

GEOLOGIJA – TEKTONIKA I ISTORIJSKA GEOLOGIJA

Studijski program GEOGRAFIJA

Godina I, Semestar II

Februar, 2021.

(2) – TEKTONIKA

Deformacije zemljine kore

dr Slobodan Radusinović, naučni saradnik UCG

Predavanja pripremljena na osnovu:

OPŠTA GEOLOGIJA

Autori udžbenika

Prof. dr Nataša Gerzina, vanredni profesor

Prof. dr Ivana Carević, vanredni profesor

Izdavač

Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet, 2019

7. UVOD U TEKTONIKU

Deformacije zemljine kore

Vrste deformacija

Duktilne deformacije stijenske mase

Nabori

Krte deformacije stijenske mase

Pukotine

Rasjedi

OSNOVI GEOLOGIJE

Prof. Dr V. Jovanović i Prof. Dr D. Srećković-Batoćanin, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2009

GEOLOGIJA – TEKTONIKA I ISTORIJSKA GEOLOGIJA

Autorizovana predavanja 2016/2017.

Prof. dr S.Ivanović , redovni profesor, Prof. dr G. Nikolić , vanredni profesor

GEOTEKTONIKA

(Autorizovana skripta)

Prof. Dr M. Marović, redovni profesor. Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet, 2005

TEKTONIKA

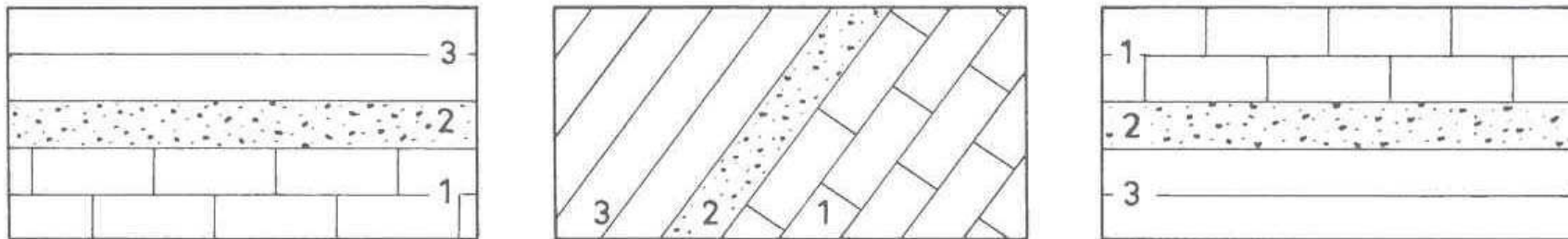
- DEFORMACIJE ZEMLJINE KORE-

Stijene pod dejstvom spoljašnjih sila mijenjaju zapreminu, oblik i položaj u prostoru, odnosno deformišu se.

Promjene oblika i položaja stijenske mase istraživanjem se može registrovati, naročito u ***sedimentnim stijenama*** uz primjenu stratigrafskih principa.

Uvažavajući princip prvobitne horizontalnosti slojeva, osim **horizontalni**, slojevi mogu biti **kosi** i **vertikalni**.

U skladu sa principom superpozicije, ukoliko se u nekoj stijeni mlađi slojevi nalaze ispod starijih, možemo tvrditi da su slojevi **prevrnuti**, odnosno da je stijena deformisana.



Sl. 17. Krovina i podina sloja; lijevo i u sredini; 1 – topografska i stratigrafska podina, 2 – promatrani sloj, 3 – topografska i stratigrafska krovina; desno, prevrnuti slojevi: 1 – topografska krovina i stratigrafska podina, 2 – promatrani sloj, 3 – topografska podina i stratigrafska krovina

Izvor: Herak, 1990 u <http://qfosweb.qfos.hr/>

TEKTONIKA

- DEFORMACIJE ZEMLJINE KORE-

VRSTE DEFORMACIJA

Stijene su izgrađena od minerala, minerali od atoma i molekula povezanih unutrašnjim silama.

Pri deformaciji stijene, mijenja se međusobni položaj molekula, pa se mijenjaju i unutrašnje sile koje teže da uspostave prvobitno stanje tijela dok se ne uspostavi ravnoteža između spoljašnjih i unutrašnjih sila, pri čemu dolazi do promjene oblika stijene.

Elastične deformacije – nastaju ukoliko je deformacija privremena, i kada se nakon prestanka djelovanja sile tijelo vrati u prvobitan oblik.

Kada se pri deformisanju pređe **granica elastičnosti** tijelo se ne može više vratiti u prvobitan oblik nakon prestanka djelovanja spoljašnjih sila, odnosno tada nastaju **trajne deformacije**.

Trajne deformacije mogu podrazumijevati samo promjenu oblika – **plastične deformacije**, bez postojanja fizičkog diskontinuiteta, odnosno bez pucanja.

Ako se pritisak pojača i pređe **granica plastičnosti** dolazi do pucanja i takve deformacije nazivamo **krutim (rupturnim) deformacijama**.

TEKTONIKA

- DEFORMACIJE ZEMLJINE KORE-

VRSTE DEFORMACIJA

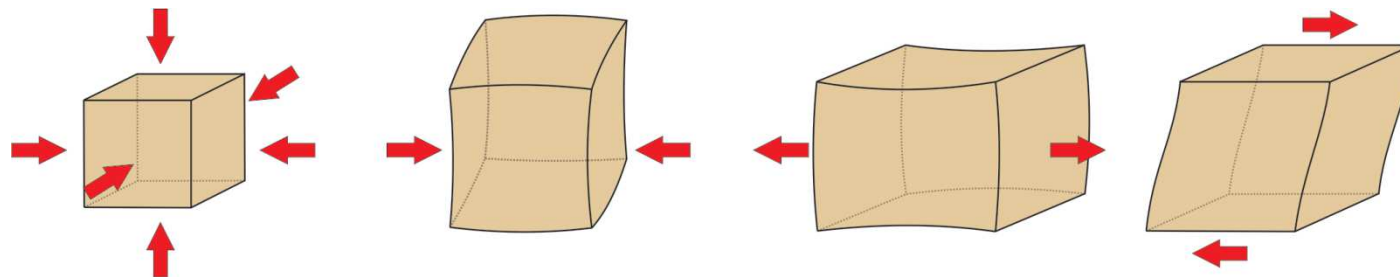
Tipovi deformacija u stijenama zavise od od više faktora: **orientacije i inteziteta sila** koje djeluju na stijenu, uslova **temperature i pritiska** i **mehaničkih osobina stijene**.

Sve stijene u litosferi trpe **litostatički pritisak** – pritisak stijenskih masa i sedimenata koje se iznad njih nalaze.

Ovaj pritisak je **izostatički** – djeluje podjednako u svim pravcima i raste sa dubinom kako raste i debljina sedimenata.

Usmjereni pritisci izazivaju naprezanje u stijeni koje nazivamo **“stres”** i razlikujemo tri vrste stresa:

- **kompresioni** – nastaje kao rezultat sabijanja (kompresije) usled **konvergentnog kretanja ploča**;
- **tenzioni** – **nastaje na divergentnim granicama** jer razmicanje ploča dovodi do jakih istezanja;
- **stres smicanja** – nastaje kao rezultat sprega sila, pri čemu ne dolazi do istezanja i sabijanja već do **smičućeg kretanja**.



Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

SLIKA 7.7 Šematski prikaz različitih pritisaka u litosferi a) litostatički pritisak b) kompresija c) tenzija d) smicanje

TEKTONIKA

- DEFORMACIJE ZEMLJINE KORE-

VRSTE DEFORMACIJA

Da ponovimo...u zavisnosti od jačine i dužine djelovanja stresa, trajne deformacije mogu biti **plastične** i **krte**.

Duktilnost – osobina stijene da se pod uticajem spoljašnjeg naprezanja **plastično deformiše** prije nego što dođe do pucanja.

