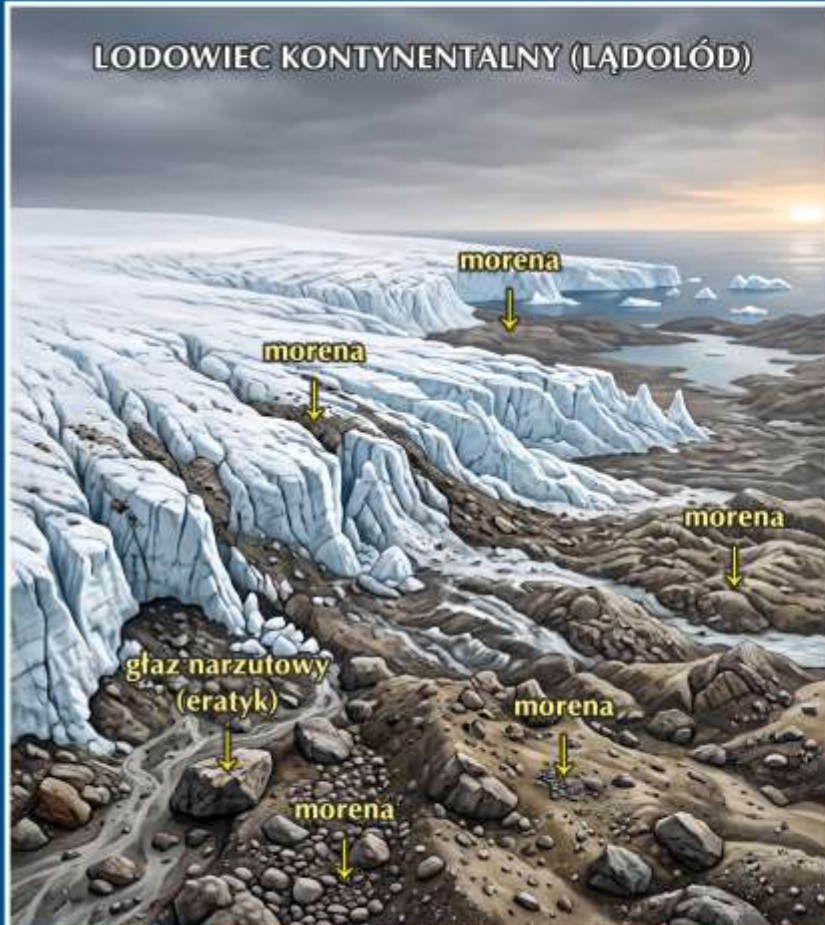
Morena – materiał skalny transportowany przez lądolód i lodowiec górski

- **Morena** – wieloznaczny termin oznaczający zarówno materiał skalny transportowany przez lodowiec lub lądolód, jak i formę rzeźby terenu powstałą po jego akumulacji.
- **Materiał morenowy** jest **niewysortowaną mieszaniną osadów** o zróżnicowanej wielkości – od **pyłu** i **ilu**, przez **piasek** i **żwir**, po **bloki skalne** i **głazy narzutowe**, transportowaną przez lód, a następnie osadzaną podczas jego topnienia.

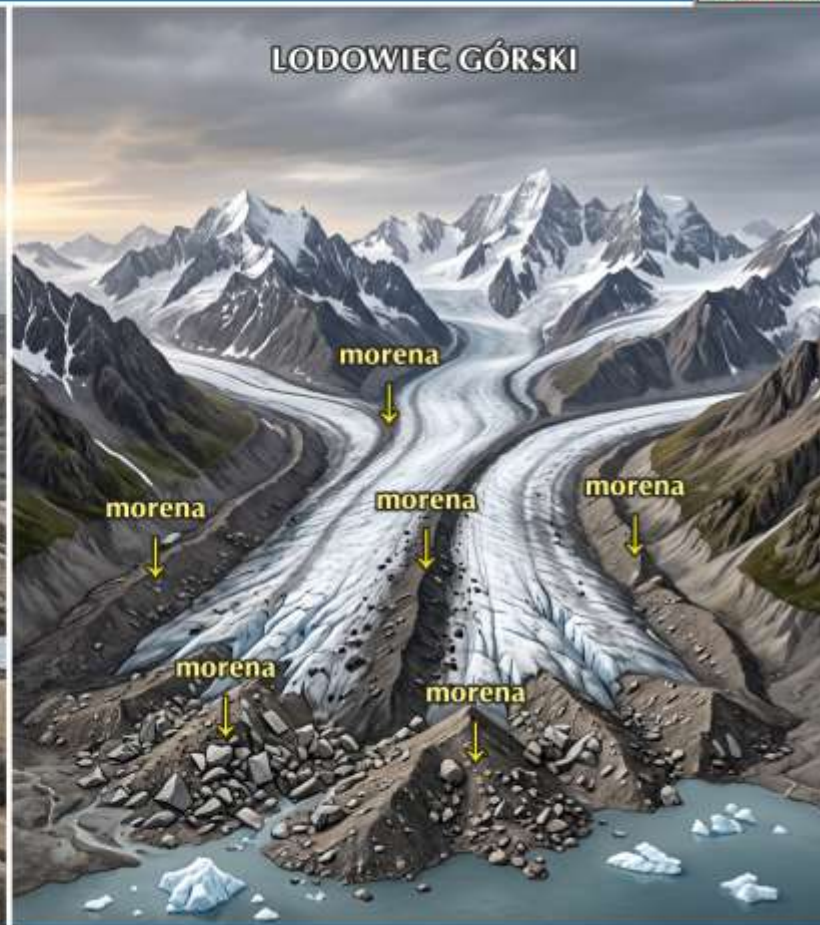
Morena – materiał skalny transportowany w lodowcach górskich i lądolodach



LODOWIEC KONTYNENTALNY (LĄDOLÓD)



LODOWIEC GÓRSKI



Materiał lodowcowy – **morena**

Głazy narzutowe (eratyki) – świadectwo transportu glacialnego

- **Głazy narzutowe (eratyki)** – najbardziej charakterystyczny dowód **transportowej działalności lądolodów**.
- Są to potężne bloki skalne oderwane od litego podłoża, włączone w masę lodu i przemieszczone na odległość nawet kilkuset kilometrów (czasem kilku tysięcy kilometrów) od miejsca ich pierwotnego występowania.
- W północnej i środkowej Polsce do dziś zachowały się tysiące takich eratyków, przetransportowanych ze Skandynawii przez lądolód zlodowacenia północnopolskiego.
- Największym głazem narzutowym w Polsce jest Trygław w Tychowie na Pomorzu Zachodnim, który osiąga 50 m obwodu, 7,8 m wysokości (z czego około 4 m znajduje się pod powierzchnią Ziemi) i około 700 m³ objętości.



