



11. proljetni seminar za geografe (međuzupanijski stručni skup)
„Šljunak, pijesak i glina u Hrvatskoj – važne mineralne sirovine u građevinarstvu”
1. travnja 2026.

Sedimentologija šljunaka, pijesaka i glina

SEDIMENTOLOGIJA - „anatomija“ + „arhitektura“ sedimentata i sedimentnih stijena.

KORISNA PITANJA:

Može li se u stijeni uočiti bilo kakav element koji ukazuje na slojevitost?

Mogu li se uočiti neke osobine sedimentata koje su karakteristične za točno određeni proces ili okoliš taloženja?

Može li se vertikalno ili lateralno uočiti bilo kakva pravilnost koja omogućuje zaključke o promjenama koje su se dogodile prilikom taloženja?

SEDIMENTI I SEDIMENTNE STIJENE

(lat. *sedimentum* = talog)



Sedimentne stijene nastaju kompleksnim dijagenetskim procesima iz taloga (sedimenata) koji se na površini i blizu površine Zemlje odvijaju pri određenim biološkim, fizikalnim, kemijskim i geološkim procesima:

- taloženjem krutih ostataka (**klasta**) preostalih nakon fizikalnog i kemijskog trošenja starijih stijena (= **klastični sedimenti**);
 - taloženjem mineralnih tvari koje se izlučuju iz vodenih otopina kao proizvodi životne djelatnosti organizama (= **biokemijski sedimenti**);
 - taloženjem mineralnih tvari koje se izlučuju iz vodenih otopina kao produkti anorganskih kemijskih procesa (= **kemijski sedimenti**).
- Između klastičnih i biokemijskih sedimenata postoje i **mješoviti sedimenti**.

KLASTIČNI sedimenti i sedimentne stijene podijeljeni su na **krupnozrnaste, srednjezrnaste i sitnozrnaste klasične** te na **rezidualne i vulkanoklastične** sedimente i sedimentne stijene.

Sedimentnog su postanka i nalaze se samo u sedimentima (osim u nekim posebnim slučajevima) sva mineralna goriva: **nafta, prirodni plin, ugljen i naftni šejlovi**. Dok **nafta** i **plin** ispunjavaju pore u sedimentnim stijenama, **ugljen** i **naftni šejlovi** su sedimentne stijene. Mnoge mineralne sirovine dobivaju se iz sedimentata: većina Fe i Al, a djelomice Mn, Cu, U i Mg. Mnoge sedimentne stijene izravno se upotrebljavaju kao: sirovine za dobivanje cementa (**lapori**), stakla (**kvarcni pijesci**), keramike i porculana (**gline** i **kaolini**), opeka i crijepa (**gline**), građevnog materijala (žbuka i beton od kamenih agregata **vapnenaca, dolomita** ili **pješčenjaka, šljunaka, pijesaka...**).

Sedimentne su stijene nastale na račun trošenja starijih stijena:

- **taloženjem od njihovih preostalih čvrstih ostataka (klasta);**
- biokemijskim i kemijskim izlučivanjem mineralne tvari;
- taloženjem i nakupljanjem fosilnih ostataka, skeleta i ljuštura organizama.

Tvorba sedimentnih stijena obuhvaća proces:

1. fizikalnog i kemijskog **trošenja** starijih stijena;
2. **prijenosa** ili **transporta** materijala u čvrstom ili otopljenom stanju;
3. **taloženja** ili **sedimentacije** i
4. **dijageneze**, od kojih je najvažniji litifikacija („okamenjivanje”).

Trošenje (engl. *weathering*) je proces razaranja stijena na površini Zemlje ili plitko pod njenom površinom zbog fizikalnih ili mehaničkih, kemijskih i biokemijskih čimbenika, tj. djelovanja atmosfere, vode, leda, klimatskih i temperaturnih promjena, erozije, insolacije i životne djelatnosti organizama. Fizikalni i kemijski, a često i biološki čimbenik trošenja, obično su međusobno usko povezani i djeluju uzajamno, premda obično jedan od njih izrazito prevladava.

FIZIKALNO TROŠENJE obuhvaća samo usitnjavanje i dezintegraciju postojećih minerala i stijena, bez tvorbe novih minerala. Uzrokovano je mehaničkim djelovanjem vode, leda ili vjetra, insolacijom i smrzavanjem.

KEMIJSKO TROŠENJE se zbiva pod djelovanjem vode, ugljične kiseline i kisika na minerale i stijene, pri čemu se oni kemijski mijenjaju: nestaju jedni, a nastaju drugi, novi ili autigeni minerali, koji su postojani u uvjetima kakvi vladaju na površini Zemlje ili neposredno ispod njene površine. Kemijsko trošenje ovisi o klimi. Toplina, dnevna i godišnja temperaturna kolebanja, kao i vlaga, bitno ubrzavaju trošenje stijena.

PRIJENOS (TRANSPORT) MATERIJALA

Prijenos čvrstog materijala (*klasta*) preostalih nakon fizikalnog i kemijskog trošenja prvenstveno se zbiva *vodom*, a manjim dijelom *vjetrom* i *ledenjacima*. Pri kemijskom trošenju nastalih otopljenih tvari (kationa i aniona) prijenos je moguć samo vodom.

PRIJENOS KLASTA VJETROM

Vjetrom mogu biti otpuhnete i podignute goleme količine materijala sitnih dimenzija i na taj način mogu biti prenošene na velike udaljenosti, osobito u uvjetima aridne (suhe) klime, odnosno u **pustinjama**. Glavna djelatnost vjetra u pustinji prenošenje *pijeska i praha (silta)*. Vjetar otpuhuje sitni pijesak i prah (silt) s aluvijalnih nanosa, poplavnih riječnih ravnica i deltnih ravnica na njihovim ušćima. Materijal je *dobro sortiran* i takav se ponovno taloži u obliku posebnih sedimentnih tijela (*eolijaniti, eolske dine*, te *les* ili *prapor*).

Đurđevački pijesci





PRIJENOS KLASTA LEDOM

Ledenjaci mogu prenositi velike količine materijala, i to, za razliku od vjetra, vrlo različitih dimenzija, od najsitnijih čestica gline pa do blokova metarskih dimenzija. Materijal prenošen ledenjacima ***nije sortiran***, jer njegovim uklapanjem u ledenu masu ne postoji nikakva mogućnost sortiranja po veličini. Sedimenti taloženi iz ledenjaka ekstremno su ***loše sortirani*** i sadrže čestice **gline** pa do **blokova**.

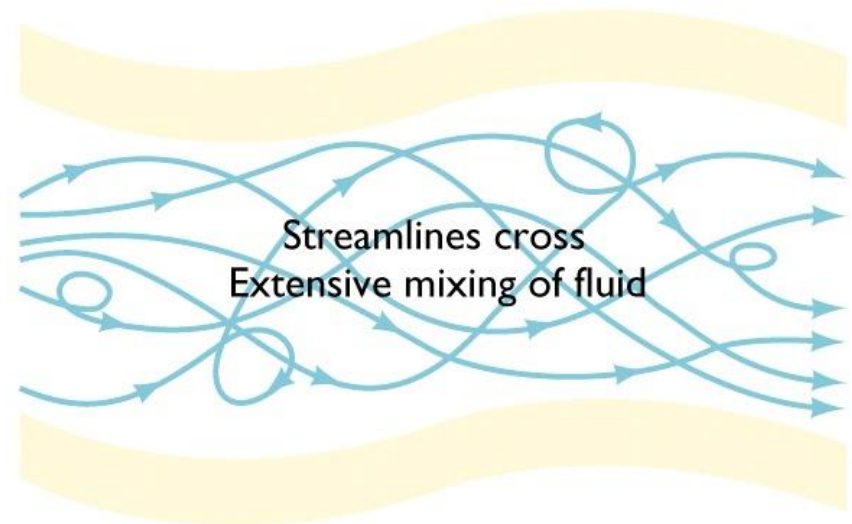
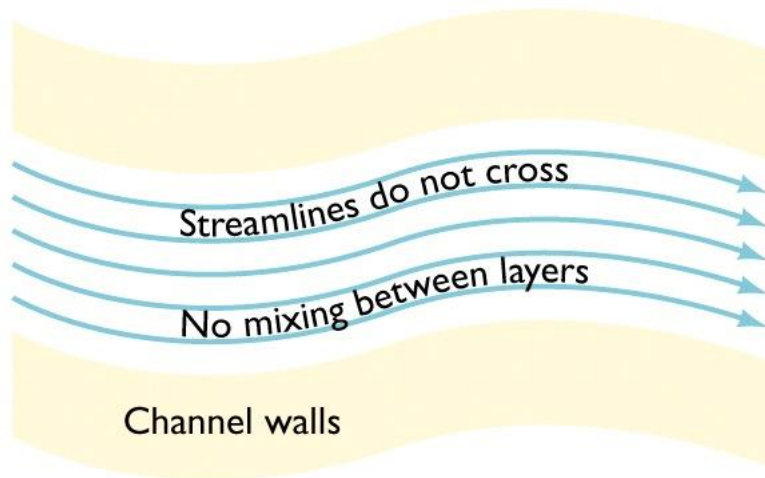
Nakon postupnog otapanja santi leda takav se materijal taloži na riječnom, jezerskom ili morskom dnu i obično se svojim granulometrijskim i mineraloškim sastavom znatno razlikuje od uobičajenih jezerskih ili morskih taloga.



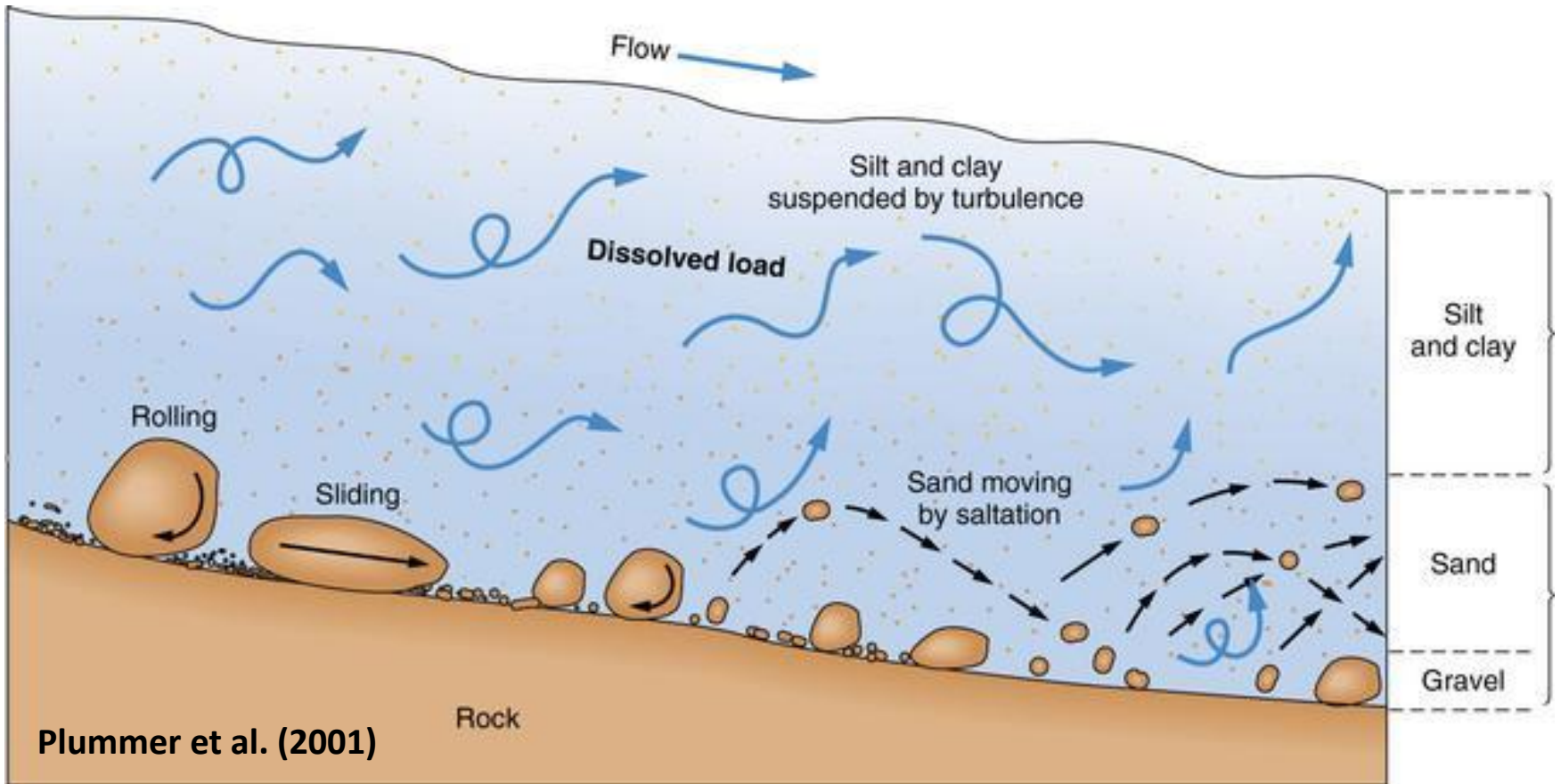
PRIJENOS KLASTA VODOM može biti pri laminarnom ili turbulentnom kretanju vode.

Laminarno kretanje je polagano kretanje, pri kojemu se dijelovi tekućine kreću u međusobno paralelnim slojevima, koji su ujedno i paralelni sa strujanjem vode i pri tome se međusobno ne miješaju.

Pri **turbulentnom** ili **vrtoložnom** kretanju vode duž glavnog se toka mijenjaju brzine i smjerovi pojedinih linija toka uz snažno vrtoženje i miješanje - **gravitacijskim tokovima** (*debritni tokovi, turbiditne (mutne) struje, zrnski tokovi*).



Plummer et al. (2001)



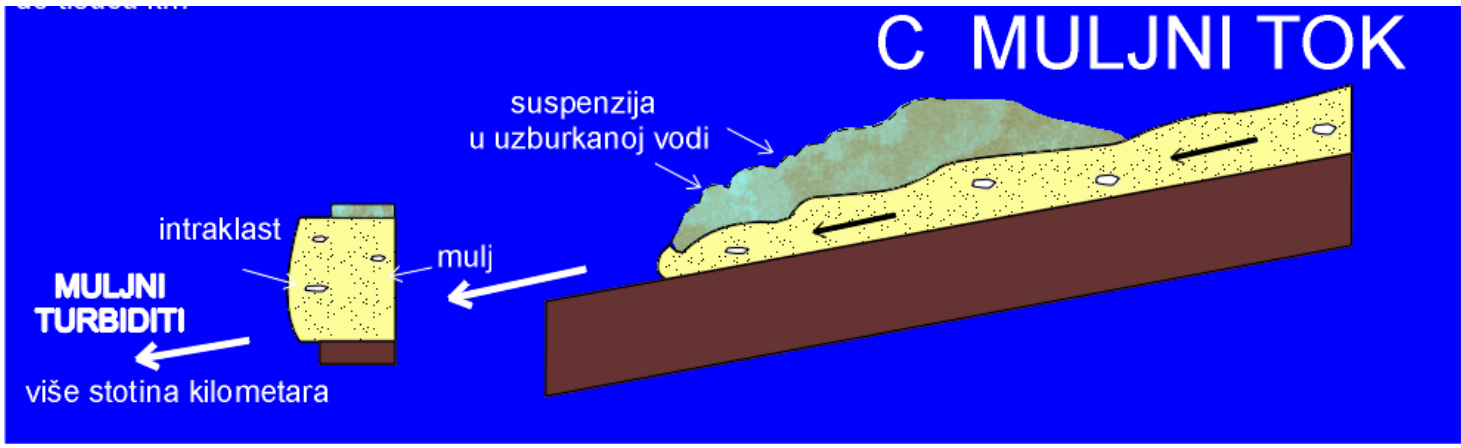
Prijenos klasta:

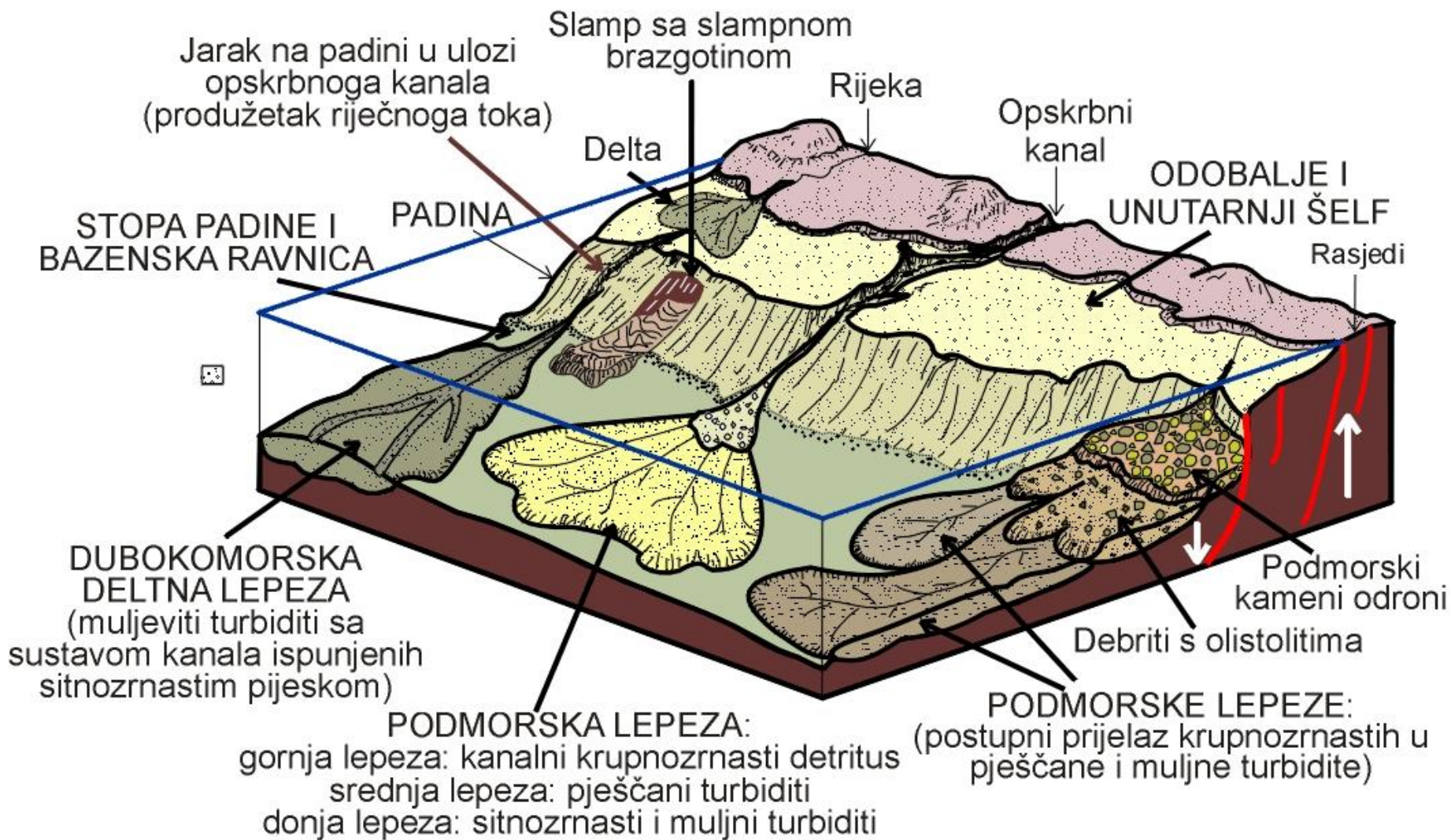
*tečenjem,
podvodnim klizanjem,
vučenjem,
kotrljanjem,
saltacijom (poskakivanjem) ili
suspenzijom.*

Debritni (detritni) tokovi ili tokovi stijenskoga kršja (engl. *debris flow*) obuhvaćaju brzo kretanje guste mase loše sortiranog detritusa (stijenskog kršja ili drobine, **pijeska**, mulja, **gline**) i vode niz padinu pri čemu je smicanje raspoređeno po cijeloj masi taloga. Uz klaste, sadrže najmanje 4% glinovite komponente.



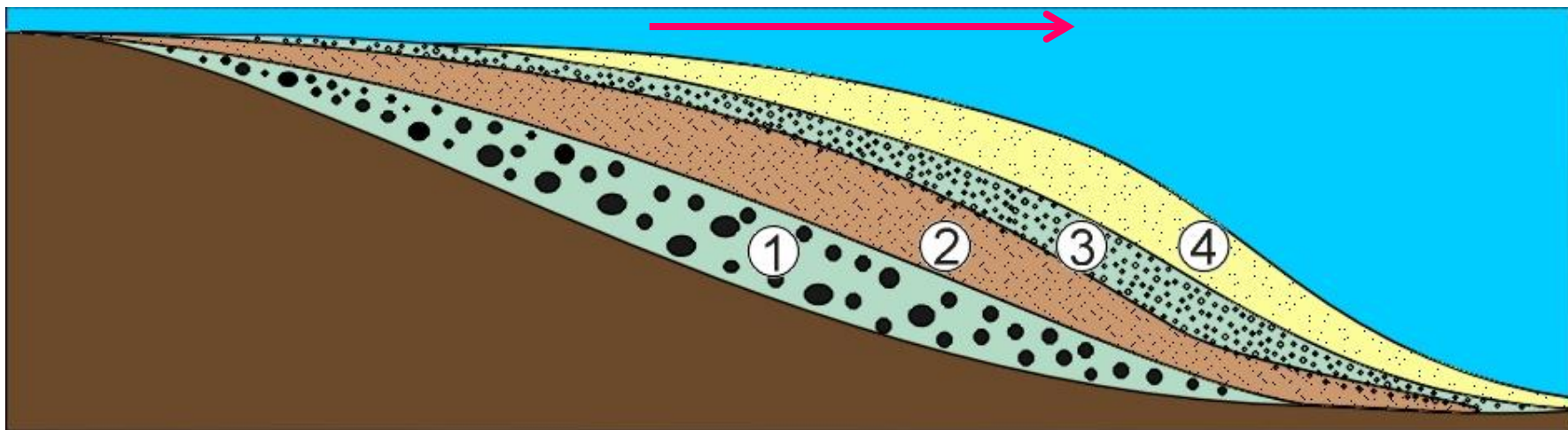
Muljni tokovi su kretanja velikih količina vodom pomiješanog muljevitog detritusa, uglavnom zrna dimenzija praha (**silta**) i **gline**, s malim udjelom krupnih klasta.





Najvažniji opkrbni kanali sedimentnim materijalom smješteni su na padini u produžetku rijeka, delti, kanjona, gudura, jaraka, korita i sličnih morfoloških oblika po kojima se s kopna i priobalnog dijela bazena niz padinu doprema velika količina detritusa.

Taloženje materijala prenošenog vodom, vjetrom ili ledom nastupa u trenutku kad energija vode ili vjetra postane preslaba da bi i dalje mogla prenositi sav materijal, a ledom kad se ledenjak spusti u niže predjele gdje se led otopi. Procesi taloženja su složeni pa stoga i nastaju različiti slojni oblici i oblici sedimentnih tijela.



Progradacija - taložne jedinice 1, 2, 3 i 4 imaju bočni slijed od obale prema moru i to tako da one najmlađe dopiru na morskome dnu dalje od starijih jedinica.

Litifikacija („okamenjivanje”) je skup fizikalnih i kemijskih procesa poznatih pod imenom **dijageneza** kojima mekani, rasuti, vodom zasićeni i nevezani talozi postupno postaju čvrste sedimentne stijene. Među bitne dijagenetske procese litifikacije ubrajaju se **zbijanje (kompakcija)** i **cementacija**.

Teksture i strukture sedimenata i sedimentnih stijena

Pod **teksturom** sedimentne stijene (engl. “*sedimentary structure*”) podrazumijevaju se *sve značajke njezine građe uvjetovane međusobnim odnosima, prostornim rasporedom i orijentacijom pojedinih komponenata, kao i vanjskim i unutarnjim morfološkim oblicima sedimentne stijene.*

Pod **strukturom** sedimentne stijene (engl. “*sedimentary texture*”) podrazumijeva se *veličina zrna, međusobni odnos, raspored i oblik pojedinih mineralnih sastojaka, odnosno unutarnji mikro-raspored njenih sastavnih dijelova.*

Primarne sedimentne teksture i strukture nastaju tijekom taloženja ili odmah nakon njega, a prije zbijanja i litifikacije taloga.

Sekundarne sedimentne teksture i strukture nastaju u sedimentu ili sedimentnoj stijeni nakon taloženja, tj. tijekom dijagenetskih procesa.

