

# Fyzická geografie

*Podzim 2012*

**Z0026/4 – čtvrtek 15 – 15.50, Z4**

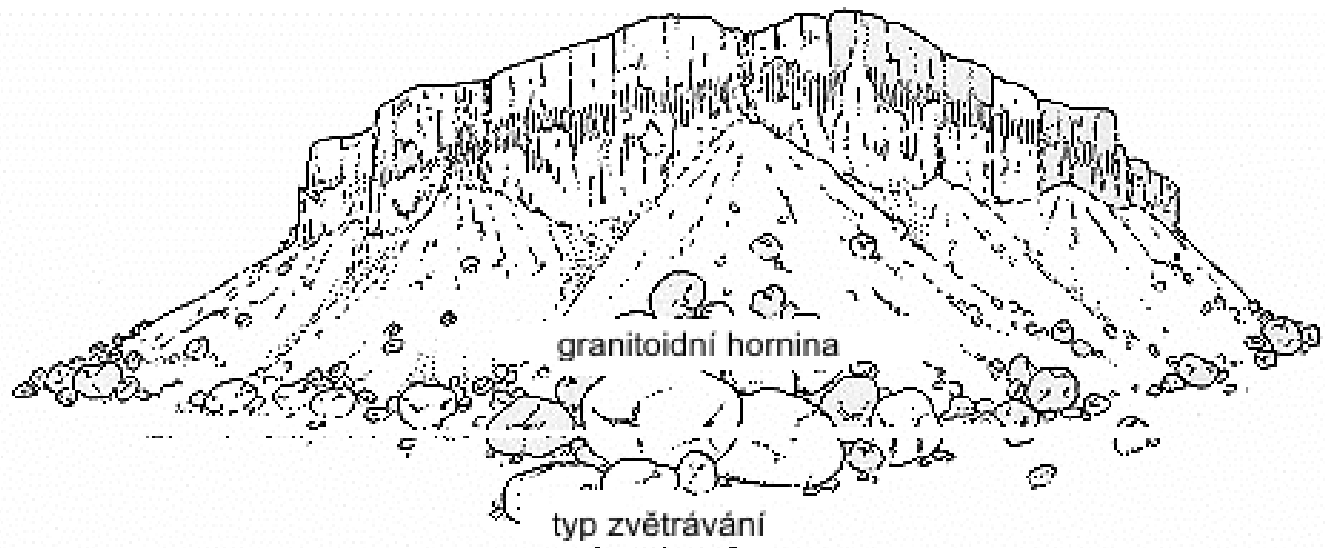
**Z0026/6 – čtvrtek 16 – 16.50, Z3**

**Mgr. Ondřej Kinc**

*[kinc@mail.muni.cz](mailto:kinc@mail.muni.cz)*

# Úvod

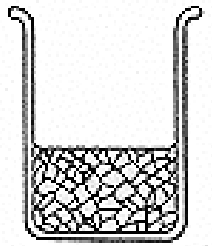
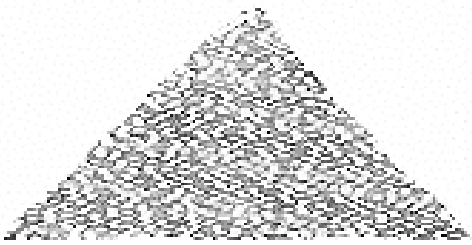
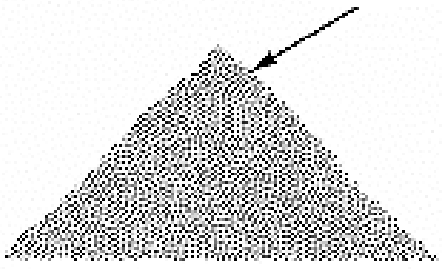
- *zvětrávání* = termín zastřešující všechny procesy vedoucí k fyzikálnímu rozpadu a chemickému rozkladu hornin nacházejících se v blízkosti zemského povrchu.
- *zvětrávání* probíhá **fyzikální, chemickou a biologickou cestou**
- *svahové pohyby* = pohyb půdy, zvětralin, nebo skalního podloží dolů po svahu účinky gravitace.
- **Eroze** = odnos zvětralin nebo pevných skalních hornin vodou, větrem nebo ledovci.



