



VI. Procesy zewnętrzne kształtujące litosferę

1. Wietrzenie. Procesy krasowe

Pojęcie wietrzenia

- **Wietrzeniem** nazywamy proces przystosowywania się skały do panujących warunków fizycznych i chemicznych.
 - Zachodzi ono na styku litosfery z atmosferą, hydrosferą i biosferą.
 - **Proces wietrzenia** polega na rozdrabnianiu skały, co prowadzi do zmniejszenia jej zwięzłości i spoistości.



Główne rodzaje wietrzenia – definicje głównych typów wietrzenia

Wyróżniamy trzy główne typy wietrzenia:

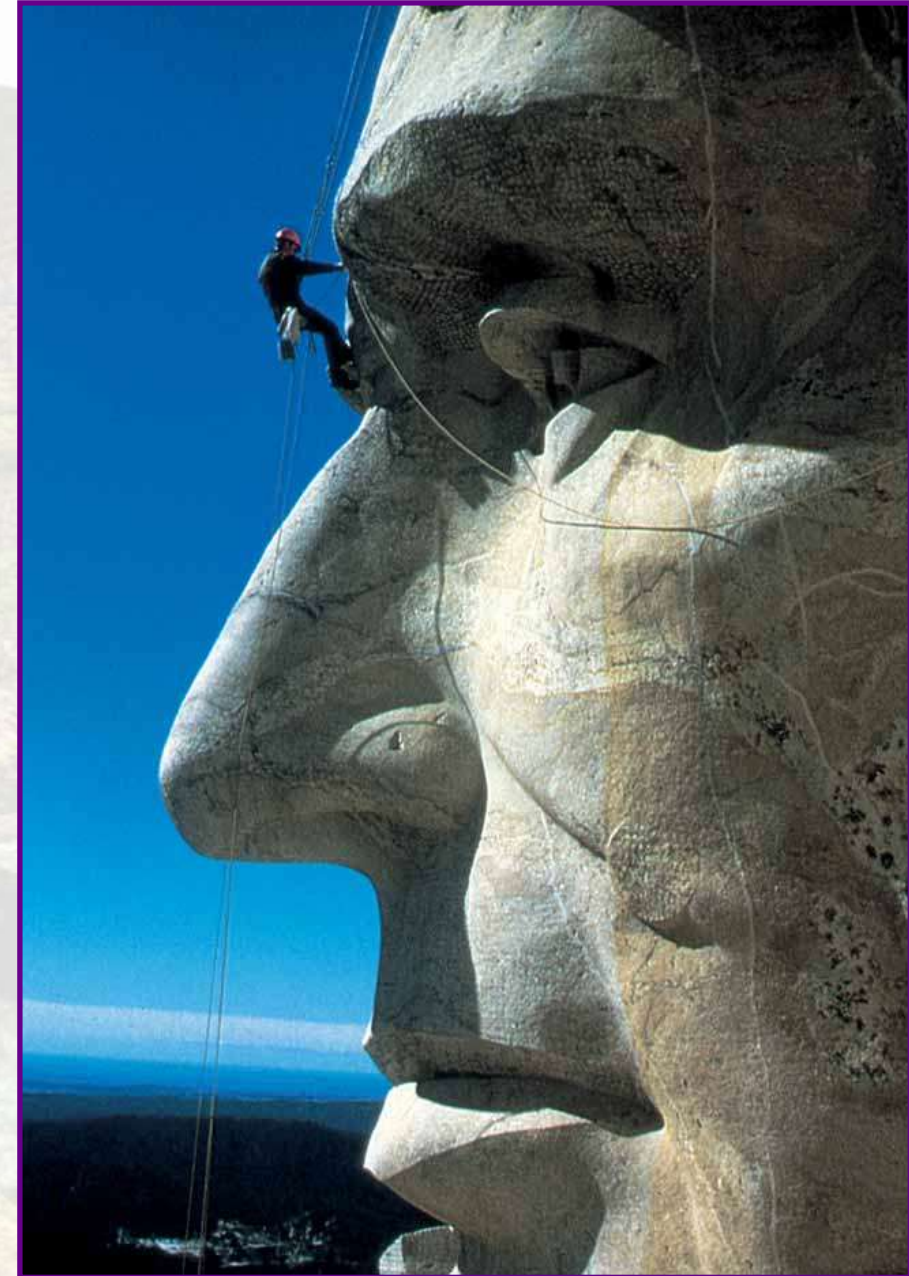
A. wietrzenie fizyczne lub **wietrzenie mechaniczne** – proces doprowadzający do zmian fizycznych,

- rezultatem wietrzenia fizycznego jest **rozpad skały**,
- skała rozpada się na bloki, głazy, okruchy i coraz drobniejsze cząstki, aż po pył, przy czym **zmienia się jej spistość**, a nie zmienia się skład chemiczny;

B. wietrzenie chemiczne lub **dekompozycja** – proces doprowadzający do zmian chemicznych skały,

- rezultatem wietrzenia chemicznego jest **rozkład skały**,
- w trakcie rozkładu **zmienia się zarówno spistość skały, jak i jej skład chemiczny**;

C. wietrzenie biologiczne – obejmuje zmiany powstałe pod wpływem rozwoju i aktywności życiowej organizmów.



Czynniki wpływające na rodzaj i przebieg wietrzenia

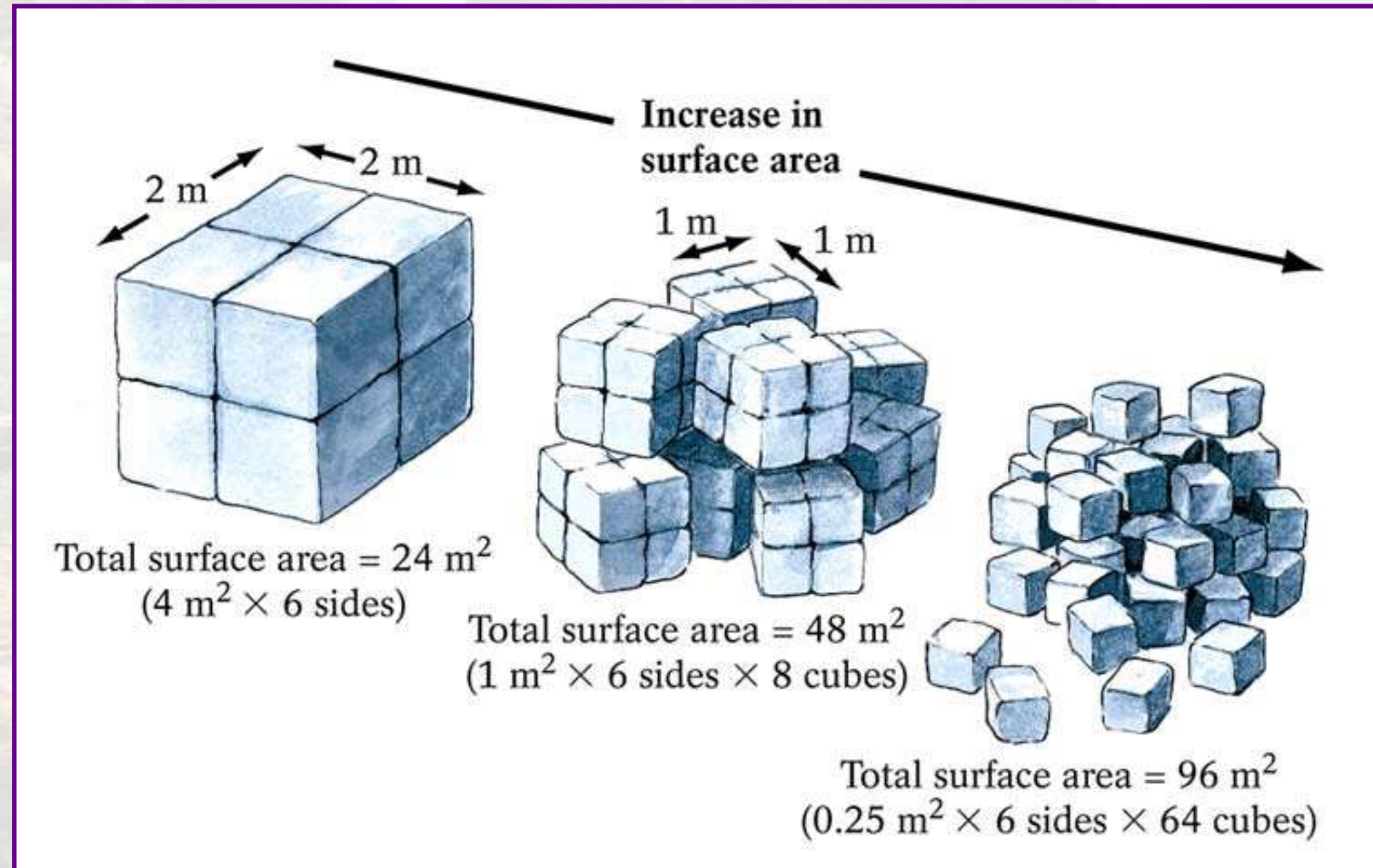
- Rodzaj i przebieg wietrzenia zależą przede wszystkim od:
 - **warunków klimatycznych**, głównie stosunków termicznych i opadowych;
 - **budowy podłoża skalnego (rodzaju skały)**, a więc składu mineralnego, uławicenia, porowatości i uszczelinienia;
 - **warunków orograficznych i ekspozycji stoków**;
 - **świata organicznego**, a zwłaszcza szaty roślinnej.



A. Wietrzenie fizyczne (mechaniczne)

Przyczyną wietrzenia fizycznego są:

- zmiany w intensywności promieniowania słonecznego (**insolacja**),
- na przemian zamarzanie i odmarzanie gruntu (**kongelacja**),
- zmiany wilgotności gruntu (**hydracja i dehydracja**),
- mechaniczna **działalność organizmów roślinnych i zwierzęcych**.



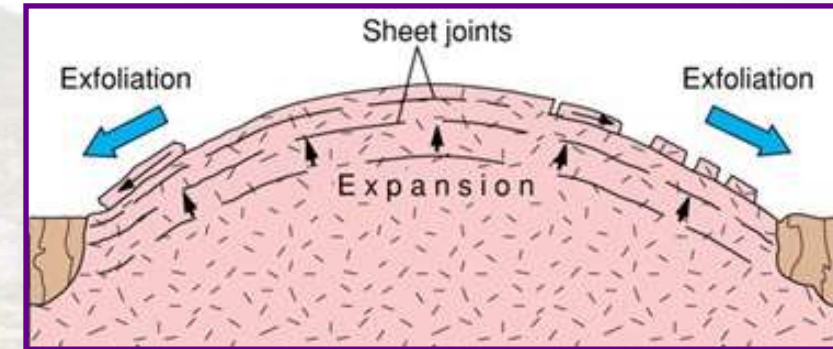
1. Wietrzenie insolacyjne (termiczne)

- **Wietrzeniem insolacyjnym (termicznym)** jest nazywany rozpad skały, spowodowany zmianami temperatury, wielokrotnym na przemian nagrzewaniem i ochładzaniem, następującym wskutek działania Słońca.
- Najsilniejsze jest w obrębie skał zbudowanych z różnokolorowych minerałów:
 - **ciemne ziarna minerałów** – szybciej i silniej się nagrzewają (bardziej się rozszerzają),
 - **jasne ziarna minerałów** – odbijają w większym stopniu promienie słoneczne – ogrzewając się wolniej i słabiej (rozszerzają się mniej).
- Na granicy ziaren tworzą się **naprężenia**, które przyczyniają się do rozkruszania skał.

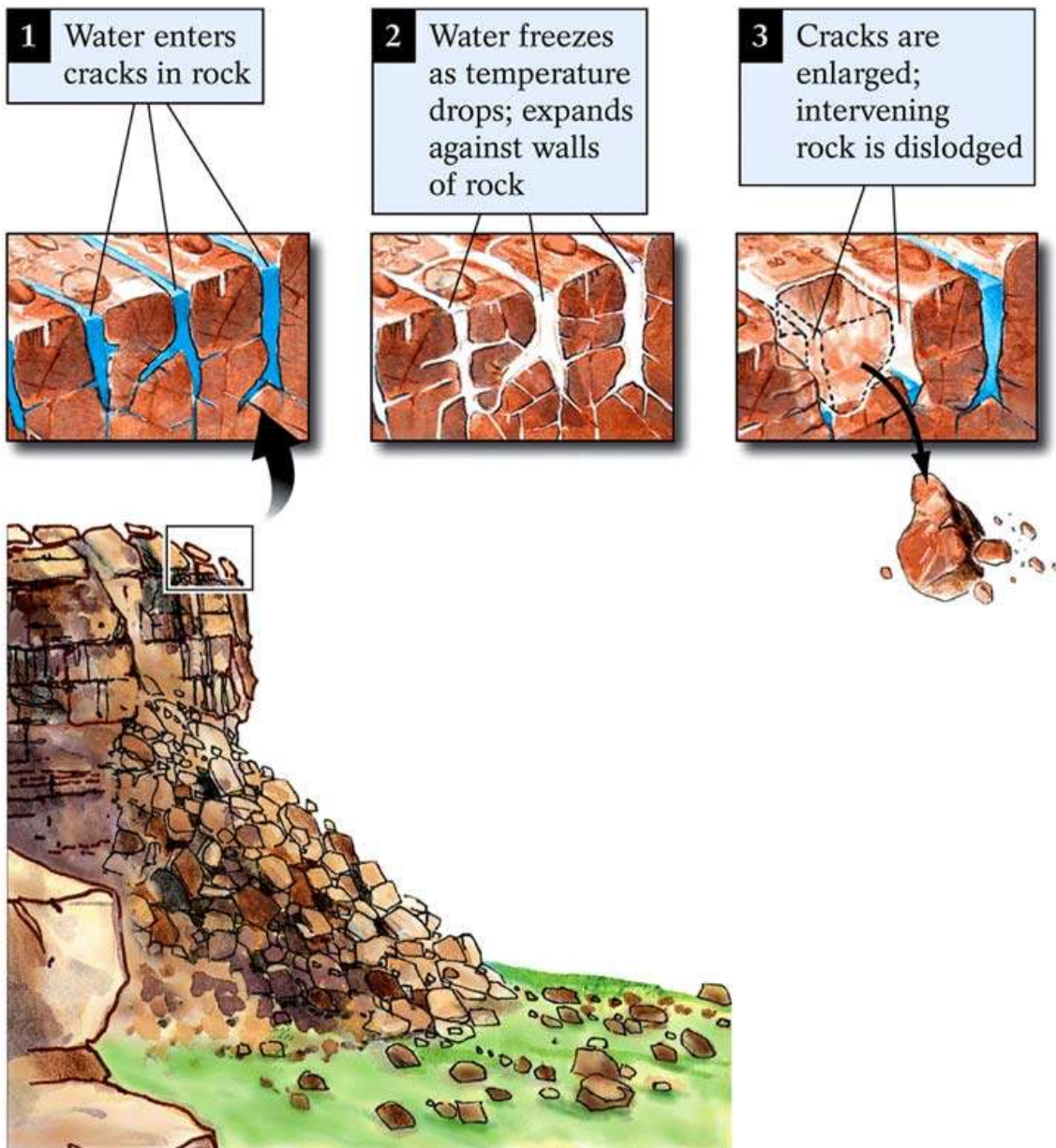


Wietrzenie insolacyjne (termiczne) – łuszczenie (eksfoliacja)

- **Łuszczenie (eksfoliacja)** – następuje wskutek insolacji – nagrzewania się nie tylko powierzchni skały, ale także warstwy przypowierzchniowej.
 - Głębsze partie skały podlegają coraz słabszemu ogrzewaniu, i to tylko do pewnej głębokości.
 - Powoduje to powstawanie napięć (górną część skały powiększa się bardziej), doprowadzających do tworzenia się drobnych pęknięć przypowierzchniowych, równoległych do powierzchni skalnych.
 - Pęknięcia z biegiem czasu się powiększają.
 - Wzdłuż tych pęknięć warstewki przypowierzchniowe oddzielają się.



2. Wietrzenie mrozowe (kongelacja)



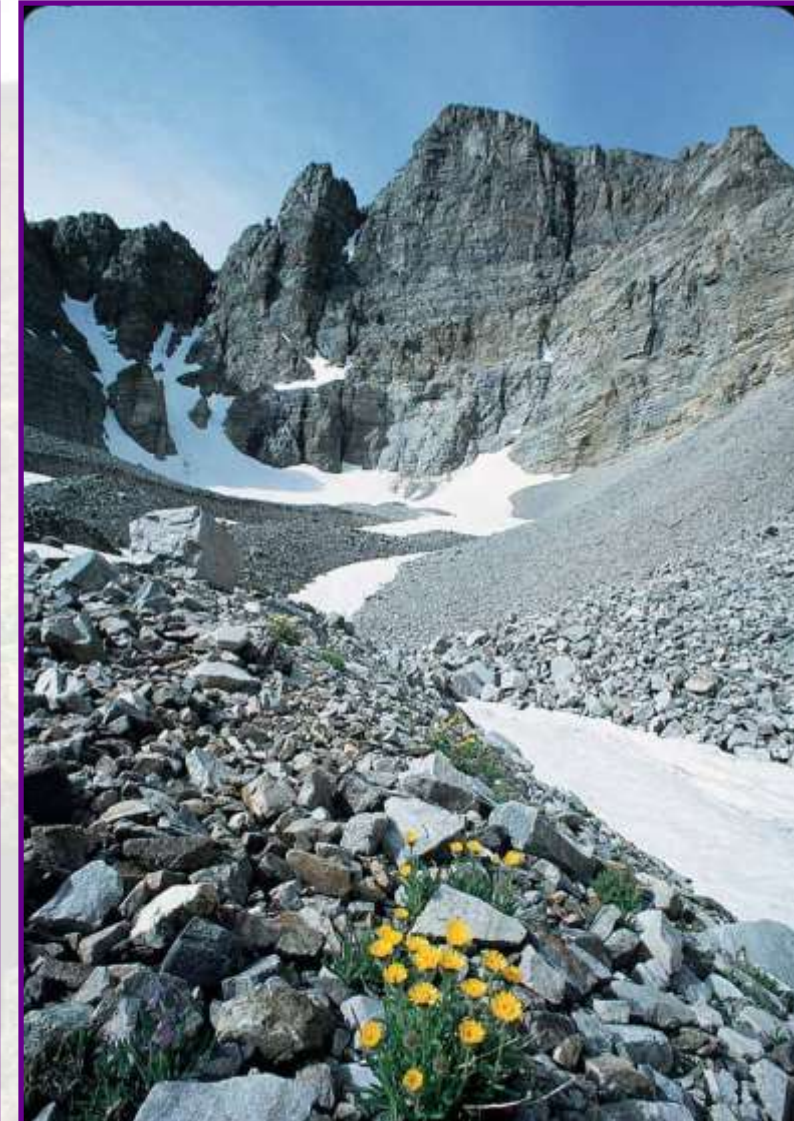
- **Wietrzenie mrozowe (kongelacja)** – polega na rozsadzaniu i rozdrabnianiu skały przez zamarzającą wodę.
- Podlegają mu skały porowate i uszczelinione.
- Woda wypełniająca pory i szczeliny, zamarza i zwiększa swoją objętość o 9%.
 - Im częstsze są wahania temperatury w pobliżu 0°C i jeśli częściej zachodzi **na przemian zamarzanie i odmarzanie wody** w szczelinach, tym większe są efekty wietrzenia mrozowego.
 - Proces ten nosi nazwę **multigelacji**.
 - Takie warunki panują w regionach o klimacie zimnym: **polarnych i wysokogórskich**.
- Wielokrotne zamarzanie i odmarzanie wody w szczelinach i porach oraz związane z tym **rozsadzanie, rozkruszanie, odłupywanie i rozdrabnianie** doprowadza do:
 - **rozpadu blokowego**,
 - **rozpadu okruchowego**,
 - **rozpadu ziarnistego**,
 - **rozpadu pyłowego**.

Wietrzenie mrozowe (kongelacja)



Efekt wietrzenia mrozowego - gołoborza

W wyniku wietrzenia mrozowego następuje rozdrabnianie skał na mniejsze ostrokrawędziste części (następuje rozpad blokowy, okrucowy, ziarnisty lub pyłowy). Skały te w górach wchodzi w skład różnych form, m.in. stożków usypiskowych i rozwalisk (np. w Tatrach, Karkonoszach) oraz rumowisk, w postaci gołoborza (najbardziej typowe występują na stokach Łysogór).



Efekt wietrzenia mrozowego - rumowisko skalne

B. Wietrzenie chemiczne (dekompozycja)

- Wietrzenie chemiczne doprowadza do rozkładu skały, do **przeobrażenia jej składu mineralnego i chemicznego**.
- Głównym czynnikiem wietrzenia chemicznego jest **WODA OPADOWA**, zawierająca:
 - głównie gazy pobrane z powietrza:
 - **tlen, azot, dwutlenek węgla**;
 - w niewielkich ilościach także:
 - **amoniak, tlenek azotu i chlor**, dostarczane głównie przez przemysł.
- Woda wsiąkająca w głąb podłoża skalnego rozpuszcza różne minerały i tworzy nowe związki i aktywne składniki przyspieszające dalsze wietrzenie.
 - Są to:
 - **kwask siarkowy, kwas węglowy oraz kwasy humusowe**, dostarczane przez gnijącą materię organiczną.
- Różne składniki dostarczane w coraz większych ilościach przez **zakłady przemysłowe** bardzo przyspieszają proces wietrzenia chemicznego.
- Rozkład skały przebiega szybciej przy **wyższych temperaturach wody i przy dużym rozdrobnieniu i uszczelinieniu skały**.
 - Daleko posunięte **wietrzenie fizyczne przyspiesza wietrzenie chemiczne**.



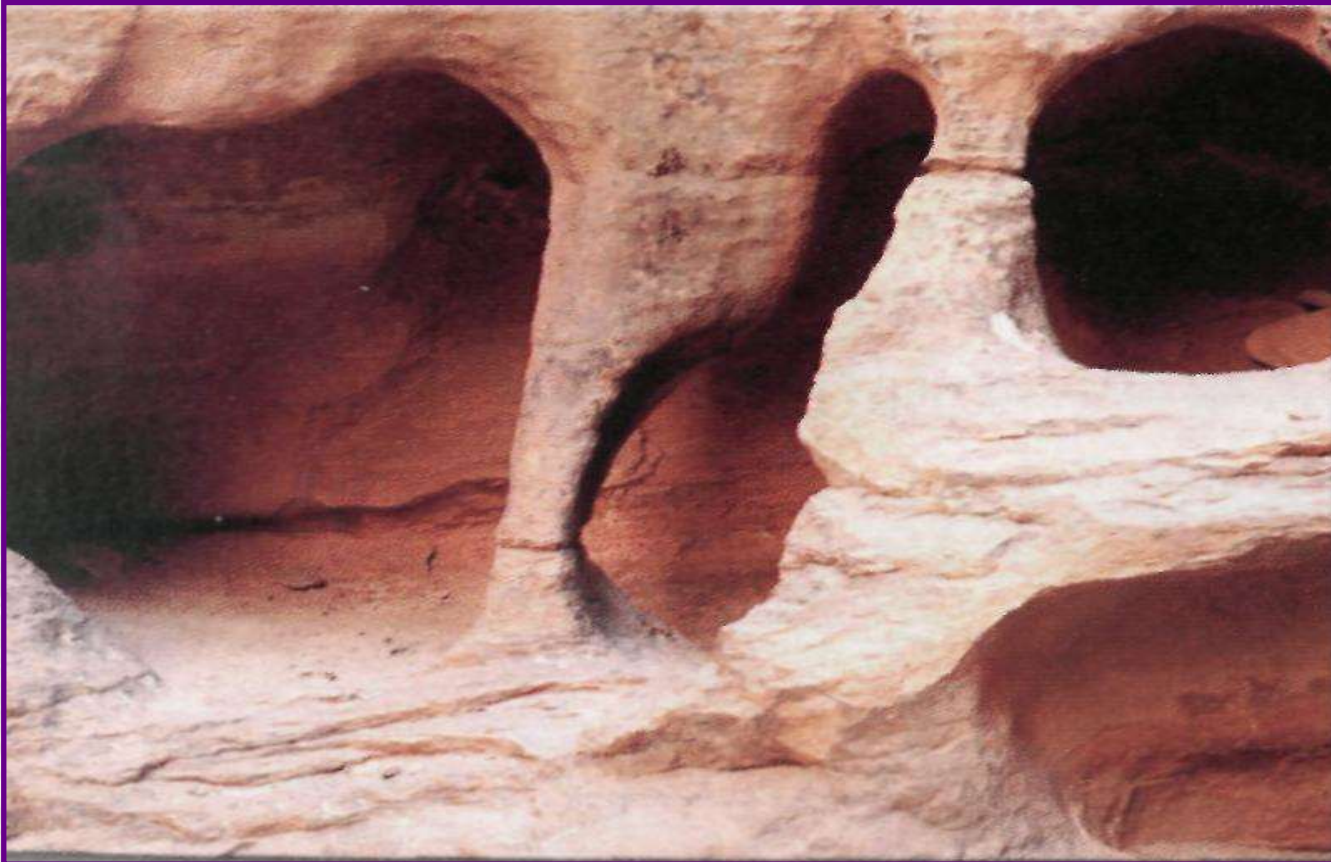
1. Utlenianie (oksydacja)

- ☉ **Utlenianie (oksydacja)** – polega na łączeniu składników mineralnych z wolnym tlenem atmosferycznym.
- ☉ Wskutek tego:
 - ☉ ciała beztlenowe przechodzą w tlenowe,
 - ☉ np. siarczki w siarczany,
 - ☉ związki słabiej utlenione przechodzą w bardziej utlenione,
 - ☉ np. czarny magnetyt (FeO) w czerwony hematyt (Fe_2O_3), tlenki żelaza dwuwartościowego w tlenki żelaza trójwartościowego.
- ☉ Pod wpływem utlenienia ciemne substancje organiczne zawierające węgiel (C) ulegają rozjaśnieniu.



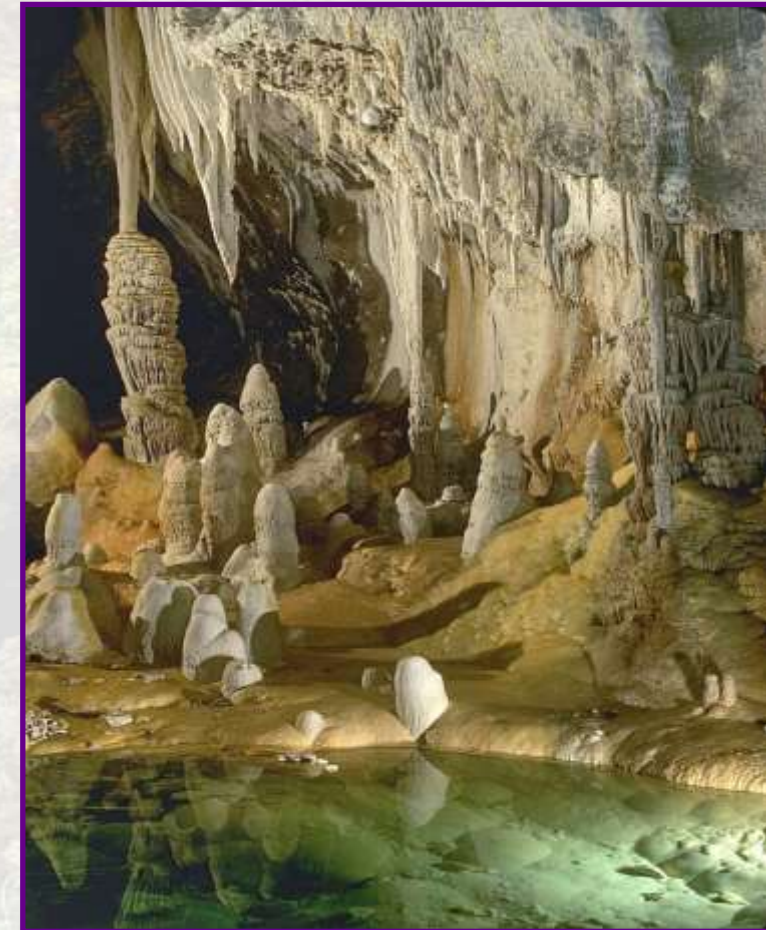
2. Rozpuszczanie (solucja)

- **Rozpuszczanie (solucja)** – polega na przechodzeniu minerałów w roztwory wodne.
- Niektóre z minerałów bardzo łatwo się rozpuszczają.
 - Należą do nich halit (chlorek sodu) i gips.
- Inne, na przykład kalcyt (węglan wapnia),
 - rozpuszczają się w wodzie zawierającej dwutlenek węgla.



3. Uwęgławianie (karbonatyzacja)

- **Uwęgławianie (karbonatyzacja)** – jest związana z obecnością w wodzie dwutlenku węgla i polega na rozpuszczaniu i wypieraniu przez wodę, zawierającą CO_2 , węglanów wapnia, magnezu, żelaza i na rozkładaniu krzemianów oraz glinokrzemianów i przechodzeniu ich w węglany.
- Proces ten dobrze jest widoczny podczas wietrzenia skał węglanowych, których główny składnik, kalcyt, słabo rozpuszcza się w czystej wodzie, natomiast bardzo szybko w słabym nawet roztworze kwasu węglowego.



4. Uwodnienie, czyli hydracja

- **Uwodnienie**, czyli **hydracja** – polega ona na łączeniu się niektórych minerałów z wodą,
 - a więc przechodzeniu minerału bezwodnego w uwodniony, np.:
 - **czerwony hematyt** przeobraża się w **żółty limonit**,
 - **anhydryt** (siarczan wapnia) przechodzi w **gips** (uwodniony siarczan wapnia),
 - **miedź** w **malachit**.



Czerwony hematyt



Żółty limonit



Anhydryt



Gips



Miedź



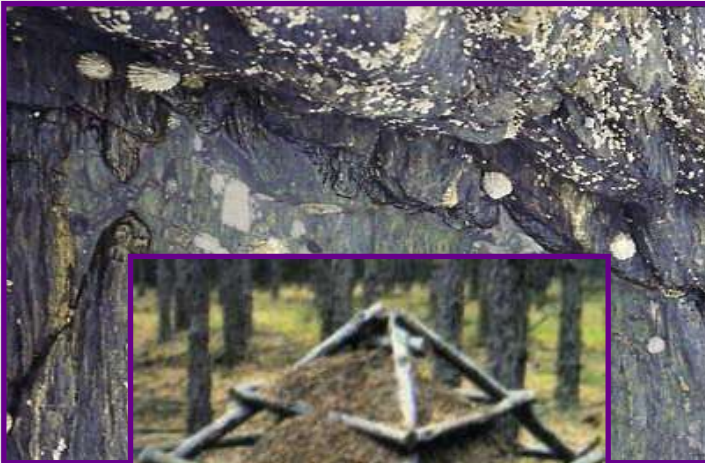
Malachit

C. Wietrzenie biologiczne

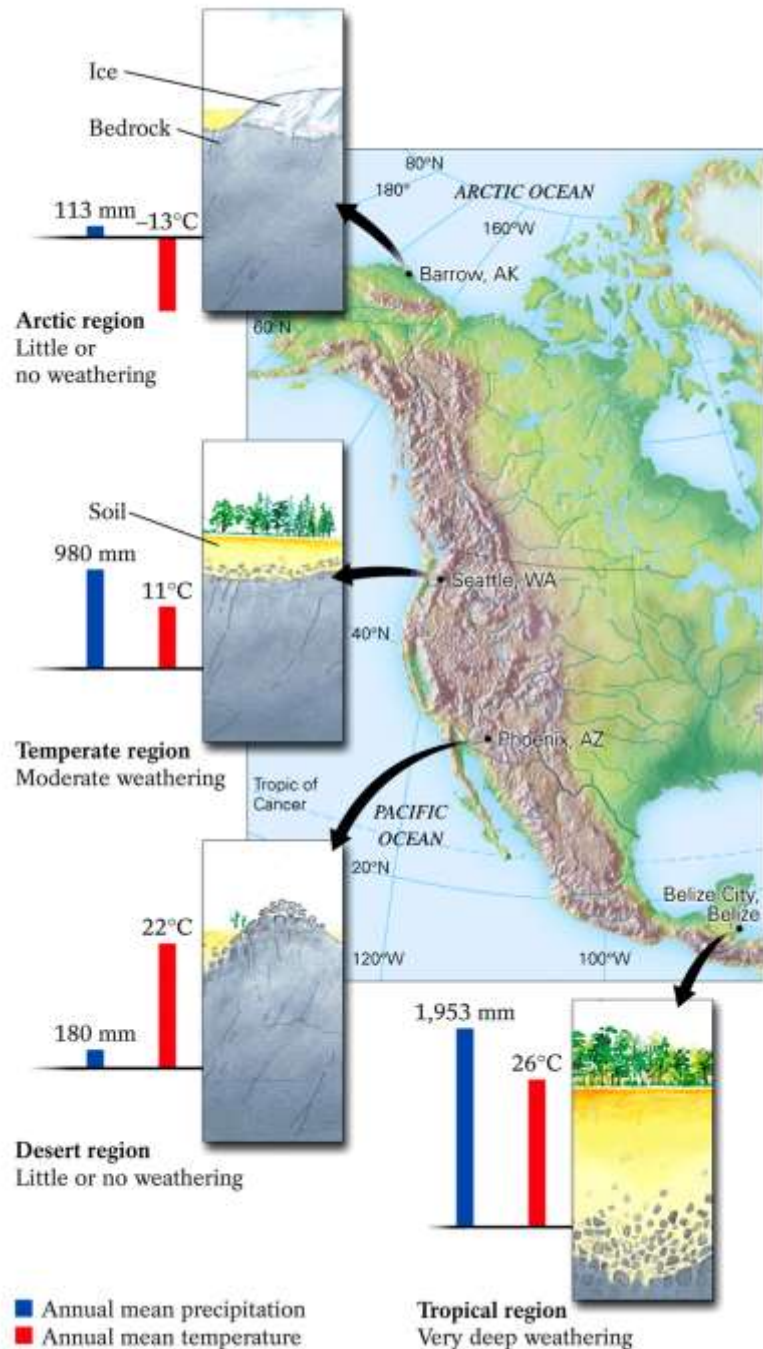
- Również organizmy żywe przyczyniają się do wietrzenia skał, zarówno **fizycznego**, jak i **chemicznego**.
- Podstawowym czynnikiem jest **obecność organizmów żywych**, np.:
 - **korzenie roślin wnikają w szczeliny skał i poszerzają je:**
 - korzenie są w stanie bezproblemowo rozsadzać nawet lite skały – np. korzeń o długości 1 m i grubości 10 cm może pokruszyć blok o ciężarze 40 ton;
 - **korzenie roślin wydzielają kwasy organiczne** przy kontakcie ze skałą, a następnie drążą w niej kanaliki powodujące osłabienie i rozkruszenie skały;
 - **w reakcje chemiczne wchodzi również kwasy humusowe (kwasy organiczne)**, będące produktem rozpadu materii organicznej,
 - np. amoniak czy siarkowodór biorą udział w wietrzeniu chemicznym;
 - **małe organizmy**,
 - np. porosty, bardzo ściśle przylegają do podłoża skalnego, powodują łuszczenie się skał i rozpad skały na drobne okruchy;
 - **zwierzęta ryją i kopią nory:**
 - mogą one rozpulchniać, rozdrabniać i przenosić zwietrzały materiał, np. wysokość mrowiska wynosi 30-150 cm.



Wietrzenie biologiczne i jego efekty



Wietrzenie a klimat

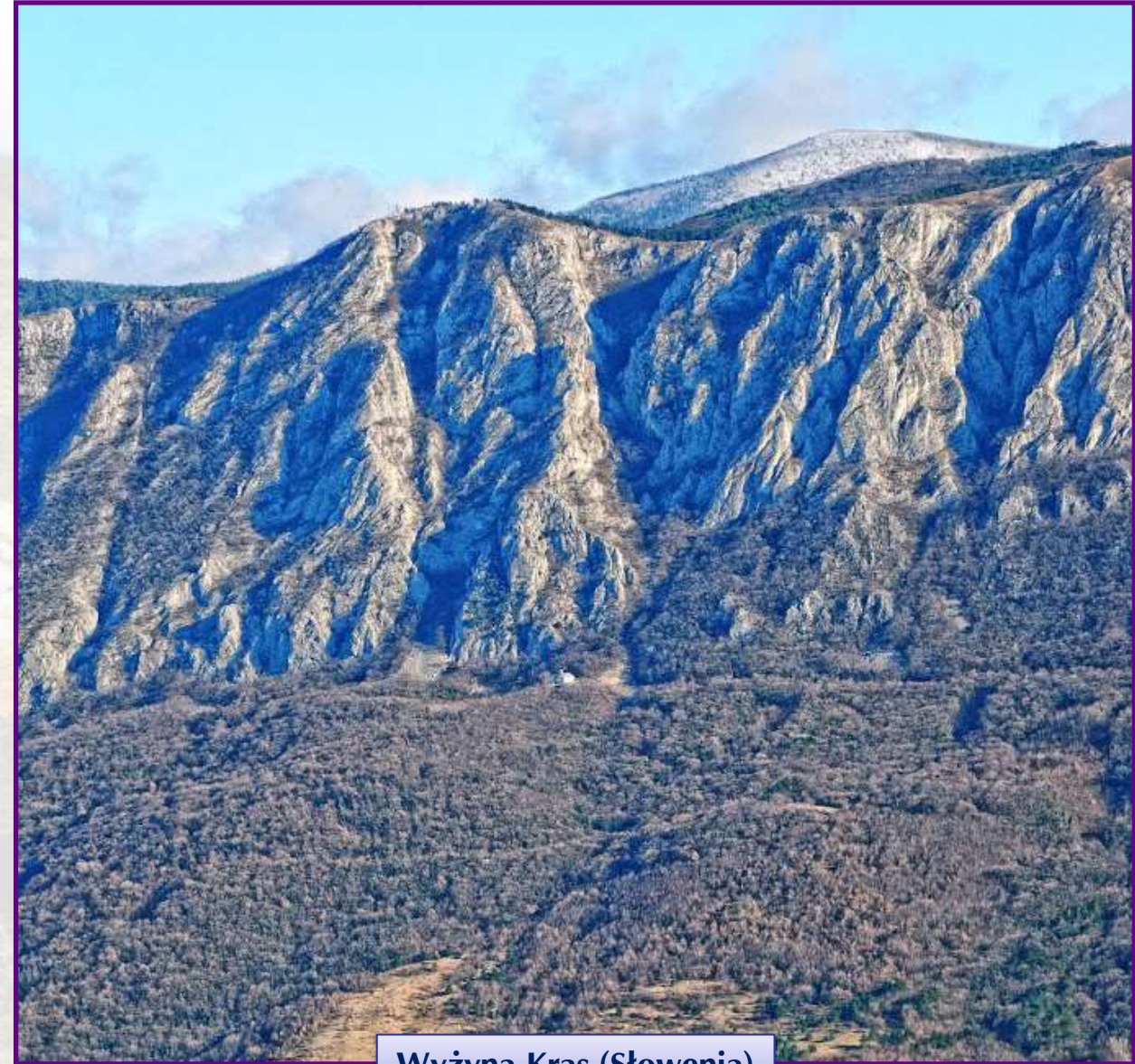


- Charakter wietrzenia i jego intensywność zależą od klimatu:
 - **w klimacie zimnym (polarnym) i w wysokich górach:**
 - dominuje wietrzenie mechaniczne głównie zamróz;
 - **w klimacie umiarkowanym działa:**
 - wietrzenie fizyczne zimą – zamróz,
 - wietrzenie chemiczne głównie latem;
 - **w klimacie gorącym suchym pustynnym:**
 - dominuje wietrzenie fizyczne (insolacyjne),
 - wietrzenie solne – wody gruntowe zawierające sole mineralne, krystalizują w porach i szczelinach skalnych;
 - **w klimacie gorącym wilgotnym:**
 - przeważa wietrzenie chemiczne,
 - produktami wietrzenia są gliny zwietrzelinowe: laterytowe, kaolinitowe.

Procesy krasowe



- **Rzeźba krasowa** rozwija się w obrębie:
 - **skał węglanowych**: w szczególności **wapienie** oraz w mniejszym stopniu **dolomity, margle, opoki i kreda**;
 - **skał siarczanowych**, np. **gipsy i anhydryty**;
 - **skał chlorkowych**, np. **sól kamienna i sól potasowa**.
- Skały te stosunkowo łatwo ulegają wietrzeniu chemicznemu w wyniku rozpuszczania ich przez wody powierzchniowe i podziemne.
 - Później dochodzi do **wytrącania z wody węglanu wapnia**, co prowadzi do powstawania charakterystycznych dla krasu form.
- Pierwsze naukowe opisy tego typu rzeźby pochodziły z obszaru wapiennej **wyżyny Kras** leżącej obecnie w **Słowenii i Chorwacji**.
 - W ten sposób nazwa wyżyny stała się nazwą procesów i form związanych ze zjawiskami zachodzącymi w obszarach wapiennych.



Wyżyna Kras (Słowenia)

Chemizm procesów krasowych – przebieg procesów krasowienia



Guilin (Chiny)

- Woda występująca w naturze jest wzbogacona w dwutlenek węgla, pełniący rolę bezwodnika kwasowego – to wszystko umożliwia zainicjowanie **krasowienia**, czyli **rozpuszczania skał** przy udziale powstającego **roztworu kwasu węglowego**.
- **Dwutlenek węgla** znajdujący się w wodzie pochodzi z atmosfery oraz z procesów rozkładu materii organicznej.
- **Woda opadowa**, infiltrując w podłoże i przechodząc przez warstwę roślinności i gleby, ulega dodatkowo wzbogaceniu w dwutlenek węgla.
 - Zachodzi wtedy reakcja:



(woda + dwutlenek węgla = roztwór kwasu węglowego)

- Bardzo ciekawym zagadnieniem jest **zależność rozpuszczalności dwutlenku węgla od temperatury wody**:
 - w wodzie o wysokiej temperaturze rozpuszcza się mniej CO_2 niż w wodzie o niższej temperaturze.
 - Tym sposobem wody w chłodniejszych obszarach są chemicznie bardziej agresywne.

Rozpuszczanie skał wapiennych i wytrącanie węglanu wapnia

- Przesączająca, spływająca spękaniem woda zawierająca dwutlenek węgla, tworząca z nim kwas węglowy (H_2CO_3), w kolejnych etapach:
 - rozpuszcza skały węglanowe** (np. **wapień**) – następuje reakcja węglanu wapnia (z którego zbudowana jest skała wapienna), z kwasem węglowym, czego efektem jest powstanie kwaśnego węglanu wapnia:



(węglan wapnia budujący skały + roztwór kwasu węglowego = roztwór rozpuszczonej skały wapiennej)

- prowadzi do **wytrącania się węglanu wapnia** (**kalcytu**), np. w czasie tworzenia się **nacieków** czy **trawertynu**:

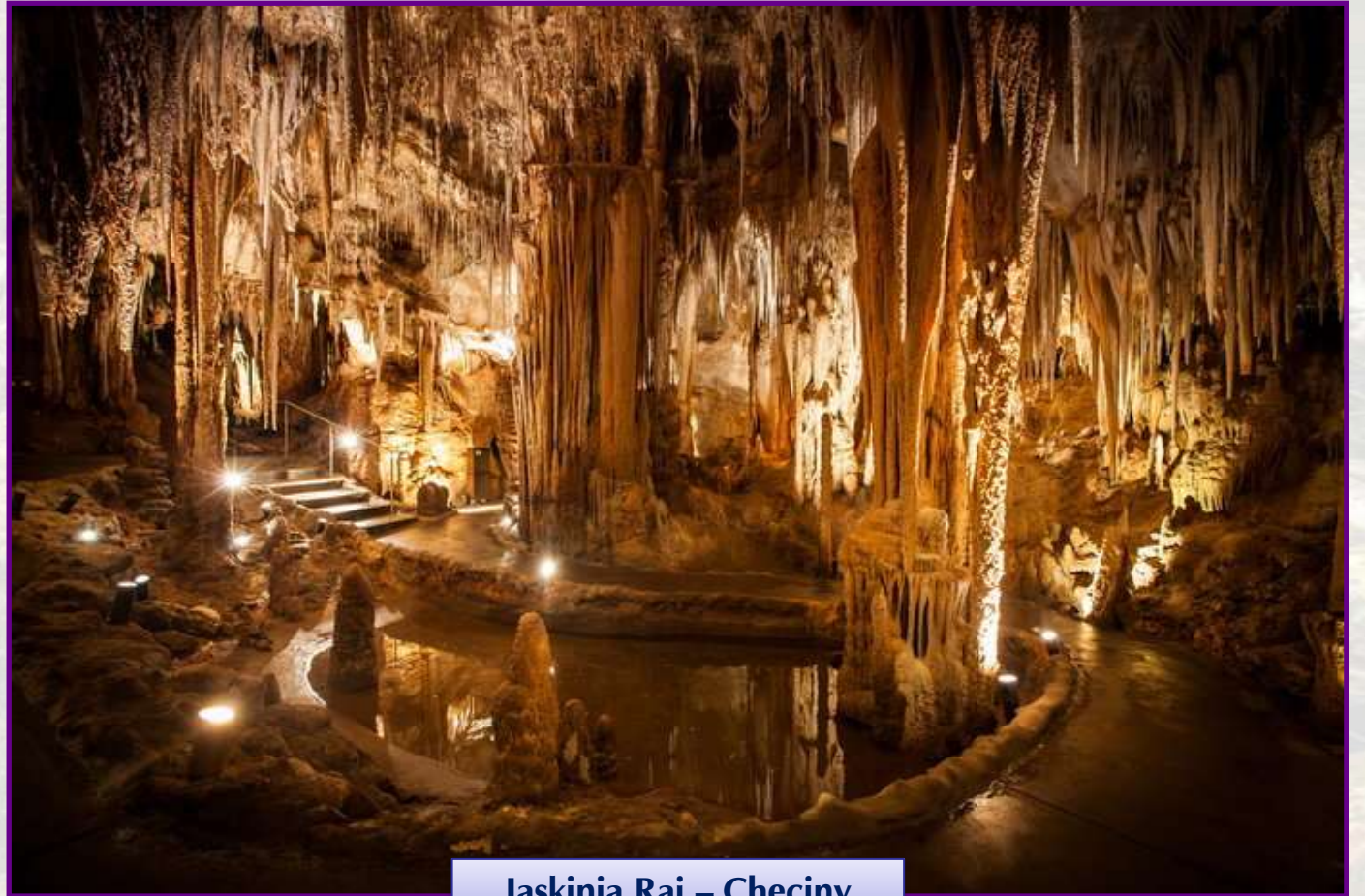


(spływający roztwór rozpuszczonej skały wapiennej = **węglan wapnia** (**kalcyt**; tworzy nacieki) + woda + dwutlenek węgla)



Kras na świecie

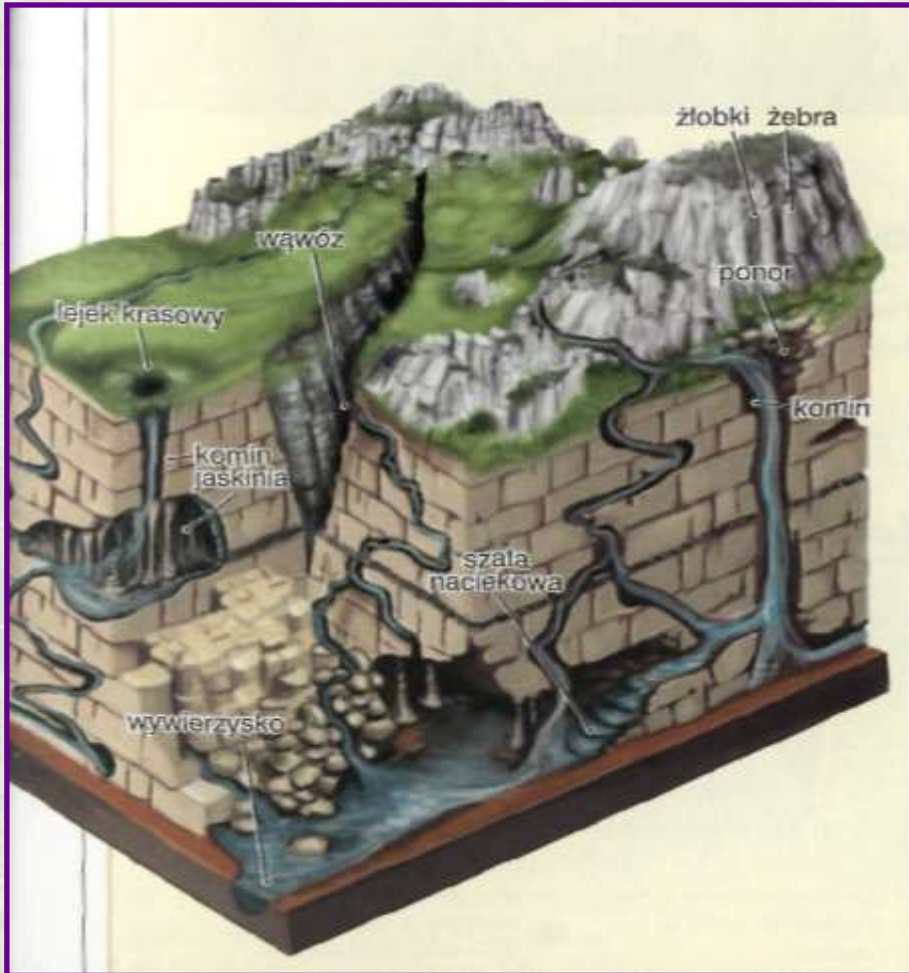
- **Formy krasowe możemy obecnie obserwować w wielu miejscach na świecie.**
- **Miejsca te, prócz charakterystycznych typów skał (węglanowych), może zdradzić nam także i specyficzna hydrografia terenu z niewielką gęstością powierzchniowej sieci rzecznej, ponieważ w krasie odpływ wód następuje głównie systemem podziemnym.**
- **Obecnie kras występuje m.in. w:**
 - Słowenii (np. Wyżyna Kras),
 - Słowacji,
 - we Włoszech,
 - Francji,
 - w Polsce (np.: Tatry Zachodnie, Góry Świętokrzyskie, Pieniny, Wyżyna Krakowsko-Częstochowska, Sudety),
 - południowych Chinach (np. Guilin),
 - Wietnamie,
 - Indonezji,
 - w Meksyku
 - USA (np. Yellowstone),
 - na Jamajce,
 - Kubie,
 - Nowej Gwinei.



Jaskinia Raj – Chęciny

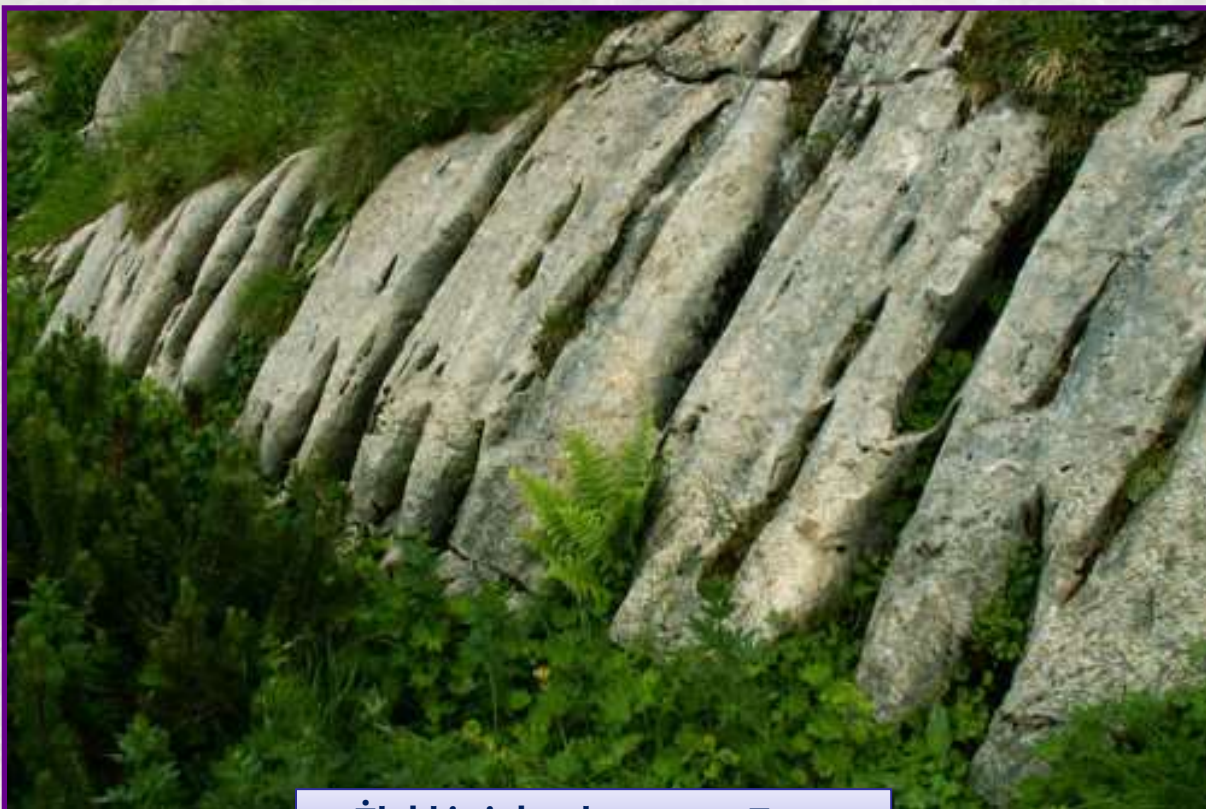
A. *Formy krasu powierzchniowego*

- W wyniku rozpuszczającej działalności **wód powierzchniowych** w obszarach węglanowych powstają charakterystyczne dla formy **krasu powierzchniowego**.



Żłobki krasowe

- **Żłobki krasowe** – podłużne, U-kształtne rynny, prostopadłe do podłoża.
 - Powstają wskutek erozyjnej działalności wody, która spływa zgodnie ze spadkiem powierzchni nacinając ją.
 - Zazwyczaj są one dość płytkie, chociaż najstarsze i najlepiej rozwinięte tego typu formy mogą osiągać głębokość nawet kilku metrów (np. w Alpach).
 - Obejmują one zwykle całą powierzchnię skalną – występują gromadnie, tworząc cały zespół wielu równoległych do siebie rynien, pooddzielanych od siebie **zebrami krasowymi**.

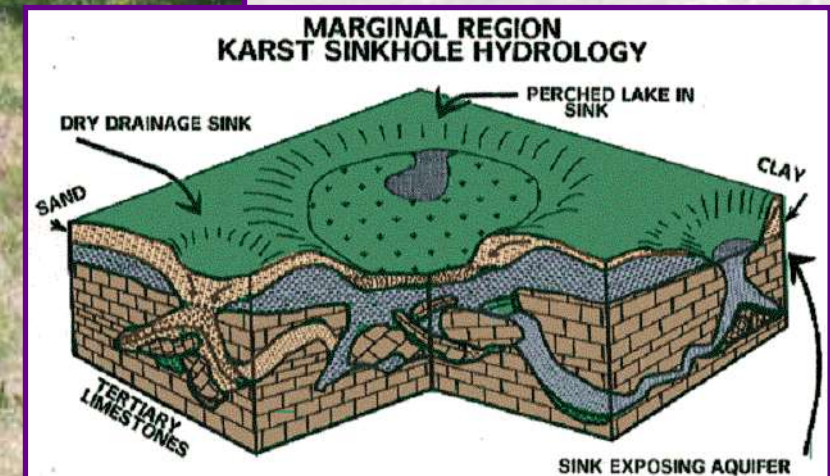


Żłobki, zebra krasowe - Tatry



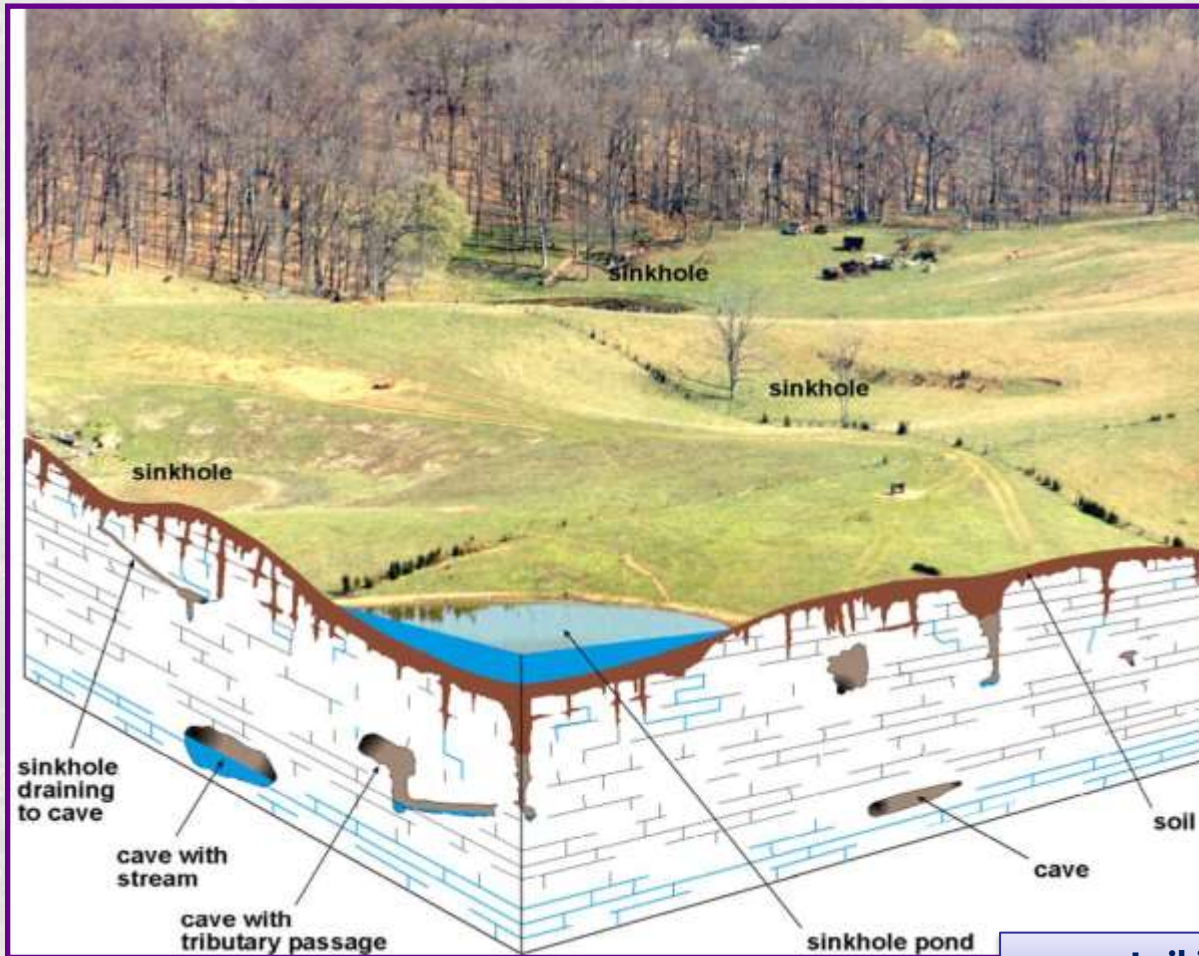
Lejki krasowe i formy pokrewne

- **Lejki krasowe (leje krasowe)** – są dużo większymi zagłębieniami od wcześniej omawianych.
- Są to formy występujące pojedynczo lub grupowo, okrągłe bądź owalne, będące zagłębieniami o średnicy od kilku do nawet kilkuset metrów.
- Powstają one w wyniku rozpuszczania skał węglanowych, zalegających w podłożu skalnym.



Jeziorka krasowe (w obrębie lejków krasowych)

- Na dnie lejków krasowych mogą powstawać zwykle okresowo lub nawet stale występujące **jeziorka krasowe**.
- Powstają one w obrębie bardzo głębokich lejków krasowych, szczególnie takich które zostały na dnie szczelnie wypełnione materiałem niemożliwym do rozpuszczenia, blokującym wnikanie wody do systemu podziemnych spękań.



Lejki krasowe

Uwały

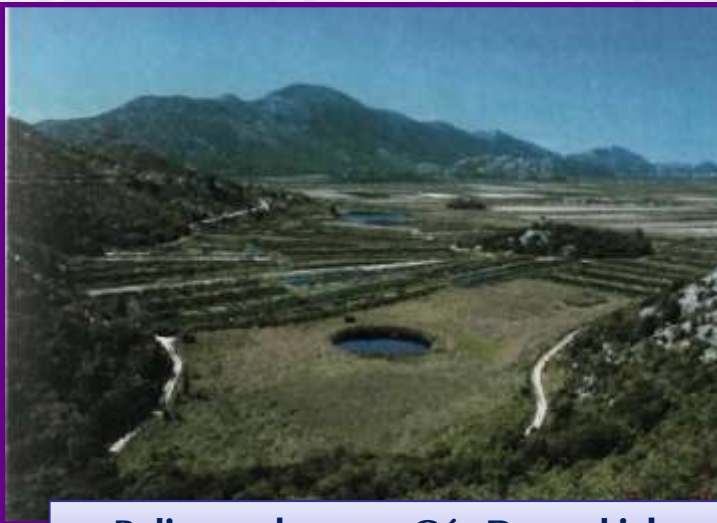
- **Uwały** – są znacznie większe od lejków krasowych – powstają one głównie w wyniku rozszerzania się i łączenia sąsiadujących z sobą lejków krasowych.
- Ich dno jest początkowo nierówne,
 - ale w późniejszych stadiach coraz bardziej wyrównuje się wskutek zniszczenia grzęd oraz akumulacji w obrębie obniżeń.



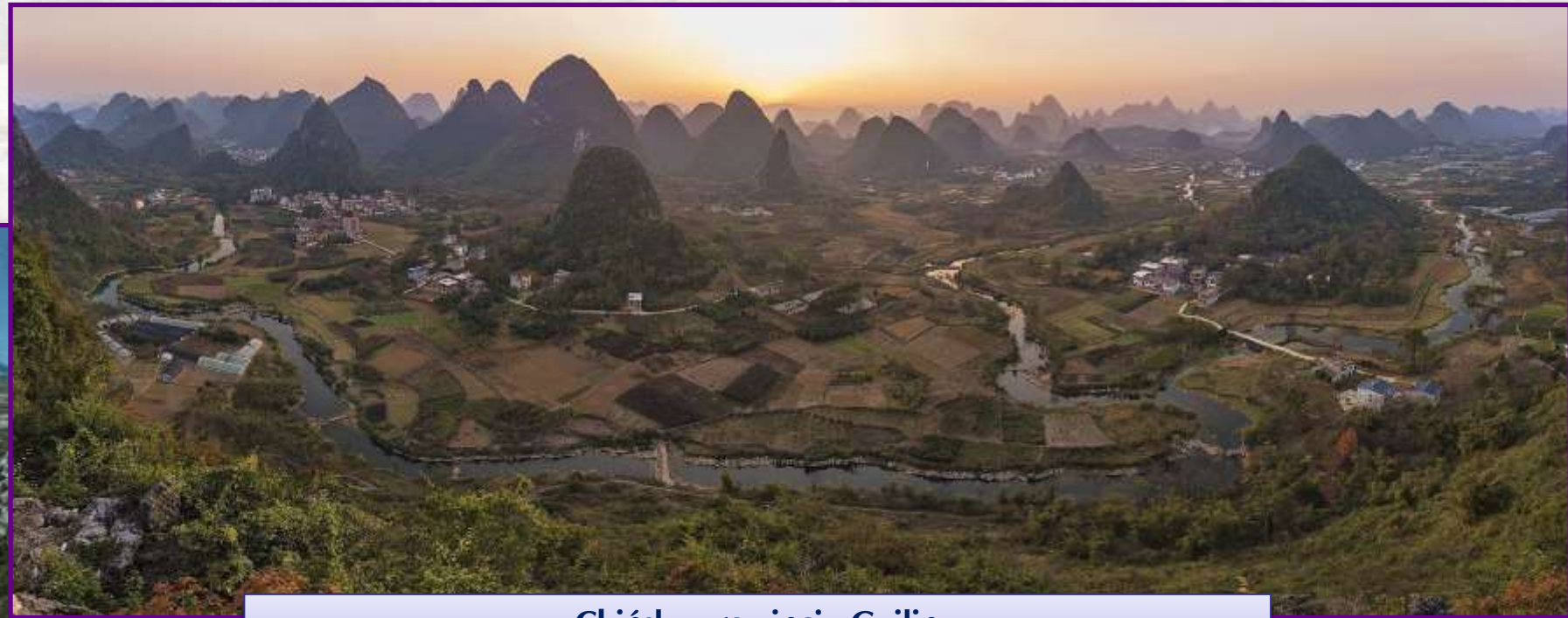
Uwał

Cechy polji - mniejsze formy występujące w obrębie polji

- Po roztopach i długotrwałych opadach znaczna część poljów jest okresowo zalewana przez wody podziemne, które wpływają do polja otworami dostarczającymi wodę – **wywierzyskami**, a odpływają w głąb skał – **ponorami**.
- Cechą charakterystyczną polji jest płaskie dno, z którego miejscami mogą wyrastać **ostańcowe skaliste wzniesienia – zwane mogotami**.
- W Polsce czynne polja stwierdzono jedynie w Niece Nidziańskiej.
 - Powstają one najczęściej na obszarach, które stanowią obniżenie o charakterze tektonicznym.
- Najbardziej znane polja znajdują się na obszarze Gór Dynarskich.
 - Są to:
 - Popowo Polje,
 - Kosowo Polje.



Polja na obszarze Gór Dynarskich

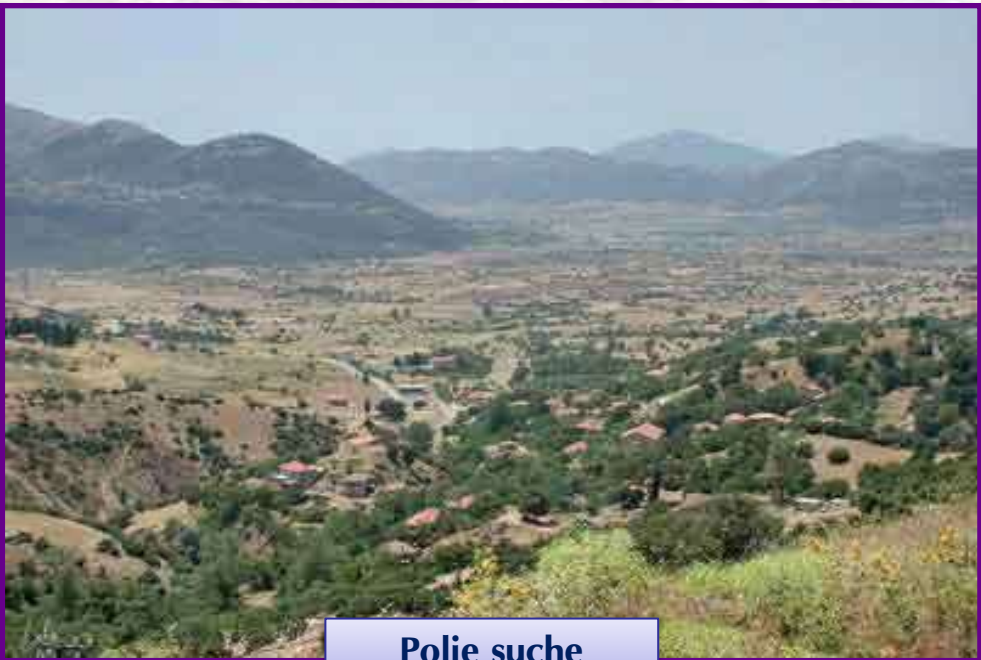


Chińska prowincja Guilin
Polja – na ich dnie wznoszą się ostańce krasowe mogoty.

Polja – rodzaje ze względu na wypełnienie wodą

Polja ze względu na wypełnienie wodą dzielimy na:

- **polja suche** – w których woda opadowa niemal bezpośrednio po opadach wnika w skały,
 - zaliczamy do nich mocno zniszczone polja o bardzo wyrównanym dnie lub młodsze formy rozwijające się na grubej i chłonnej warstwie skał wapiennych;
- **polja okresowo nawadniane** – w których woda “stoi” na powierzchni po dłuższych opadach deszczu lub roztopach śniegu (szczeliny podziemne nie są w stanie przyjąć wtedy tak dużej ilości wody);
- **polja stale wypełnione wodą** – w których, ze względu na znaczną niedrożność systemu szczelin podziemnych, zapychanego zwykle przez skały nie podlegające rozpuszczaniu (w ciągu roku będą jednak i tak występowały zwykle różne poziomy wód w “jeziorkach”).



Polje suche



Polje stale wypełnione wodą (różne poziomy w roku)

Ostańce krasowe (Mogoty, Humy, Homy, Mosory)

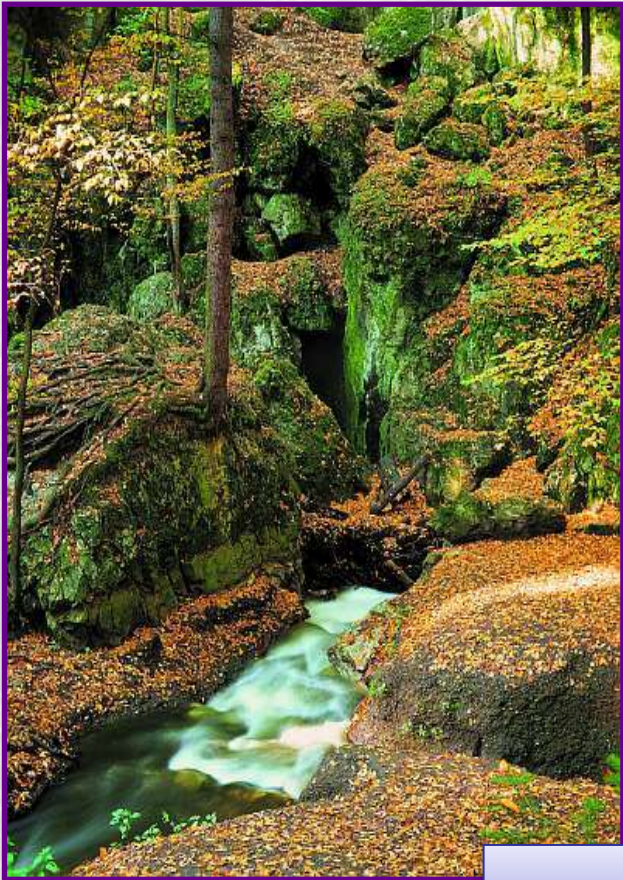
- **Mogoty** – są to specyficzne obłe wzniesienia o charakterze ostańcowym (stąd ich ogólna nazwa – **ostańce krasowe**), występujące w miejscach gdzie wietrzenie chemiczne nie zniszczyło całkowicie dotychczasowej rzeźby.
- Najpiękniejsze z nich znajdują się **w chińskiej prowincji Guilin**,
 - występują także w **Wietnamie, Jawie, Celebes, Nowej Gwinei, Kubie, Jamajce, Portoryko, Madagaskarze, Chorwacji i w Meksyku**.



Ostańce krasowe (mogoty) w chińskiej prowincji Guilin

Ponor

- ☉ **Ponor** – miejsce w którym wody powierzchniowe znikają pod powierzchnię terenu – dostają się do systemu wód podziemnych.
- ☉ Posiada ono kształt otworu lub korytarza wydrążonego przez wodę.
- ☉ W Polsce, na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej zwane są one **łykawicami**.



Ponory

Źródła krasowe – tzw. **wywierzyska**

- **Wywierzyska** – są to źródła (miejsca wypływu wód podziemnych) występujące na terenie krasowym.
- Źródła takie czasem mogą być bardzo wydajne.
- Doliny biorące początek w obrębie wywierzysk są zwykle od samego początku głęboko wcięte w teren.

Wywierzysko na francuskiej jurze

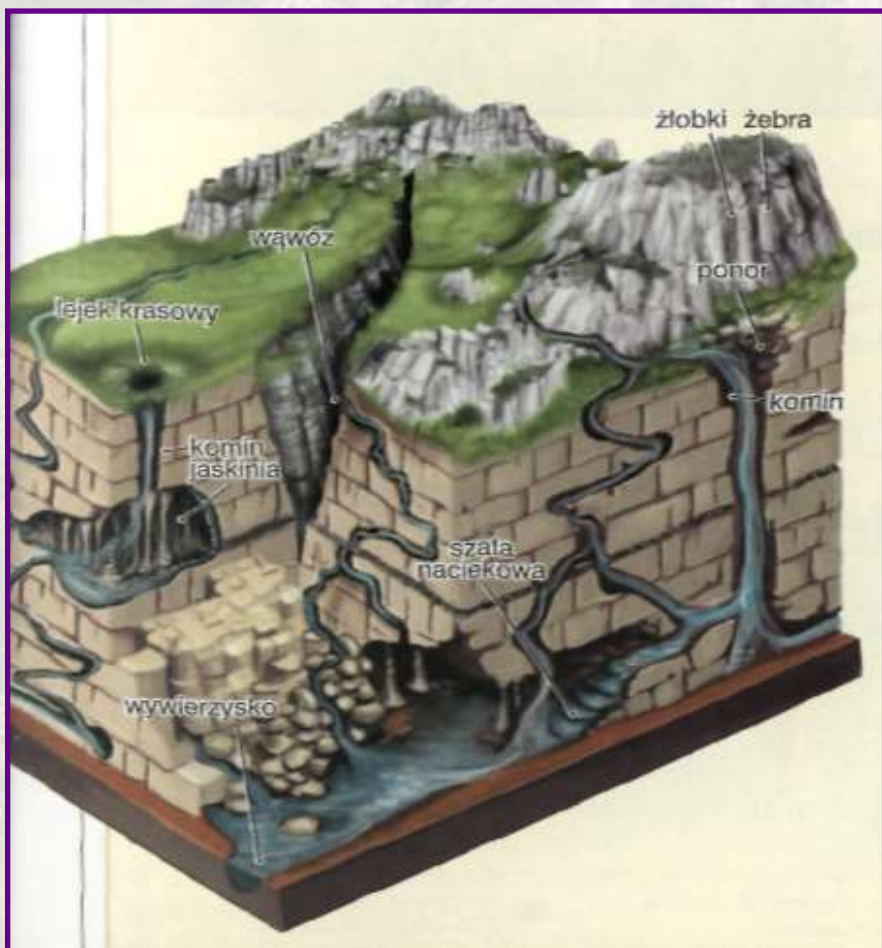


Wywierzysko w obrębie polja



B. Formy krasu podziemnego

- W wyniku przenikania wód powierzchniowych do systemu podziemnego w obszarach węglanowych powstają charakterystyczne dla krasu **formy krasu podziemnego**.



Studnia krasowa

- **Studnia krasowa** – cechują się stosunkowo wyrównanym, okrągłym przekrojem (im głębiej tym robią się zwykle szersze).
- Za ich pośrednictwem następuje przedostawanie się wód powierzchniowych do systemu podziemnego.
 - Określenie to stosuje się w sytuacji gdy patrzymy na tą formę stojąc nad nią (patrzmy się w nią w dół).

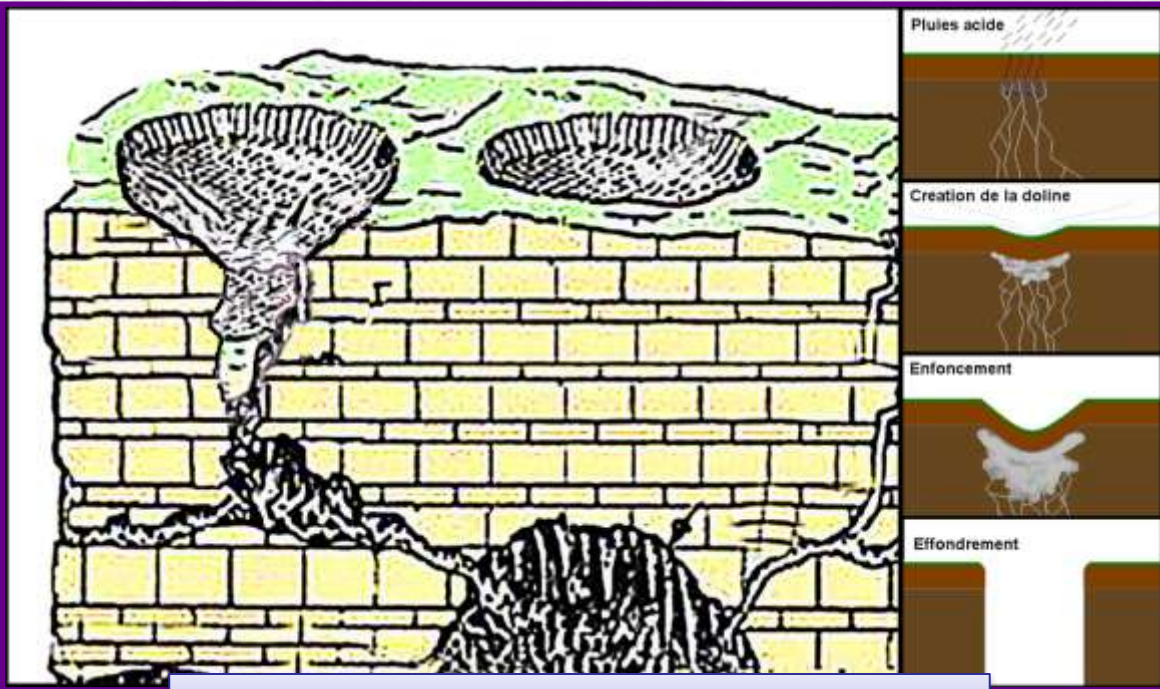


Górny fragment studni krasowej w obrębie Wyżyny
Krakowsko-Częstochowskiej



Komin krasowy

- **Komin krasowy** – łączy system podziemny z powierzchniowym.
- To w zasadzie to samo co studnia krasowa (tym razem patrzymy w górę).
- Tworzą się wskutek poszerzania szczelin pionowo biegnących przez skały.
- Szczelinami spływają wody opadowe i roztopowe do systemu podziemnego.
- Jest to zwykle pionowy korytarz powstały nad jaskinią krasową.
- Ich szerokość zwykle wzrasta wraz z głębokością (na dole są najszersze).
- Najgłębsze kominy krasowe mają kilkaset metrów.



Powstawanie i rozwój komina krasowego



Komin krasowy



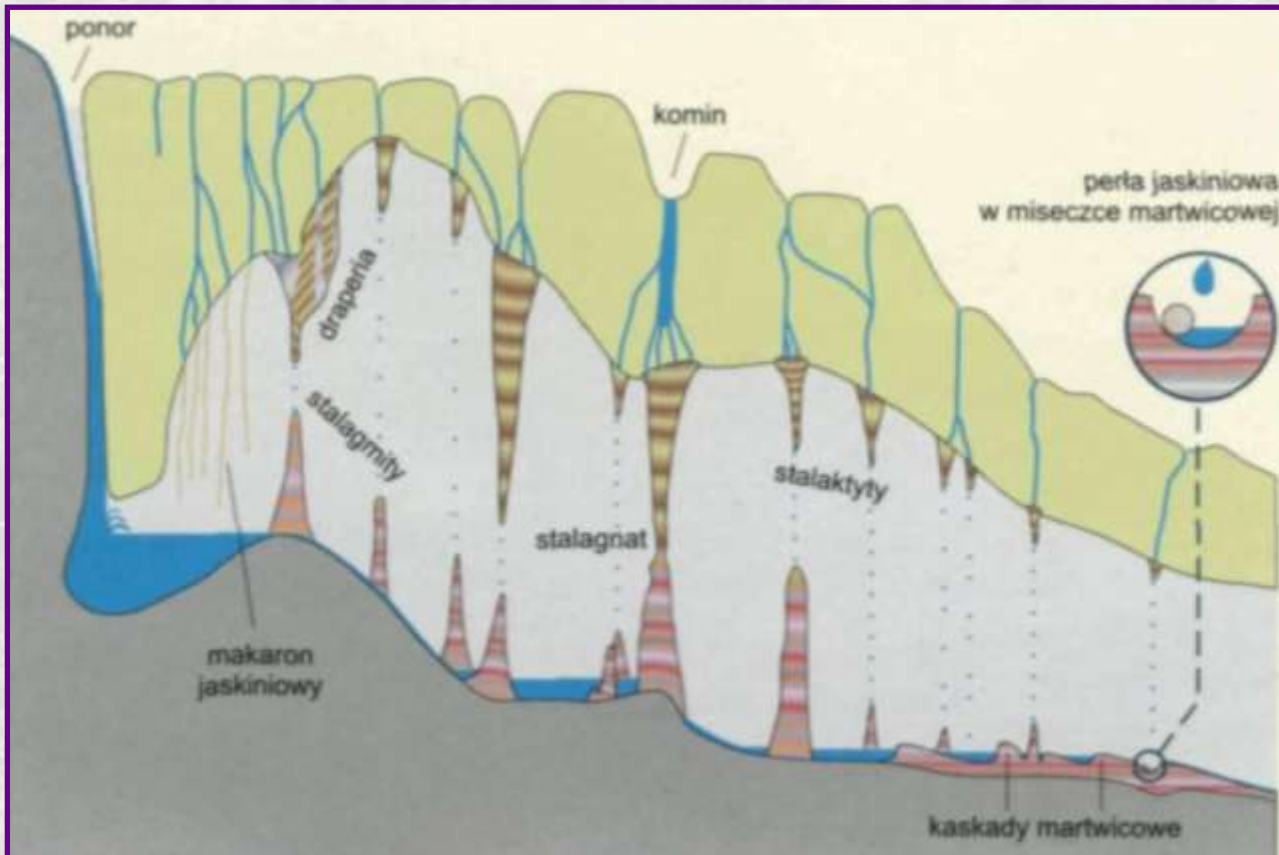
Jaskinie krasowe

- **Jaskinie krasowe** – naturalne puste przestrzenie w skale (o rozmiarach umożliwiającą eksplorację przez człowieka), powstałe w wyniku rozpuszczania skał (głównie wapieni, dolomitów).
- Tworzą się one w miejscach w których wody podziemne płynące poziomymi spękaniami łączą się z systemami pionowymi (np. ze studniami czy kominami).
- Jaskinie rozwijają się w pionie lub poziomie i mogą znajdować się na różnych wysokościach.
 - Często występuje kilka poziomów nawiązujących do dawnych, wyżej leżących den dolinnych.
 - Sieć połączonych ze sobą pionowych i poziomych jaskiń tworzy **system jaskiniowy**.
 - W miejscach łączenia się kilku spękań powstają większe formy w postaci **sal**.
- Badaniem i eksploracją jaskiń zajmują się **speleolodzy**.

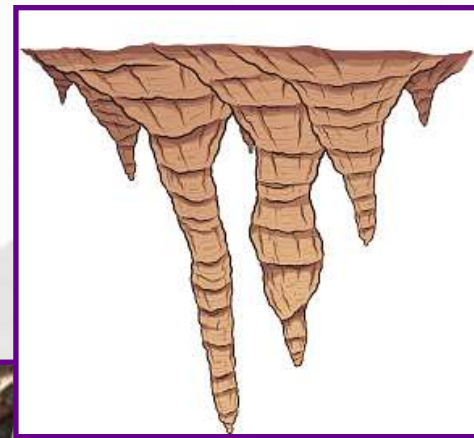


Formy naciekowe

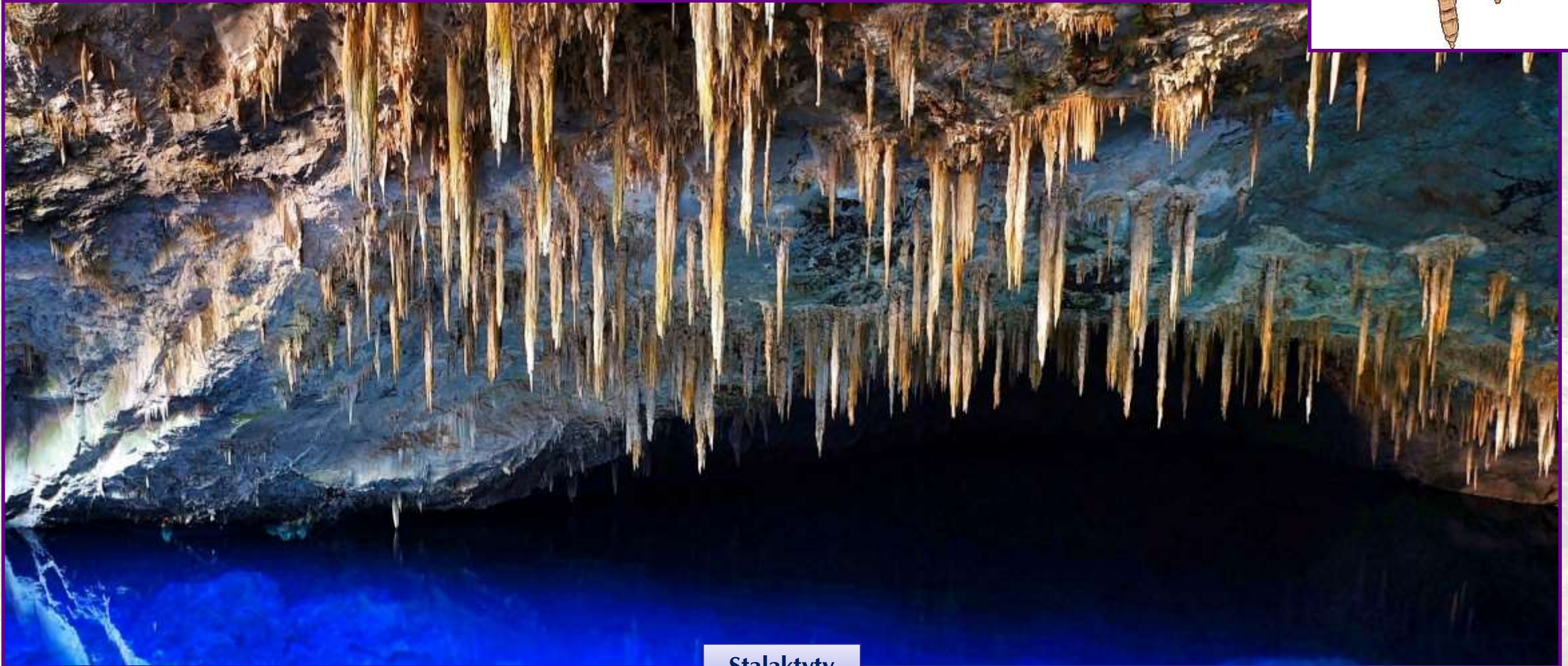
- **Formy naciekowe** – powstają wskutek gromadzenia się w obrębie skał wytrącającego się z wody węgla wapnia (jest on w niej rozpuszczony).
- Nacieki mogą być różnokolorowe, w zależności od obecności związku chemicznego, mającego zdolność barwienia w odpowiednim kolorze,
 - Najczęściej formy naciekowe są barwione przez związki żelaza, nadające barwy od żółtej po brązową.
- Do najważniejszych nacieków zaliczamy: stalaktyty, stalagmity, stalagnaty, makarony i draperie.



Stalaktyty

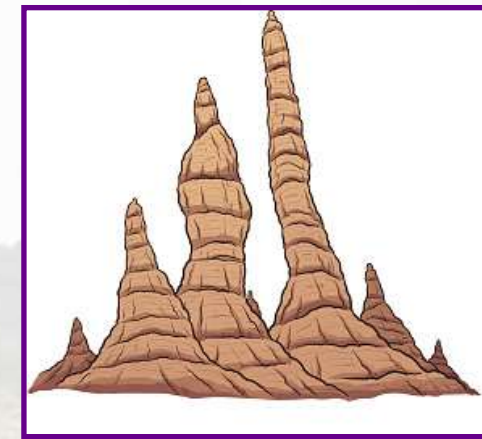


- **Stalaktyty** – są wydłużonymi, zwisającymi ze stropu, stożkowatymi soplami, powstającymi wskutek gromadzenia się węgla wapnia w ich obrębie.
- Tworzą się one niezwykle wolno – średnie tempo wynosi tylko 0,1 mm/rok.



Stalaktyty

Stalagmity



- **Stalagmity** – są narastającymi ku górze kolumnami, stosunkowo niskimi oraz zwykle nieco szerszymi od stalaktytów.
- Powstają wskutek skapywania wody zawierającej węglan wapnia, który się z niej wytrąca i gromadzi w postaci właśnie tych form.
- Tworzą się one najczęściej tuż pod stalaktytem.



Stalagmity



Stalagnat

- **Stalagnat** – jest kolumną biegnącą od stropu aż do podstawy, powstałą wskutek rozwoju i połączenia z sobą dwóch form: **stalaktytu** (od stropu) i **stalagmitu** (od podstawy).

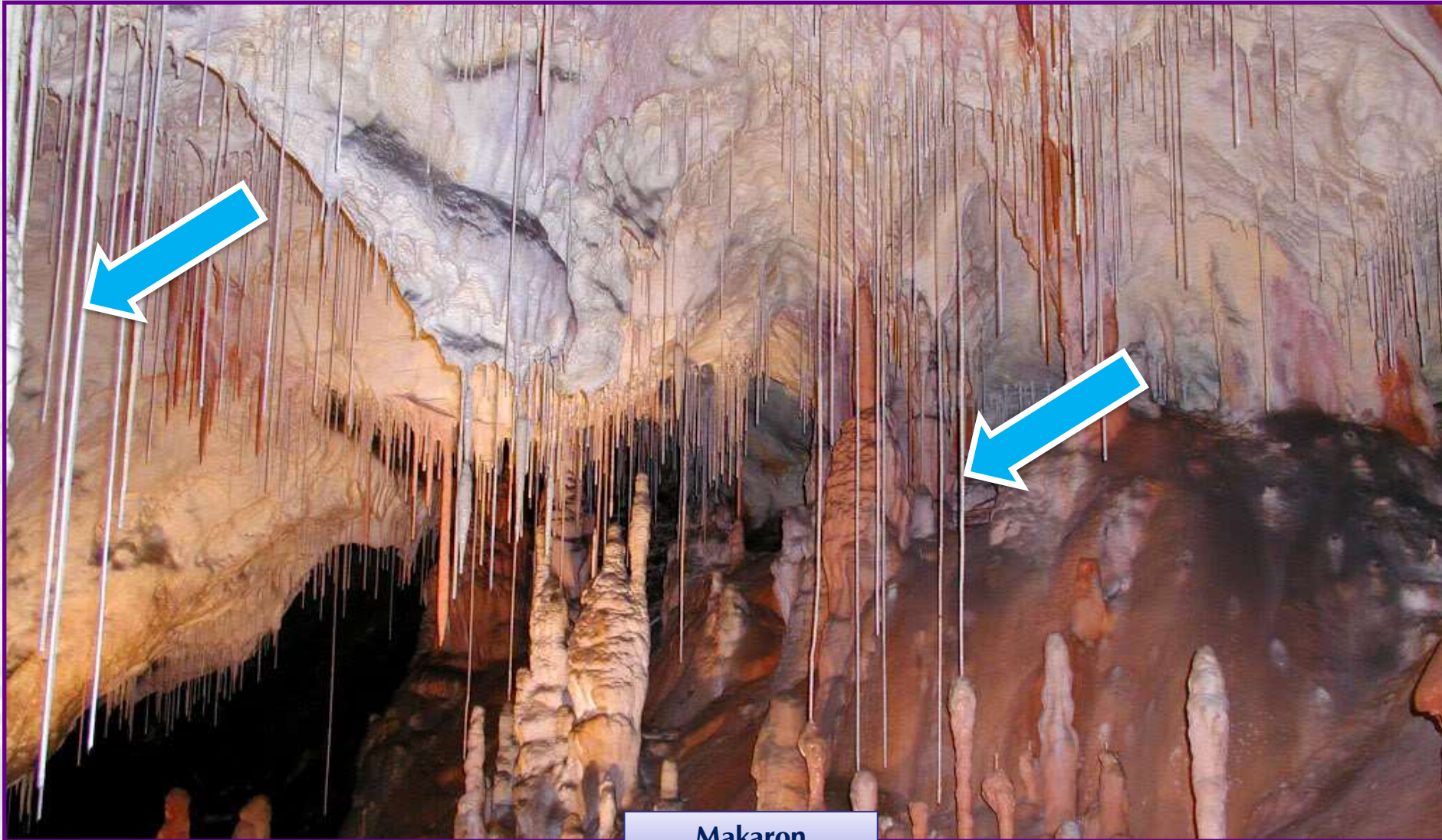


Stalagnat



Makaron

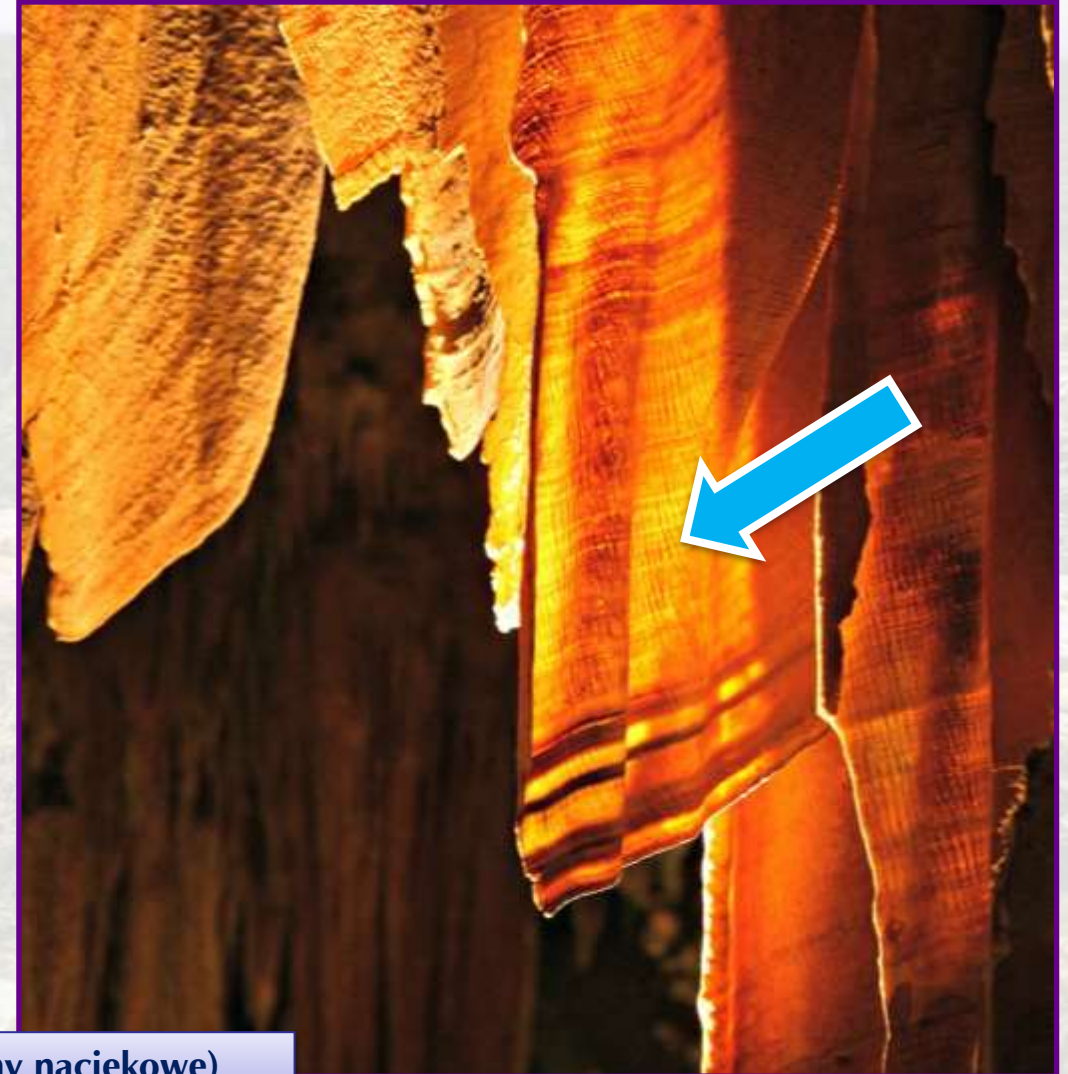
- **Makarony** – tworzą najcieńsze i stosunkowo długie stalaktyty, które dodatkowo są zwykle w postaci pustej w środku rurki, którą spływa woda zawierająca wydłużający je składnik, jakim jest węglan wapnia.



Makaron

Draperie (zaślony naciekowe)

- **Draperie (zaślony naciekowe)** – są naciekami w postaci stosunkowo cienkiej zaślony, która zwisa w dół.
- Tworzą się one zwykle na nachylonych ścianach lub pochyłych stropach.



Draperie (zaślony naciekowe)

Misa martwicowa

- ☉ **Misy martwicowe** – stosunkowo płytkie baseny otoczone **progami** i **groblami**, zbudowanymi z wytrąconego z wody węgla wapnia.
- ☉ Powstają one wskutek gromadzenia się w nich wody.
- ☉ W niektórych jaskiniach ciągną się dziesiątkami, a nawet setkami metrów.
- ☉ Mogą one tworzyć czasem występujące na różnych poziomach całe systemy kaskadowo ciągnących się wzdłuż korytarzy form.



Misa martwicowa

Perły jaskiniowe (pizolity)

- **Perły jaskiniowe (pizolity)** – są to kuleczki kalcytowe, powstałe w obrębie mis martwicowych, w wyniku ruchu obrotowego, związanego z ruchem wody przemieszczającej się bardzo wolno po dnie korytarza.
- W środku każdej z nich znajduje się ziarnko, najczęściej piasku.
 - Na nim koncentrycznie wytrącał się węglan wapnia.
- Perły jaskiniowe są na ogół zróżnicowane pod względem barwy, co wynika z obecności w nich innych obok węglanu wapnia związków chemicznych, zwłaszcza:
 - związków żelaza nadających barwy od żółtej po brązową,
 - związków miedzi barwiącej na zielono,
 - związków cynku barwiących na niebiesko.



Perły jaskiniowe



Jaskinia Raj

- **Jaskinia Raj** – jest typową jaskinią krasową rozwiniętą w wapieniach w pobliżu **Gór Świętokrzyskich**.
- Choć niewielka, wyróżnia się wśród polskich jaskiń bogatą i dobrze zachowaną szatą naciekową.
 - Korytarze jaskini wytworzone zostały w wapieniach środkowego dewonu, które ok. 360 milionów lat temu powstały na dnie płytkiego morza.
 - Rozwój jaskini zachodził w kilku etapach, głównie pod koniec neogenu i w czwartorzędzie.
- Długość naturalnych korytarzy jaskini: 240 m, temperatura we wnętrzu: 8-10 °C, wilgotność: powyżej 95%.



Jaskinia Niedźwiedzia

- **Jaskinia Niedźwiedzia w Kletnie** – jest najpiękniejszą jaskinią naciekową Polski.
 - Znajduje się na **Ziemi Kłodzkiej w Masywie Śnieżnika**.
 - Znacznych rozmiarów sale i korytarze wypełnione są niezwykle urozmaiconymi naciekami.
 - Są one żywe, kolorowe i urokliwie kontrastują z ciemnymi kolorami skalnych ścian.
 - Jaskinia Niedźwiedzia znajduje się jeszcze w fazie intensywnego tworzenia.
 - Korytarze wypełniają liczne kałuże i jeziora, a woda ściekająca ze stalaktytów w dalszym ciągu je buduje.
 - Według ostatnich badań korytarze jaskini mają długość około 4,5 km i są położone na trzech poziomach.



KONIEC



Materiały pomocnicze do nauki
Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)

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

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -