

Temat 1: Procesy krasowe na Ziemi

https://www.geografia24.eu/geo_prezentacje_pr_1/301_6_procesy_egzogeniczne/r1_6_03a.pdf

<https://epodreczniki.pl/b/formy-krasu-podziemnego-i-ich-powstawanie/PRxGkT5Zq>

<https://epodreczniki.pl/b/najdluzsze-i-najglebsze-jaskinie-swiata/PlkxxlY4P>

W zeszytach:

1. Wyjaśnienie pojęcia i przebiegu procesów krasowych
2. Formy krasu powierzchniowego- przykłady i charakterystyka
3. Formy krasu podziemnego- przykłady i charakterystyka

Temat 2: Rzeźbotwórcza działalność rzek

https://www.geografia24.eu/geo_prezentacje_pr_1/301_6_procesy_egzogeniczne/r1_6_04a.pdf

<https://epodreczniki.pl/b/zroznicowanie-wytworow-erozji-rzecznej-w-zaleznosci-od-biegu-rzeki/PYR79pnlv>

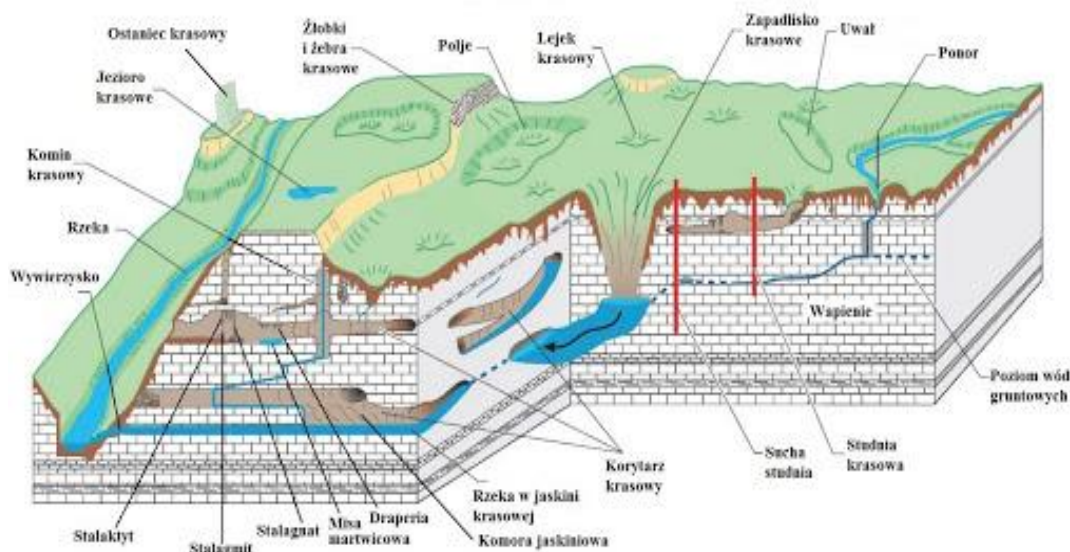
Temat 3, 4: Rzeźbotwórcza działalność lodowców górskich. Rzeźbotwórcza działalność lądolodów i wód polodowcowych.

https://www.geografia24.eu/geo_prezentacje_pr_1/301_6_procesy_egzogeniczne/r1_6_05a.pdf

<https://epodreczniki.pl/b/rzezbtorwrcza-dzialalnosc-lodowcow-i-ladolodow---porownanie/P7JQaygva>

http://www.sspn.edu.pl/images/zdalne/Lodowiec_2LO.pdf

Zjawiska krasowe



Wietrzenie chemiczne powoduje zmianę składu mineralnego skały. Zachodzi w skałach które są szczególnie podatne na rozpuszczanie czyli w skałach węglanowych i siarczanowych (np. wapień, gipsy, dolomity).

Głównym czynnikiem rozpuszczającym jest woda która w przyrodzie rzadko jest czysta chemicznie. Woda zawierająca CO₂ powoduje rozpuszczanie i wymywanie wapieni, gipsów, kredy, a także wytrącanie niektórych węglanów w postaci nacieków.