fyzikální zvětrávání

rozpuštění

chemické zvětrávání

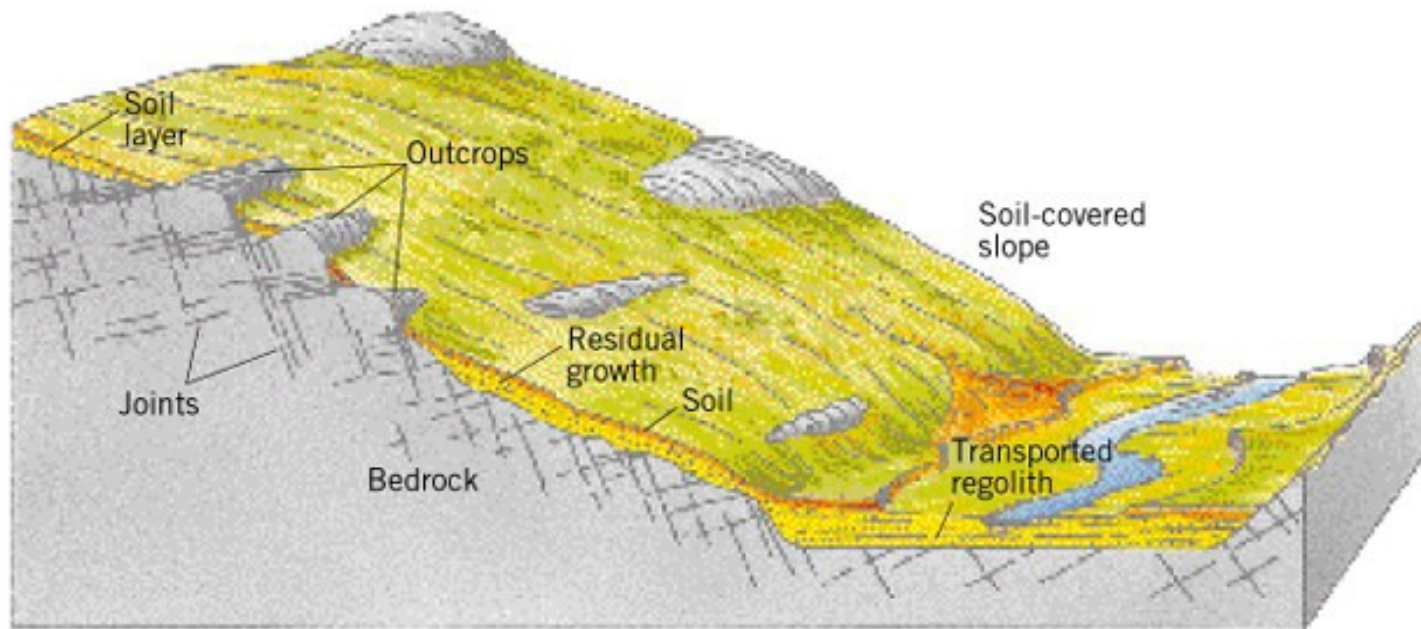


# Svahy a zvětraliny\_1

- *svah* = část zemského povrchu ukloněná vůči horizontální; svahy se vymezují od sklonu 2°, plochy o sklonu 0 – 2° se klasifikují jako .....
- většina svahů je pokrytá vrstvou zvětralin – tzv. *zvětralinovou kůrou* či *zvětralinovým pláštěm (regolithem)*
- *regolith* = svrchní vrstva zemské kůry o mocnosti několik dm až desítek m která se zčásti odlišuje svým složením od podložních vrstev – rozdíly jsou způsobeny přeměnou hornin působením různých zvětrávacích procesů
- v podloží regolithu se nachází nezvětralá hornina označovaná jako *skalní podloží*; skalní horniny vystupují z regolithu v podobě *skalních výchozů*

# Svahy a zvětraliny\_2

- *svahovina* (.....) = sypký materiál kryjící svahy, který se pomale pohybuje po svahu směrem dolů
- ..... = uloženina přemísťovaná vodními toky po údolním dně
- *reziduální regolith* – zvětralina na svahu přemísťená pouze gravitací, *transportovaný regolith* – zvětralina přemísťená transportním médiem (voda, vítr, led)
- horniny se na zemském povrchu přizpůsobují změněným termodynamickým podmínkám zvětšováním objemu a odevzdáváním tepla



Copyright © John Wiley & Sons, Inc.

## ZVĚTRALINOVÝ PLÁŠŤ (REGOLIT)

Nepřemístěný (in situ)

Přemístěný → sypký  
sediment

eluvium

deluvium  
(svahovina)

aluvium

# Fyzikální zvětrávání

■ *fyzikální zvětrávání* (mechanické zvětrávání) = pochod při kterém se původně masivní hornina drobí na různě velké úlomky, ale nemění se její chemické složení

procesy fyzikálního zvětrávání :

a) zahrnují objemové změny samotné horniny (*exfoliace, insolační zvětrávání*)

b) zahrnují objemové změny vyvolané vniknutím cizorodé látky (voda, soli) do pórů a trhlin v hornině (*mrazové zvětrávání, solné zvětrávání, tlakové působení kořenů*)

■ zvětrávání do bloků, zvětrávání na minerální zrna

# Exfoliační zvětrávání

- *exfoliace* = odlupování slupek či desek horniny podél puklin; pukliny vznikají jako důsledek rozpínání při odlehčení horninového tělesa; cibulovitá stavba horniny





# Insolační zvětrávání

■ *insolační zvětrávání* = pochod při kterém vznikají v hornině trhliny v důsledku objemových změn vyvolaných kolísáním teploty

v hornině vznikají napětí vyvolaná:

a) silnějším ohřevem povrchu horniny vzhledem k jejím hlubším částem

b) rozdílným *koeficientem tepelné roztažnosti* různých horninotvorných minerálů

c) rozdílným roztahováním a smršťováním minerálů ve směru různých krystalových os

■ intenzivní insolační zvětrávání v pouštích – denní výkyvy teploty o amplitudě až 50° C

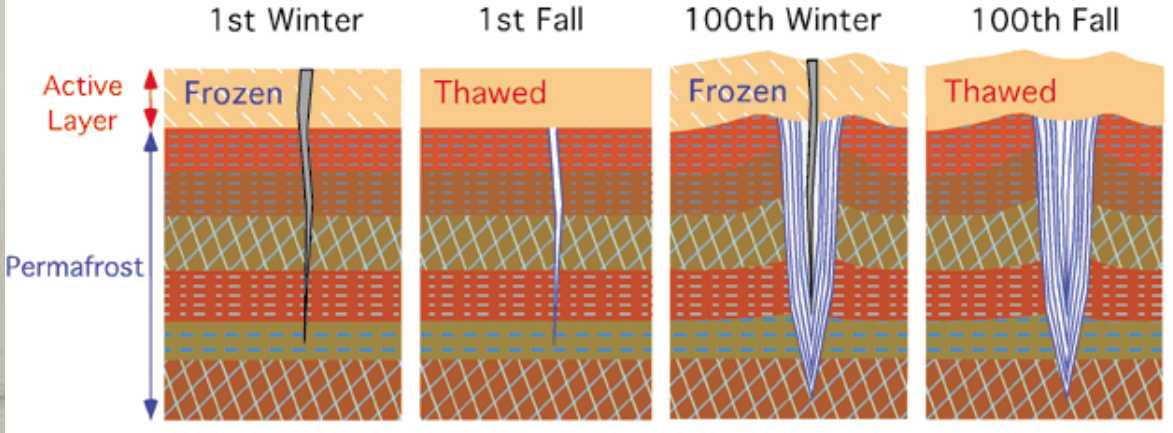
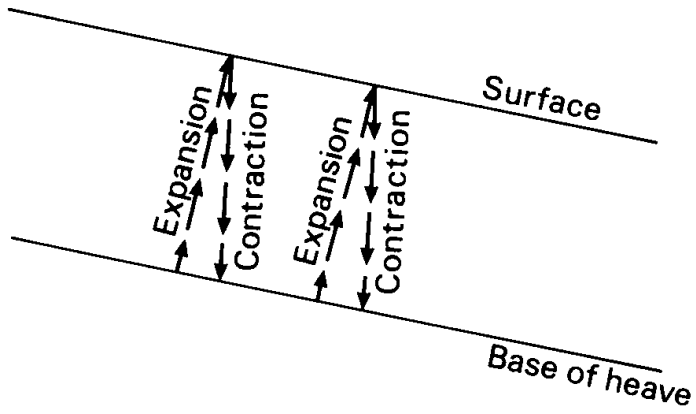
# Mrazové zvětrávání

- *mrazové zvětrávání* = pochod při kterém dochází k tříštění horniny tlakem způsobeným růstem ledu (ledových krystalů) v pórech a puklinách
- voda při zmrznutí zvětší objem o 9 %
- faktory intenzity mrazového zvětrávání jsou: a. obsah vody, b. rychlost zmrznutí vody
- intenzivní mrazové zvětrávání probíhá ve vysokých zeměpisných šířkách a ve vysokých horách, kde dochází k častému překročení bodu mrazu

- *kamenné moře* = nahromadění větších úlomků hornin na temenech vyvýšenin nebo mírných svazích
- *osyp* = úpatní akumulace horninových úlomků vyvětrávajících ze skalních stěn
- *sutový kužel* = kuželovitá akumulace horninových úlomků při ústí erozního zářezu



- *mrazové vzdouvání* = nadzvedávání povrchu terénu růstem ledu ve zvětralinách
- *jehlový led*
- *kamenné polygony* = prstence větších úlomků vznikající vytríděním materiálu mrazovým vzdouváním
- *mrazové klíny* = vznikají v jemnozrnných sedimentech většinou v aluviálních a deltových uloženinách vyplňování kontrakčních trhlin ledem



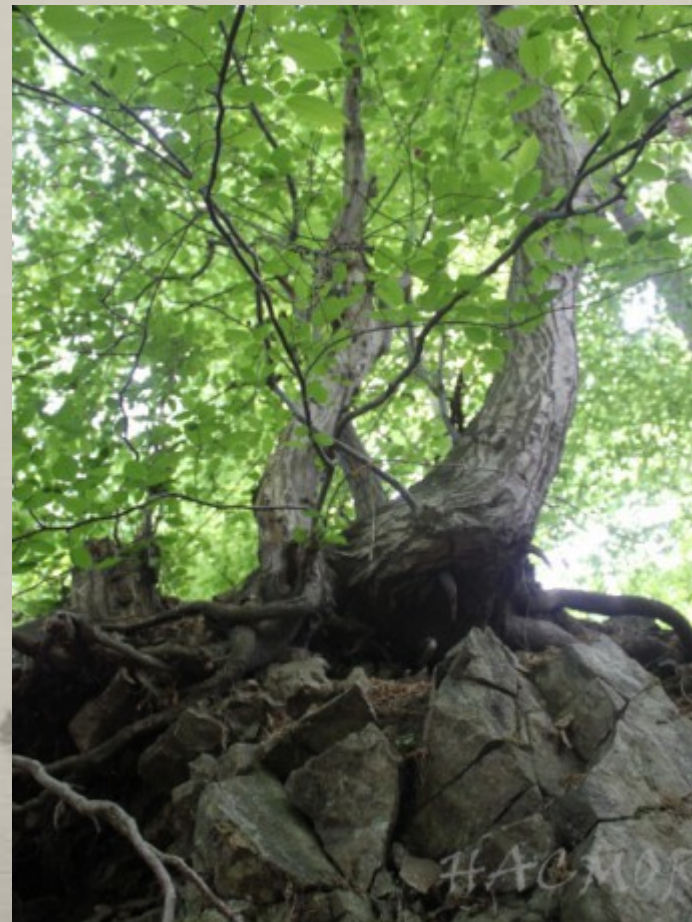
# Solné zvětrávání

- *solné zvětrávání* = pochod vedoucí k rozpadu horniny tlakem vznikajícím při vysrážení a růstu krystalků solí v pórech a trhlinách horniny
- solné zvětrávání je rozšířeno zejména v aridních a semi-aridních
- při solném zvětrávání se uplatňují např. sádrovec, mirabilit, uhličitan vápenatý, halit
- zdroje soli: vítr přináší krystalky solí od moře; soli se tvoří se jako produkty chemického zvětrávání; odnos větrem ze solných kůr na dně periodických jezer aridních oblastí
- *úpatní výklenky, skalní brány, dutiny* v pískovcích





# Mechanické působení kořenů



# Chemické zvětrávání

## předpoklady chemického zvětrávání:

- nerosty se tvořili za odlišných termodynamických podmínek než jaké panují na zemském povrchu → snaha zvětšit objem, nakypřit krystalovou mřížku
- nerosty se dostávají do styku s různými sloučeninami

## chemické zvětrávání probíhá několika způsoby:

- rozpouštění (hydratace)
- hydrolýza
- oxidace
- působení kyselin

# Hydratace

- faktory podmiňující rozpouštěcí schopnost vody: a. čas působení, b. teplota, c. obsah agresivních příměsí
- rozpustnost různých minerálů: nejrozpustnější jsou chloridy (např. NaCl – halit) a sírany (např.  $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  – sádrovec), méně jsou rozpustné karbonáty ( $\text{CaCO}_3$  – vápenec,  $\text{MgCO}_3$  – dolomit), nejméně jsou rozpustné silikáty, takřka nerozpustný je křemen a muskovit
- *hydratace* = dipóly vody jsou přitahovány některým svým koncem k elektricky nabitému iontu na povrchu krystalu a vytváří kolem něj hydratační obal → dochází k narušování krystalové mřížky

# Hydrolýza

- *hydrolýza* = rozklad minerálů vlivem iontů  $H^+$  a  $OH^-$
- dalším zdrojem vodíkových iontů je disociace kyseliny uhličitě ( $H_2CO_3$ ) na  $H^+$  a  $HCO_3^-$
- vodíkové ionty vytlačují z krystalové mřížky jiné prvky; nejnáze jsou vytlačovány ze silikátů kationty Na, K, Ca, Fe a Mn

# Oxidace

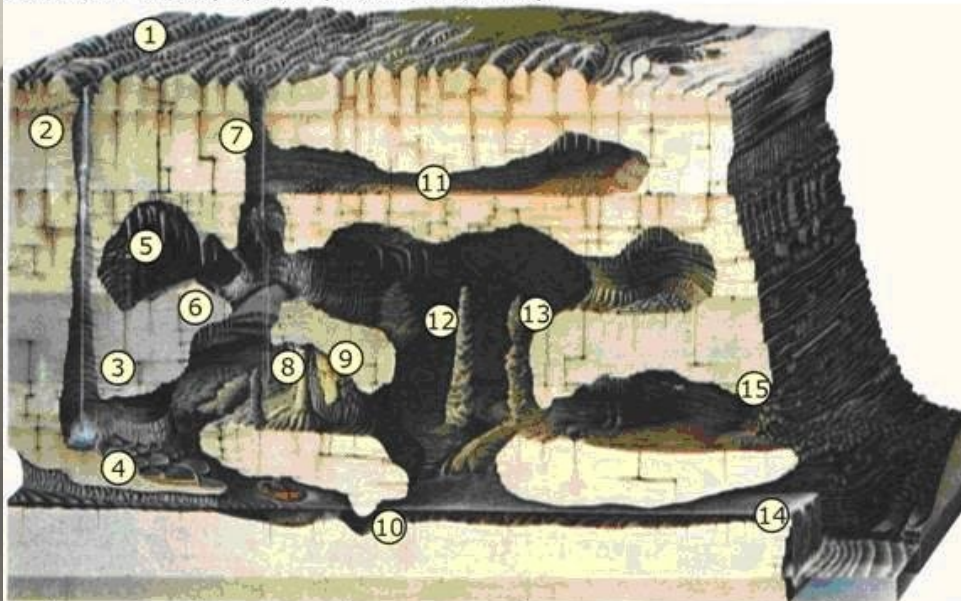
- *oxidace* = do trhlin v krystalu vniká kyslík, který se váže na ionty krystalové mřížky
- rychle oxidovány jsou zejména na dvojmocné ionty Fe a Mn (minerály biotit, augit, amfibol, ...)
- při oxidaci dochází k uvolňování tepla a dalšímu nakypřování krystalové mřížky
- oxidačně-hydratační přeměna Fe primárních minerálů vede ke vzniku nových nerostů s hnědou barvou (např. goetit, limonit) – hnědá barva je indikátorem pokročilosti zvětrávání

# Působení kyselin

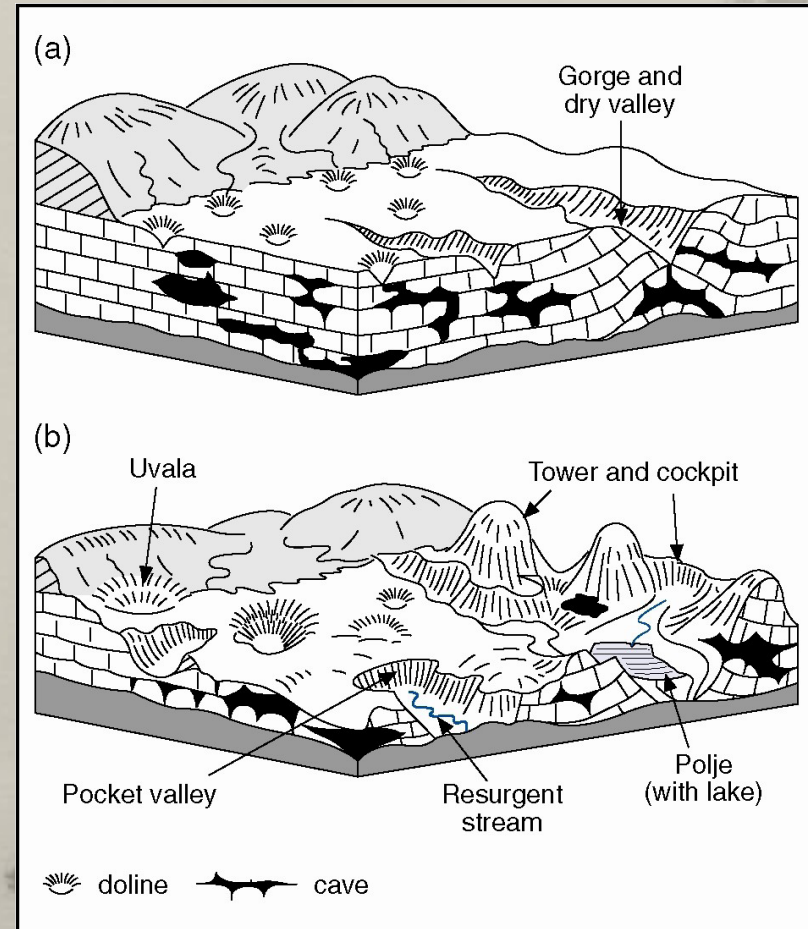
- z anorganických kyselin se uplatňuje zejména kyselina uhličitá ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), která se vytváří rozpouštěním  $\text{CO}_2$  ve vodě
- k působení  $\text{H}_2\text{CO}_3$  jsou náchylné zejména vápence, dolomity a mramory → výsledkem je vznik *krasových jevů (tvarů)*
- *škrapy* = systémy žlábků a hřebítků, které vznikají rozpouštěním na obnažených vápencových površích



