



# EXOGENNÍ PROCESY A TVARY

GLACIÁLNÍ TVARY

# KRYOGENNÍ POCHODY

- kryosféra 1923, Dobrowolski
- nivace = destrukční působení sněhu sněžná čára - hranice, která omezuje plochu ZP se souvislou sněhovou pokrývkou sněžníky (trvalé, tzn. min 2 roky) - nivační deprese
- glaciální pochody = modelace ledovci
- periglaciální pochody - v kryosféře - v nezaledněných oblastech - mrazové zvětrávání - tvary v permafrostu

# LEDOVCOVÝ LED

- vzniká ze sněhu  
zvýšující se statický tlak vyvolaný vahou nadložních poloh  
zvýšení objemové hmotnosti v hrubozrnný agregát: firn (0,55 - 0,84 g/cm<sup>3</sup> )  
diagenese (zhutňování)  
regelace (tání tlakem a mrznutí) objemová hmotnost: 0,85 g/cm<sup>3</sup> =  
ledovcový led obvykle při mocnosti 35 - 75 m sněhové pokrývky !  
průměrná roční teplota < 0 °C + aktivní hydrologická bilance



# TYOLOGIE LEDOVCŮ

- horské - jednosměrný pohyb
- pevninské (kontinentální) - všesměrný pohyb (odstředivě se roztéká) - tvar klenby

štitový ledovec zaledněná území:

Antarktida .....	13 802 tis. km <sup>2</sup>	(97,5 % území)
Grónsko .....	1 802 tis. km <sup>2</sup>	(82,9 % území)
Island .....	11 tis. km <sup>2</sup>	(10,9 % území)
Himálaje.....	33 tis. km <sup>2</sup>	(35,2 % území)

# LEDOVCE - POHYB

- pevninské (kontinentální) - všesměrný pohyb (odstředivě se roztéká)
- horské - jednosměrný pohyb
- svahový • karový • údolní
- – alpského typu • údolní
- – splazového typu • ledovcové čapky • radiální ledovce • piedmontní

# POHYBY LEDOVCOVÝCH MAS

- průměrná rychlost: 1 - 10 mm/rok

zatížení ZK ledovcem

odlehčení ZK při odtávání izolacie zdvihu - nejrychlejší v centru (př. na březích Botnického zálivu) - max.10 mm/rok S. Amerika - oblast Velkých jezer (max 5 mm/rok) - Kanadské arktické souostroví (1 - 10 mm/rok) Grónsko - západní pobřeží (extrémně 105 mm/rok)



# MODELACE - EROZE, TRANSPORT, AKUMULACE

- glaciální eroze - spočívá v abrazi
- DETERZE = ohlazování
- EXARACE = brázdění ■■■ouvky
- DETRAKCE = odlamování
- PLUCKING = rozvolňování - plošná detrakce a deterze pevninských ledovců ■■■cela odstraní zvětralinový plášť ■■■ypické tvary: oblíky

# OBLÍKY

- Asymetrické tvary
- J: Finsko: sníženiny mezi oblíky jsou zaplaveny jezery nebo mělkým mořem - oblíky vyčnívající nad hladinu = skjäry



# OBLÍKOVÁ KRAJINA V ČR

Žulovská pahorkatina - nízké exfoliační klenby (ruware)  
oblíky - vysoké exfoliační klenby (borndhardty)  
nunataky

AUTOR PREZENTACE, DATUM PREZENTACE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA

# TRANSPORT, AKUMULACE

- glaciální transport till = materiál transportovaný ledovcem; netříděný a nevrstvený místo transportu: na povrchu na okrajích vlečení pod ledovcem glaciální akumulace
- základní tvar: MORÉNY

# HORSKÉ LEDOVCE

- nerovný
- na povrchu: vrstva suti (svrchní moréna)
- trhliny
  - příčné ■■■ mohou vést k ledopádu
  - okrajové (podélné) ■■■ ledové jeskyně ■■■ ledové mlýny



# POHYB LEDOVCE

- gravitační
- průměrná: metry až desítky metrů/rok
- extrém: 120 m/den (Himálaje)

Bilance ledovce (akumulační vs. ablační část)

# TYPY LEDOVCŮ PODLE BÁZE

- s chladnou bází - pohybuje se po smykové ploše uvnitř ledovce nemodeluje
- s teplou bází - tání ledu vlivem tlaku - pohybuje se po hranici hornina – led, modeluje (podloží není zmrzlé, tzv. vlhká báze)

# MODELACE HORSKÝMI LEDOVCI

- X od pevninských: koncentrace splazů do údolí předledovcové sítě (např. říční)
- ■ oustředěná modelace základní tvary:  
KAR  
TROG  
FJORD  
DRUMLINY



# KAR

- stěna karu
- hranice akumulace sněhu (bergschrund)
- dno karu (v případě odtání)
- stupeň karu z něho vytéká led

# TROG, ÚDOLÍ TVARU U



AUTOR PREZENTACE, DATUM PRE



# ÚDOLNÍ LEDOVEC



AUTOR PREZENTACE, DATUM PREZENTACE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA



# MORÉNA

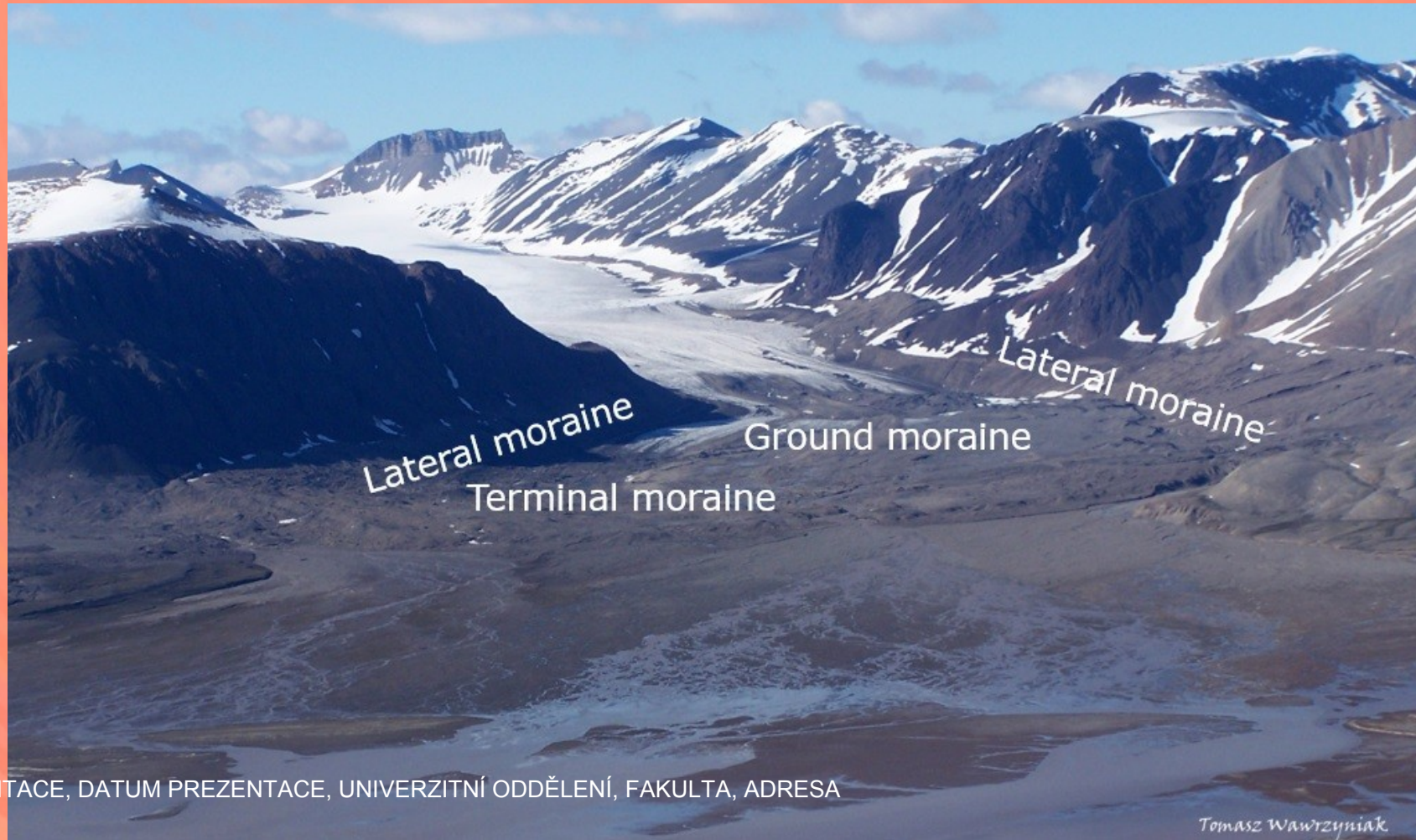
- podle místa uložení:  
boční, střední, vnitřní, spodní,
- **■**ouvky (Jedná se o obroušené těleso, které je vlivem tlaku ledovce tlačeno po podloží, kde se sráží s okolními tělesy)  
čelní - výšky 5 - 250 m; často zahrazují jezera  
ústupová

# AKUMULAČNÍ TVARY

- morény - špatně tříděný nebo netříděný úlomkovitý materiál, který se pohyboval činností ledovce (till) + byl ledovcem akumulován
- kamy - vyplněný prostor mezi ledovcem a údolní stěnou - po ústupu ledovce mají charakter teras na úpatí údolních svahů



# MORENA (MORENE)



AUTOR PREZENTACE, DATUM PREZENTACE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA

*Tomasz Wawrzyniak*



# FLUVIOGLACIÁLNÍ SEDIMENTACE

- eskery (osary) = valy (agradáční) vzniklé sedimentací materiálu podledovcových vodních toků tvar: úzké vlnité valy (L až 30 km, výška i 30 m) na povrchu: hluboké trychtýře = osarové kotle (po odtání fosilního ledu)
- sandr = výplavová rovina (kužel), divočící vodní toky

