

GUBE



Predavanja iz Tektonike, Ikcija 10: GUBE

2

GUBE

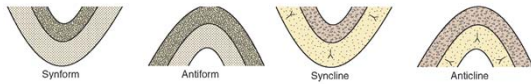
Uvodne definicije

Antiforma - guba, ki je konveksna navzgor

Sinforma - guba, ki je konveksna navzdol

Antiklinala - guba, ki je konveksna v smeri mlajših plasti (v jedru gube pa nastopajo starejše plasti)

Sinklinala - guba, ki je konveksna v smeri starejših plasti (v jedru gube pa nastopajo mlajše plasti)

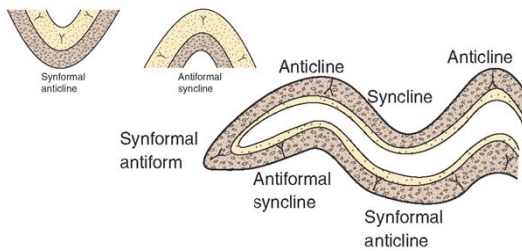


Predavanja iz Tektonike, Ikcija 10: GUBE

3

Uvodne definicije

Antiforma in sinforma sta torej splošna izraza za označevanje geometrije gube, pojma antiklinala in sinklinala pa implicirata starostne odnose med plastmi v gubi (tudi definirana sta samo v kamninah, kjer je mogoče določiti starostne odnose). Tako poznamo tudi **antiformno sinklinalo** in **sinformno antiklinalo**.

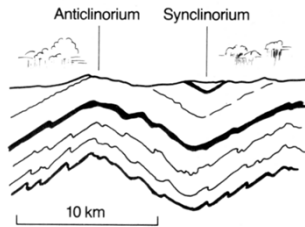


Predavanja iz Tektonike, Ikcija 10: GUBE

4

Uvodne definicije

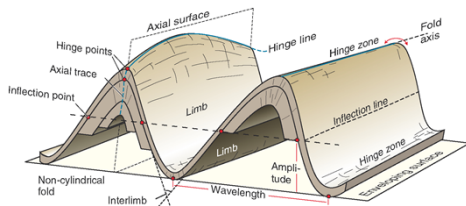
Antiklinorij in sinklinorij sta regionalni nagubani strukturi, ki vsebujeta sistematično razporejene manjše gube (gube manjšega reda).



Predavanja iz Tektonike, Ikcija 10: GUBE

5

Geometrijska analiza nagubane ploskve



Geometrijo gub praviloma analiziramo v *normalnem* ali *tektonskem profilu* gube, ki je pravokoten na os gubanja.

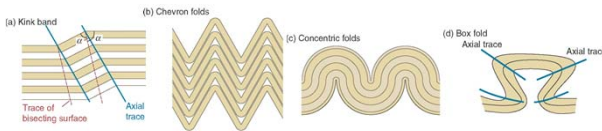
V profilu gube ločimo **krili gube** in **pregib gube**. Pregib je lahko oster (**pregibna točka**), pogosteje pa je postopen (**pregibna cona**). V pregibu ima nagubana ploskev največjo ukrivljenost.

Tudi krili gube sta pogosto ukrivljeni; prehod iz konveksne v konkavno obliko krila imenujemo **prevojna točka**.

Predavanja iz Tektonike, Ikcija 10: GUBE

6

Geometrijska analiza nagubane ploskve



Geometrijo gub praviloma analiziramo v *normalnem* ali *tektonskem profilu* gube, ki je pravokoten na os gubanja.

V profilu gube ločimo **krili gube** in **pregib gube**. Pregib je lahko oster (**pregibna točka**), pogosteje pa je postopen (**pregibna cona**). V pregibu ima nagubana ploskev največjo ukrivljenost.

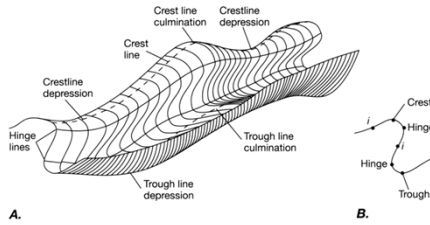
Tudi krili gube sta pogosto ukrivljeni; prehod iz konveksne v konkavno obliko krila imenujemo **prevojna točka**.

Predavanja iz Tektonike, Ikcija 10: GUBE

7

Geometrijska analiza nagubane ploskve

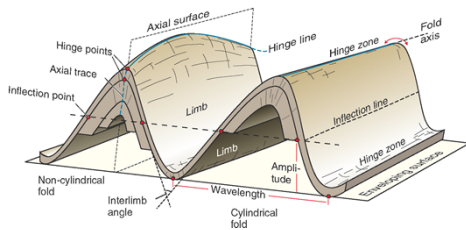
“Topografski” označbi za geometrijo gube sta **greben gube** in **sedlo gube**, ki označujeta topografsko najvišje oziroma najnižje dele na nagubani ploskvi; sedlo in greben gube ne sovpadata nujno s pregibom gube!



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

8

Geometrijska analiza nagubane ploskve

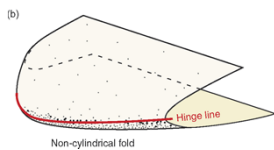
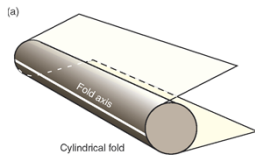


V treh dimenzijah je pregib gube linearen element (**linija pregiba** ali pregibna linija). Ta je lahko ravna, sistematično ukrivljena ali celo povsem nepravilne oblike.

Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

9

Geometrijska analiza nagubane ploskve



Cilindrična guba je guba, katere ploskev lahko opišemo z vzporednim premikanjem premice tvorilke - **osi gube**.

Idealno cilindrične gube so v naravi redke, vendar je oblika gub pogosto blizu cilindričnosti in jih moremo smatrati za cilindrične.

Tudi izrazito **ne cilindrične gube** pogosto lahko lokalno obravnavamo kot cilindrične.