Ogół tych procesów nazywany jest **zjawiskami krasowymi**. Krasowienie prowadzi do drążenia w skałach skomplikowanego układu kanałów, jaskiń, a także kształtowaniu na powierzchni terenu charakterystycznych form rzeźby. W jaskiniach powstają nacieki w postaci wapiennych sopli (stalaktyty, stalagmity, kolumny wapienne), podziemne jeziora i inne ciekawe formy.

Na powierzchni powstają skałki i ostańce wapienne, wąwozy i leje krasowe. W Polsce największe obszary występowania zjawisk krasowych to Jura Krakowsko-Częstochowska oraz Tatry Zachodnie.

Woda przedostając się do szczelin, lub porów skalnych draży je i rozpuszcza. Proces ten zachodzi nie tylko na drodze mechanicznej, ale także w sposób chemiczny. Woda zawierająca związki chemiczne (głównie dwutlenek węgla) wchodzi w reakcje ze składnikami skał. Na skutek chemicznego oddziaływania wody na skały zachodzą **zjawiska krasowe**. Do skał rozpuszczalnych pod wpływem wody należą: **wapienie, dolomity, gipsy i sole kamienne**. Woda, która nie zawiera związków chemicznych może rozpuścić minimalne ilości węglanu wapnia, który jest głównym składnikiem wapieni. Jeżeli woda zawiera dwutlenek węgla, wówczas rozpuszczalność wapieni wzrasta kilkukrotnie. Na skutek reakcji dwutlenku węgla z węglanem wapnia powstają jony wodorowęglanowe. **Kras** są to zjawiska i procesy zachodzące na obszarach zbudowanych ze skał rozpuszczalnych. Nazwa *kras* wywodzi się z języka słoweńskiego i oznacza skałę, bądź obszar skalisty. Określenie to pochodzi od płaskowyżu *Kras*, gdzie znajdują się charakterystyczne formy krasowe silnie rozwinięte w wapieniach.

W wyniku procesów krasowych powstaje charakterystyczny zespół rzeźby, pośród której można wyodrębnić formy krasu powierzchniowego, oraz formy krasu podziemnego. Obszary krasowe niekiedy są porównywane do sita, gdyż w miejscach działalności krasowej powstają liczne otwory, chłone wodę. Ilość miejsc, gdzie woda podziemna wydostaje się na powierzchnię jest proporcjonalnie znacznie mniejsza.

Powierzchniowe formy krasowe

Powierzchniowe formy krasowe powstają najczęściej na skutek rozpuszczenia skał przez wodę opadową. Łączność pomiędzy formami powierzchniowymi krasu i jego elementami podziemnymi zapewniony jest przez gęsty system szczelin i spękań. Te spękania decydują o przepuszczalności skał gipsowych, wapiennych, czy dolomitowych. Na skutek rozpuszczenia skał wapiennych na dużych powierzchniach powstają formy o przebiegu zgodnym ze spadkiem danej powierzchni. Formy te nazywane są jako **żłobki krasowe**, oraz **żebra krasowe**. Są to bruzdy o głębokości do 2 m, szerokości do kilkudziesięciu centymetrów i długości do kilkunastu metrów. Żłobki krasowe powstają na pochyłych powierzchniach skał podlegających krasowieniu. Żebra krasowe są to wypukłe formy rozdzielające sąsiednie żłobki krasowe. Połączenie wielu żłobków i żeber krasowych daje charakterystyczną powierzchnię podobną do „blachy falistej” niekiedy nazywaną potocznie „organami krasowymi”. Woda opadowa może także rozszerzać pionowe szczeliny skalne tworząc **studnie krasowe**. W wyniku rozpuszczania skał znajdujących się na powierzchni, lub też na skutek zapadania się podziemnych komór powstają charakterystyczne okrągłe zagłębienia terenu zwane **lejami krasowymi**. W miarę rozpuszczania przez wodę poszczególne leje krasowe powiększają się i łączą ze sobą. Różnią się one od studni krasowych tym, iż mają pochyłe ściany, które zbiegają się ku dołowi. Średnica lejów krasowych może wynosić kilkanaście metrów a nawet więcej w niektórych przypadkach. Leje krasowe są rozpowszechnione na *Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej*. W lejach i studniach krasowych można często spotkać terra rosa, czyli produkt

wietrzenia chemicznego, który nie rozpuścił się i pozostał na miejscu. Terra rosa składają się głównie z tlenków, oraz wodorotlenków żelaza. Na skutek połączenia ze sobą kilku lejów krasowych powstają zagłębienia zwane **uwałami**. Dalsze zapadanie i łączenie ze sobą sąsiadujących lejów i uwałów prowadzi do powstania dużych obniżen zwanych **poljami**. Polja mogą zajmować powierzchnię od 2 do 200 km², a ich głębokość wynosi średnio od 100 do 800 m. Formy te powstają, kiedy zapadnie się grunt nad powstałymi poniżej jaskiniami. Dna polji wypełnia materiał akumulacyjny. Najczęściej są to urodzajne namuły powstałe na skutek zalewającej je okresowo wodzie roztopowej. Płaska powierzchnia tych form otoczona jest skałami i wznosi się wysoko ponad szerokim dnem. Polja położone na wysokości zbliżonej do poziomu morza często ulegają zalewaniu. Występują tam regularne powodzie. Czasem na powierzchni polji tworzą się jeziora. Na obszarach krasu powierzchniowego często występują **ponory**, czyli otwory szczelinowe, wydrążone przez wodę. Do ponorów wpływają wody powierzchniowe. Ponory występują w Polsce w *Górach Świętokrzyskich*, w *Dolinie Suchej Wody* w *Tatrach* a także na *Wyżynie Krakowsko- Częstochowskiej*. Ponory sprawiają że rzeka, która bierze swój początek na obszarach nieprzepuszczalnych, z chwilą, kiedy wpłynie na obszar krasowy część jej wód wpływa do systemu komór. Dzięki działalności ponorów część wód powodziowych wnika w głąb obszaru krasowego zmniejszając tym samym zagrożenie powodziowe. Obniżenia krasowe często łączą się ze sobą i przybierają formy wydłużonych dolin krasowych, często zamkniętych wysokimi ścianami skalnymi. Wody płynące takimi dolinami wypływają z **wywierzyska**, czyli wypływu podziemnego strumienia, potoku, bądź rzeki na powierzchnię obszaru krasowego. Wywierzysko jest to więc źródło krasowe. W *Dolinie Kościeliskiej* w *Tatrach* można podziwiać *Lodowe Źródło*, gdzie wypływa woda krasowa znajdująca się w obrębie *Czerwonych Wierchów*. Największe na świecie wywierzysko znajduje się we Francji w miejscowości *Vaucluse*. Na wiosnę wskutek roztopów w ciągu jednej sekundy wypływa tam 200 m³ wody. Od nazwy tego miejsca wywierzyska nazywa się także niekiedy źródłami wokluzijnymi. Czasem zdarza się, że rzeki znikają w ponorach, płyną podziemnymi kanałami przez wiele kilometrów, a następnie wydostają się na powierzchnię w postaci wywierzyska.

Z powierzchni krasowych często wystają izolowane pagórki, bądź wzgórza, których woda krasowa nie zdążyła jeszcze rozpuścić. Te pojedyncze wzniesienia znajdujące się na obniżonej powierzchni krasowej nazywają się **ostańcami krasowymi**, bądź **mogotami**. Mogoty zbudowane są ze skał wapiennych i występują najczęściej w klimatach gorących i wilgotnych. Najokazalsze formy tego typu znajdują się w południowych Chinach w prowincji *Guilin*. Ostańce krasowe występują w Polsce na *Wyżynie Krakowsko- Częstochowskiej*. Często w obrębie tych form można zaobserwować liczne jamy, bruzdy, czy okna, które powstały na skutek niejednorodnego rozpuszczania wapieni. Opady docierające do powierzchni skał wapiennych często wsiąkają zasilając tym samym wody podziemne. Na skutek tego procesu na powierzchni obszarów krasowych często odczuwa się wyraźny niedobór wód powierzchniowych.

Podziemne formy krasowe

Na podziemne formy krasowe składają się przede wszystkim **jaskinie**, które tworzą się najczęściej wskutek rozszerzenia przez wody podziemnej sieci szczelin w skałach. Im więcej szczelin występuje w masywie skalnym, tym więcej jaskiń może tam powstać. W miarę powiększania się kanałów i szczelin w systemie jaskiniowym zaczynają się pojawiać przestrzenie nie wypełnione wodą, która przepływa wzdłuż głównych ciągów jaskini. W szerokich korytarzach woda tworzy podziemne rzeki z malowniczymi wodospadami. W miejscach, gdzie zmniejsza się prędkość przepływu rzeki podziemnej następuje gromadzenie materiału skalnego niesionego dotychczas

przez wartki nurt. Powstają wtedy błotniste namuliska pokrywające nieraz grubą warstwą długie fragmenty ciągów jaskiniowych, a czasem wypełniające korytarz po sam strop. Z czasem, w miarę poszerzania się kanałów odprowadzających wodę z jaskini, oraz w wyniku rozwoju sieci rzecznej na powierzchni, poziom wód obniża się odsłaniając coraz niższe - głębsze fragmenty systemu jaskiniowego. Następnie stopniowo obniża się poziom wody w jaskini, przez co zmniejsza się napór słupa wody. Równocześnie w najwyższych partiach jaskini, gdzie woda pojawia się tylko w postaci deszczu podziemnego i powstałych wcześniej jezior, zaczynają gromadzić się osady nacieków wapiennych będące wynikiem krystalizowania rozpuszczonego w wodzie węglanu wapnia. Z osadów namuliskowych pochodzą liczne materialne ślady pobytu człowieka pochodzące z epoki kamiennej. W niektórych jaskiniach Hiszpanii, czy Francji spotkać można malowidła, z których najstarsze liczą nawet 20.000 lat. Jaskinie często tworzą bardzo rozwiniętą sieć korytarzy, studni czy kominów. Największym na świecie systemem jaskiniowym jest *Jaskinia Mamucia* (ang. *Mammoth Cave System*) w stanie *Kentucky* w Stanach Zjednoczonych. Długość jej korytarzy przekracza 500 km. Największą jaskinią w Polsce jest *Jaskinia Miętusia* w *Tatrach*. Długość jej korytarzy to około 10 km. Jaskinie nie występują przeważnie na dużych głębokościach. Są one zazwyczaj rezultatem działalności płynących szczelinami skał wód pochodzących z powierzchni terenu. Dno jaskiń bywa często wyścielone piaskami, żwirami, mułami czy też glinami niesionymi przez podziemne rzeki, lub strumienie wodne z innych rejonów. W jaskiniach często można odnaleźć szczątki, a niekiedy nawet całe cmentarzyska zwierząt jaskiniowych.

W wielu jaskiniach występuje proces wytrącania się węglanu wapnia na dnie jaskini, na jej ścianach, bądź na stropie. Węglan wapnia wytrąca się z kropeł wody opadających ze stropu i ściekających po ścianach. Kiedy woda nasycona węglanem wapnia dostaje się do komory, lub korytarza jaskiniowego zaczynają się z niej wytrącać mikroskopijne kryształki kalcytu (węglanu wapnia). Proces krystalizacji nacieków rozpoczyna się w najsuchszych partiach jaskiń, nie ulegających już okresowemu zalewaniu przez wodę. Powstawanie szaty naciekowej jest, więc procesem odwrotnym do rozpuszczania skał węglanowych w wodzie. Kiedy węglan wapnia narasta ze stropu jaskini w postaci sopli wtedy mówimy o **stalaktytach**. Proces narastania stalaktytów może być szybki, lub bardzo powolny. Niekiedy 1 cm stalaktytu przyrasta w ciągu kilku lat, a czasem w przeciągu kilkunastu tysięcy lat. Krople wody, które spadają na dno jaskini zawierają w dalszym ciągu węglan wapnia. Nadal trwa proces jego wytrącania na dnie jaskini. Kiedy krople wody będą spadały w jednym miejscu przez dłuższy czas, wytrącający się węglan wapnia będzie narastał ku górze. W rezultacie czego przez kilka tysięcy lat powstanie słup zwany **stalagmitem**. Niekiedy zdarza się, że stalagmit połączy się z rosnącym od góry stalaktytem. Wtedy powstała forma będzie nosiła nazwę **stalagnat**. Kiedy woda ze szczelin skalnych spływa kroplami lub małym strumyczkiem po nachylonym stropie i ścianie, powstają ozdobne, często bardzo cienkie i prześwitujące **draperie** i **zasłony**. Najczęściej spotykanymi naciekami są **polewy**, nieraz o znacznej grubości, pokrywające duże powierzchnie ścian i dna korytarzy. Przyjmują one formy żeber, czy nacieków tarczowych. W obrębie namuliska tworzą one niekiedy kilka warstw. Polewy często zbudowane są z miękkiego lub wyschniętego (stwardniałego) **mleka wapiennego**. Nacieki zbudowane z czystego kalcytu są białe lub bezbarwne. Białe zabarwienie pochodzi z zawartych w ich strukturze pęcherzyków powietrza. Jeżeli jednak rozpocznie się proces wytrącania innych związków, wtedy barwa nacieków uleganie zmianie. Kiedy woda zawiera związki żelaza, wówczas formy naciekowe przyjmą barwę żółtą, brunatną, bądź czerwoną z różnymi odcieniami. Na dnie jaskini gromadzi się też często woda tworząca jeziora jaskiniowe. W niewielkich jeziorkach można zauważyć tzw. **perły jaskiniowe**. Są to przeważnie niewielkie kuleczki zbudowane z kalcytu. Ich

powierzchnia jest najczęściej chropowata. Przy gwałtownych ruchach wód jeziora jaskiniowego perły mogą mieć bardzo gładką i błyszczącą powierzchnię.

Jaskinie występują w wielu rejonach Polski. Szczególnie dużo jest ich w *Tatrach*. Nie wszystkie z nich udostępnione są do zwiedzania. Jaskinie tatrzańskie mają ubogą szatę naciekową.

W *Tatrach* znajdują się największe jaskinie Polski. Ogółem w polskich *Tatrach* jest ok. 600 jaskiń.

W przeważającej części są to jaskinie pochodzenia krasowego. Obfita w szatę naciekową, choć niewielka jest jaskinia *Raj*. Znajduje się ona w Górach Świętokrzyskich w pobliżu Chęcín.

Najpiękniejszą szatą naciekową wśród polskich jaskiń odznacza się *Jaskinia*

Niedźwiedzia w *Sudetach*. Obszar, gdzie odnotować można najwięcej jaskiń to *Wyżyna Krakowsko-Częstochowska*. Znajduje się tu ponad 850 jaskiń o zróżnicowanej wielkości.

Wody podziemne zawierające rozpuszczone związki chemiczne mogą wytrącać je nie tylko w jaskiniach, ale także na powierzchni terenu. Wokół źródeł osadzają się niekiedy utwory węglanowe, bądź żelaziste. Węglany, które wytracają się z wody źródlanej osadzają się wokół łodyg i korzeni roślin, dlatego noszą nazwę martwicy wapiennej, często spotykanej w rzekach Karpat.

Działalność wód płynących, rzeźba dolin rzecznych.

Działalność rzek związana jest z ruchem wody, czyli jej płynięciem zgodnie z siłą ciężkości. Każda rzeka posiada trzy elementarne składniki: źródło, skąd rzeka wypływa, bieg rzeki, czyli odcinek pomiędzy jej początkiem a końcem i ujście, czyli miejsce, gdzie rzeka uchodzi do morza, oceanu, jeziora lub do innej rzeki. U większości rzek w ich biegu wyróżnia się trzy odcinki: bieg górny (rzeka płynie bardzo szybko, w terenie górzystym, siła nośna małej z reguły rzeczki jest bardzo duża), bieg środkowy (rzeka zwalnia, zaczyna kluczyć, wpływa na tereny o mniejszym nachyleniu), bieg dolny (gdzie rzeka płynie już bardzo wolno, leniwie, po terenie płaskim, nizinnym, znacznej szerokości korytem, lecz jej siła nośna przy normalnym stanie wody jest niewielka). Wiele rzek nie posiada jednak tak klasycznego przebiegu, są tylko nizinne, albo płyną tylko w górach.

Działalność można podzielić na trzy rodzaje:

-działalność niszcząca (erozja)-w zależności od szybkości płynięcia wody przybiera różny charakter, **erozja wgłębna**-najsilniej zachodzi w odcinku górnym gdzie rzeka wcina się w podłoże, pogłębiając podłoże, proces ten zachodzi, aż do momentu osiągnięcia przez rzekę tzw. podstawy erozyjnej, czyli poziomu poniżej którego rzeka nie może się już wciąć

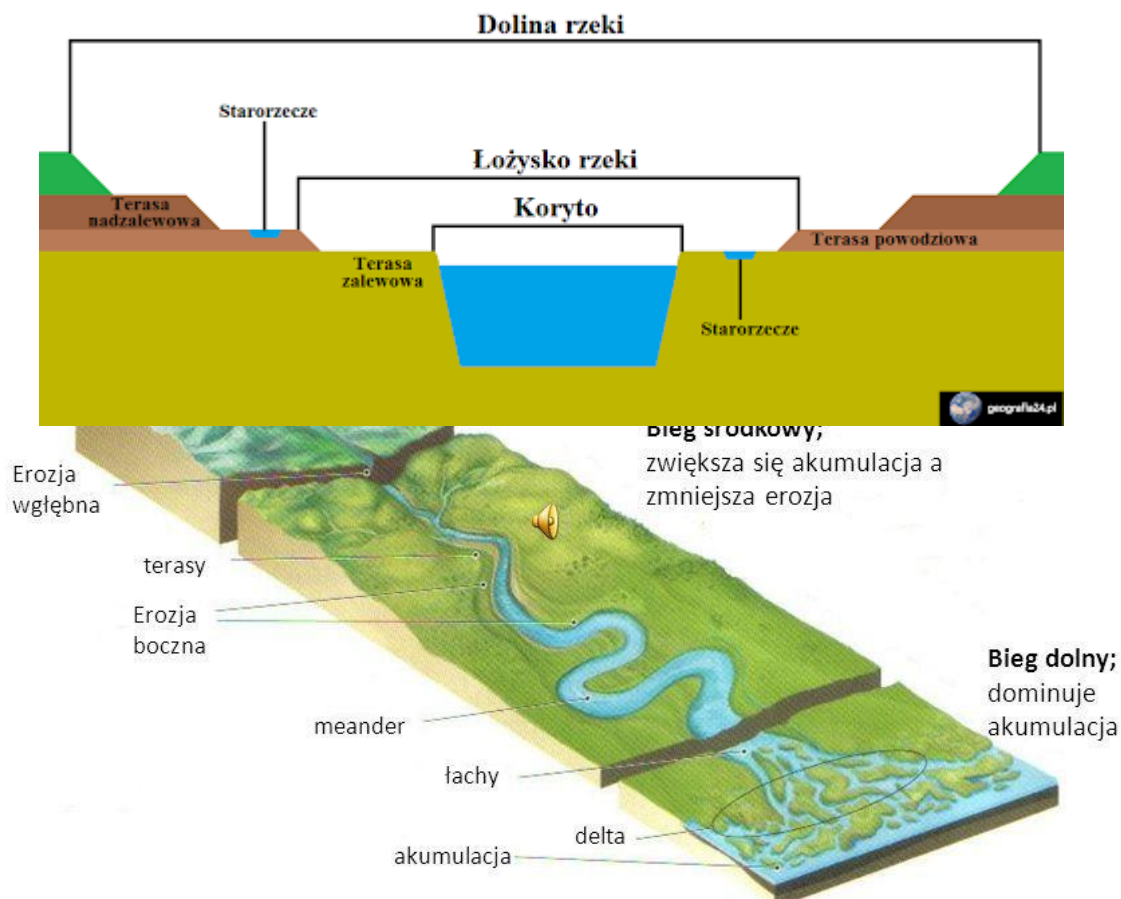
(dla rzek głównych jest to poziom morza, dla dopływów poziom na którym rzeka uchodzi do innej rzeki), **erozja wsteczna**-związana jest z występowaniem wodospadów, które występują w miejscach, gdzie koryta rzeczne zbudowane są ze skał różnej odporności na erozję, tworzą się progi skalne, które spadająca z dużą siłą woda podmywa powodując obrywanie się skał i w efekcie cofanie się koryta rzeczne,

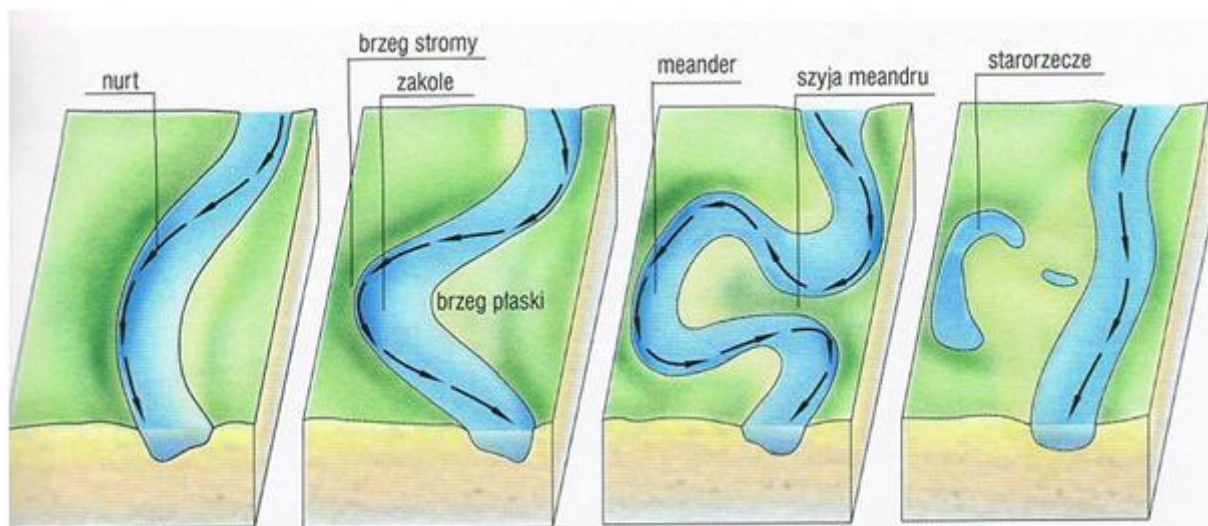
erozja boczna-objawia się najbardziej w odcinku środkowym i dolnym, gdzie rzeka zaczyna sobie wybierać najbardziej dogodnie miejsca do płynięcia i zaczyna intensywnie podmywać brzegi; rzeka płynąc zakolami zaczyna tworzyć tzw. **meandry**, które z biegiem czasu, przy coraz to większym wiciu się rzeki mogą ulec odcięciu od głównego koryta, tworząc małe jeziora w dolinach rzecznych tzw. **starorzecza**;

-działalność transportująca-zależnie od posiadanej siły rzeka transportuje różne materiały, w górnym i środkowym odcinku rzeki transport polega głównie na toczeniu i podrzucaniu materiału skalnego, gdyż siła nośna rzeki jest bardzo duża, materiał skalny zostaje zaokrąglony tworząc tzw. **otoczaki**, w dolnym biegu rzeki transportowany jest głównie materiał w postaci zawiesiny niesiony w całym nurcie rzeki;

-działalność budująca (akumulacja)-polega na osadzaniu materiału niesionego przez rzekę, szczególnie w okresach gdy rzeka ma podwyższony stan wody, rozlewa wtedy szeroko, a po opadnięciu wody gromadzą się osady tworząc w dolinach rzecznych tzw. **terasy** lub większe formy jak **równiny akumulacyjne** (np. Nizina Gangesu), największe rozmiary akumulacja osiąga jednak przy ujściach rzek tworząc **delta**-gdy rzeka uchodzi licznymi odnogami, a nanoszony materiał nie

jest zabierany na większe głębokości przez ruchy wody morskiej i następuje narastanie lądu (delta Nilu, Amazonki, Wisły i wiele innych) lub **ujścia lejkowate (estuaria)** z jednym ramieniem ujściowym, gdy rzeki uchodzą do otwartych oceanów o dużych różnicach przyprawów i odpływów morza, gdzie fala odpływu zabiera naniesiony materiał na otwarte morze (Loara, Sekwana, Tamiza).





Działalność lodowców i łądolodów - formy polodowcowe

Łądolody Antarktydy i Grenlandii oraz lodowce górskie pozwalają na obserwację oddziaływania lodu i wód polodowcowych na powierzchnię ziemi. Posuwające się z różną prędkością lodowce i łądolody wykazują działalność transportującą, niszczącą i budującą.

Działalność transportująca- polega na przenoszeniu materiału skalnego różnego pochodzenia określanego mianem **moreny**.

Jest to utwór składający się z bloków, okruchów skalnych, piasku, pyłu i gliny występujący zwłaszcza przy łądolodach.

Działalność niszcząca- transportowanym materiałem lodowce wykonują pracę niszczącą. Polega ona na zdzieraniu i wygładzaniu podłoża oraz wyorywaniu potężnych bloków skalnych. Proces ten w największym stopniu odbywa się przed czołem lodowców i łądolodów.

Działalność budująca - objawia się przede wszystkim w powstawaniu form polodowcowych, które są śladami działalności lodowców i łądolodów oraz wód polodowcowych po ustąpieniu zlodowaceń. Formy tej działalności to:

-**głazy narzutowe(eratyki)** osadzone i pozostawione po wytopieniu się łądolodu, często ich ogromna wielkość świadczy o olbrzymiej sile lodowców;

-**moreny denne** to pagórkowate tereny zbudowane głównie z gliny zwałowej jako pozostałość po materiale wleczonym w dolnej partii łądolodu;

-**moreny czołowe** to ciągi pagórów ułożone w wały lub grzbiety równoległe do dawnego czoła łądolodu, powstawały z materiału zdzieranego z podłoża przez czoło łądolodu i osadzanego w czasie dłuższego postoju;

-**sandry(równiny sandrowe)** to piaszczyste stożki które usypywały rzeki polodowcowe, przepływające przez morenę czołową i wynoszące materiał skalny, który następnie został osadzany na przedpolu topniejącego łądolodu;

-**pradoliny**-dawne doliny rzeczne które powstawały z połączenia się wód roztopowych z topniejącego lodowca z wodami płynącymi na przedpolu nie objętym zlodowaceniem;

-**jeziora polodowcowe**-morenowe, rynnowe, oczka polodowcowe powstające w zagłębieniach terenu z topniejącego lodu (np. Pojezierze Mazurskie, Fińskie itd.)

Działalność lodowców górskich to głównie powstawanie jezior w miejscach dawnych pól firnowych (tzw. **cyrki polodowcowe**) np. Morskie Oko lub jeziora w Dolinie Pięciu Stawów Polskich w Tatrach, jak również przekształcanie przez jężory lodowcowe dolin rzecznych o kształcie litery V (tzw. **Doliny V-kształtne**) na znacznie szersze i o bardziej płaskim dnie doliny polodowcowe o kształcie litery U (tzw. **Doliny U-kształtne**).

