



ŠTRUKTÚRNA GEOLÓGIA

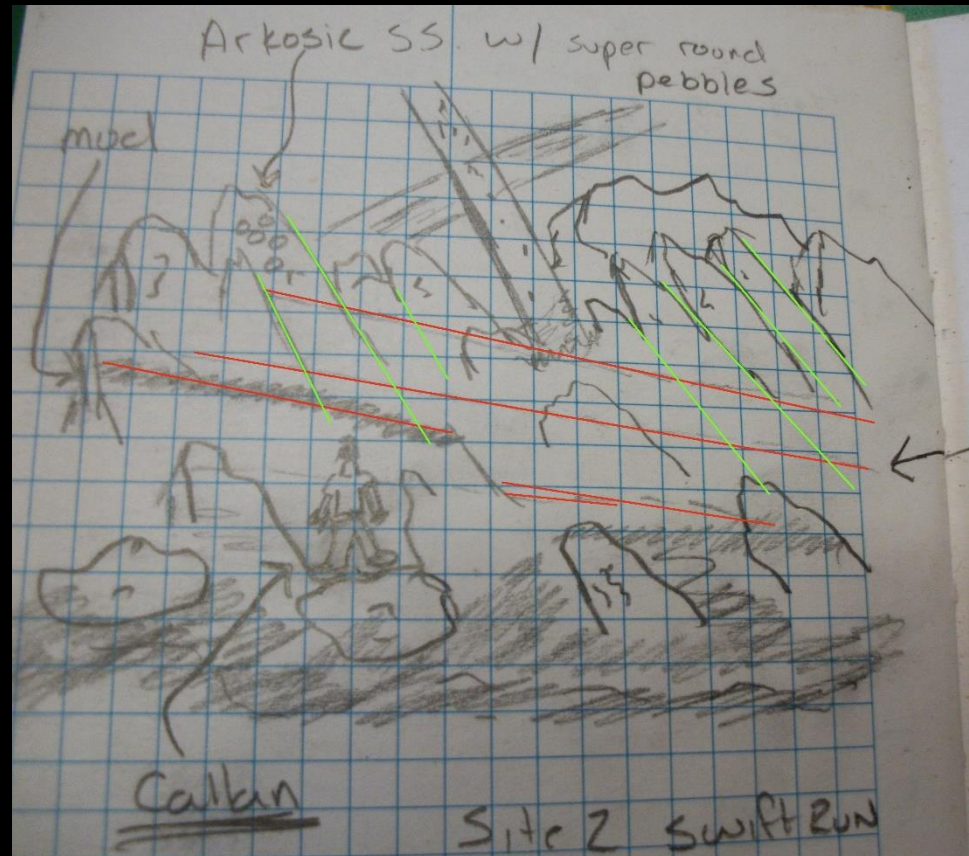
ŠTRUKTÚRNA GEOLÓGIA

- Štúdium architektúry zemskej kôry, jej deformačných znakov (štruktúr), ich pôvodu a vzájomných vzťahov. Zaoberá sa tvarmi, usporiadaním (vnútornou stavbou), vzájomnými vzťahmi horninových telies v zemskej kôre a silami, ktoré ich zapríčinili.

- rozlišovaním štruktúr
- štúdiom vývoja a registráciou štruktúr
- analýzou štruktúr
- vysvetľovaním vzniku štruktúr

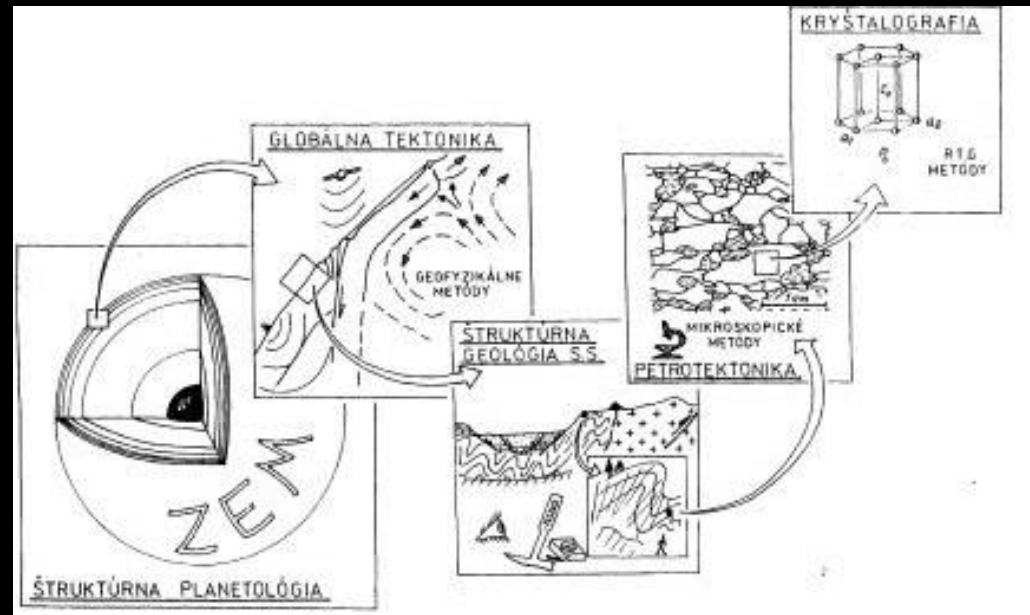
Cieľom je rekonštruovať:

- históriu pohybov
- históriu deformácií
- históriu napätí
- teplotno/tlakové podmienky vzniku štruktúr



Rozdelenie štruktúrnej geológie podľa veľkosti študovaných objektov:

- štruktúrna mineralógia (kryštalografia)
- štruktúrna petrológia (petrotektonika)
- štruktúrna geológia s.s.
- geotektonika (globálna tektonika)
- štruktúrna planetológia



Štruktúrna mineralógia (kryštalografia)

- študuje usporiadanie atómov a molekúl v kryštálových mriežkach. Využívajú sa najmä RTG metódy, umožňujúce preniknúť do vnútornej štruktúry hmoty - μm veľkosť študovaných objektov.

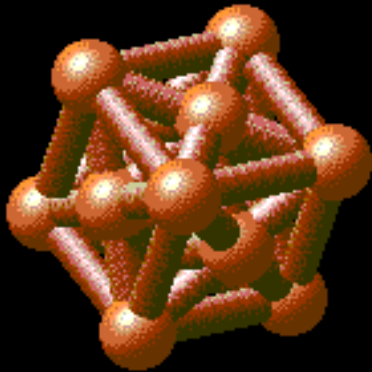
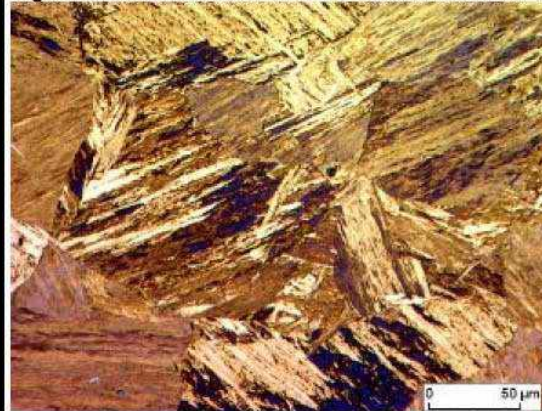
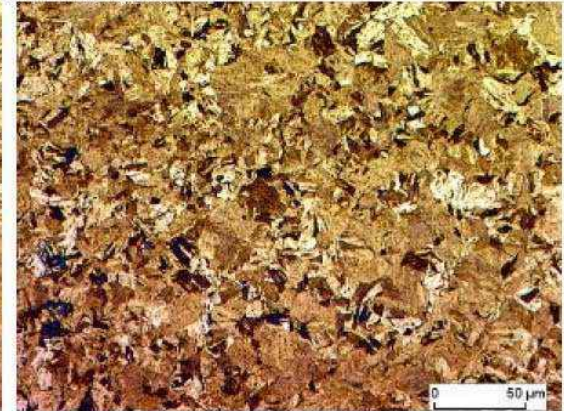


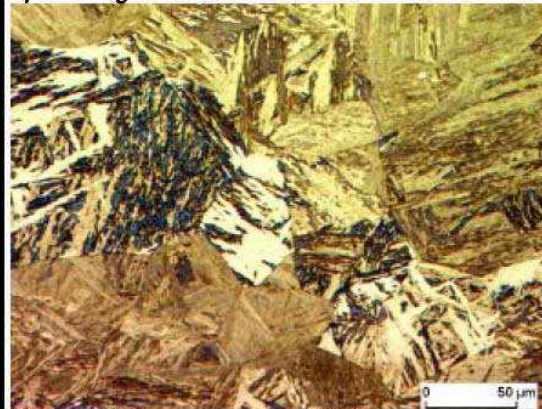
Figure 3: Microstructure of the heat affected zone of the steel S690Q



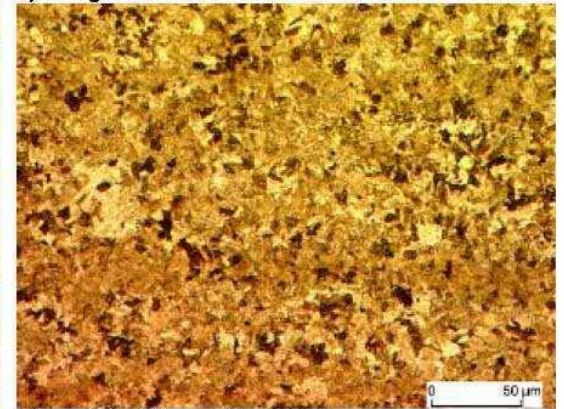
a) coarse-grained HAZ of a real weld



c) fine-grained HAZ of a real weld



b) simulated coarse-grained HAZ

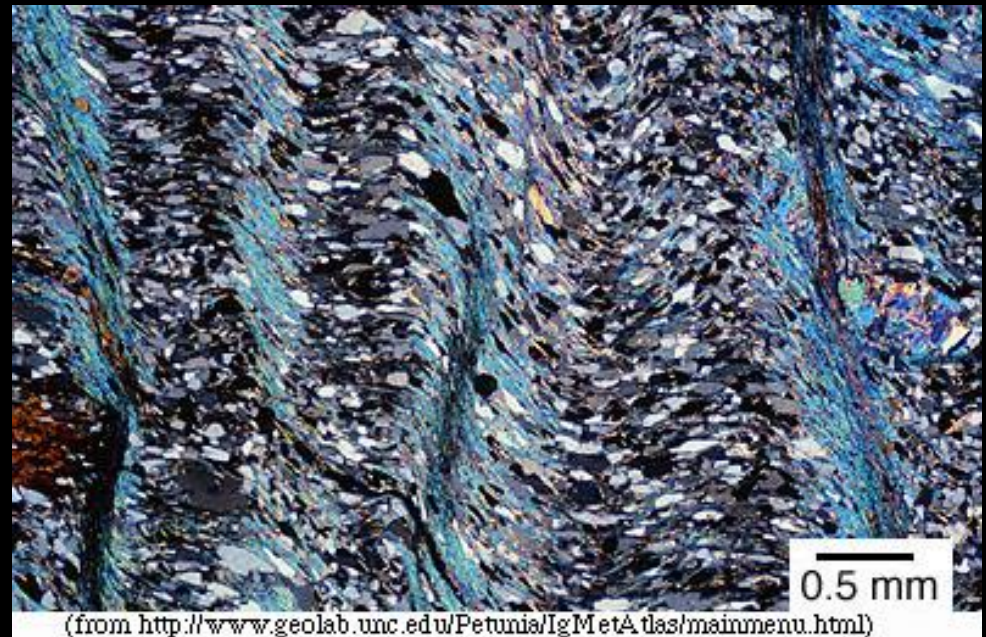
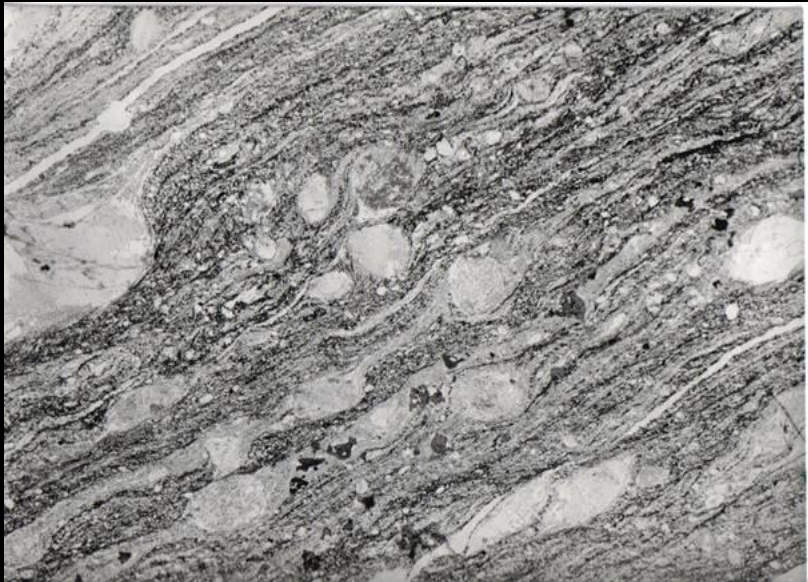


d) simulated fine-grained HAZ

For the determination of the hydrogen content a carrier gas hot extraction facility has been

Štruktúrna petrológia (petrotektonika)

- študuje vzťahy medzi jednotlivými minerálnymi fázami, dešifruje termodynamické reakcie. Základnou metodikou je mikroskopické štúdium výbrusov hornín – **mm veľkosť** študovaných objektov.



Štruktúrna geológia

- zaoberá sa štúdiom štruktúr mezoskopických rozmerov, viditeľných voľným okom. Výskumnou metodikou je klasický terénny štruktúrny výskum pozostávajúci zo zberu (štruktúrneho geologického mapovania), laboratórneho spracovania a analýzy štruktúrnych údajov.



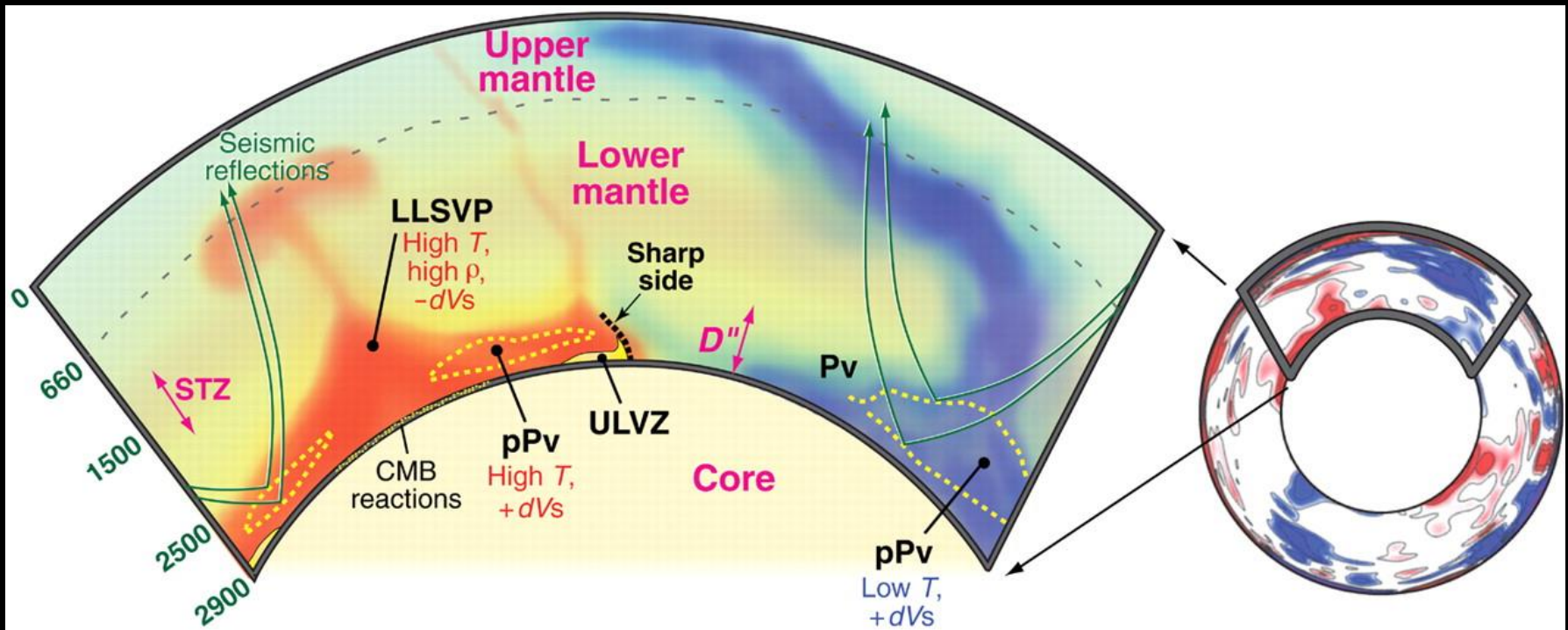
Geotektonika (globálna tektonika)

- študuje štruktúry veľkých (globálnych) rozmerov akými sú litosférické platne, horské pásma, dná oceánov, subdukčné zóny... Tu sa uplatňujú hlavne geofyzikálne metódy a metódy DPZ (diaľkový prieskum Zeme) a modelovanie.



Štruktúrna planetológia

- objektom záujmu štruktúra zemskeho telesa ako celku, t.j. koncentrická stavba Zeme. Metódami na získavanie údajov je “ťažká” geofyzika, najmä seizmika.



- všeobecná štruktúrna geológia

zaoberá sa teoretickými princípmi deformačného procesu, definíciou deformačných síl, deformácií, reológiou materiálov.

- systematická štruktúrna geológia

zaoberá sa popisom, klasifikáciou štruktúr a definíciou štruktúrnych prvkov.

- štruktúrna analýza

je prostriedkom na rekonštrukciu štrukturotvorného procesu t.j. **deformačná analýza s.l.** (pokiaľ sa jedná o štúdium deformačných procesov)

- **analýza deformačnej štruktúry** – geometrické vyjadrenie deformácie
- **kinematická analýza** – je založená na zistení rozdielov výslednej deformácie a pôvodného nedeformovaného stavu, čím možno zrekonštruovať **deformačné dráhy** objektov, alebo štruktúrnych prvkov premiestnených v procese deformácie.
- **dynamická analýza** – jej úlohou je odvodiť z pohybu hmoty pri deformácii sily, ktoré pohyb vyvolali a boli príčinou deformácie.

GEOLOGICKÉ ŠTRUKTÚRY ICH VZNIK A KLASIFIKÁCIA

štruktúra je priestorové usporiadanie menších stavebných častíc v rámci väčšieho celku (telesa) → **geologické štruktúry** vyjadrujú priestorové usporiadanie stavebných častíc v geologických telesách

primárne štruktúry – vznikli súčasne so vznikom horniny (sedimentárne, magmatické, vulkanické)

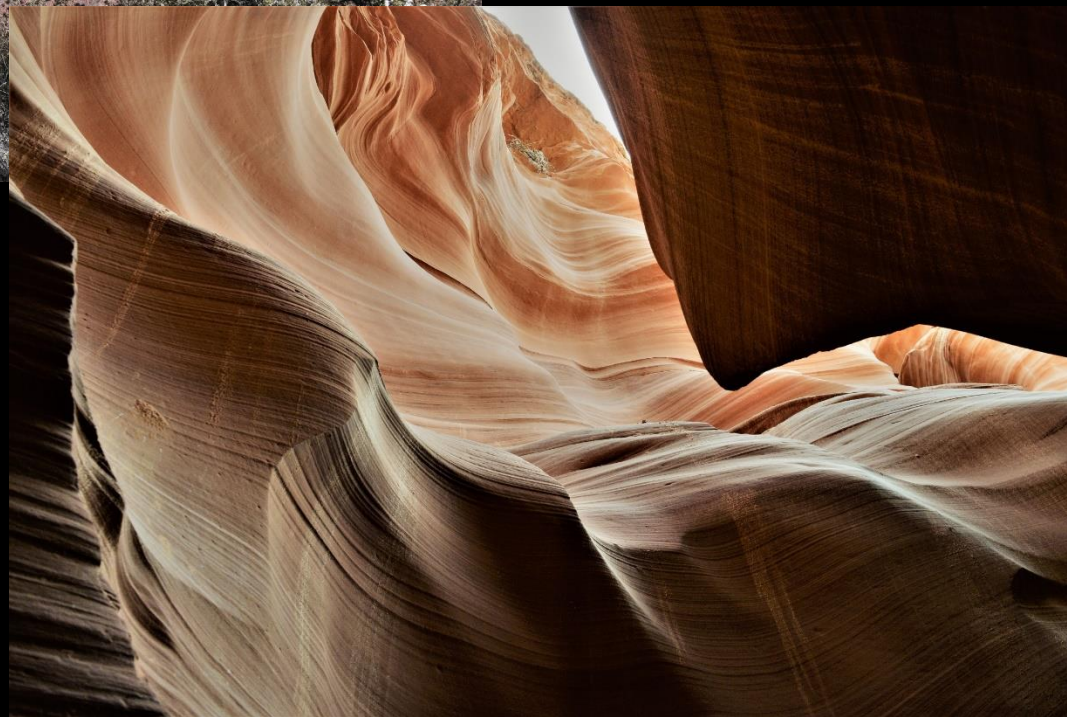
sekundárne štruktúry – vznikli (najčastejšie) deformáciou primárnych štruktúr (alebo preexistujúcich sekundárnych)

sekundárne štruktúry = **tektonické / deformačné štruktúry**

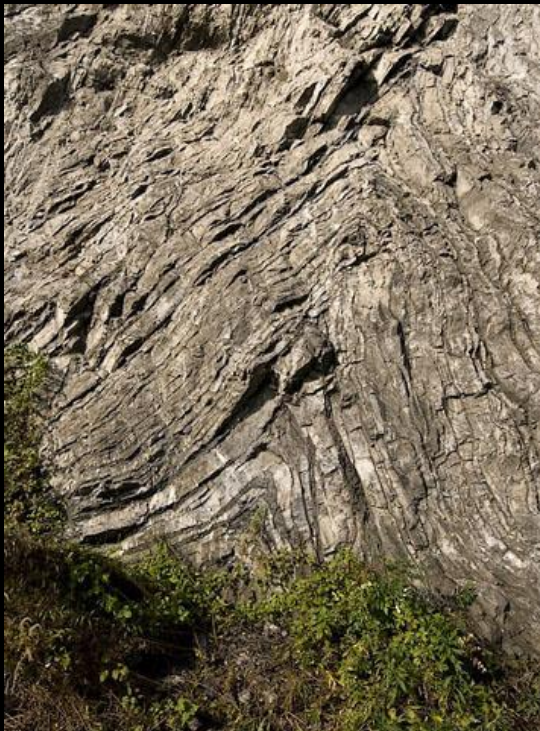
= **netektonické**

podľa veľkosti delíme štruktúry na → megaskopické (horské pásma), → makroskopické (odkryv), → mezoskopické (vzorka) → mikroskopické (pozorovateľné mikroskopom)

Primárne štruktúry



Sekundárne štruktúry



SILY A NAPÄTIA

- Príčina deformácie – pôsobenie síl na teleso
- Sila = hmotnosť x zrýchlenie (gravitačné)

$$F = m \times g \text{ [1N] = kg.m.s}^{-1}$$

- **Sily spôsobujúce deformácie:**

- **gravitačné** - veľkosť je priamo úmerná horninovému stĺpcu (hrúbke nadložía). Ich význam stúpa s rastúcou hĺbkou.
- **tektonické** - sú vyvolané vnútornou dynamikou Zeme - pohyb hmôt a tepelný tok v spodnej kôre a plášti (konvekčné prúdenie a ním vyvolané narastanie (*"spreading"*) oceánskeho dna a pohyb litosférických dosiek).

- Sila pôsobiaca na teleso spôsobuje:
 - zmenu pozície telesa
 - zmenu objemu a tvaru telesa
- Výsledný efekt závisí od tvaru telesa – veľkosti plochy, na ktorú sila pôsobí
 - napr., či pôsobí na hranu alebo plochu horninového telesa alebo kryštálu
 - sila pôsobiaca na hrot (vrchol) má iný efekt ako rovnako veľká sila pôsobiaca na plochu kocky.
- Pôsobenie sily na teleso vyvoláva v telese napätie – **zákon akcie a reakcie**
- **Napätie** - fyzikálna entita odvodená zo sily. Vyjadruje pôsobenie silových vektorov na jednotku plochy /objemu. Veľkosť napätia preto priamo úmerne závisí od veľkosti sily, ktorá ho vyvoláva, ale nepriamo úmerne aj od veľkosti plochy, na ktorú pôsobí:

$$\text{napätie} = \text{sila/plocha}$$

DEFORMÁCIA

- je proces, pri ktorom dochádza k zmene **tvaru**, objemu alebo pozície deformovaného telesa ako celku, alebo jeho častí.
- Pojem deformácia sa používa na označenie procesu (napr. vrásnenie,...), ale aj produktu deformačného procesu.

Homogénna deformácia

- veľkosť a charakter deformácie sú vo všetkých častiach deformovanej štruktúry rovnaké

Heterogénna deformácia

- veľkosť a charakter deformácie je v rôznych častiach deformovanej štruktúry rôzna

rozlišujeme tri typy deformácií :

✓ **elastická deformácia** – deformovaný objekt sa po uvoľnení napätia nadobúda pôvodný tvar (elastická deformácia je v geologickom prostredí veľmi zriedkavá)

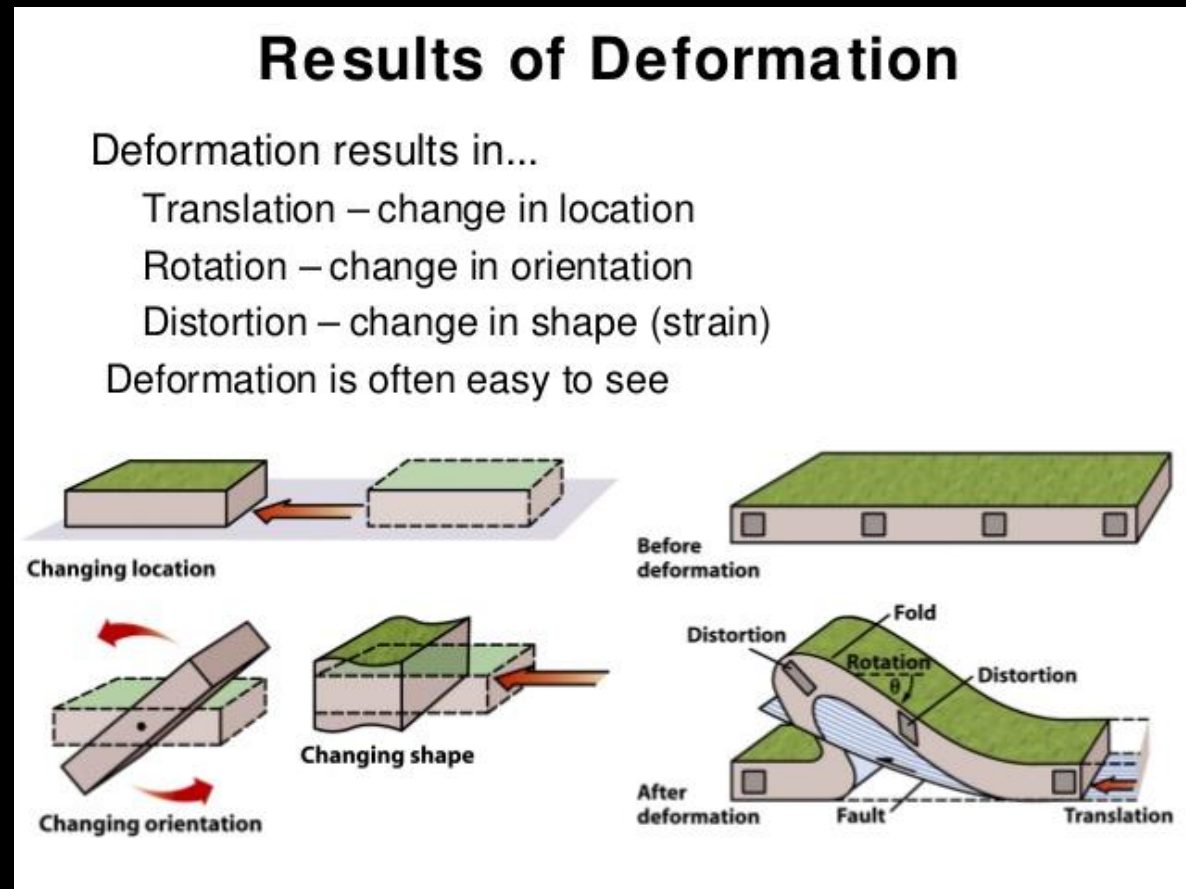
✓ **plastická deformácia** – deformovaný objekt ne stráca súdržnosť (napr. vrása), ak je hornina plastycky deformovaná → duktilná deformácia

✓ **krehká deformácia** – deformovaný objekt stráca súdržnosť (láme sa, napr. zlom)

Pri deformácii môžu nastať zmeny:

- tvaru (distorzia)
- objemu (dilatácia-zväčšenie objemu, alebo kontrakcia-zmenšenie objemu)
- objemu aj tvaru
- pozície (translácia, rotácia)

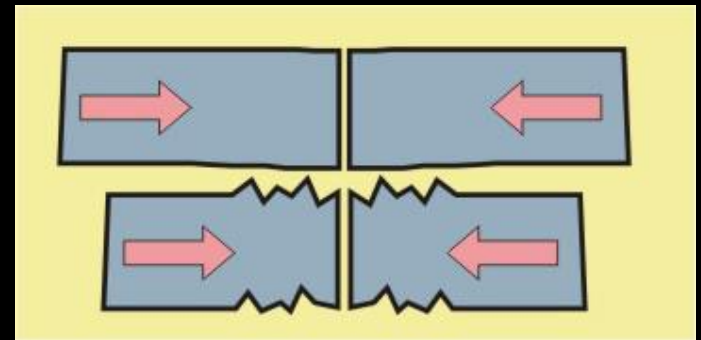
Príčinou deformácií sú vonkajšie sily pôsobiace deštruktívne na už existujúce primárne štruktúry. Tieto sily v deformovaných materiáloch vyvolávajú napätia, ktoré menia pôvodný tvar namáhaného objektu - deformujú alebo premiestňujú.



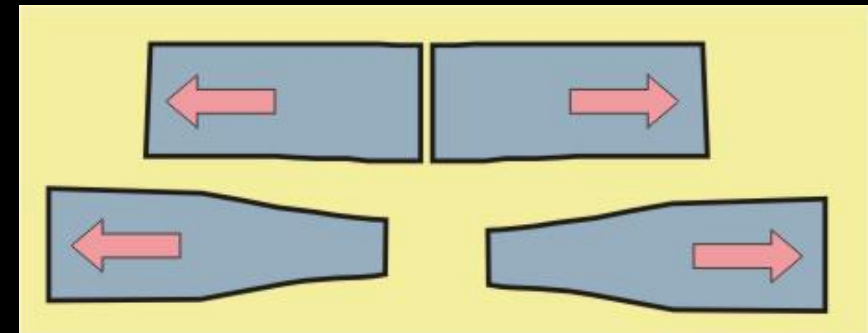
VZŤAH MEDZI NAPÄTÍM A DEFORMÁCIOU:

Podľa smeru pôsobenia rozlišujeme:

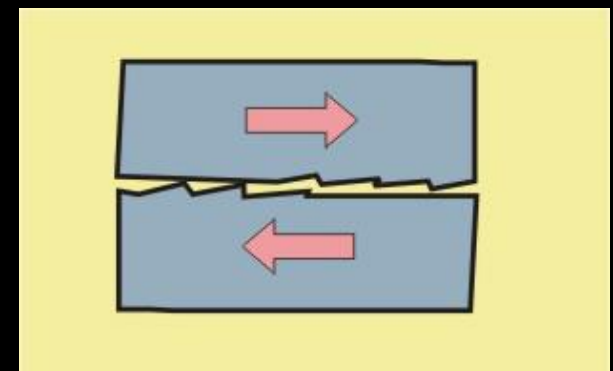
Kompresia – spôsobuje stláčanie hornín a skrátenie horninových telies



Extenzia – spôsobuje rozťahovanie až roztrhanie horninových telies



Strižné napätie – ide o paralelné pôsobenie síl, ale v opačnom zmysle. Spôsobuje zmeny uhlov a rotáciu horninových telies.



**Kompresné
napätie**

**Extenzné
napätie**

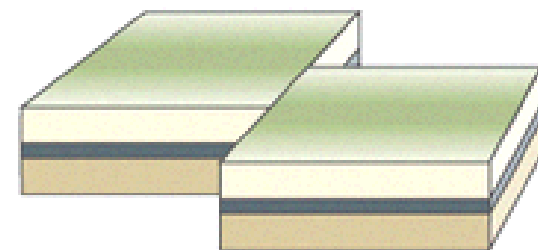
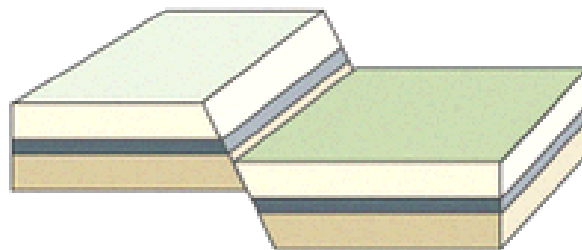
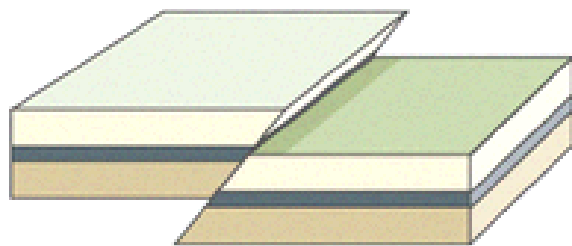
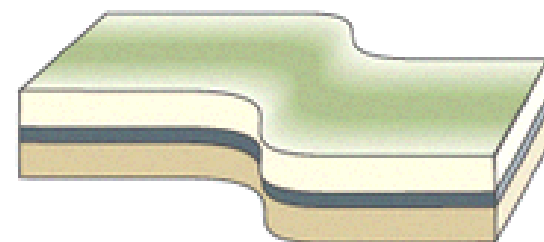
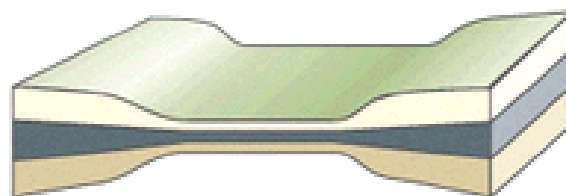
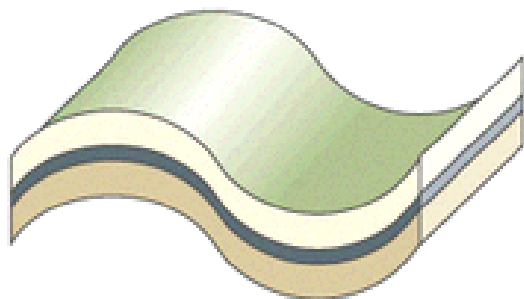
**Strižné
napätie**



deformácia skracovaním

deformácia naťahovaním

deformácia naťahovaním



- Na základe **reologického charakteru deformácie**, ktorý je daný geometrickým tvarom deformácie sa štruktúry delia:
 - **krehké, t.j. nespojité, t.j. disjunktívne štruktúry** - deformácia s prerušením kohézie horniny (napr. zlomy)
 - **duktívne, t.j. spojité** - reprezentujú plastickú deformáciu bez prerušenia spojitosti horniny

- **krehké, t.j. nespojité, t.j. disjunktívne štruktúry - deformácia s prerušením kohézie horniny (napr. zlomy)**





- **duktívne, t.j. spojité** -
reprezentujú plastickú
deformáciu bez prerušenia
spojitosti horniny



SPOJITÉ TEKTONICKÉ ŠTRUKTÚRY

- sú také tektonické štruktúry pri vzniku, ktorých nedošlo k prerušeniu súdržnosti horniny

VRÁSY

Vrása je esovitá / sinusoidné prehnutie štruktúrnej plochy periodicky sa opakujúce v priestore.

Vrásy sú najčastejšou formou duktilnej deformácie. Vrásnenie je jedným zo spôsobov, ktorým sa môže realizovať skrátenie v kôre pri kompresii. Vrásy vznikajú prevažne ohybovými plastickými / duktilnými deformáciami. Pokiaľ sú na vrásnených planárnych štruktúrach prítomné lineácie, sú tiež ohybovo deformované.

Vrásy sa vyskytujú vo všetkých genetických typoch hornín a to v magmatických, sedimentárnych a v metamorfovaných, pretože všetky druhy hornín sa môžu za určitých podmienok deformovať duktilne.

KLASIFIKÁCIA VRÁS

Podľa úklonu osovej roviny:

- a) priame
- b) uklonené
- c) prevrátené
- d) ležaté

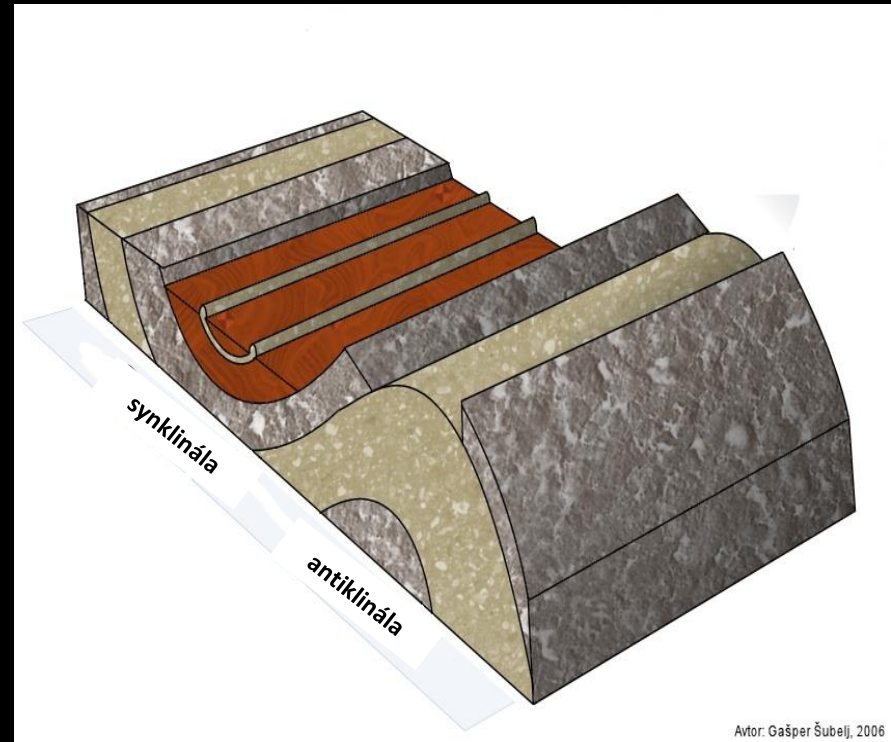


Podľa pozície zámku:

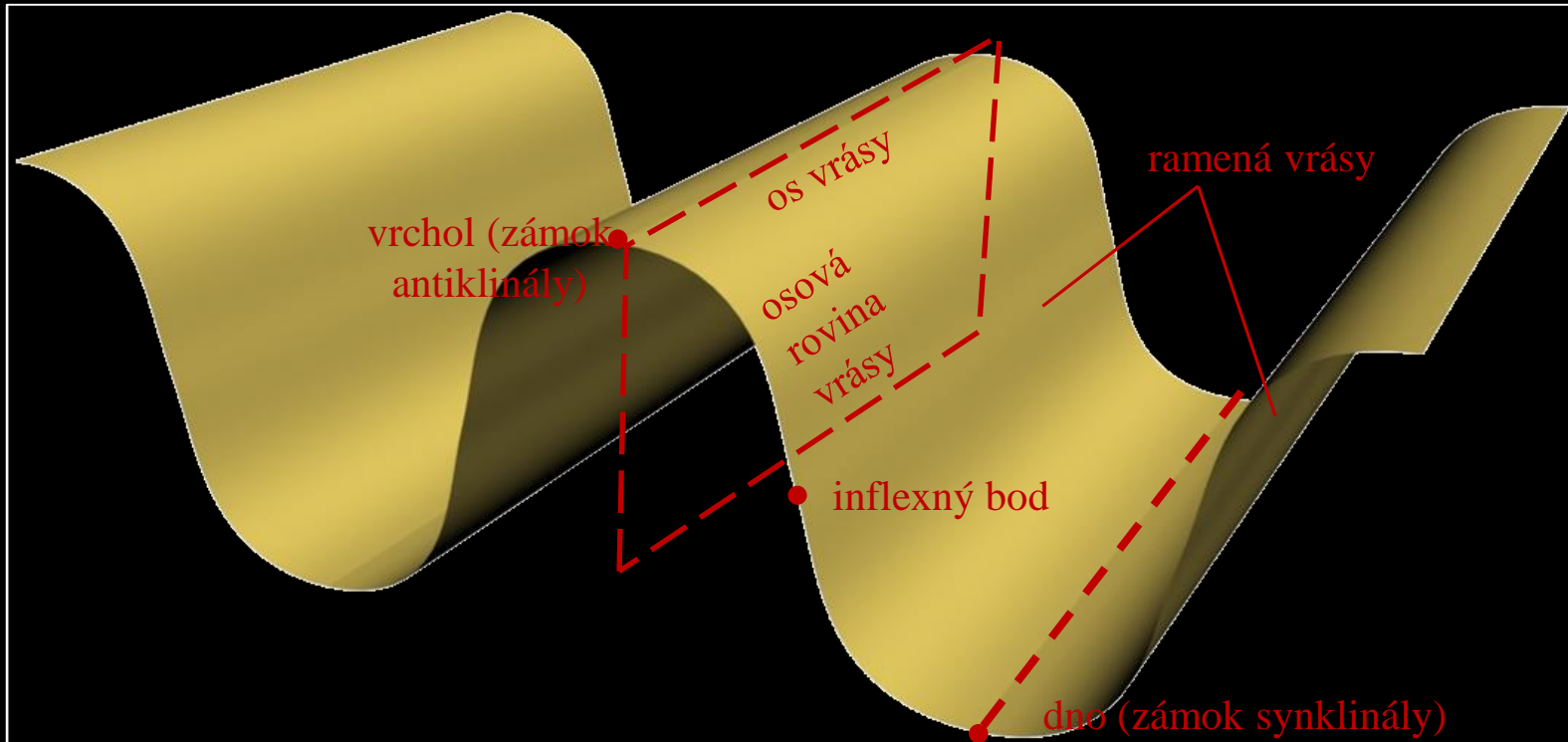
- a) antiformy
- b) synformy
- c) neutrálne vrásy

Synklinály - sú synformy, ktoré majú v jadre mladšie vrstvy

Antiklinály – antiformy, ktoré majú v jadre vrstvy staršie.



Geometrické prvky vrásky



- **zámok vrásky** (úsek max. zakrivenia vrásky)

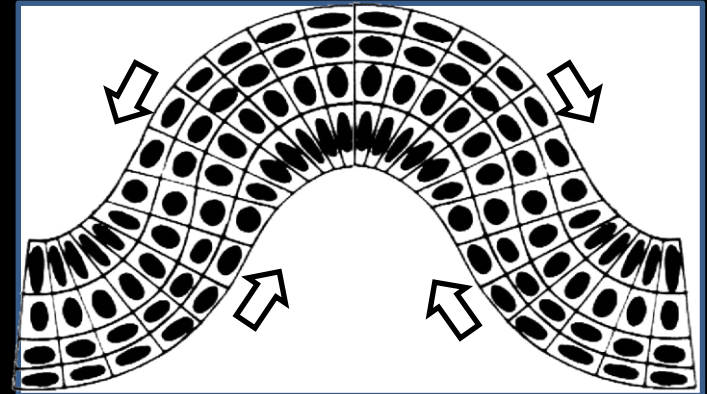
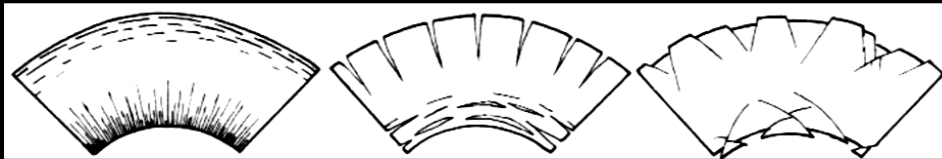
- a) hrebeň
- b) vrchol
- c) kýl
- d) dno vrásky

- **ramená vrásky** (spojnice antiklinálnych a synklinálnych zámok vrásky)

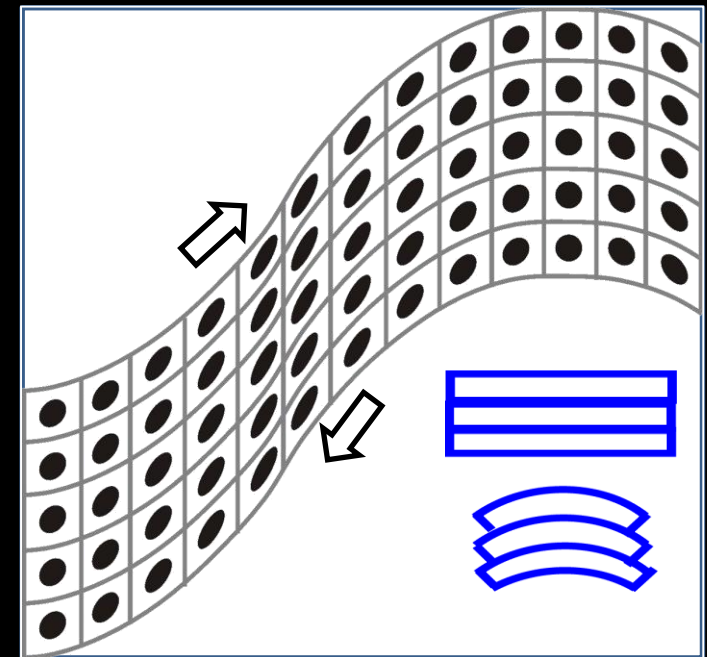
- **inflexné body** (miesta kde antiklinálne zakrivenie vrásnenej plochy prechádza do synklinálneho)

MECHANIZMUS FORMOVANIA VRÁS

jednoduchý ohyb – vzniká pri laterálnej kompresii. Vo vonkajšom oblúku dochádza k **extenzii** a vo vnútornom ku **kompresii**.



ohybový sklz – vrásnenie je umožnené kĺzaním medzi dvomi bezprostredne priľahlými vrstvami (vyskytuje sa hlavne pri striedaní kompetentných / ťažko vrásniteľných a nekompetentných vrstiev napr. flyš), často vznikajú tzv. vlečné vrásky v ramenách hlavnej vrásky



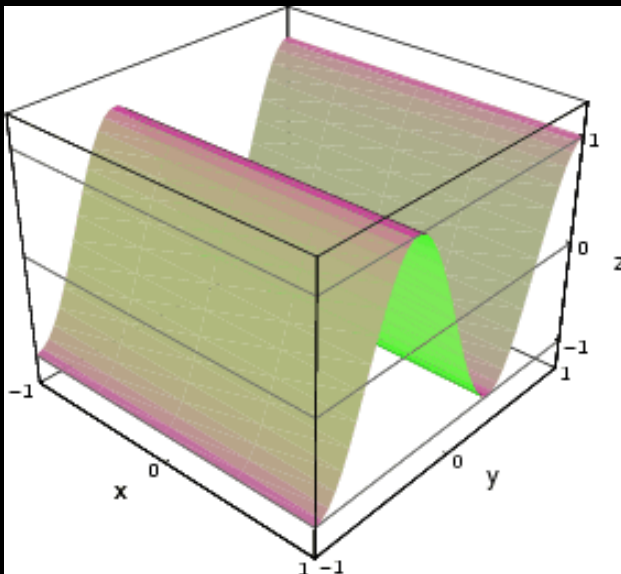
VRÁSOVÉ SYSTÉMY

harmonické – všetky vrásky majú podobné geometrické charakteristiky (vlnová dĺžka, amplitúda, symetria)

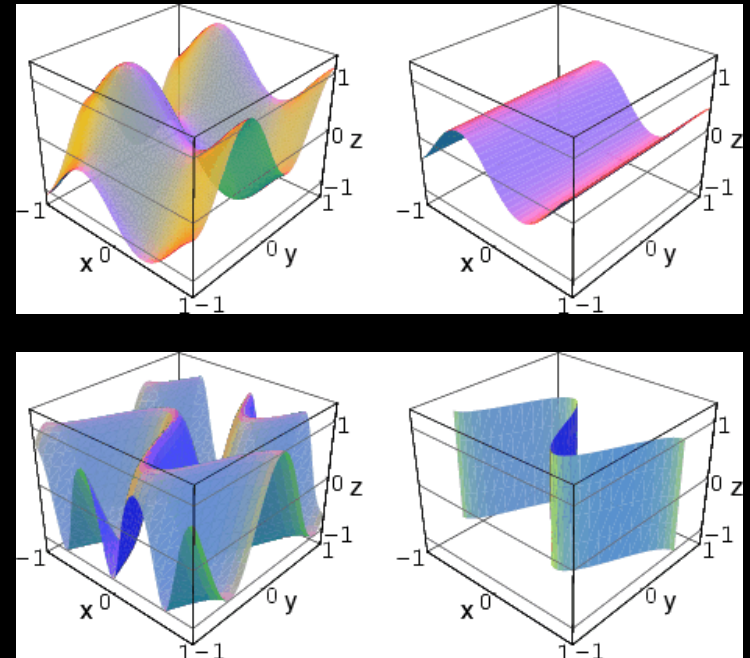
disharmonické – ak nespĺňajú podmienky harmonického systému

na veľké vrásky sú často naložené menšie – **parazitické vrásky**

vo viacnásobne tektonicky postihnutých terénoch je častá vzájomná **interferencia vrásových systémov**



pôvodný vrásový systém



interferovaný / naložený vrásový systém



NESPOJITÉ TEKTONICKÉ ŠTRUKTÚRY

- sú také tektonické štruktúry pri vzniku, ktorých nastalo prerušenie súdržnosti geologického objektu (horniny)

PUKLINOVÉ ŠTRUKTÚRY

rozdeľujeme ich:

- ✓ pukliny
- ✓ praskliny
- ✓ trhliny

Pukliny – sú plošné deformačné štruktúry, ktoré rozdeľujú horninový celok na menšie vzájomne sa dotýkajúce časti, pričom nastáva úplná strata súdržnosti, avšak pozdĺž ich plôch nevzniká pozorovateľný pohyb.

Praskliny – na rozdiel od puklín v nich nastáva len čiastočná strata súdržnosti horninového celku.

Trhliny – sú roztvorené pukliny pričom oddialením stien vzniká voľný priestor

KLASIFIKÁCIA PUKLÍN

Podľa veľkosti pukliny:

- a) dominantné
- b) majoritné
- c) minoritné

Podľa frekvencie a veľkosti:

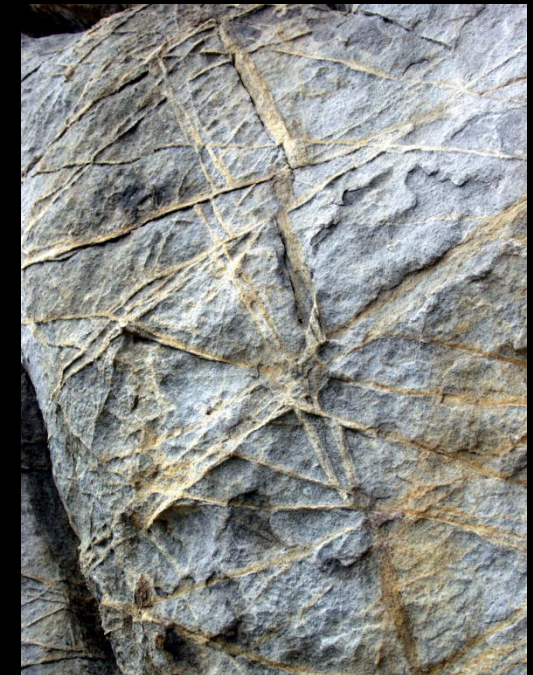
- a) primárne
- b) sekundárne

Podľa tvaru:

- a) systematické
- b) nsystematické

Podľa pôvodu:

- a) Endokinetické (primárne) – vznikajúce v procese litogenézy
- b) Exokinetické (sekundárne) – tvoria sa po vzniku horniny
 - tektonické – vrásové, prizlomové
 - hypergénne – gravitačné, zvetrávacie







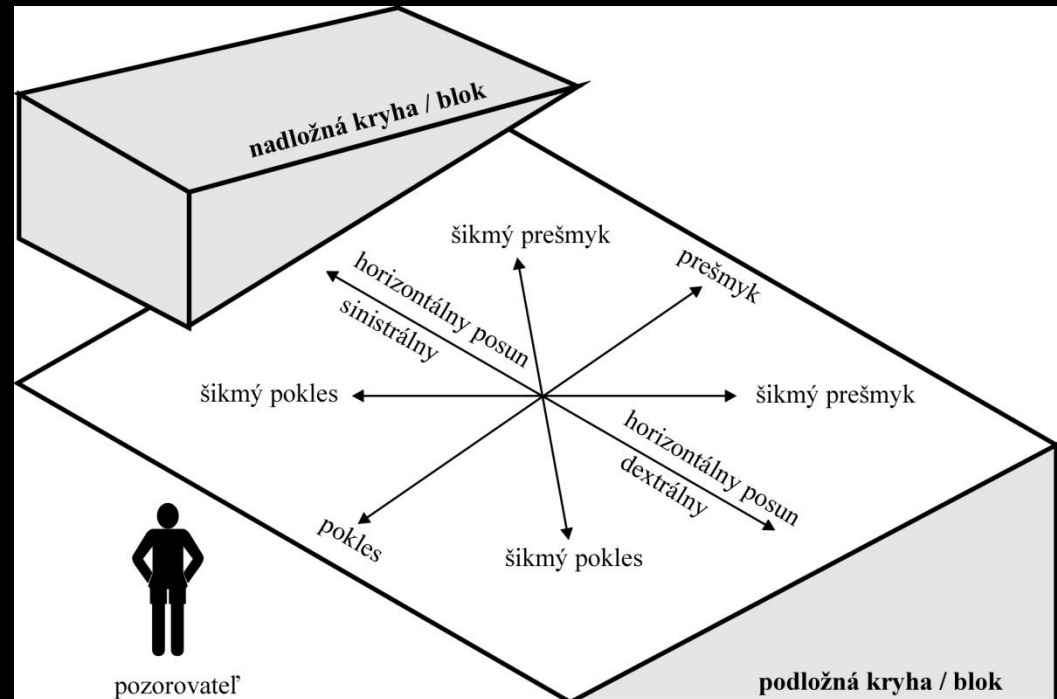
Hypregénne pukliny - hlavnou príčinou vzniku týchto puklín sú sezónne, aj denné variácie teploty

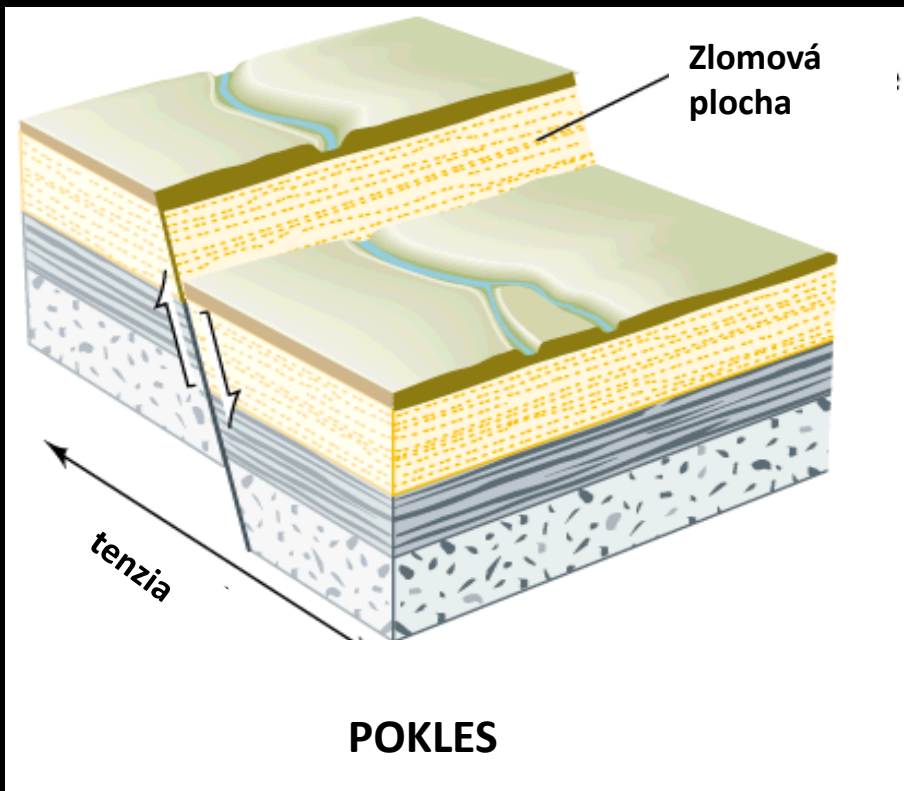
ZLOMY

Zlom alebo **dislokácia** je krehká diskontinuitná porucha zemskej kôry, pozdĺž ktorej došlo alebo aj v súčasnosti dochádza k nezanedbateľnému pohybu horninových blokov. Premiestnenie môže byť od niekoľkých milimetrov až po stovky kilometrov. Zlom vzniká pri uvoľnení postupne rastúceho orientovaného napätia prepojovaním malých puklín a prasklín.

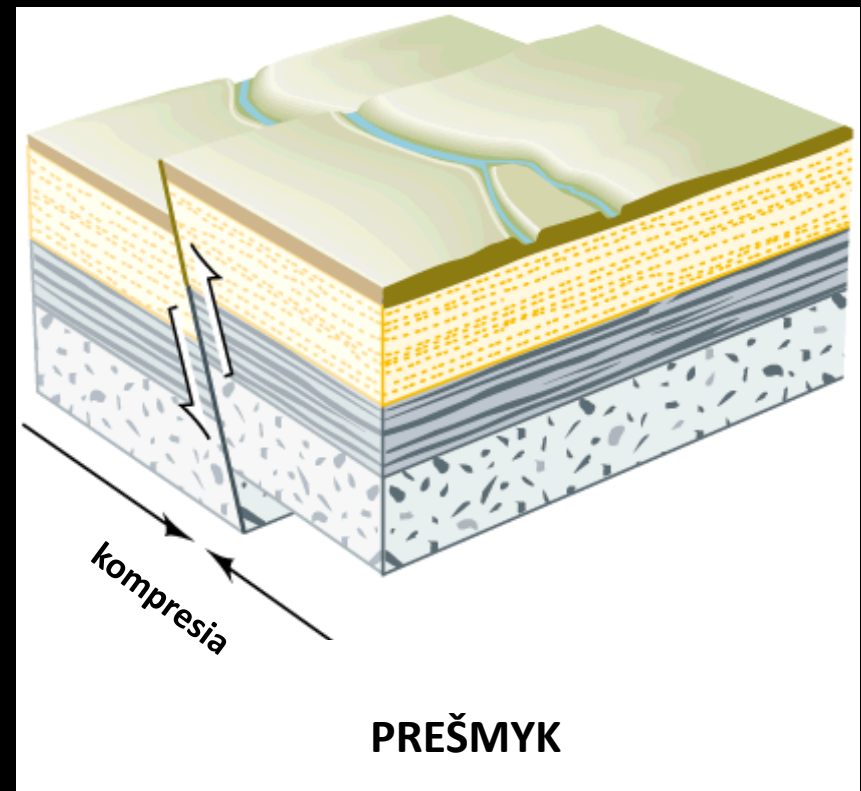
Zlom oddeľuje dva bloky hornín, ktoré sa pozdĺž neho premiestnili. V priestore je vymedzený zlomovými plochami na ktorých sú často viditeľné stopy po pohybe blokov, tzv. striácie.

Ak je zlom uklonený, blok nad zlomom sa nazýva **nadložný blok**, spodný blok sa nazýva **podložný blok**.

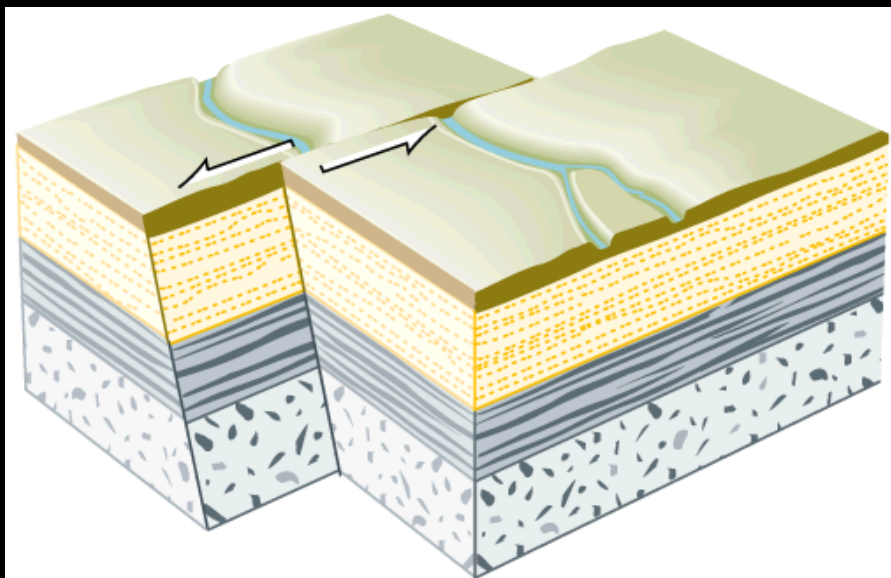




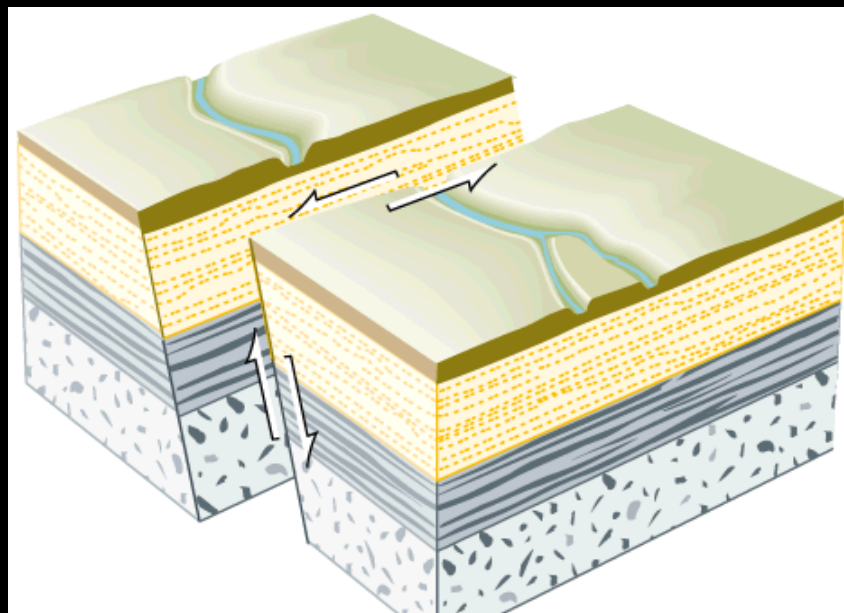
Poklesy sú typom uklonených zlomov, kde nadložná kryha vzhľadom na podložnú poklesáva. Tieto poruchy zemskej kôry vznikajú extenziou, teda rozťahovaním kôry. Majú sklon od 45 do 90°.



Prešmyky sú uklonené zlomy, pri ktorých nadložná kryha vzhľadom na podložnú vystupuje hore. Vznikajú kompresiou, teda skracovaním kôry, buď pri krehkej deformácii. Zväčša nemajú sklon väčší ako 45°.



SMERNÝ POSUN



SMERNÝ POSUN A POKLES

Smerné posuny - bloky sa pohybujú pozdĺž zlomu. Z hľadiska zmyslu pohybu sa delia na ľavostranné (sinistrálne) a pravostranné (dextrálne). Ak sa od pozorovateľa protíahly blok pohybuje doprava, je to pravostranný posun, ak je tomu naopak ide o ľavostranný (pozorovateľ stojí na jednom z blokov čelne k druhému).



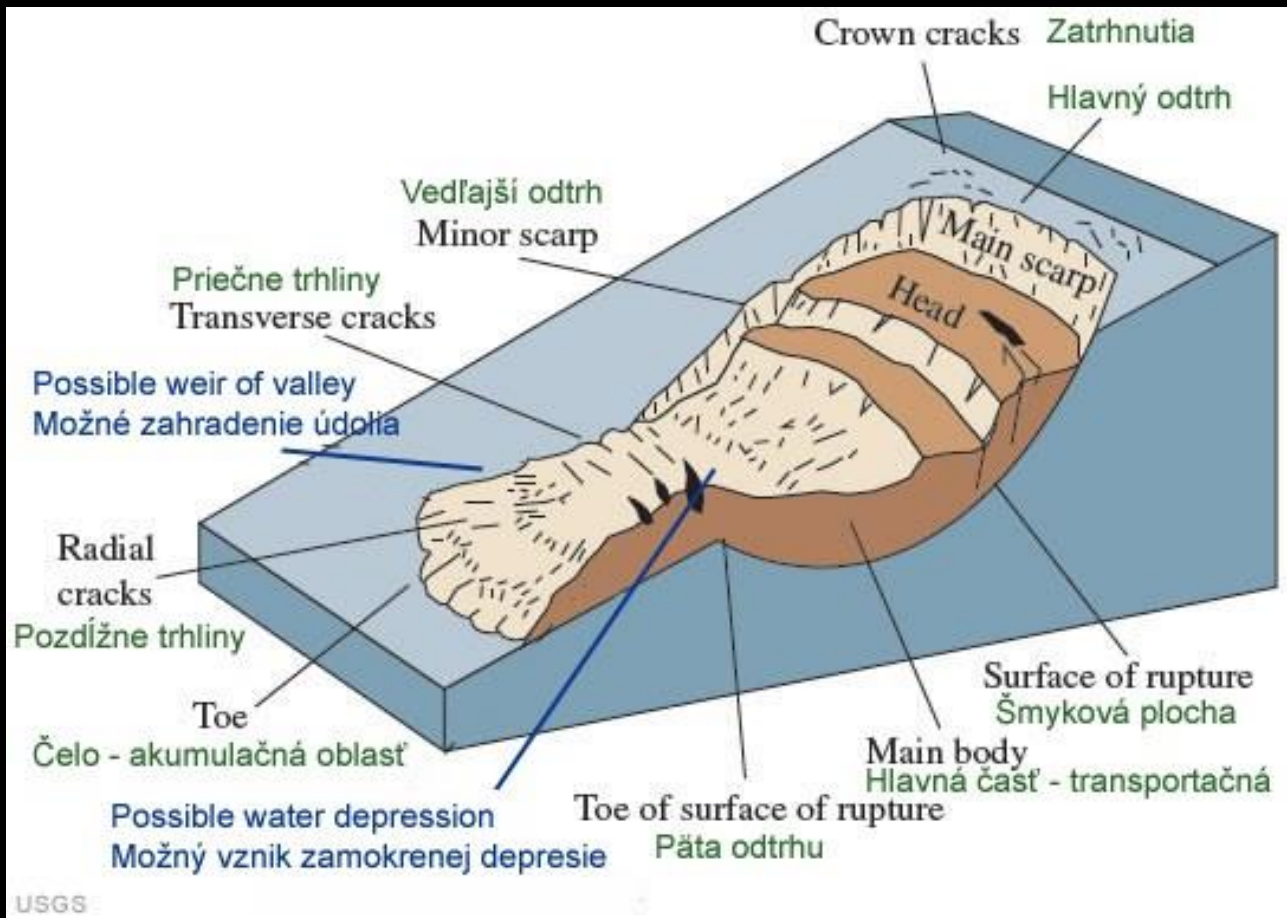
Transformný zlom



Netektonické štruktúry

- Netektonické deformácie nie sú spôsobené tektonickými silami, ale sú produktom **gravitácie** a iných **exogénnych procesov**.
- Podľa genézy sa delia na:
 - **gravitačné štruktúry** – zosuvy, kolapsové štruktúry
 - **deformačné štruktúry ostatných exogénnych procesov**
 - **impaktné štruktúry**
 - **glacigénne a kryogénne štruktúry**
 - **štruktúry spôsobené objemovými zmenami**