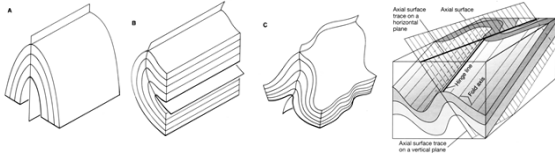
V cilindrični gubi je os gube vpredna oziroma geometrijsko ekvivalentna pregibni premici. Vendar pojma nista enakovredna: pregibna premica fizično obstaja, os gube pa je konstrukcijski (namišljen) element. Tudi ne cilindrične gube imajo pregibno linijo (ki je ukrivljena), nimajo pa osi.

Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

10

Geometrijska analiza nagubane ploskve

Oсна ploskev gube je definirana z zaporednimi pregibnimi linijami plasti v gubi. Včasih je ploskev ravna - **osna ravnina**, pogosteje pa je ukrivljena in zato uporabljamo splošnejši izraz **osna ploskev**. Presek osne ploskve gube in površja je **trasa osne ploskve**, ki ima v splošnem drugačen potek kot pregibna linija in os gube in je z njima ne smemo zamenjati!

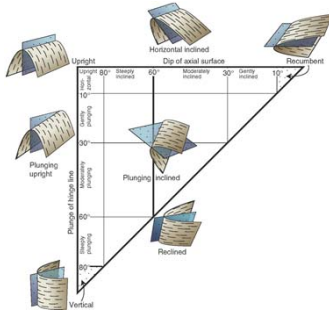


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

11

Orientacija gube

Orientacijo gube opisujemo glede na njeno os in osno ploskev. Po orientaciji osi je guba lahko **horizontalna, toneča ali vertikalna**.

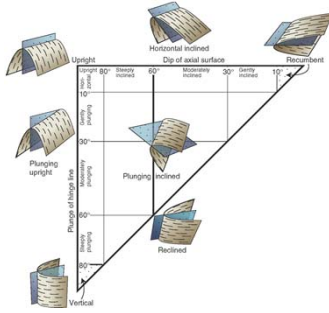


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

12

Orientacija gube

Orientacijo gube opisujemo glede na njeno os in osno ploskev. Po orientaciji osne ploskve je guba lahko **pokončna, nagnjena ali polegla**.



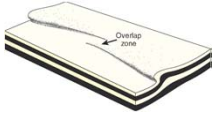
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

13

Orientacija gube

Gube vzdolž osi seveda niso neskončne; bodisi polagoma zamrejo, tako da os potone navzdol, bodisi se zaključujejo ob prelomu.

Kadar je pri obojstransko tonečih gubah širina gube velika v primerjavi z dolžino pregibne linije, govorimo o **kupolasti gubi (domi)** če gre za antiformo, oziroma o **skledasti gubi (bazenu)**, če gre za sinformo.



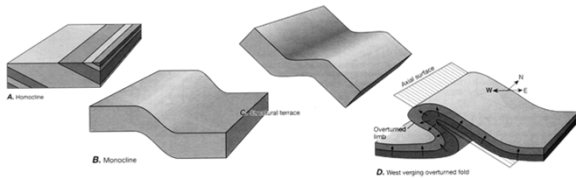
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

14

Orientacija gube

Po razvitosti in medsebojni orientaciji kril lahko definiramo še naslednje tipe gub:

- **homoklinala** - plasti ki vpadajo pod določenim kotom, brez pregiba
- **monoklinala** - horizontalni krili, povezani s kratkim poševnim odsekom
- **strukturna terasa** - poševni krili, povezani s kratkim horizontalnim odsekom
- **prevrjena guba** - nagnjena guba, ki ima eno krilo rotirano v inverzno lego (prevrjeno krilo)



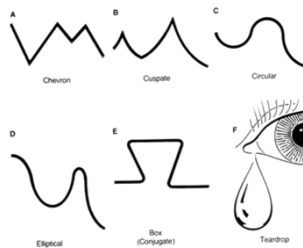
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

15

Oblika nagubane ploskve

Pogoste oblike nagubanih ploskev v profilu:

- žagasta (chevronska) guba
- krožna guba
- eliptična guba
- koničasta guba
- škatlasta guba
- kapljasta guba



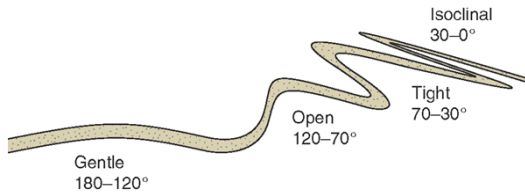
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

16

Oblika nagubane ploskve

Odprte gube definiramo s pomočjo kota med kriloma gube:

- blago nagubane gube: $180^\circ - 120^\circ$
- odprte gube: $120^\circ - 70^\circ$
- zaprte gube: $70^\circ - 30^\circ$
- izoklinalne gube: $30^\circ - 0^\circ$ (krili sta vzporedni)

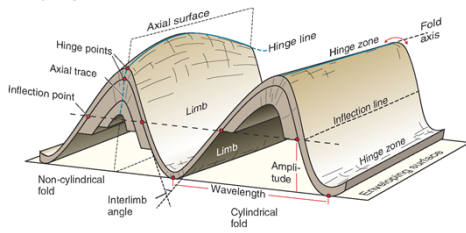


Predavanja iz Tektonike, Ikcija 10: GUBE

17

Velikost gube

Velikost gube načeloma opisujemo z **valovno dolžino** in **amplitudo**. Ker pa gube pogosto nastopajo izolirano, definiramo **medialno ravnino**, ki povezuje prevojne točke gube. **Višina gube** je potem razdalja med medialno ravnino in grebenom/sedlom gube, merjeno vzdolž osne ploskve, **širina gube** pa je razdalja med prevojnima točkama v nasprotnih krilih gube, merjeno vzdolž medialne ravnine.