Okotoks (Big Rock) – największy na świecie znany **głaz narzutowy** (Kanada) o wymiarach: 41 m * 18 m * 9 m



Trygław – największy w Polsce **głaz narzutowy** osadzony na Pomorzu

Rodzaje transportu lodowcowego

→ W zależności od **miejsca transportu materiału morenowego** wyróżnia się trzy strefy:

- **transport supraglacialny (powierzchniowy)** – materiał przemieszczany na powierzchni lodowca,
- **transport inglacialny (wewnątrzlodowcowy)** – materiał transportowany we wnętrzu masy lodowej,
- **transport subglacialny (podlodowcowy)** – materiał przemieszczany w spągu lodowca, pomiędzy lodem a podłożem.



Rodzaje transportu lodowcowego

LODOWIEC KONTYNENTALNY (ŁĄDOLÓD)



LODOWIEC GÓRSKI



Cechy osadów glacialnych – glina zwałowa (morenowa, lodowcowa, glacialna)

- **Osady glacialne** – powstają podczas topnienia lodowca lub lądolodu, gdy transportowany przez lód materiał zostaje osadzony na podłożu.
- Najbardziej charakterystycznym osadem jest **glina zwałowa** (**glina morenowa, lodowcowa, glacialna**).
 - Jej podstawową cechą jest brak wysortowania, czyli jednoczesne występowanie materiału o bardzo różnej wielkości.
 - W przeciwieństwie do rzek lub wiatru lodowiec górski i lądolód nie sortuje osadów według wielkości i masy.
 - Glina zwałowa stanowi chaotyczną mieszaninę głazów, okruchów skalnych, żwirów, piasków, pyłów i iłów.
 - W zależności od miejsca transportu materiału w obrębie lodowca po jego stopnieniu powstają różne typy moren oraz inne akumulacyjne formy rzeźby glacialnej.



Glina zwałowa (**glina morenowa, lodowcowa, glacialna**) – osad skalny pochodzenia lodowcowego

Rodzaje moren – formy transportu i akumulacji

→ Rodzaj moreny zależy od **miejsca transportu i akumulacji materiału skalnego**.

→ **Morena powierzchniowa** – tworzy się z materiału niesionego na powierzchni lodowca górskiego i lądolodu.

→ Składa się z bloków, głazów, piasków i pyłów pochodzących ze stoków doliny lub stopniowo wytapiających się z lodu.

→ **Morena wewnętrzna** – powstaje z materiału przemieszczanego we wnętrzu lodowca.

→ Tworzą ją przede wszystkim okruchy zasypywane śniegiem w polu firnowym lub wpadające do szczelin lodowcowych.

→ **Morena denna** – tworzy się z materiału transportowanego przy dnie lodowca górskiego lub lądolodu.

→ Pod wpływem dużego ciśnienia lodu materiał ten jest częściowo rozcierany i osadzany na podłożu.

→ Po ustąpieniu zlodowacenia tworzy on w krajobrazie rozległą, lekko falistą równinę.



Rodzaje moren

LODOWIEC KONTYNENTALNY (LĄDOLÓD)



LODOWIEC GÓRSKI



Rodzaje moren – formy transportu i akumulacji

- W zależności od formy transportu i sposobu akumulacji materiału skalnego, wyróżnia się kolejne typy moren.
- **Morena boczna** (tylko w lodowcach górskich) – powstaje z materiału transportowanego wzdłuż boków jezora lodowcowego.
 - Tworzy podłużne wały zbudowane głównie z ostrokrawędzistych okruchów skalnych osypujących się ze ścian doliny.
- **Morena środkowa** – (tylko w lodowcach górskich) – powstaje w miejscu połączenia dwóch jezior lodowcowych, gdy łączą się przylegające do nich moreny boczne.
 - Może również tworzyć się z materiału osypującego się z nunataków.
- **Morena czołowa** – powstaje u czoła lodowca z materiału spiętrzanego, pchanego i osadzanego przez lodowiec.
 - Tworzy ona wyraźne w rzeźbie terenu wały lub pasy wzgórz, zaś jeżeli wyznacza maksymalny zasięg zlodowacenia, określa się ją mianem **moreny końcowej**.





Akumulacyjne formy rzeźby glacjalnej

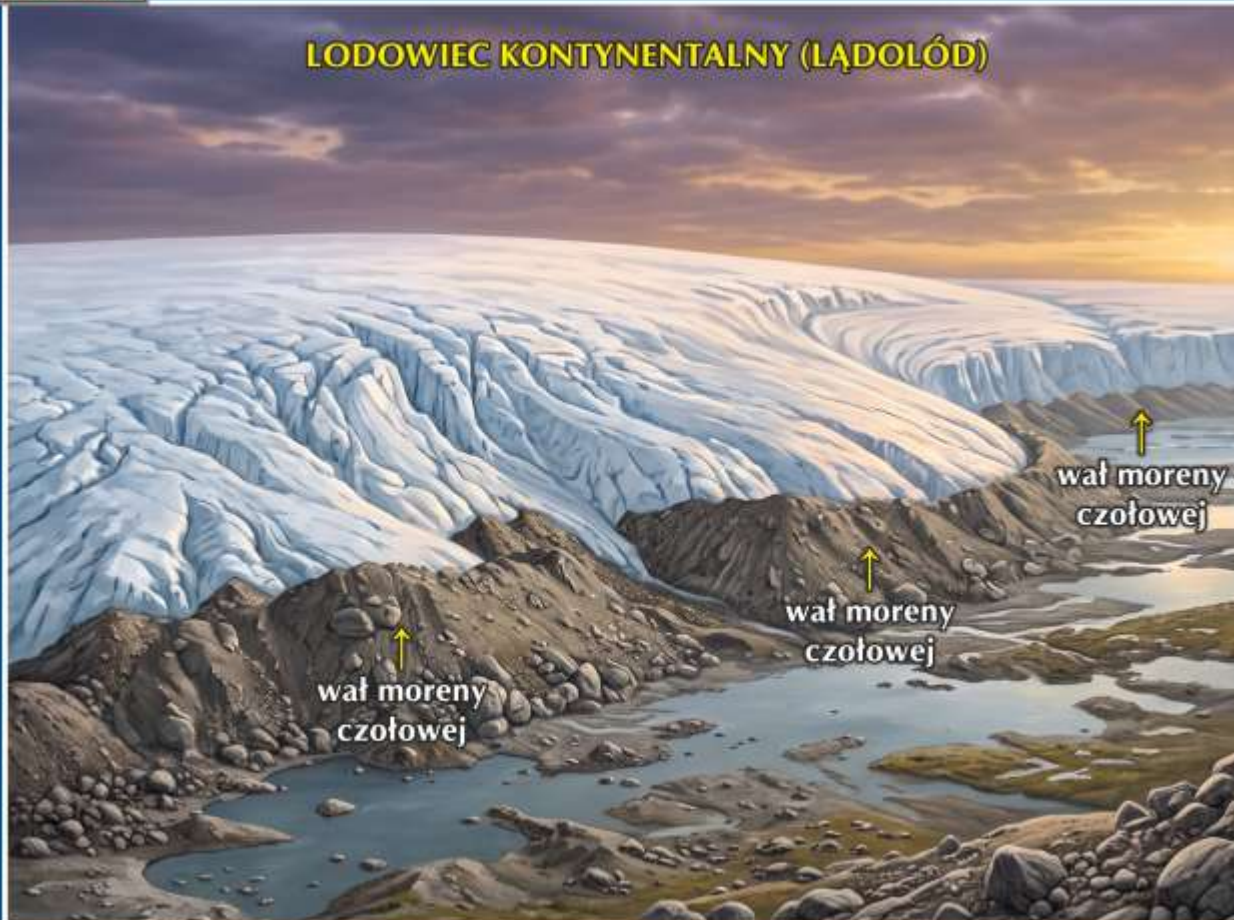
Moreny czołowe

- **Morena czołowa** – wał, garb lub ciąg wzgórz powstający przed **czołem lodowca** (górskiego lub kontynentalnego) podczas jego dłuższego postoju (stagnacji).
- Po ustąpieniu lodowca (kontynentalnego i górskiego) formy te pozostają w terenie, wyznaczając kolejne etapy zanikania zlodowacenia.

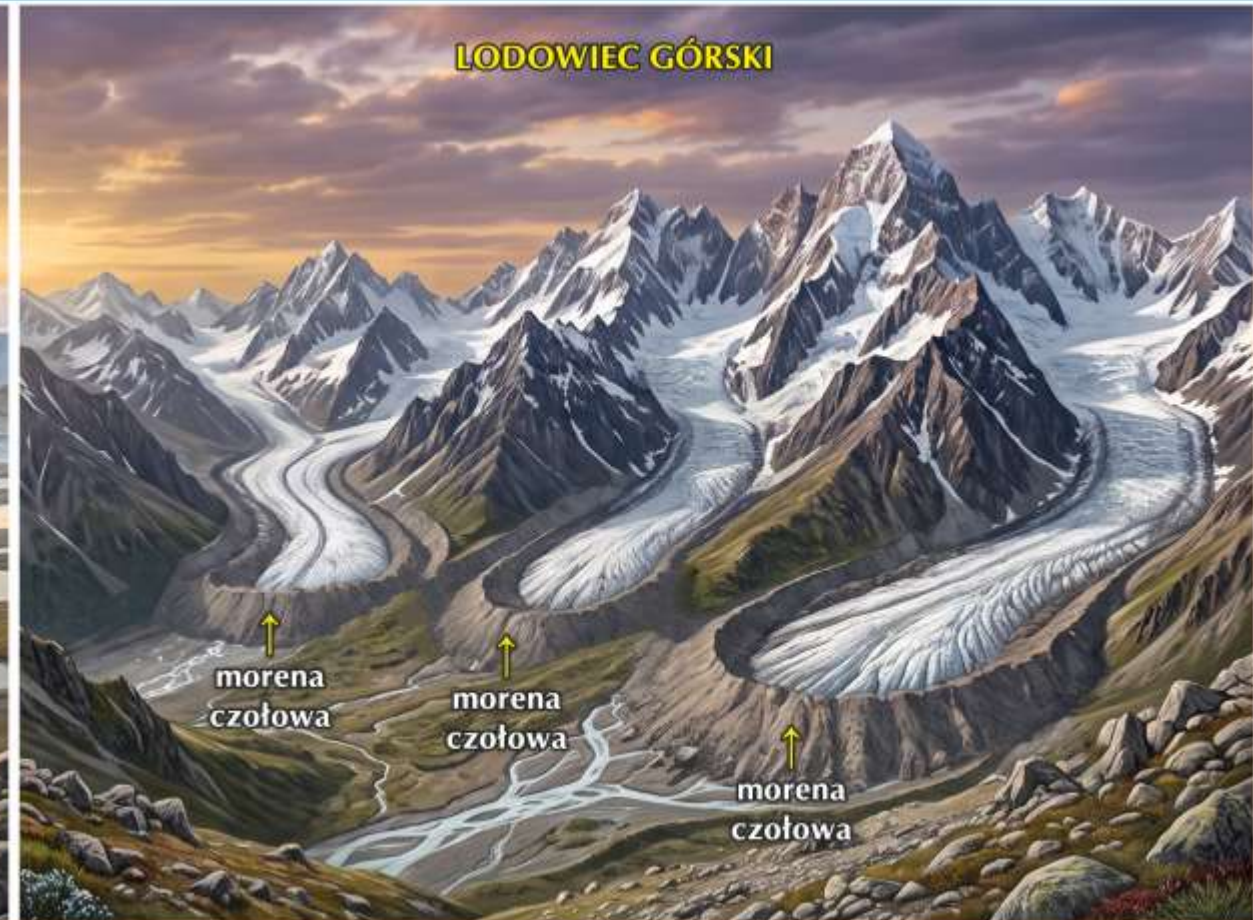


Moreny czołowe

LODOWIEC KONTYNTENTALNY (LĄDOLÓD)



LODOWIEC GÓRSKI



Morena denna

- **Morena denna** – rozległa forma rzeźby terenu odznaczająca się dość niewielkimi deniwelacjami, powstająca po nierównomiernym osadzeniu gliny zwałowej transportowanej w spągowej (dennej) i wewnętrznej części lodowca podczas jego topnienia.
- Jest to najpowszechniejsza forma krajobrazu na obszarach polodowcowych.
- Wyróżnia się dwie podstawowe odmiany krajobrazu tworzonego przez morenę denną:
 - **równiny i wysoczyzny morenowe płaskie** – obszary o niemal całkowicie wyrównanej powierzchni;
 - **równiny i wysoczyzny morenowe faliste (lub pagórkowate)** – obszary o wyraźnie urozmaiconej rzeźbie.

Krajobraz moreny dennej



Jeziora moreny dennej

- **Jeziora moreny dennej** – jedne z najczęściej występujących zbiorników wodnych na nizinnych obszarach młodoglacjalnych (tzw. pojezierzach, m.in. w Polsce, Skandynawii i Kanadzie).
 - W górach występują znacznie rzadziej i zwykle są mniejsze (w wielu opracowaniach ich występowanie jest pomijane).
- Tworzą się w rozległych, stosunkowo płytkich zagłębieniach bezodpływowych.
 - Zagłębienia te powstają na skutek nierównomiernego osadzania gliny zwałowej przez topniejący lodowiec lub w wyniku powolnego wytapiania się wielkich brył martwego lodu pozostawionych w osadach polodowcowych.
- Jeziora moreny dennej cechuje:
 - duża powierzchnia i niewielka głębokość (najgłębsze rzadko przekraczają 20 m),
 - silnie rozwinięta linia brzegowa z licznymi zatokami, półwyspami i wyspami,
 - łagodne brzegi oraz bardzo urozmaicone, nieregularne dno.
- Tego typu genezę posiadają w Polsce m.in. **Jezioro Śniardwy** i **Jezioro Niegocin**, położone w Krainie Wielkich Jezior Mazurskich i **Jezioro Wielimie** – leżące w obrębie Pojezierza Drawskiego.



Moreny boczne w dolinach górskich

- **Moreny boczne** – podłużne wały zbudowane z materiału skalnego, ciągnące się wzdłuż bocznych krawędzi jezora lodowca (występują wyłącznie przy lodowcach górskich).
- Budują je głównie ostrokrawędziste okruchy skalne osypujące się ze stromych ścian doliny wskutek wietrzenia mrozowego i ruchów masowych bezpośrednio na brzeżne partie lodowca górskiego.
 - Część materiału pochodzi również z erozji glacialnej ścian i dna doliny.
- Po stopnieniu lodu osady te tworzą wyraźne wały przylegające do ścian żłobu lodowcowego lub – w przypadku szerokich dolin – położone w pewnym oddaleniu od zboczy.
 - Powstałą między wałem a zboczem rynną może płynąć **potok marginalny**, odprowadzający wody roztopowe i wody spływające ze stoków.
- Wysokie wały moren bocznych mogą również zamykać wyloty niezlodowaconych dolin bocznych, prowadząc do powstawania **jezior zaporowych**.



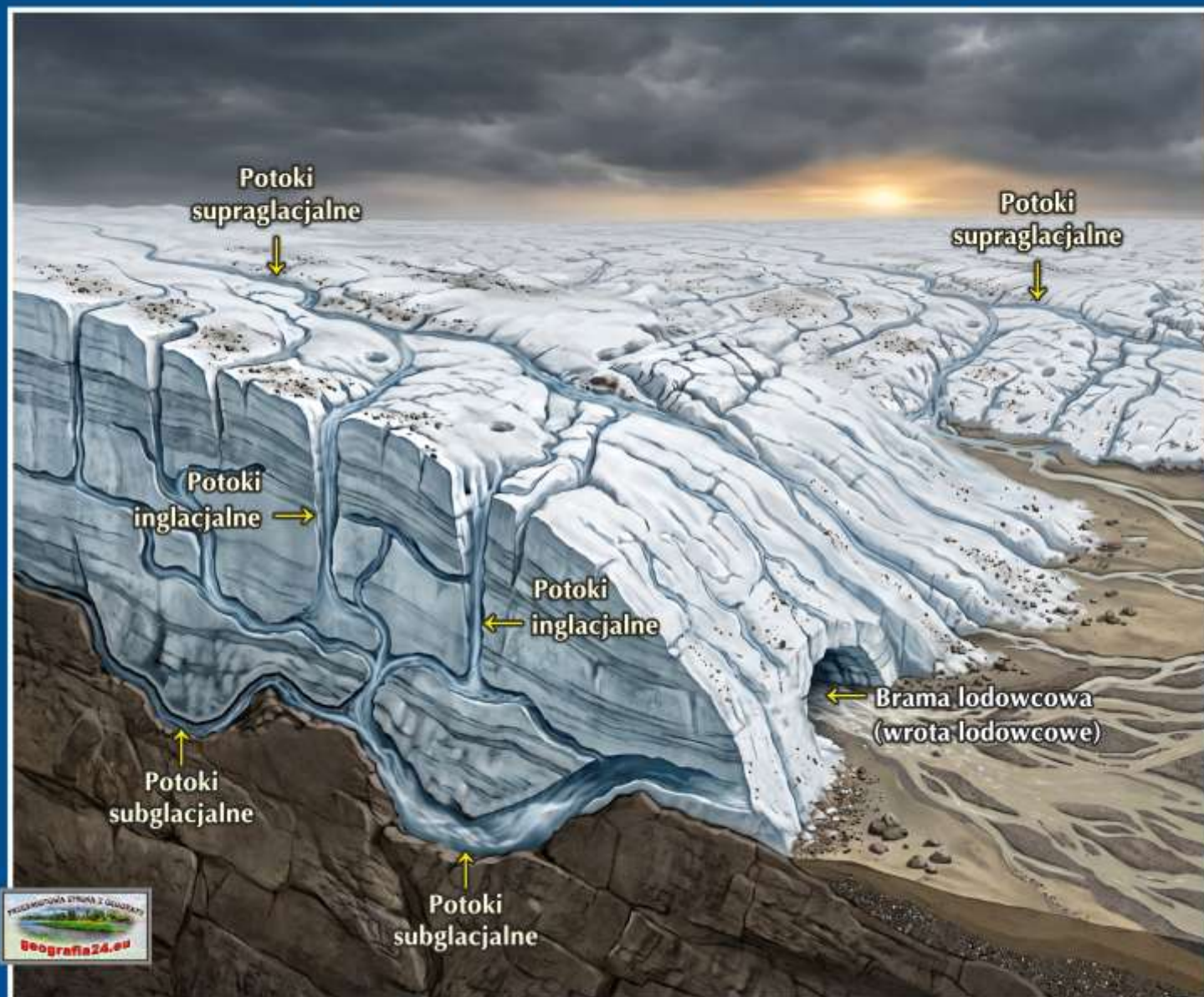


Rzeźba fluwioglacialna (wodnolodowcowa)

Rzeźba fluwioglacjalna – wodnolodowcowa

- **Procesy wodnolodowcowe (fluwioglacjalne)** – rzeźbotwórcza działalność **wód ablacyjnych**, czyli wód pochodzących bezpośrednio z topnienia lodowca górskiego lub lądolodu.
- Wody te są nieodłącznym elementem zlodowaceń i w istotny sposób kształtują rzeźbę terenu.
- Płynąc często pod dużym ciśnieniem, tworzą one zróżnicowaną i niezwykle skomplikowaną sieć potoków.
 - Co więcej, na niektórych odcinkach wewnątrz lub pod lodowcem potrafią się one kierować wbrew sile grawitacji i płynąć wręcz “pod górę”.
- W obrębie tej sieci wyróżniamy:
 - **potoki supraglacialne** – płynące rynnami po powierzchni lodowca,
 - **potoki inglacialne** – krążące tunelami w jego wnętrzu,
 - **potoki subglacialne** – płynące pod dnem lodowca, aby ostatecznie wypłynąć na jego przedpole przez tak zwaną **bramę lodowcową (wrota lodowcowe)**.

Wody ablacyjne przemieszczające się w obrębie lądolodów



Potoki supraglacialne

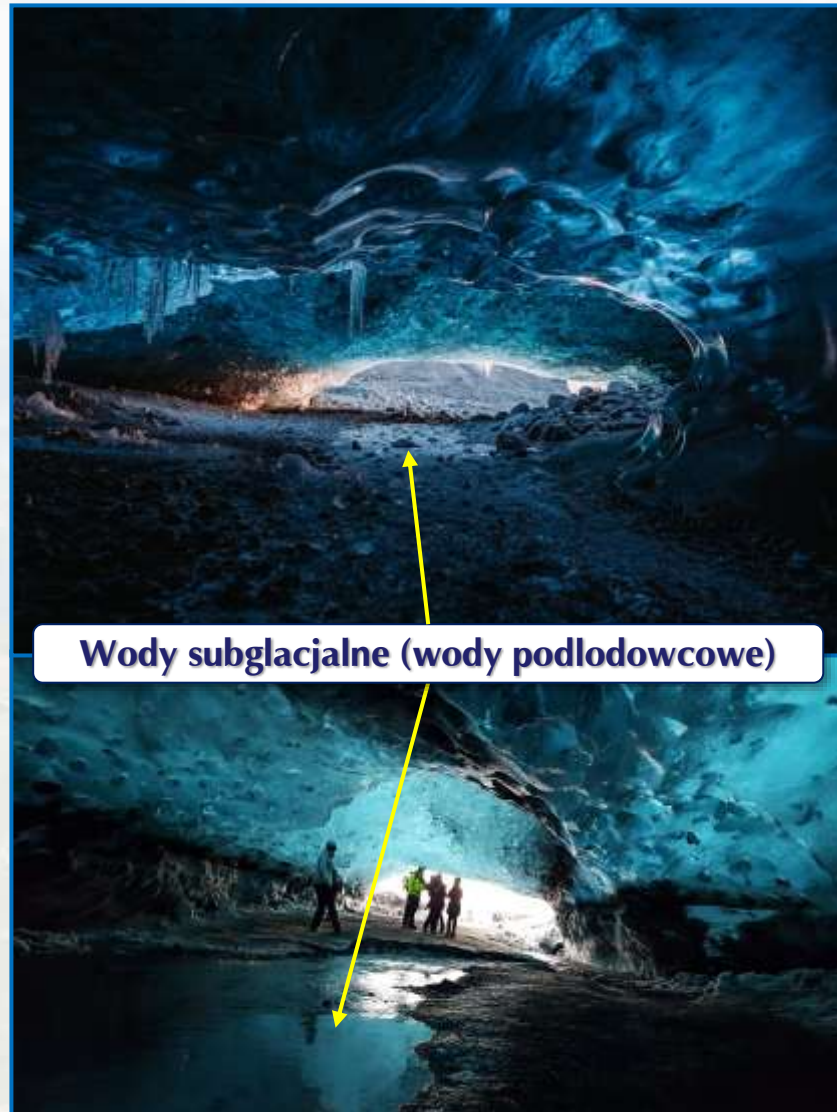
- **Potoki supraglacialne** – powstają na powierzchni lądolodu z wód pochodzących z topnienia lodu.
- W miarę nasilania się ablacji rozwijają się w rozbudowane, często rozgałęzione i miejscami meandrujące sieci cieków, przypominające układem klasyczne systemy rzeczne.
- Mniejsze strugi łączą się w większe potoki, które żłobią w powierzchni lodu coraz głębsze i szersze koryta.



Potok supraglacialny (płyną w nim wody supraglacialne)

Formy erozyjne – wodnolodowcowe (fluwioglacjalne)

→ **Wody lodowcowe** płynące w **tunelach inglacjalnych** i następnie **tunelach subglacjalnych** znajdują się pod bardzo dużym **ciśnieniem hydrostatycznym**, dzięki czemu odznaczają się dużą zdolnością erozyjną, żłobiąc w podłożu charakterystyczne formy wklęsłe.



Wody subglacjalne (wody podlodowcowe)



Brama lodowcowa – wylot tunelu subglacjalnego

Formy erozyjne – wodnolodowcowe (fluwioglacjalne)

- Pod lądolodem powstają liczne **formy erozyjne** utworzone przez **wody subglacjalne**.
- **Garnki podlodowcowe (kotły wirowe)** – cylindryczne zagłębienia wycięte w litej skale, o pionowych i wygładzonych ścianach, osiągające kilka metrów średnicy i głębokości.
 - Na ich dnie często znajdują się kuliste otoczaki, które, wprowadzane w ruch wirowy przez wodę, pogłębiały zagłębienie.
- **Misy podlodowcowe** – głębokie zagłębienia o łagodniejszych zboczach, wyżłobione zazwyczaj w miękkich utworach luźnych (głównie morenowych).
 - Powstawały wskutek eworsyjnej działalności silnie wirujących wód, które pod dużym ciśnieniem wpływały do szczelin i zagłębień pod lodowcem.
- **Rynny podlodowcowe (doliny rynnowe lub rynny polodowcowe)** – długie, stosunkowo wąskie zagłębienia o przebiegu prostoliniowym lub krętym, utworzone przez wody subglacjalne płynące pod dnem lądolodu oraz charakteryzujące się stromymi zboczami i bardzo nierównym dnem.



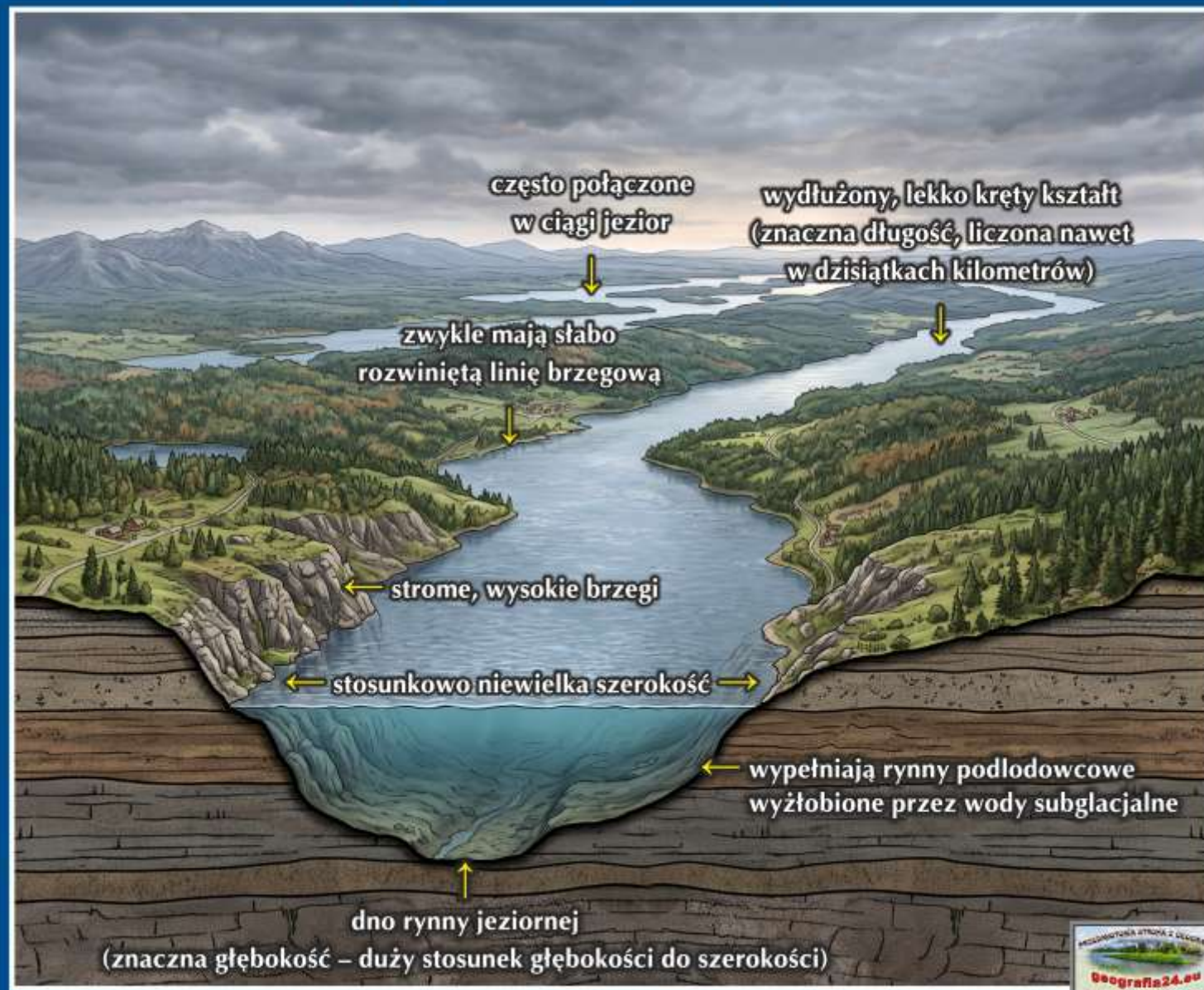
Rynny jeziorne – jeziora rynnowe

- **Jeziora rynnowe** – podłużne zbiorniki wodne wypełniające głębokie rynny podlodowcowe (doliny rynnowe, rynny polodowcowe).
- Ich przebieg jest zwykle zgodny z kierunkiem przepływu dawnych wód podlodowcowych, a tym samym najczęściej z kierunkiem ruchu lądolodu.
- Ze względu na swoje pochodzenie charakteryzują się stromymi brzegami, znaczną głębokością oraz długością sięgającą niekiedy kilkudziesięciu km.



Jezioro Jeziorak

Rynny jeziorne – jeziora rynnowe

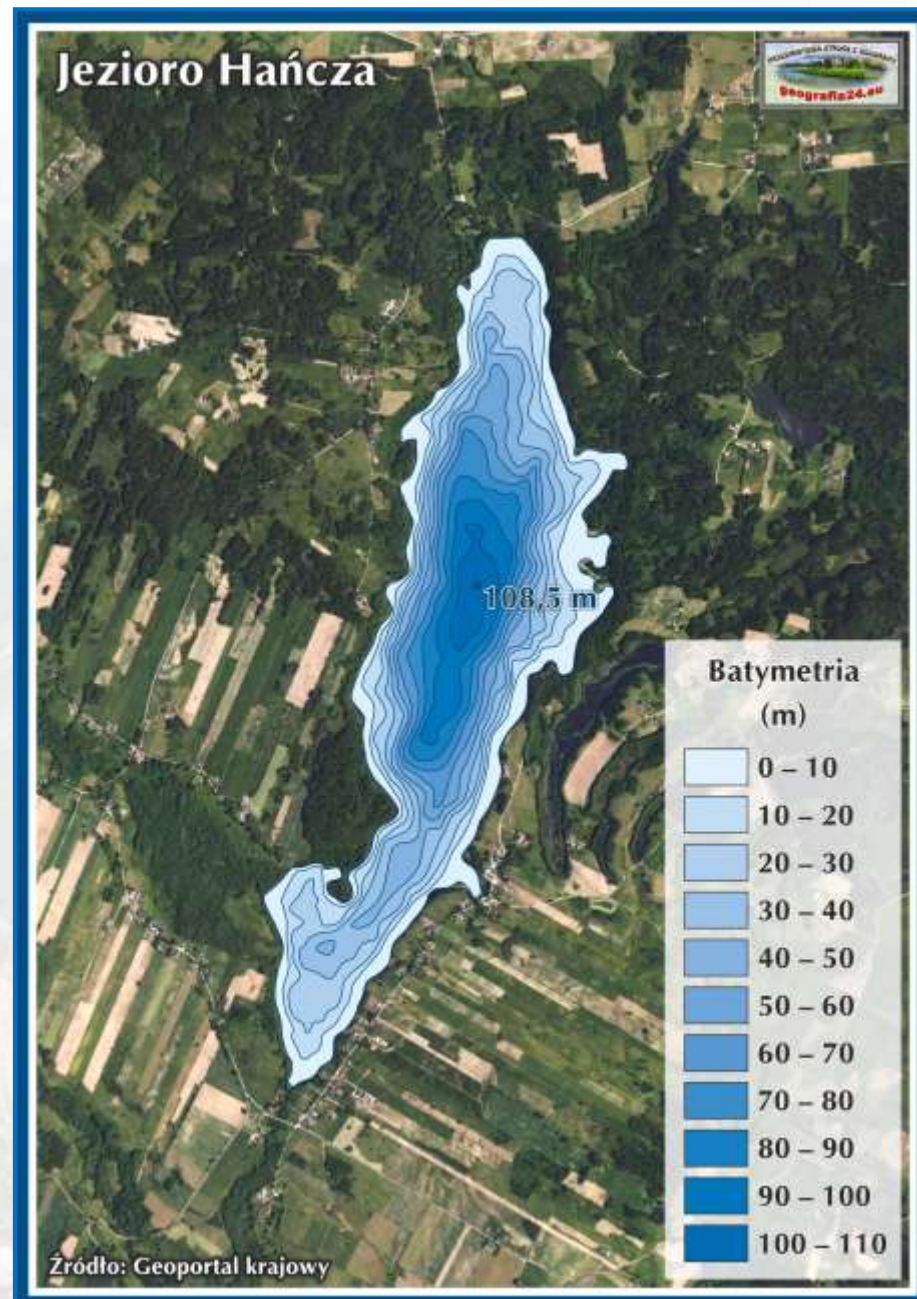


Jeziora rynnowe w Polsce

- **Jeziora rynnowe** – występują licznie na polskich pojezierzach, np.:
 - Jezioro Hańcza – najgłębsze jezioro (głębokość: 108,5 m),
 - Jezioro Jeziorak – najdłuższe jezioro rynnowe i jednocześnie najdłuższe jezioro w ogóle (długość około 27,5 km),
 - Jezioro Gopło,
 - Jezioro Raduńskie.



Jezioro Hańcza



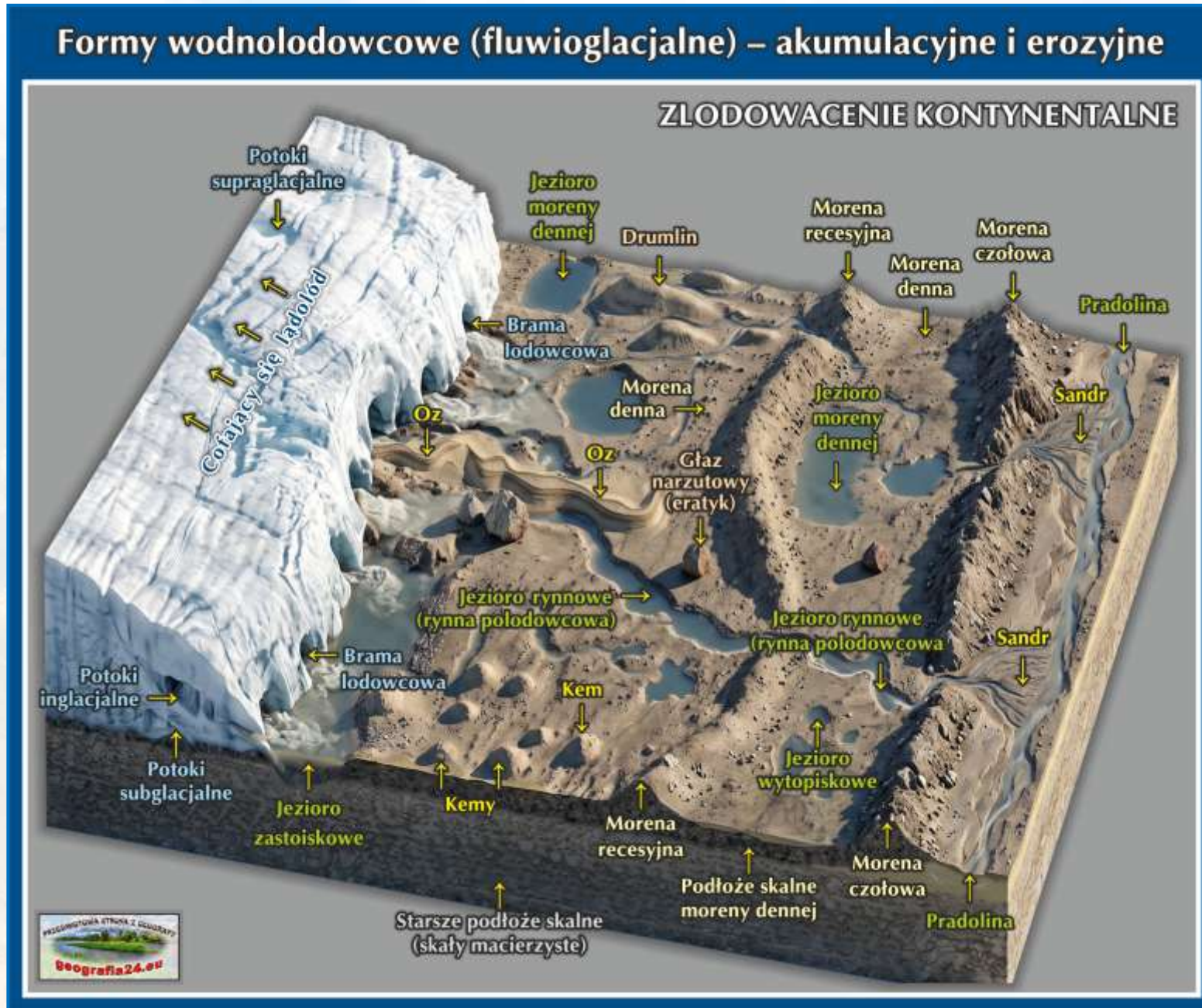
Pradoliny

- **Pradoliny** – rozległe doliny (największe osiągają ponad 10 km szerokości i kilkaset kilometrów długości) powstałe przed czołem lądolodu wskutek działalności wód roztopowych oraz rzek odprowadzających wody z obszarów niezlodowaconych (płynęły nimi rzeki o znacznie większych przepływach niż współcześnie).
- Powstawały podczas postępu lub wycofywania się czoła lądolodu, gdy wody roztopowe, nie mogąc odpływać przez obszar zajęty przez lądolód, płynęły równoległe do jego krawędzi (np. większość w Europie Środkowej).
- Charakteryzują się bardzo szerokim, dość płaskim dnem, niewielkim spadkiem podłużnym.



Formy akumulacyjne – wodnolodowcowe (fluwioglacjalne)

- **Akumulacja fluwioglacjalna** – polega na osadzaniu osadów transportowanych przez wody roztopowe lądolodów i lodowców górskich.
- W jej wyniku powstają formy akumulacyjne o zróżnicowanych kształtach i rozmiarach, zbudowane głównie z dobrze wysortowanych piasków i żwirów.
- Do najważniejszych należą:
 - na obszarach zlodowaceń kontynentalnych (po lądolodach):
 - **sandry,**
 - **ozy,**
 - **kemy,**
 - na obszarach zlodowaceń górskich:
 - **stożki glacyfluwialne,**
 - **terasy kemowe.**



Sandry

- **Sandry** – rozległe stożki napływowe występujące na przedpolu lądolodu, najczęściej poza strefą moren czołowych.
- Są zbudowane głównie ze żwirów i piasków osadzanych przez rozlewające się wody roztopowe wypływające z wnętrza lodowca.
- W czasie postępu czoła lądolodu wody te transportują ogromne ilości materiału skalnego.
- W pobliżu czoła lodowca osadzane są najgrubsze frakcje (żwiry), natomiast wraz ze wzrostem odległości odkładany jest materiał coraz drobniejszy (piaski).
- Powierzchnia sandrów jest lekko nachylona w kierunku od czoła lądolodu i często bywa rozcięta **rynnami rzek roztokowych** lub urozmaicona **zagłębieniami wytopiskowymi**.

Formy wodnolodowcowe – akumulacyjne: sandry



Równiny sandrowe

- **Równiny sandrowe** – niezwykle rozległe, płaskie obszary piaszczysto-żwirowe powstające na przedpolu lądolodu w wyniku połączenia się wielu sąsiadujących ze sobą **stożków sandrowych**.
- Ich przepuszczalne podłoże sprzyja szybkiemu przesiąkaniu wody, przez co nie stwarza korzystnych warunków do powstawania żyznych gleb (najczęściej rozwijają się tu **gleby bielicowe**) ani rozwoju rolnictwa.
- Z tego powodu współczesne równiny sandrowe są najczęściej porośnięte rozległymi **borami sosnowymi**, czego przykładem w Polsce są **Bory Tucholskie**.



Równina sandrowa obecnie – Bory Tucholskie

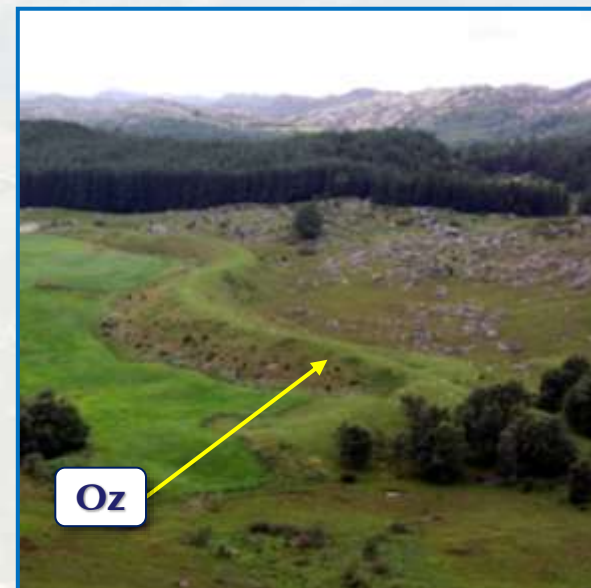


Równina sandrowa na przedpolu lądolodu



Ozy

- **Ozy** – długie, wąskie i kręte wały o stromych zboczach, zbudowane z piasków i żwirów, których szerokość zmienia się na całej długości.
- Osiągają często kilkadziesiąt metrów wysokości oraz długość przekraczającą nawet 300 km.
- Powstają podczas **deglacji frontalnej** w wyniku osadzania materiału transportowanego przez rzeki płynące w **tunelach subglacjalnych i inglacjalnych**.
- Po wytopieniu lodu wały te zachowują przebieg dawnych rzek podlodowcowych, dlatego zwykle są ułożone prostopadle do moren czołowych i zgodnie z kierunkiem ruchu lądolodu.



Formy wodnolodowcowe – akumulacyjne: ozy



Kemy

- **Kemy** – pagórki lub niewielkie wzgórza zbudowane głównie z piasków i żwirów, niekiedy również z domieszką mułów, osiągające zwykle od kilku do kilkunastu metrów wysokości oraz kilkaset metrów średnicy.
- Powstają najczęściej podczas **deglacji arealnej**, gdy rozpadający się lądolód tworzy liczne bryły martwego lodu, pomiędzy którymi gromadzi się woda odkładająca osady.
- Kemy mogą powstawać również w zagłębieniach, szczelinach i studniach znajdujących się na powierzchni lub we wnętrzu topniejącego lodowca, dlatego po jego wytopieniu często mają płaskie wierzchołki i strome zbocza.



Formy wodnolodowcowe – akumulacyjne: kemy



Zagłębienia glaciwytopiskowe

- **Zagłębienia glaciwytopiskowe** – formy wklęsłe występujące w postaci lejów, mis i łagodnych niecek.
- Powstają w osadach morenowych i sandrowych podczas deglacjacji arealnej wskutek powolnego wytopiania brył martwego lodu, które zostały wcześniej częściowo lub całkowicie pogrzebane przez osady.
- Po stopnieniu lodu pozostaje zagłębienie, które współcześnie jest często wypełnione wodą, tworząc niewielkie **jeziora wytopiskowe**, powszechnie nazywane **“oczkami polodowcowymi”**.



Zagłębienie glaciwytopiskowe
“Oczko polodowcowe” – jezioro wytopiskowe

Wytopisko na Pojezierzu Mazurskim

Podsumowanie: wpływ lodowców i lądolodów na rzeźbę terenu

- **Działalność lodowców górskich i lądolodów** prowadzi do powstawania licznych **form erozyjnych, akumulacyjnych i wodnolodowcowych**, które pozwalają odtworzyć przebieg dawnych zlodowaceń.
- Współczesna rzeźba Polski, szczególnie pojezierzy, jest rezultatem współdziałania **erozji glacialnej, akumulacji lodowcowej, działalności wód roztopowych** i stopniowego **zaniku lądolodu skandynawskiego**, który ukształtował charakterystyczny **krajobraz polodowcowy**.



KONIEC



Materiały pomocnicze do nauki
Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)

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

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -