



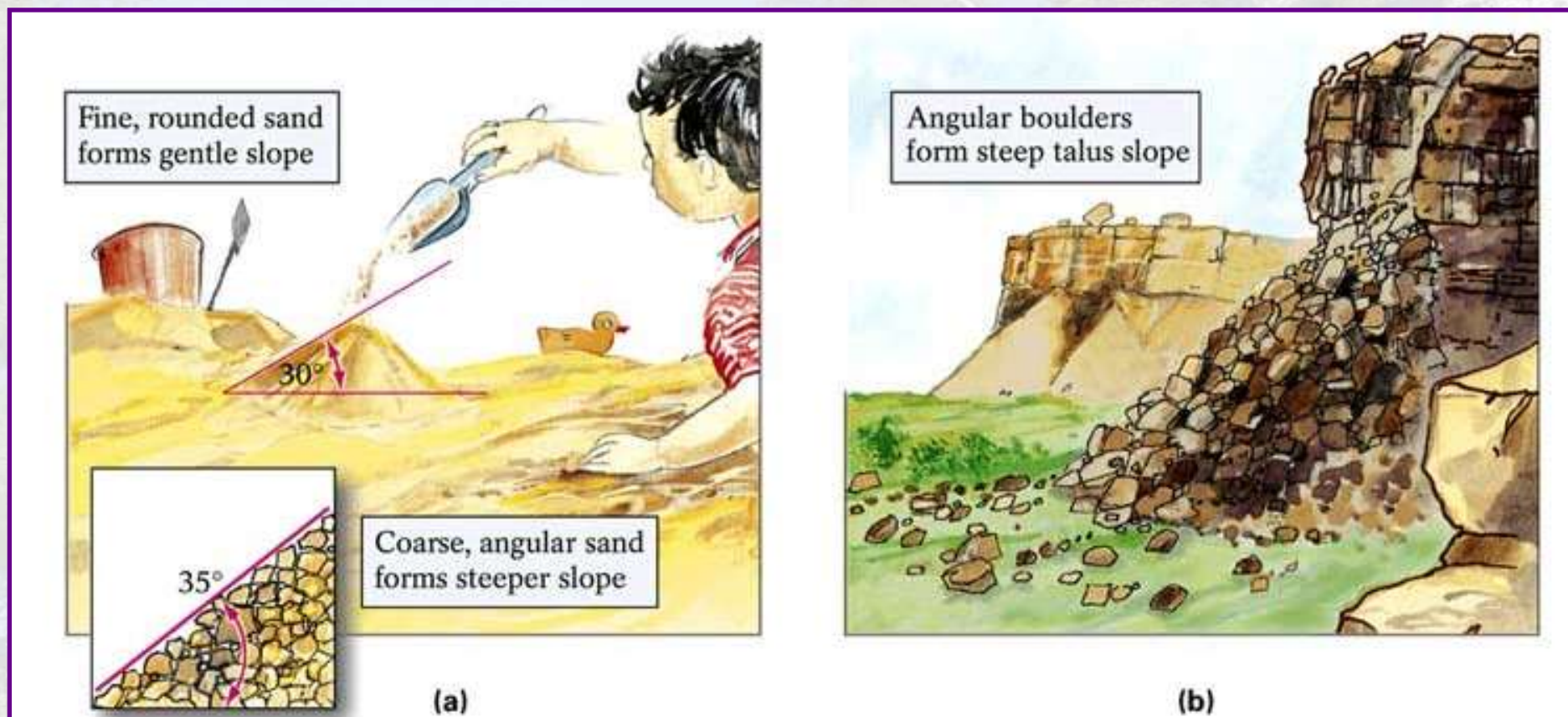
## *VI. Procesy egzogeniczne*

### *2. Ruchy masowe*



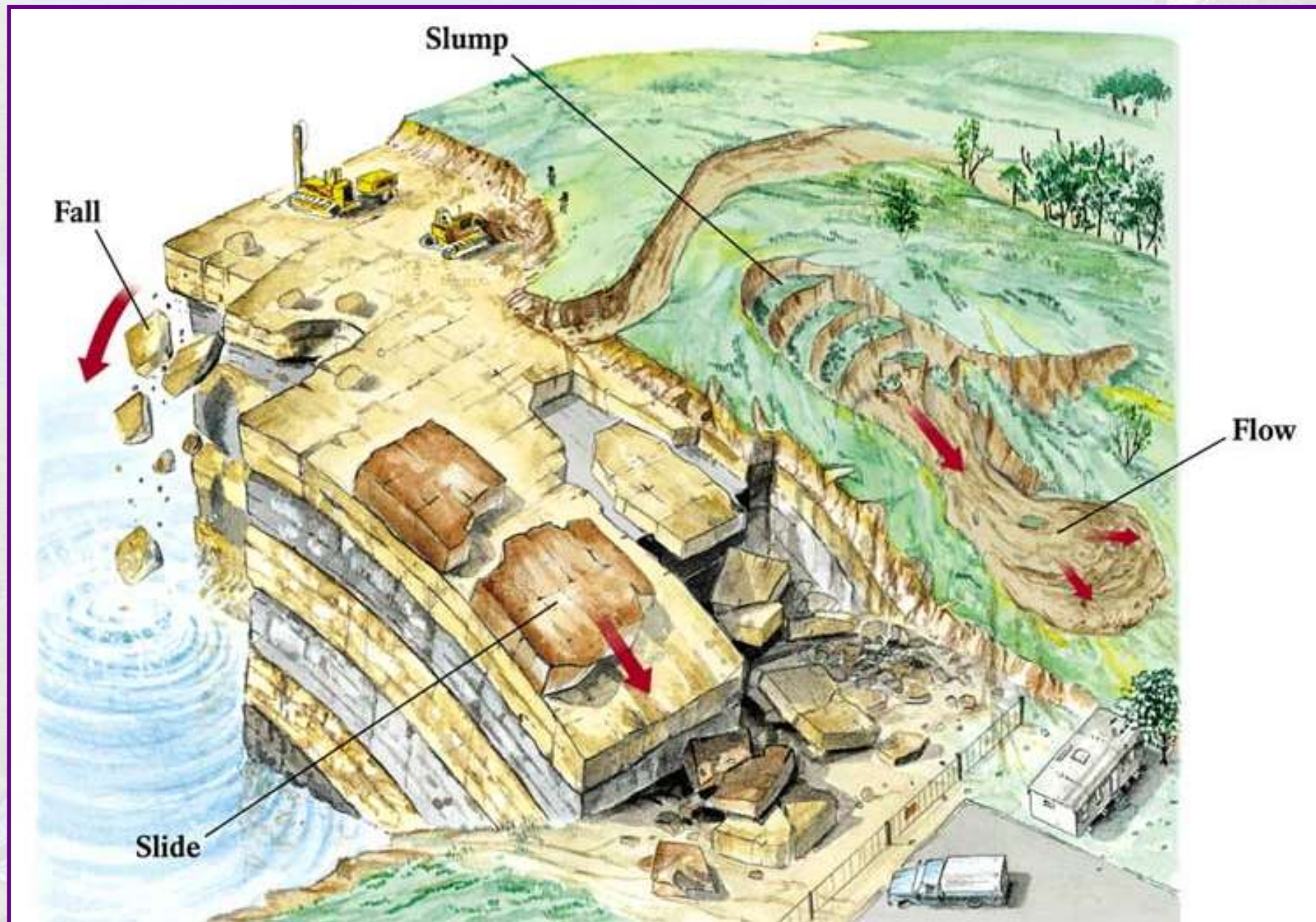
# Pojęcie denudacji

- **Denudacja** – zespół procesów prowadzących do wyrównywania i obniżania powierzchni Ziemi.
  - Usunięcie powstałej zwietrzliny powoduje obnażenie i równocześnie obniżenie form oraz zainicjowanie dalszego wietrzenia.
  - Zwietrzelina jest usuwana przez ruchy masowe i splukiwanie.
- W szerszym znaczeniu denudacja obejmuje:
  - zarówno wietrzenie, ruchy masowe, jak i erozję.





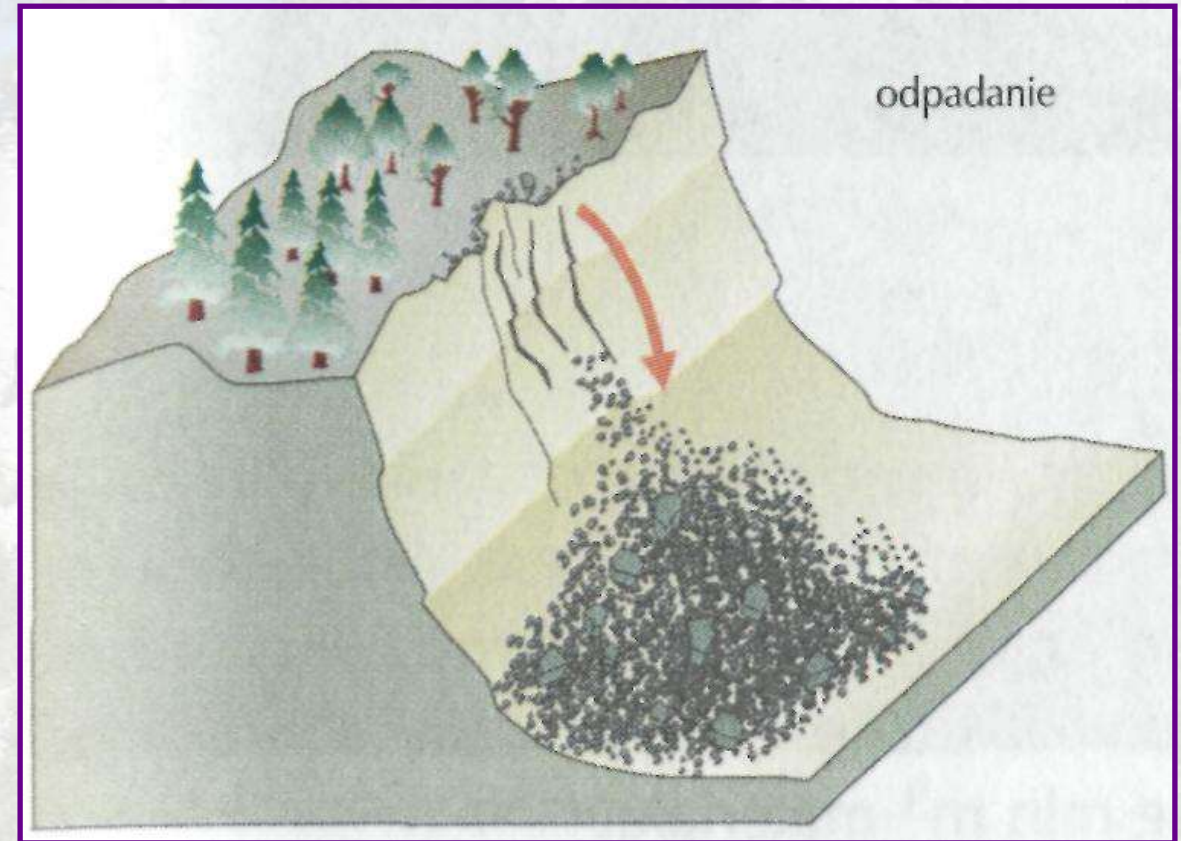
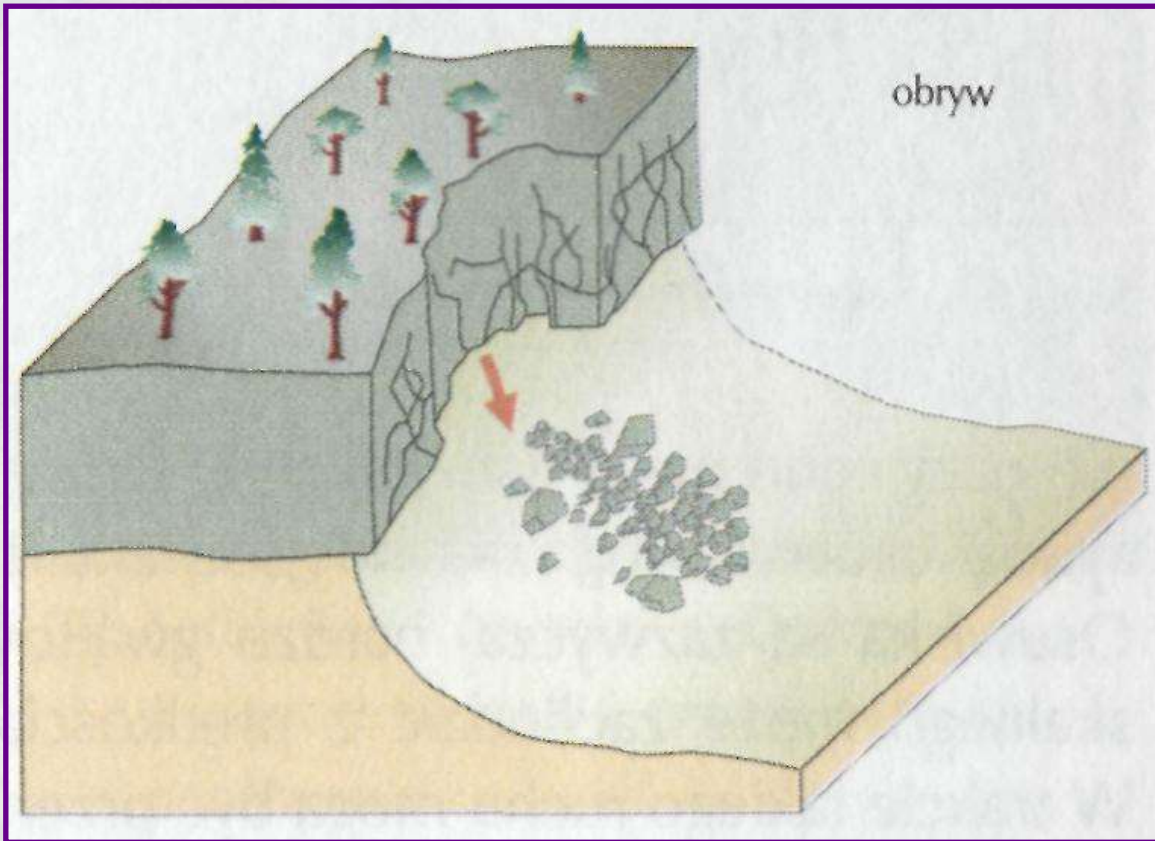
# Rodzaje ruchów masowych





# 1. Odpadanie i obrywy

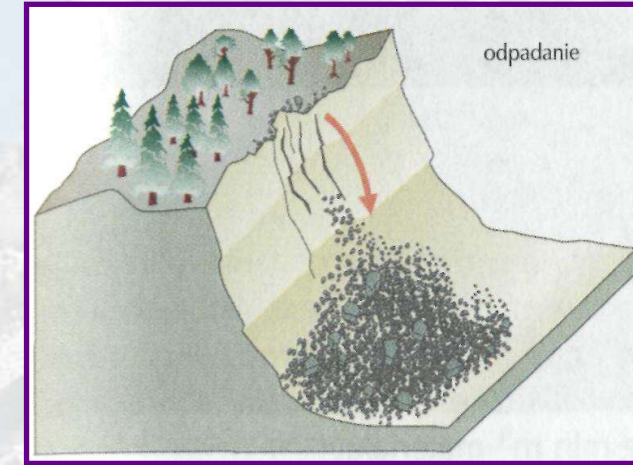
- Mechanizm przemieszczania się materiału podczas **odpadania** i **obrywów** jest zbliżony, a jego istota polega na swobodnym spadku w powietrzu.
  - Także prędkość ruchu jest podobna.
- Rozróżnienie pomiędzy tymi dwoma rodzajami ruchów masowych podkreśla ilość transportowanego jednorazowo materiału skalnego, a pośrednio także częstotliwość występowania zjawiska.





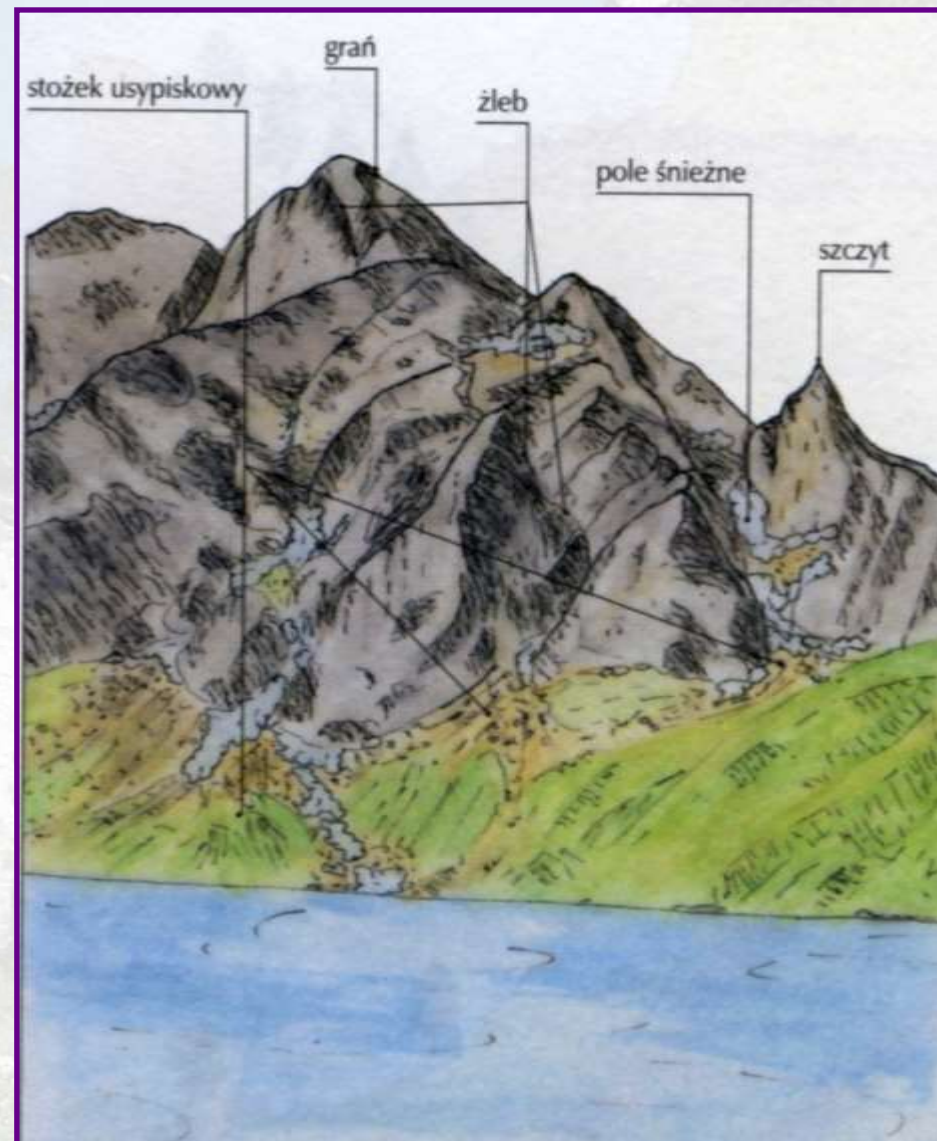
# A. Odpadanie

- **Odpadaniem** – nazywamy swobodny spadek pojedynczych, stosunkowo niewielkich fragmentów skalnych, dokonujący się pod wpływem działania siły ciężkości.
- Odpadanie z pionowych ścian skalnych odbywa się w powietrzu.
- Przy mniejszych nachyleniach ruch ma charakter skokowy:
  - w jego trakcie może zachodzić pękanie na mniejsze fragmenty.
- Prekursorem odpadania jest wietrzenie, prowadzące do osłabienia zwięzłości skały, przede wszystkim do otwierania się spękań:
  - w obszarach wysokogórskich i polarnych głównie jest to wietrzenie mrozowe,
  - w klimacie suchym i ciepłym oraz na klifach nadmorskich – wietrzenie solne.
- Odpadanie, działające w dłuższym okresie, powoduje cofanie się ściany skalnej przy jednoczesnej redukcji jej nachylenia.





# Formy rzeźby górskiej

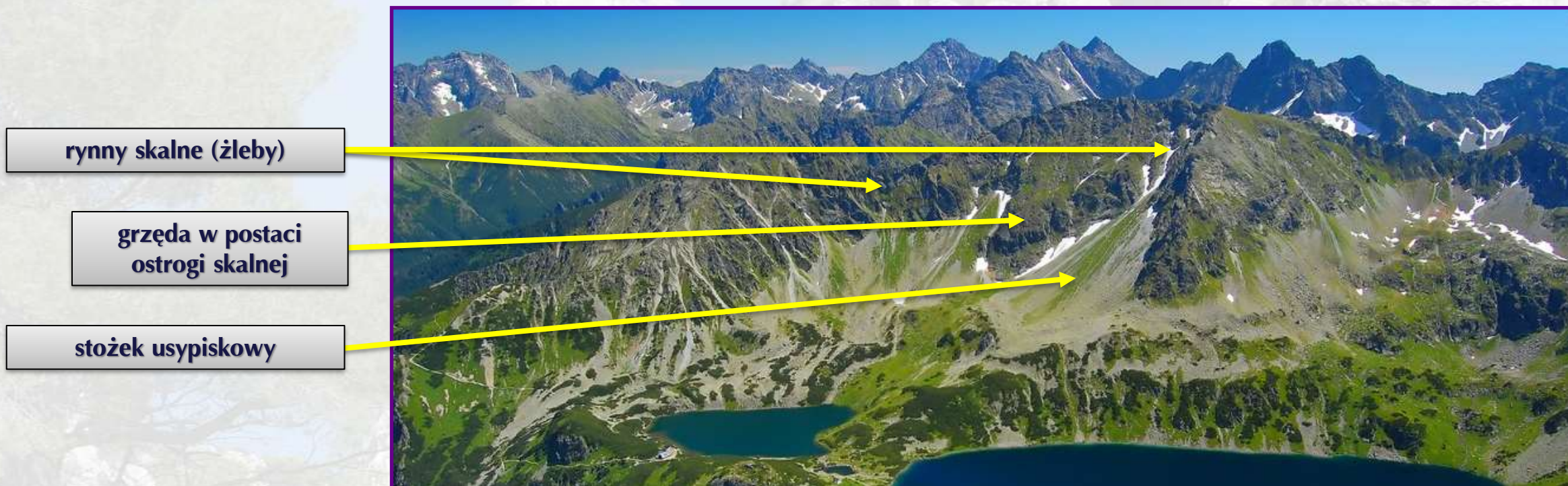


Formy rzeźby górskiej – powstałe głównie w wyniku odpadania: szczyty, granie, skalne rynny – żleby (żleby), rynny zbiorcze, rynny boczne, rynny lawinowe, grzędy, stożki usypiskowe (stożki piargowe).



# Rynny skalne (żleby) i stożki usypiskowe

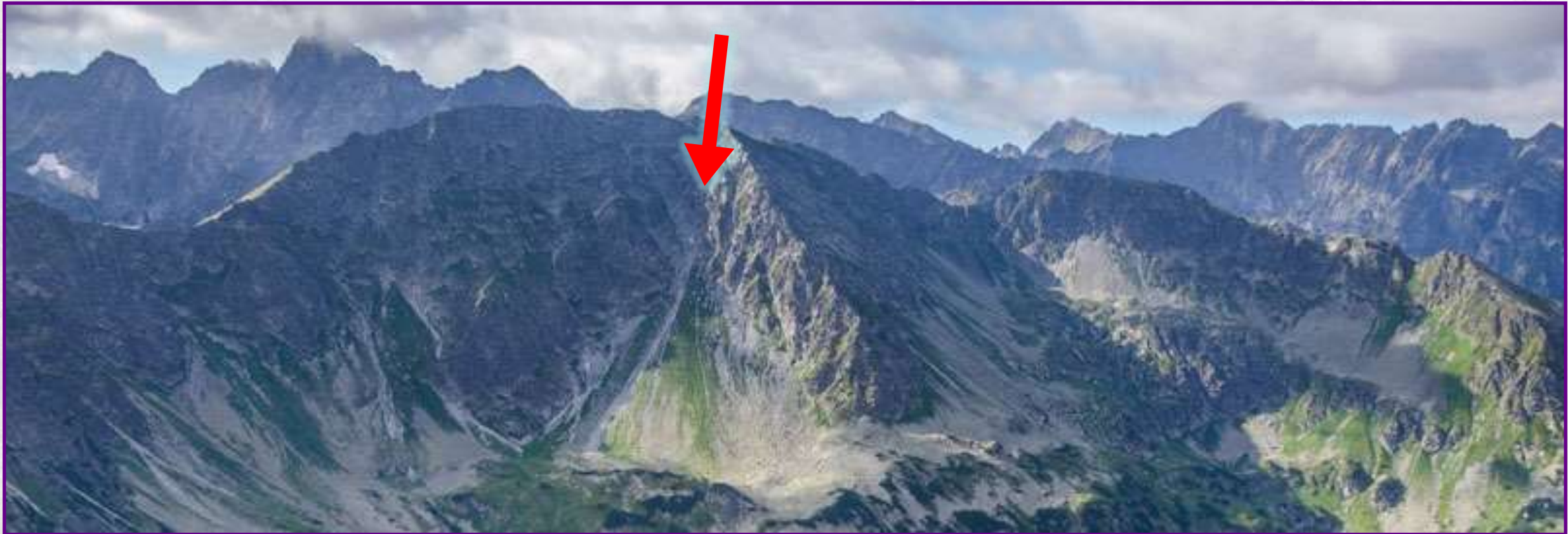
- Odpadający materiał skalny gromadzi się u podnóża stoku, tworząc specyficzne formy akumulacyjne.
- Jeśli przemieszczanie gruzu zachodzi po stałych trasach, którymi są **rynny skalne (żleby)** rozcinające stok, wtedy u ich wylotu tworzą się **stożki usypiskowe**.
  - Są to wachlarzowate w planie usypiska okruchów skalnych różnej wielkości, z wypukłą częścią środkową, o nachyleniu powierzchni około 30-40°.
  - Nachylenie to odpowiada mniej więcej kątowi naturalnego zsypu dla ostrokrawędzistego materiału skalnego.
  - Na stożkach usypiskowych zachodzi segregacja skał ze względu na ich wielkość.
  - Większe fragmenty przemieszczają się dalej i gromadzą się w dolnych częściach stożków.





## Rynny skalne (żleby)

- **Rynny skalne (żleby)** są głębokimi rynnami skalnymi, wyciętymi w ścianach i stokach skalnych.
  - Ich spadziste dna o nachyleniu powyżej  $30^\circ$  opadają urwistymi progami skalnymi, a skaliste zbocza są bardzo strome.
  - Przeważnie mają U-kształtny profil poprzeczny.
  - Znamy żleby pojedyncze, podwójne i systemy żlebów.
    - Ich przebieg nawiązuje do przebiegu szczelin.





# Rynny skalne (żleby), rynny zbiorcze i żleby boczne

- Rozgałęziony system żlebów stanowi **ryna zbiorcza (1)**, do której uchodzą **żleby boczne (2)**.
  - Z biegiem żlebu rośnie jego głębokość i szerokość.
- W pobliżu wylotu żleby rozszerzają się lejkowato, a **grzędy** między nimi mają cechy **ostróg skalnych**.
  - **Grzędy** – mocno wydłużone i spłaszczone formy wypukłe, oddzielające od siebie sąsiadujące żleby (rynny skalne).
- Niszczenie grzęd i ostróg skalnych, postępujące w miarę dojrzewania żlebu, doprowadza do powstania stoku gładkiego.





## Rynny skalne (żleby) – rozwój

- **Żleby** są predysponowane przebiegiem szczelin, głównie pionowych.
  - Wzdłuż szczelin postępuje najszybciej wietrzenie i odpadanie, toteż powstają tu rynny, nieraz o cechach pionowych kominów.
  - Stała i rosnąca dostawa gruzu wietrzeniowego do tych rynien-żlebów i jego przemieszczanie powoduje pogłębianie dna.
  - W pogłębianiu dna bierze udział nie tylko gruz toczący się, zsuwający i podskakujący (saltacja), ale także woda opadowa i roztopowa oraz śnieg sunący w dół pod postacią **lawin**.





# Rozwój żlebów do osiągnięcia profilu płaskodennego i powstania “szczotów”

- Żleby osiągają profil równowagi przy spadku wynoszącym ok.  $30^\circ$ .
  - Przy tym nachyleniu cały materiał dostarczany przez wietrzenie jest odprowadzany i nie następuje ani dalsze rozcinanie, ani zasypywanie żlebów.
- Pod wpływem wietrzenia i odpadania odbywa się natomiast boczne cofanie ścian żlebu, uzyskującego **profil płaskodenny**.
  - Pomędzy płaskodennymi żlebami wznoszą się wówczas i stromościenne grzędy, podlegające dalszemu rozczłonkowywaniu i niszczeniu.
    - To doprowadza do powstania stoków nazywanych **“szczotami”**.
      - Są to stoki o nachyleniu  $30-35^\circ$ , przeważnie już wygładzone, ponad które wznoszą się pojedyncze skałki.
  - Zniszczenie skałek doprowadza do powstania gładkiego stoku dojrzałego o nachyleniu ok.  $30^\circ$ , okrytego cienką pokrywą gruzową.





# Stożki usypiskowe (stożki piargowe w Tatrach)

- Stałe dostarczanie gruzu w miejsce położone poniżej wylotu żlebu prowadzi do powstania **stożka usypiskowego**, nazywanego w Tatrach **stożkiem piargowym**.
  - Stożek piargowy powstaje wskutek gromadzenia się okruchów ostrokrawędzistych poniżej wylotu żlebu.
  - W miarę dostawy żlebem materiału zwietrzelinowego stożek rośnie wprzód, na boki i w górę.
  - Rośnie wskutek rozrzutu i zsypywania gruzu w kierunku, gdzie jego powierzchnia nie osiągnęła jeszcze kąta naturalnego spoczynku.
  - Kąt naturalnego spoczynku w stożkach usypiskowych nie jest jednakowy.
    - Zależy on od jakości okruchów, od ich wielkości, chropowatości, krawędzistości, zawartości części ilastych oraz warunków klimatycznych.
    - Kąt nachylenia rośnie wraz z wielkością, chropowatością i krawędzistością głazów, zwłaszcza krystalicznych.





# Podział stożków usypiskowych

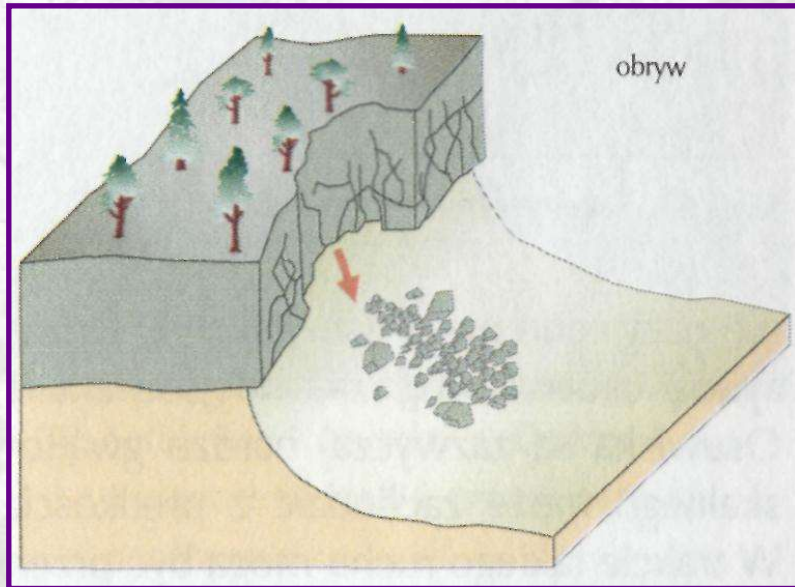
- Stożki usypiskowe dzieli się na:
  - aktywne i pasywne,
  - obecnie rozcinane i przemywane.





## B. Obrywy

- Różnica między obrywem a odpadaniem jest raczej ilościowa niż jakościowa.
- **Obrywanie** – następuje w sytuacji, gdy równocześnie zostaje wprawiona w ruch znaczna objętość materiału (duże fragmenty skał ulegają oberwaniu od skały i przemieszczają się głównie w powietrzu pod wpływem siły ciężkości).
  - Obrywy powstają zwykle w miejscach podciętych przez rzekę, fale morskie, lodowiec lub działalność człowieka.
  - Taki ruch mas skalnych dotyczy **nie tylko stoków zbudowanych ze skał zwięzłych (np. występujących w górach)**.
  - Obrywanie może zachodzić również w obrębie podcinanych stoków **w utworach słabo skonsolidowanych, np. w piaskach, żwirach i glinach lodowcowych**.
  - Przykładem mogą być obrywy na **klifach** na polskim wybrzeżu Bałtyku.





# Cechy obrywów



- Zapisem obrywów w rzeźbie skalnego stoku są **odslonięte powierzchnie oderwania**,
  - często wyróżniające się **gładkością**,
  - **jasną barwą** niezmienną przez procesy wietrzeniowe,
    - brakiem drobnej rzeźby wietrzeniowej.
- W niższej części stoku lub u jego podnóża zalega w chaotyczny sposób:
  - **rumowisko bloków, głazów i drobniejszego materiału**.
- Pojedyncze **bloki mogą przekraczać 20 m długości**, między nimi występują liczne próżnie, niekiedy o charakterze **jaskiń rumowiskowych**.





# Przyczyny obrywów

- Przyczyny obrywów są różne i podobnie jak w przypadku innych ruchów masowych można je rozpatrywać w podziale na dwie grupy czynników.

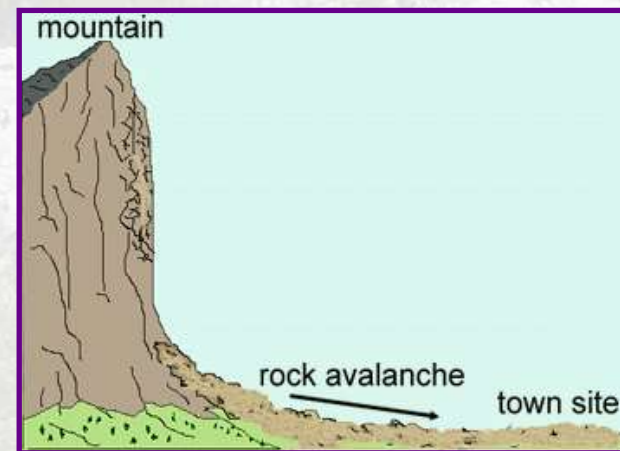
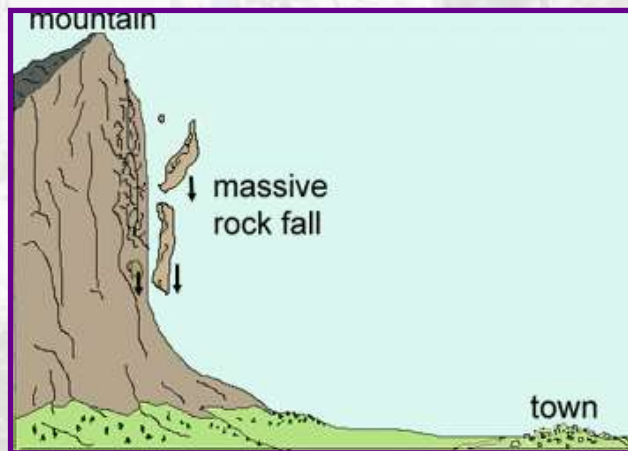
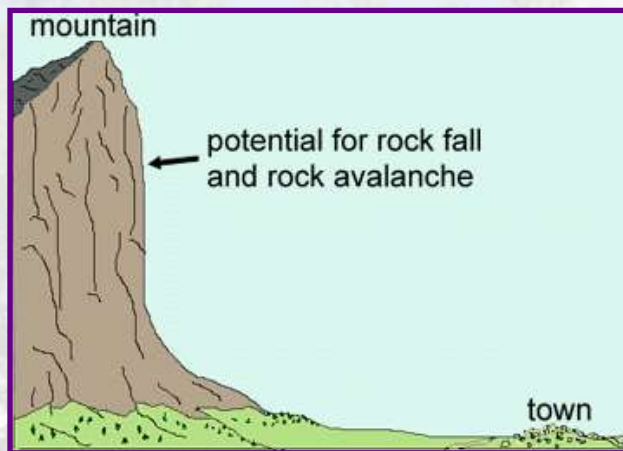
**A. czynniki przygotowujące** – zalicza się do nich przede wszystkim **stan naprężeń w górotworze**.

- Ściany skalne są poddane znacznym naprężeniom rozciągającym, co sprzyja otwieraniu spękań równoległych do powierzchni stoku i utracie stabilności.
- Na zmniejszenie wytrzymałości wpływają także procesy wietrzeniowe (osłabiają skałę, dodatkowo korzenie powiększają szczeliny) oraz obecność wody w spękaniach (zamarzająca woda może rozsadzać skały).

**B. czynniki spustowe** – to często **wstrząsy sejsmiczne, wyjątkowe zdarzenia natury meteorologicznej i klimatycznej** (np. krótki okres ze znacznymi opadami), oddziaływanie i działalność człowieka (np. nagłe drgania spowodowane ruchem samochodowym, czy nawet chwilowe dociążenie skały przez turystów),

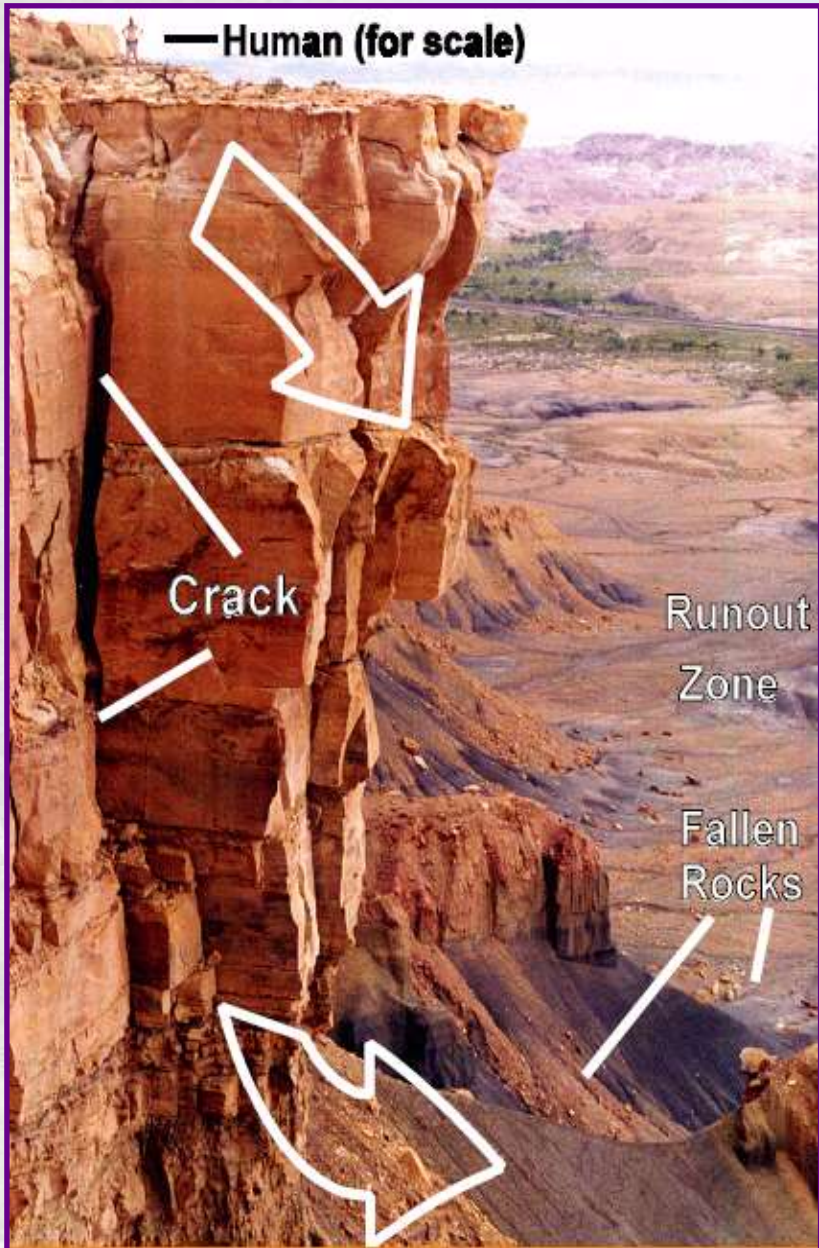
- ale do obrywów **może dojść także w “normalnych” warunkach**, jeśli tylko w efekcie długotrwałej kumulacji naprężeń w ośrodku skalnym dojdzie do przekroczenia granicy wytrzymałości.

- Skały masywne są bardziej predysponowane do obrywów niż skały silnie spękane, w których ciągłe odpadanie małych fragmentów nie pozwala na nadmierną kumulację naprężeń rozciągających.





# Przyczyny obrywów

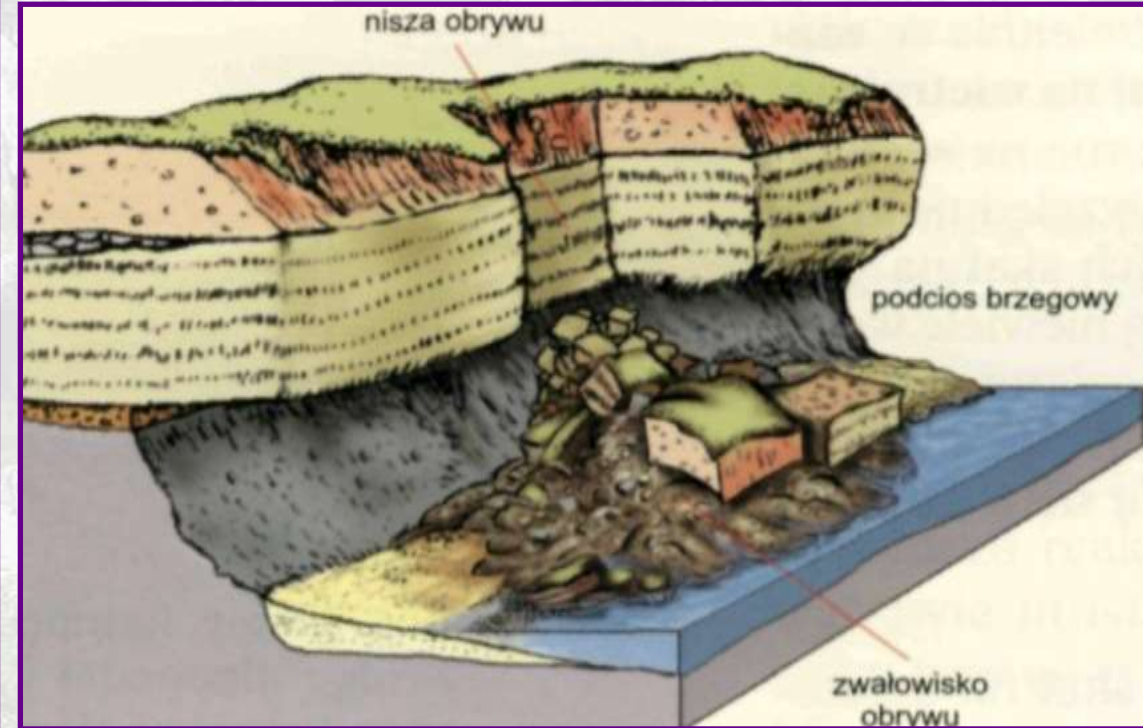


**Obrywy bardzo często obserwujemy na zboczach w których wybudowano drogi.**  
W tym celu konieczne było lekkie podcięcie stoku i zrobienie "stopnia poziomego na drodze"; sam ruch samochodów powoduje drgania, spaliny przyspieszają wietrzenie skał i niszczą roślinność rosnącą w pobliżu).



# Obryw na urwisku nadbrzeżnym

- Obrywy nie towarzyszą jedynie terenom “górzystym”.
- Powszechnie występują one wzdłuż wybrzeży wysokich, rozwiniętych zarówno w skałach litych, jak i nieskonsolidowanych.
- Czynnikiem przygotowującym w tym przypadku będzie głównie wietrzenie solne, biologiczne (głównie korzenie roślin) i chemiczne oraz niszcząca działalność morza (abrazja – erozja morska).





## Częstotliwość obrywów w różnych rodzajach skał

- W skałach litych (np. występujących w górach) obrywy zachodzą znacznie rzadziej niż w skałach słabo skonsolidowanych (występujących np. w obrębie klifów).
- Za to często w skałach litych w jednej chwili bierze udział większa masa skał.
  - Jednak w dłuższym okresie czasu waga całkowita skał podlegająca obrywom będzie dużo większa w przypadku skał słabo skonsolidowanych.





## C. Lawiny kamienne

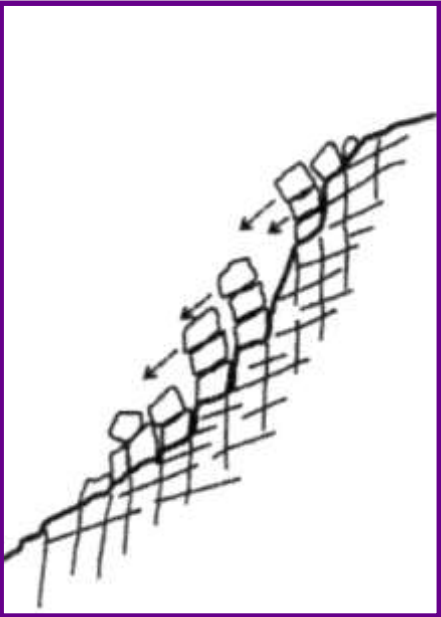
- **Lawiny kamienne** – powstają wskutek ponownego wprawienia w ruch w dół stoku materiału skalnego pochodzącego ze wcześniejszego obrywu lub odpadania, zgromadzonego w postaci bezładnego rumowiska.
- Z ruchem tym mamy do czynienia przy małym nachyleniu stoku, już w warunkach kontaktu z powierzchnią terenu.
  - Przemieszczający się materiał to w większości **bloki i głazy skalne** poruszające się **w chmurze piasku i pyłu, bez udziału wody**.
- Są one powszechne w wysokich górach tj. Andy, Himalaje, Tienśzan, Kaukaz, Alpy.





## D. Przewracanie

- **Przewracanie** – jest rodzajem ruchu masowego zajmującego pozycję przejściową pomiędzy obrywem a osuwiskiem.
- Jego istotą jest upadek wąskiego, ale wysokiego skalnego bloku lub kolumny połączony z jego rotacją wokół podstawy,
  - tak że górna część kolumny wykonuje ruch w powietrzu, natomiast podstawa nie traci kontaktu z podłożem.





## 2. Osuwiska



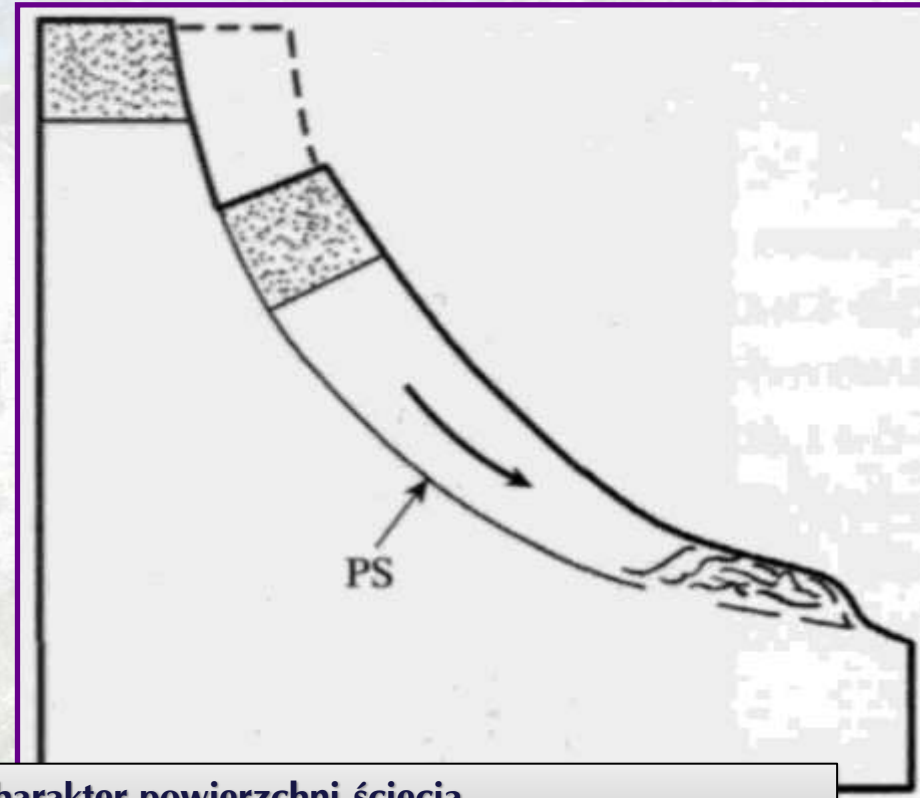
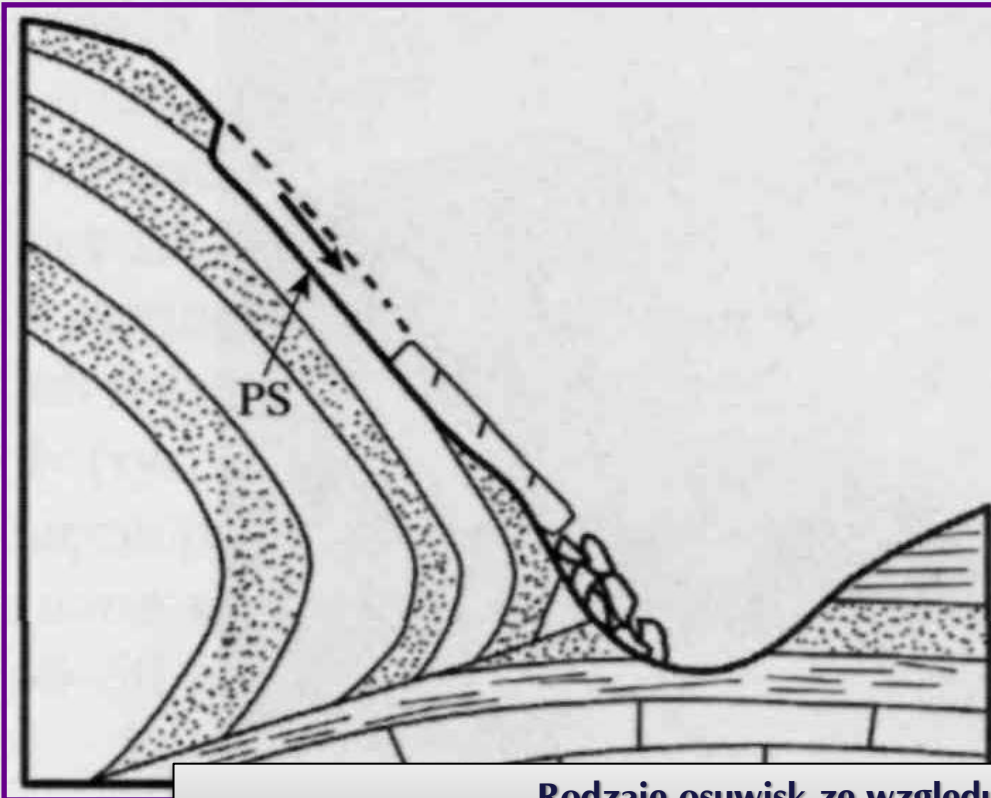
- **Osuwiska** – są to przemieszczenia mas skalnych w warunkach stałego kontaktu z podłożem, odbywające się wzdłuż wyraźnej **powierzchni poślizgu**, zwanej też **powierzchnią ścięcia**.
  - Obecność tej powierzchni implikuje skokową redukcję prędkości na granicy pomiędzy materiałem przemieszczanym a podłożem, co stanowi jedną z różnic między **osuwiskami** a **spływami**.
  - Osuwiska najlepiej rozwijają się w strukturach słabo skonsolidowanych, tuż po dużych opadach deszczu (powoduje to wzrost ciężaru warstw skalnych, połączony z ich uplastycznieniem).
  - Powstawaniu osuwiska sprzyja także prowadzenie przez człowieka niewłaściwej gospodarki:
    - niszczenia roślinności,
    - sztuczne zwiększanie obciążenia na stoku (budowanie na nich domów),
    - wzbudzanie wibracji (roboty ziemne, transport),
    - eksploatacja surowców mineralnych (zwłaszcza metodą odkrywkową).





# Rodzaje osuwisk ze względu na charakter powierzchni ścięcia

- Osuwiska mogą być klasyfikowane według różnorodnych kryteriów.
- Podstawowym jest geometryczny charakter powierzchni ścięcia:
  - **osuwiska translacyjne (ześlizgowe)** mają planarne powierzchnie ścięcia, na ogół równoległe do stoku,
  - **osuwiska rotacyjne (obrotowe)** mają powierzchnię ścięcia o charakterze zakrzywionym, która jest bardziej stroma w swojej górnej części.

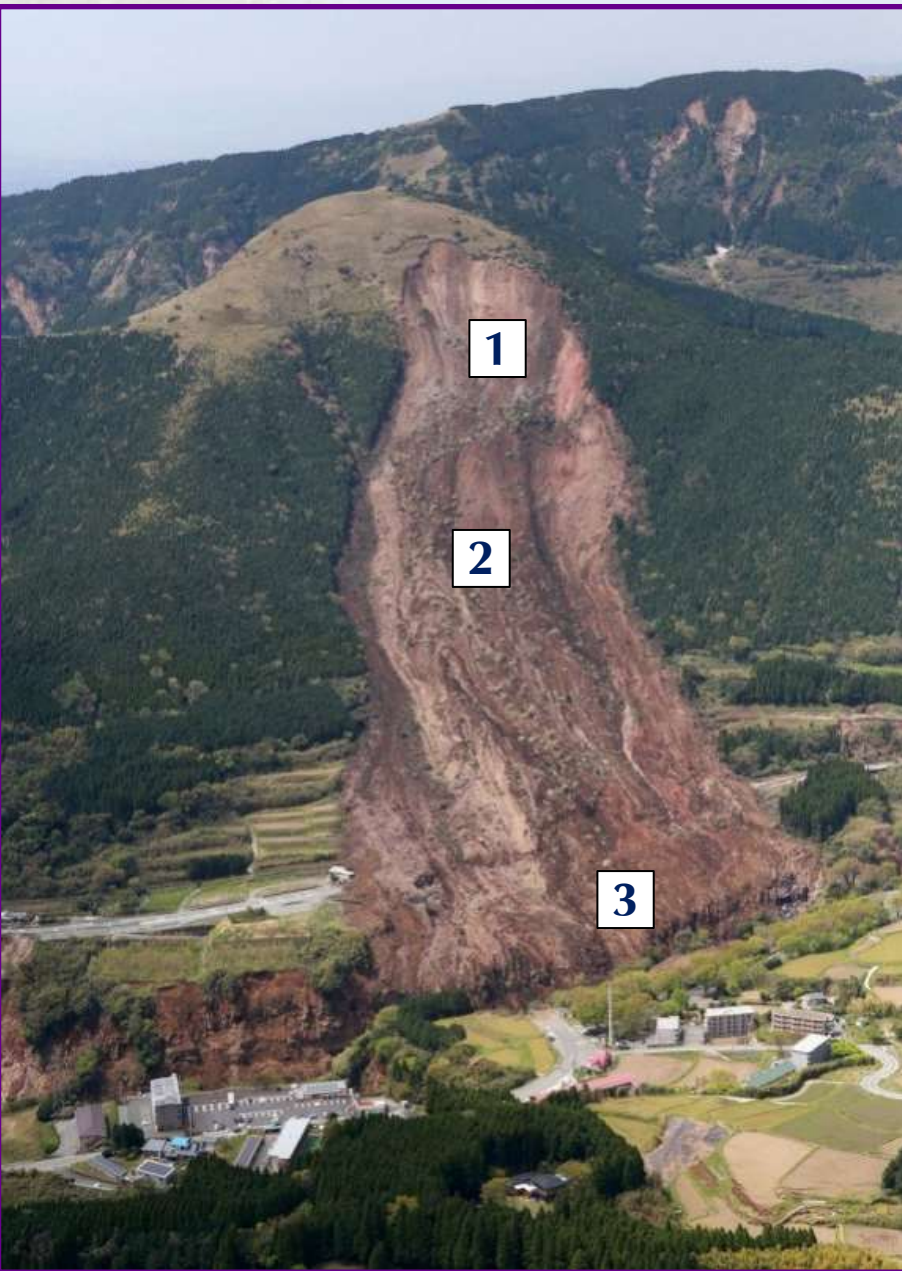


Rodzaje osuwisk ze względu na charakter powierzchni ścięcia.  
Po lewej: osuwisko translacyjne (ześlizgowe) i po prawej: osuwisko rotacyjne (obrotowe).



# Budowa osuwiska: nisza osuwiskowa

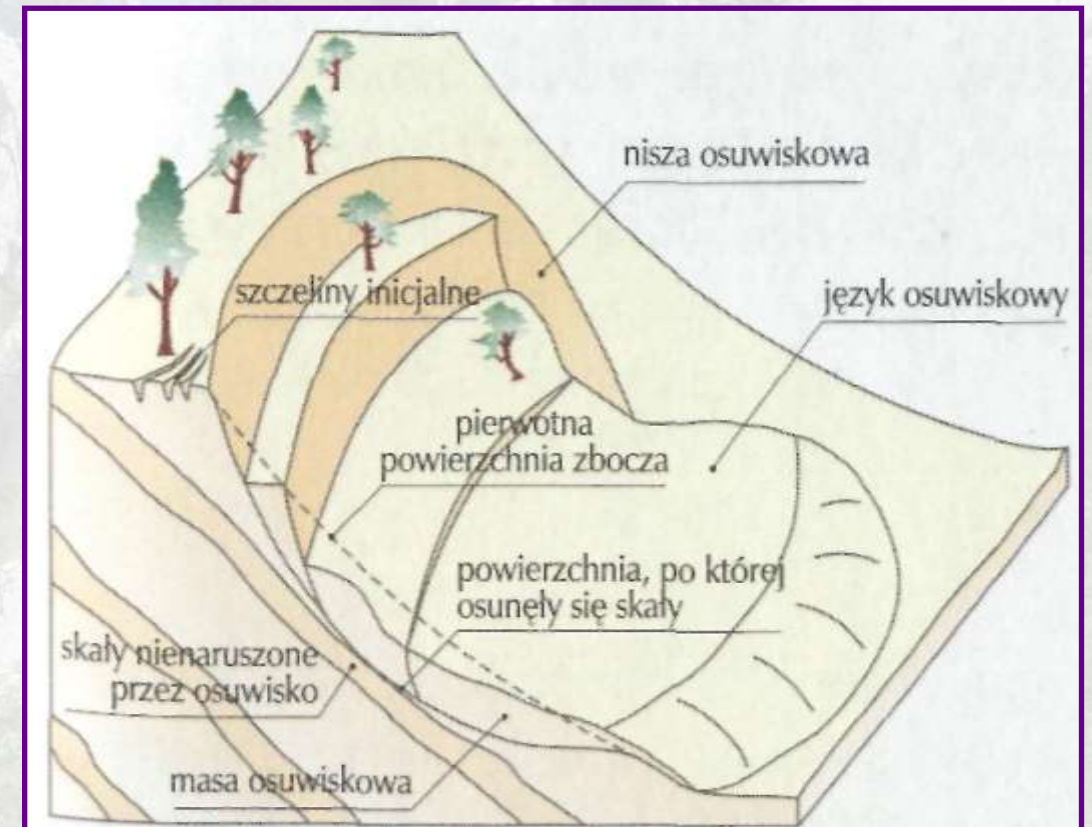
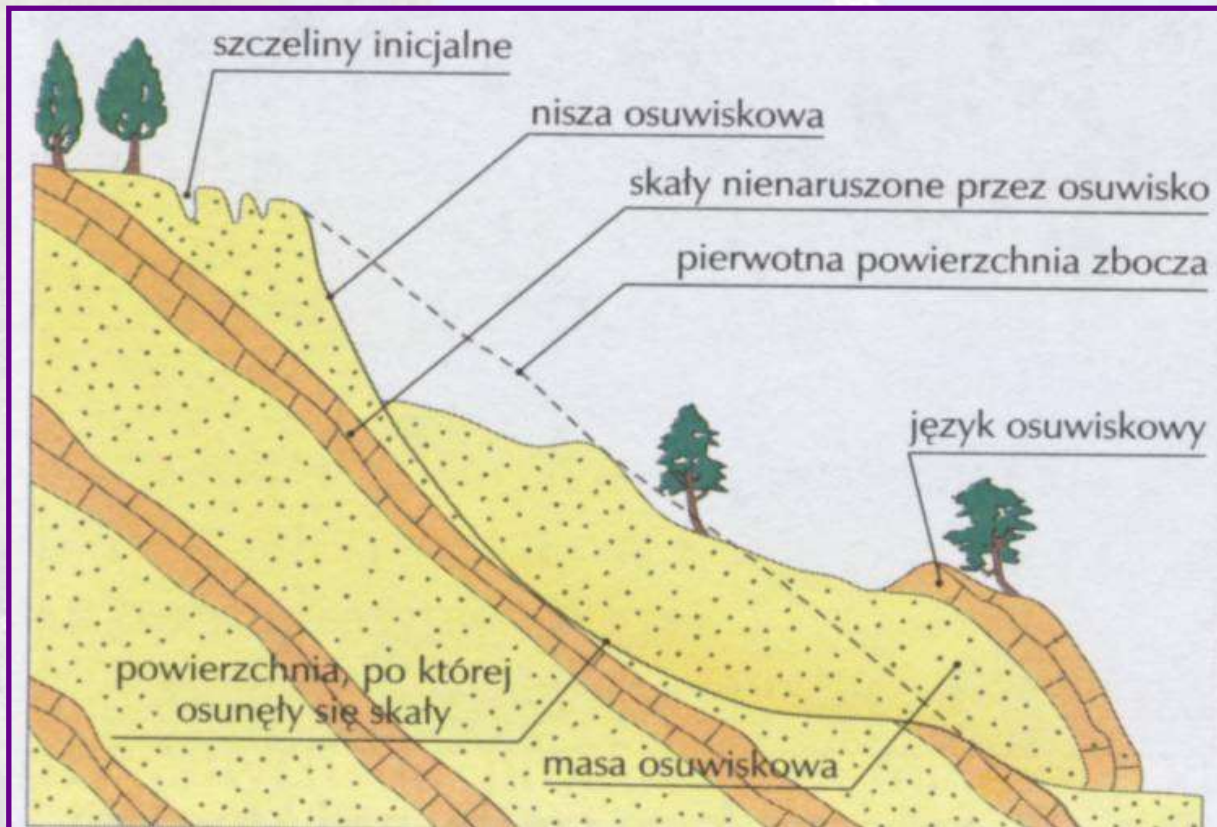
- Różnorodność osuwisk sprawia, że zróżnicowane są także formy rzeźby powstałe w wyniku osuwania.
- Elementem charakterystycznym większości osuwisk jest **nisza osuwiskowa** (1) (inaczej **amfiteatr osuwiskowy**), czyli obszar, w którym wskutek uruchomienia pakietów skalnych nastąpił ubytek masy.
  - W rzeźbie stoku jest w tym miejscu widoczne mniej lub bardziej wyraźne obniżenie.
- Przemieszczający się **rynną osuwiskową** (2), materiał skalny kierowany jest w dół stoku u podnóża którego tworzy **jęczor osuwiskowy** (3).
- Rzeźbę obszaru, w którym zatrzymały się przemieszczone pakiety, trudno odpowiednio opisać jednym określeniem ujmującym całe bogactwo form.





## A. Osuwiska translacyjne (ześlizgowe)

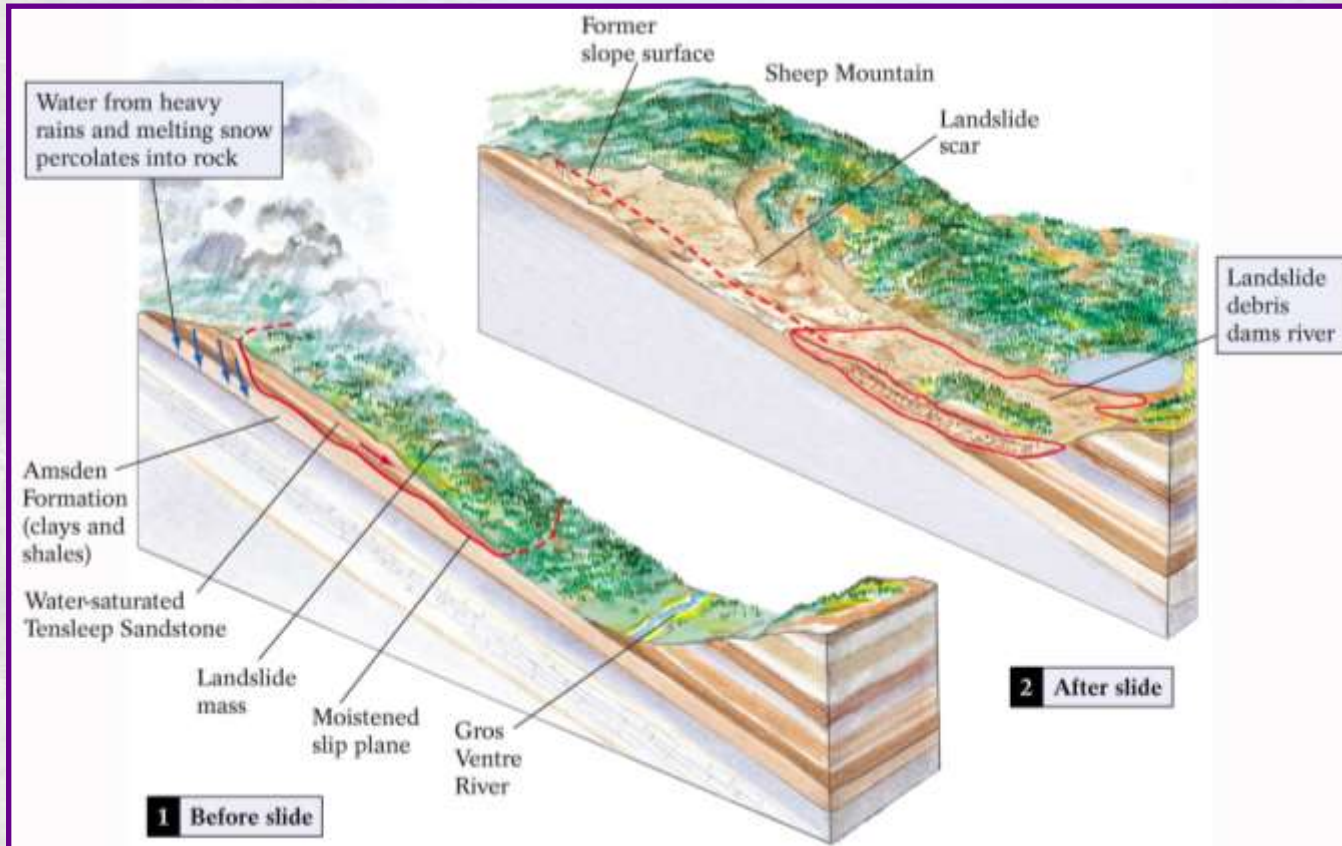
- Główną cechą wewnętrzną **osuwiska translacyjnego (ześlizgowego)** jest obecność planarnej powierzchni poślizgu.
- W stosunku do nachylenia powierzchni stoku jest ona najczęściej nachylona pod nieco mniejszym kątem, co pozwala na swobodny ześlizg pakietu skalnego.
- Powierzchnie poślizgu są powierzchniami strukturalnymi, co oznacza, że ich przebieg jest zdeterminowany budową geologiczną – ześlizg dokonuje się zatem po już istniejących w górotworze powierzchniach nieciągłości.
  - Mogą nimi być powierzchnie spękań, granice ławic w obrębie jednego typu skały, granice litologiczne, powierzchnie uskokowe i nasunięciowe.





# Osuwiska translacyjne (ześlizgowe) – warunki powstawania

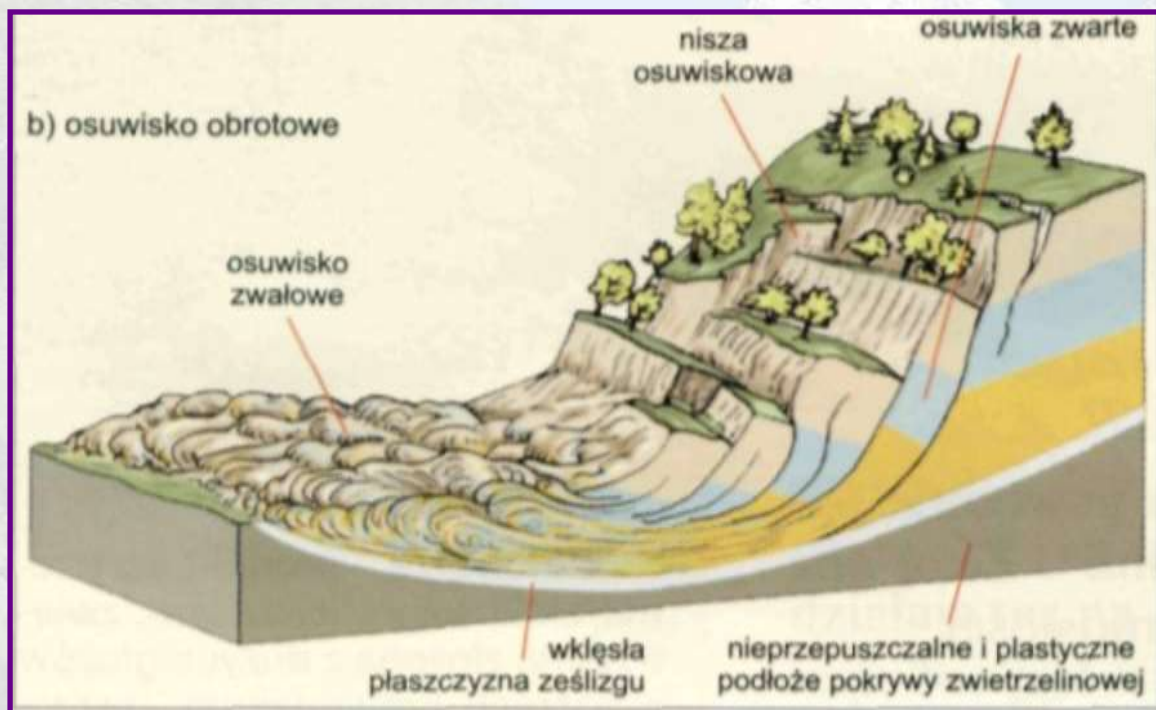
- **Osuwisko translacyjne (ześlizgowe)** rozwija się na niemal płaskiej powierzchni poślizgu.
- Opady deszczu przyczyniają się do wzrostu ciężaru warstw skał oraz ich uplastycznienia.
- Poślizg następuje w ciągłym kontakcie sąsiadujących z sobą warstw skał (po powierzchni poślizgu).
- Skutkiem osuwisk translacyjnych jest niemal brak mieszania kolejno na sobie zalegających warstw skalnych,
  - warstwy leżące wyżej od innych po osunięciu leżą zwykle w tej samej pozycji w pionie.





# Osuwisko rotacyjne (obrotowe)

- **Osuwisko rotacyjne (obrotowe)** odróżnia od osuwisk translacyjnych charakter powierzchni poślizgu (nie ma w nich powierzchni strukturalnych, pełniących rolę poślizgu) i brak w ich obrębie rynny osuwiskowej.
- **Powierzchnia poślizgu jest zakrzywiona i wklęsła**, stopniowo zmniejszając nachylenie wraz z głębokością.
- Szczególnie predysponowane są grube serie skał słabo skonsolidowanych.
- Sprzyja im zaleganie sztywnego kompleksu skalnego (np. piaskowców, wapieni, law bazaltowych) na plastycznych iłach bądź mułowcach.
- Pod naciskiem nadkładu w skałach podatnych tworzy się zakrzywiona powierzchnia ścięcia, a przemieszczeniu w formie zwartych pakietów podlegają także skały wyżej leżące.





### 3. Spływy



- **Spływy** – obejmują szybkie przemieszczanie się w dół stoku mocno nasiąkniętego wodą, nieskonsolidowanego i uplastycznionego materiału skalnego.
- Istotą spływu jest taki ruch materiału, w którym odkształcenie jest ciągłe, nieodwracalne i prowadzi do całkowitej zmiany pierwotnej struktury.
  - Poszczególne ziarna mineralne przemieszczają się indywidualnie, a przestrzenie pomiędzy nimi wypełnione są wodą lub powietrzem.
  - Spływy są przemieszczeniami zachodzącymi z dużą prędkością, przynajmniej kilku metrów na sekundę, a pokonywane odległości mogą wynosić nawet kilkanaście kilometrów.
  - Stanowią one znaczne zagrożenie dla ludzi i obiektów infrastruktury.

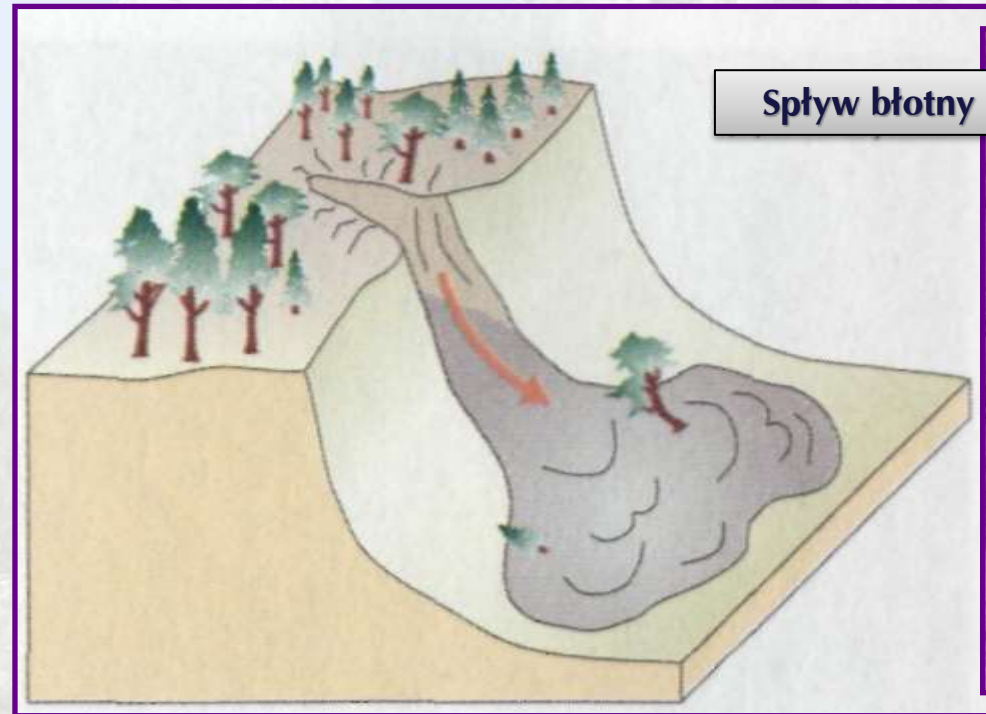
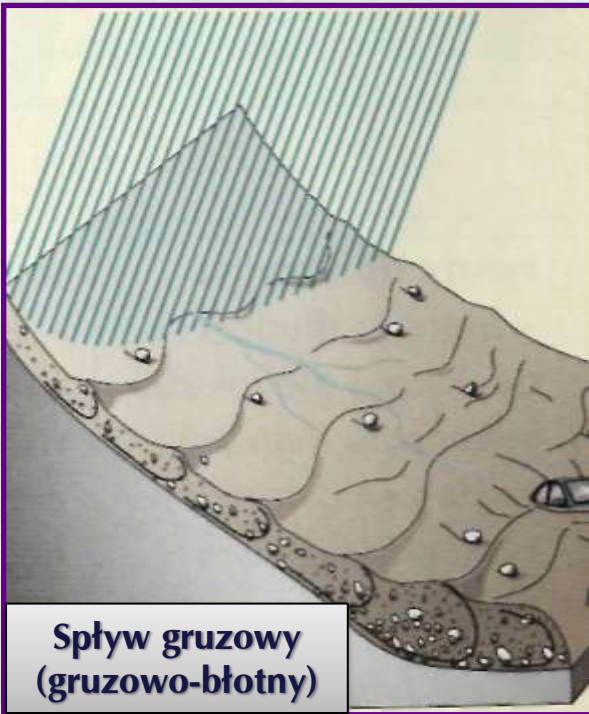


Spływy powstają często w wyniku **działalności antropogenicznej**: wylesiania stoków, niewłaściwego użytkowania górskich pól i łąk, prowadzenia prac górniczych (powodują wibracje), pożarów (niszczących roślinność). Są one także wywoływane w wyniku **naturalnych procesów**: nawałnych deszczów, trzęsień ziemi, gwałtownego topnienia śniegu lub lodowców (dostarczają duże ilości wody).



# Rodzaje spływów

- W zależności od wielkości przenoszonego materiału skalnego spływy są dzielone na:
  - gruzowe (gruzowo-błotne)** – w trakcie których jest transportowany materiał gruby, nierzadko nawet wielkie ponad 1-metrowe bloki, ale w poruszającej się masie znajduje się również materiał znacznie drobniejszy,
    - spływ taki przemieszcza się stosunkowo szybko (ale wolniej niż błotny!), powodując często burzenie wszystkiego co tylko napotka na swojej drodze (szczególnie niszczycielsko oddziałują większe głazy);
  - błotne** – w którym następuje przemieszczanie materiału znacznie drobniejszego (głazy i gruz będą praktycznie nie obecne),
    - spływ taki będzie przemieszczał się z większą prędkością i na większą odległość.





# Spływy błotno-gruzowe i gruzowo-błotne (w tym: mury, siele i debris flow)

- **Spływy błotno-gruzowe i gruzowo-błotne** – występują w obrębie długich, wysokogórskich stoków w wielu regionach świata i potrafią one przenosić w stałym kontakcie z podłożem wielkie bloki skalne o średnicy do 1,5 m:
  - w **Alpach** spływy takie nazywamy **murami** (spolszczenie niemieckiego terminu die Mure),
  - na Kaukazie – nazwano je **sielami**,
  - w krajach anglojęzycznych – **debris flow**.



Mury w Alpach (na zdjęciach widoczne rynny murowe kończące się stożkami murowymi)





## Lahary (spływ popiołowy)

- **Lahary** – występują w przypadku spływów zachodzących na stożkach wulkanicznych, niezależnie od wielkości transportowanego materiału (luźne materiały wulkaniczne są mocno przepojone wodą i ulegają spływom).
- Zwykle przemieszczają się one wzdłuż linii rozcięć erozyjnych na stokach stożków, osiągając znaczne prędkości do 150 km/h i docierając daleko poza strefę wulkaniczną.
- Spływ ze stoków wulkanu Nevado del Ruiz w Kolumbii w 1985 r., który przyniósł zagładę miastu Armero zabijając ponad 23 tys. ludzi, pokonał odległość ponad 60 km.

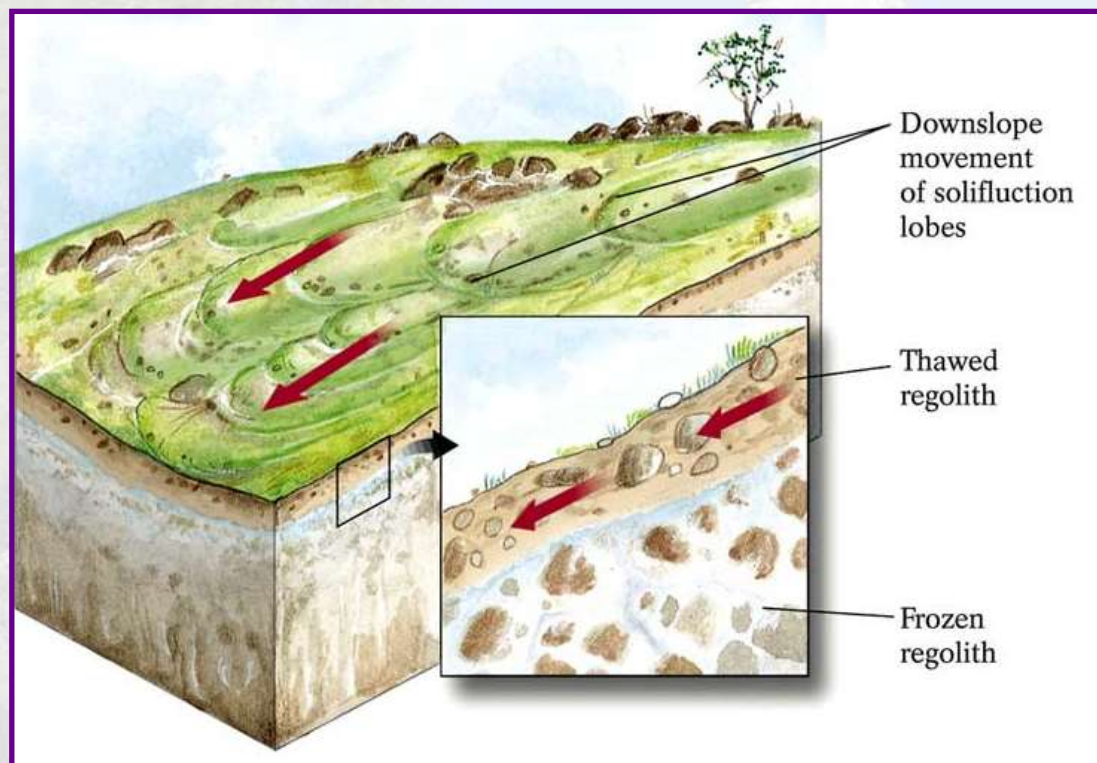


Lahar po erupcji Saint Helens w 1982 roku.



## 4. Soliflukcja (geliflukcja) (spęzywanie mrozowe)

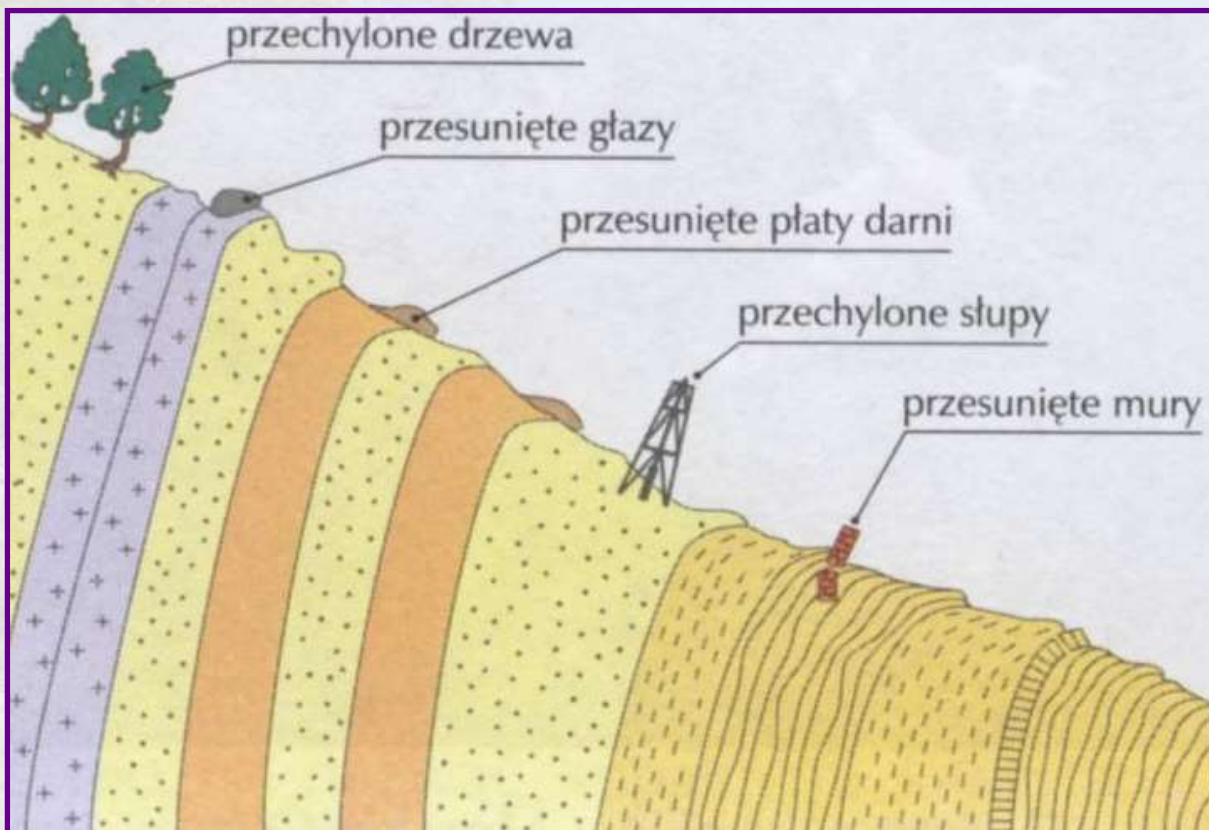
- **Soliflukcja (geliflukcja) (spęzywanie mrozowe)** – to powolne spływanie przesyconego wodą gruntu w dół stoku.
- Soliflukcji w środowisku sprzyja obecność rozmarzającej w lecie przypowierzchniowej warstwy wieloletniej zmarzliny (zjawisko to występuje w środowisku klimatu zimnego – peryglacjalnego).
  - Przemieszczanie warstwy czynnej zmarzliny następuje po powierzchni nadal zamrożonej.
  - Ze zjawiskiem soliflukcji są związane tzw. **wędrujące bloki**, czyli duże głazy i bloki pasywnie transportowane w obrębie warstwy soliflukcyjnej.
  - Niekiedy przemieszczają się one szybciej niż otoczenie, pozostawiając za sobą podłużną bruzdę, natomiast przed nimi tworzy się spiętrzenie ziemne.





## 5. Spęzywanie (pełzanie gruntu)

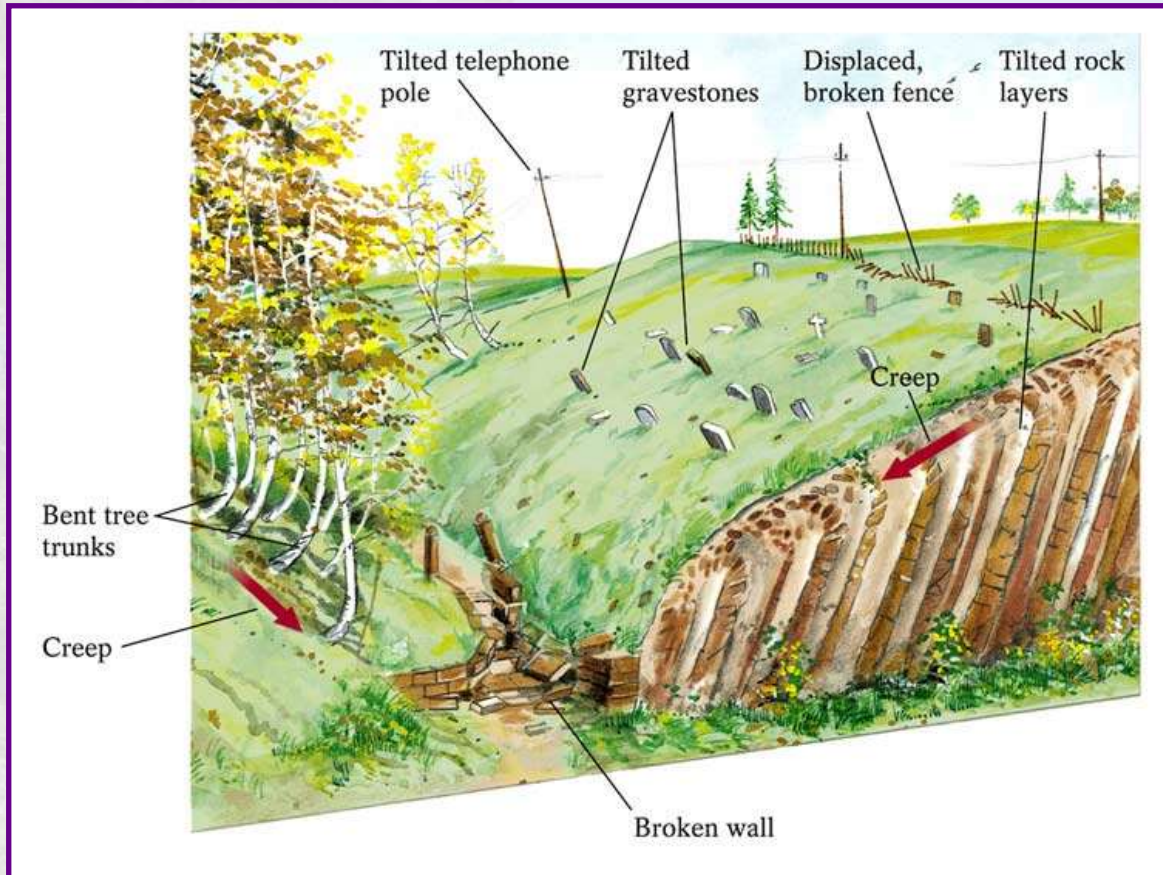
- **Spęzywanie (pełzanie gruntu)** – jest najwolniejszym i najmniej efektywnym wśród grawitacyjnych ruchów masowych, jednak praktycznie stałe występowanie na całej powierzchni stoku powoduje, że jego efektów nie można lekceważyć.
- Mechanizm pełzania jest najczęściej przedstawiany jako suma drobnych ruchów ziaren mineralnych po zygzakowatej drodze, wynikających z okresowych zmian objętości przypowierzchniowej warstwy gruntu.





# Skutki spęływania (pełzania gruntu)

- Skutki spęływania zaobserwować możemy dopiero po wielu latach, w postaci:
  - wygiętych drzew,
  - przesunięć infrastruktury technicznej (np. słupów energetycznych, które ulegają pochyleniu)
  - przemieszczenia obiektów naturalnych (głazów) lub antropogenicznych (nagrobki).



Spęływanie – efekty w postaci wygiętych drzew

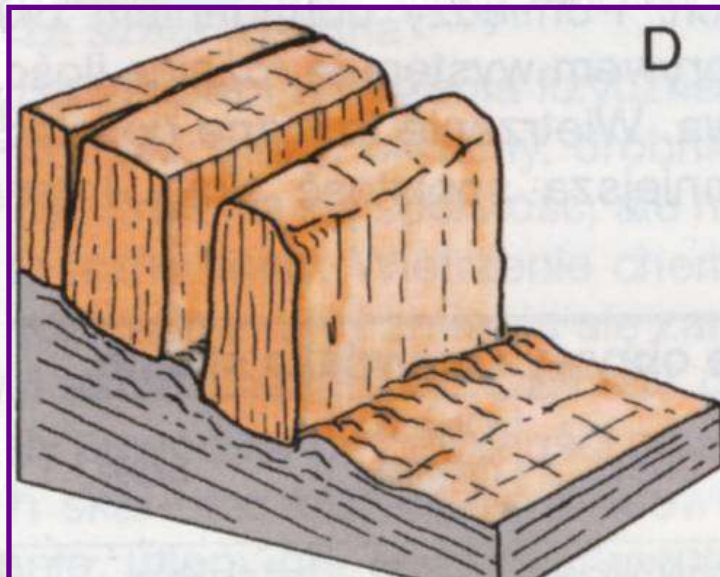


## 6. Osiadanie (subszydencja)

- **Osiadanie (subszydencja)** powierzchni ziemi – może być traktowane jako specyficzna odmiana ruchów masowych, kiedy przemieszczenie odbywa się wyłącznie w pionie, a składowa pozioma ruchu jest zerowa.
- Przyczyny osiadania mogą być naturalne, antropogeniczne lub kombinowane.
  - W warunkach naturalnych osiadanie jest szczególnie typowe w obszarach zbudowanych ze skał rozpuszczalnych, gdzie rozwija się rzeźba krasowa.
  - Rozrost próżni podziemnych na małych głębokościach prowadzi do ich stopniowego lub nagłego wypełnienia materiałem skalnym leżącym wyżej, czego skutkiem będzie powstanie niecek lub zapadlisk na powierzchni.
  - Podobne efekty, ale na mniejszą skalę, są związane ze zjawiskiem sufozji.
- Do osiadania dochodzi także, gdy sztywne, ale spękanе warstwy skalne zalegają na plastycznym podłożu.



Konsekwencje osiadania



Osiadanie bloków na plastycznym podłożu



Konsekwencje osiadania



# *Tempo osiadania*

- Tempo osiadania jest zróżnicowane, od bardzo wolnego do nagłego powstania głębokich zapadlisk, czego skutki bywają nierzadko tragiczne.
- Konsekwencją osiadania jest obniżenie powierzchni, które może mieć różny zasięg, nawet obejmując setki kilometrów kwadratowych.
- Głębokość osiadania jest zróżnicowana, od mniej niż 1 m do kilkudziesięciu metrów w przypadku wielkich nagłych zapadlisk.



Skutki osiadania





# KONIEC



**Materiały pomocnicze do nauki**  
**Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)**

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

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**  
**- KOPIOWANIE ZABRONIONE -**