Primarne teksture i strukturne sedimenta izravna su posljedica uvjeta koji su vladali pri prijenosu i taloženju materijala te rezultanta svih procesa u okolišu taloženja, a **sekundarne** teksture i strukture posljedica su dijagenetskih procesa (rekristalizacije, tlačnog otapanja, kompakcije, kemijske dijageneze i sl.)

Slojevitost je temeljna tekstura sedimentnih stijena, a pojava je više-manje jasnog izdvajanja pojedinih jedinstvenih članova (slojeva) u sedimentnim stijenama. **Sloj** je geološko tijelo uglavnom jednolična sastava i unutarnjih slojnih oblika po cijeloj debljini. Od sedimentata u krovini i podini odvojen je nekakvim **diskontinuitetom**, bilo promjenom granulometrijskog ili mineralnog sastava, bilo orijentacijom ili načinom pakiranja sastojaka, ili pak promjenama unutarnje građe (slojnih oblika), litološkog sastava ili otvorenim međuslojnim površinama.

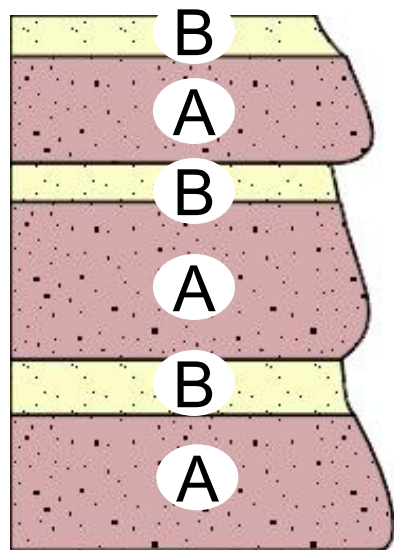


Sedimentne stijene ponegdje nemaju nikakvu slojevitost pa su to **masivne** ili **neslojevite stijene**, što je čest slučaj kod dolomita i breča.

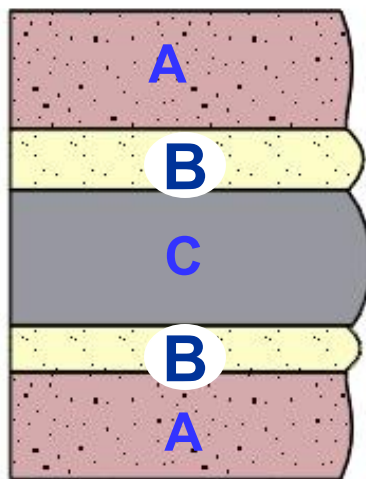
vanjska ili eksterna slojevitost: nepravilna, ritmična ili ciklička
unutarnja ili interna slojevitost

Nepravilna slojevitost odlikuje se nepravilnim vertikalnim redanjem slojeva različite litologije (npr. **ACBADC**) kao posljedica nepravilnih promjena uvjeta u taložnom prostoru.

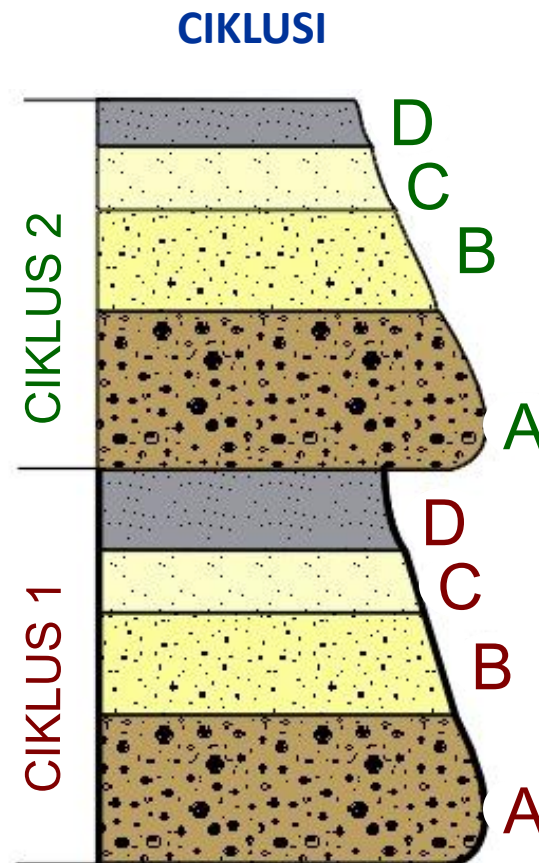
S obzirom na način vertikalnog redanja slojeva s različitim litološkim ili teksturno-strukturnim odlikama, **pravilna** ili **ritmična (ciklička) slojevitost** odlikuje se pravilnim vertikalnim izmjenama istovrsnih slojeva kao posljedicom ponavljanja uvjeta taloženja.



**RITMIČNA
SLOJEVITOST**



**SIMETRIČNA
CIKLIČKA
SLOJEVITOST**





SLOJEVITOST U FLIŠU (otok Pag)



TANKA SLOJEVITOST vapnenaca (uvala Banjole, Istra)



Unutarnja slojevitost obuhvaća teksturne oblike unutar jednoga sloja ili nekoliko slojeva. Najčešće vrste su: *listatost, horizontalna laminacija/slojevitost, konvolucija ili vijugava laminacija/slojevitost, kosa laminacija/slojevitost (planarna, tabularna, koritasta i humčasta), flazerska-lečasta-valovita slojevitost, gradacijska slojevitost*.



tamne glinovite ili laporovite lamine (zima) i
svijetle karbonatne lamine (ljetno)

horizontalna laminacija tipa varvi (Luke potok, Psunj)

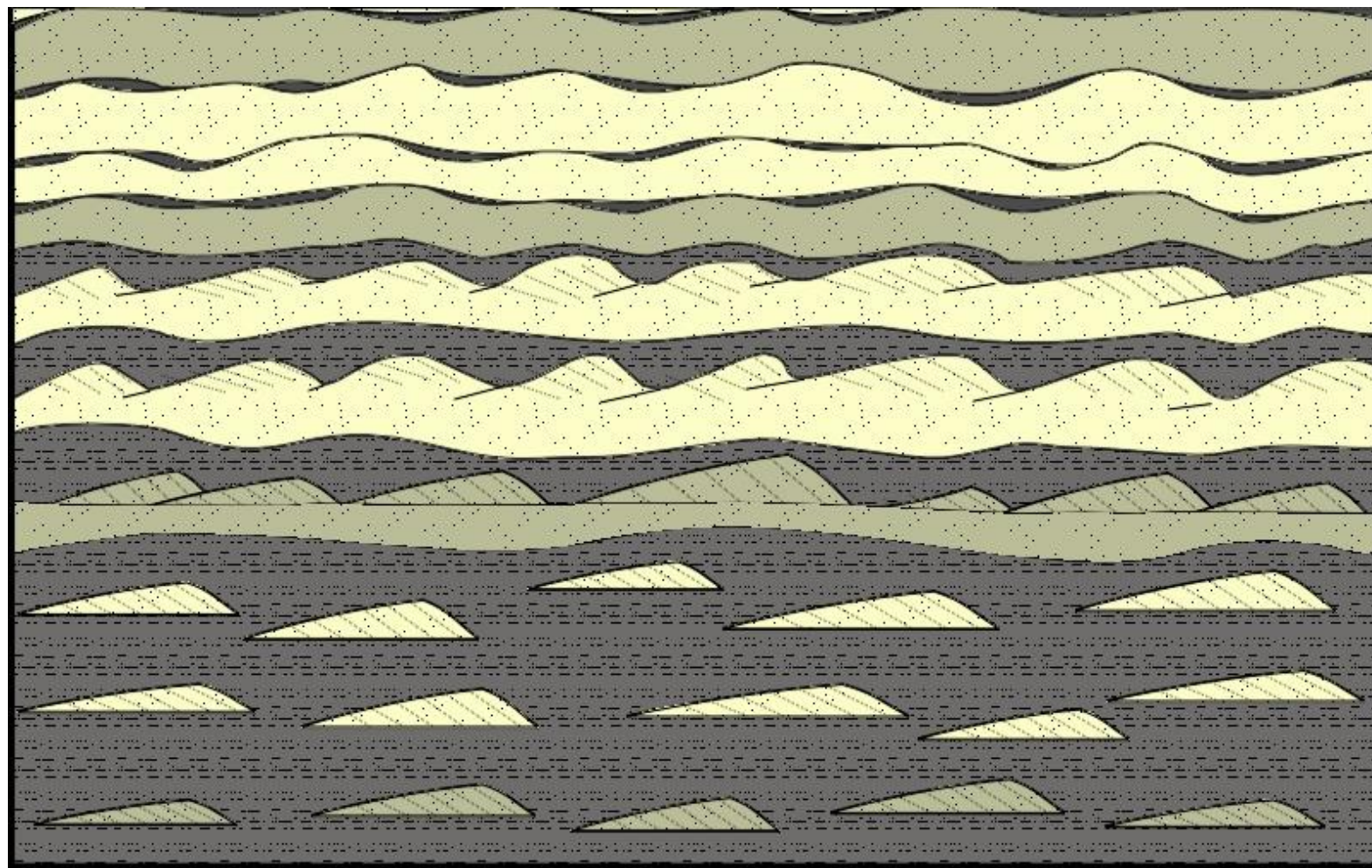


PLANARNA KOSA SLOJEVITOST
(granične površine između setova su ravne plohe)



koritasta kosa slojevitost

FLAZERSKA, VALOVITA I LEĆASTA SLOJEVITOST



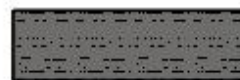
FLAZERSKA

VALOVITA

LEĆASTA



pijesak

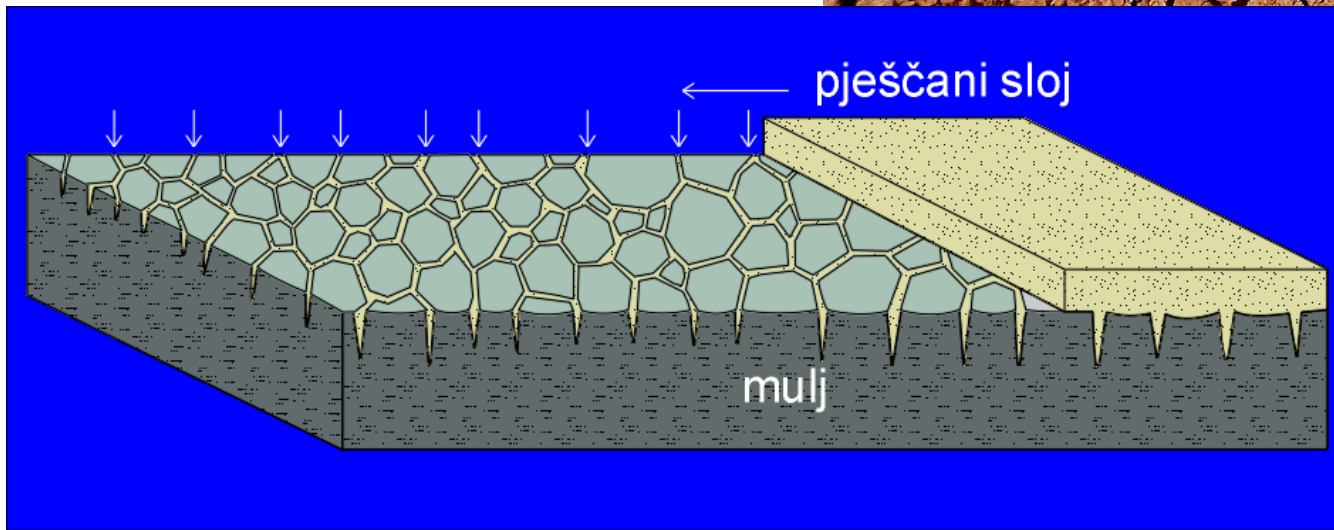
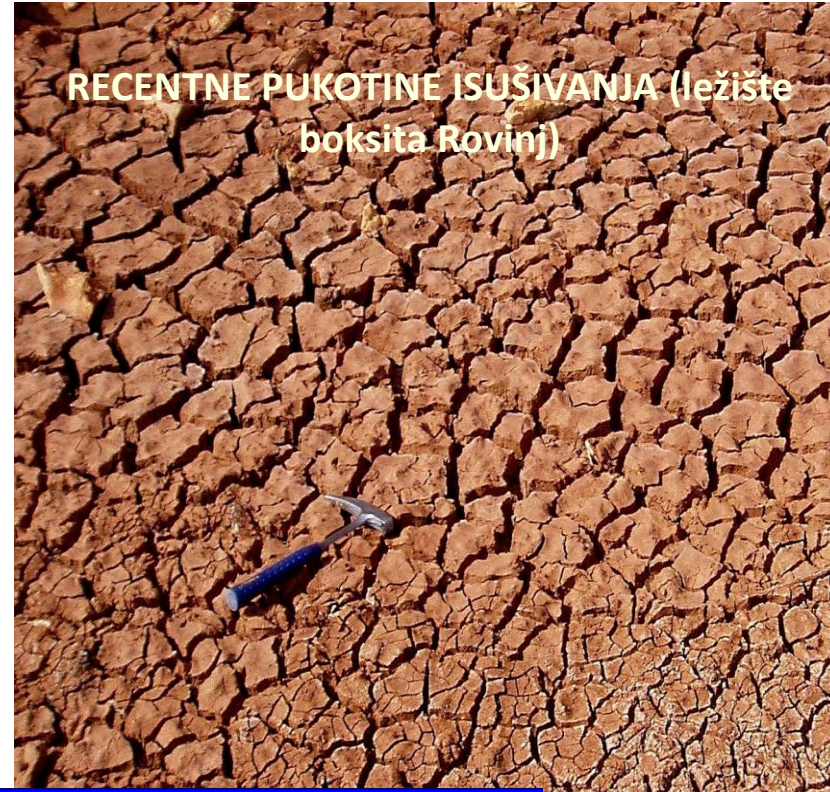


mulj ili glina

Teksture na gornjim slojnim površinama

Na gornjim slojnim površinama najvažniji i najčešći oblici su:

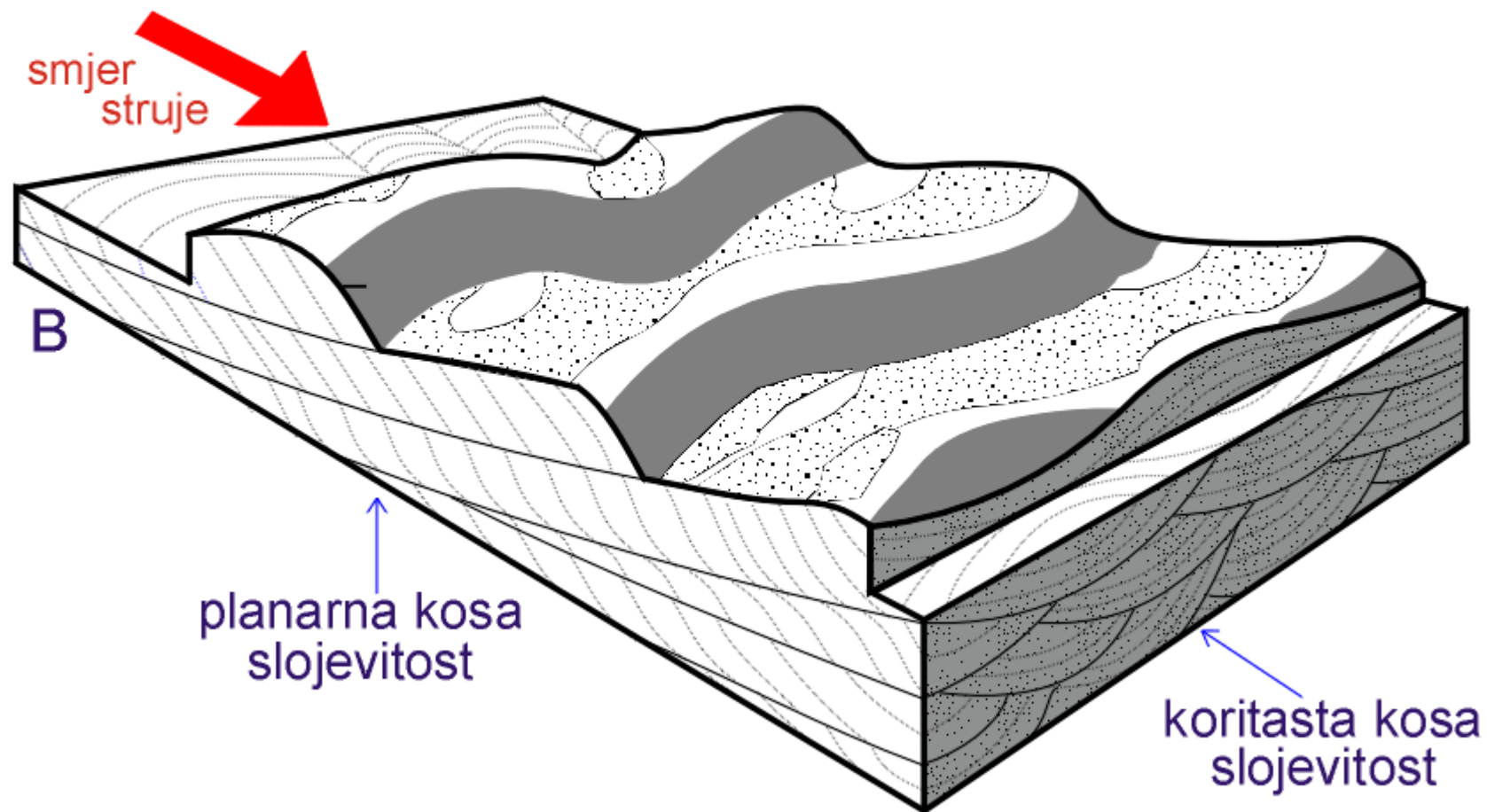
- **pukotine isušivanja** i
- **riplovi** (engl. *ripple marks*)



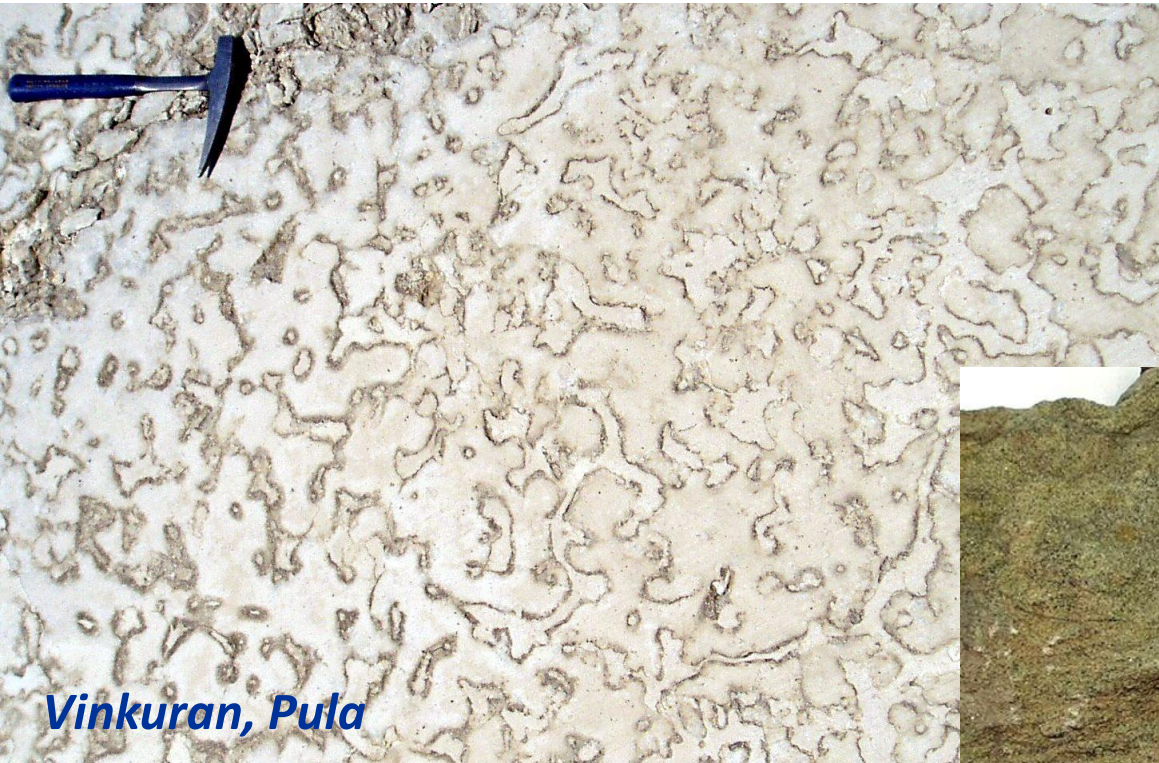
mali strujni riplovi na gornjoj slojnoj površini vapnenaca (*Novigrad Istarski*)



mali **valni riplovi** s vijugavim krestama u bočnom presjeku pokazuju planarnu, a u uzdužnom presjeku koritastu kosu slojevitost



bioturbacija



Vinkuran, Pula



AS 2003
2nd MEETING
patija - Croatia

cm

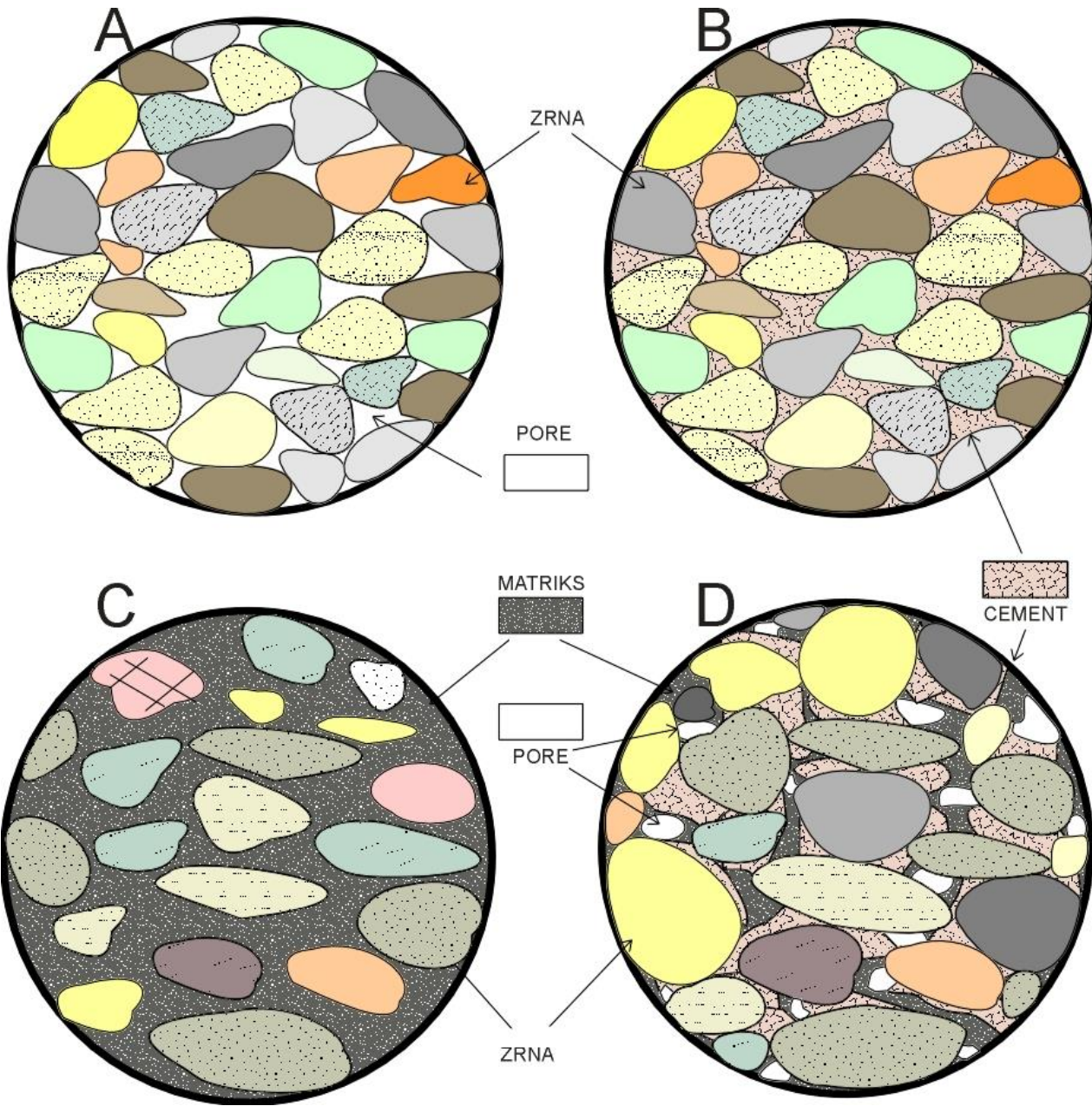


4 5 mm

STRUKTURE sedimentnih stijena

U **strukturi** sedimentne stijene razlikujemo: **zrna (klaste)**, **matriks** (sitni muljeviti materijal koji je transportiran i taložen zajedno sa zrnima); **cement** - mineralna tvar izlučena u porama između zrna nakon njihova taloženja, ali i na mjestu otopljenih zrna; **pore** (prostori između i unutar zrna u kojima nema niti matriksa, niti cementa).

Zrna koja izgrađuju neki sediment i/ili sedimentnu stijenu mogu biti različitog sastava: **mineralna zrna**; **odlomci stijena**; **skeleti ili ljuštore organizama**; **bioklasti** (komadi ili krhotin skeleta ili ljuštore); **primarni karbonatni sastojci vapnenca** (karbonatni minerali nastali kemijskim ili biokemijskim procesima).



MORFOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE KLASTA

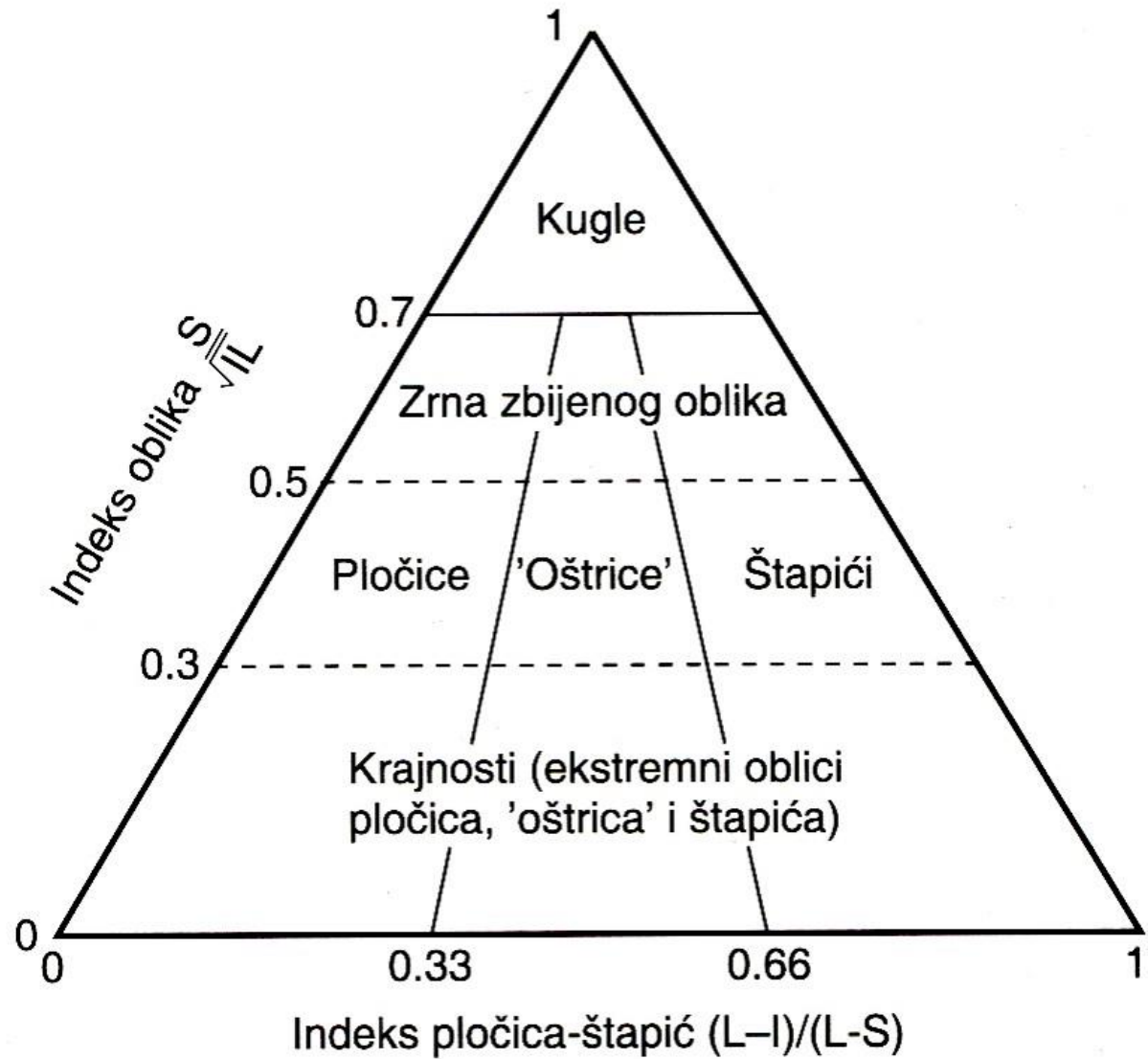
OBLIK

SFERIČNOST I ZAOBLJENOST

KONTAKTI MEĐU ZRNIMA

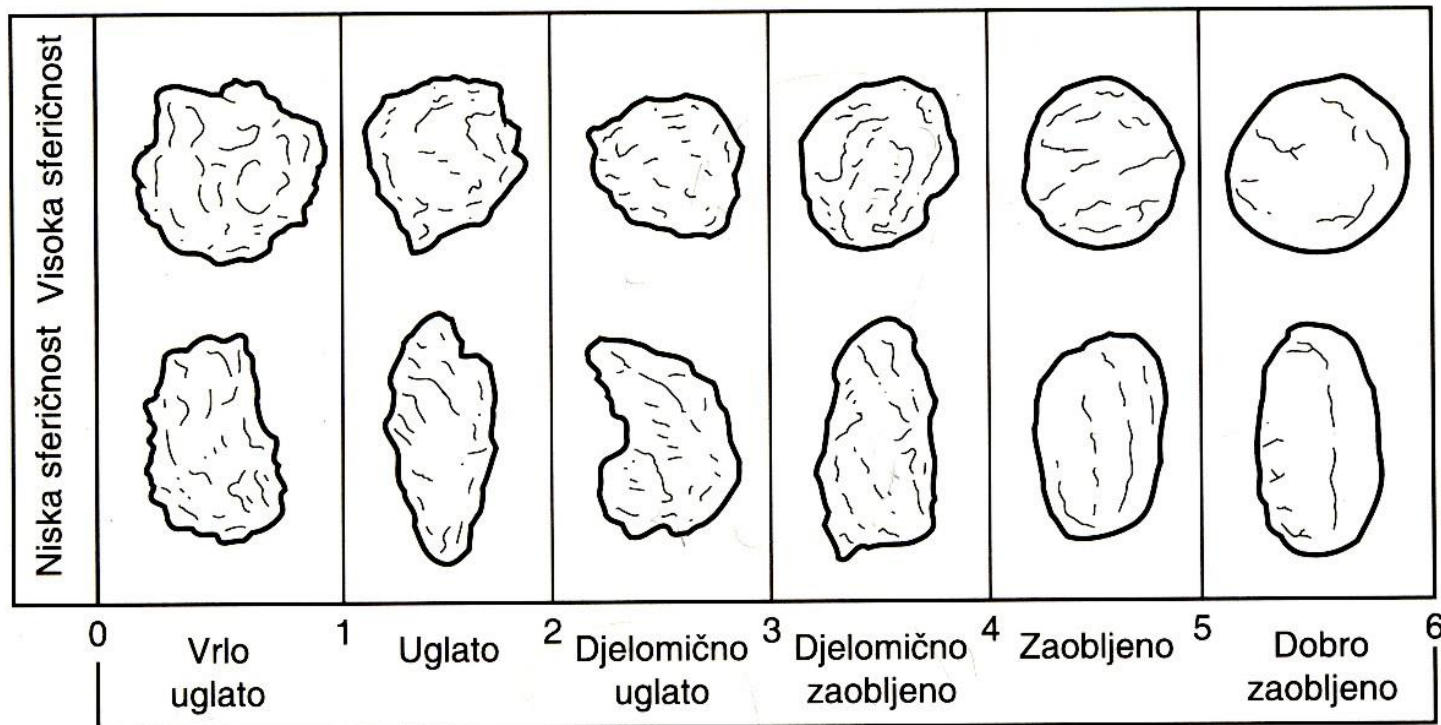
SKLOP (engl. *fabric*)

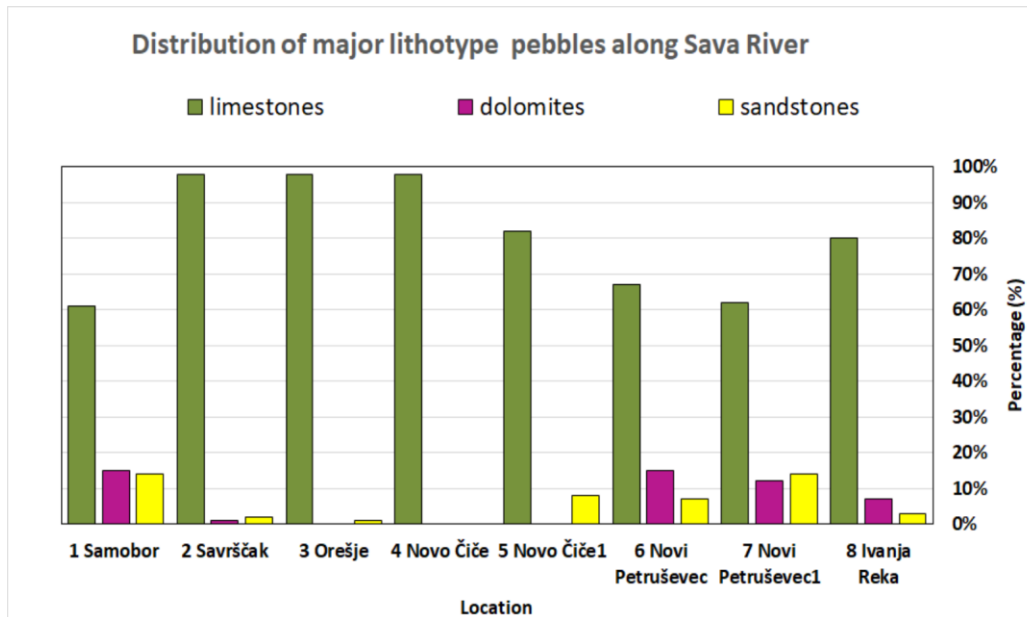
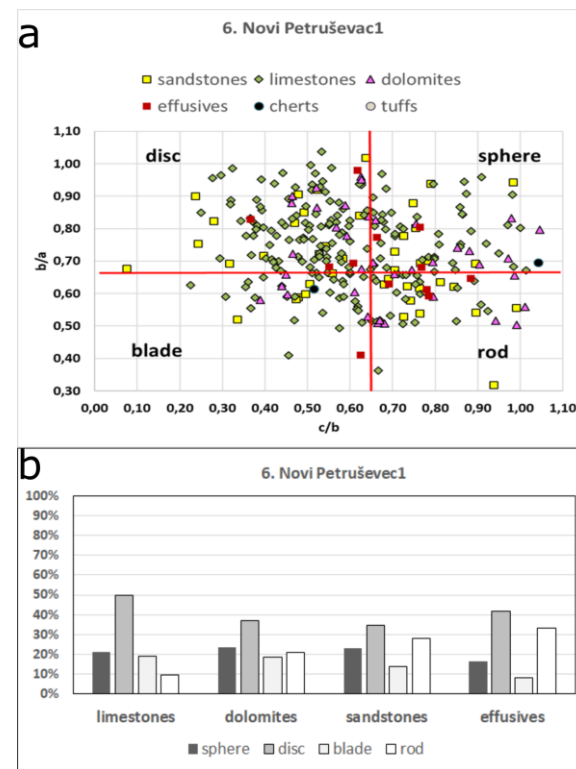
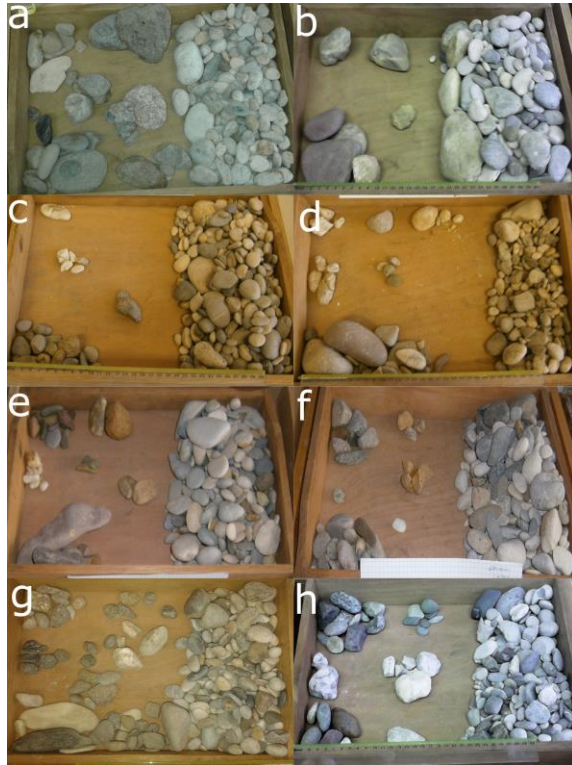
OBLIK zrna određuje se pomoću omjera dugačke osi a (l), srednje b (i) i kratke c (s)



Sferičnost je mjera sličnosti oblika zrna onome kugle (sfere).

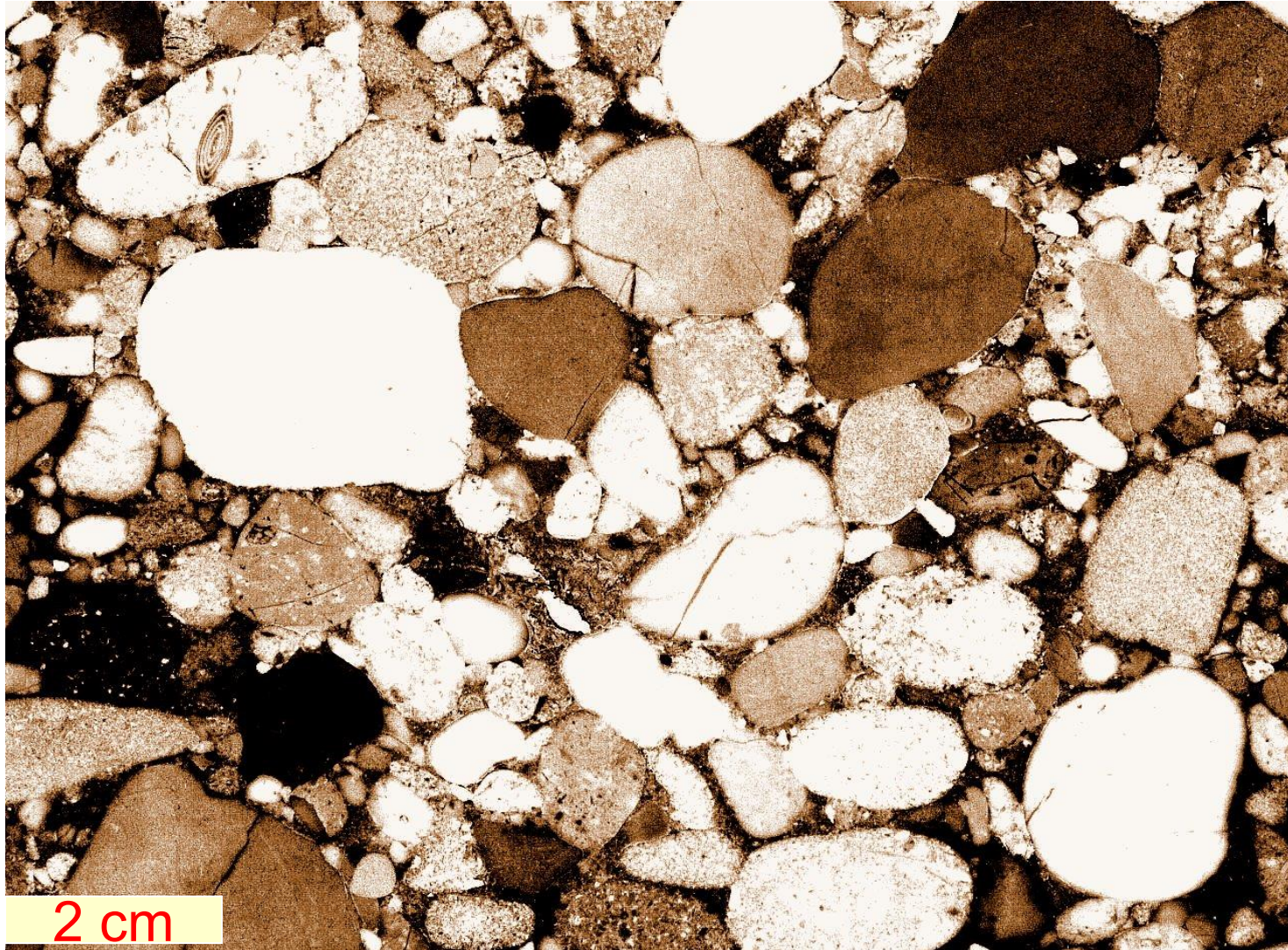
Zaobljenost je zakrivljenost uglova zrna: razlikujemo 6 kategorija, od vrlo uglatih do dobro zaobljenih. Sferičnost i zaobljenost se mogu određivati usporedbom s etalonima ili putem kompleksnih formula i mjerenja u mikroskopu.





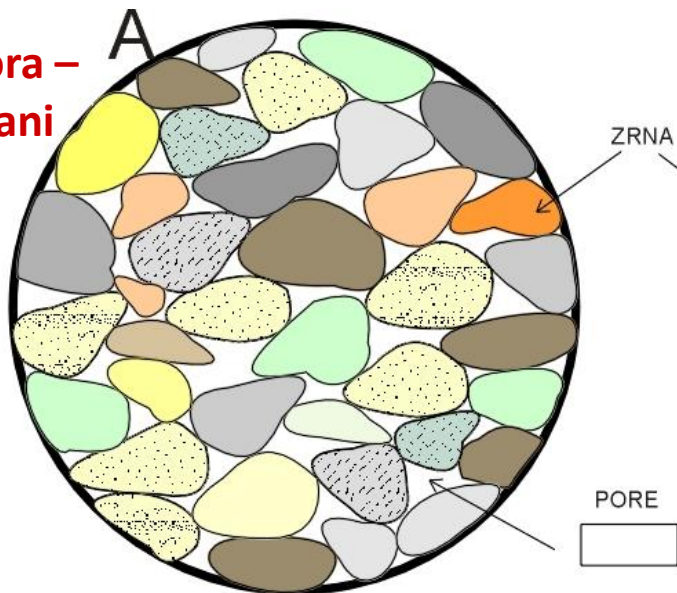
Barudžija et al., 2020

Načini pakiranja i međusobni odnosi zrna, matriksa i cementa najvažnija su strukturna obilježja sedimentnih stijena pa se na njima temelje i glavni principi klasifikacije sedimentnih stijena.

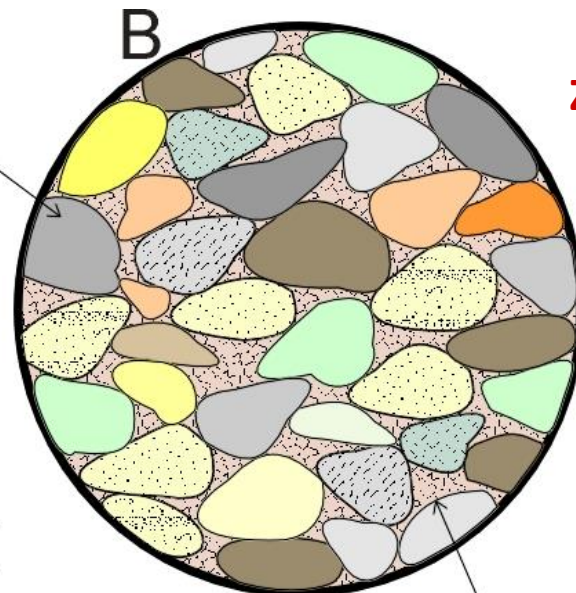


NAČINI PAKIRANJA ZRNA, CEMENTACIJE I LITIFIKACIJE

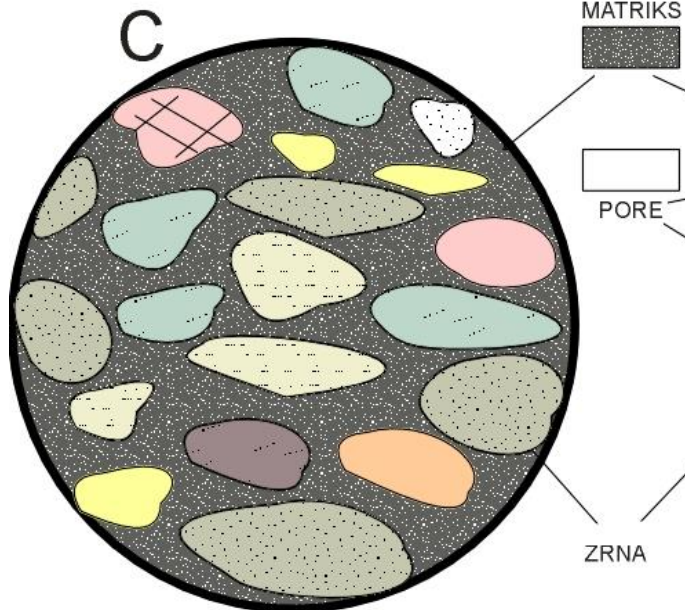
Zrnska potpora –
necementirani
pijesak



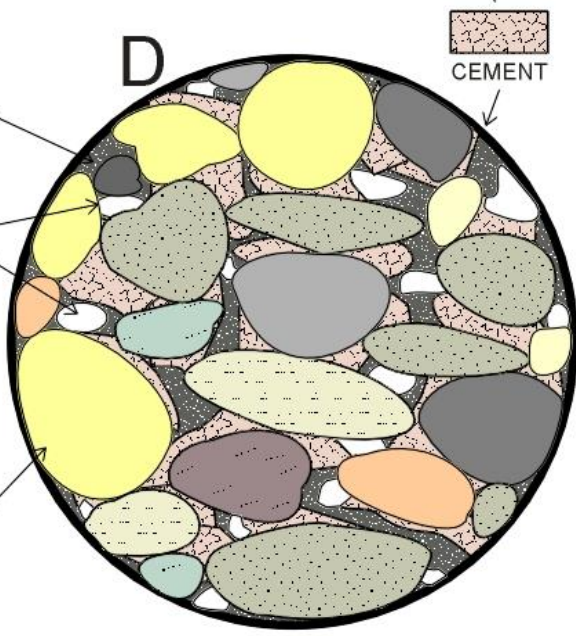
Zrnska potpora
– cementirani
pijesak



Matriksna
potpora



Zrnska potpora –
cement, matriks
i pore
između zrna



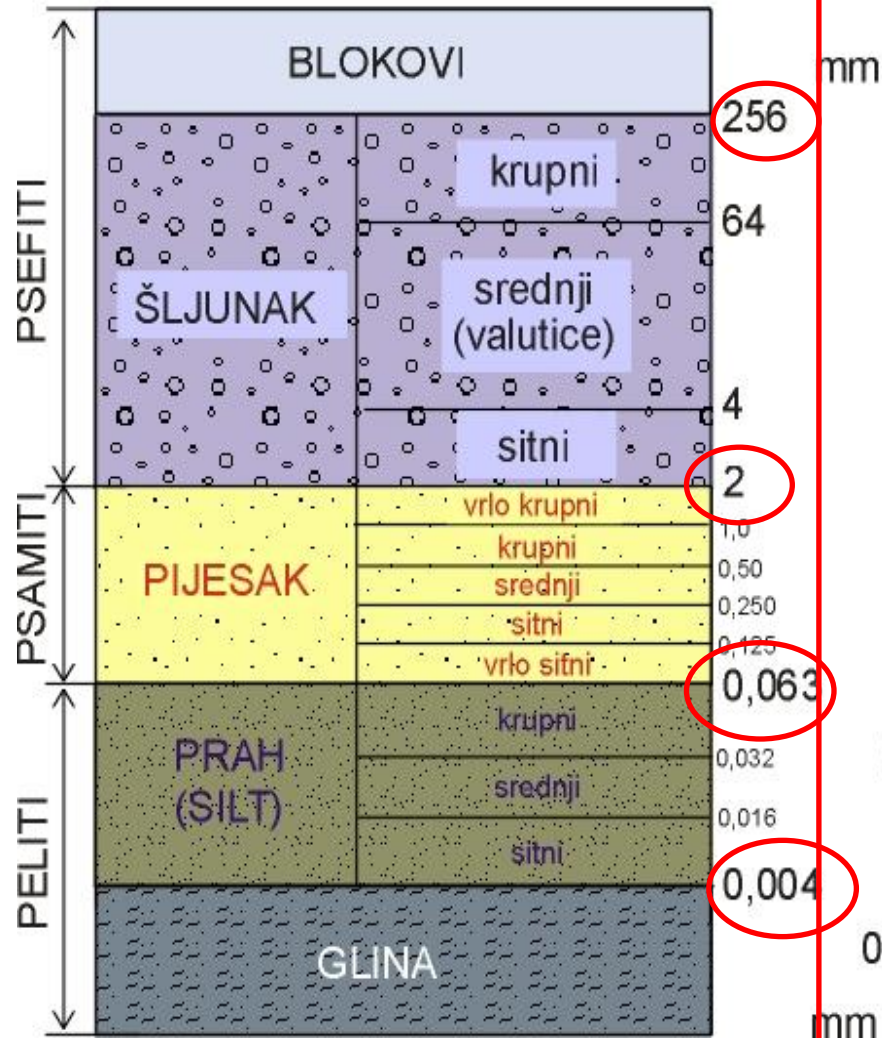
Veličina zrna kod **klastičnih sedimenata** imaju izuzetnu važnost pri utvrđivanju uvjeta trošenja, načina prijenosa i taloženja materijala, ali i za klasifikaciju i nomenklaturu, koja je za klastične sedimente temeljena upravo na veličini zrna.

NAZIVI SEDIMENATA NA OSNOVI VELIČINE ZRNA

hrvatski	prema grčkom	prema latinskom	engleski
ŠLJUNAK šljunčani šljunkoviti	PSEFIT psefitni	RUDIT ruditni	GRAVEL gravelly
PIJESAK pješčani pjeskoviti	PSAMIT psamitni	ARENIT arenitni	SAND sandy
PRAH prahni (siltni) prašasti (siltozni)	ALEVRIT alevritni	LUTIT	SILT silty
GLINA glineni (glinasti) glinoviti	PELIT pelitni	lutitni	CLAY clayey

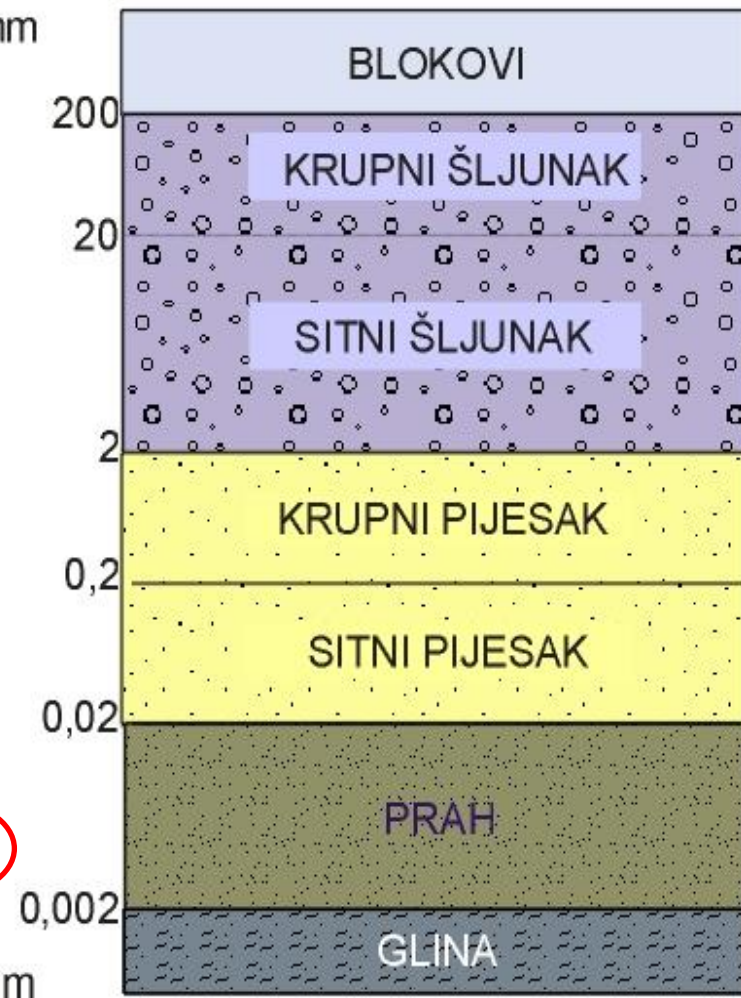
NOMENKLATURE SEDIMENATA NA TEMELJU VELIČINE ZRNA

WENTWORTHHOVA LJESTVICA



primjena u petrologiji i sedimentologiji

ATTERBERGOVA LJESTVICA

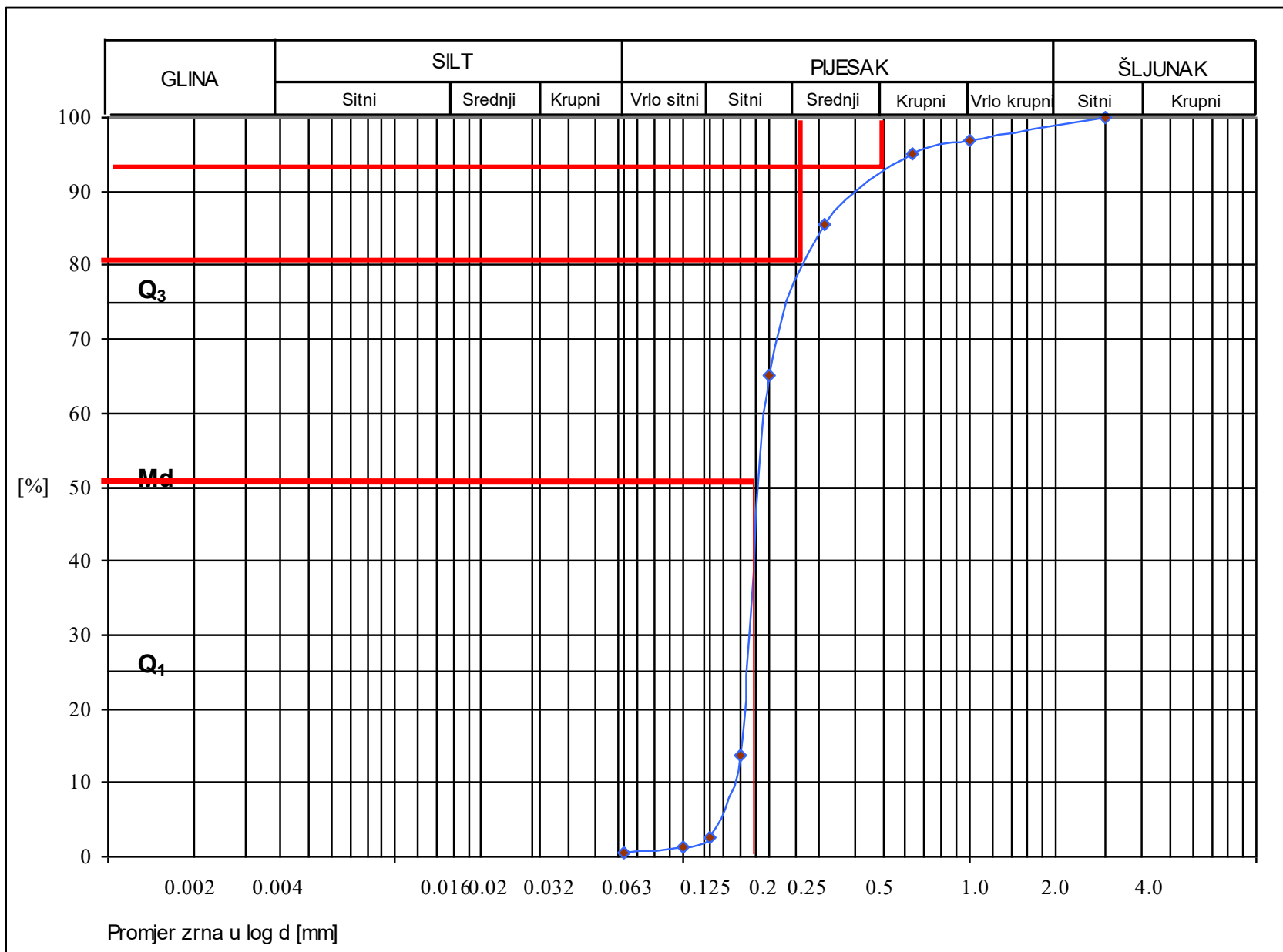


primjena u građevinarstvu, geotehnici i rudarstvu

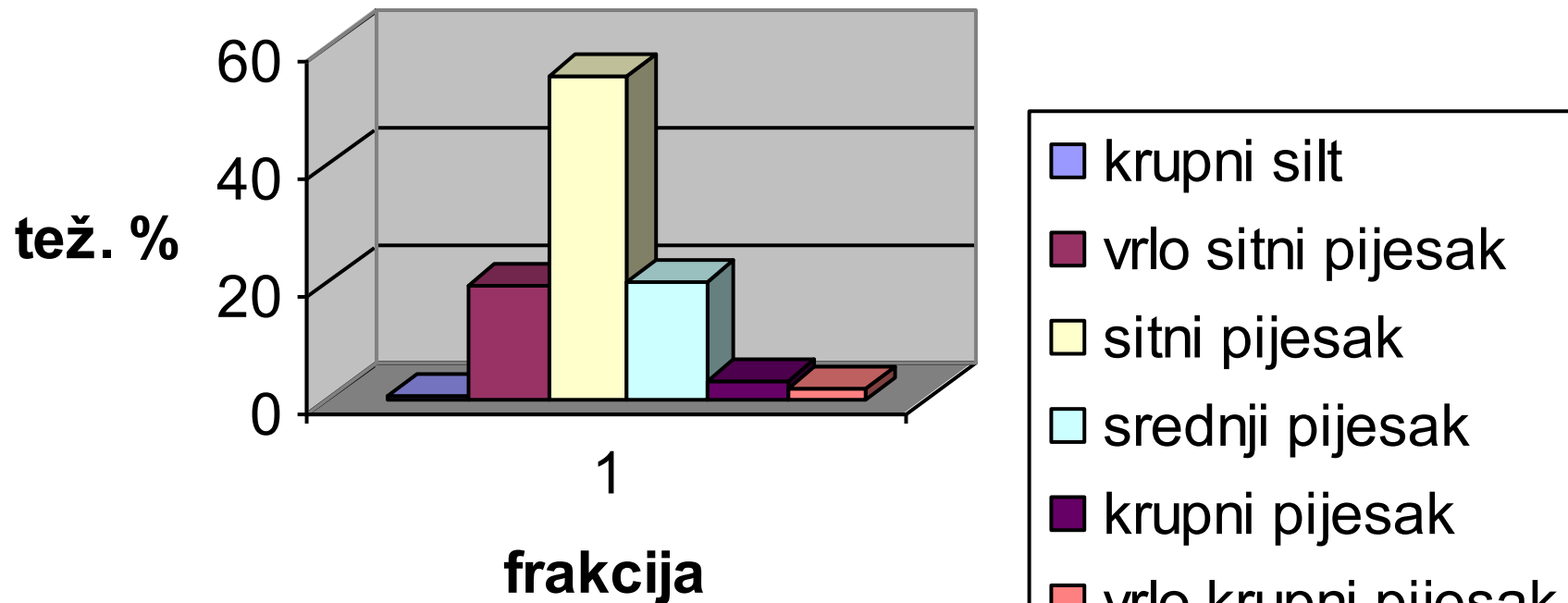
GRANULOMETRIJSKI SASTAV SEDIMENATA - određivanje veličina čestica i njihove zastupljenosti u ukupnoj masi stijene - *GRANULOMETRIJSKE METODE*.

Veličina čestica (mm)	Tip sedimenta	Metoda	Potrebna količina uzorka
100	blokovi, konglomerati, breče	izravno mjerenje	min. 300 zrna
100-2	šljunak, konglomerat, breča	izravno mjerenje ili sijanje rupičastim sitima	> 300 zrna ili >1 kg
2-0,063	pijesak, pješčenjak	sijanje laboratorijskim sitima ili mjerenje mikroskopom	200-300 g ili > 300 zrna
0,063-0,004	silt, silit	sijanje mikrositima, brzina padanja čestica i pipetna metoda	1-10 g
> 0,004	glina	brzine padanja čestica (analiza u cilindrima) i pipetna metoda	1-5 g

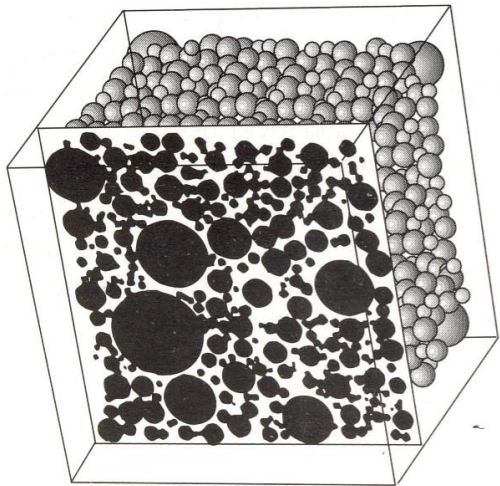




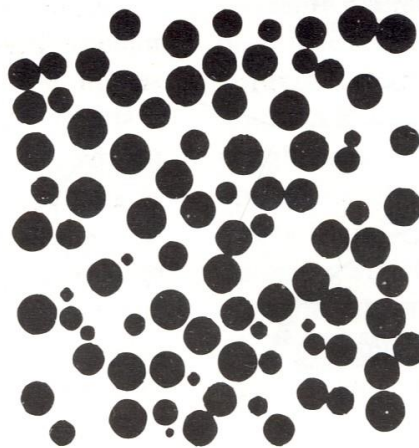
HISTOGRAM DISTRIBUCIJE GRANULOMETRIJSKIH FRAKCIJA



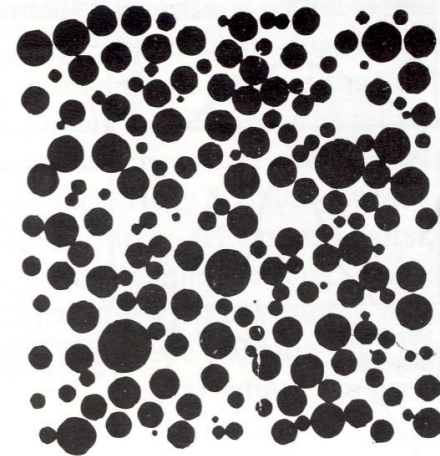
Sortiranost – širina raspodjele veličine zrna



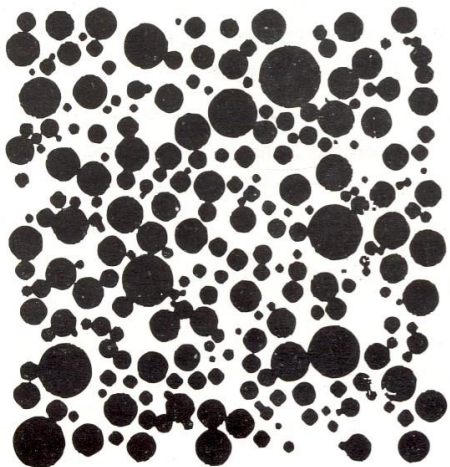
Trodimenzionalni prikaz



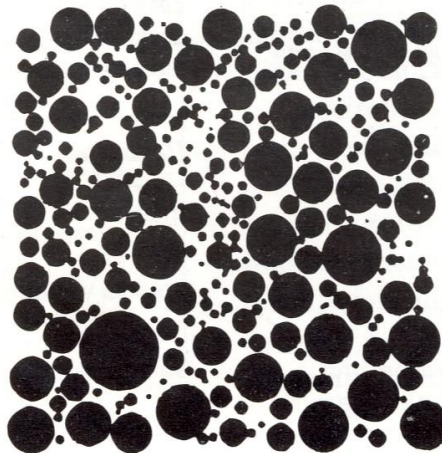
Vrlo dobro sortirano $\phi = 0.0$



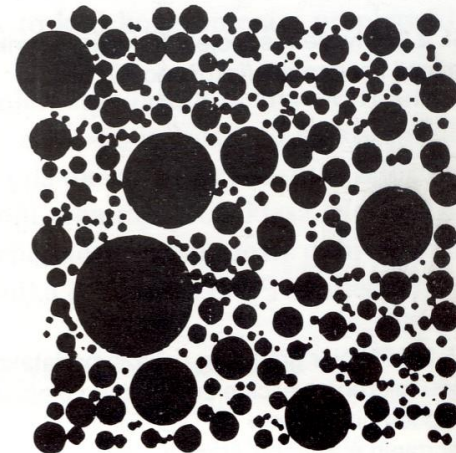
Dobro sortirano $\phi = 0.36$



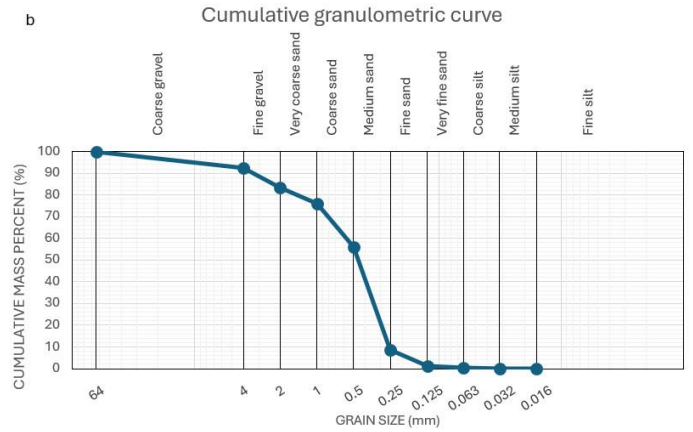
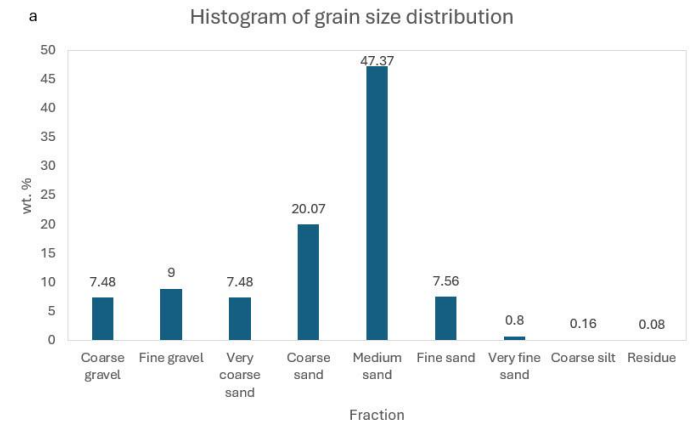
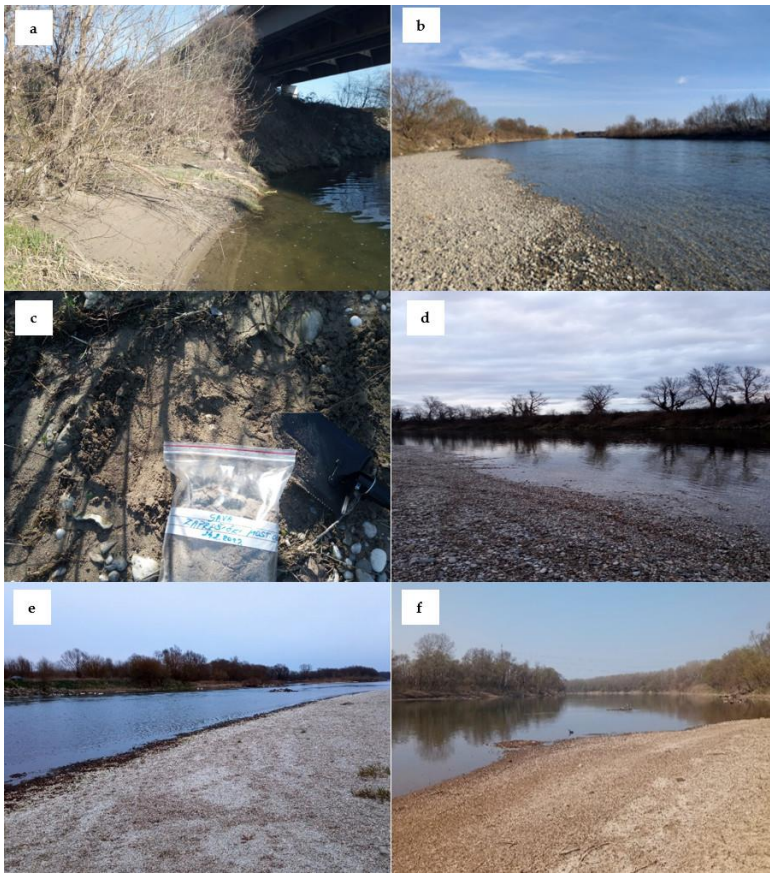
Umjereno dobro sortirano $\phi = 0.67$



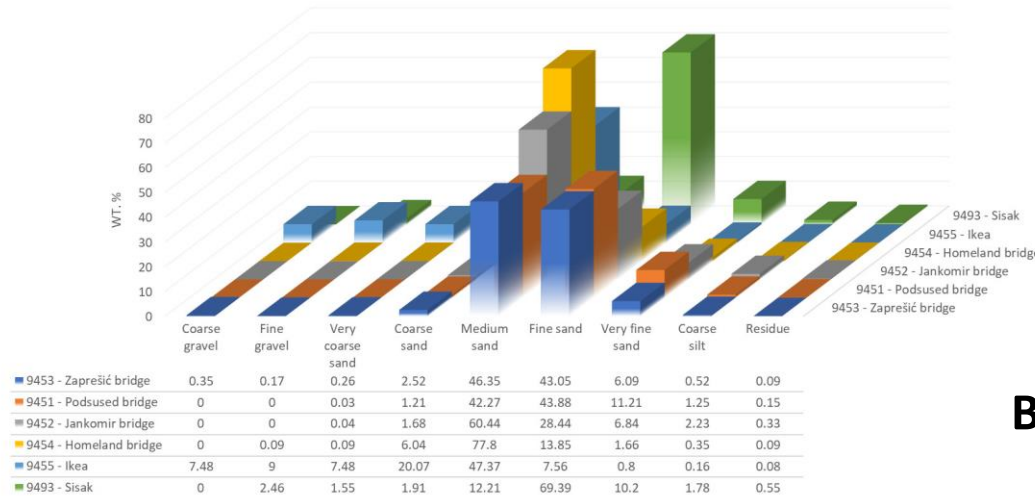
Umjereno sortirano $\phi = 0.74$



Slabo sortirano $\phi = 1.15$



HISTOGRAM OF GRAIN SIZE DISTRIBUTION





Šljunak je nevezana akumulacija dobro zaobljenih stijenskih i/ili mineralnih klasta, odnosno valutica, promjera pretežito većeg od 2 mm te promjenljive količine zrna dimenzija pijeska, ponegdje još i praha (silta) i gline (mulja).

Pijesci su rasuti sedimenti, a **pješčenjaci** su slabije ili jače litificirane stijene, pretežito sastavljene od detritičnih zrna dimenzija pijeska, tj. od zrna promjera od 0,063-2 mm. Uz prevladavajući udio zrna dimenzija pijeska, oni mogu sadržavati i manji udio silta i gline te sitnoga šljunka.

Sastojci pijesak i pješčenjaka su, s obzirom na mjesto i način postanka, dvojaki:

- oni koji potječu iz starijih stijena, kao produkti fizikalnog i kemijskog trošenja tih stijena (klasti) su **detritični**, **alotigeni** ili **klastični sastojci**;
- oni koji su nastali u samom pješčanom sedimentu ili pješčenjaku, nakon njegova taloženja (procesima dijageneze i autigeneze) su **autigeni sastojci**.



Bitni detritični sastojci **pijesaka** (i pješčenjaka) su **kvarc, feldspati i odlomci stijena**.

Manje obilni, značajni i/ili **sporedni** sastojci mogu biti: **tinjci, karbonatni minerali, minerali glina i teški minerali**.

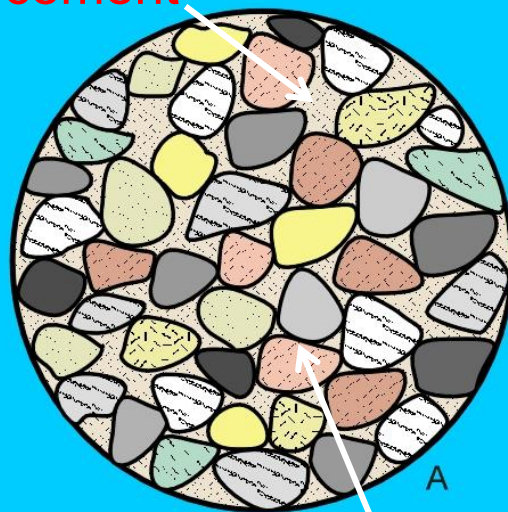
Kvarc je **najčešći i najvažniji sastojak** gotovo svih pijesaka i pješčenjaka. Detritični kvarc se u pješčanim sedimentima nalazi u obliku monokristalnih ili polikristalnih zrna.

Feldspati - njihova vrsta i udio u sastavu pješčanog detritusa važno su obilježje pijesaka i pješčenjaka, jer ukazuju na uvjete koji su vladali pri trošenju, transportu, taloženju i dijagenezi.

Odlomci stijena su klasti ili detritična zrna ostala nakon trošenja neke stijene (granita, dijabaza, vapnenaca...). Uz kvarc i feldspate, najčešći su i najvažniji sastojci pješčenjaka. Češći su u krupnozrnastim nego u sitnozrnastim pješčenjacima.

ARENITI

cement



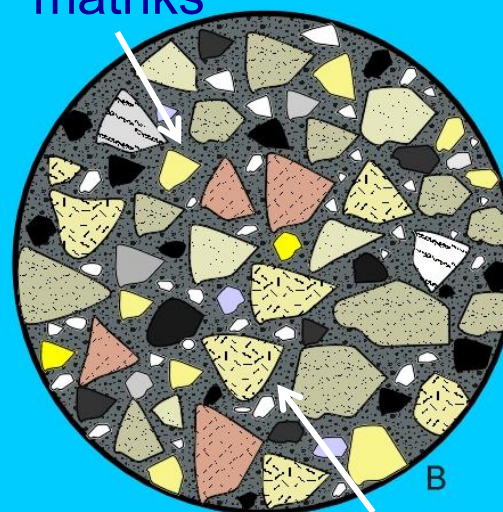
A

zrnska potpora



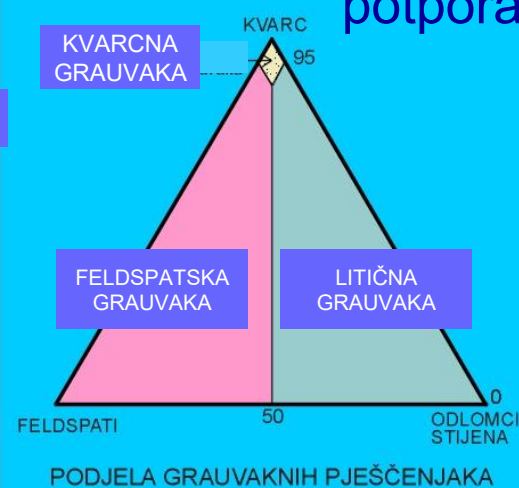
GRAUVAKE

matriks



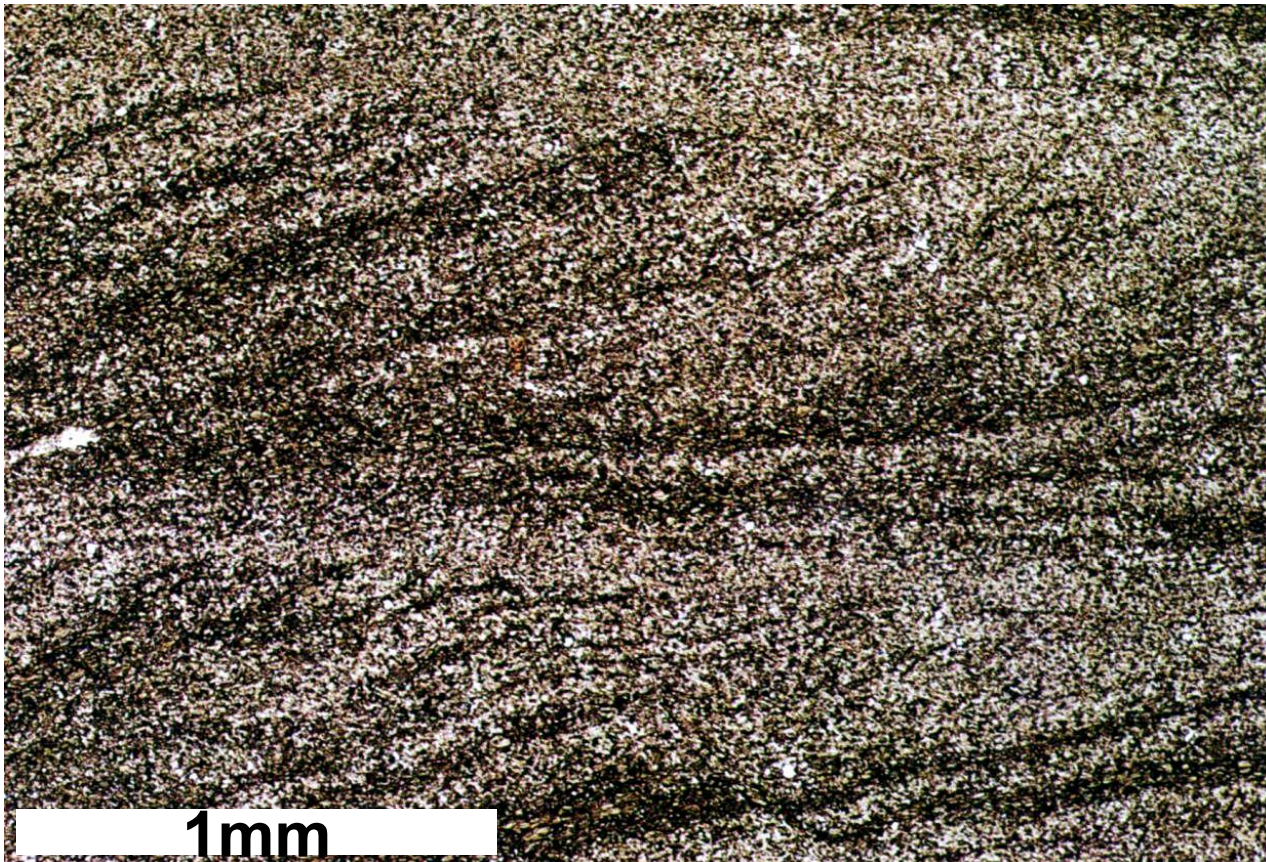
B

matriksna potpora



U sitnozrnaste klastične sedimente (**pelite**) ubrajamo sedimente i sedimentne stijene koji se pretežito (>50%) sastoje od zrna i čestica dimenzija **silta** i **gline** (čestice dimenzija < 0,063 mm). Naziv "*pelitni*" izveden je od grčke riječi *pelós* (glina) i označava sedimente koji, sa značajnim udjelom, sadrže glinoviti detritus. Podjela pelitnih sedimentata osniva se na tri kriterija:

1. međusobnom udjelu zrna silta i čestica gline
2. stupnju litifikacije i
3. strukturi i teksturi pelitnog sedimenta.



PODJELA PELITNIH SEDIMENATA



⁺ engleski nazivi usvojeni u našoj literaturi

Mikrofotografije, terenske fotografije, grafički prilozi i crteži: U. Barudžija, J. Tišljar, D. Aljinović

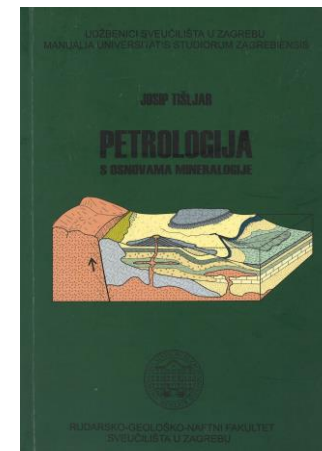
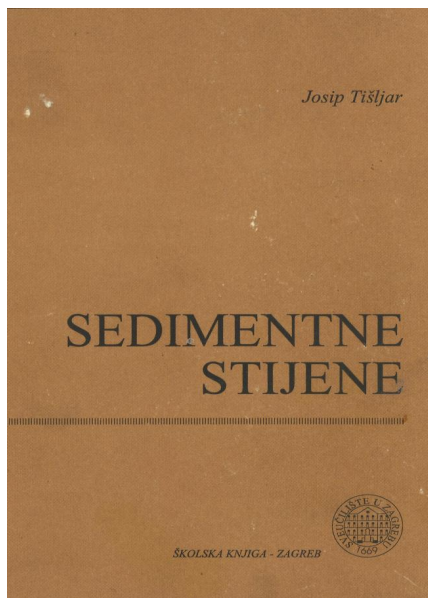
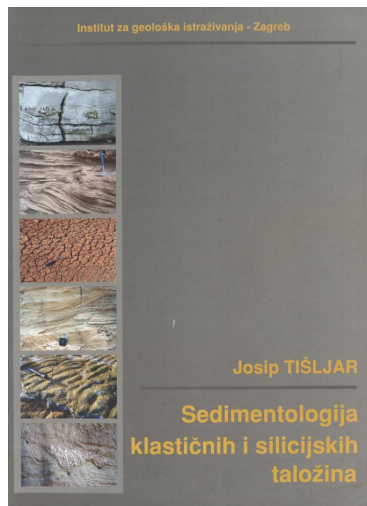
Plummer, C.C., McGeary, D., Carlson, D.H. (2001): Physical geology: featuring the Smithsonian Institution's Journey through geology CD-ROM, McGraw-Hill, Boston

Barudžija, Uroš; Blatančić, Matteo; Malvić, Tomislav: Grain size distribution and provenance of Holocene sand from the Sava River (Zagreb, Croatia) // Geosciences, 14 (2024), 7; 188, 22. doi: <https://doi.org/10.3390/geosciences14070188>

Barudžija, Uroš; Velić, Josipa; Malvić, Tomislav; Trenc, Neven; Matovinović Božinović, Nikolina: Morphometric Characteristics, Shapes and Provenance of Holocene Pebbles from the Sava River Gravels (Zagreb, Croatia) // Geosciences, 10 (2020), 3; 92, 20. doi: 10.3390/geosciences10030092

Tišljar, J. (1994): Sedimentne stijene. Školska knjiga, Zagreb, 422 str.

Tišljar, J. (2004): Sedimentologija klastičnih i silicijskih taložina. *Institut za geološka istraživanja, Zagreb, 426 str.*



Facijes je sedimentna stijena ili “paket” sedimentnih stijena s obilježjima koja ga razlikuju od ostalih facijesa. Produkt je taloženja i može biti karakterističan za pojedini taložni okoliš, dio taložnog okoliša ili za pojedini taložni proces.

Facijes je sedimentna stijena specifičnih karakteristika. Termin uvodi Gressley (1838) kao zbroj litoloških i paleontoloških karakteristika neke stratigrafske jedinice.



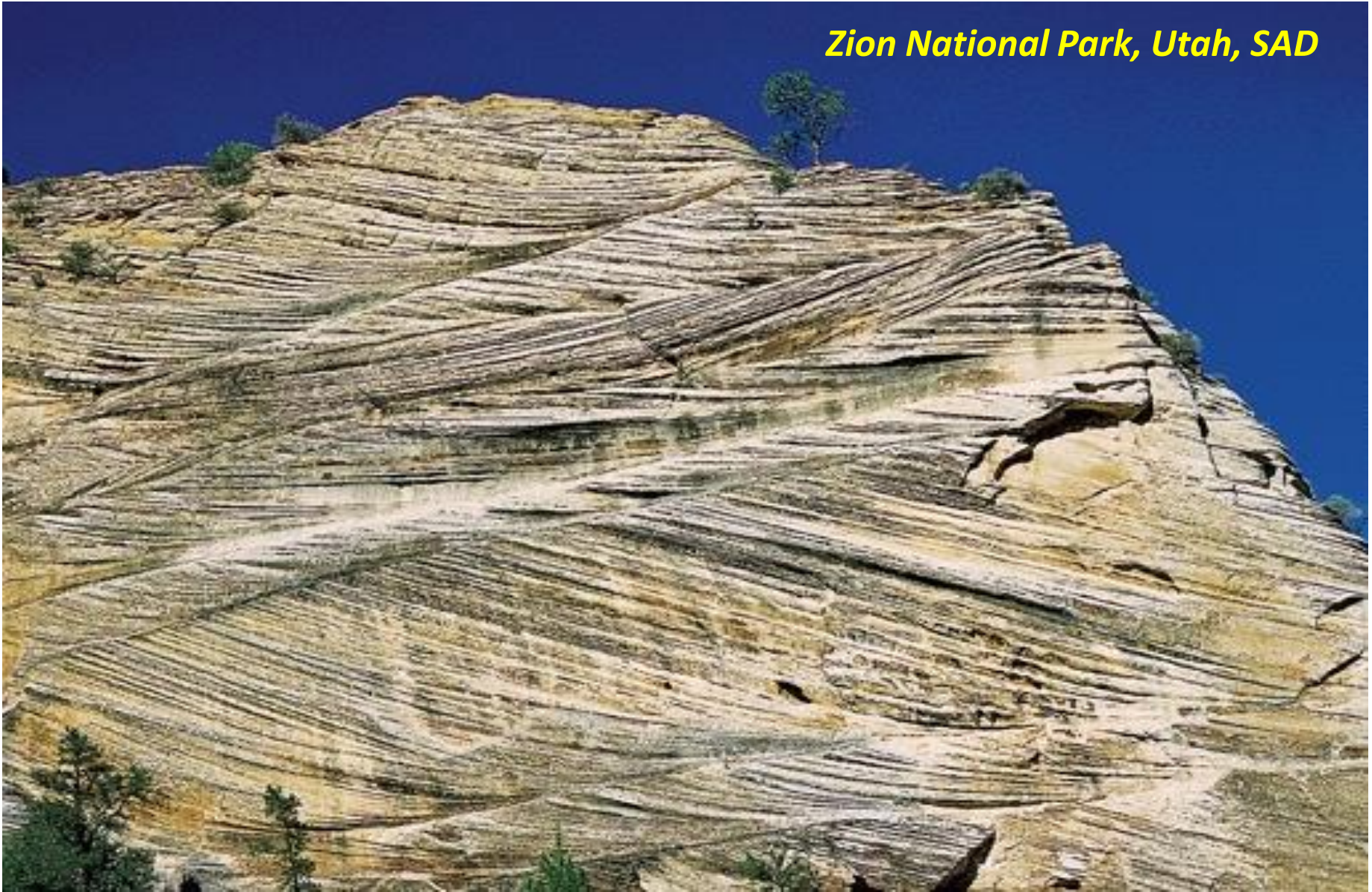
Foto: D. Aljinović

SMJEŠTAJ SEDIMENTNIH STIJENA U PROSTORU



Foto: D.Aljinović

Zion National Park, Utah, SAD

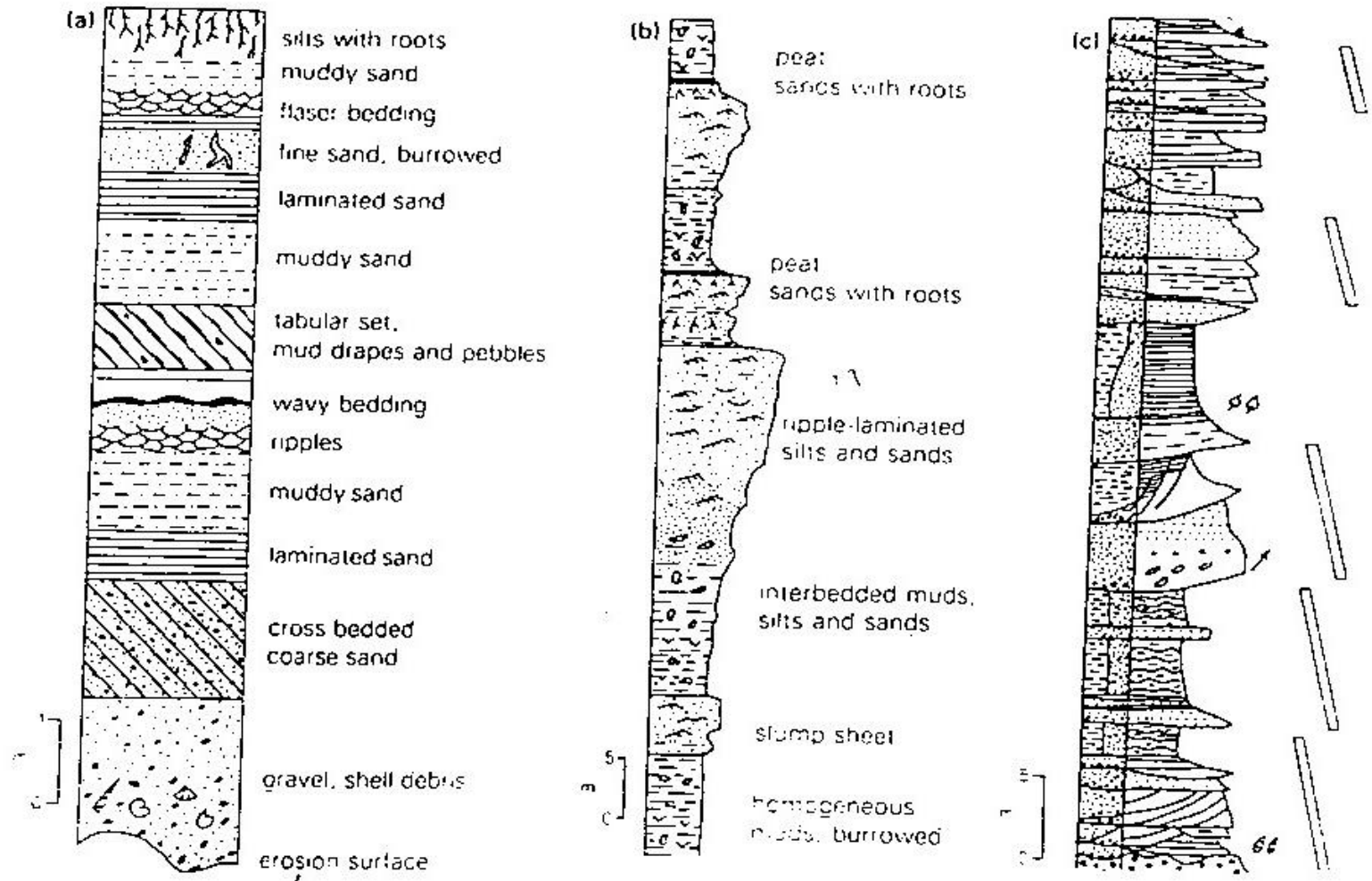


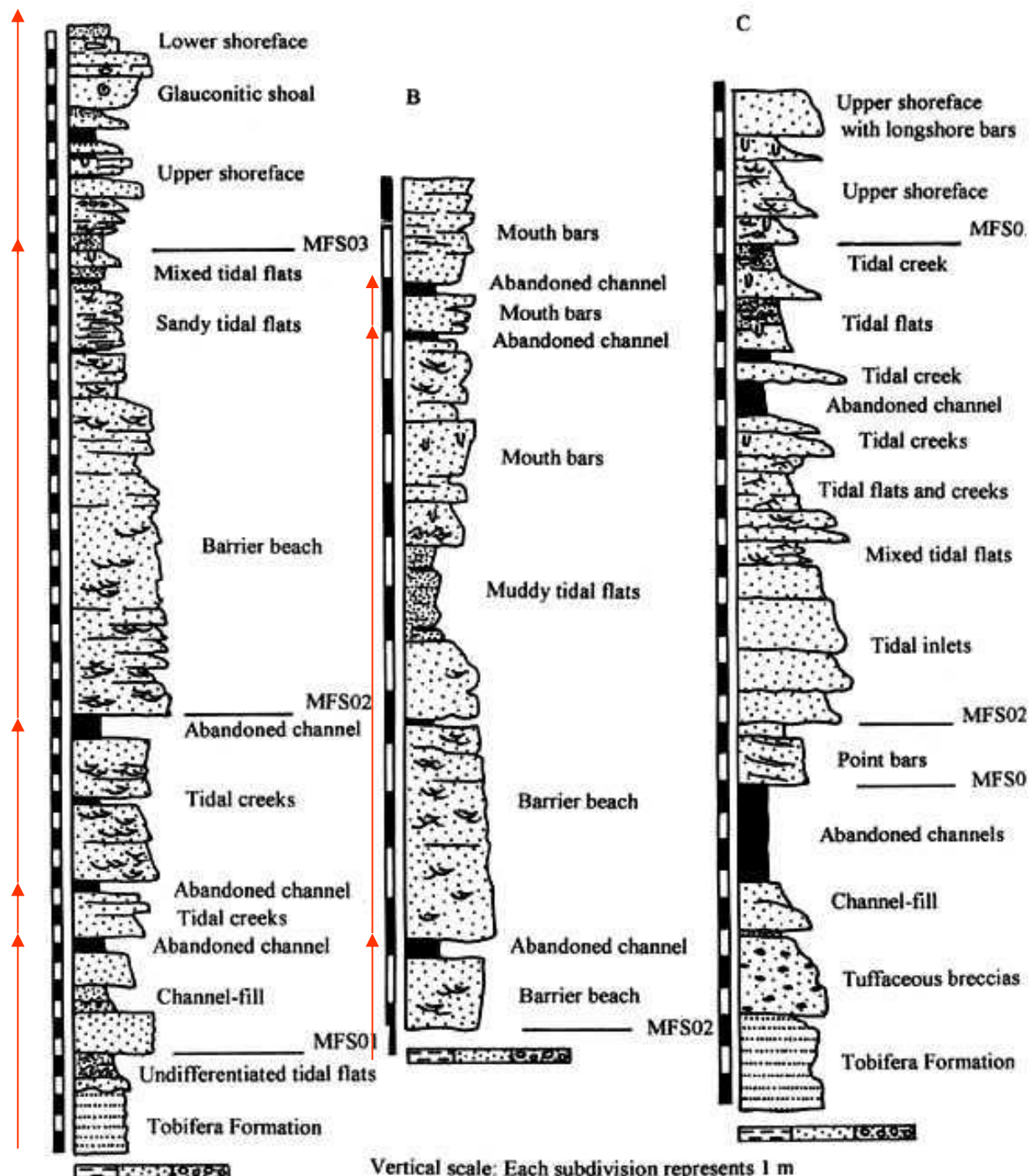
Plummer et al., (2001)



Foto: U. Barudžija

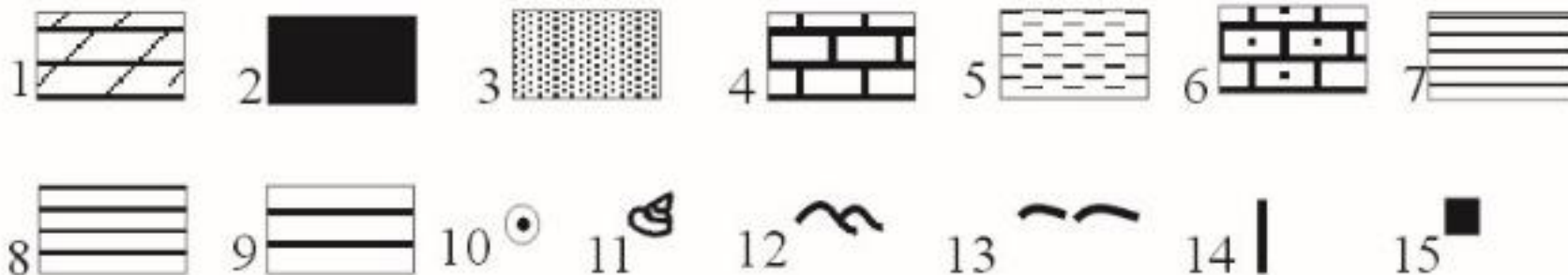
NAČIN BILJEZENJA SLIJEDA SEDIMENATA I PRIDRUŽENIH TEKSTURA





Vertical scale: Each subdivision represents 1 m

LEGEND



1 DOLOMIT

2 ŠEJL

3 PJEŠČENJAK/SILTIT

4 VAPNENAC MADSTON TIPA

5 LAPOR

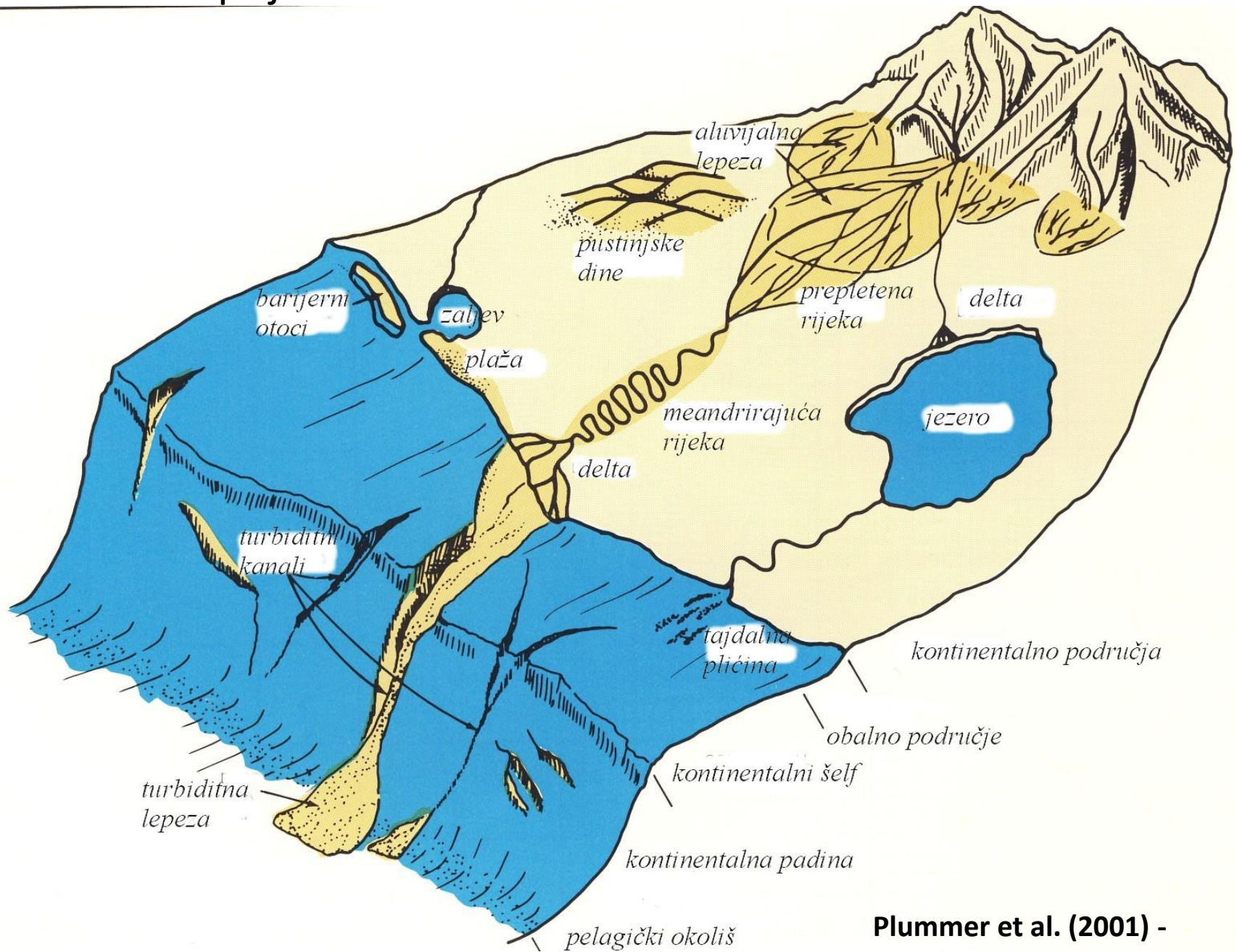
6 KALCISILTIT

7 tanko slojevito

8 srednje slojevito

9 debelo slojevito

marinski okoliši - prijelazni okoliši - kontinentalni okoliši



**Plummer et al. (2001) -
prilagođeno**

Svaki “fosilni” taložni okoliš nastojimo usporediti s recentnim taložnim okolišem i stoga promatramo:

Tektonski sklop

Vrstu sedimenata i oblik sedimentnih tijela

Procene (*tekstura i struktura*)

Prostornu organizaciju – arhitekturu taložnih okoliša

Facijese koji nastaju (sastav, litologija, tekstura, struktura, karakteristične sekvencije, promjene, fosilni sadržaj ...)

Riječni taložni sustavi:

aluvijalne lepeze

prepletene rijeke

meandrirajuće rijeke

KARAKTERISTIKE SEDIMENATA:

šljunci, kršje (konglomerati, breče) –

- pijesci (pješčenjaci) -

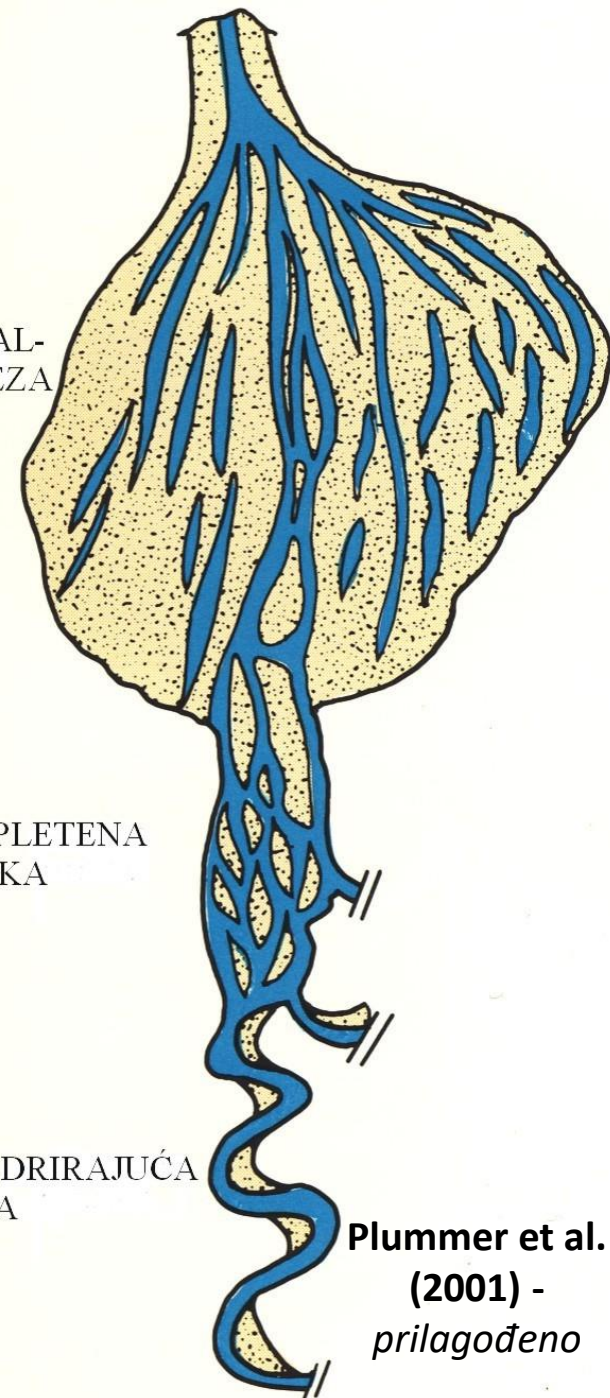
- pelitni sedimenti

ALUVIJAL-
NA LEPEZA

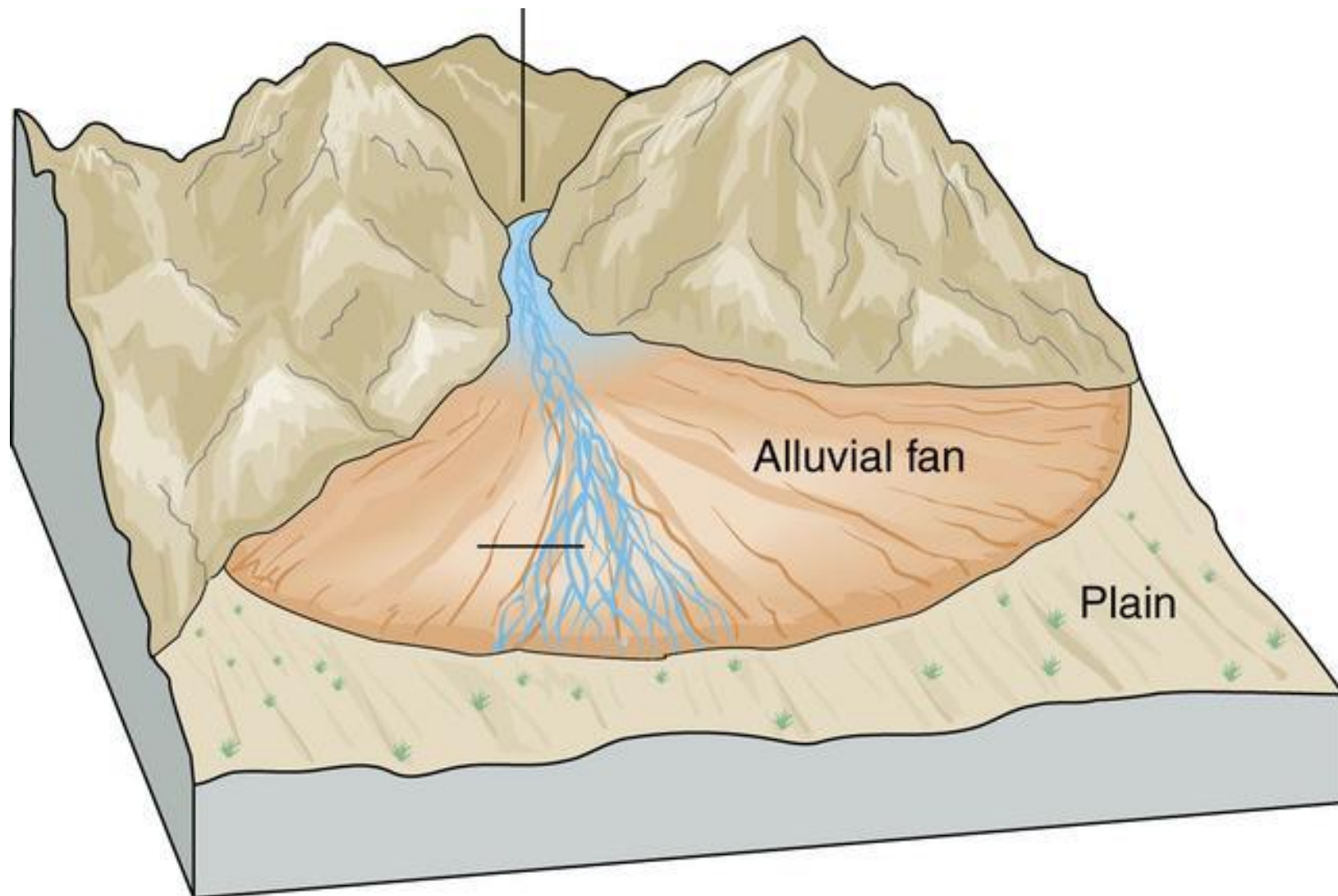
PREPLETENA
RIJEKA

MEANDRIRAJUĆA
RIJEKA

Plummer et al.
(2001) -
prilagođeno



ALUVIJALNA LEPEZA nastaje na pragu planinskih (tektonskih) područja, kada se tok koji donosi sediment počine lepezasto širiti na izlasku iz kanjona, distribuirajući sediment u dolinu.





Do trenutka izlaska iz kanjona, sediment je nošen bujicama, snažnim planinskim tokovima (engl. *torrent*).



Aluvijalne lepeze su osobito česte u semiaridnim područjima gdje su jake kiše rijetke, ali ima ih i u vlažnim (humidnim) područjima.

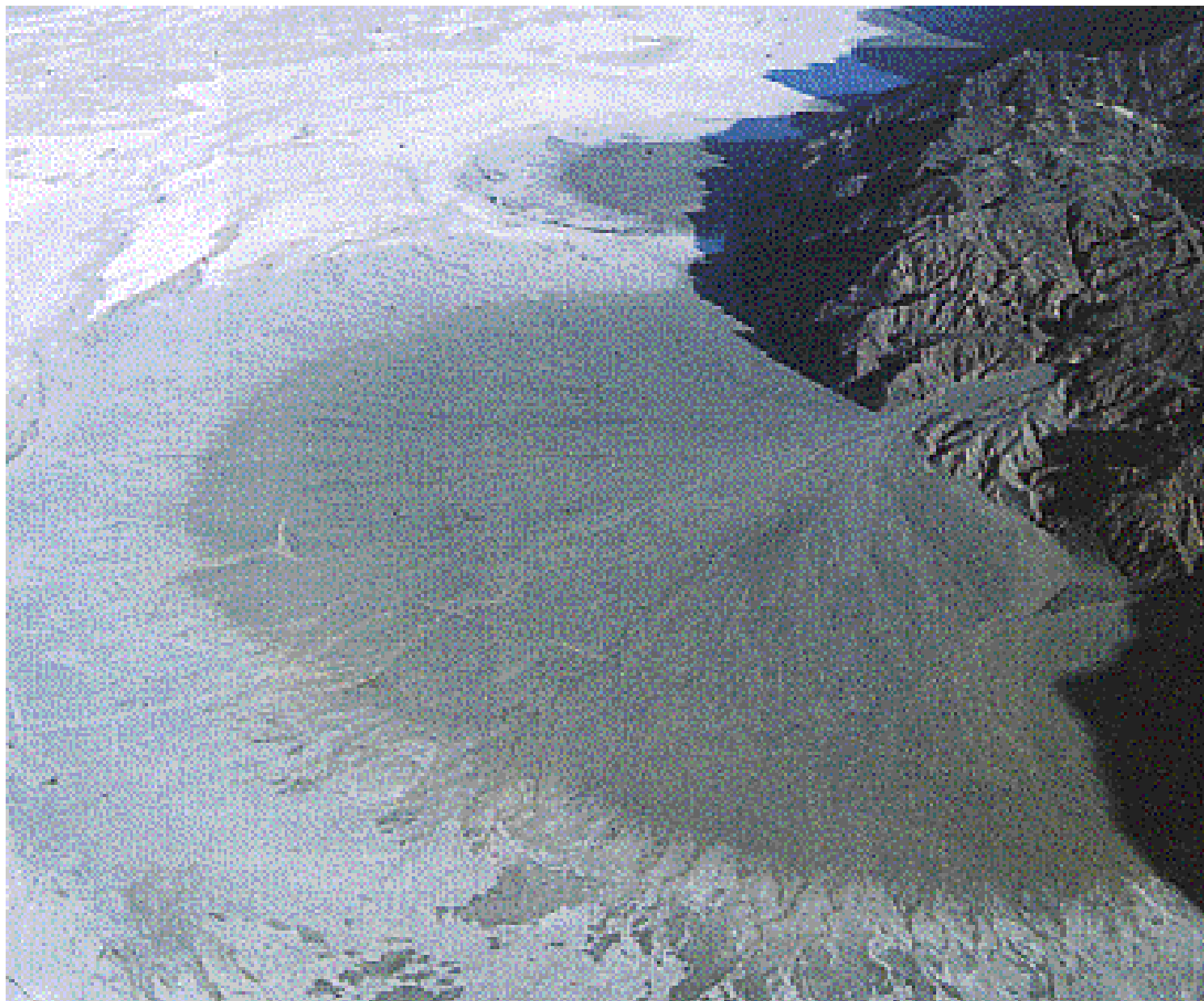
aktivni distribucijski kanali aluvijalne lepeze



Aluvijalne lepeze mogu površinom biti male ...



... ili velike. Najpoznatija je **Koshi aluvijalna lepeza (Himalaja)**, koja prekriva površinu od **150 000 km²**.



▼ Pretraživanje

Koshi River

Npr.: Pizza u Našicama, HR

[Dohvati upute](#) [Povijest](#)

Koshi River

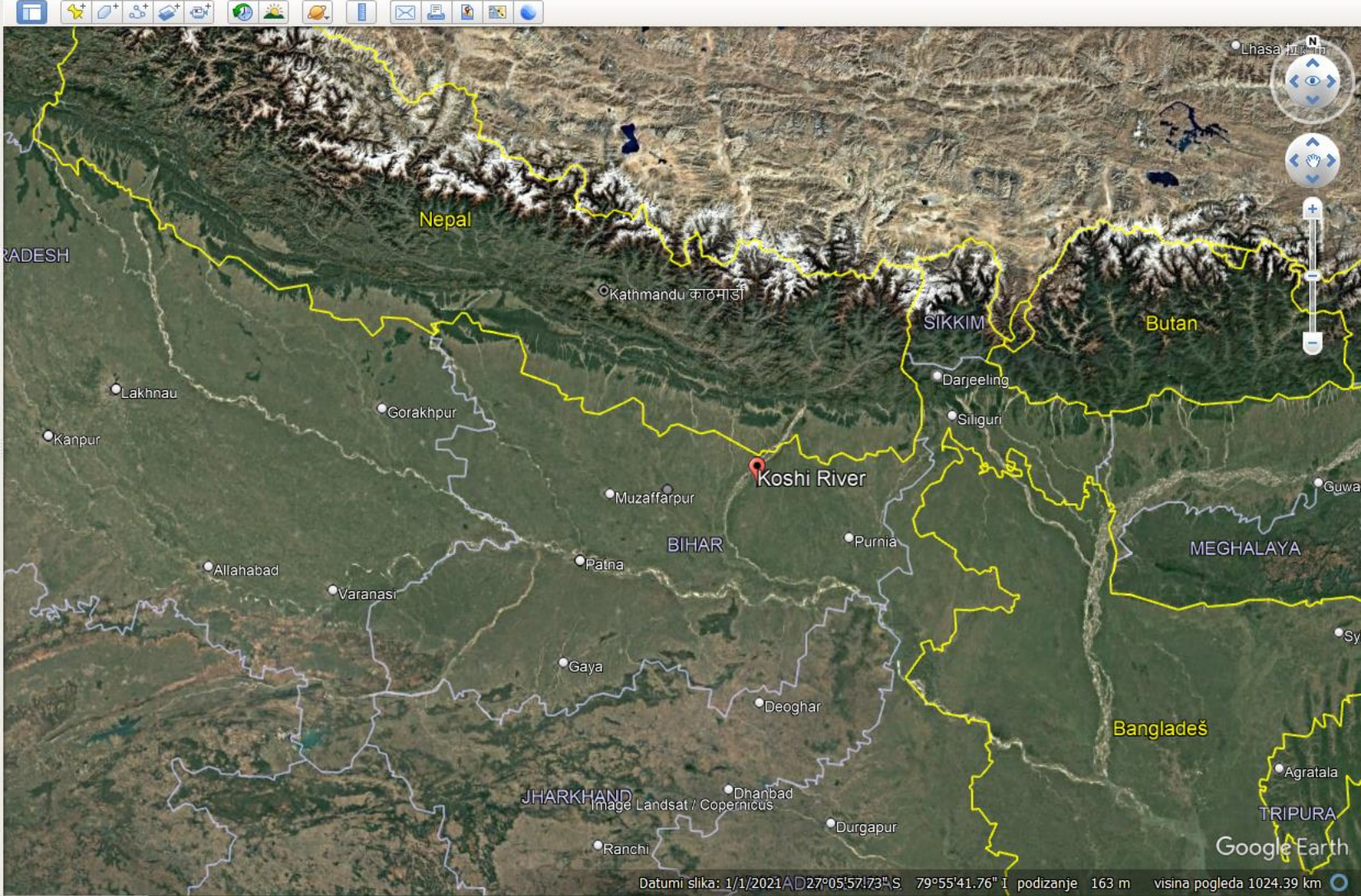
Placeholder for search results.

▼ Miesta

- Moja mjesta
- [Razgledavanje](#)
Provjerite je li uključen sloj "3D zgrade"
- Lip-Sk-Zg 250504
- Privremena mjesta

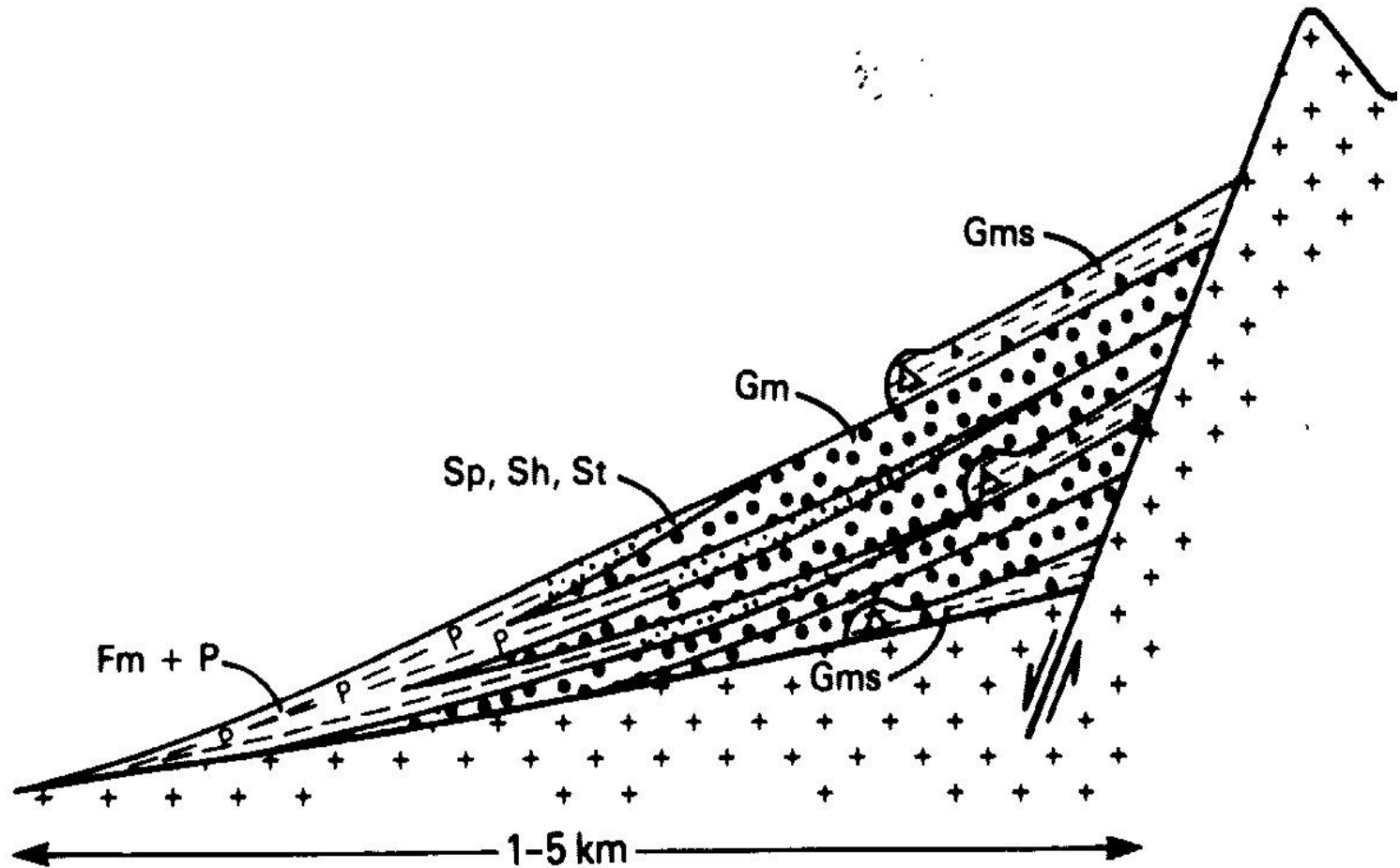
▼ Slojevi

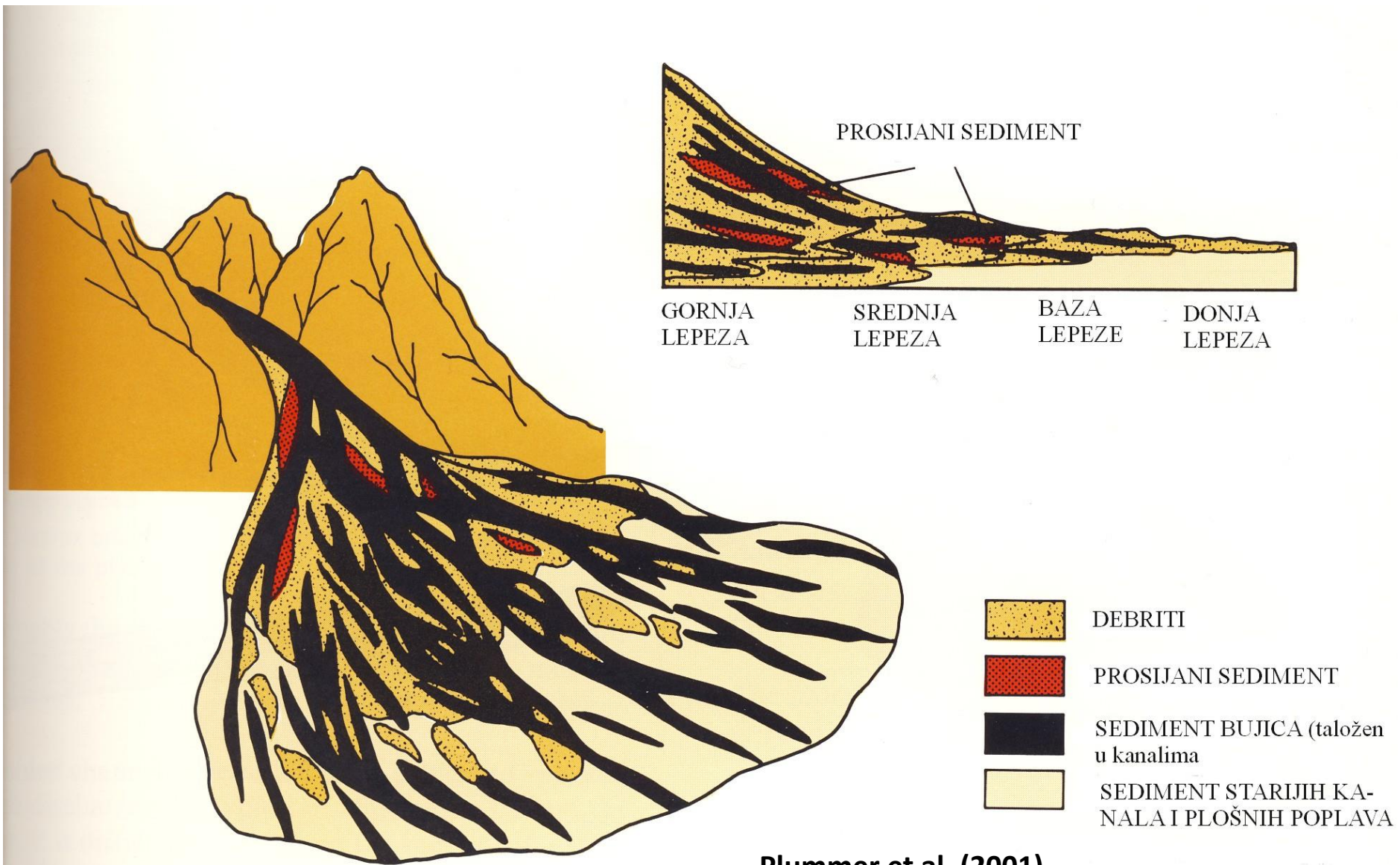
- Primarna baza podataka
 - Objave
 - Granice i oznake
 - Mjesta
 - Fotografije
 - Ceste
 - 3D zgrade
 - Vrijeme
 - Galerija
 - Više



Datumi slika: 1/1/2021 AD 27°05'57.73"S 79°55'41.76" E podizanje 163 m visina pogleda 1024.39 km

Općenito prevladavaju krupnozrnastiji sedimenti (najčešće **šljunci** i krupnozrnasti **pijesci**). Sastav se mijenja udaljavanjem od vrha (*apexa*) lepeze, ali i veličina zrna opada. Sastav sedimenata lepeza je nezreo, a obično ga čini veliki raspon vrsta čestica, koje svjedoče o geologiji izvorišnog područja.



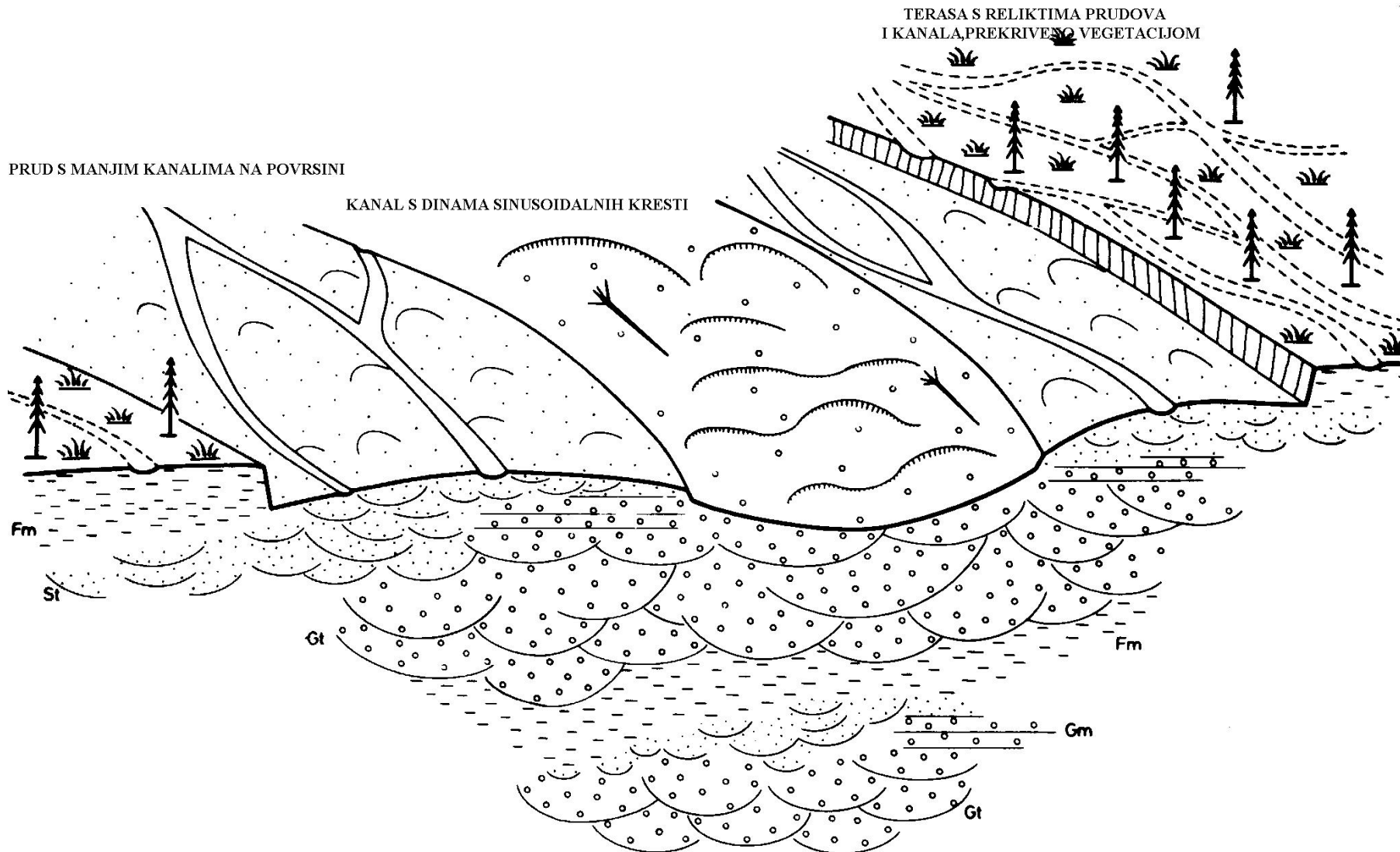


Plummer et al. (2001) -
prilagođeno

Prepletene rijeke - vijuganje korita nije izraženo. Rijeke su sposobne transportirati **šljunak** i **pijesak**. U njihovom zaleđu nalazi se tektonski aktivno područje.



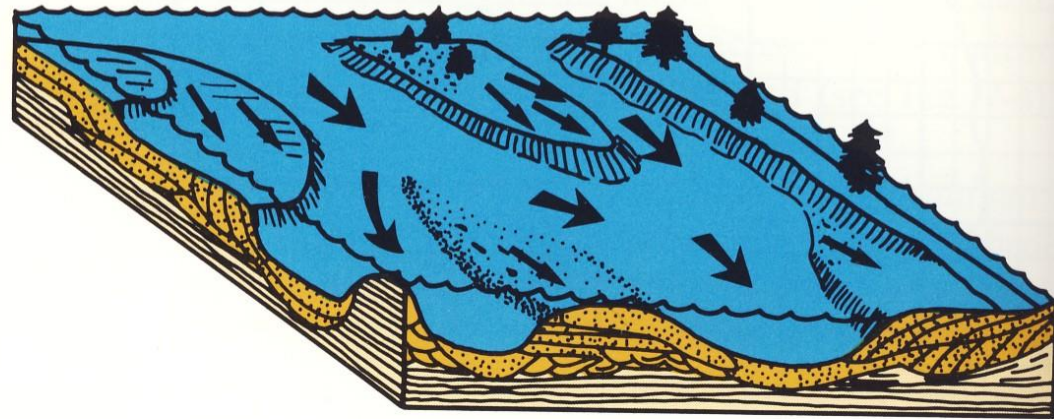
Brojni prudovi razdvajaju tok na puno manjih, koji se “isprepliću” i teku oko prudova.



Po dnu riječnog korita migriraju subakvatske **dine** (prenose **šljunak** i **pijesak**) srednjih do velikih dimenzija koje tvore kosu ili koritastu kosu slojevitost. Velike dine, ravnih, sinusoidalnih do jezičastih kresti mogu činiti **pješčane prudove**. Prudovi dijele tok u manja korita, a izranjaju za srednjeg do niskog protoka vode.

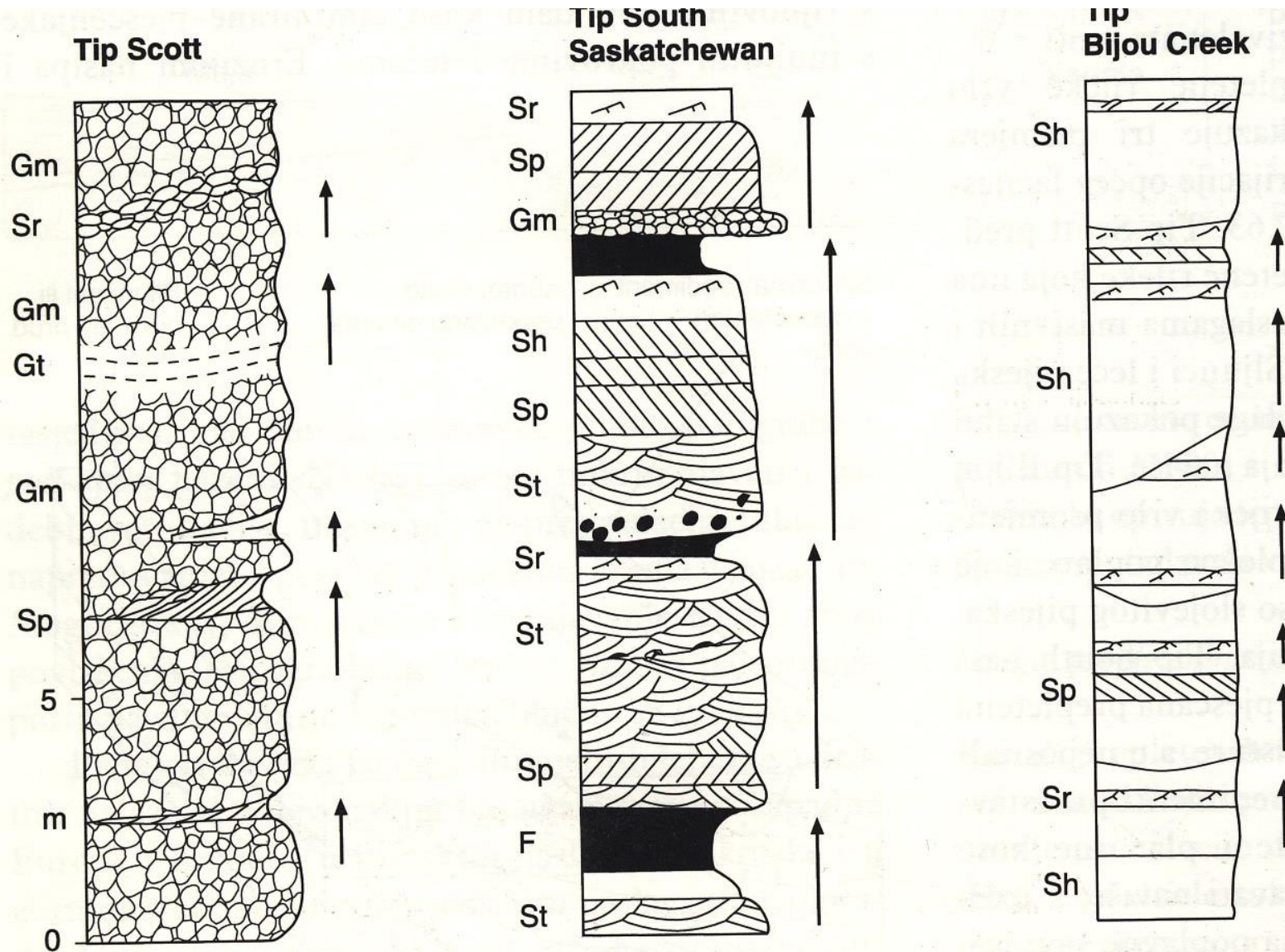


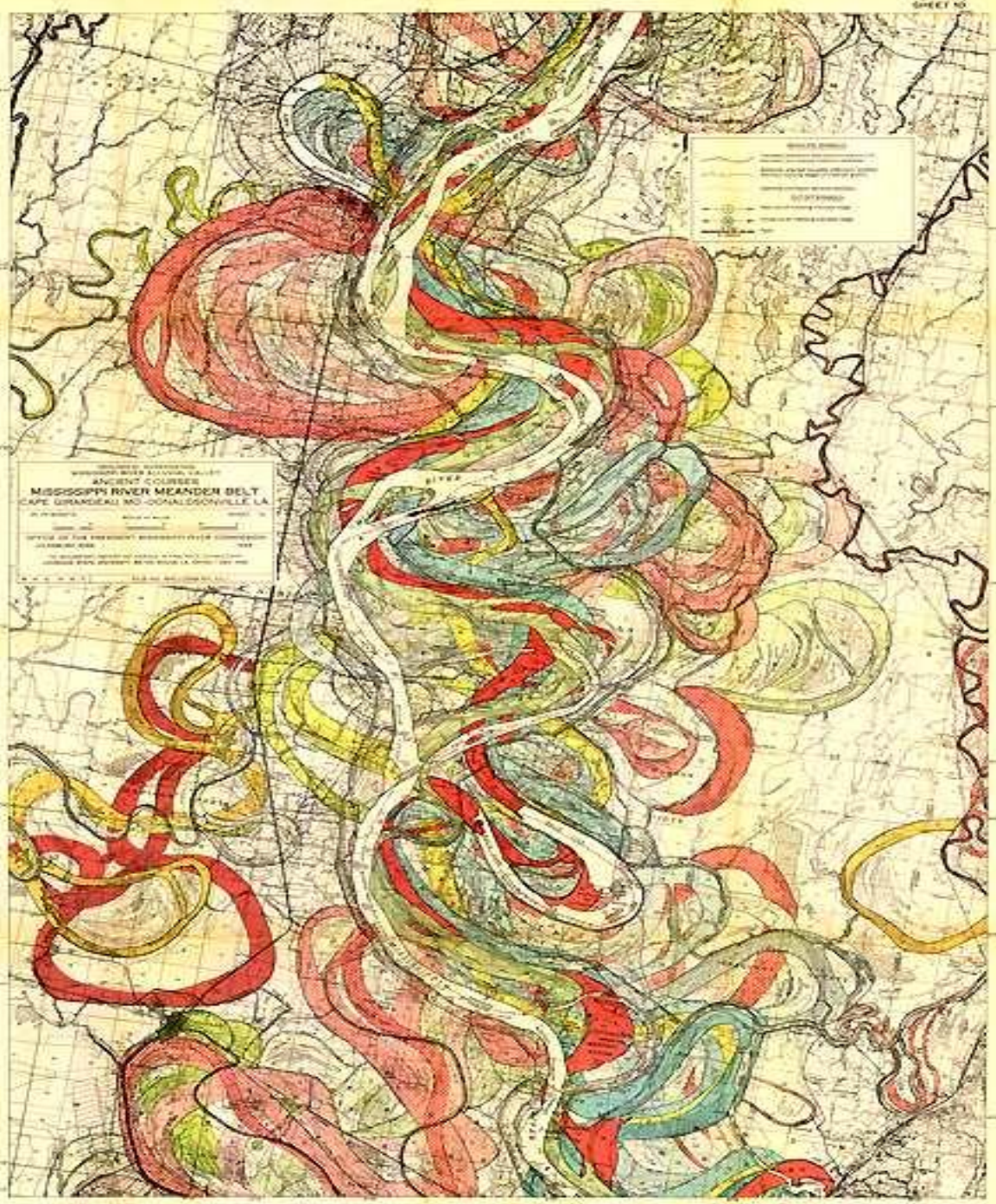
(A)



Plummer et al. (2001)
(B)

Recentne (i stare) prepletene rijeke vrlo su varijabilne. Tri primjera sjevernoameričkih rijeka ilustriraju varijacije općeg facijesnog modela.





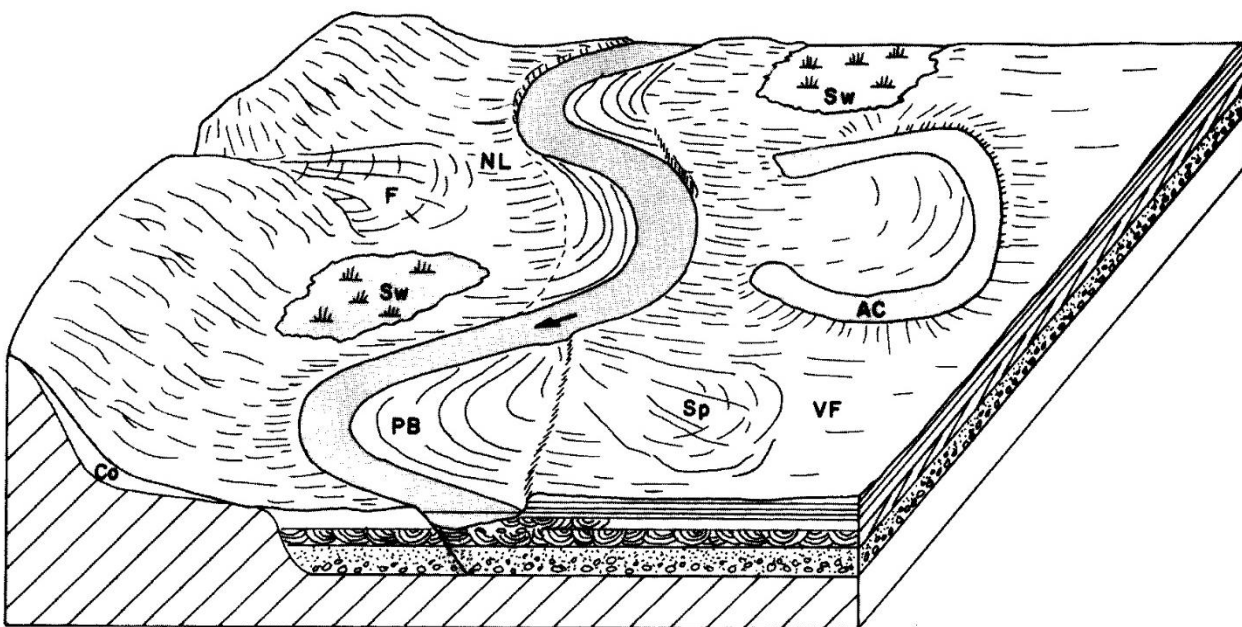
Meandrirajuće rijeke - korita su im izrazito zavojita. Položaj korita meandrirajuće rijeke se mijenja, ali kroz dulje vrijeme i zahvaljujući drugim procesima od onih kod prepletenih rijeka.

Mississippi River

Meandrirajuće rijeke teku sporo - to su dolinske rijeke i transportiraju najsitniji materijal - **sitni pijesak, silt i glinu**. Meandrirajuće rijeke imaju obilježja koje najlakše prepoznamo kao riječne facijese.