- zosuvy** – dochádza k nim najmä tam, kde sa stýkajú reologicky kontrastné horninové telesá, kedy rigidnejšie teleso sklzáva gravitačne po plastickejšom podloží. Zvodnené horizonty a dostatočná energia reliefu spôsobujú aj zosuvy v reologicky menej kontrastných horninách. Zosuvné terény majú charakterickú morfológiu, z ktorej sa dá vyčítať **odlučná oblasť, teleso zosuvu a akumulčná oblasť**





aktuality



aktuality



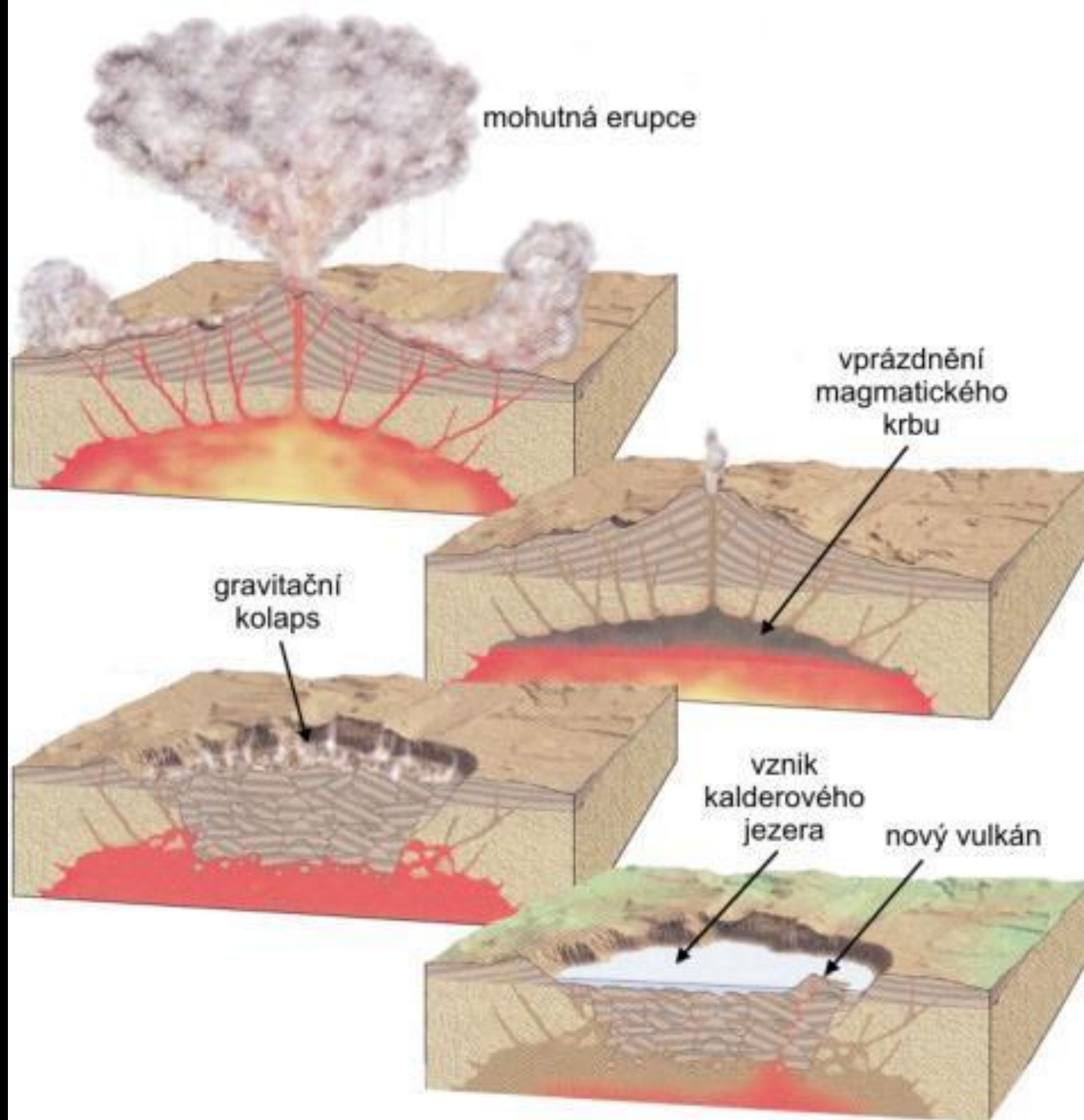
SITA
SLOVENSKA AGENCIJA ZA
VARNOST PROMETA
SLOVAN NEWS AGENCY

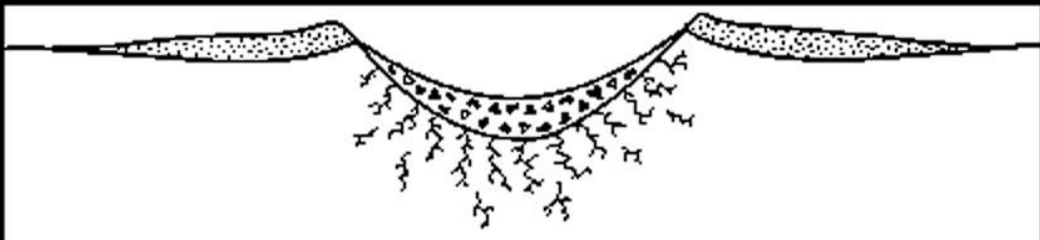
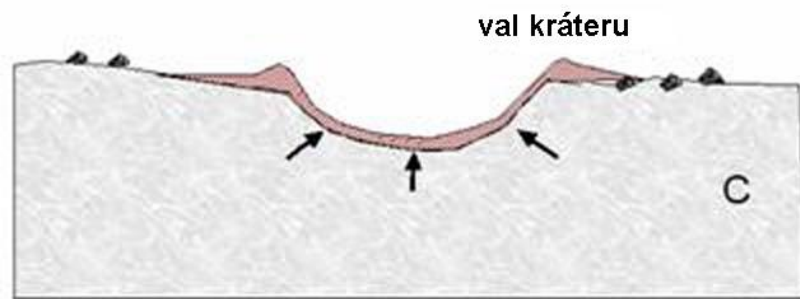
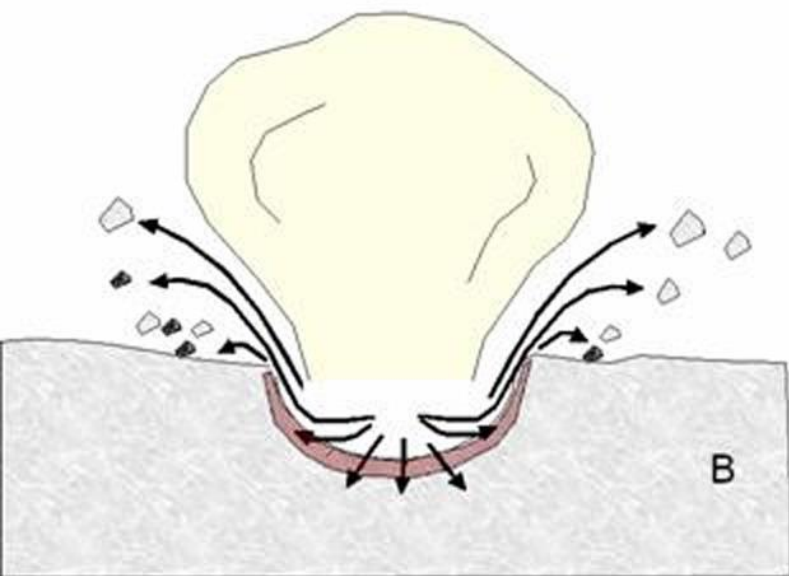
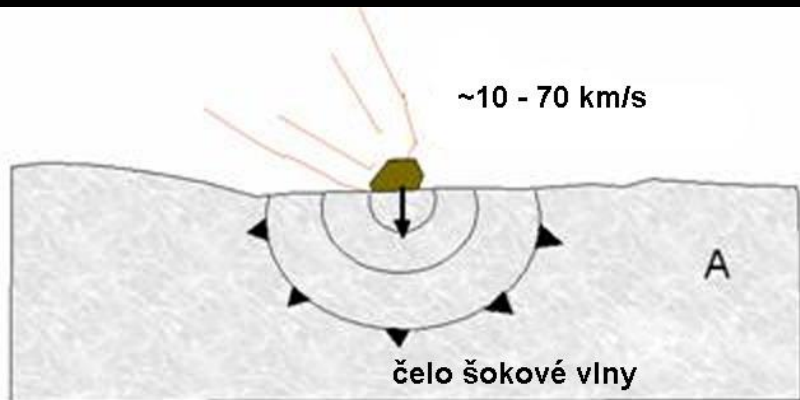
Kolapsové štruktúry

- Príčinou kolapsu – subsidencie povrchu je napríklad pokles podpovrchového magmatického krbu, t.j. zmenšenie pôvodného objemu a tlaku erupčivnou činnosťou. Uvoľnený priestor sa v záujme vytvorenia rovnováhy zaplní zrútením povrchu. Typickým predstaviteľom sú vulkanické **kaldery**. Menej významné kolapsové štruktúry môžu vznikáť aj zavalením otvorených podzemných priestorov (jaskyne, technické diela antropogénneho pôvodu).

Impaktné štruktúry

- vznikajú pri dopade kozmických telies na povrch planét. Sú dobre viditeľné na planétach slnečnej sústavy, ale na zemskom povrchu bývajú ich stopy v zničené v dôsledku:
 - **erózie**
 - **sedimentácie**
 - **tektonických pochodov**
- priemerná rýchlosť erózie na zemskom povrchu sa odhaduje na 0,001 m/rok, takže impaktný kráter s 1 km vysokým valom môže byť úplne zničený eróziou už za niekoľko miliónov rokov.





coesit



R070565

500 μ m

lechatelierit



baddeleit



vltavín