Primjeri:

- Gline će se savijati umjesto da pucaju kada su izložene dejstvu stresa zato što se radi o izrazito mekim stijenama.
- Pješčari i krečnjaci, kao tvrde stijene koje imaju manju duktilnost, će prije pući nego se savijati, naročito u plitkim djelovima Zemljine kore, gdje vladaju niski litostatički pritisci i niže temperature.

Na većim dubinama u Zemljinoj kori, gdje je vladaju visok litostatički pritisak i visoke temperature i veoma tvrde stijene imaju tendanciju da se savijaju umjesto da pucaju. Što se stijena nalazi dublje u litosferi, veća je vjerovatnoća da će se ponašati duktilnije.

■ **Nabori** – osnovni strukturni oblici duktilnih deformacija u stijenama.

■ **Pukotine i rasjedi** – krte deformacije stijena.

TEKTONIKA

- TEKTONSKI POKRETI -

Kretanja ploča litosfere uslovljavaju u različitim područjima različite deformacije Zemljine kore.

Tektonskim pokretima nazivamo sva vertikalna, horizontalna i kosa pomjeranja stjenjskih masa koja utiču na formiranje reljefa, a posledica su djelovanja unutrašnjih sila. Razlikujemo **epirogene** i **orogene** pokrete.

- **EPIROGENI POKRETI** (grčki: *epiros* – kopno, *genesis* – postanak), su lagani, dugotrajni vertikalni pokreti koji se manifestuju izdizanjem ili spuštanjem kopnenih masa. Ova kretanja se najbolje mogu registrovati u priobalnim oblastima (na primjer crnogorska, hrvatska i slovenačka jadranska obala), koja tone, dok se suprotna, italijanska jadranska obala, izdiže.
- Kao posledica epirogenih pokreta javlja se nadiranje morske vode prema kopnu, usled spuštanja kopna. Ta pojava naziva se **transgresija**.
- Suprotna pojava – povlačenje vode sa kopna, usled njegovog izdizanja, naziva se **regresija**.
- Primjeri: Skandinavsko poluostrovo se izdiže; Zapadne obale Balkanskog poluostrva tonu, dok se istočne izdižu.
- Potopljene zidine antičkih gradova na jadraanskoj obali i obalama Francuske, pa i na našoj obali (Risan, Kotor) ukazuju na izraženu transgresiju u istorijskom vremenu.
- Epirogeni pokreti su blage, sporedne manifestacije koji prate globalne geotektonske procese.

TEKTONIKA

- TEKTONSKI POKRETI -

- **OROGENI POKRETI** su oni endogeni horizontalni, vertikalni ili kosi pokreti, čija je posledica jaka deformacija stijena litosfere. To su jaki pokreti kojima se stijene **nabiraju** i **razlamaju** sa formiranjem karakterističnih oblika reljefa, kao što su planinski vijenci, depresije razlomi i sl.
- Prema pravcu djelovanja, orogene pokrete dijelimo na **tangencijalne** – horizontalne i **radijalne** – vertikalne. Svaka od ovih vrsta pokreta dovodi do formiranja karakterističnih strukturnih oblika.
- Tangencijalni pokreti su horizontalni ili subhorizontalni pokreti koji izazivaju ubiranje stjenjskih masa i stvaranje **nabora – plikativnih oblika**. Osnovna strukturna jedinica koja nastaje ovom prilikom je **bora** ili **nabor**.
- Naborne deformacije su plastične (trajne) deformacije koje traju dugo vremena poslije dejstva opterećenja i imaju nepovratan karakter. Nastaju povijanjem jednog ili više slojeva kao produkt smicanja mineralne mase, što dovodi do promjene unutrašnje građe, a ponekad i samog sastava.
- **Razlomne (rupturne, disjunktivne) deformacije** se karakterišu prekidom materijalnog kontinuiteta stjenjskih masa, što dovodi do loma u stijenama.

TEKTONIKA

NABORI - DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

Nabori predstavljaju talasaste stukture koje uglavnom nastaju kao rezultat djelovanja **kompresionog stresa** na stijenu čija je duktilnost dovoljno velika da se stijena savije umjesto da pukne.

Naborne strukture se javljaju u različitim velčinskim područjima i različitim sredinama, a uglavnom su vezane za slojevite sedimentne stijene.

Ukoliko je kompresiji izložena masivna stijena, doći će do sabijanja i gužvanja, ali bez formiranja nabornih struktura.

Postojanje mehaničkih diskontinuiteta, poput površina slojevitosti, neophodan je uslov za nastanak nabora.

Dva osnovna tipa nabora su **antiforma** – naborni oblik konveksan naviše i **sinforma** – naborni oblik konvekan naniže.

Ovi termini se isključivo odnose na geometriju nabora, ne uzimajući u obzir stratigrafske karakteristike stijene. Ukoliko raspolažemo sa podacima o starosti slojeva stijene koja je ubrana, koristimo termine **antiklinala** i **sinklinala**.



SLIKA 7.8 Sinklinala (levo) i antiklinala (desno), kanjon Boljetinske reke (Foto: N. Gerzina)

*Izvor: Opšta
geologija. Gerzina i
Carević, 2019*

TEKTONIKA

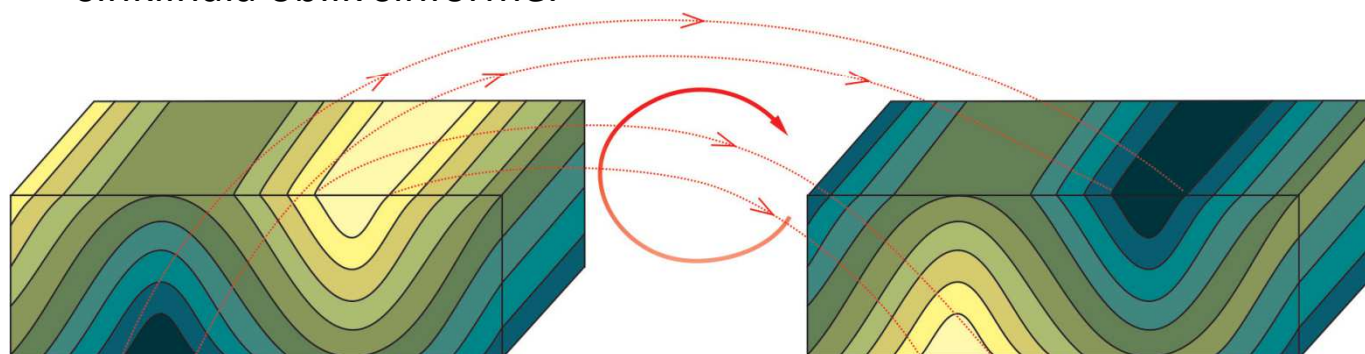
- DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

NABORI

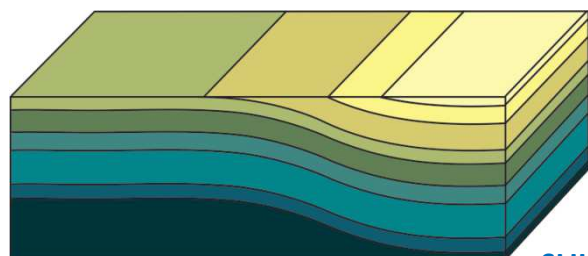
Antiklinala je nabor koji u jezgru ima najstarije slojeve, a sa udaljavanjem od jezgra slojevi su sve mlađi.

Sinklinala je nabor koji u jezgru ima najmlađe slojeve, a starost slojeva raste ka krilima.

U idealnom slučaju antiklinala ima oblik antiforme, a sinklinala oblik sinforme.



SLIKA 7.9 Šematski prikaz sinklinale i antiklinale (najmlađi slojevi su najsvetliji a najstariji najtamniji).
Levo su nabori u normalnom položaju, a desno su prevrnuti sinklinala (antiforma) i prevrnuti antiklinala (sinforma)



Monoklinala je stepeničasti naborni oblik koji se sastoji od horizontalnih ili subhorizontalnih slojeva na dva nivoa, spojenih strmim krilom.

SLIKA 7.10 Šematski prikaz monoklinale

Pri intenzivnim tektonskim pokretima može doći do prevrtanja nabora, pa prevrnuti antiklinala može imati oblik sinforme a prevrnuti sinklinala oblik antiforme.

TEKTONIKA

- DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NABORA

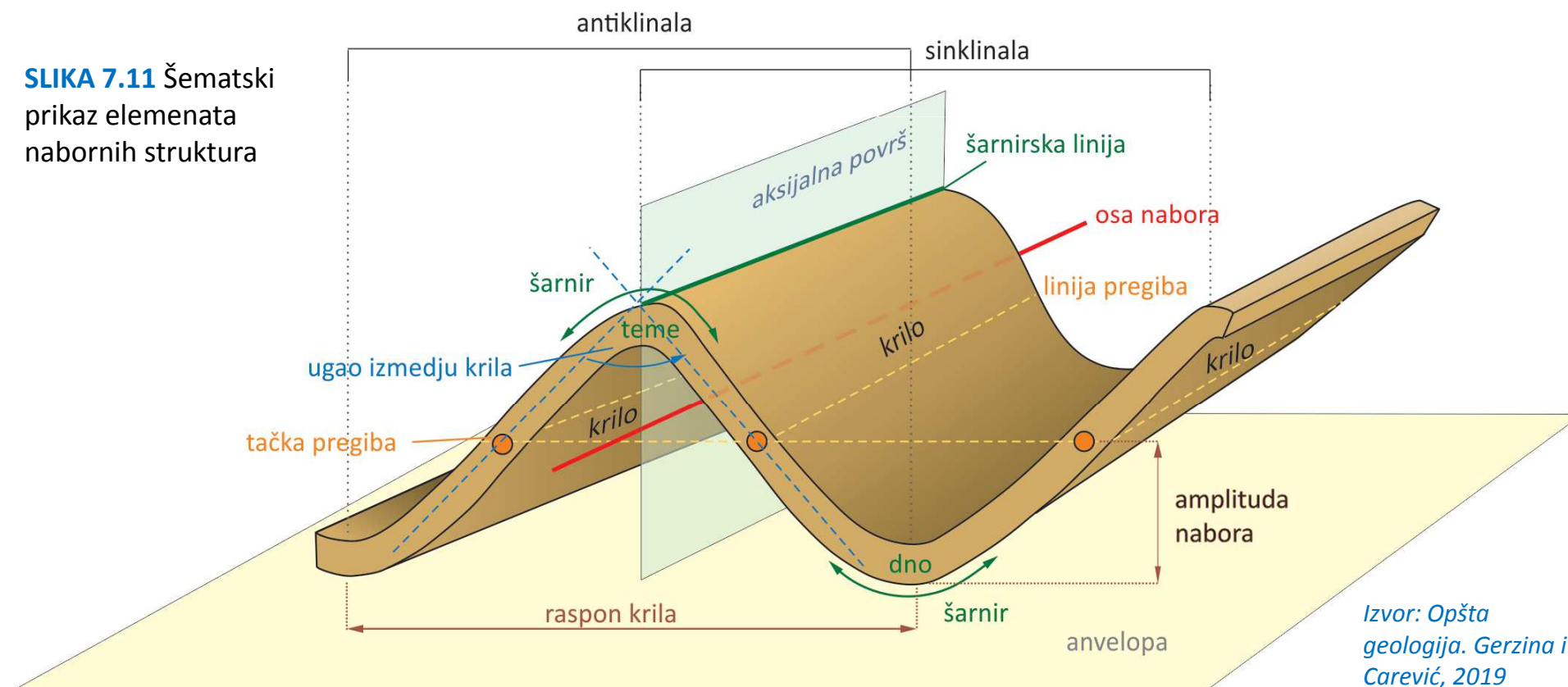
Pri opisivanju i analizi nabornih struktura uzimaju se u obzir različiti **elementi nabora**.

Na svakom naboru razlikujemo **krila** i šarnirski dio nabora - **šarnir**.

Šarnir je dio nabora u kome je zakrivljenost nabora najveća i koji povezuje manje zakrivljene djelove nabora – **krila**. *To su realni (opipljivi) djelovi nabora.*

Šarnir antiforme nazivamo **tjemenom**, a šarnir sinforme **dnom**.

SLIKA 7.11 Šematski prikaz elemenata nabornih struktura



Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

TEKTONIKA

- DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NABORA

Da bi se utvrdile karakteristike nabora koristimo i zamišljene linije i ravni.

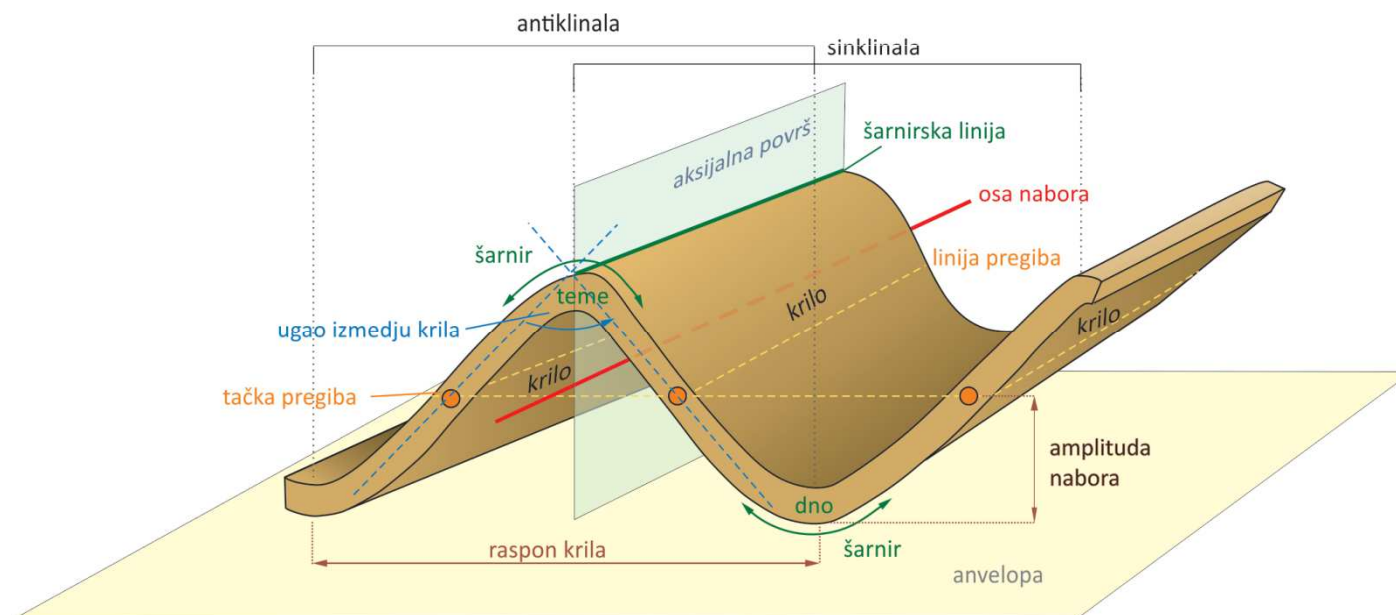
Aksijalna površ je zamišljena ravan koja prolazi između krila i dijeli nabor na dva više-manje simetrična dijela.

Šarnirska linija se nalazi u presjeku aksijalne površi i šarnira nabora.

Osa nabora je zamišljena linija koja se nalazi u aksijalnoj površi i paralelna je krilima nabora, a najčešće i šarnirskoj liniji. Može biti horizontalna ili nagnuta, kada kažemo da osa nabora tone.

Aksijalna površ i osa nabora su elementi pomoću kojih se određuje položaj nabora u prostoru.

Prostorni položaj aksijalnih površi i osa nabora se prikazuje elementima pada - **azimutom pada i padnim uglom.**



SLIKA 7.11 Šematski prikaz elemenata nabornih struktura

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

TEKTONIKA

- DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NABORA

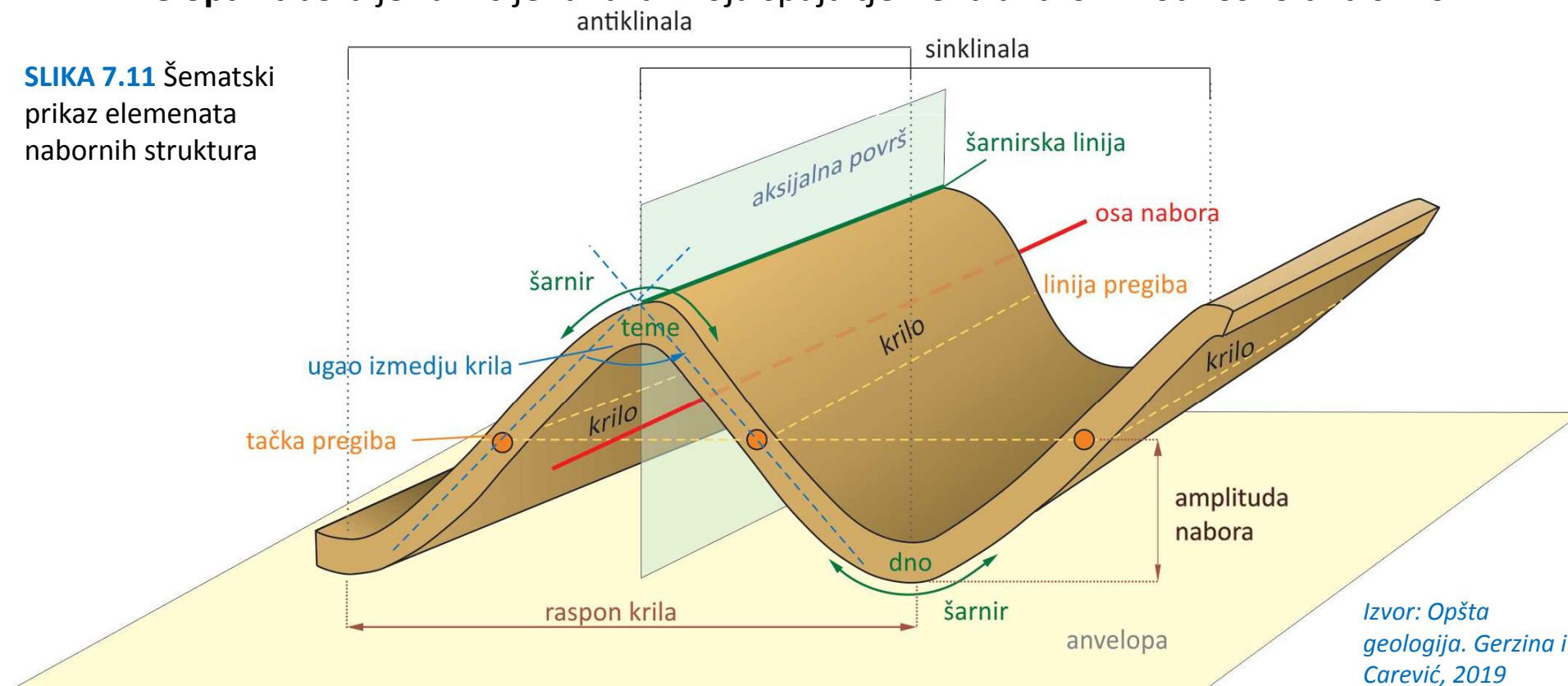
Linije pregiba (infleksije) su zamišljene linije na krilima nabora u kojima je zakrivljenost nabora jednaka nuli – odnosno **prevojna područja između antiformi i sinformi**.

Amplituda nabora je vertikalno rastojanje između linije pregiba i šarnira.

Raspon nabora je rastojanje između dva uzastopna tjemena antiformi ili dna sinformi.

Anvelopa nabora je zamišljena ravan koja spaja tjemena antiformi odnosno dna sinformi.

SLIKA 7.11 Šematski prikaz elemenata nabornih struktura



Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

TEKTONIKA

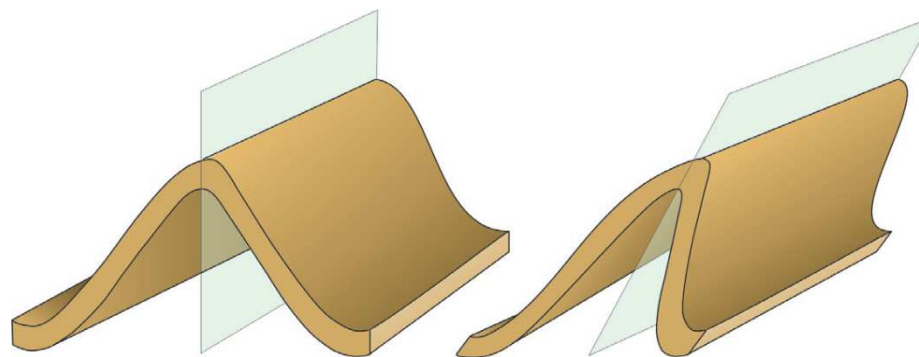
- DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

VRSTE NABORA

Nabori se mogu opisivati i klasifikovati na različite načine: na osnovu geometrije, prostornog položaja i međusobnih elemenata nabora.

Simetrični nabori imaju vertikalnu aksijalnu površ, a krila im padaju na suprotne strane, pri čemu imaju isto pružanje i isti padni ugao.

Asimetrični nabori imaju kosu aksijalnu površ i krila im padaju pod različitim uglovima.



SLIKA 7.12 Šematski prikaz simetričnog (levo) i asimetričnog nabora (desno)

Na osnovu **položaja aksijalne površi i krila nabora** nabori se mogu podijeliti na:

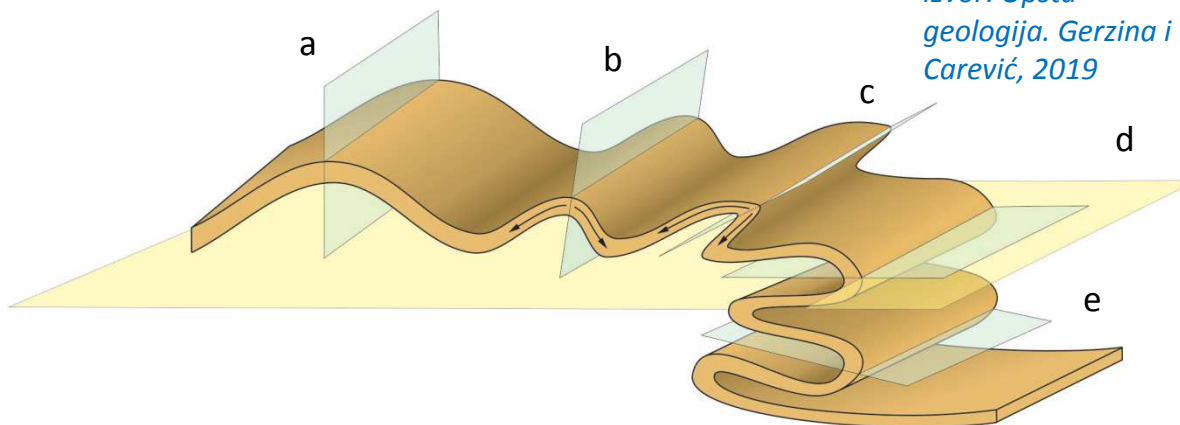
Uspravne – aksijalna površ je vertikalna, a krila padaju na različite strane;

Kose – aksijalna površ je kosa, a krila padaju na različite strane;

Prevrnute – aksijalna površ je kosa, a krila padaju na istu stranu;

Pogle – aksijalna površ je horizontalna;

Zagnjurenene – aksijalna površ je nagnuta za više od 90° u odnosu na vertikalu.



Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

SLIKA 7.13 Šematski prikaz klasifikacije nabora na osnovu položaja aksijalne površi i krila: a) uspravni b) kosi c) prevrnuti d) pogle e) zagnjurenene

TEKTONIKA

- DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

VRSTE NABORA

Izvor: Opšta
geologija. Gerzina i
Carević, 2019



SLIKA 7.14 Različite vrste nabora a) uspravni (Foto: Wilson44691/Wikimedia) b) kosi (Foto: Andrew/Flickr) c) prevrnuti (Foto: James St. John/Flickr) d) polesti (Foto: Margaret W. Carruthers/flickr)

TEKTONIKA

- DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

VRSTE NABORA

*Ubrani sedimenti karbonatne facije Durmitorskog fliša.
Planina Ivica, Durmitor. Foto, S. Radusinović*



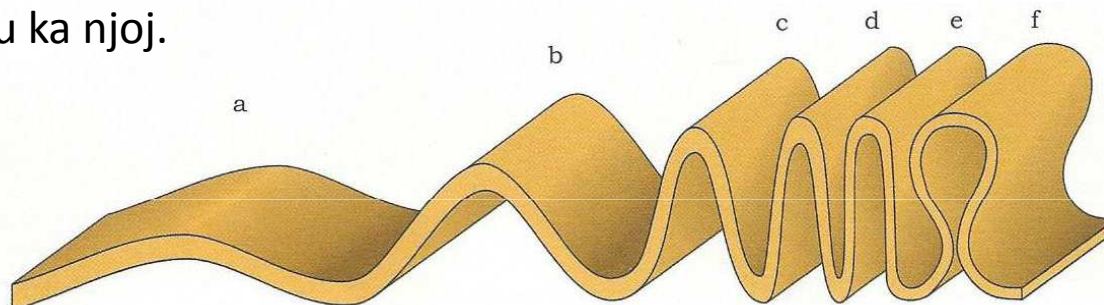
TEKTONIKA

- DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

VRSTE NABORA

Klasifikacija na osnovu **ugla između krila nabora**:

- a) **Blagi** – (180° - 120°) b) **Otvoreni** – (120° - 70°) c) **Zatvoreni** – (70° - 30°)
 d) **Stisnuti** – (30° - 0°) e) **Izoklini** – (0°)
 f) **Lepezasti** – kada krila u jednom dijelu divergiraju od aksijalne površi a u drugom konvergiraju ka njoj.



SLIKA 7.15 Šematski prikaz klasifikacije nabora na osnovu ugla između krila: a) blagi b) otvoreni c) zatvoreni d) stisnuti e) izoklini f) lepezasti



SLIKA 7.16 Izoklini nabor (levo) i lepezasti nabor (desno) (Foto: James St. John/Flickr)

Izvor: Opšta
geologija. Gerzina i
Carević, 2019

TEKTONIKA

- DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

VRSTE NABORA

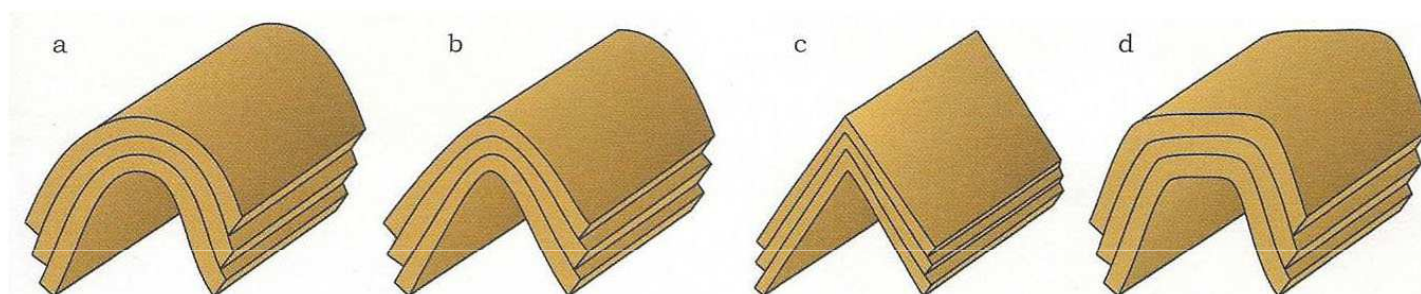
Klasifikacija **prema obliku šarnira**:

a) **zaobljeni**

b) **uglasti**

c) **ševron (cik-cak)**

d) **sandučasti**



SLIKA 7.17 Šematski prikaz klasifikacije nabora prema obliku šarnira a) zaobljeni b) uglasti c) ševron d) sandučasti



SLIKA 7.18 Ševron nabori (levo) (Foto: Kevin Walsh/Flickr) i sandučasti nabori (desno) (Foto: N. Gerzina)

*Izvor: Opšta
geologija. Gerzina i
Carević, 2019*

TEKTONIKA

- DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

VRSTE NABORA

Geometrijska klasifikacija nabora je bazirana na karakteristikama ose nabora i aksijalne površi:

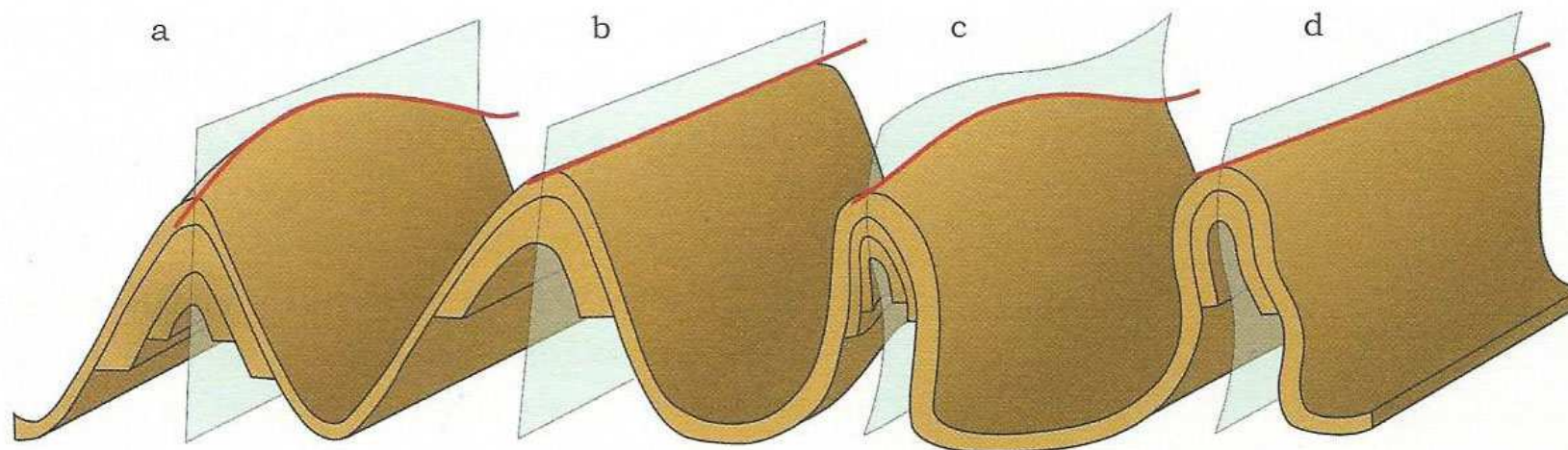
Cilindrični – osa nabora je prava linija;

Necilindrični – nabori sa krivolinijskom šarnirskom linijom, nabori koji nemaju osu;

Planarni – nabori koji imaju ravnu aksijalnu površ i

Neplanarni – nabori koji imaju zakrivljenu planarnu površ.

*Izvor: Opšta
geologija. Gerzina i
Carević, 2019*



SLIKA 7.21 Geometrijska klasifikacija nabora a) planarni necilindrični b) planarni cilindrični c) neplanarni necilindrični d) neplanarni cilindrični

TEKTONIKA

- DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

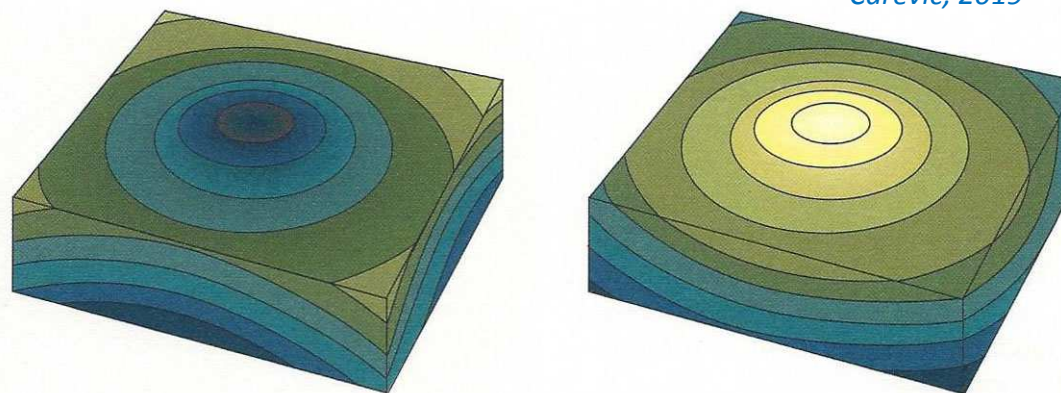
VRSTE NABORA

Dome i **baseni** su posebni oblici kružnih ili blago izduženih nabornih stuktura.

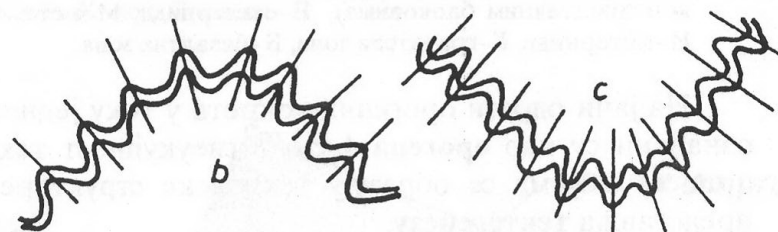
Dome su kupolastog oblika, imaju najstarije slojeve u jezgru i odgovaraju antiklinalama.

Baseni su zdjelastog oblika, imaju najmlađe slojeve u jezgru i odgovaraju sinklinalama.

Geometrija ovih stuktura je takva da se može smatrati da imaju dvije ose koje se međusobno sijeku pod pravim uglom.



SLIKA 7.22 Šematski prikaz dome (levo) i basena (desno)



Složene naborne strukture: b - antiklinorijum;
c - sinklinorijum

*Izvor: Ivanović i Nikolić;
Autorizovana predavanja,
2016/2017*

Složeni naborni oblici

Usled orogenih pokreta, mogu biti formirani **složeni naborni oblici**, koji imaju oblike velikih antiklinala i sinklinala sa mnoštvom manjih nabora. Takav kompleksan nabor, koji ima oblik sinklinale, naziva se **sinklinorijum**, a ako ima oblik antiklinale naziva se **antiklinorijum**.

TEKTONIKA

- DUKTILNE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

Nabori nastaju u različitim uslovima i u različitim stijenama.

Najveći broj nabora vezan je za planininske vijence, odnosno oblasti izložene kompresiji i tektonskom suženju prostora.

Nabori mogu nastati i na druge načine, pri čemu ne moraju uvijek biti vezani za tektonske pokrete.

Nabori mogu biti rezultat povijanja slojeva uz rasjede (nabori vučenja), graviracionih kliženja stijenskih masa, vertikalnih pokreta u Zemljinoj kori, diferencijalne kompakcije ili magmatskih intruzija.



*Nabori u krečnjacima Budva zone. Petrovac, Crna Gora
Foto, S. Radusinović*



*Nabori u krečnjacima sa rožnacima, Krit, Grčka
(Foto: zavgsg/Depositphotos)
Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019*

TEKTONIKA

- KRTE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

Stijene koje imaju malu duktilnost pri naprezanju se ne savijaju nego pucaju. Na ovaj način nastaju trajne deformacije stijena koje nazivamo krtim deformacijama. Krte deformacije su vezane za plitke djelove temljine kore, odnosno geološke sredine u kojima vladaju niski pritisci i temperature. Krte deformacije obuhvataju **pukotine** i **rasjede**.

PUKOTINE

Pukotine su diskontinuiteti stijenske mase duž kojih nije došlo kretanja, odnosno duž kojih je iznos kretanja toliko mali da se može zanemariti u datom veličinskom području. Uglavnom se javljaju u grupama, manje-više paralelne orijentacije, koje nazivamo **pukotinskim sistemima**.

Klasifikacija pukotina: **prema načinu postanka, izgledu, orijentaciji, dimenzijama i obliku.**

Tektonske pukotine – nastaju usled naprezanja u stijenama u tektonski aktivnim zonama i dijele se na:

- **tenzione** koje nastaju normalno na pravac tenzije;
- **kompresione** koje nastaju normalno na pravac kompresije i
- **pukotine smicanja** koje nastaju pod uglom na pravac kompresije i po njima dolazi do kretanja.

Izvor: *Opšta geologija.*
Gerzina i Carević, 2019

SLIKA 7.23 Različiti sistemi tektonskih pukotina
(Foto: N. Gerzina)



TEKTONIKA

- KRTE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

Pukotine nastaju i usled promjene zapremine stijenske mase. Hlađenje magmatskih stijena dovodi do kontrakcije stijenske mase što dovodi do pojave **pukotina lučenja**.

Kontrakcione pukotine nijesu isključivo vezane za magmatske stijene.



SLIKA 7.25 Pukotine isušivanja (Foto: Anne Burgess/Wikimedia)

Erozija povlate neke velike magmatske intruzije (npr. batolita) smanjuje pritisak koji su te stijene vršile na magmatsku stijenu.

Batolit će početi polako da se širi i u njemu će se pojaviti blago zakrivljene pukotine paralelne površini terena, tako da će stijena izgledati kao da je izdijeljena na ljuske.

Ovaj proces nazivamo eksfolijacijom, a tako nastale pukotine **eksfoliacionim** ili **relaksacionim pukotinama**.



SLIKA 7.24 Pukotine lučenja (Foto: Kazue Asano/flickr)

Isparavanje vode iz slabo vezanih sedimenata dovodi do isušivanja i kontrakcije sedimenata pri čemu nastaju **pukotine isušivanja**.

*Izvor: Opšta geologija.
Gerzina i Carević, 2019*



SLIKA 7.26 Eksfolijacione pukotine, Yosemite nacionalni park, SAD (Foto: HylgeriaK/Wikimedia)

TEKTONIKA

- KRTE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

RASJEDI

Rasjedi predstavljaju trajne deformacije stijenske mase odnosno mehaničke diskontinuitete po kojima je kretanje jasno vidljivo u datom veličinskom području.

Kada naprezanja u litosferi savladaju elastičnost stijenske mase, stijena će pući, a ukoliko su dovoljno velika da savladaju inerciju i trenje, doći će do pomjeranja duž površi pucanja koju nazivamo **rasjednom površi**.

Rasjedna površ dijeli stijenu na dva dijela koje nazivamo **blokovi**. Ukoliko je rasjedna površ vertikalna blokove nazivamo prema stranama svijeta (u odnosu na rasjednu površ).