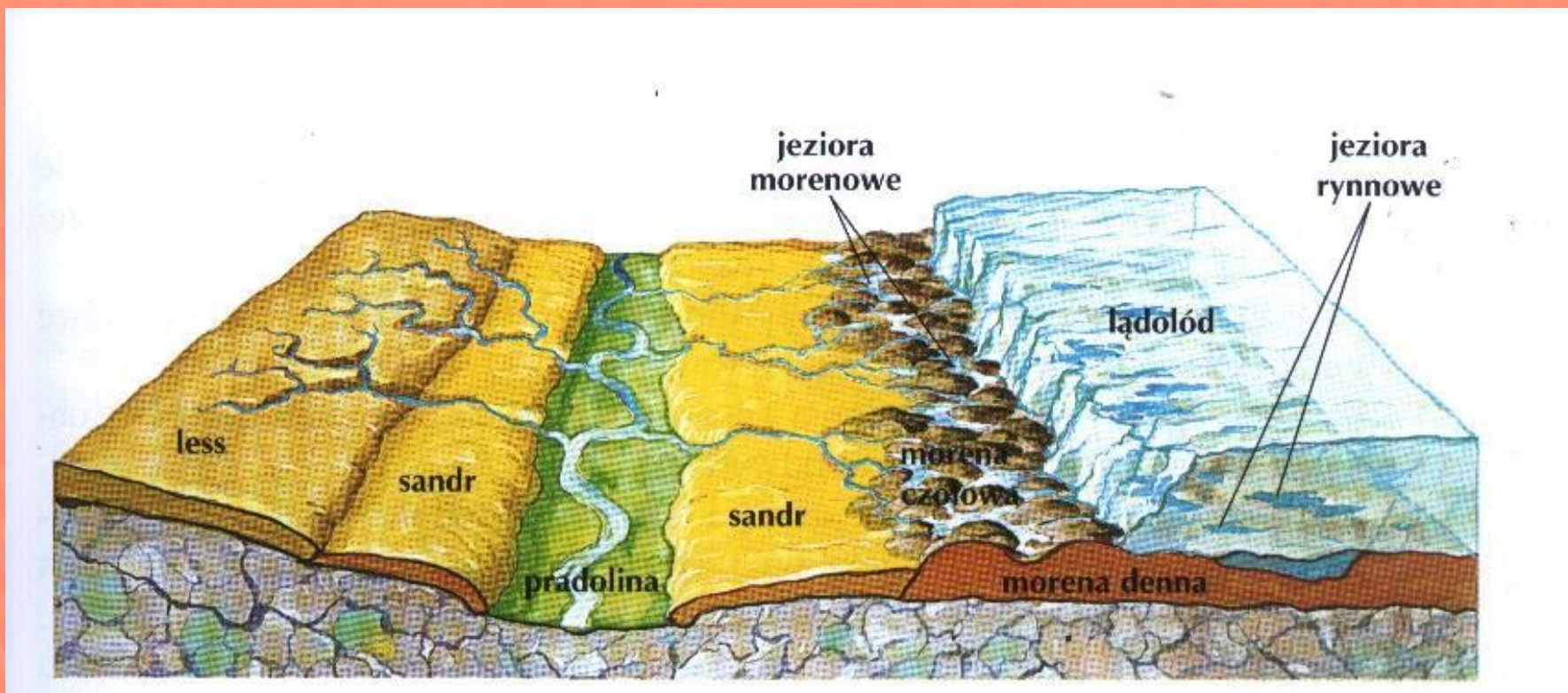
# ESKER



AUTOR PREZENTACE, DATUM PREZENTACE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA



# SANDR



AUTOR PREZENTACE, DATUM PREZENTACE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA



# PRADOLINY (PRAÚDOLÍ)

- velmi široká údolí – fluviální • vytvořené tavnými vodami z ledovce – v jeho předpolí • voda s mísila s vodu řek neledovcových • V důsledku postupu ledovce – nebylo možné odvodňování na S/SZ – do Baltu – výrazná změna systému odvodňování
- Pradolina Pilicy-Wieprza-Krzny • Ve střední a východní části Polska • V době zalednění Warty (středopolské zalednění) • tavné vody – odtok k SV – do povodí Dněpru
- Pradolina wrocławsko-magdeburska • V SZ Polsku • V době zalednění Warty • odvod vody do Severního moře
- Pradolina warszawsko-berlinská • V SZ Polsku • V době zalednění Wisly (fáze poznanská) • V linii Warsawa – Berlín • Odtok do Labe

# PRADOLINA WROCLAWSKO- MAGDEBURSKA



AUTOR PREZENTACJE, DATUM PREZENTACJE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA

# ZALEDNĚNÍ

- **Zalednění podleské** – pouze okrajové (SV)
- **Zalednění severopolské** (mindel)
  - maximální rozsah – zalednění Sanu II - největší zalednění v Polsku; S úbočí Karpat i Sudet (400 m n.m.),
  - nejvyšší vrcholy Gór Świętokrzyskich - nunataky
- **Zalednění středopolské** (riss) – zalednění Odry, Warty
  - maximální rozsah: do Sudet, J Wyżyny Małopolskiej i Lubelskiej
- **Zalednění jihopolské** (würm)
  - maximální linie zalednění
  - linie okolá Gubina - Zieloną Górą
  - Leszno – Konin – Szczytno
  - Grajewo - Augustów





# PRAÚDOLÍ

- Některá praúdolí – vysoká vodnost • průtoky 300-400 tis.  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  •  
Srovnání - Wisla (v ústí 1 080  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , Odra 575  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )

# PERMAFROST

- • Permafrost /dlouhodobě zmrzlá půda/ jsou horniny a zeminy zemské kůry, jejichž teplota je více než 2 roky pod bodem mrazu • činná vrstva = povrchová vrstva permafrostu, kde během roku dochází aspoň jednou k vzestupu teploty nad 0°C – vysoce dynamická s intenzivními periglaciálními procesy. - mocnost činné vrstvy závisí kromě teploty na charakteru substrátu a vegetace (rašeliniště 10-20 cm, tundra 30-50 cm, suché šterky 2-3 m /max.10 m/).
- • Agradace permafrostu
- • Degradace permafrostu - termokras

AUTOR PREZENTACE, DATUM PREZENTACE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA

# PERMAFROST /DLOUHODOBĚ ZMRZLÁ PŮDA/ JSOU HORNINY A ZEMINY ZEMSKÉ KŮRY, JEJICHŽ TEPLOTA JE VÍCE NEŽ 2 ROKY POD BODEM MRAZU.

- Maximální mocnost permafrostu:
  - pohoří Udokan 1600 m, • Aljaška 400 – 500 m,
  - na území ČR v pleistocénu kolem 300 m (Moravská brána 220 m). V hloubce 15 m má permafrost nejnižší teplotu; je blízká průměrné roční teplotě a během roku se nemění – např. v hloubce 15 m: Aljaška:  $-10^{\circ}\text{C}$ , SV Sibiř u Sev. ledového oceánu:  $13^{\circ}\text{C}$ .

AUTOR PREZENTACE, DATUM PREZENTACE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA



# PŮDNÍ LED

- Voda hraje, kromě vzniku zvětralin, důležitou roli při pohybu zvětralin.
- Kryoturbace – pohyby vertikálního a horizontálního směru v činné vrstvě, typické jsou pro nehomogenní sedimenty, výsledkem jsou zvířené půdy

# MRAZOVÉ KLÍNY

- V ČR velmi rozšířené pleistocenní kryogenní struktury • Typické: nížiny a pahorkatiny např. lokalita Bystřany u Teplic – ve sprašových hlínách 26 mrazových klínů (hloubka: 2,2 – 2,4 m) • výskyt: v nezpevněných pleistocenních, terciálních a křídových sedimentech • Na téměř rovných površích (do 5°) • První je u nás popsal Jahn (1896) SZ. od Pardubic • 1889 je zjistil Zahálka (1901) u Roudnice nad Labem a Loun

# LEDOVÉ KLÍNY

- Význam: indikátory klimatických podmínek • Ledové klíny s primární výplní eolickým pískem se tvoří ve velmi suchém aridním podnebí při teplotě (průměrné roční) menší než  $-12$  až  $-20$  °C • Roční úhrny srážek do 100 mm • Mrazové klíny v ČR: hloubka nejčastěji 2 – 3 m (ojediněle 4 metry); šířka: cm až 1,5 m



# LEDOVÝ KLÍN U NĚMČAN

- Největší v ČR: • Jeden z největších v Evropě • Objeven 1962 (T. Czudek) • 3,5 km SV od Slavkova u Brna • Severní okraj obce Němčany (v opuštěné pískovně) • Hloubka: 6,5 m; šířka v horní části 11,5 m • Klín tvoří trhlinu rovnoběžnou se směrem rozvodního hřbetu • Délka: 62 m (+30 m)

# LEDOVÝ KLÍN U NĚMČAN

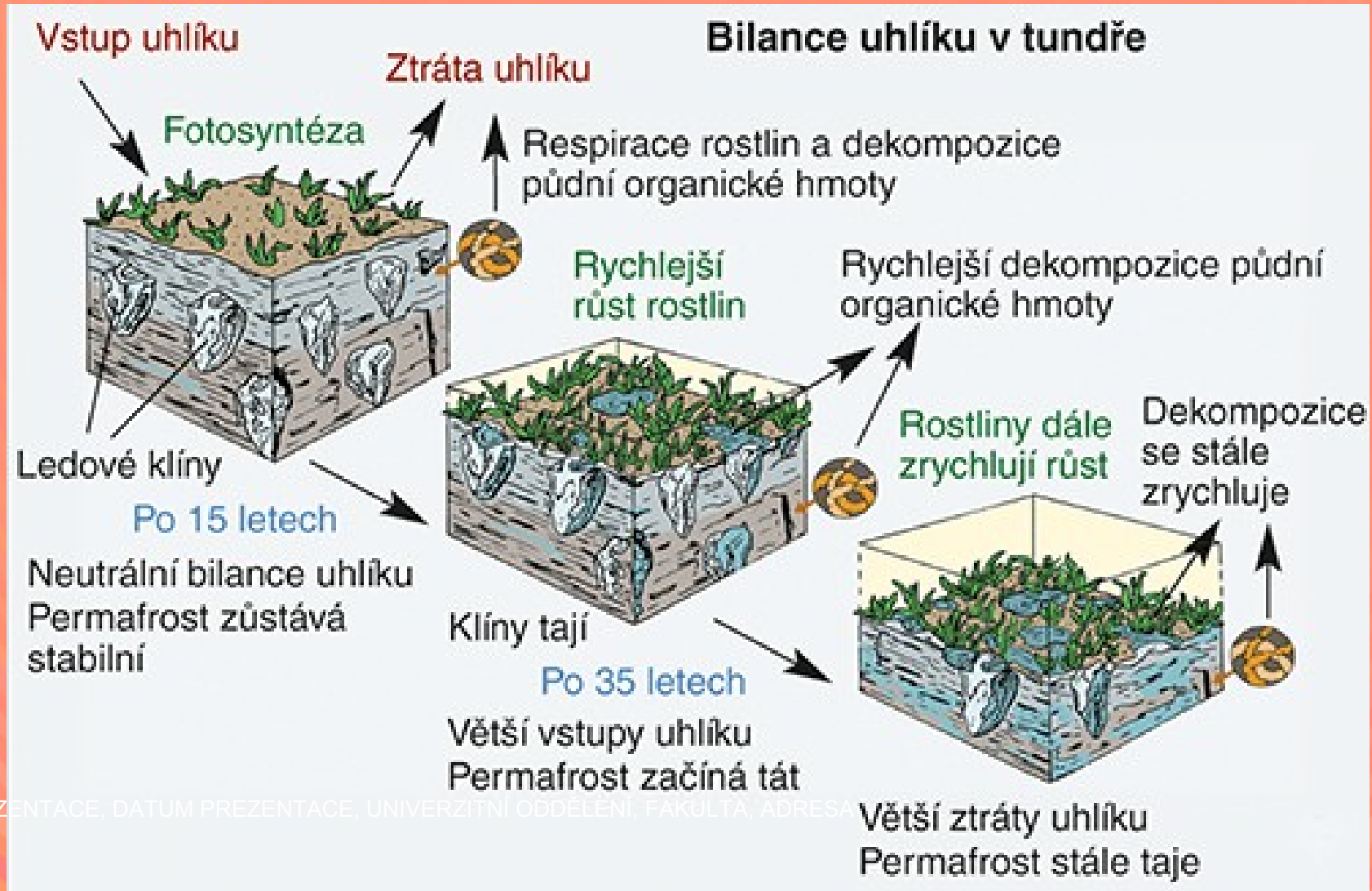


ŠÍŘKA -

Archivní snímek Mrazového klínu u Němčan, když ještě nezarůstal stromy



# TÁNÍ PERMAFROSTU





# PLEISTOCENNÍ ZVĚTRÁVÁNÍ

- Vznikají různě velké úlomky • Jemnozrnný materiál - významná komponenta sprašových pokryvů, svahových sedimentů a eluvií • Podkrušnohorské pánve: příklady mrazového zvětrávání uhelných slojí uhlí v nejsvrchnější části přeměněné v mour (mourové uhlí) do hloubky 10 – 15 m (ojediněle až 20 m) • Pevné horniny: kryogenní eluvia na rozvodních částech terénu • Mocnost kryoeluvia max. 2 metry • Lokalita u Náměště na Hané – kulmské břidlice mrazově rozvolněné do hloubky 3,2 metrů

# MRAZOVÝ SRUB

- Skalní stupeň vzniklý ve svahu mrazovým zvětráváním a následným odnosem. Stěny mrazových srubů jsou v závislosti na struktuře horniny (zejména puklinách a vrstevních plochách) svislé nebo téměř svislé, případně převislé.
- vznik mrazových srubů - vyvolán intenzivním mrazovým zvětráváním, jehož největší intenzita byla v chladných obdobích pleistocénních glaciálů
- významný faktor: srážková nebo tavná voda, která vniká do puklin nebo mezivrstevních spár

AUTOR PREZENTACE, DATUM PREZENTACE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA

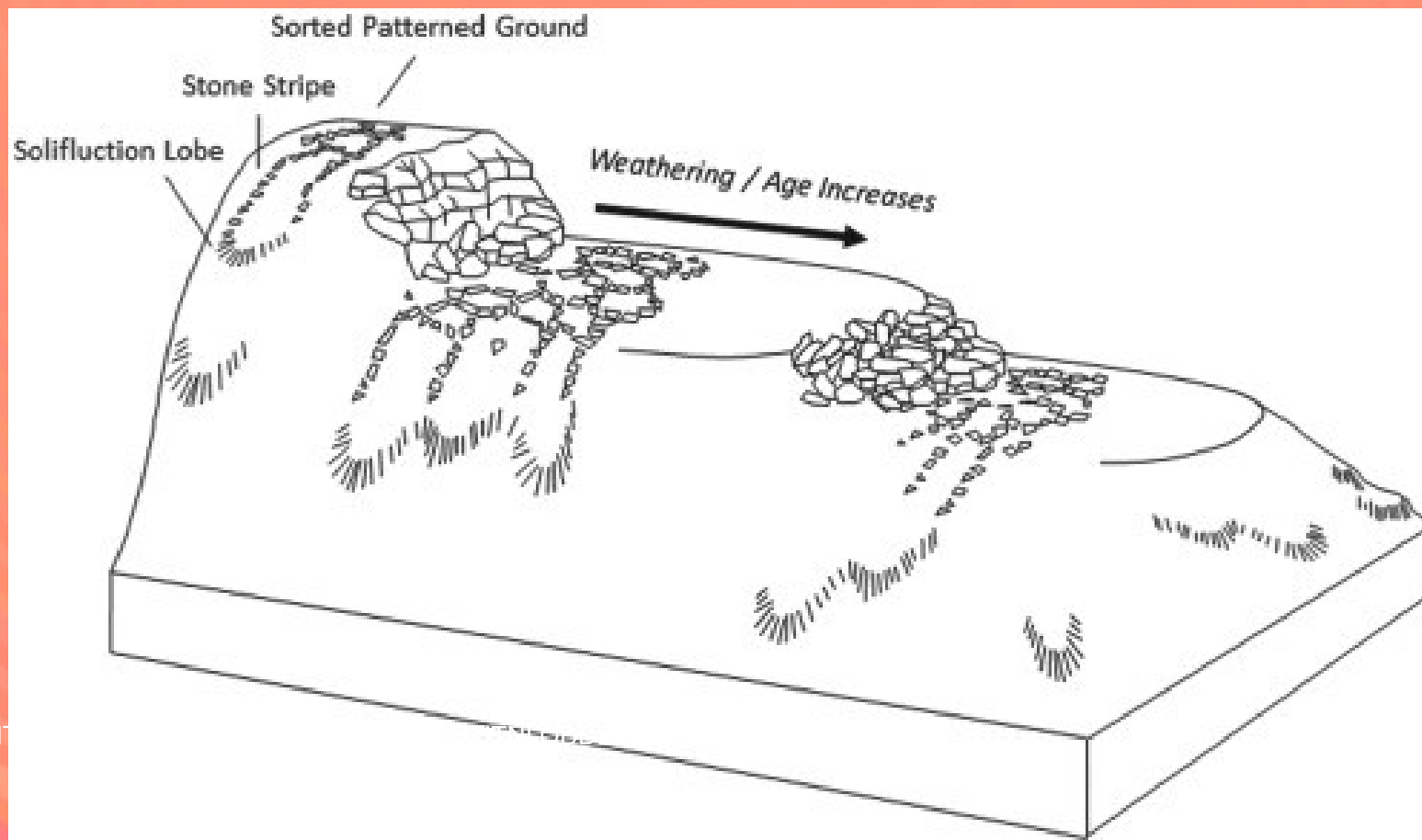
# KRYOPLANAČNÍ TERASY

- mírně ukloněný až téměř horizontální erozní tvar na svazích
- vznikly v periglaciálním prostředí pleistocénu
- Jsou typické pro středních a horní úseky svahů.
- V horních částech svahů a na úzkých meziúdolních rozsochách často postupně přecházejí v náhorní kryoplanační plošiny.
- Kryoplanační terasy sečou různě odolné horniny. Nejlépe jsou vyvinuté v masivních horninách s blokovým rozpadem, prostoupených hustou sítí puklin.
- Kryoplanační terasa je tvořena skalním výchozem a mírně skloněnou kryoplanační plošinou (sklon 1 - 12°), která je často překrytá sutí.

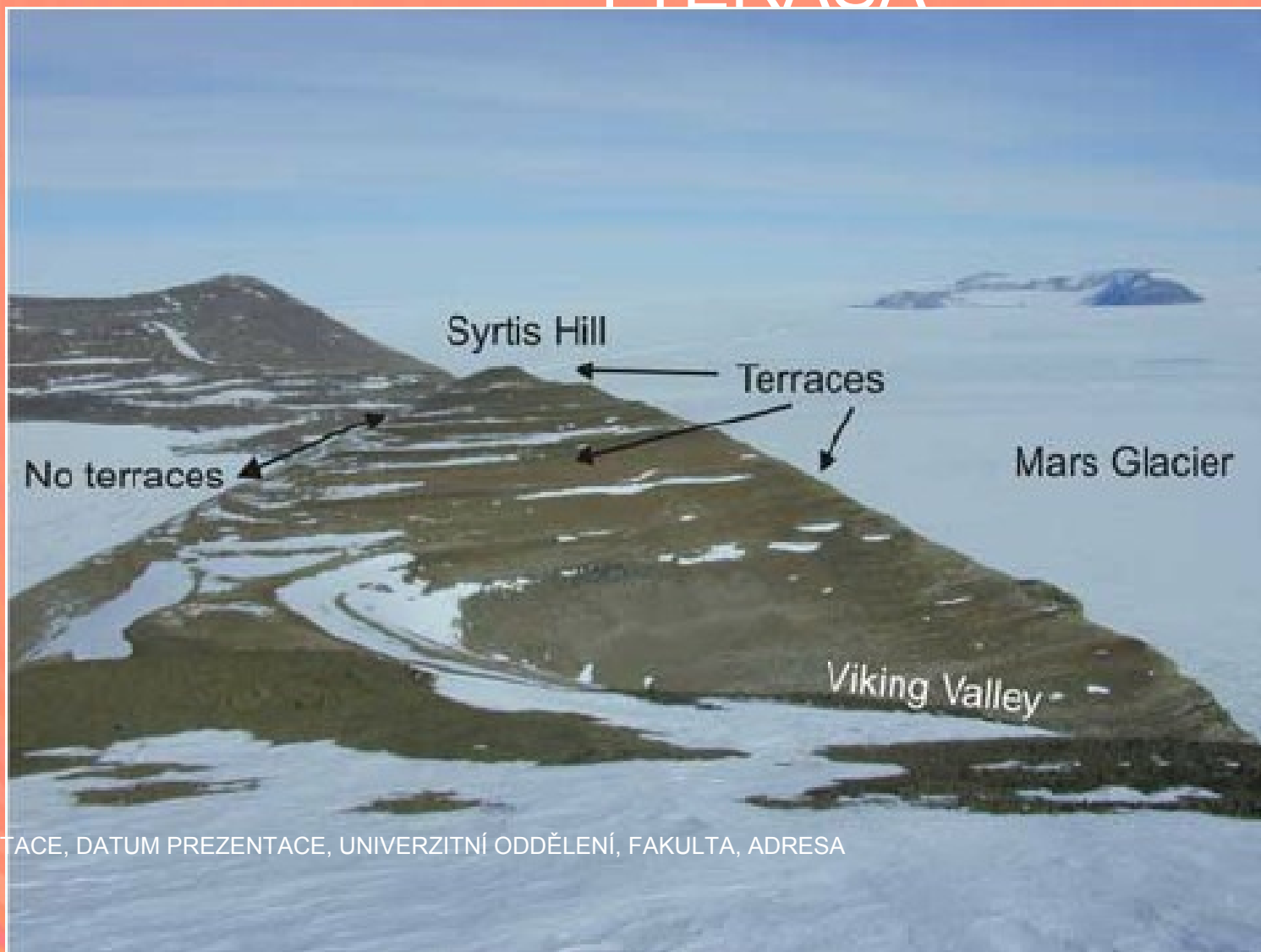
Termín kryoplanace je převzat z řečtiny (kryos = chladný, mrazivý; planare = zarovnávatí).



# KRYOPLANAČNÍ TERASA



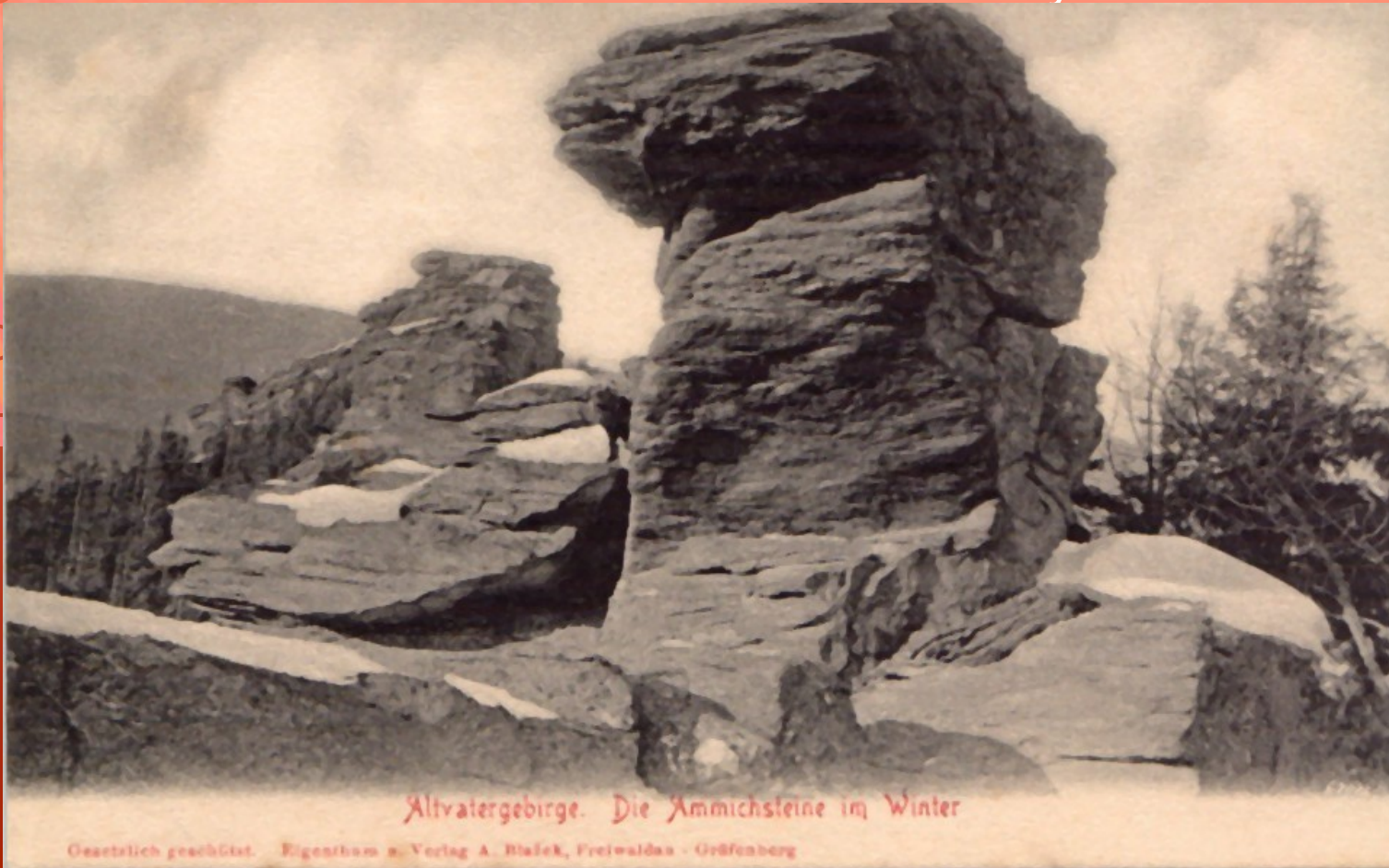
# KRYOPLANAČNÍ TERASA



AUTOR PREZENTACE, DATUM PREZENTACE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA

# TOR

- Tor je izolovaná skála vyčnívající výrazně na všech stranách nad okolní terén.
- Plošně je obvykle méně rozsáhlá a její výška většinou převažuje nad rozlohou, čímž se liší od skalní hradby.





# TOR, SKALNÍ HRADBA

- etapy vzniku: 1. zvětrání horniny chemicky do hloubky (mladší 3H)  
Odolnější partie odolaly zvětrávání a zůstaly v podobě skalních suků ve zvětralině
- 2. Erozní odnos zvětralin (starší 4H), skály se dostaly na povrch
- 3. Modelace mrazovým zvětráváním, někdy až destrukce, vznik balvanových moří a proudů

# SKALNÍ HRADBA



**The southeasterly mass of the two Haytor Rocks, viewed from two angles. The left photograph is from the northwest towards the southeast. This is inline with the enlarged, steep-dipping joints. The right photograph, with rock climbers, is from the west and is oblique to the joints.**  
*Ian West & Tonya West (c) 2007.*

AUTOR PREZENTACE, DATUM PREZENTACE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA



# KAMENNÁ, BALVANOVÁ MOŘE

- pokryv (nahromadění) ostrohranných až slabě zaoblených úlomků hrubé velikosti na svazích a plochých vrcholových partiích terénu, pokrývající více než 50% plochy daného místa
- vznik - zpravidla mrazovým zvětráváním skalních výchozů, nebo podpovrchovým chemickým zvětráváním a následným odnosem jemných zvětralin.
- plošné akumulace na temenech horských hřbetů a na mírných svazích; většinou zde dochází téměř k úplnému odstranění jemných částic vyvátím nebo splachem z prostorů mezi balvany.



# BALVANOVÉ MOŘI



BŘIDLIČNÁ HORA

# KAMENNÁ MOŘE

- Většina kamenných moří vznikla v periglaciálním klimatu starších čtvrtohor • pomaleji se vytváří i v současné době • Jejich vznik závisí zejména na geologických podmínkách a sklonu svahu. • Za kamenná moře se označují takové akumulace skalních bloků, které pokrývají minimálně 50% celkové plochy svahu. • Podle velikosti sklaních úlomků se rozlišují: balvanová moře a suťová moře (pole) • Autochtonní kamenná moře se vyskytují víceméně na místě svého vzniku nebo v bezprostřední blízkosti a dosahují mocnosti až desítek metrů. • Alochtonní kamenná moře tvoří zvětraliny již přemístěné svahovými pochody

AUTOR PREZENTACE, DATUM PREZENTACE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA



# KAMENNÁ MOŘE – ČERTOVA STĚNA

- tvoří ji na kvádry rozpukané žulové skály nad hlubokým údolím Vltavy
- pod vlastní stěnou najdeme rozsáhlá suťoviska a kamenné moře
- balvanitý úsek pod Čertovou skálou = Čertovy proudy, v některých balvanech najdeme tzv. obří hrnce

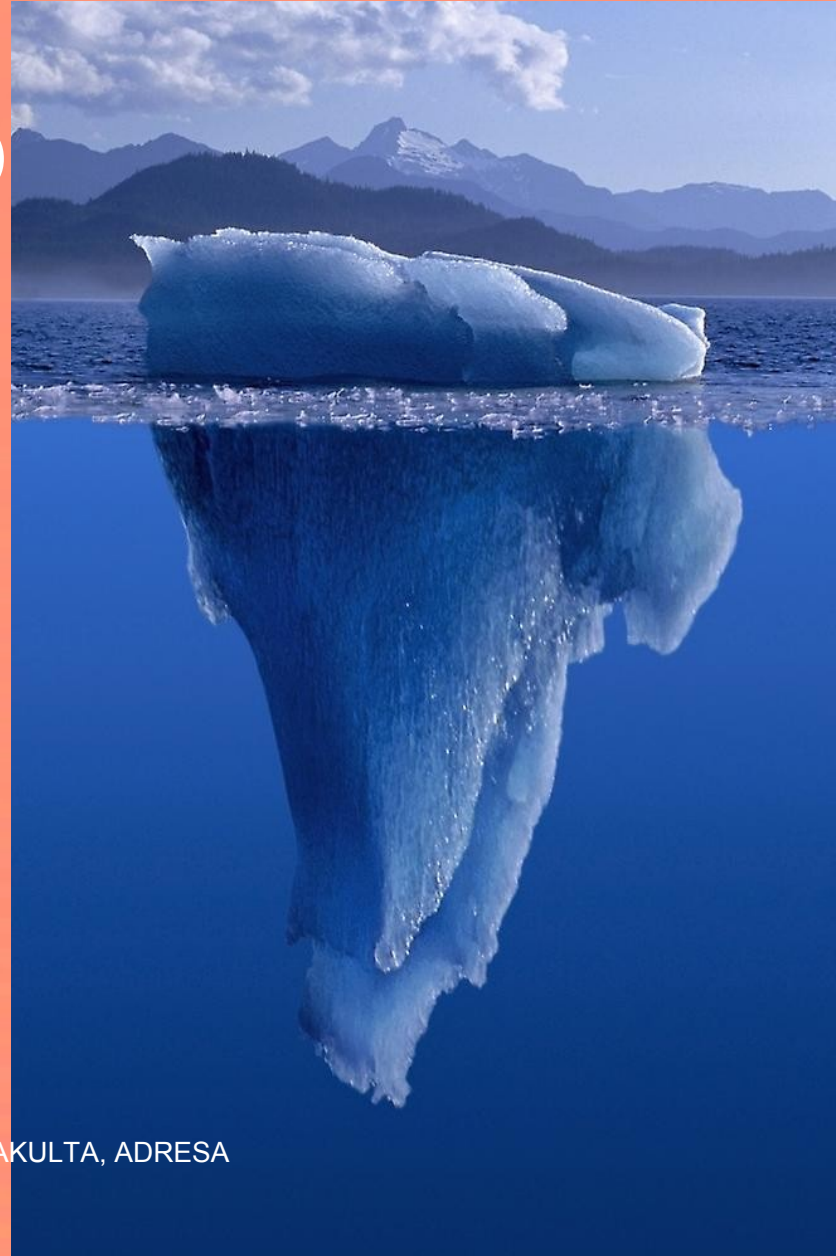


# ČERTOVA STĚNA





DĚKUJI ZA POZORNO



AUTOR PREZENTACE, DATUM PREZENTACE, UNIVERZITNÍ ODDĚLENÍ, FAKULTA, ADRESA