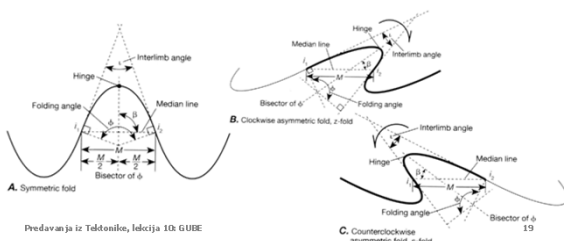


Predavanja iz Tektonike, Ikcija 10: GUBE

18

Simetričnost in vergenca gube

Simetričnost gube opišemo z medsebojnim odnosom medialne ravnine in osne ploskve gube. Če sta pravokotni, je guba **simetrična**, sicer je **asimetrična**. Krili asimetrične gube sta različno dolgi. Smisel asimetrije določamo pravokotno na pregibno linijo gube, v smeri njenega tonjenja. V urno rotirani ali "Z" gubi je krajše krilo rotirano v smeri urnega kazalca glede na daljše krilo, pri protourni rotirani ali "S" gubi pa ravno obratno. Kadar je guba horizontalna, asimetričnost raje opišemo z **vergenco gube**, npr. guba vergira proti NW.

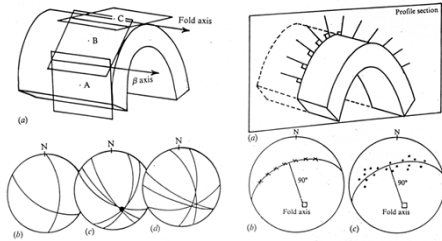


Predavanja iz Tektonike, Ikcija 10: GUBE

19

Analiza gub v krogelni projekciji

Pravilni geometrijski odnosi med strukturnimi elementi v cilindrični gubi so zelo očitni v krogelni projekciji. Analiza s krogelno projekcijo je še posebej primerna za analizo nagubanega ozemlja, kadar so gube mnogo večje od merila izdanka in zato njihove geometrije ne moremo določiti z neposrednim terenskim opazovanjem in merjenjem.

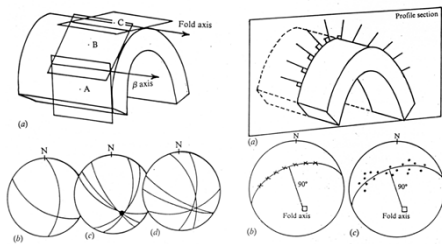


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

20

Analiza gub v krogelni projekciji

Trase plastnatosti v cilindrični gubi se sekajo v isti točki, ki ustreza osi gube (os β).
 Poli plastnatosti v cilindrični gubi pa ležijo v isti ravnini, torej na isti trasi, ki jo imenujemo π -krog.
 Pol π -kroga je os gube β .

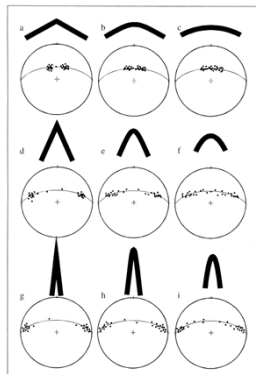


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

21

Analiza gub v krogelni projekciji

Porazdelitev polov vzdolž π kroga podaja obliko gube: enakomerna porazdelitev kaže na zaobljeno gubo, koncentriranje polov v dveh koncentričnih polovih pa na žagasto gubo.

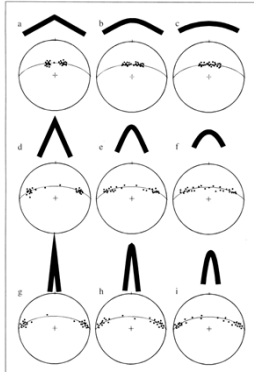


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

22

Analiza gub v krogelni projekciji

Razpon polov vzdolž π kroga podaja odprtost gube: manjši razpon pomeni relativno bolj odprto gubo, in obratno.

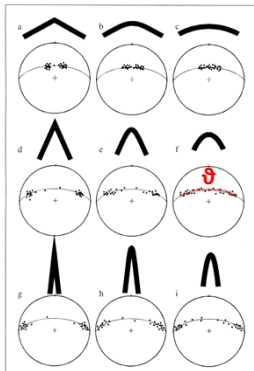
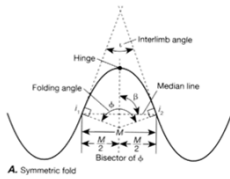


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

23

Analiza gub v krogelni projekciji

Če imamo dovolj reprezentativnih meritev vpadov, lahko izmerimo kot razpona θ , ki je enak kotu gubanja; kot med krilni gube pa je enak $180^\circ - \theta$.

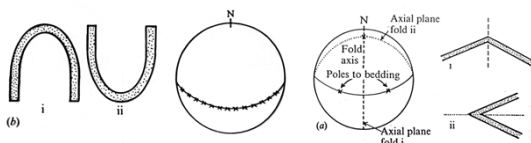


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

24

Analiza gub v krogelni projekciji

Pozor, nekaterih pomembnih geometrijskih značilnosti ni mogoče razbrati zgolj iz krogelne projekcije! Ne moremo denimo ločiti antiformalne gube od sinformne (obe imata enako krogelno projekcijo), pri žagastih gubah ne moremo zanesljivo določiti niti kota gubanja oziroma poleglosti gube.

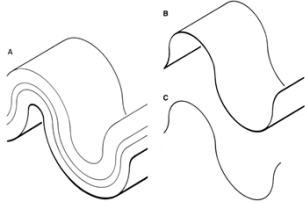


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

25

Geometrijska analiza nagubanih plasti

Pri analizi nagubanih plasti preučujemo geometrijo in medsebojne odnose med večimi ploskvami (lezikami) naenkrat. Posebno pozornost bomo posvetili ukrivljenosti lezik in distorciji (spremembi debeline) plasti pri gubanju.



Predavanja iz Tektonike, Ikcija 10: GUBE

26

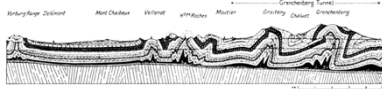
Geometrijska analiza nagubanih plasti

Koncentrične gube

Debelina plasti, merjena pravokotno na lezike, je konstantna. Lezike so zato medsebojno popolnoma vzporedne - **paralelne gube**. Koncentrične gube so tipično krožne ali eliptične oblike.

Geometrijska posledica: da bi se lahko ohranila vzporednost, se mora krivinski radij nagubanih plasti stalno spreminjati.

Jedra antiform denimo postajajo vedno bolj stisnjena, dokler se plasti ne stisnejo v zaprto koničasto antiformo. Nastali prostorski problem se reši na dva načina: v podlagi gube mora biti prisotna **ločilna ploskev**, ki loči nagubano serijo zgoraj od horizontalnih plasti spodaj. Jedro antiforme pa se zapolni z duktilnim tečenjem materiala.



Predavanja iz Tektonike, Ikcija 10: GUBE

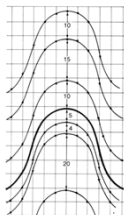
27

Geometrijska analiza nagubanih plasti

Podobne gube

Podobne gube imajo lezike vseh plasti v seriji nagubane v popolnoma enako obliko. Geometrijska posledica: odebelitev temen gub in tanjšanje kril gub. Debelina plasti je konstantna, **merjeno vpredno z osno ravnino**.

Podobne gube se v vertikalni smeri lahko nadaljujejo neomejeno dolgo, brez spremembe oblike.



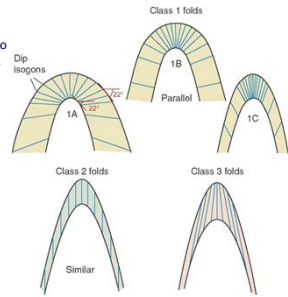
Predavanja iz Tektonike, Ikcija 10: GUBE

28

Geometrijska analiza nagubanih plasti

Ramsayeva klasifikacija

Ramsay je pokazal, da je mogoče osnovne oblike gub razdeliti v tri razrede glede na relativno debelino nagubane plasti v temenu in krilih, oziroma glede na relativno ukrivljenost zgornje in spodnje meje plasti.



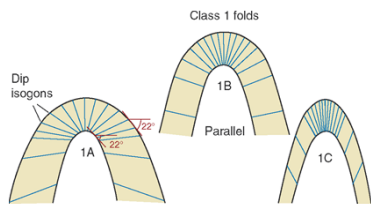
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

29

Geometrijska analiza nagubanih plasti

Ramsayeva klasifikacija

- **Tip 1:** notranji lok je bolj ukrivljen od zunanega
 - **Tip 1A:** debelina temena je manjša od debeline kril
 - **Tip 1B:** debelina je konstantna (*paralelne gube*)
 - **Tip 1C:** debelina temena rahlo večja od debeline kril



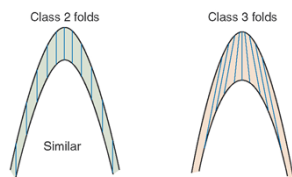
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

30

Geometrijska analiza nagubanih plasti

Ramsayeva klasifikacija

- **Tip 2:** ukrivljenost zunanega in notranjega loka je identična; debelina temena je večja od debeline kril (*podobne gube*)
- **Tip 3:** zunanji lok je bolj ukrivljen od notranjega



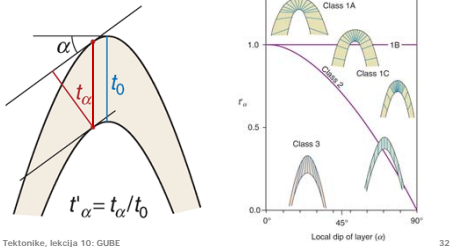
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

31

Geometrijska analiza nagubanih plasti

Razlikovanje Ramsayevih razredov

Razen z vizualno analizo lahko gubo v Ramsayeve razrede uvrstimo tudi z natančno geometrijsko analizo. Po dogovoru gubo rotiramo v pokončno antiformalno orientacijo. Nato grafično konstruiramo **naklonske izogone**, črte, ki povezujejo točke enakega naklona na zunanji in notranji meji nagubane plasti.



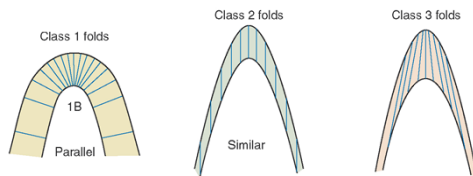
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

32

Geometrijska analiza nagubanih plasti

Razlikovanje Ramsayevih razredov

- Tip 1: izogone konvergirajo pahljačasto navzdol
- Tip 2: izogone so vzporedne
- Tip 3: izogone konvergirajo pahljačasto navzgor



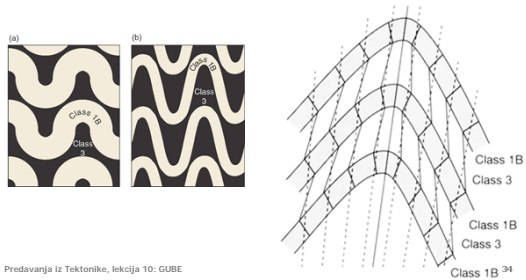
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

33

Geometrijska analiza nagubanih plasti

Razlikovanje Ramsayevih razredov

Analiza naklonskih izogon je posebej primerna za litološko heterogena zaporedja nagubanih kamnin, saj se pogosto v različnih kamninah razvijejo drugačni tipi gub.
 => Kompetentne plasti se gubajo v paralelne gube (tip 1B).



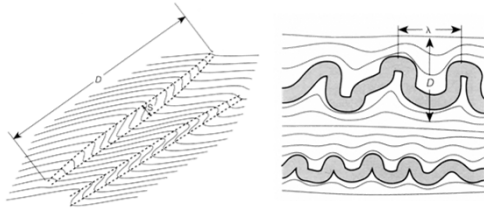
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

34

Geometrijska analiza nagubanih plasti

Harmoničnost gubanja

Gledano v profilu, se gube navzgor in navzdol slejkoprej zaključijo in počasi zamrejo, razen če se ne naslanjajo na prelom/ločilno ploskev ali če ne segajo do površja. **Harmonične gube** se raztezajo v vertikalni smeri na razdalji, ki je enaka mnogim valovnim dolžinam. **Disharmonične gube** pa v vertikalni smeri hitro zamrejo (na razdalji, približno enaki valovni dolžini gub).



