

# Neživá příroda 2

Cvičení 9:

**Exogenní činnost ledovců**  
**Eolické exogenní procesy**

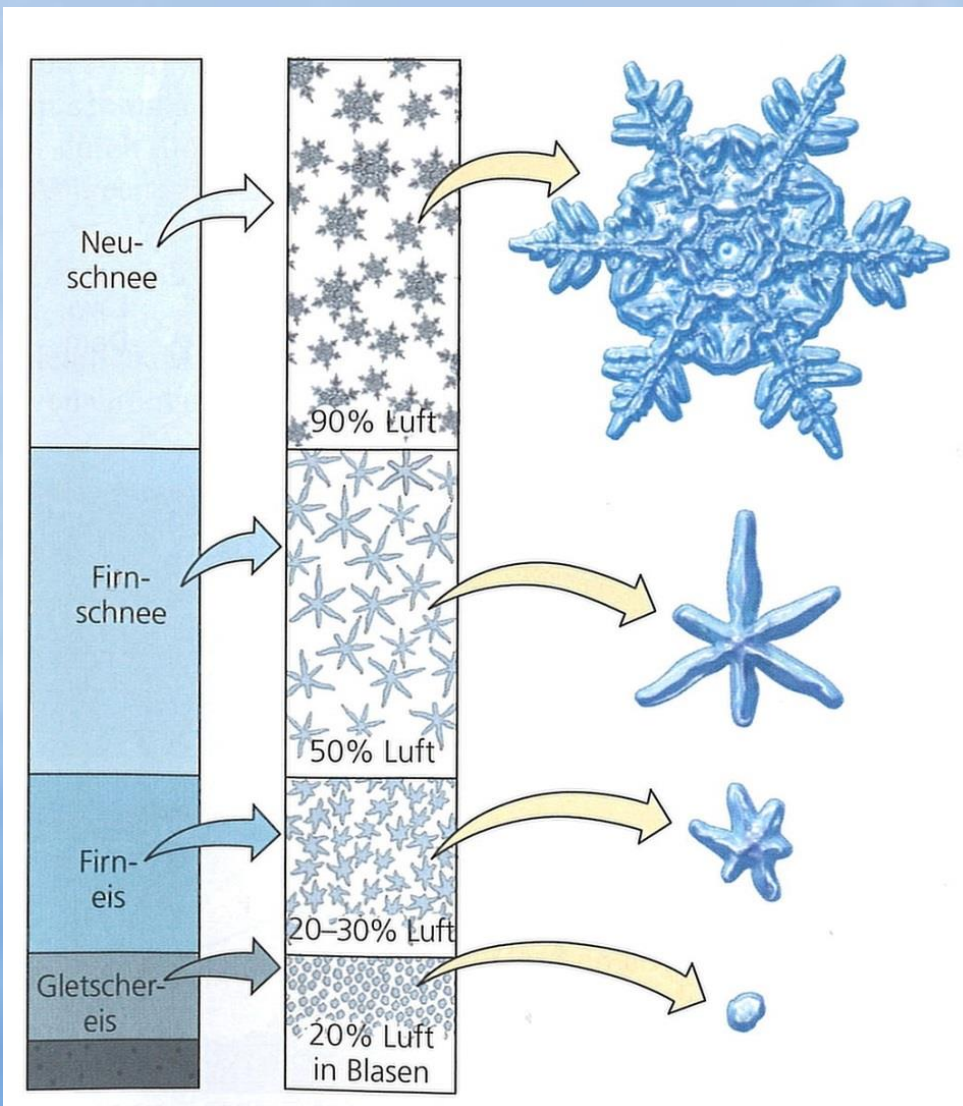
# Ledovce - vznik firnu a ledu

Trvalý led a sníh pokrývá asi 10 % povrchu pevniny a je v něm vázáno asi 75 % sladké vody.

Nadmořská výška sněžové čáry závisí na klimatické oblasti: v okolí rovníku je to asi 5000 m, v mírném pásmu (Alpy) je to od 2600 do 3100 m a ve Skandinávii dosahuje výšky 1000 m.

Uvnitř sněžových vrstev dochází k odpařování, rozpouštění, vsakování a opětovné krystalizaci firnu. Proces vzniku ledovcového ledu doprovází postupné zvyšování hustoty, snižování obsahu vzduchu a nárůst velikosti ledových zrn.

Hustota sněhu je  $0,1 \text{ g.cm}^{-3}$  a obsah vzduchu kolem 90 %, ve firnu je to  $0,5 \text{ g.cm}^{-3}$  a 40 % a v samotném ledu vzroste hustota na  $0,9 \text{ g.cm}^{-3}$  a obsah vzduchu poklesne na 2-10 %.





# Horské ledovce

Každý ledovec má svojí sběrnou oblast, kde dochází k jeho akumulaci a oblast, kde dochází k jeho tavení a odpařování. Hranicí je sněžná čára v daných klimatických podmínkách. Rozlišujeme dva základní typy ledovců: **horské a kontinentální.**



**Horské ledovce** vznikají ve vysokých nadmořských výškách a pohybují se ze sběrné oblasti ledovcového **karu** ledovcovým **splazem** ve formě údolního ledovce a jsou zakončeny čelem ledovce. Splynutím více ledovcových splazů v předpolí hor vzniká **piedmontní** (podhorský) **ledovec**.



# Kontinentální ledovce

Kontinentální ledovce zakrývají převážně plochou pevninu v polárních oblastech. Mohou z nich vyčnívat horské hřbety nebo vrcholy ve formě **nunataků**.



