

Datovanie pomocou metódy
kozmozogénnych nuklidov a opticky
stimulovanej luminescencie (OSL) –
využitie v geomorfológii

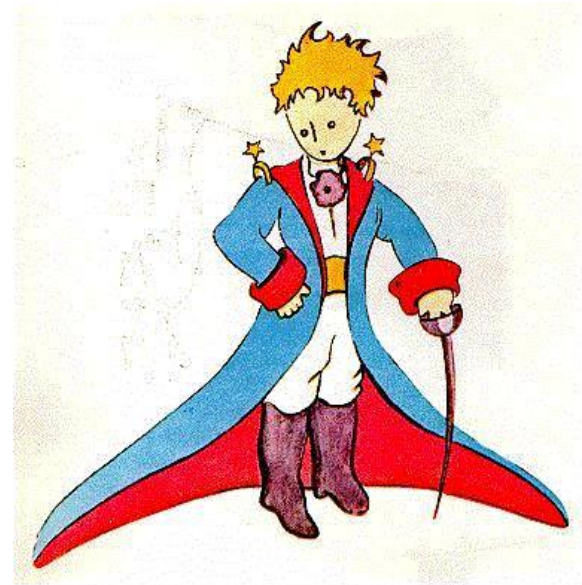
Metódy litogeografického a geomorfologického
výskumu

Sprievodcovia na cestu

Victor Hess



Malý princ



The diagram illustrates the production and decay of ^{10}Be in the atmosphere and ground.

Atmospheric Production: Cosmic rays (represented by a cloud and rain) interact with ^{16}O in the atmosphere, producing ^{14}N , ^{14}C , and ^{10}Be . ^{14}C decays into ^{14}N via β^- decay. ^{10}Be is also produced from ^{14}N via p, n reactions.

Ground Production and Decay: ^{10}Be can be produced in situ in the ground from ^{16}O and α particles. ^{10}Be decays into ^{16}O and ^3He via α decay.

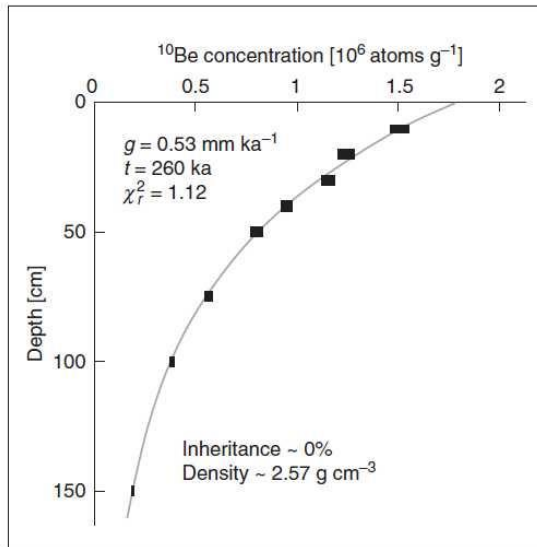
- Kozmické žiarenie – (protóny, α častice) interaguje s časticami v atmosfére
- Vzniká sekundárne žiarenie – interakcia s časticami – vznik kozmogénnych nuklidov
- Kozmogénne nuklidy –
- „atmosferické“
- „terestriálne – *in situ*“

Kozmogénne nuklidy – využitie v geovedách

- Musia byť prirodzene vzácnymi v geologickom materiáli
 - Musia byť buď stabilné, alebo s veľkým polčasom rozpadu, ten by mal byť rovnaký, alebo väčší ako vek procesu, ktorý sa skúma
 - Musí byť pochopený produkčný mechanizmus nuklidu
 - Musí byť možná analýza nuklidov
 - Kozmogénne nuklidy by mali byť produkované v bežných mineráloch
- Z kozmogénnych nuklidov spĺňajú uvedené podmienky nasledovné: izotopy vzácnych plynov ^3He , ^{21}Ne , ^{22}Ne , ^{36}Ar , ^{38}Ar , Kr, Xe a rádioaktívne nuklidy ^{10}Be , ^{14}C , ^{26}Al , ^{36}Cl , ^{41}Ca , ^{53}Mn . **Z nich sú pre potreby geovied rutinne používané ^3He , ^{21}Ne , ^{22}Ne , ^{10}Be , ^{26}Al a ^{36}Cl .**

Nuklid	Polčas rozpadu	Cieľový minerál	využitie
^3He	stabilné	Olivín, pyroxén, živec, granát	vulkanity
^{10}Be	$1.51 \cdot 10^6$	Kremeň, olivín	Najvyužívanejší CN, horniny s kremeňom, často spolu s Al a Ne
^{21}Ne	stabilné	Kremeň, olivín,	Potenciálne najväčší dosah, často spolu s Be, Al
^{26}Al	$7.2 \cdot 10^5$	Kremeň	Spolu s berýliom pri datovaní pochovania
^{36}Cl	$3.01 \cdot 10^5$	Živec, plagioklas, kalcit	Karbonatické horniny, vulkanity, potrebné dodatočné geochem. analýzy

Kozmogénne nuklidy – fyzikálny princíp



- Koncentrácia kozmogénneho nuklidu klesá s hĺbkou pod povrchom
- Pri granitoidnej hornine len 1% neutrónov preniká do hĺbky 3 m
- mióny – prenikajú do väčšej hĺbky
- Na základe porovnania produkcie nukleonickej a miónovej zložky – možno určiť mieru erózie na danej forme

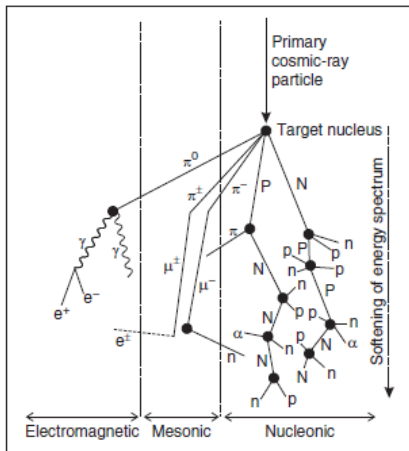
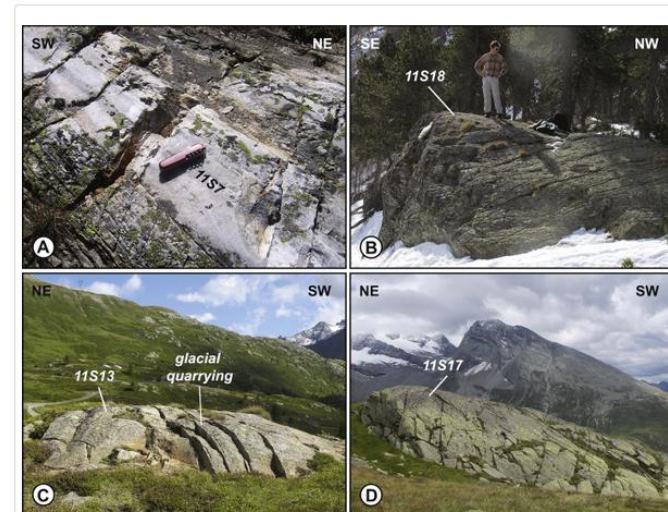
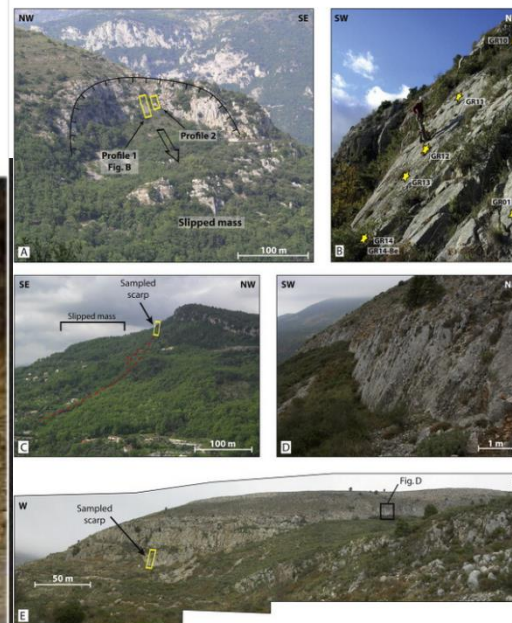
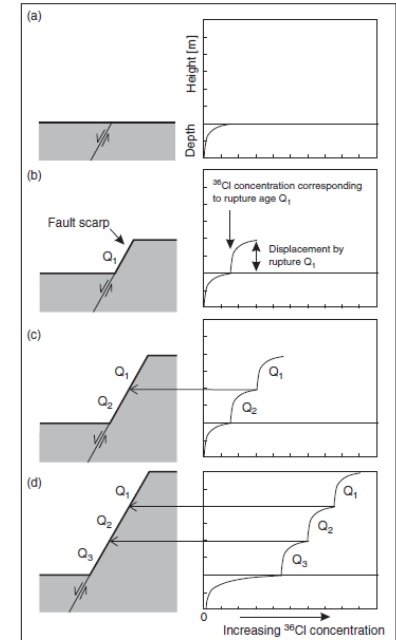


Fig. 1.2. The secondary cosmic ray cascade in the atmosphere. Abbreviations used: n, neutron, p, proton (capital letters for particles carrying the nuclear cascade), α , alpha particle, $e^\pm$, electron or positron, γ , gamma-ray photon, π , pion, μ , muon. After Simpson and Fagot (1953), discussion in the text.

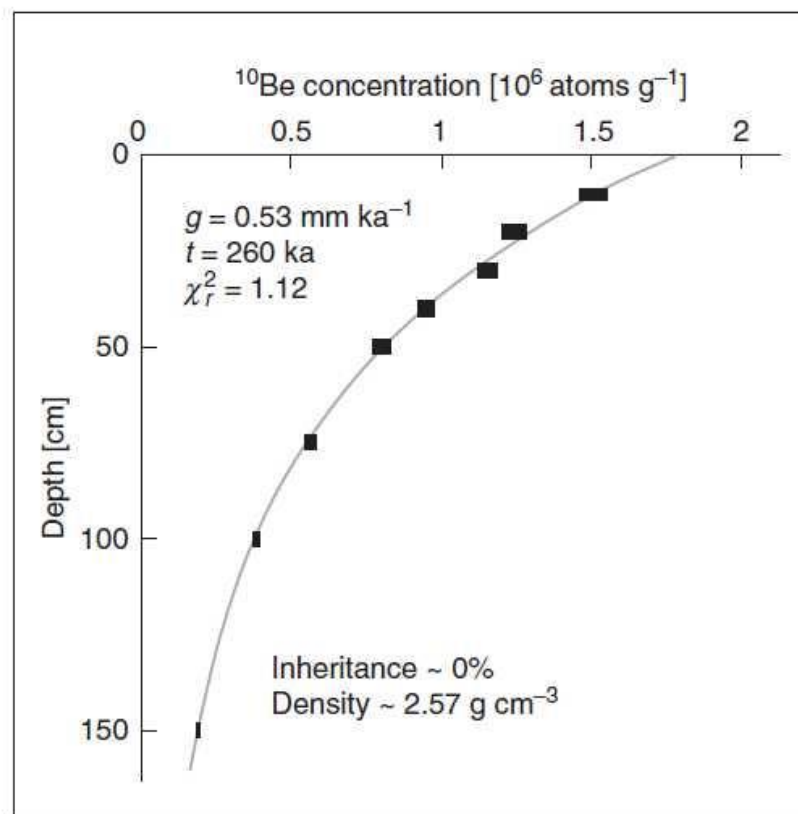
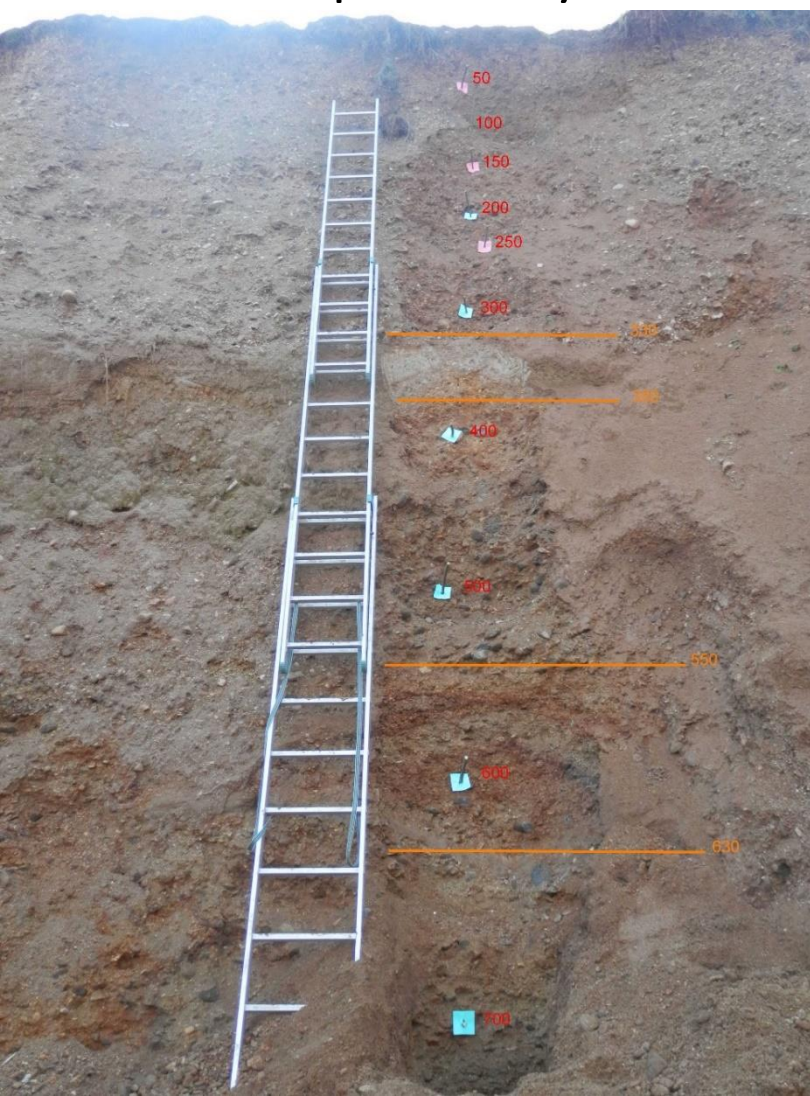
Kozmogénne nuklidy – využitie v geovedách

- Fluviálne formy – riečne terasy, náplavové kužele
- Glaciálne procesy a formy – morény, deglaciácia územia
- Tektonika – aktivita zlomov
- Gravitačné formy – zdvojené hrebene, zosuvy
- Krasové formy – vek jaskynných sedimentov (datovanie pochovania)



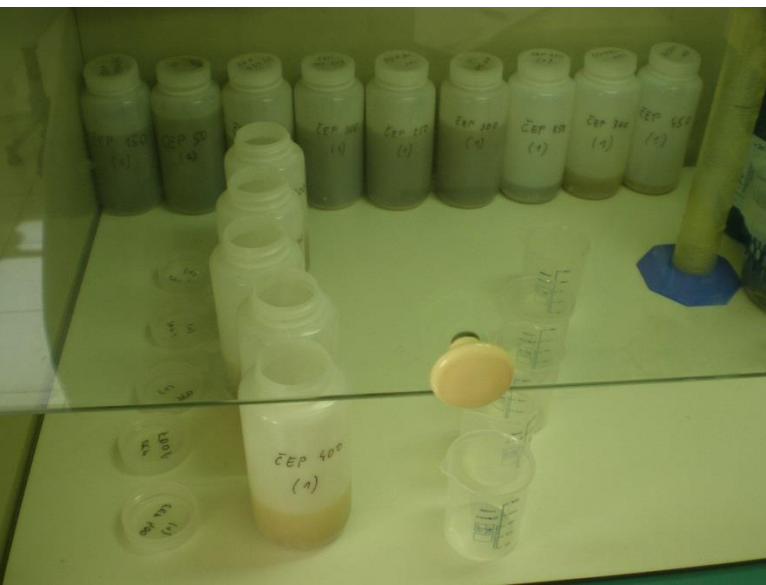
2 príklady využitia kozmogénnych nuklidov z oblasti Slovenska

1. Náplavový kužel, Veľký Čepčín

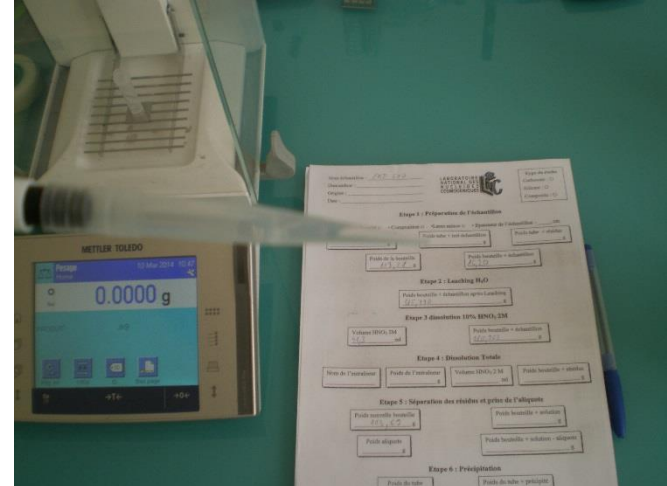
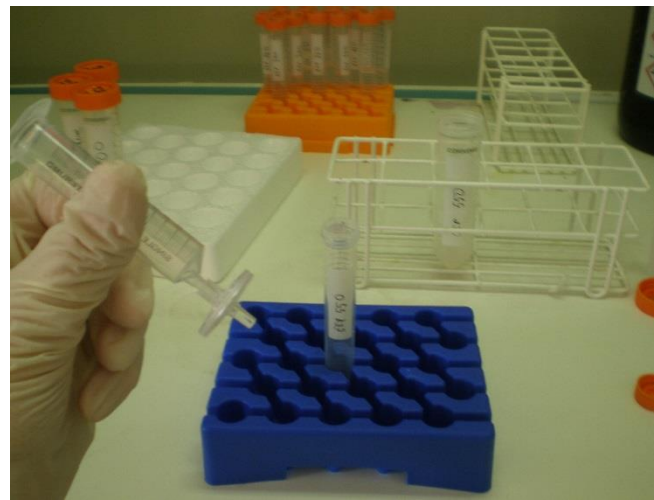


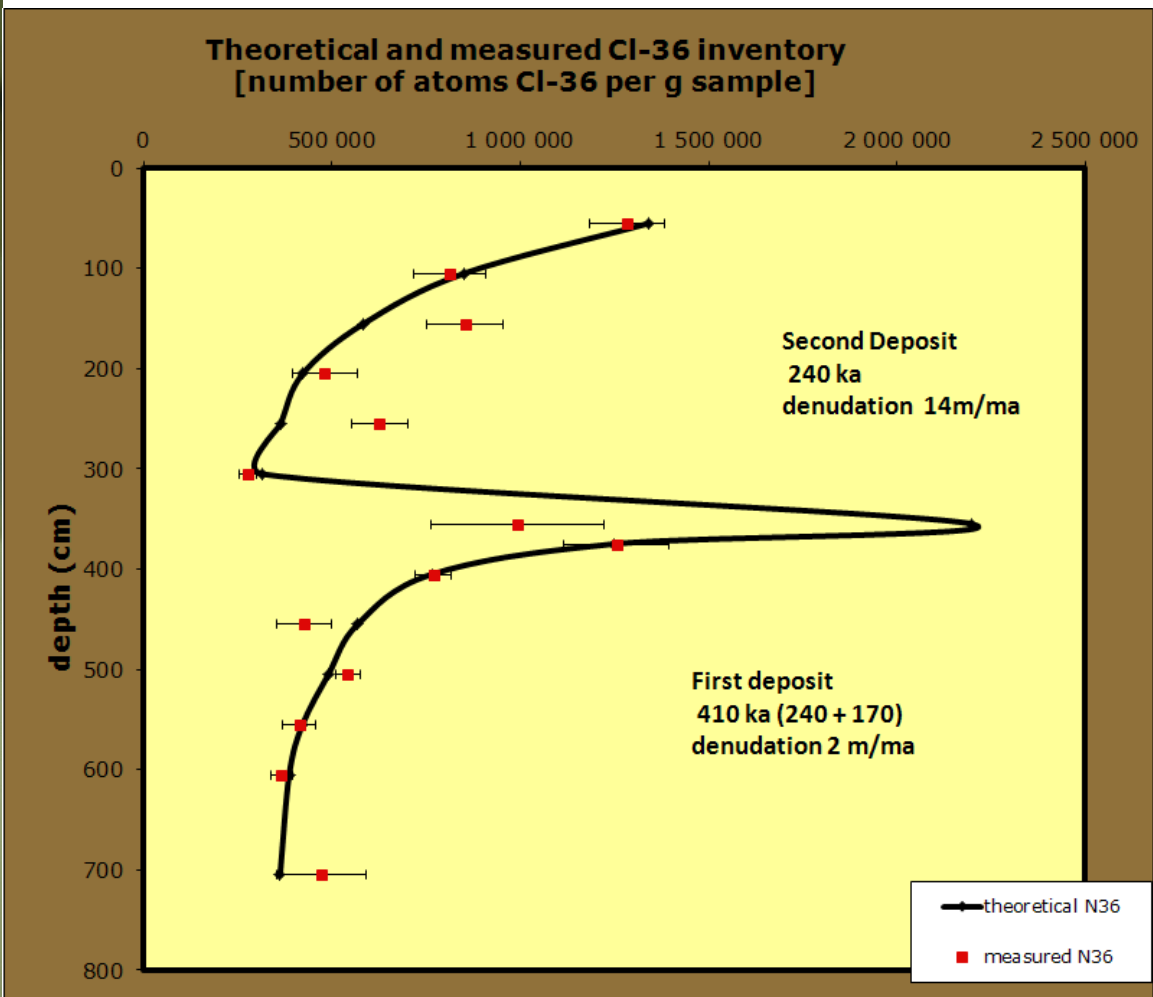
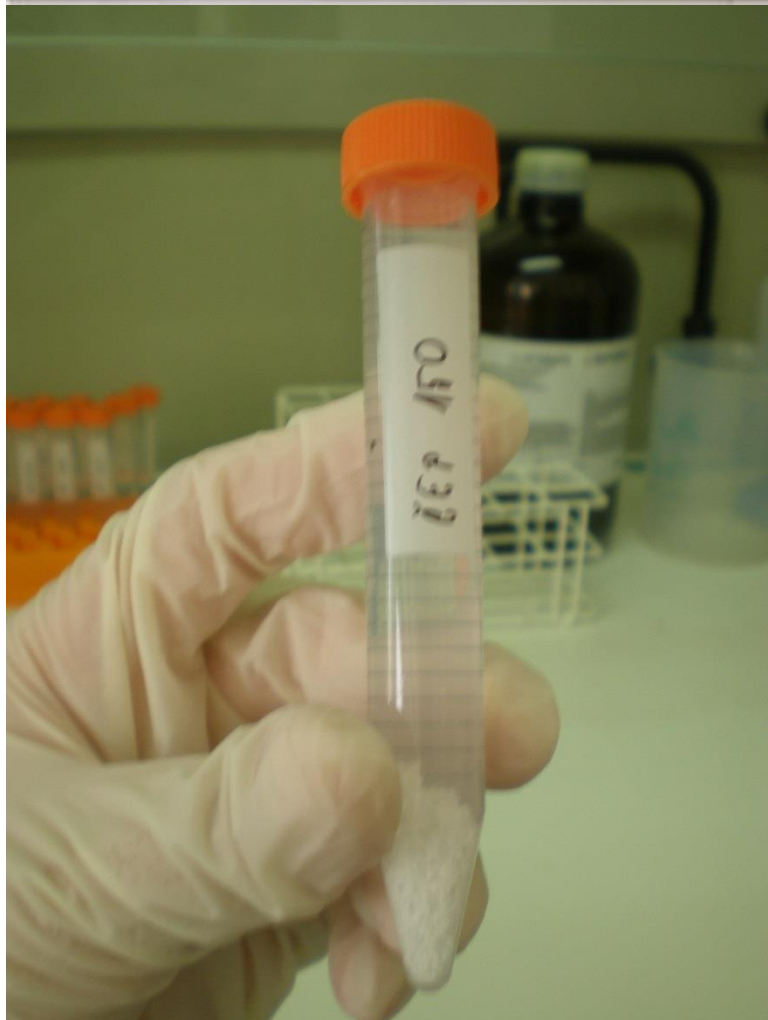
Spracovanie vzoriek – Veľký Čepčín; laboratórium CEREGE, Aix-en-Provence, Francúzsko

- (Drvenie)
- Preosiatie materiálu na frakciu 0.25 – 1 mm
- Magnetická separácia
- Rozpustenie atmosferického chlóru pomocou HNO_3

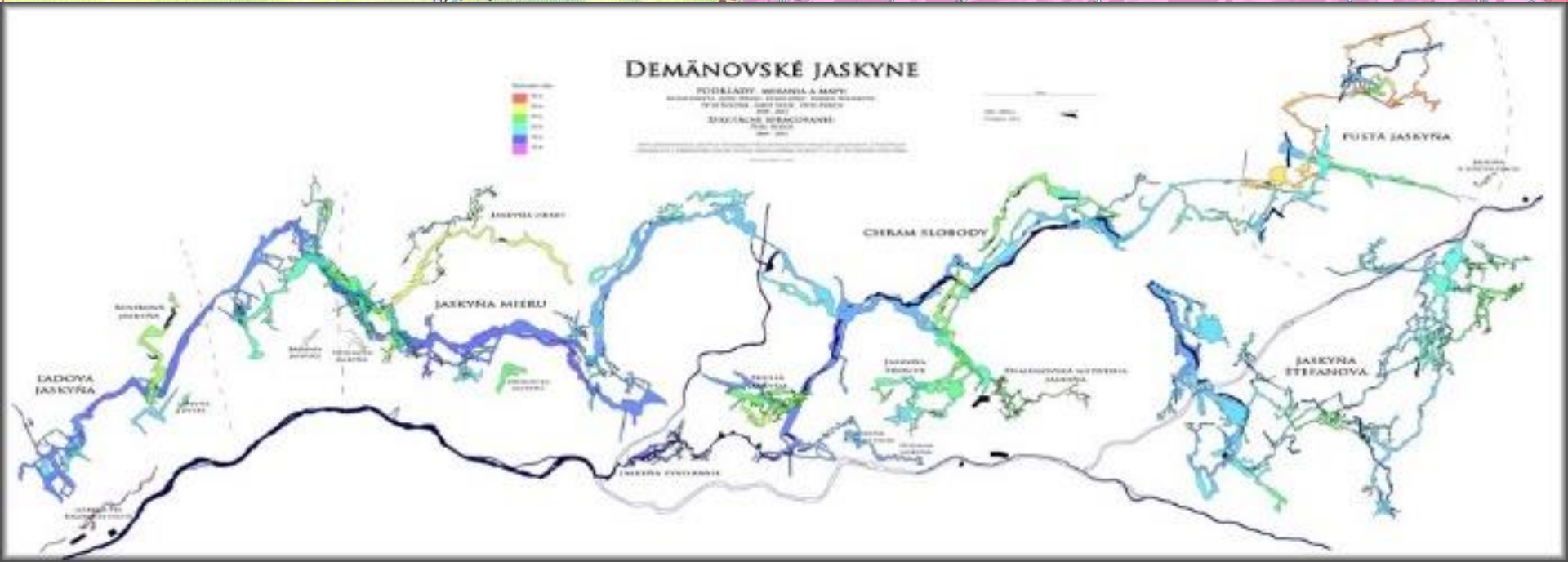
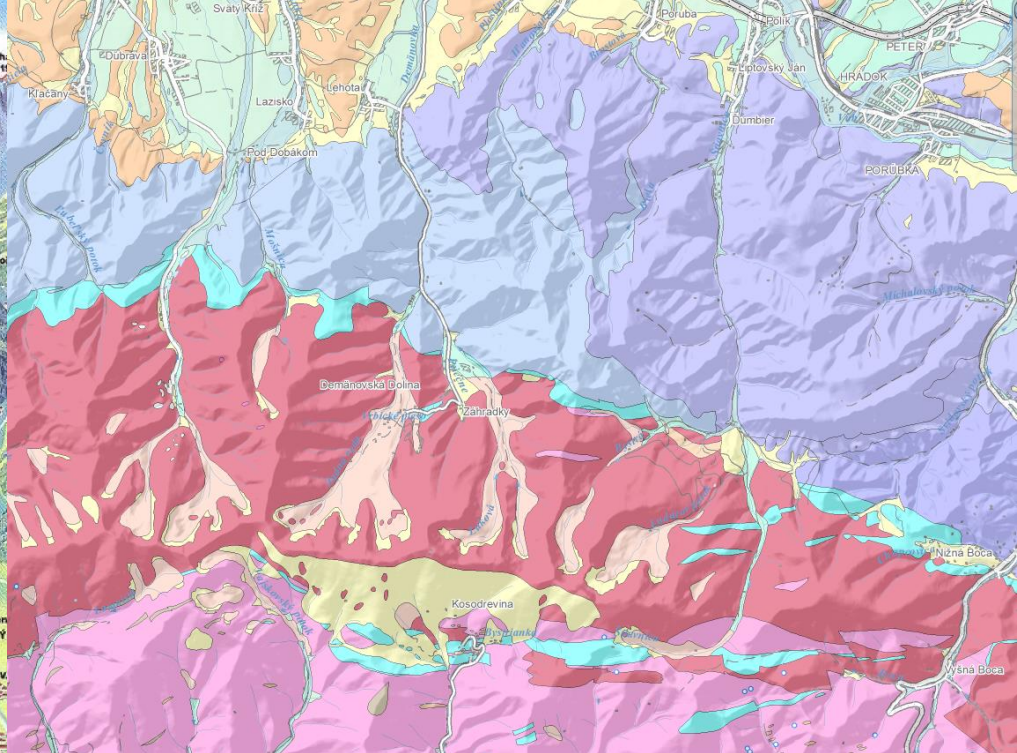
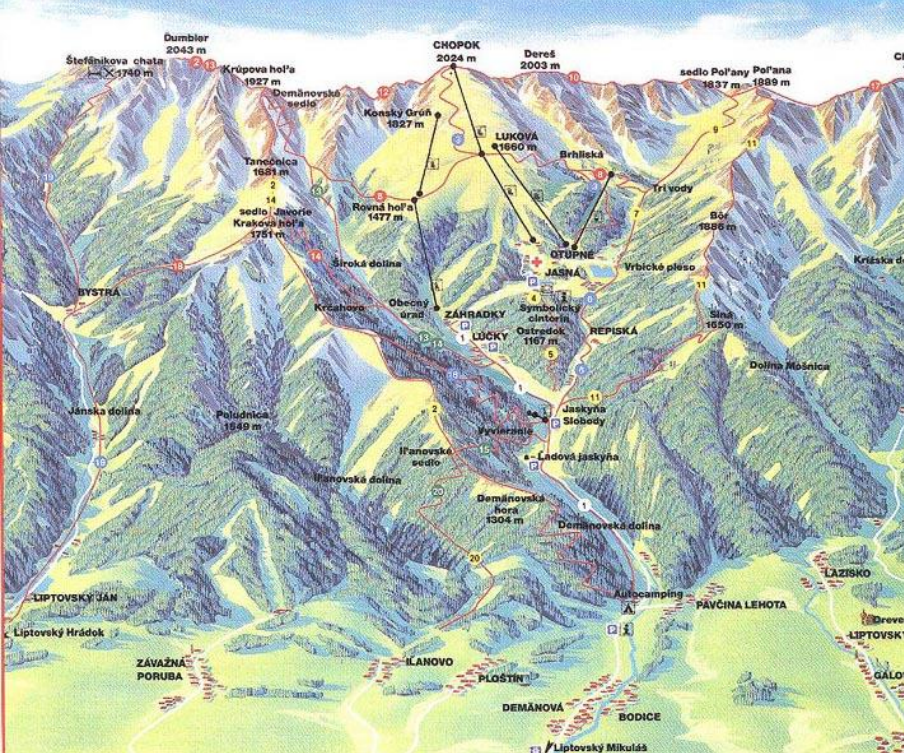


- Pridanie nosiča (spike) – známe množstvo $^{36}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$
- Úplné rozpustenie vzorky
- Prefiltrovanie
- Odobranie alikvóty
- pridanie AgNO_3 , uskladnenie v tmavom boxe na 2 dni (kvôli svetlocitlivosti - vznikne zrazenina AgCl)
- Filtrovanie síry, ktorá má rovnakú hmotnosť ako Cl – pomocou BaNO_3



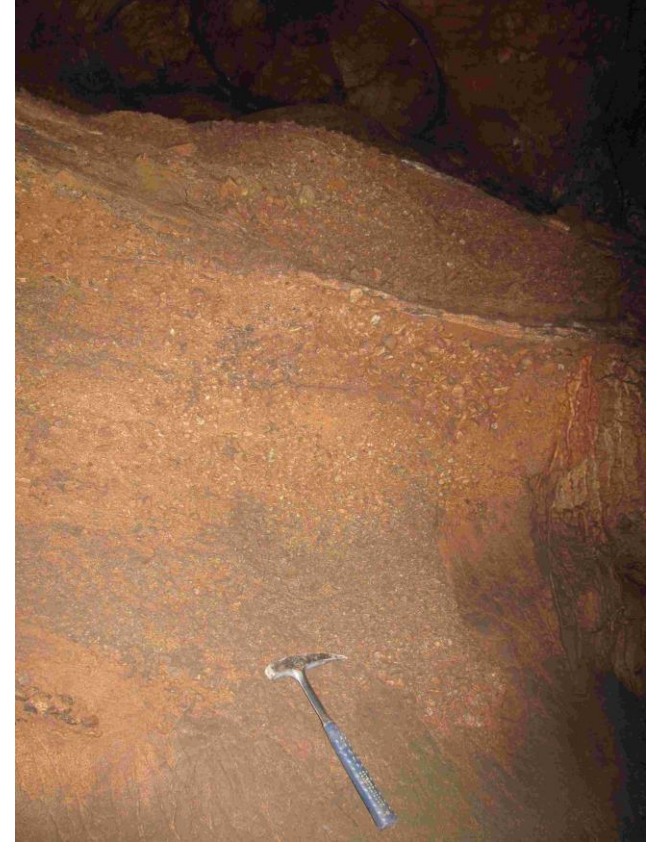


Datovanie pochovania jaskynných sedimentov



2. Jaskynné sedimenty (Domica, Nízke Tatry, Sl. raj)

- Datovanie
pochovania
sedimentov
- Pomer izotopov
 ^{10}Be a ^{26}Al –
rôzny polčas
rozpadu – z neho
vieme zistiť vek,
kedy sa materiál
dostal do
jaskyne



Luminiscenčné metódy

- Určujú vek pochovania materiálu
- Po zanesení materiálu nadložnými vrstvami naň pôsobí ionizujúca radiácia (z prirodzene rádioaktívnych prvkov)
- Niektoré elektróny/diery z radiácie uviaznu v tzv. defektoch kryštalickej mriežky kremeňa/živca
- Po vystavení šoku sa tieto vyžiaria, množstvo vyžiareného žiarenia zodpovedá veku pochovania
- $\text{Vek (a)} = \text{ekvivalentná dávka (Gy)} / \text{ročná dávka (Gy/rok)}$

OSL, TL

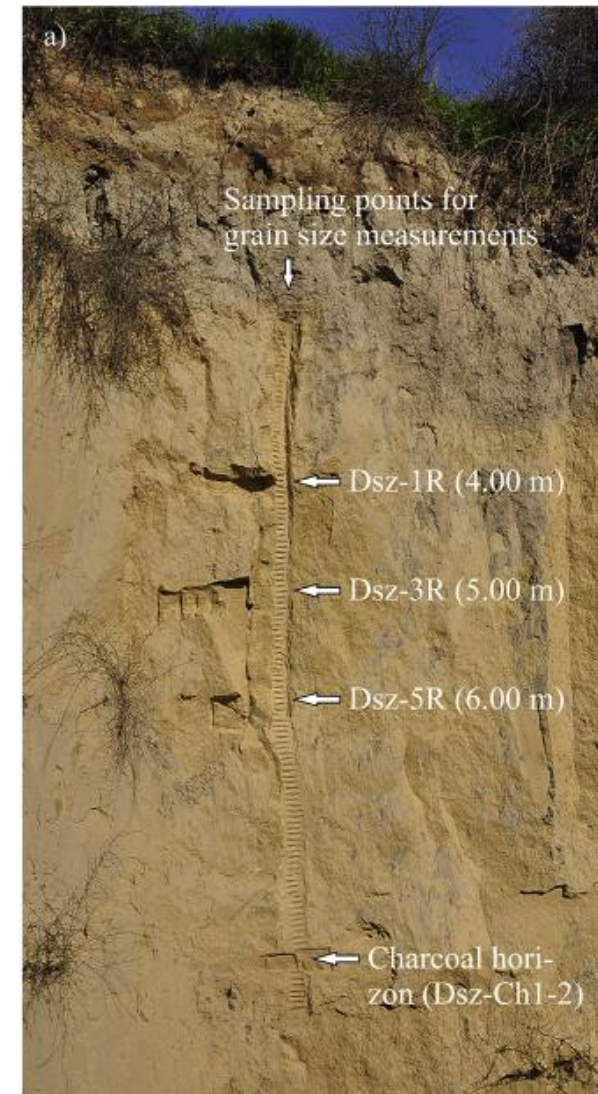
- Typ šoku:
- Svetelný – opticky stimulovaná luminiscencia
- Tepelný – termoluminiscencia
- Dosah metódy:
- Vyplýva z „kapacity“ minerálu – po saturovaní pascí sa už ďalšie elektróny a diery nehromadia
- Kremeň 150ka, živec až 1 Ma



- 3 nádoby:
- Na vzorku
- Na vlhkosť materiálu
- Na „dose rate“
- <http://www.usu.edu/geo/luminlab/submit.html>

Využitie OSL v geomorfológii

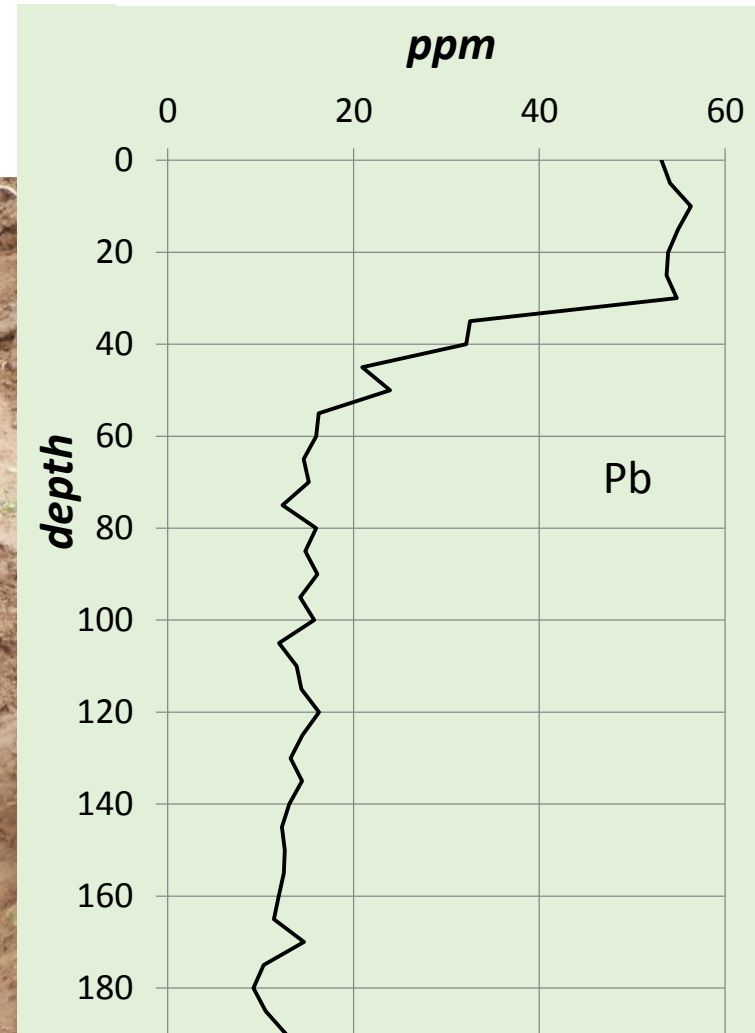
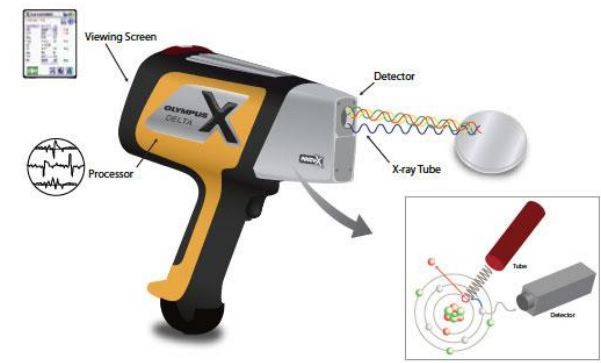
- Fluviálne sedimenty – datovanie riečnych nív, riečnych terás atď
- Eolické sedimenty – datovanie spraší, viatych pieskov
- Gravitačné formy – datovanie zosuvov, murových prúdov
- Možné problémy:
- Nedostatočné vynulovanie OSL signálu (materiál nebol v dostatočnom kontakte so svetlom)
- Anomálne miznutie signálu pri živcoch
- Povaha materiálu – piesok, resp. hlina







XRF (X-ray fluorescence)





- ARL ADVANT'X 3600 W
- WD XRF – vlnovo disperzný fluorescenčný rtg. spektrometer



- Práškovú vzorku zmiešavame s voskom v pomere 1:5, takto homogénnu vzorku lisujeme na manuálnom lise do tablet s priemerom 29 mm.
- lis, zlisovaná vzorka, vzorka v puzdre pripravená na analýzu