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

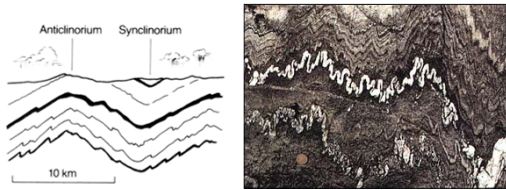
35

Geometrijska analiza nagubanih plasti

Red gubanja

Običajno gube nastajajo sočasno v različnih merilih. Pravimo, da so gube različnega **reda**. Gube prvega reda so večinoma regionalnih dimenzij. Gube v merilu izdanika so ponavadi gube drugega ali višjega reda; gubam višjega reda pravimo tudi **parazitske gube**.

Geometrija (zlasti asimetričnost) parazitskih gub nakazuje geometrijo gub nižjega reda (⇒ več o tem na vajah)



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

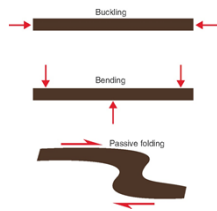
36

Mehanizmi in procesi gubanja

Osnovna načina gubanja sta **aktivno gubanje** in **pasivno gubanje**.

Pri aktivnem gubanju se plasti "aktivno" upogibajo, geometrijo gubanja pa kontrolirajo predvsem mehanske lastnosti plasti. Glede na to, kako sile/napetosti delujejo na plasti, ločimo gubanje z izbočanjem (buckling) in upogibanjem (bending).

Pri pasivnem gubanju plastnatost samo sledi deformiranju kamnine brez mehanskega vpliva plasti, na primer z raztapljanjem kamnine in nastajanjem klivaža ⇒ več o tem naslednjič v poglavju o klivažu.

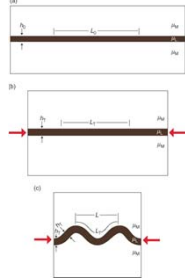


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

37

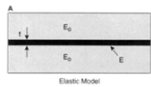
Gubanje z izbočanjem plasti

Do **gubanja z izbočanjem** ("buckling") pride zaradi krčenja vzdolž plastnatosti. Osnovni pogoj je razlika v kompetenci med plastjo, ki se guba in okoliškim medijem. Prav tako mora plast vsebovati drobne nepravilnosti (nukleacijska mesta), sicer se krči brez gubanja. Tipično v kompetentni plasti nastanejo sinusoidalne paralelne gube.



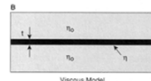
Gubanje z izbočanjem plasti

Značilna valovna dolžina gub je v razmeroma preprosti numerični zvezi z mehanskimi lastnostmi kamnin; odvisna je od Youngovega modula in Poissonovega količnika, če uporabimo elastični model gubanja, oziroma od viskoznosti, če uporabimo viskozni model gubanja.



$$L = 2\pi t \left(\frac{B}{6B_0} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$B = \frac{E}{1-\nu^2}$$



$$L = 2\pi t \left(\frac{\eta}{6\eta_0} \right)^{\frac{1}{3}}$$

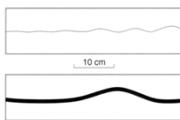
- L ... značilna valovna dolžina
- t ... debelina toge plasti
- B ... elastični modul toge plasti
- B₀ ... elastični modul osnove

Gubanje z izbočanjem plasti

Vpliv debeline kompetentne plasti



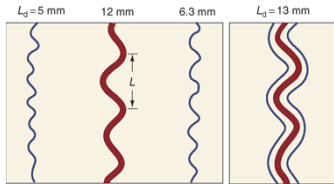
$$L = 2\pi t \left(\frac{\eta}{6\eta_0} \right)^{\frac{1}{3}}$$



Gubanje z izbočanjem plasti

Vpliv debeline nekompetentne plasti (razdalje med kompetentnimi plastmi)

Če so kompetentne plasti blizu skupaj, se obnašajo kot ena debela plast (vpliv posamezne plasti sega za eno valovno dolžino navzgor in navzdol v stolpcu plasti)

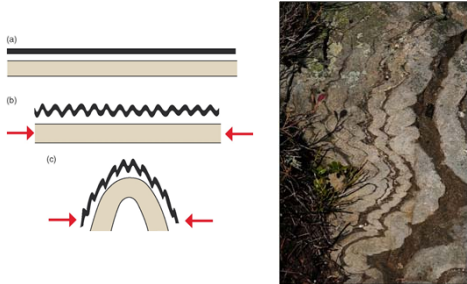


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

41

Gubanje z izbočanjem plasti

V seriji različno debelih kompetentnih plasti se najprej začnejo gubati najtanjše. Debelejše plasti se nagubajo v gube večjih valovnih dolžin, ki vplivajo na nadaljne deformacije gub drugega reda \Rightarrow asimetrične parazitske gube.



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

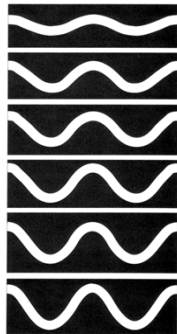
42

Gubanje z izbočanjem plasti

Vpliv razlike v kompetenci plasti

(po Cruikshank et al., 1993):

- enak skrčček (40%)
- različen količnik viskoznosti (10, 20, 30, 40, 50, 100)



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

43

Gubanje z izbočanjem plasti

Razlika v kompetenci kamnin, ki se gubajo, močno vpliva na obliko gub. Pri veliki razliki nastanejo močno zavite **ptigmatske gube**, pri majhni razliki pa imajo gube le majhno amplitudo.

N.B.: vrhovi koničastih gub kažejo v smeri bolj kompetentne plasti.

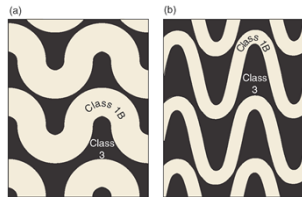


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

Gubanje z izbočanjem plasti

Serija kompetentnih kamnin se naguba v paralelne gube (tip 18), vmesne nekompetentne plasti pa v gube tipa 3.

Gubanje kompetentnih plasti je **fleksivno**.



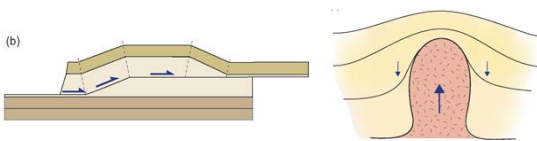
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

Gubanje z upogibanjem plasti

Do upogibanja plasti pride, kadar sile delujejo na plastnatost pod velikim kotom. Plasti se gubajo zaradi prilagajanja geometriji ali kinematiki drugih struktur, npr. prelomov => **vsiljeno gubanje**.

Primeri:

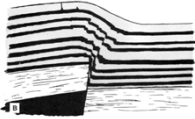
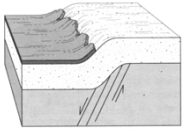
- prevojne gube in gube napredovanja nariva
- gubanje nad intruzijami in solnimi diapirji



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

Gubanje z upogibanjem plasti

- monoklinalno gubanje zaradi premikov ob strmih prelomih v podlagi ali zaradi diferencialne kompaktacije sedimentov



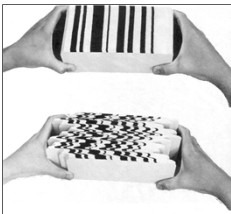
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

47

Pasivno gubanje

Pasivno gubanje je značilno za kamnine, ki se deformirajo s **pasivnim tečenjem**, pri katerem plastnatost mehansko ne vpliva na gubanje (*pasivne plasti*). Pogoj za to je visoka duktilnost in majhna razlika v duktilnosti posameznih plasti:

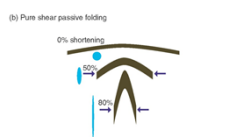
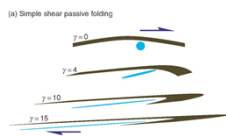
- evaporiti
- kamnine pri regionalnem metamorfizmu (povišanje temperature in tlaka)



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

48

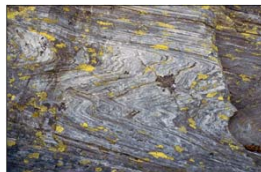
Pasivno gubanje



Pri pasivnem gubanju tipično nastanejo gube tipa 2 (podobne gube).

Najbolj očiten mehanizem pasivnega gubanja je enostavni strig („strižne gube“), vendar lahko pasivne gube nastajajo tudi z ostalimi mehanizmi deformacije.

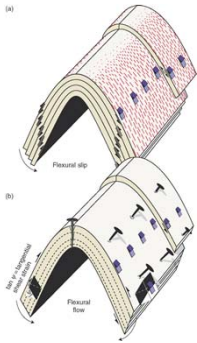
Pogosto (toda ne izključno) so pasivne gube vezane na strižne cone in milonite (pa tudi obprelomne gube!).



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

49

Mehanizmi fleksivnega gubanja

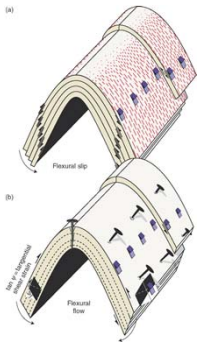


Gubanje s fleksivnimi zdrsni in fleksivnim tečenjem
 Gubanje oziroma distorcija plasti se vrši z **medplastnimi zdrsni**, same plasti pa se ne deformirajo. Geometrijsko analogno je "gubanje" debele knjige, ki se deformira z medsebojnim drsenjem listov, listi pa ostanejo nedeformirani. Pri fleksivnem tečenju je deformacija enakomerneje porazdeljena znotraj plasti (bolj plastični režim deformiranja)

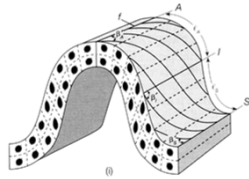


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

Mehanizmi fleksivnega gubanja

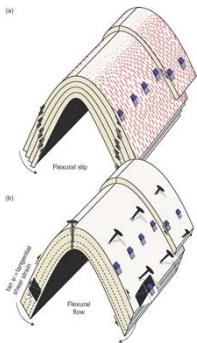


Gubanje s fleksivnimi zdrsni in fleksivnim tečenjem
 Smer zdrsov je pravokotna na preglb gube. V preglbni točki je medplastni zdrs enak 0, proti krilom pa se povečuje. Znotraj plasti ni nategov ali skrčkov. Nastajajo gube tipa 1B (paralelne gube).



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

Mehanizmi fleksivnega gubanja



Gubanje s fleksivnimi zdrsni in fleksivnim tečenjem
 Gubanje s fleksivnimi zdrsni je značilno za mehansko izredno toge, tanke do srednje-debele plasti, kontakti med njimi pa imajo zelo nizko kohezijo (tipično: peščenjak, meljevec, apnenec). (N.B.: le redko ostanejo plasti povsem nedeformirane. Običajno se tudi pri gubanju z medplastnimi zdrsni plasti deloma interno deformirajo z **ortogonalno fleksuro** - glej naprej).



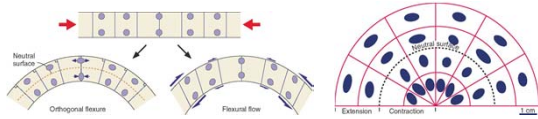
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

Mehanizmi fleksivnega gubanja

Gubanje z ortogonalno fleksuro

Pri tem mehanizmu ostanejo linije, pravokotne na plastnatost, pravokotne tudi po deformaciji. Vzdolž zunanega loka plasti prihaja zato do nategov, vzdolž notranjega pa do skrčkov. Nekje v notranjosti plasti se nahaja **nevtralna ploskev**, vzdolž katere ni nobenih deformacij.

Nastajajo gube tipa 1B (paralelne gube).



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

53

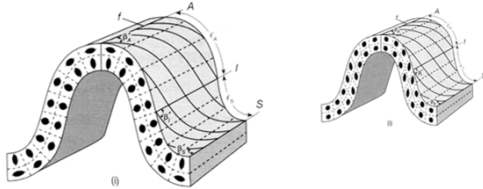
Mehanizmi fleksivnega gubanja

Gubanje z ortogonalno fleksuro

Porazdelitev deformacije znotraj plasti pa je bistveno drugačna kot pri gubanju s fleksivnimi zdrsni/tečenjem! Največje deformacije nastopajo v pregibih gub, najmanjše pa v krilih (ravno obratno, kot pri medplastnih zdrsih).

Čisto gubanje z ortogonalno fleksuro je mogoče le v relativno odprtih gubah. Pri nadaljnjem krčenju večino deformacije postopoma prevzame gubanje z medplastnimi zdrsni.

Značilno je za mehansko toge, kompetentne plasti, ki se upirajo duktilni deformaciji.



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

54

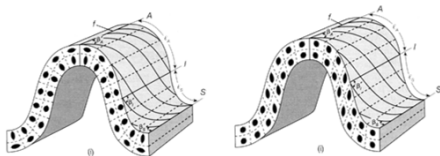
Mehanizmi fleksivnega gubanja

Sekundarne strukture v fleksivnih gubah

Sekundarne strukture v fleksivnih gubah odražajo štiri komplementarne mehanizme deformacije:

- splošno krčenje vzdolž plasti
- medplastno drsenje v krilih gub
- raztezanje vzdolž plasti v zunanjih delih pregibov
- krčenje vzdolž plasti v notranjih delih pregibov

N.B.: pri gubanju z ortogonalno fleksuro se nevtralna ploskev pomika proti jedru gube, zato lahko dobimo kontrakcijske strukture prekrivne z raztezanjem.

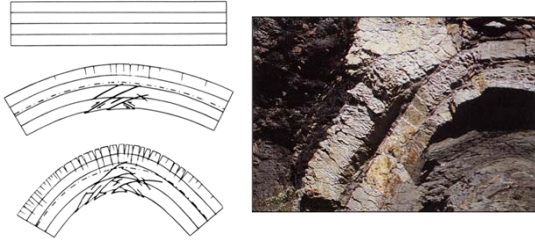


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

55

Sekundarne strukture v fleksivnih gubah

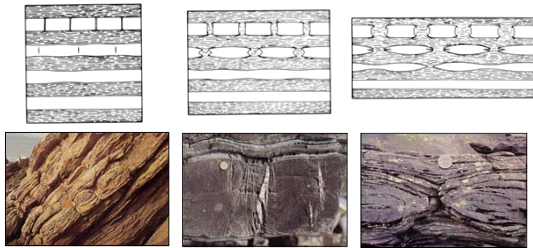
Raztezanje vzdolž plasti se lahko kompenzira z nastajanjem nateznih razpok in normalnih prelomov (v mehansko togih plasteh) ali z nastankom **budinaža** (v izmenjujočem se zaporedju nekompetentnih in kompetentnih plasti).



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

Sekundarne strukture v fleksivnih gubah

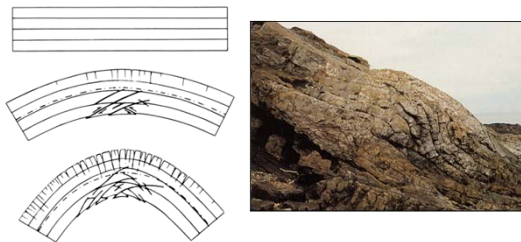
Raztezanje vzdolž plasti se lahko kompenzira z nastajanjem nateznih razpok in normalnih prelomov (v mehansko togih plasteh) ali z nastankom **budinaža** (v izmenjujočem se zaporedju nekompetentnih in kompetentnih plasti).



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

Sekundarne strukture v fleksivnih gubah

Krčenje vzdolž plasti se lahko kompenzira z nastajanjem simetričnih parazitskih gub, narivov in klivaža.

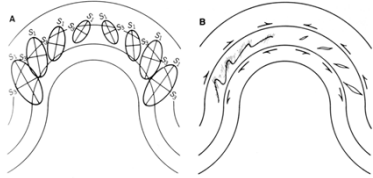


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

Sekundarne strukture v fleksivnih gubah

Znaki medplastnega drsenja pri gubanju:

- drse na lezikah
- sistematični zamiki struktur vzdolž lezik
- žile, ki kažejo na strig vzdolž plasti



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

62

Sekundarne strukture v fleksivnih gubah

Znaki medplastnega drsenja pri gubanju



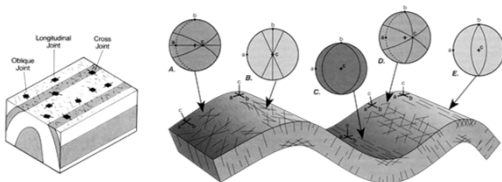
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

63

Sekundarne strukture v fleksivnih gubah

S fleksivnim gubanjem je pogosto povezan tudi nastanek značilnih družin razpok.

Prečne razpoke so natezne razpoke, orientirane pravokotno na os gubanja, kompenzirajo rahlo raztezanje pravokotno na smer krčenja pri gubanju. **Vzdolžne razpoke** so natezne razpoke, ki potekajo vzdolž osne ploskve gube (njihov nastanek ni povsem jase). **Poševne razpoke** so konjugirane strižne razpoke, ki so orientirane tako, da osna ravnina gube simetralno seka topi kot med konjugiranimi družinami. Nastanejo zaradi kompenziranja krčenja pravokotno na osno ravnino gube.



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

64

Gubanje z zibanjem plasti

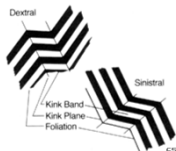


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

Pri zibanju se plasti ostro zapognejo preko zgibnih ravnin.

Nastajajo gube tipa 2 z ravnimi krili in amplitudo nekaj cm/dm.

Gube zibanja so asimetrične (desne, "Z", in leve, "S"). Osne ravnine zgibnih gub imenujemo **zgibne ravnine**, območja zapognjene plastnatosti pa **zgibne pasove**.

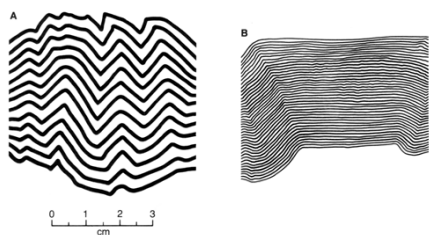


65

Gubanje z zibanjem plasti

Zgibne gube nastajajo v zelo tankoplastnatih in izrazito anizotropnih kamninah, bogatih s filosilikati (npr. skrilavci in filiti). Nastajajo pri relativno nizkih temperaturah (nizkometamorfn območje).