Autor: Vaclav Bacovsky

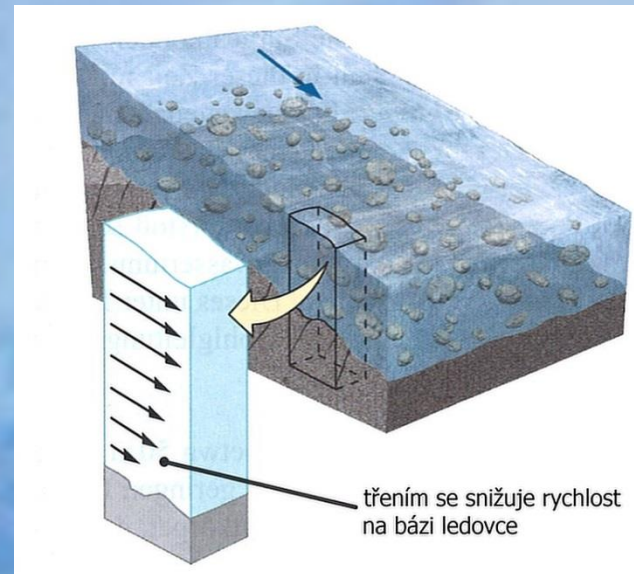
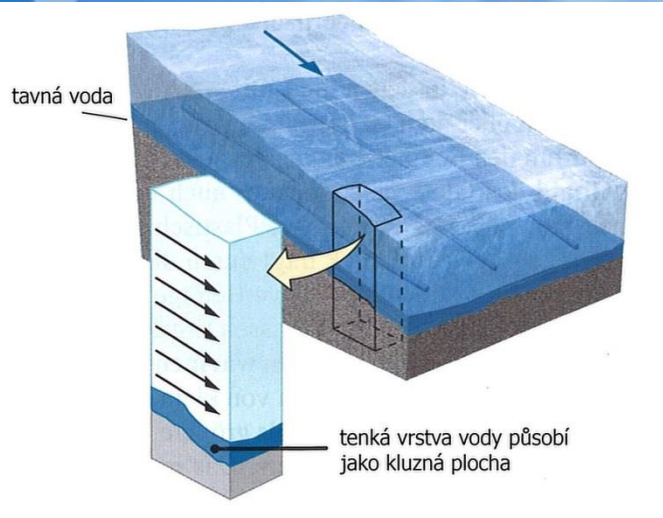
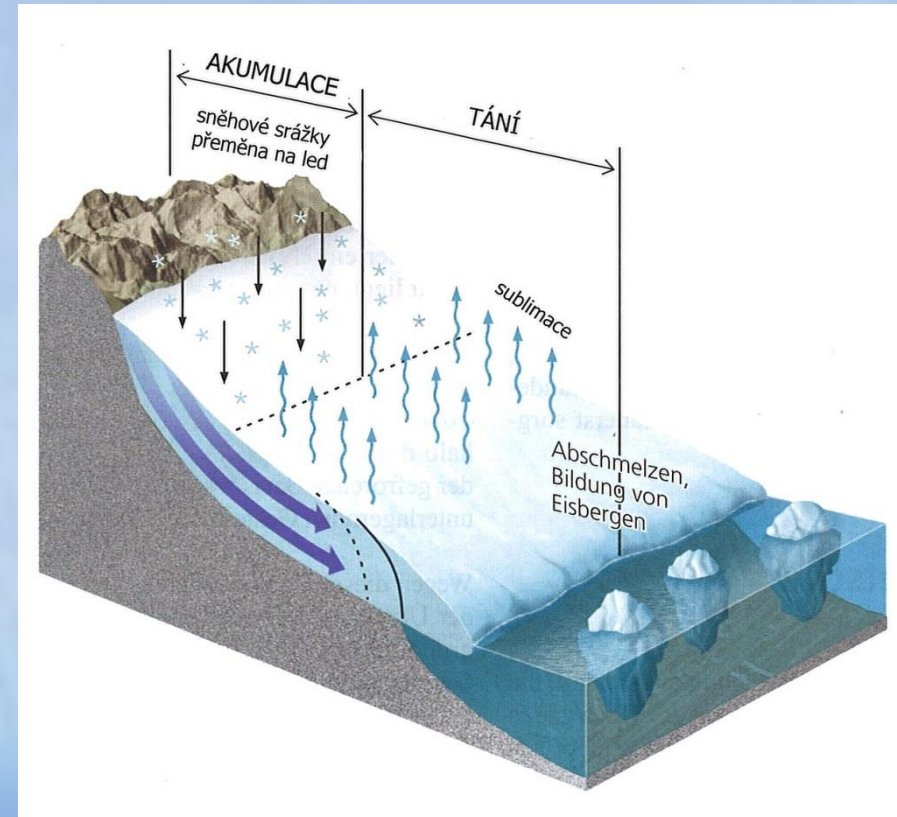


Na okrajích kontinentálního ledovce se tvoří jazykovité výběžky, které sklouzávají až k mořské hladině. Zde se může vytvořit rovná vrstva šelfového ledu a na jeho okrajích dochází k **telení ledovce** – odlamování velkých ker, které mohou plout oceánem až ke 40 ° zeměpisné šířky.



# Pohyb ledovce I

Akumulace velkého množství sněhových srážek v kombinaci s gravitačními silami uvádí ledovce do pohybu. Nahromaděním dostatečné vrstvy sněhu (60 m) dochází na bázi k tání ledu. V polárních oblastech je báze ledovců promrzlá a třecí odpor je značný. V každém krystalu ledu dochází ke kluznému pohybu ve strukturní mřížce a výsledkem je pomalý **laminární tok** těla ledovce. Ledovec se zcela přizpůsobuje svému podloží a rychlost jeho pohybu přibývá od podloží k povrchu a od krajů směrem do středu.

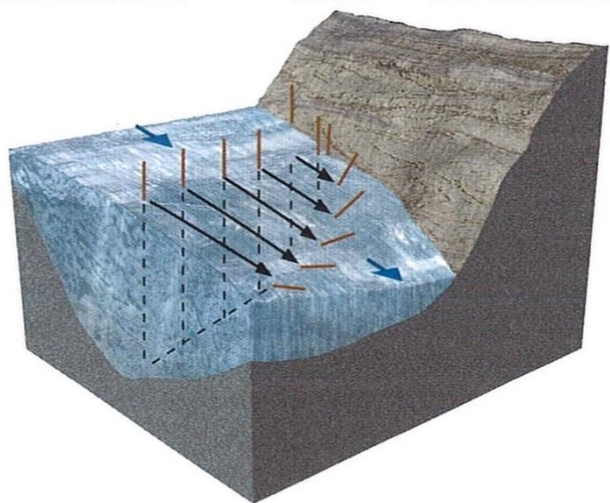


U horských ledovců je teplota báze kolem bodu tání, podloží není promrzlé a ledovce se pohybují po tenké vrstvě tavné vody s mnohem menším odporem. K pohybu ledovce může také přispět kluzný pohyb sedimentů na bázi ledovce.

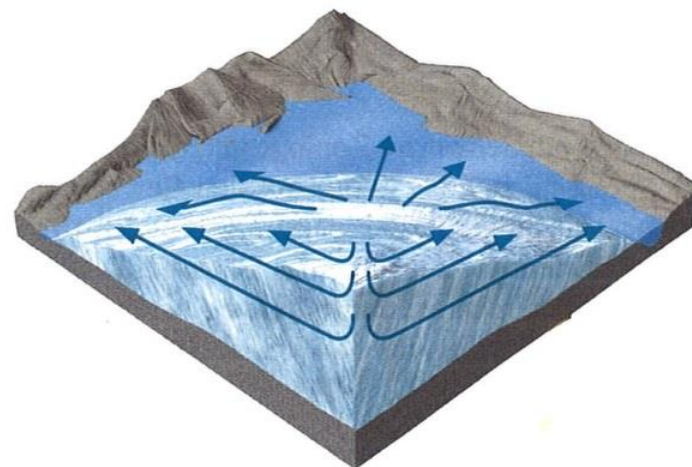


# Pohyb ledovce II

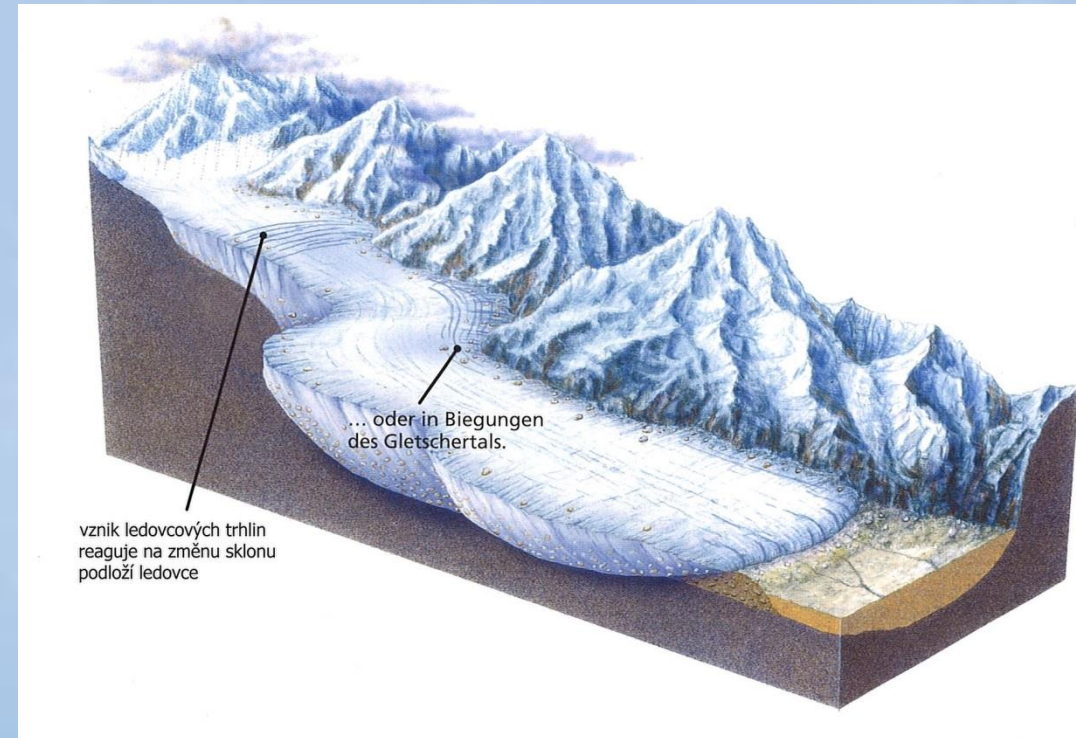
Postup ledovce závisí na řadě okolností, zejména množství přibývajících sněhové hmoty, sklonu podloží a způsobu pohybu. U kontinentálních ledovců je **rychlost pohybu** kolem 30 cm za den, krátkodobě může dojít k náhlým postupům ledovce rychlostí až 80 cm za hodinu. Průměrná rychlost pohybu horských ledovců je několik centimetrů za den, krátkodobě to opět může být až metr za den.



směr a rychlost pohybu horského ledovce



směr a rychlost pohybu pevninského ledovce



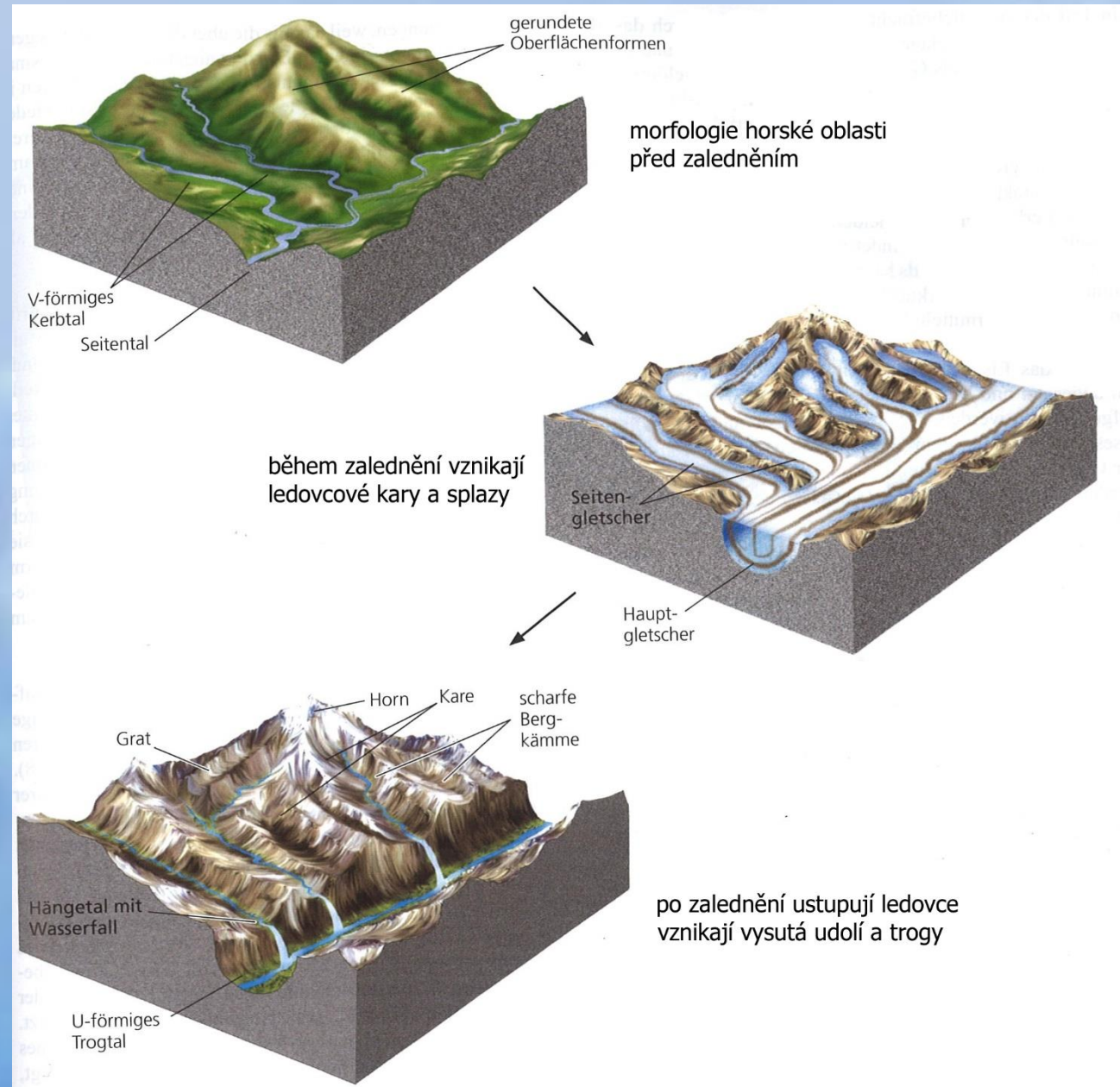
Při pohybu ledovce po nerovném podloží a zvláště na svahových hranách se kolmo k pohybu vytváří **příčné pukliny**. Rozšiřování ledovce do stran vyvolává vznik tahových **podélných puklin**. Uvnitř ledovcového tělesa vznikají **stříhové pukliny** rovnoběžné s bází, které umožňují vzájemný posun horní a spodní části ledovce.



# Erozivní činnost ledovce I

Hromadění ledu dokáže významně zatížit podložní horniny, v krajním případě i způsobit pokles zaledněné oblasti. Skutečná erozivní činnost nastává, až když se ledovec uvede do pohybu. Vlastní led však nemá dostatečnou tvrdost k narušování podloží, ale unáší velké množství úlomků materiálu, které způsobují intenzivní rušivou činnost – **exaraci** (brázdění).

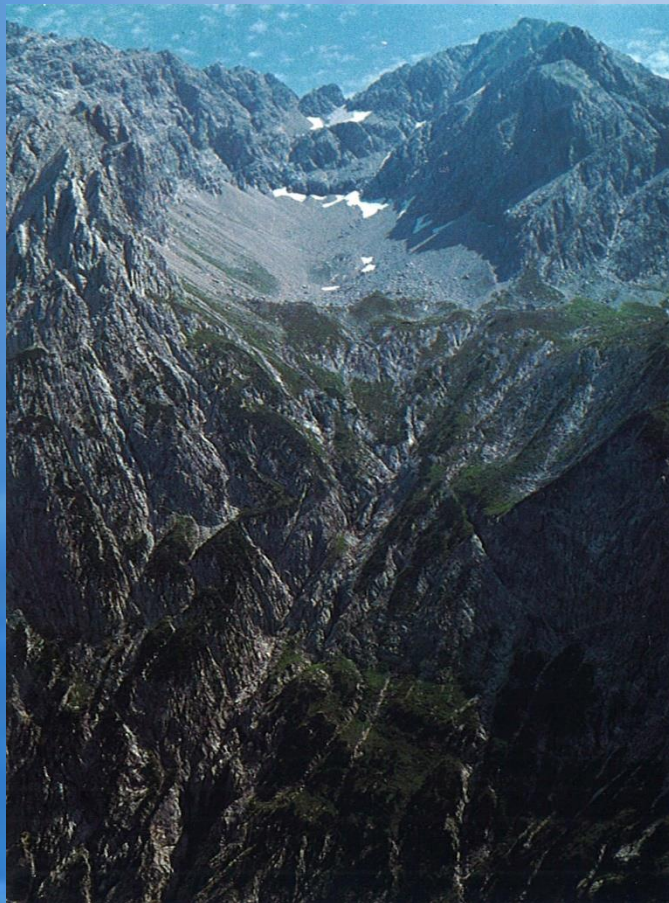
U horských ledovců využívají splazy již dříve existujících údolí vytvořených vodními toky a přepracovávají je na široká obloukovitá údolí tvaru „U“ – tzv. **trogy**. Sklon bočních stěn závisí na odolnosti hornin, některé trogy mohou mít díky selektivnímu brázdění stupňovitý tvar.





# Erozivní činnost ledovce II

V horní části je ledovcové údolí zakončeno **ledovcovým karem** (kotlem), který má kruhovitý tvar a je sběrnou oblastí ledovce. Kar bývá od údolí oddělen prahem, který tvoří úlomky hornin vytlačené z karu.



Po ústupu ledovce vznikají tzv. **karová jezera** (plesa, oka). Ledovcová údolí zasahující pod hladinu moře se označují jako **fjordy**.

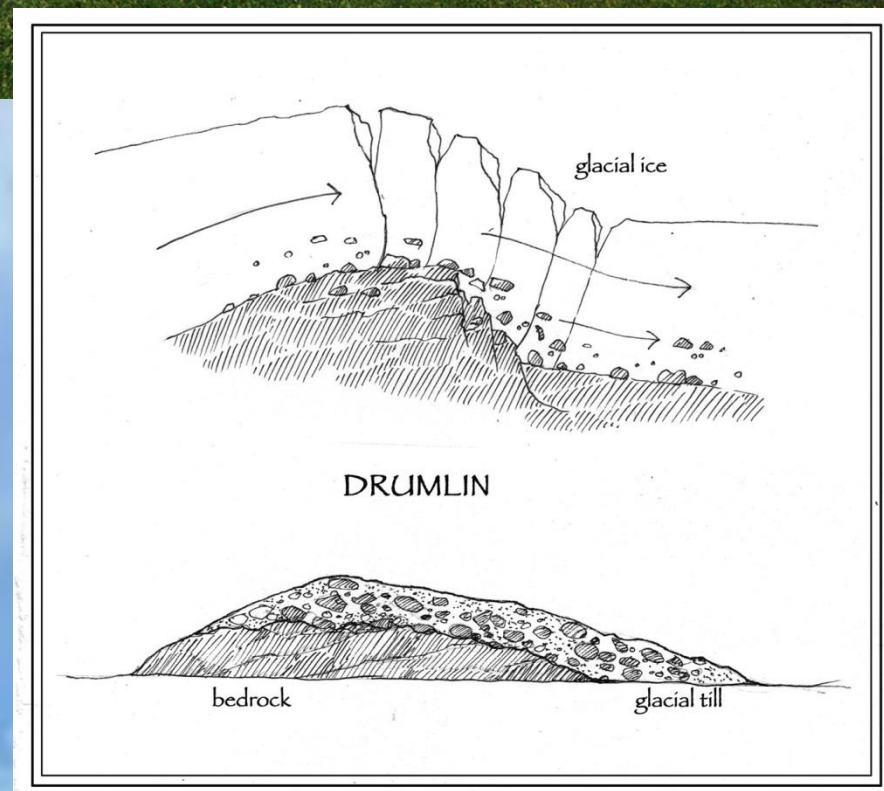


# Erozivní činnost ledovce III

Kontinentální ledovce působí na své bázi rušivou činností na relativně plochém území. Dochází k ohlazování a obrušování skalního podkladu, které se označuje jako **deterze**. Tato činnost se výrazně projevuje po ústupu ledovce a zaoblené vyvýšeniny označujeme jako **drumliny**.



Důkazem přítomnosti ledovce bývá i četné rýhování skalního podkladu, například na oblých kamenitých pahorcích s ohlazeným povrchem – tzv. **oblíky**. Pokud se při deterzi vytvoří protáhlé prohlubně, vznikají **rinová jezera**, často seřazená v řadách za sebou.





# Transport ledovcem

Erodovaný materiál dokáže ledovec transportovat na velké vzdálenosti a to i úlomky značných rozměrů. Na konci dráhy ledovce nebo po jeho ústupu dochází k sedimentaci klastického materiálu. Jednotlivé bloky hornin přesunuté ledovcem se označují jako **bludné** (eratické) **balvany**.



Ledovcový sediment se obecně označuje jako **til**. Je zrnitostně nevytříděný a obsahuje úlomky zaoblené, ohlazené nebo rýhované, v závislosti na délce transportu. Zpevněním tohoto materiálu vzniká **tilit**.

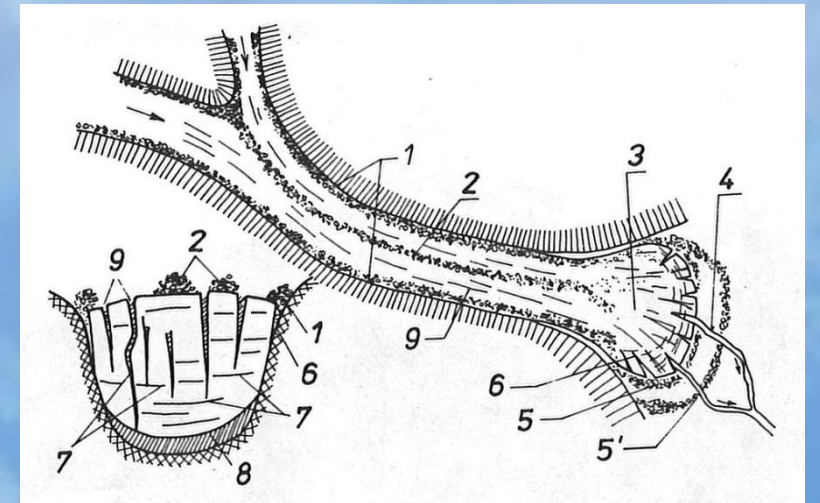


# Ledovcové (glacigenní) sedimenty I

Morfologické tvary nahromaděných klastů se označují jako morény. Materiál v čele ledovce se hromadí v **koncové (čelní) moréně**. Na spodu a na okrajích ledovce mohou vzniknout **bazální** a **boční morény**. **Nepravé střední morény** vznikají z bočních morén dvou spojujících se ledovcových splazů, **pravá střední moréna** vzniká erozí nunataků. Při ústupu ledovce vznikají prostorově oddělené **ústupové morény**.



- 1 – boční morény
- 2 – střední moréna
- 3 – čelo ledovce
- 5 – čelní a ústupová moréna
- 6 – ledovcové radiální trhliny
- 7 – vnitřní moréna
- 8 – spodní moréna
- 9 – podélné pukliny



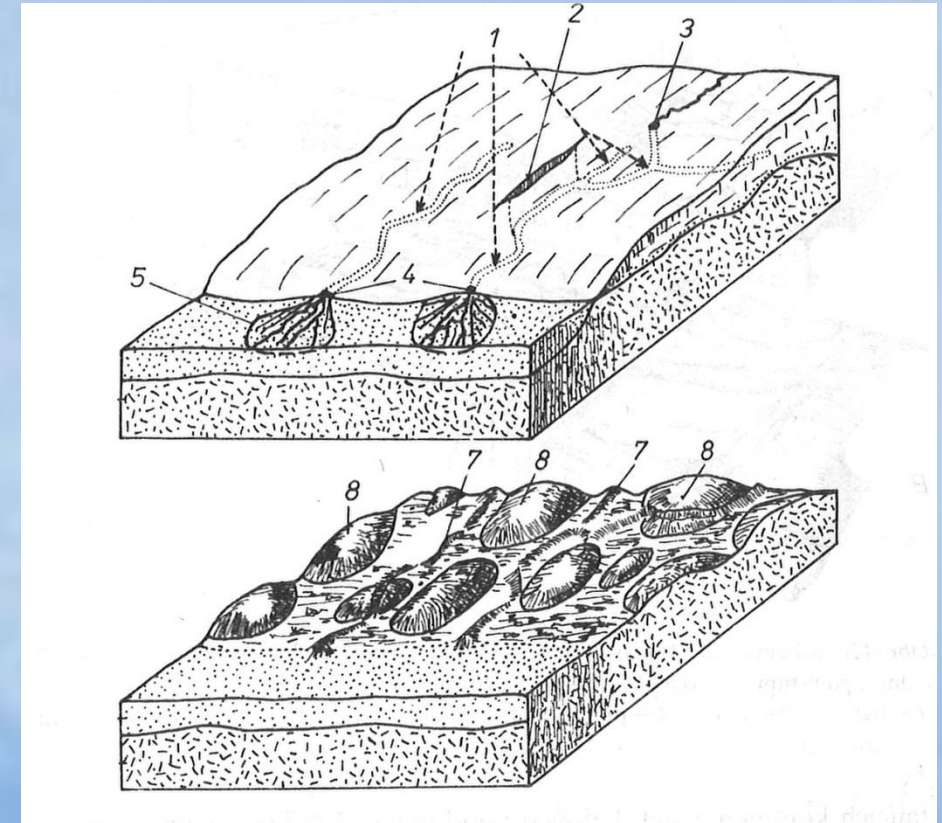


# Ledovcové (glacigenní) sedimenty II

Tavné vody ledovců vytékají z jejich podloží a odnáší část materiálu o velikosti menších valounků, písku a jílu. Tento materiál může být sedimentován vodním tokem ve formě **glacifluviálních** sedimentů nebo unášen do jezera a vytvořit **glacilakustrinní** sedimenty. Když se materiál dostává až do moře, vznikají **glacimarinní** sedimenty.



eskery



- 5 – sandry
- 7 – eskery
- 8 – drumliny

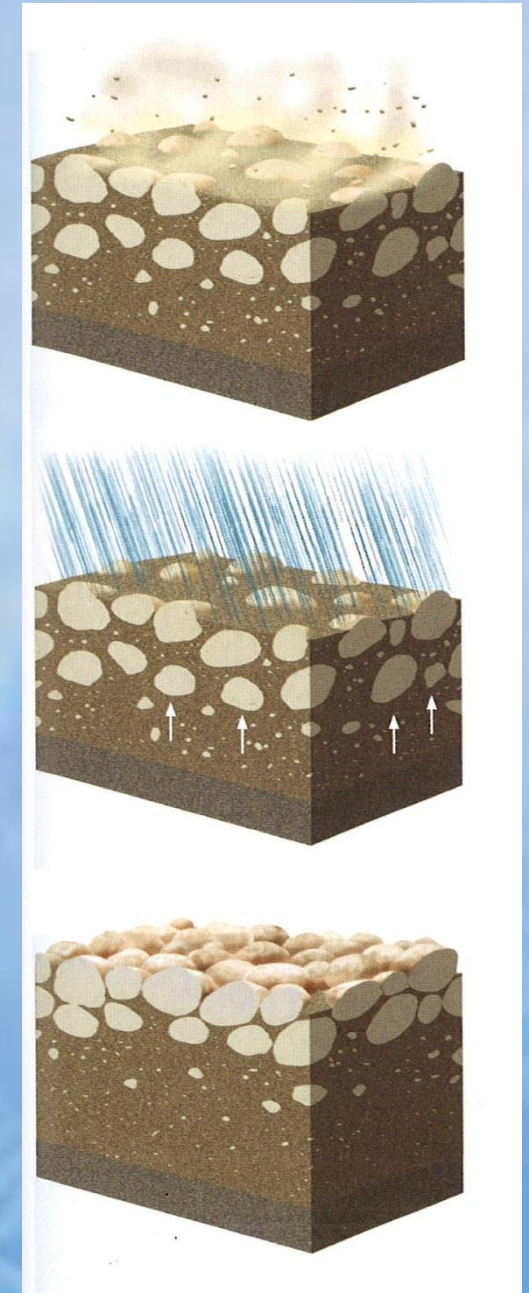
V předpolí ledovců vznikají na vnější straně morén ploché výplavové kužely – **sandry**. Tavné vody mohou na bázi ledovce vytvářet tunely, kde se ukládá materiál z bazálních morén a po ústupu ledovce vznikají podlouhlé vyvýšeniny uspořádané do přibližně rovnoběžných řad. Jsou označovány jako **eskery** (osary).



# Eolické procesy – rušivá činnost I

Pohyb vzdušných hmot je výsledek dopadající sluneční energie, která ohřívá atmosféru na různých místech s různou intenzitou. Různá teplota vzdušné hmoty způsobuje různou hustotu a tím i různý tlak. Pohyb hmoty v atmosféře pak probíhá z míst s vyšším tlakem do míst s nižším tlakem a vzniká vítr.