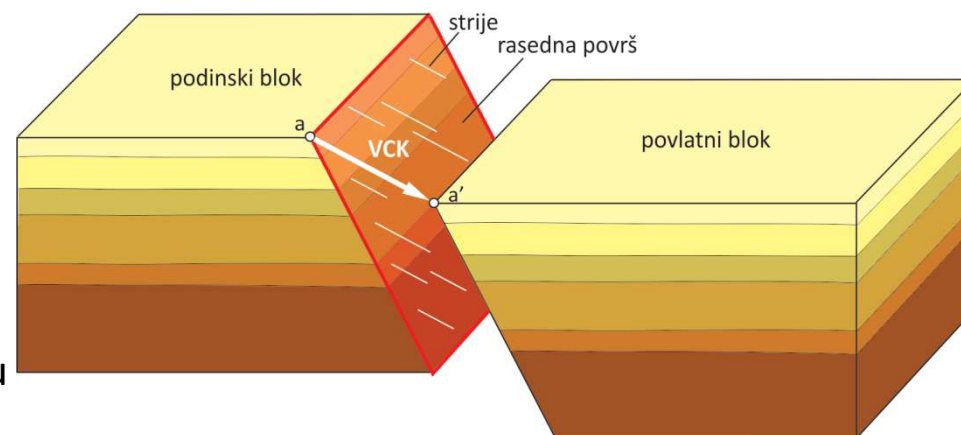
Ako je rasjedna površ kosa, blok koji se nalazi ispod nje je **podinski**, a blok iznad nje je povlatni.

Tokom rasjedanja neka tačka biva izvedena iz svog primarnog položaja i dovedena u novi položaj. Rastojanje između početnog i krajnjeg položaja ove tačke predstavlja iznos kretanja.

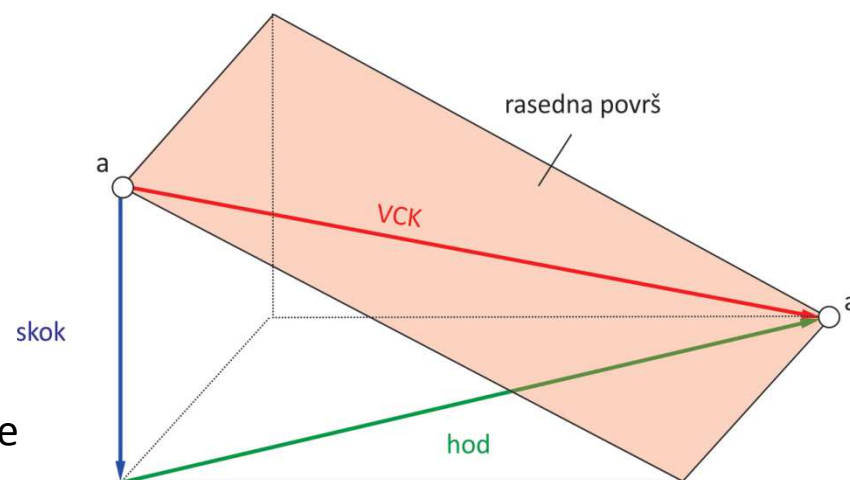
Kretanje po rasjedu se predstavlja **vektorom cjelokupnog kretanja (VCK)**.

To je vektorska veličina koja se može razložiti na dvije komponente: horizontalnu – **hod** i vertikalnu – **skok**.

*Izvor: Opšta geologija.
Gerzina i Carević, 2019*



SLIKA 7.27 Šematski prikaz elemenata raseda: a) položaj tačke pre rasedanja, a') položaj tačke nakon rasedanja



SLIKA 7.28 Šematski prikaz vektora cjelokupnog kretanja

TEKTONIKA

- KRTE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

RASJEDI

Kretanja duž rasjeda mogu zdrobiti dio stijene neposredno uz rasjednu površ kad se formira tzv. **rasjedna breča**.

Rasjedna površ u drugim slučajevima može biti ispolirana i na njoj se ponekad mogu zapaziti **strije** – sitne brazde koje nastaju kao rezultat “grebanja” jednog bloka drugim tokom kretanja. Na osnovu orijentacije strija često možemo utvrditi pravac kretanja na rasjedu.



SLIKA 7.29 Rasjedna breča (Foto: N. Gerzina)



SLIKA 7.30 Različite generacije strija na rasjednoj površi (Foto: N. Gerzina)

TEKTONIKA

- KRTE DEFORMACIJE STIIFNSKE MASE-

VRSTE RASJEDA

Kada govorimo o kretanju po rasjedu, uvijek podrazumijevamo relativno kretanje, odnosno kretanje jednog bloka u odnosu na drugi, bez obzira koji je blok zapravo kretan.

Kretanje po rasjednoj površi je osnovni kriterijum za klasifikaciju rasjeda.

Transkurentni ili **strajk-slip** (*engl. kliznuti po pružanju*) rasjedi – kretanje je po pružanju (7.31 c).

Ovi rasjedi su najčešće **vertikalni** (7.32) ili **strmog pada** i mogu biti **lijevi** (**sinistralni**) (7.33) i **desni** (**dekstralni**).

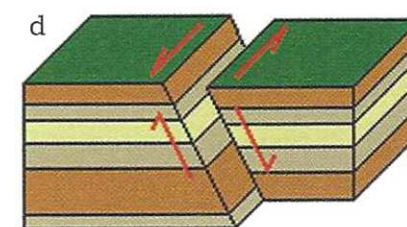
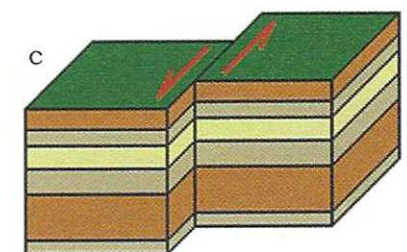
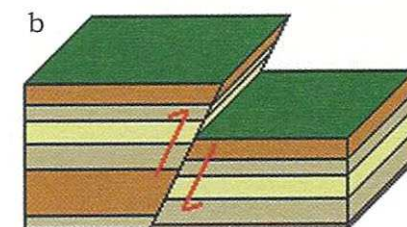
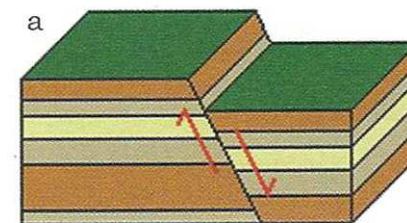
Kretanja po transkurentnim rasjedima su u horizontalnoj ravni, bez vertikalne komponente.



SLIKA 7.32 Vertikalni rased (Foto: James St. John/ Flickr)



SLIKA 7.33 Satelitski snimak levog transkurentnog raseda, Kina (NASA)



SLIKA 7.31 Podela raseda na osnovu kretanja a) gravitacioni b) reversni c) levi transkurentni d) desni gravitacioni (Autor: Actualist/Wikimedia)

TEKTONIKA

- KRTE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

VRSTE RASJEDA

Ostali rasjedi su tzv. **dip-slip** (*engl. kliznuti po padu*) rasjedi kod kojih su kretanja vršena manje-više po padu.

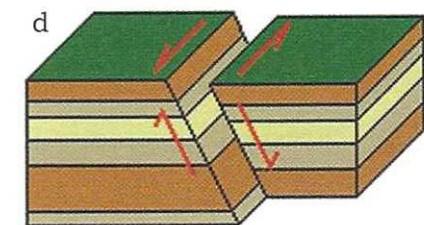
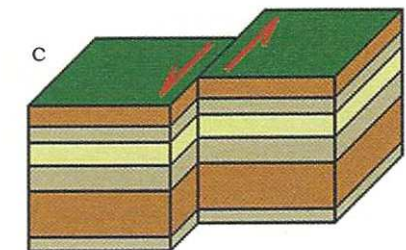
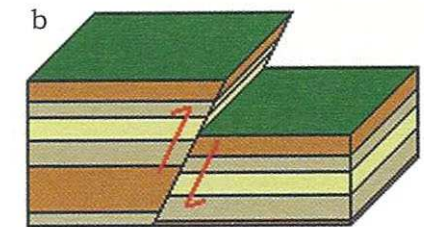
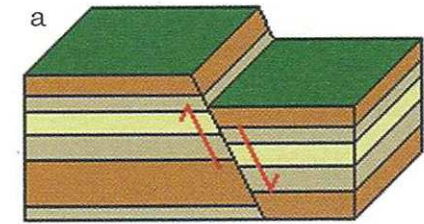
Ukoliko se radi o vertikalnom rasjedu kretanja će imati samo vertikalnu komponentu, a ako je rasjedna površ kosa, pomjeranja će biti i u vertikalnom i u horizontalnom smislu.