Pojavljajo se, kadar je kohezija med plastmi zelo visoka; pri nižji koheziji nastanejo sinusoidalne gube.

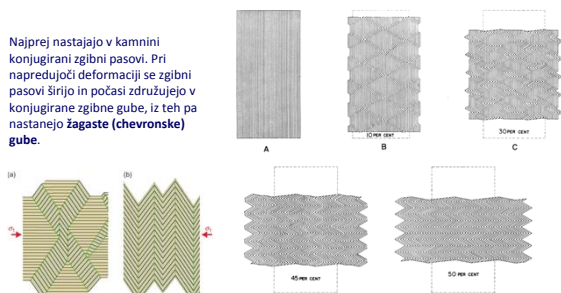


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

66

Gubanje z zibanjem plasti

Najprej nastajajo v kamnini konjugirani zglobni pasovi. Pri napredujoči deformaciji se zglobni pasovi širijo in počasi združujejo v konjugirane zglobne gube, iz teh pa nastanejo **žagaste (chevronske) gube**.



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

67

Gubanje z zgibanjem plasti

N.B.: Klasične žagaste gube (centimetrsko-decimetrskega merila) sicer večinoma nastajajo z medplastnimi zdrsi, kadar so kompetentne plasti ločene z zelo tankimi nekompetentnimi vložki. Temena žagastih gub se deformirajo z ortogonalno fleksuro. Temena gub mora zapolniti tečenje duktilnega materiala, ali pa pride do **temenskega kolapsa**, ki zapre teme.

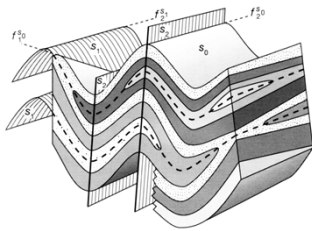


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

68

Večfazno gubanje in interferenčne gube

V kompleksno deformiranih terenih lahko mlada faza gubanja naguba starejše gube. Nastanejo kompleksne **interferenčne gube**, ki odražajo geometrijske in deformacijske značilnosti posameznih faz, ter geometrijske odnose med njimi.



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

69

Večfazno gubanje in interferenčne gube



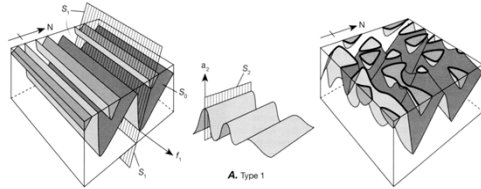
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

70

Večfazno gubanje in interferenčne gube

Interferenčne gube

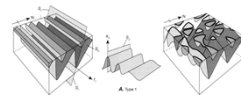
Tip I: dome in bazeni



Večfazno gubanje in interferenčne gube

Interferenčne gube

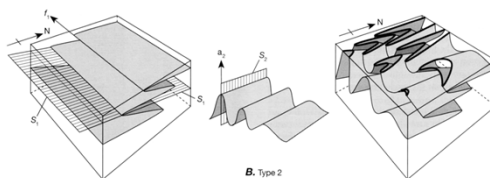
Tip I: dome in bazeni



Večfazno gubanje in interferenčne gube

Interferenčne gube

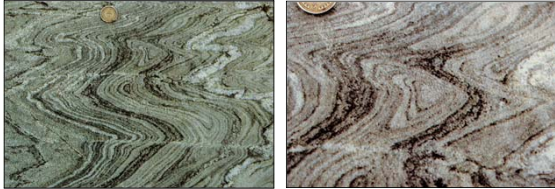
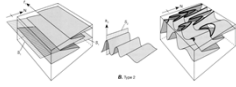
Tip II: puščičaste ali gobaste gube



Večfazno gubanje in interferenčne gube

Interferenčne gube

Tip II: puščičaste ali gobaste gube



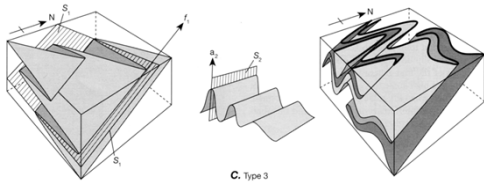
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

74

Večfazno gubanje in interferenčne gube

Interferenčne gube

Tip III: valovite (cikcakaste) gube



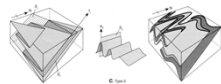
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

75

Večfazno gubanje in interferenčne gube

Interferenčne gube

Tip III: valovite (cikcakaste) gube



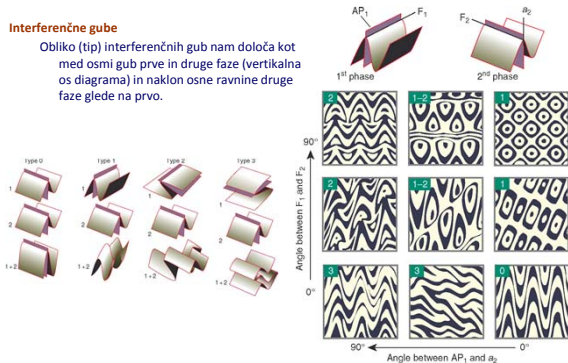
Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

76

Večfazno gubanje in interferenčne gube

Interferenčne gube

Obliko (tip) interferenčnih gub nam določa kot med osmi gub prve in druge faze (vertikalna os diagrama) in naklon osne ravnine druge faze glede na prvo.

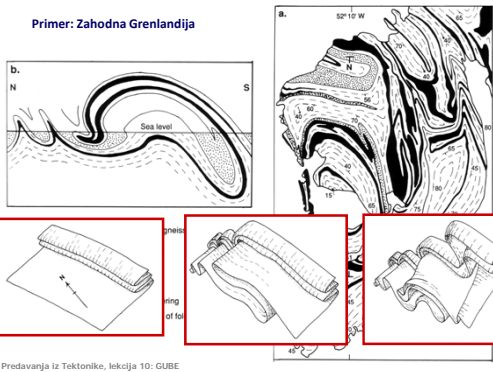


Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

77

Večfazno gubanje in interferenčne gube

Primer: Zahodna Grenlandija



Predavanja iz Tektonike, lekcija 10: GUBE

78