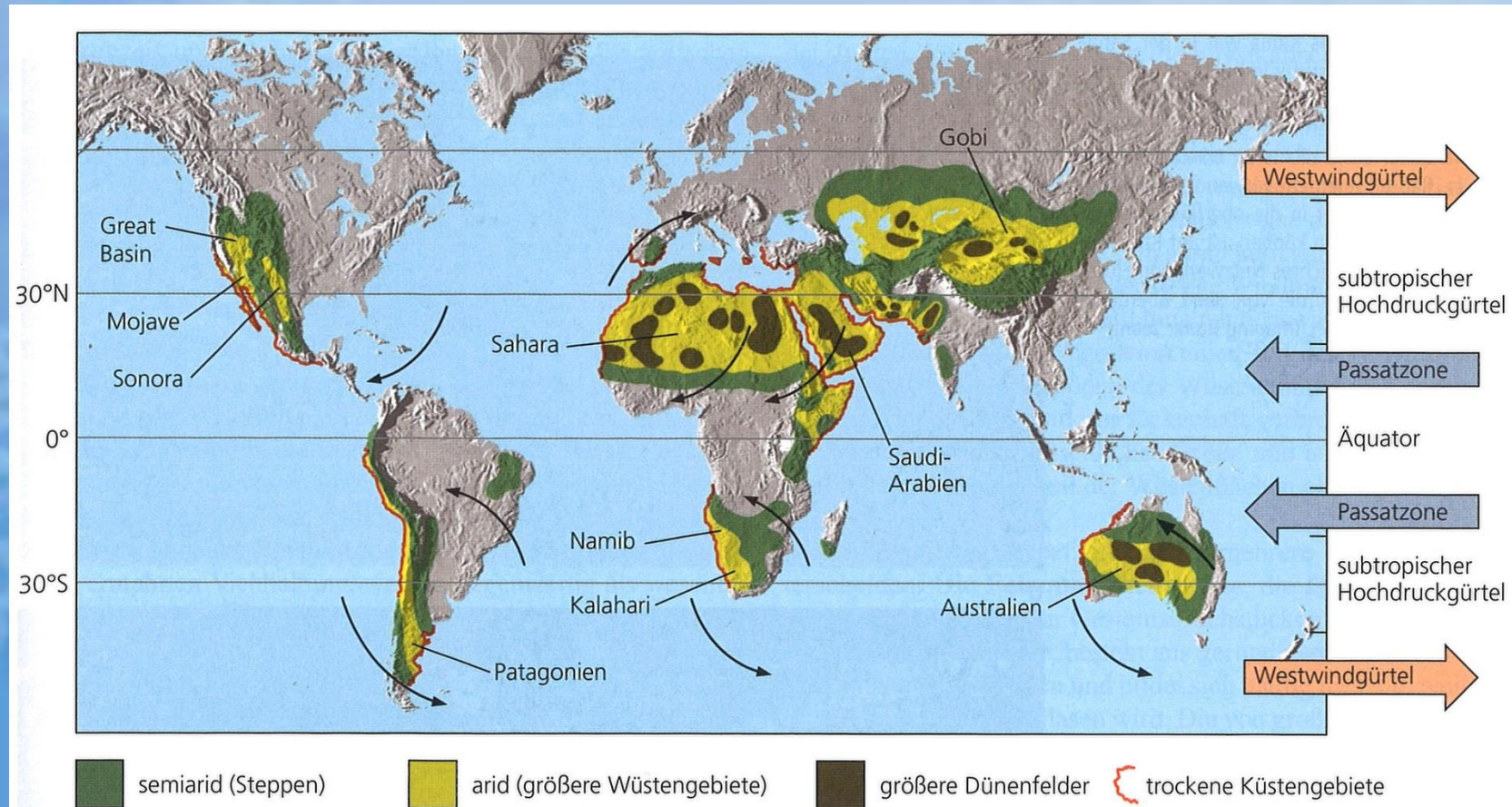
Rušivá činnost proudícího vzduchu (eolická činnost) probíhá většinou ve dvou krocích. Prvním krokem je větrná **koraze** (obrus) způsobená částicemi unášenými větrem, které postupně obrušují a dezintegrují povrch hornin. Druhým krokem je **deflace**, tedy eolický odnos zvětralého materiálu.





# Eolické procesy – rušivá činnost II

Účinky působení eolické eroze jsou do značné míry závislé na klimatických podmínkách, geologické stavbě nebo množství rostlinného pokryvu. Nejúčinnější působení eolické činnosti můžeme zaznamenat v **aridních pouštních** nebo **polopouštních** oblastech bez rostlinného krytu. Celý proces bývá podpořen intenzivním mechanickým zvětráváním založeným na změnách teplot.





# Formy eolické degradace I

U různě odolných hornin působí eolický obrus a odnos více na měkčí horniny, zatímco tvrdší odolávají více. Dochází tak k selektivnímu zvětrávání a odnosu materiálu a vznikají různé geomorfologické tvary jako **skalní stoly**, **skalní okna**, **skalní brány** nebo **skalní mosty**.



Největší množství částic transportuje vítr při zemi (cca do 0,5 m), takže těsně nad povrchem je erozivní činnost nejsilnější. U větších balvanů se tak mohou vytvořit jen malé kontaktní plochy s podložím a vznikají tak **viklany**.





# Formy eolické degradace II

Eolickým obrušováním valounů z tvrdých hornin vznikají rovné plochy, které se stýkají v ostrých hranách. Takové tvary se označují jako **hrance**.



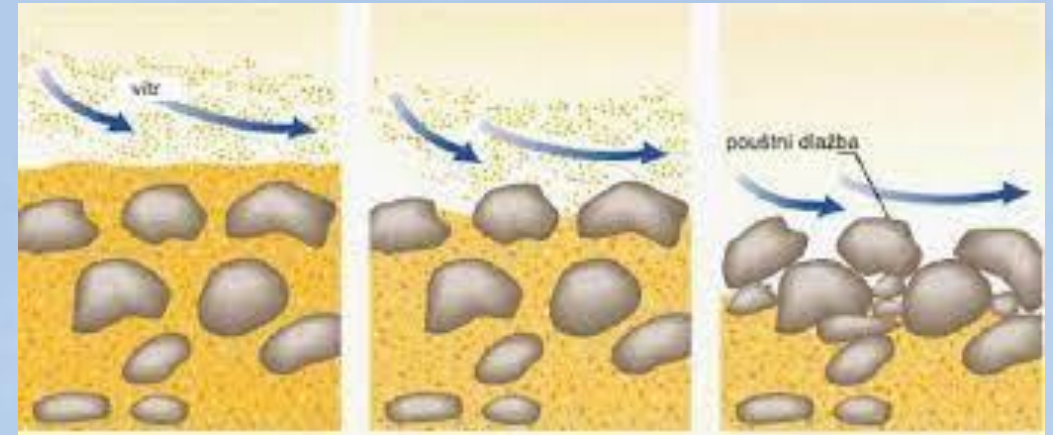
Větrnou korazí vznikají také povrchové skalní tvary označované jako skalní **voštiny** (aeroxysty). Často mají mřížovitý tvar nebo se jedná o symetricky shodné otvory tvořené systémem hřebítků a prohlubní.





# Formy eolické degradace III

Pouhou deflací jílovité až písčité složky mohou vznikat mělké deprese označované jako **deflační pánve**.  
Dlouhodobým odnosem mohou vznikat **kamenné dlažby** nebo **kamenité pouště** (hamady).





Běžný vítr dokáže transportovat jílové a prachové částice a pískové částice do velikosti asi 0,3 mm. V turbulentním proudění se prach, jíl a drobná písčítá zrna mohou udržet ve vznosu i na značné vzdálenosti. K pohybu pískových zrn, je třeba rychlost větru přesahující  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .



Transport štěrkových částic je velmi omezený i u silného vzdušného proudění typu vichřic a orkánů. Větší částice se zpravidla pohybují **válením** nebo **saltací**, podobně jako ve vodním prostředí.

Díky četným vzájemným interakcím při transportu jsou eolické částice velmi dobře opracované.

Velké množství částic ve vznosu snižuje rychlost proudění vzduchu a velmi rychle přechází transport do sedimentace.