Obr. 8.5.1 Krasový systém (Acker a kol., 1976)



1 - škrapy, 2 - závrtý, 3 - komíny, 4 - sintrové misky, 5 - stalaktity, 6 - brčka, 7 - stropní dutiny, 8 - stalagnáty, 9 - záclony, 10 - sifon, 11 - opuštěné chodby, 12, 13 - stalagmity, 14 - vyvěračka, 15 - opuštěná vyvěračka



# Svahové pohyby

transport zvětralin se děje:

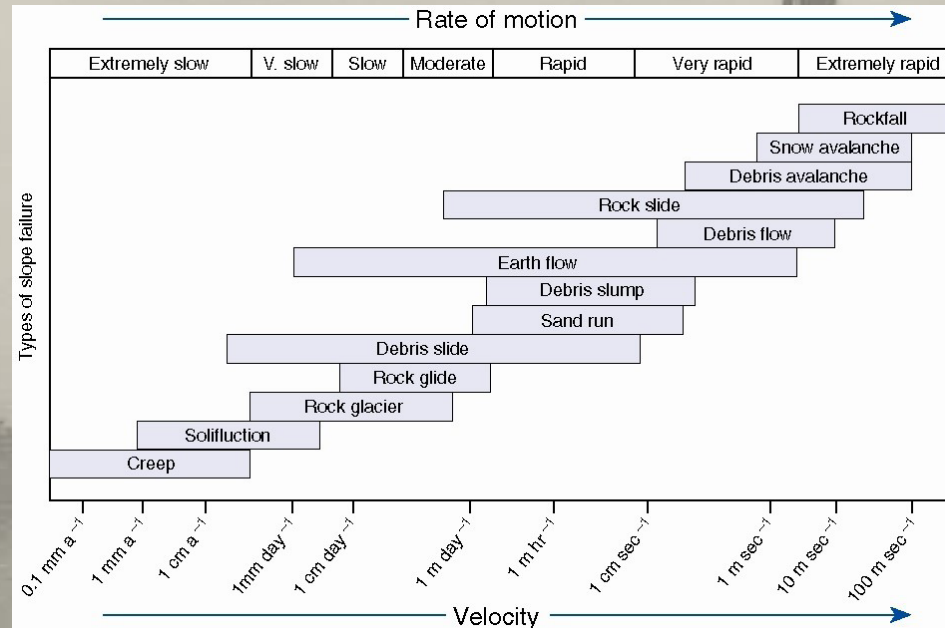
- gravitací
- transportním médiem (voda, vítr, ledovec)

kritéria třídění svahových pohybů:

- rychlost pohybu
- charakter pohybu
- druh přemísťovaného materiálu

hlavní formy svahových pohybů:

- ploužení
- tečení
- sesouvání
- řícení



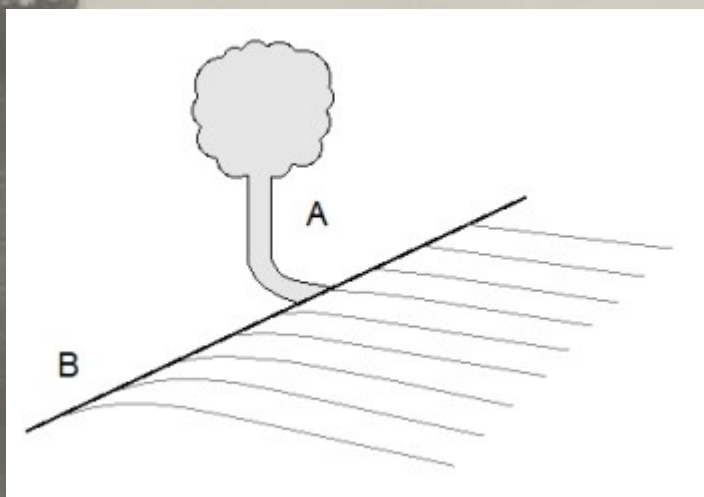
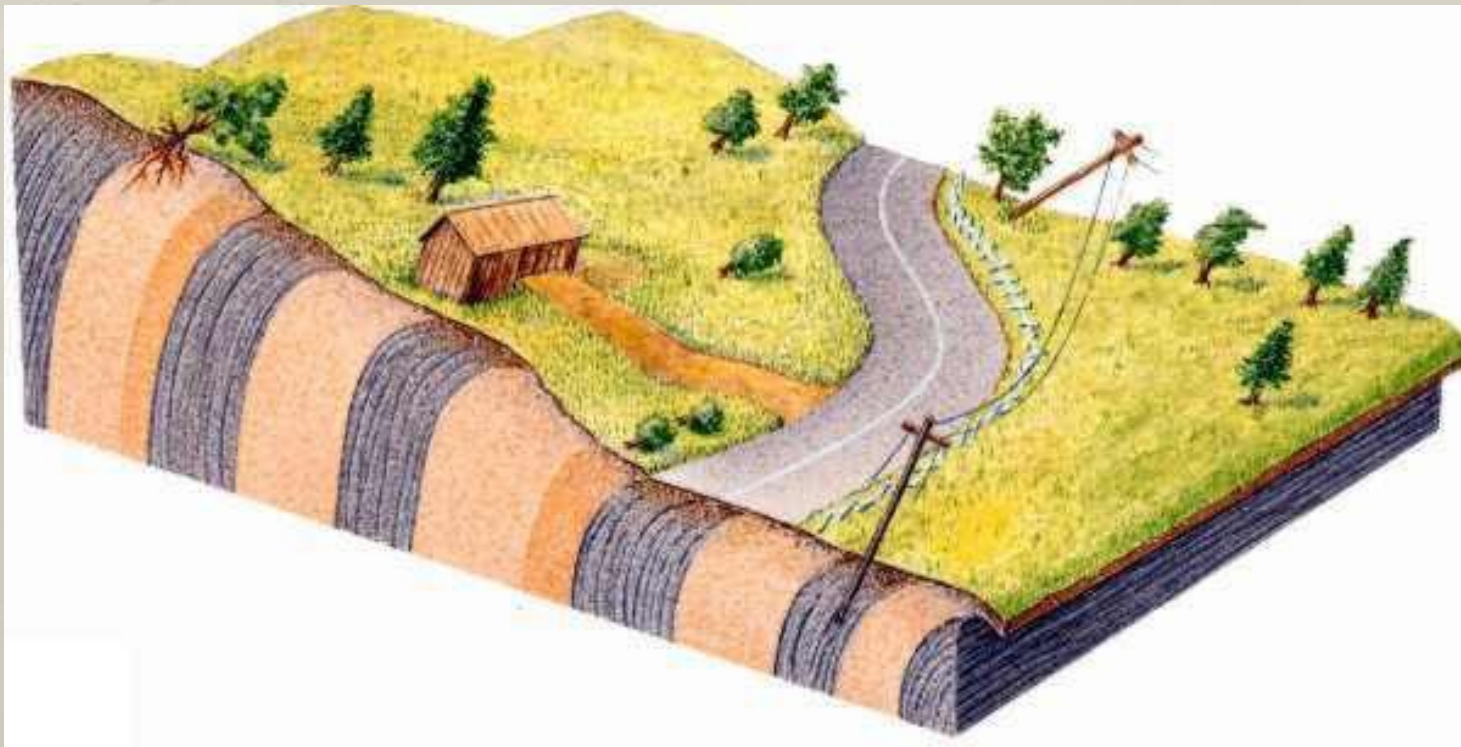


# Ploužení (creep)

- *ploužení* = velmi pomalý pohyb hornin, zvětralin nebo půd po svahu dolů
- projevy ploužení: posuny úlomků po svahu dolů, hákování vrstev, opilé stromy, narušování statiky staveb
- creep je vyvolán řadou jevů ve zvětralinách: střídavé zamokřování a vysušování, růst jehlového ledu, zahřívání a ochlazování, působení živočichů, zemětřesné pohyby, ... → tyto jevy způsobují tzv. *vzdouvání*
- *půdní creep, suťový creep, mrazový creep*

rychlost creepu závisí na několika faktorech:

- sklon svahu
- obsah jílových minerálů
- zrnitost svahoviny



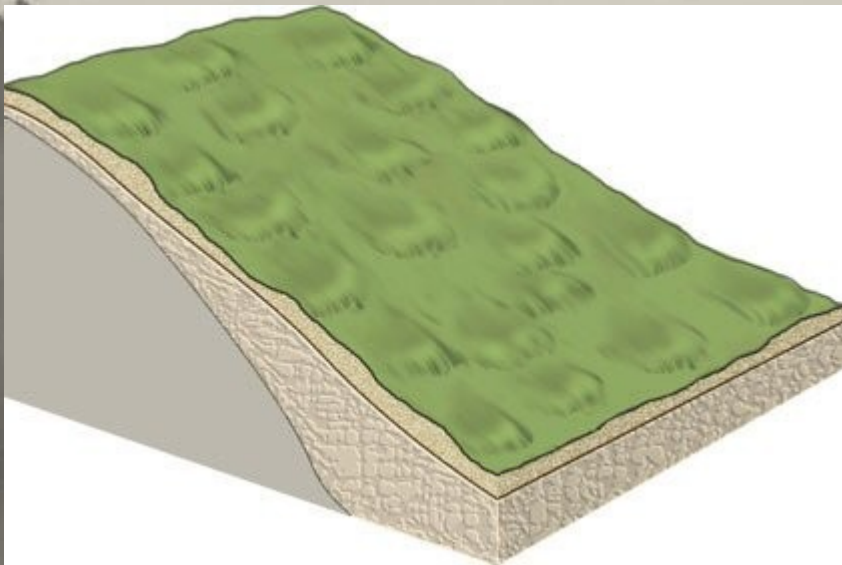
# Tečení

- *tečení* = svahový pohyb při které dochází ke stékání materiálu po svahu, nejčastěji v podobě proudu, v důsledku nasycení svahovin vodou; při tečení dochází k turbulentnímu proudění částic; zpravidla se jedná o rychlý pohyb

klasifikace tečení podle materiálu který postihuje:

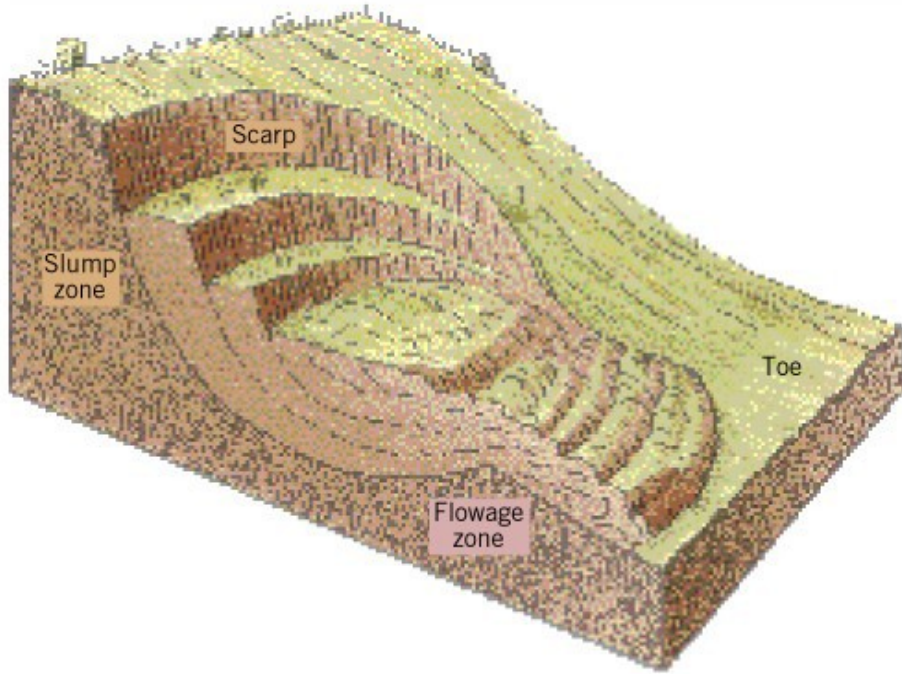
- laviny
- blokovo-bahenní proudy
- zemní proudy
- bahnotoky

*soliflukce* = nejpomalejší typ tečení; jedná se o velmi pomalý pohyb vodou nasycených svahovin, který postihuje i velmi mírné svahy (o sklonu kolem  $1^\circ$ ); aktivní zejména v chladných oblastech s výskytem permafrostu (trvale zmrzlá půda)



# Sesouvání

- sesouvání = pohyb svahových hmot podél smykové plochy; částice se pohybují v bloku jako jeden celek
- sesuvy se dělí podle tvaru smykové plochy na: a. laterální (rovná smyková plocha), b. rotační (konkávně prohnutá smyková plocha)
- morfologie sesuvu: smyková plocha, odlučná hrana, sesuvná akumulace, čelo; odlučná, transportní a akumulární část
- mělké sesuvy postihují pouze svahoviny (hloubka 2 – 3 m), hluboké sesuvy postihují i skalní podloží



Copyright © John Wiley & Sons, Inc.



# Řícení

- *řícení* = svahový pohyb při kterém dochází k volnému pádu úlomku horniny bez kontaktu s terénem
- nejvíce se odehrává na skalních stěnách vysokých horských svahů (tzv. *skalní řícení*)
- *suťová lavina* = podobá se blokovo-bahennímu proudu, ale není saturovaná vodou
- *odsedání* = řídivý pohyb zahrnující rotační složku; postihuje skalní stěny porušené vertikálními puklinami nebo svislé říční břehy podemílané boční erozí





# Antropogenní transformace reliéfu

- *antropogenní transformace reliéfu (ATR)* = působení člověka na reliéf zahrnující vznik nových tvarů nebo ovlivnění geomorfologických procesů
- rozlišujeme tři základní způsoby jak vznikají:
- záměrné vytváření nových tvarů reliéfu technickými prostředky – *přímé ATR*
  - neplánované vytváření nových povrchových tvarů – *vyvolané nepřímé ATR*
  - přímé nebo nepřímé ovlivňování přirozených geomorfologických procesů – *modifikační nepřímé ATR*