Razlikujemo dvije vrste dip-slip rasjeda:

Normalni (gravitacioni) rasjedi su oni kod kojih je povlatni blok kretan naniže (7.31a; 7.34)

Reversni rasjedi su oni kod kojih je povlatni blok kretan naviše (7.31b; 7.35)

Česti su rasjedi po kojima kretanje nije paralelno padnoj pravoj već je pod izvjesnim uglom u odnosu na nju, tako da imamo dip-slip rasjede sa lijevom (7.31 d) ili desnom komponentom.



SLIKA 7.34 Gravitacioni rased. Levo je podinski, a desno povlatni blok (Foto: James St. John/Flickr)



SLIKA 7.35 Reversni rased. Levo je podinski, a desno povlatni blok (Foto: James St. John/Flickr)

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

SLIKA 7.31 Podela raseda na osnovu kretanja a) gravitacioni b) reversni c) levi transkurentni d) desni transkurentni (Autor: Actualist/Wikimedia)

TEKTONIKA

- KRTE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

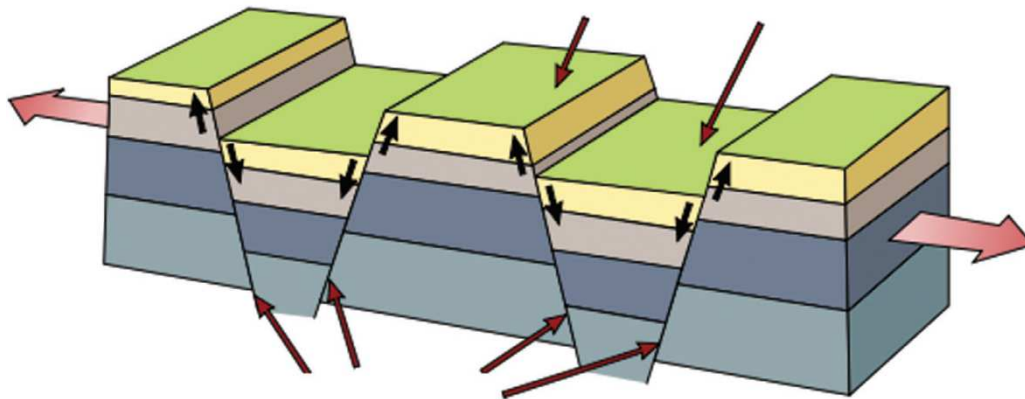
RASJEDI U RAZLIČITIM REŽIMIMA STRESA

Nastanak rasjeda je vezan za naprezanja u litosferi, tako da su različite vrste rasjeda vezane za različite vrste stresa.

Gravitacioni rasjedi su uzrokovani **tenzionim stresom**, odnosno vezani su za **istezanja** stijenske mase.

Reversni rasjedi su posledica **kompresionog stresa**, odnosno vezani su za **sabijanje** stijenske mase.

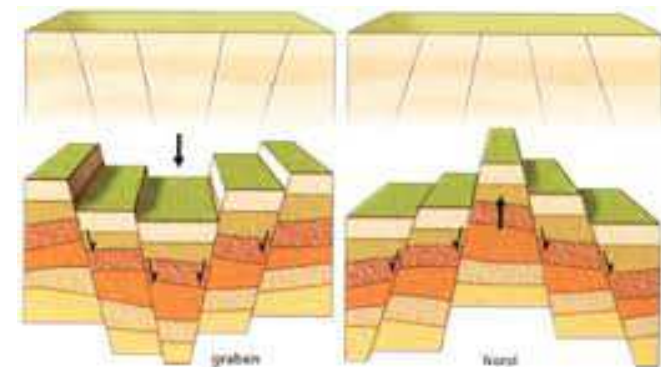
U oblastima u kojima vlada **ekstenzioni** režim stresa formiraju se sistemi normalnih rasjeda istog pružanja a suprotnog pada, koji čine složene rasjedne strukture **horstove** i **grabene**.



SLIKA 7.36 Sistemi gravitacionih raseda koji grade horstove i grabene
(USGS/Gregors/Wikimedia)

Izvor: Opšta geologija.
Gerzina i Carević, 2019

Često se u ovakvim prostorima teren kaskadno spušta po sistemima paralelnih rasjeda čije su površine lučno zakrivljene. Ove rasjede nazivamo **listričnim rasjedima**.



Slika: http://www.rgf.bq.ac.rs/Osnovi_Geologije_Predavanja.pdf

TEKTONIKA

- KRTE DEFORMACIJE STIJENSKE MASE-

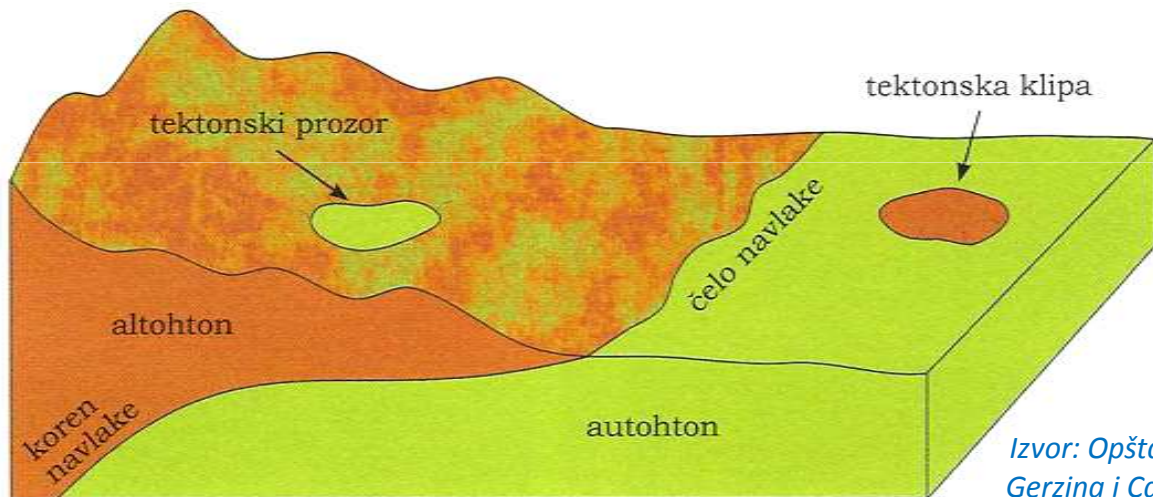
RASJEDI U RAZLIČITIM REŽIMIMA STRESA

Za kompresione režime karakteristična je pojava **kraljušti** i **navlake**.

■ **Kraljušti** predstavljaju sisteme manje-više paralelnih stmihi reversnih rasjeda.

■ **Navlake** su reversni rasjedi relativno blagog pada, a velikog iznosa kretanja.

Navlaku čine **alohton** - povlata, tj. stijene koje su navučene i **autohton** – podina, tj. stijene koje su na mjestu, odnosno preko kojih je izvršeno navlačenje.



Korijen navlake – mjesto odakle je navlačenje krenulo

Čelo navlake – dokle je navlaka stigla.

*Izvor: Opšta geologija.
Gerzina i Carević, 2019*

SLIKA 7.37 Šematski prikaz navlake

Čelo navlake često biva razoreno erozijom, tako da razlikujemo:

tektonske prozore – u alohtonu se pojavljuju stijene podloge – autohtona i

tektonske klippe – potpuno odvojeni sjelovi navlake od čela navlake (ostavi alohtona na autohtonu).