# Tvořivá činnost větru I

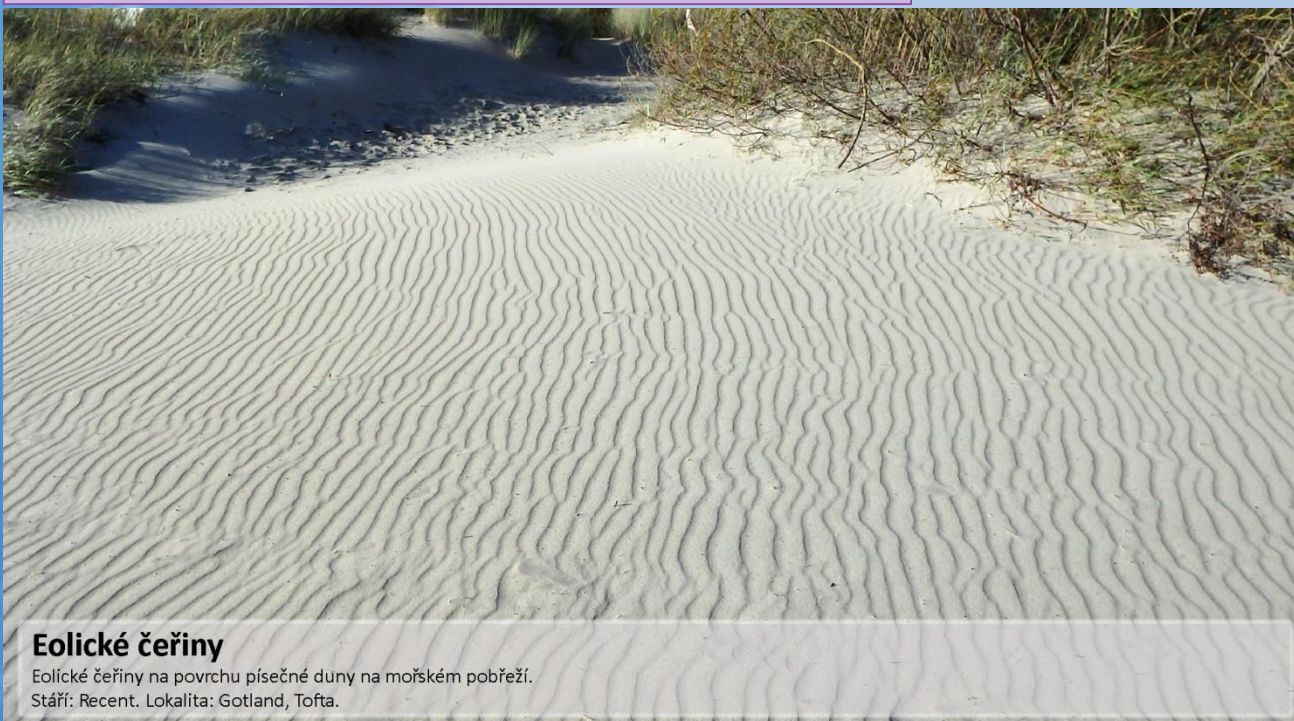
V okamžiku poklesu rychlosti větru dochází k sedimentaci unášených částic. Podobně jako u vody dochází i u větru k třídění částic podle velikosti (hmotnosti) tak, jak postupně slábne intenzita transportu. Vznikají tak **eolické** (váté) **sedimenty**.



Velmi důležitým a široce rozšířeným eolickým sedimentem je **spraš**. Převládají v ní prachová a jílová zrna, značný je i podíl karbonátů. Spraše pokrývají velká území a jsou základem mnoha úrodných půd.



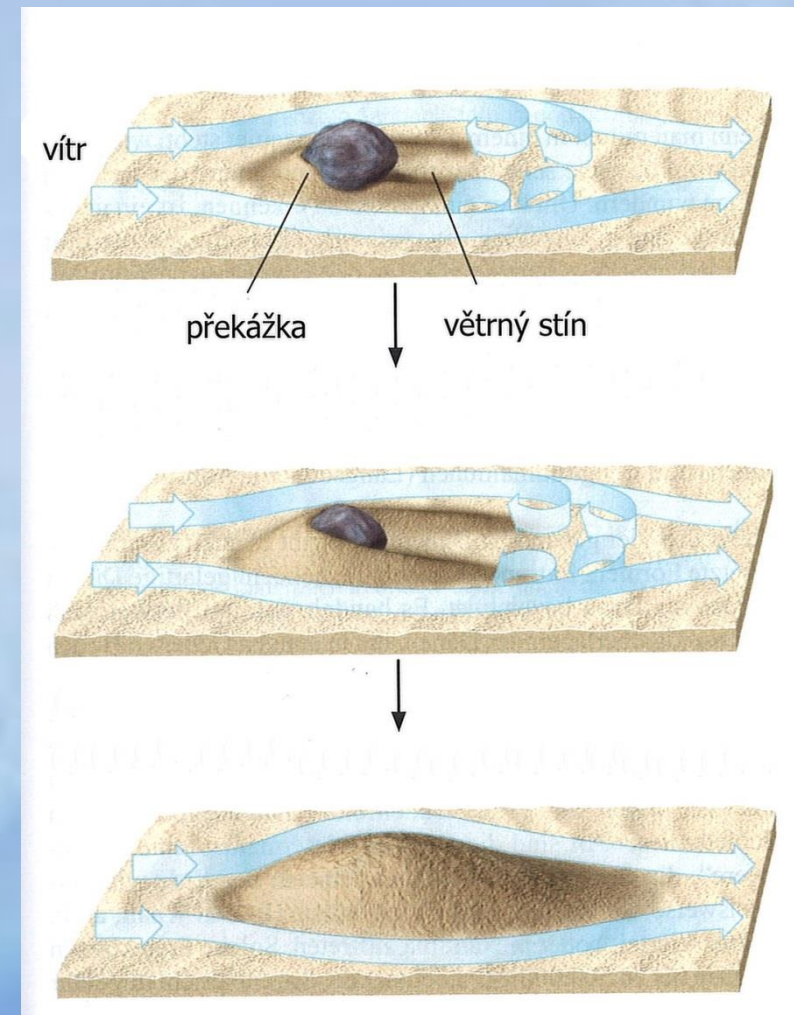
Vátý písčité materiál vytváří různé formy písečných návějí. Nejmenší rozměry mají **eolické čeřiny**.



#### Eolické čeřiny

Eolické čeřiny na povrchu písečné duny na mořském pobřeží.  
Stáří: Recent. Lokalita: Gotland, Tofta.

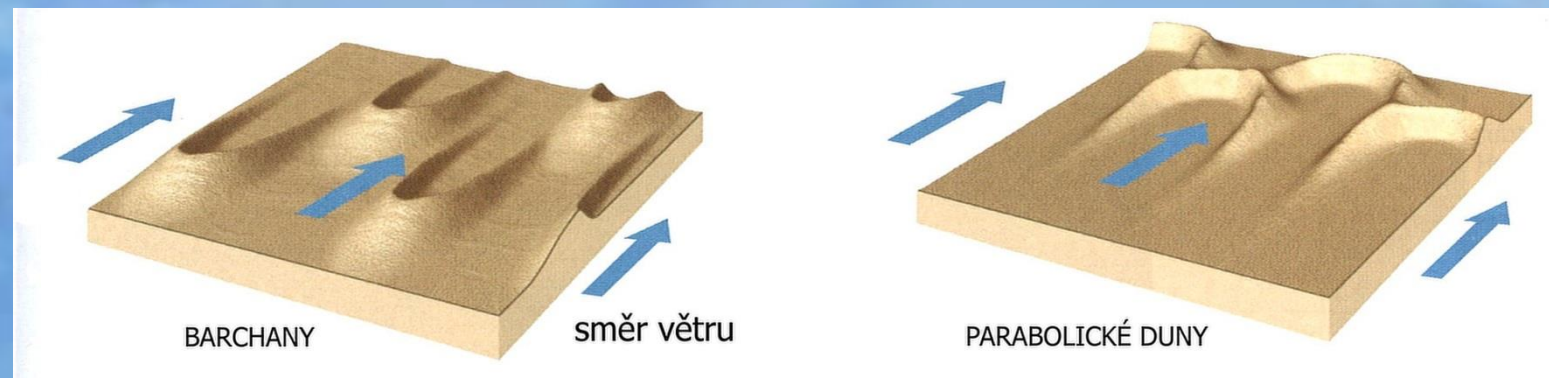
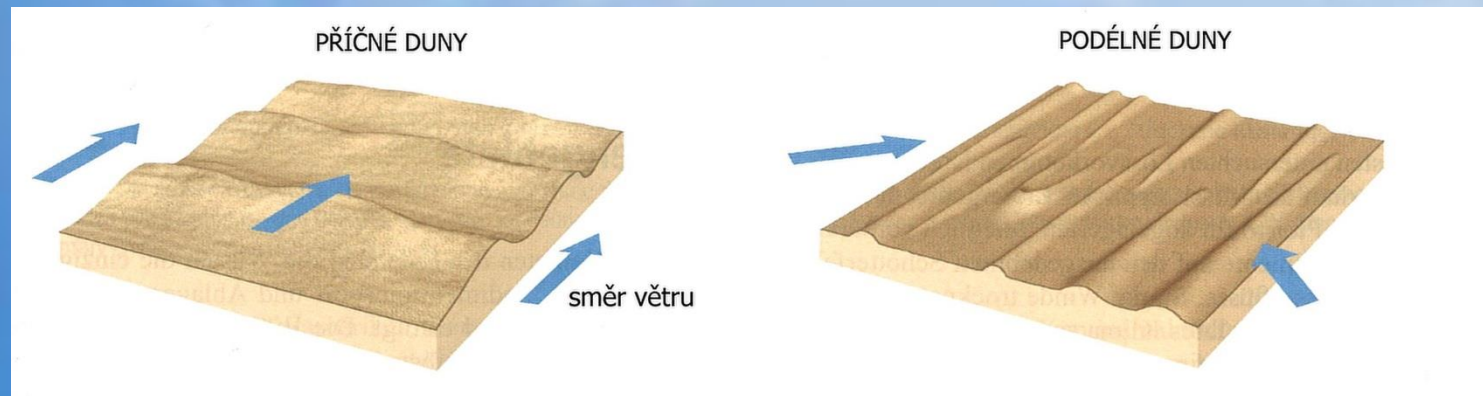
Větší formy reprezentují **písečné přesypy** (duny). Vznikají na různých překážkách (keř, větší valoun), u kterých dochází k turbulentnímu proudění, vzduch mírně zpomalí a písčité částice se postupně usazují před i za překážkou. Růst pak pokračuje na závětrné straně, jejíž sklon je až  $34^\circ$ , zatímco návětrná strana duny je pozvolnější.





# Tvořivá činnost větru III

Podle tvaru se rozlišuje několik typů písečných přesypů (dun). **Příčné duny** vznikají v aridních oblastech s dostatečným množstvím písečného materiálu. Přesypy podkovovité nebo půlměsícovité s cípy po směru větru jsou **barchany**. **Parabolické duny** jsou opakem barchanů, návětrná strana je strmější a ramena jsou otočena proti proudění větru. **Podélné duny** jsou protaženy ve směru větru. **Komplexní duny** bývají složitou kombinací předchozích typů.

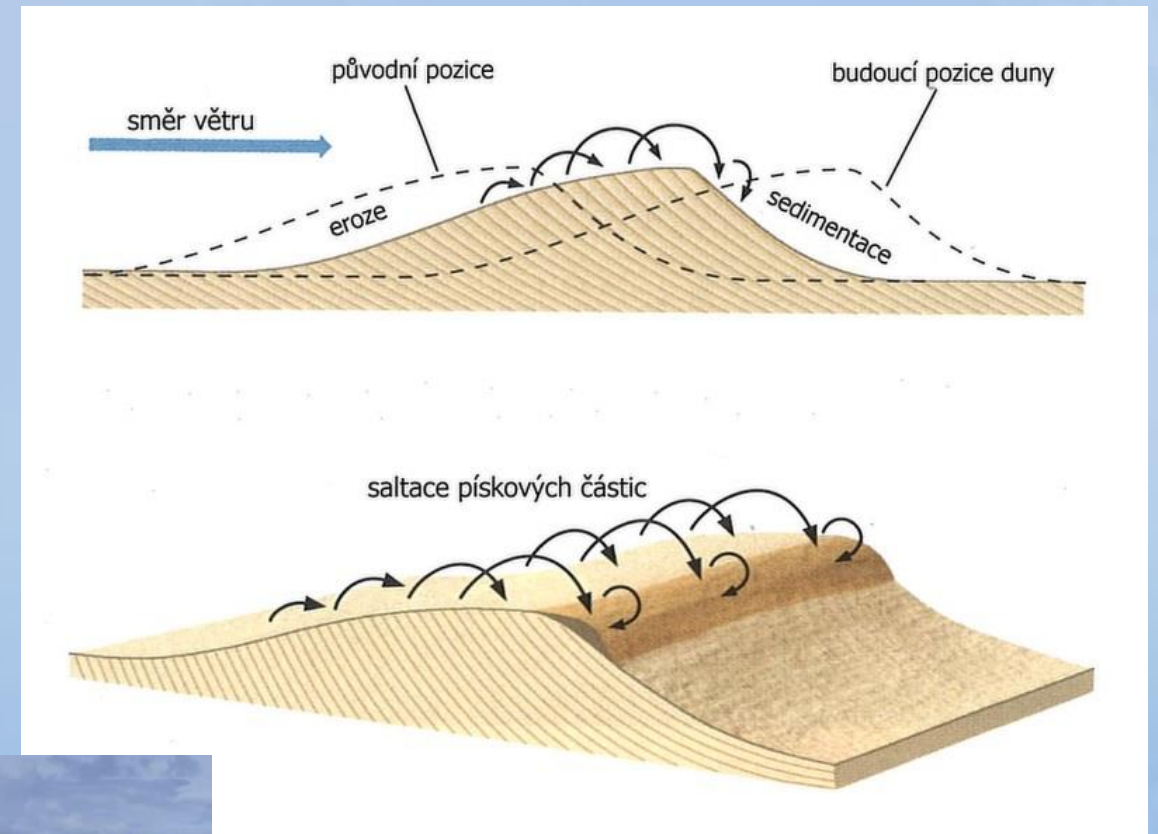




# Tvořivá činnost větru IV

Podle místa vzniku se rozlišují **pobřežní přesypy**, které vznikají na plochých mořských pobřežích, kdy je jemný písek postupně přemístěn od pobřeží směrem do vnitrozemí. **Vnitrozemské přesypy** najdeme především v písečných pouštích.

Písečné přesypy nejsou stálou formou, ale pozvolna se přesouvají ve směru převládajícího větru. Rychlost postupu závisí na intenzitě větru a dostupném množství písku. Běžně to bývá o desítky metrů ročně, ale při intenzivních bouřích to může být až 20 m za den.





Zapamatujte si:

- ❖ Ledovce rozdělujeme na horské a kontinentální, zdrojem je sníh přeměněný na firn a ledovcový led
- ❖ Ledovec se pohybuje, na jeho bázi dochází k intenzivní erozivní činnosti (exarace)
- ❖ Ledovec unáší materiál všech velikostí a ukládá ho ve formě různých typů glacigenních sedimentů (sandry, eskery, morény)
- ❖ Hlavními destrukčními procesy eolické činnosti jsou deflace a koraze
- ❖ Projevem rušivé činnosti větru jsou viklany, skalní stoly, skalní okna nebo skalní mosty
- ❖ Transportní činnost větru je omezena na jílovité, prachovité a písčité částice
- ❖ Eolické sedimenty vytváří písečné přesypy různých forem, důležitým eolickým sedimentem je spraš