Facijesi meandrirajuće rijeke



Facijes riječnog korita

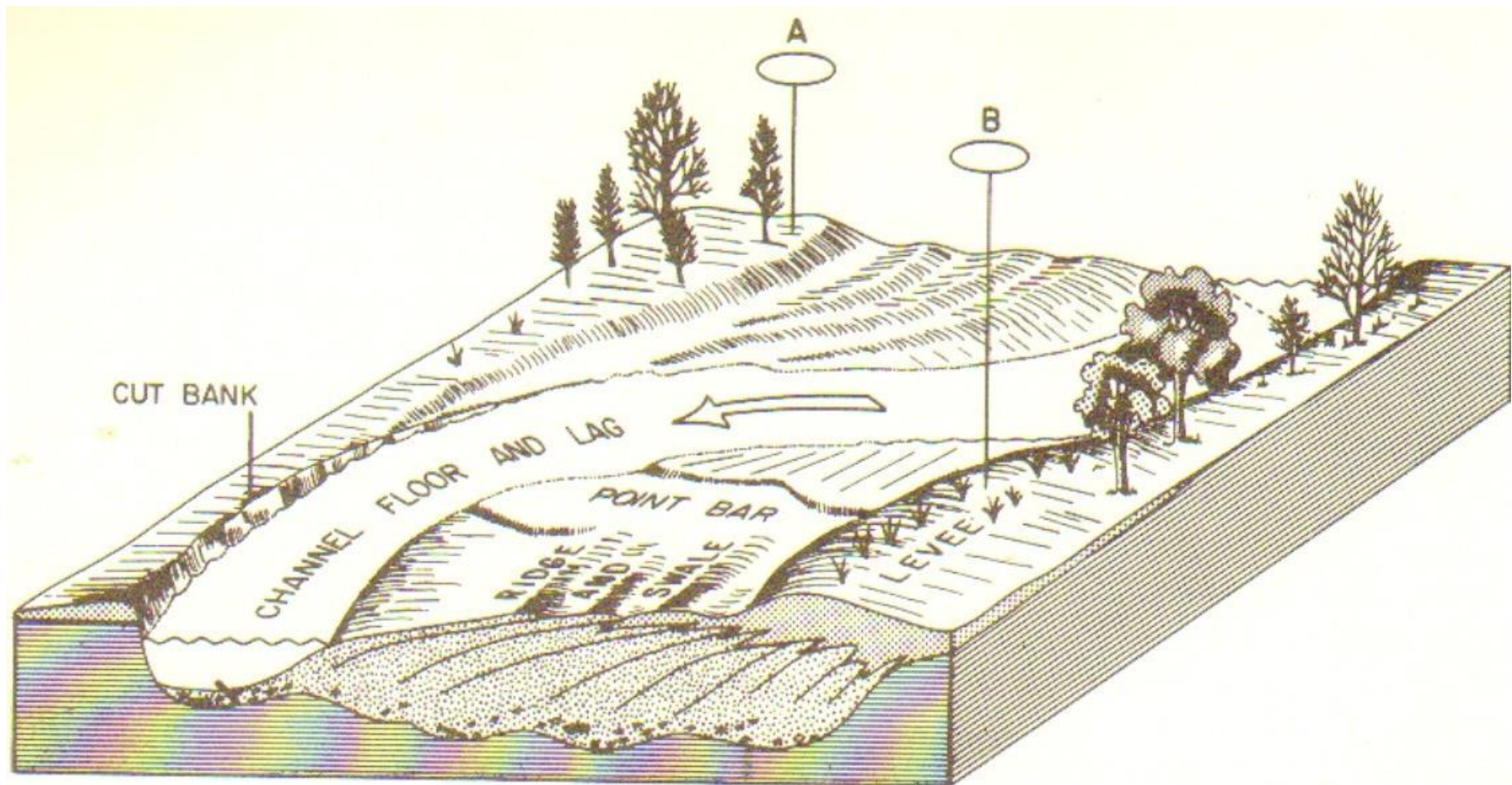
Facijes meandarskog
pruda

Facijes poplavne ravnice

Facijes nasipa i proboja
nasipa

Facijes rukavaca

Facijes mrtvaje i
močvare



facijes meandarskog pruda



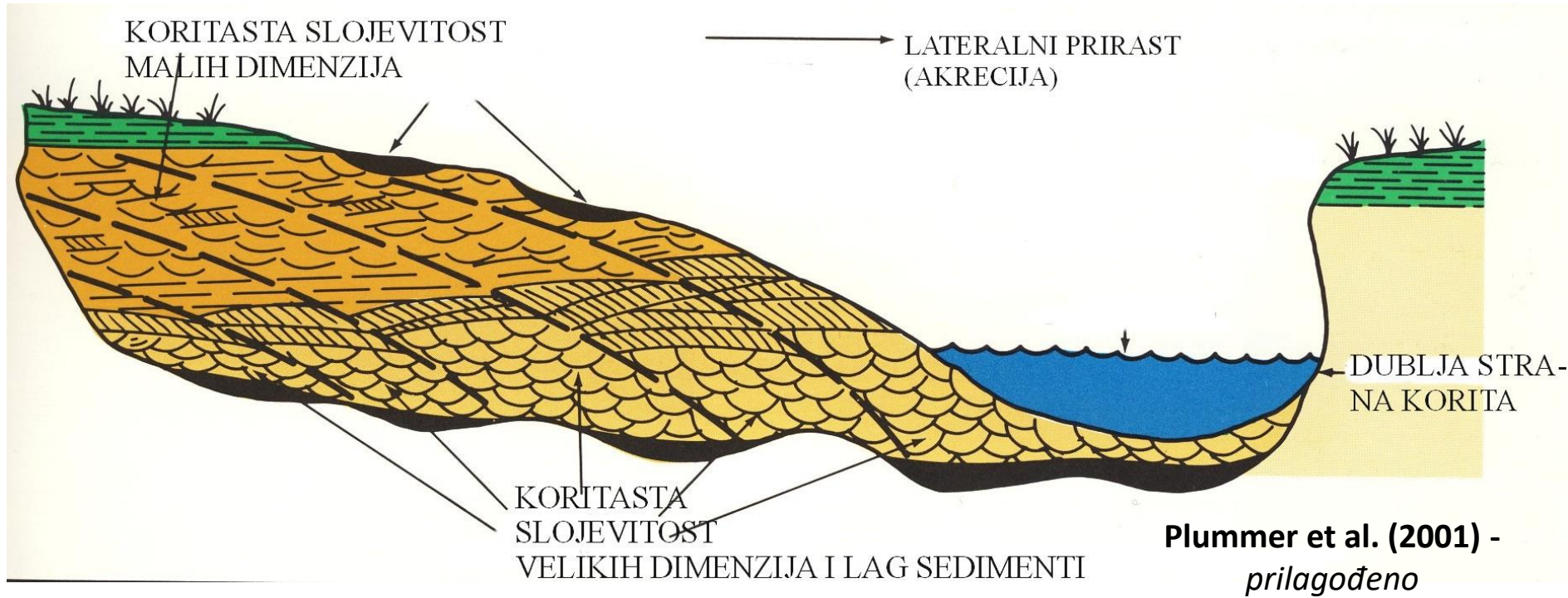
1985

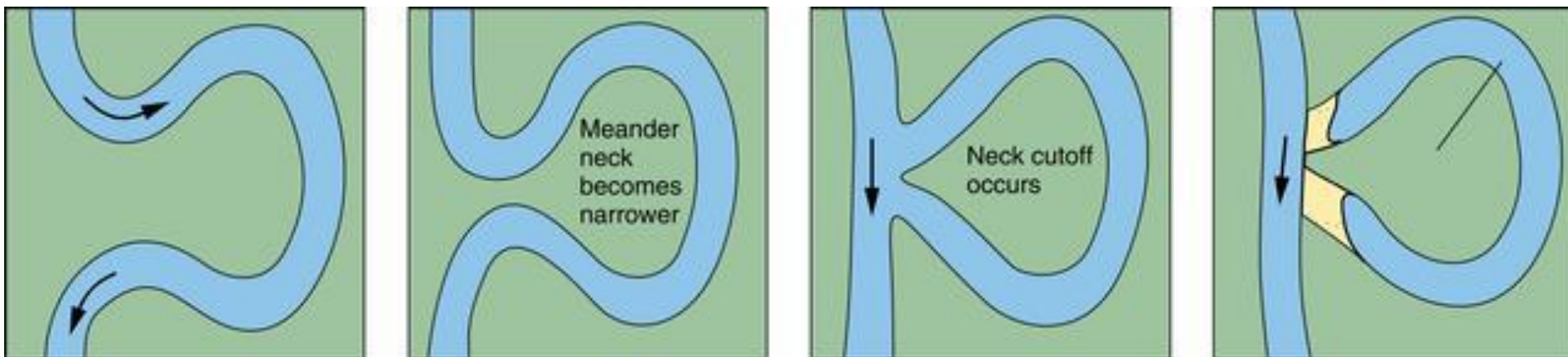
Image © 2026 Airbus

Google Earth

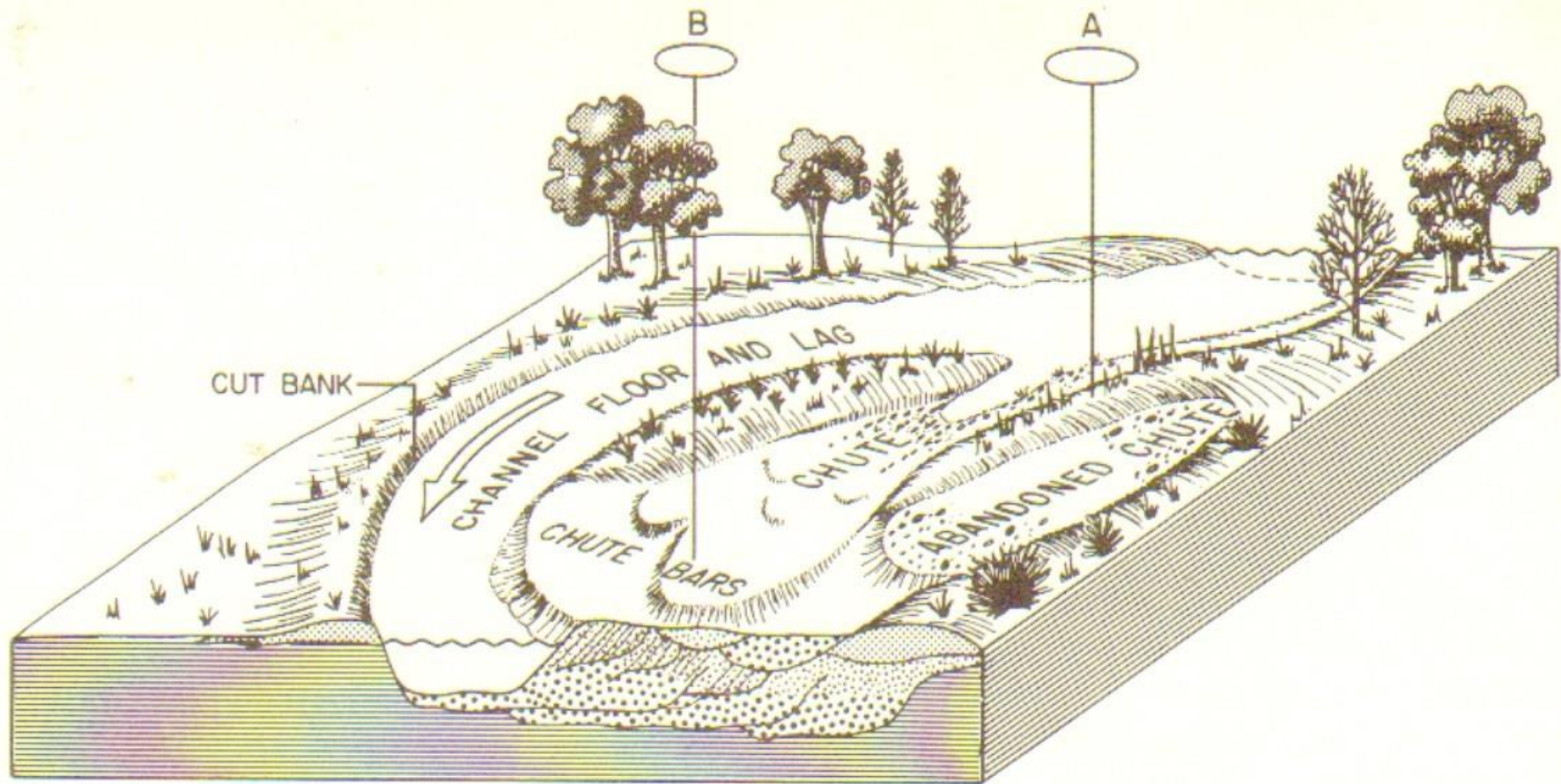
Datumi slika: 25/8/2023 45°24'55.13" S 16°34'56.42" I podizanje 92 m visina pogleda 1.89 km

lateralni akrecijski prirast – sigmoidalna kosa slojevitost





Taloženjem meandarskih prudova na dijelu korita gdje je brzina rijeke mala (tu nema erozije), dolazi do formiranja sve veće zavojitosti rijeke. U kritičnom trenutku rijeka izdubi kraće, novo korito i nastaju **mrtvaje**, a potom **močvare**.





Velika Toka

Krapje

Park prirode Lonjsko polje

Drenov Bok

Višnjica

Tanac

Čuklinac

Uštica

Jasenovac

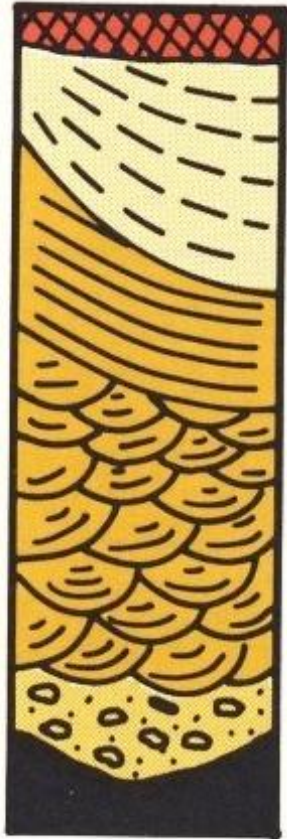
Image © 2026 Airbus

OPG KATARINA ČEVIZOVIĆ

Google Earth

1985

Datumi slika: 23/8/2024 45°15'37.53" S 16°51'40.03" I podizanje 91 m visina pogleda 10.55 km



rukavac ispunjen
glinom

kompleksan kosa
laminacija

-koritasta kosa sl.
meandarskog pruda

lag

erozijaka baza

Rukavci (engl. *chutes*) nastaju kod velikih poplava, kada nabujala voda probija nove kraće kanale izravno preko već istaloženih meandarskih prodova. Tom prilikom velika količina krupnog materijala iz glavnog kanala usmjeruje se na novu trasu (rukavac) i pritom se taloži najkrupniji materijal iz toka, erodirajući taloge meandarskog pruda preko kojih prolazi.

Talože se agradacijski prudovi kao kanalska ispuna.

Facijes nasipa se sastoji od lamina ili tankih slojeva silta i nešto gline.

Za vrijeme poplava voda prelazi preko rubova riječnog korita i razlijeva se u tzv. poplavnu ravnicu.

Takvi tokovi nisu kanalizirani, a njihova brzina opada s udaljavanjem od toka. Sukladno tome, opada i količina pijeska, tj. najprije se taloži **pijesak**, a sve dalje od riječnog korita **pelitni sediment**.

Ponekad je razvijena riplasta ili ravna planarna laminacija, kao odraz vučnog transporta najkrupnijih čestica (pijesak).

Karakteristično je također puno glinovitih prevlaka po riplovima - tzv. **flazer slojevitost**.



Čeperlin

Bricin hrast

TRADICIJE-ČIGOČ
Čigoč

Mužilovci

Image © 2026 Airbus

1985

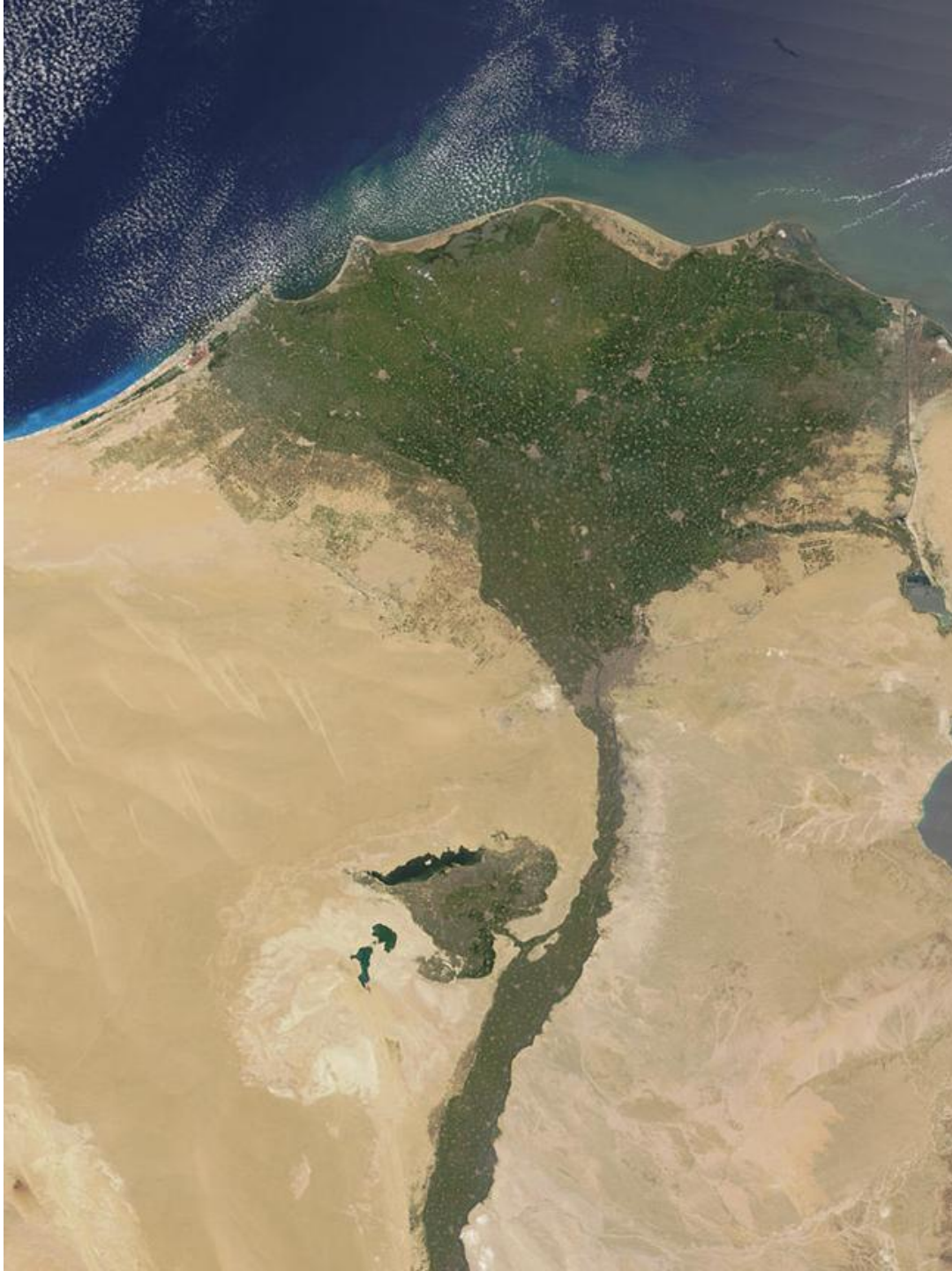
Datum slike: 28/8/2023 45°26'40.11" S 16°39'47.23" I pod

Poplavna ravnica sastoji se od **najsitnijeg** materijala, taloženog iz **suspenzije** prilikom poplava. Rata sedimentacije je mala, a glavna karakteristika je izrazita prerada sedimenata djelovanjem organizama (bioturbacija), kao i pedogenetski procesi.

Navedenim procesima uništava se primarna tekstura ovog facijesa.

U područjima sa **suhom klimom**, poplavna ravnica može biti prekrivena drvećem ili travom, a lokalno se razvijaju i područja s **eolskim dinama**.

U područjima s **vlažnom klimom**, gdje je voda temeljnica visoko, u poplavnoj ravnici nastaju močvare ili mala jezera. Iz takvih močvara naseljenih višim biljem razvijaju se **tresetišta**.



Herodot prvi upotrebljava naziv **DELTA** prema grčkom slovu istog oblika.

“Deltna lepeza”

Fosili - marinski i slatkovodni.

Subaerski i subakvatski
facijesi.

Delta se (generalno) sastoji od:

a) **DELTNE RAVNICE** - subaerski dio delte; distribucijski kanali.

b) **ČELA DELTE** - mjesto gdje delta izravno napreduje u bazen. Obično se sastoji od **dobro sortiranih pijesaka**.

c) **PRODELTE** – područje bazena ispred i sa strane čela delte. Normalni bazenski sedimenti, ali i najsitniji sedimenti doneseni rijekom (**vrlo sitni pijesci, siltovi i gline**).

Taloženje na ušću ovisi o gustoći vode bazena i rijeke! Obično je voda bazena gušća, nego ona donesena rijekom. Ovisno o gustoći, nastaje pridneni tok - „*underflow*“ (*hiperpycnal*) ili plutajući tok - „*overflow*“ (*hypopycnal*).

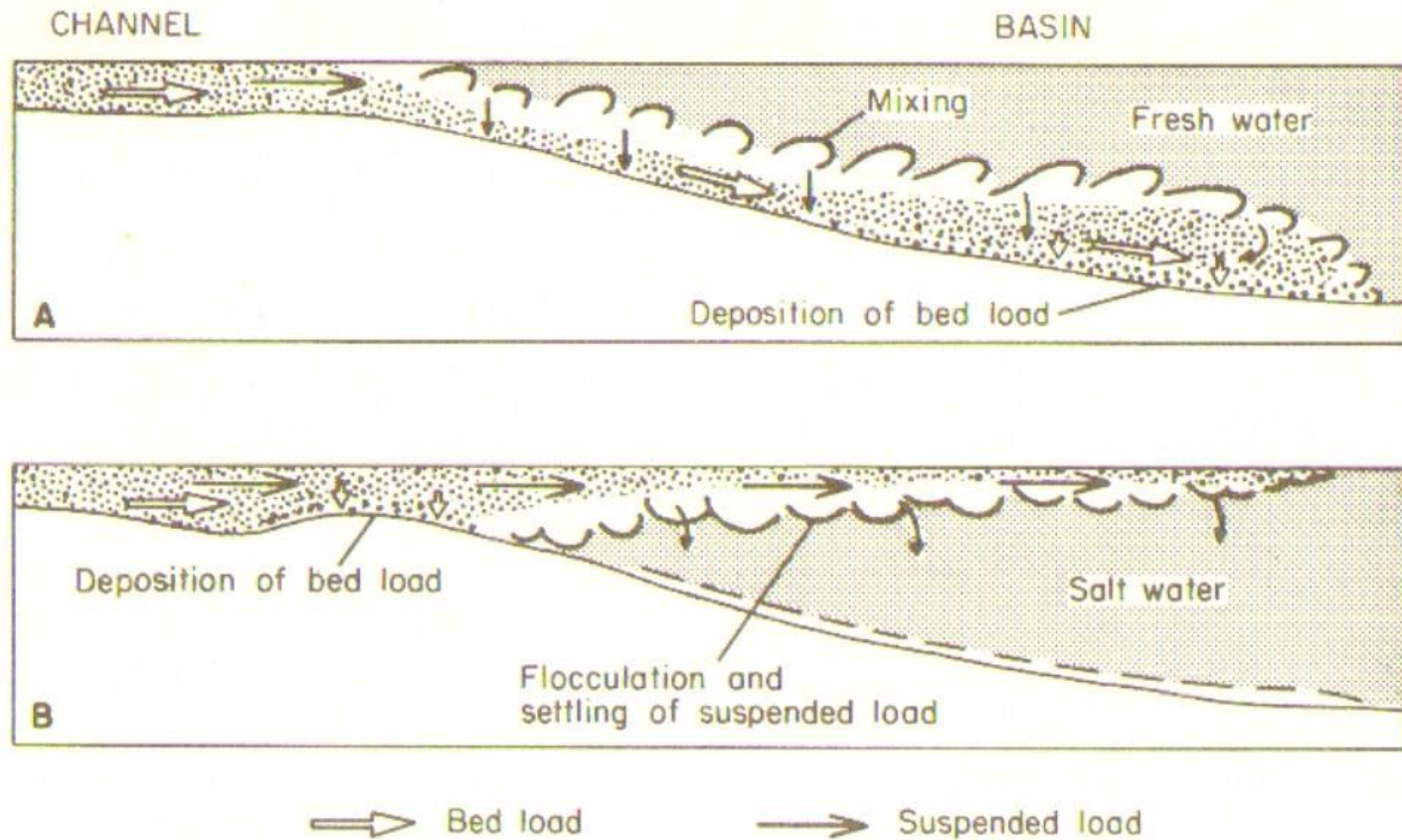


Figure 5-1. (A) Hyperpycnal flow from an orifice occurs when influent river water is denser than basin water, consequently flow remains attached to the bottom, sweeping bed load down the basin flank. (B) Hypopycnal flow occurs when influent water is less dense and rides out over basin water as a laterally expanding plume. (Modified from Bates, 1953.)

Taložni procesi u delti

Delte se u svom gornjem dijelu sastoje uglavnom od distribucijskih kanala i ušćevnih prudova na njihovom završetku. Mreža distribucijskih kanala predstavlja deltnu ravnicu. Na facijese deltne ravnice utječe prisutnost ili odsutnost vegetacije te vrsta bilja.

Ispuna distribucijskih kanala **pijeskom** je glavno obilježje **facijesa deltne ravnice**. Lateralno postoje facijesi **nasipa, proboja nasipa, močvare i jezera**.

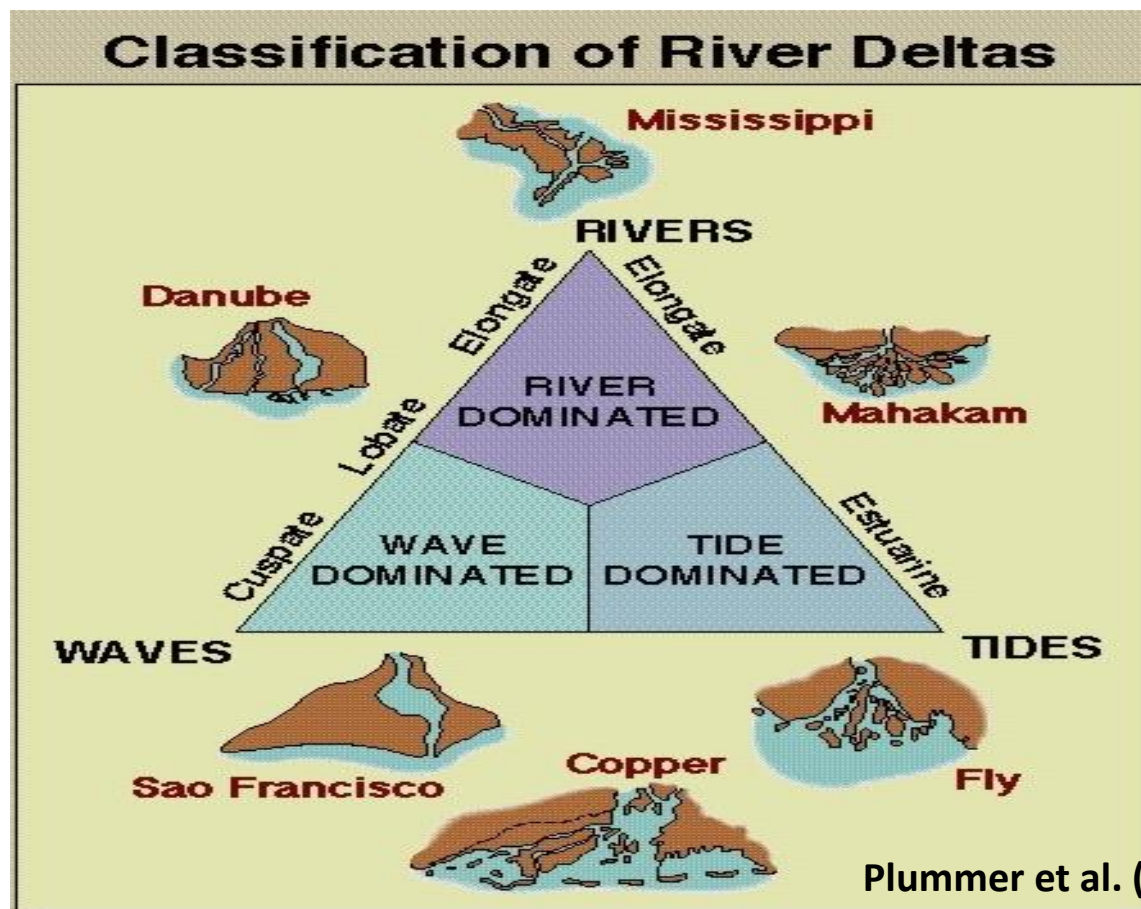
Proboji nasipa su česti u deltnoj ravnici. Nastaju u vrijeme poplava i mogu razviti sporedne subdeltne lepeze (Mississippi delta - *birdfoot* delta).

Na **ušćima** je doneseni materijal izuzetno dobro sortiran (pijesak). Pijesak koji se taloži odmah na ušću tvori **prud ušća (ušćevni prud)**. Vrlo sitni pijesak i silt odnose dalje od ušća i talože u području **prodelte**, uglavnom slijeganjem iz **suspenzije**.

Prodeltni sedimenti sastoje se od vrlo sitnog materijala taloženog iz suspenzije ili povremenim strujama.

Opće prihvaćena **klasifikacija delti** ovisi o prevladavajućem taložnom procesu na samom ušću:

- dominantni utjecaj **riječnih procesa** – fluvijalna delta
- dominantni utjecaj **valova**,
- dominantni utjecaj **plime i oseke**, odnosno prerada donesenog materijala tajdalnim strujama



Redistribucija (pretaloživanje) materijala u delti:

Redistribucija se zbiva s materijalom na ušću (čelu delte).

Valovi koji udaraju u sediment donesen na ušće mogu taj sediment pretaložiti. Ako se radi o pretaloživanju djelovanjem **valova**, formira se niz **uzdužnih pješčanih prudova**, odnosno hrptova, orijentiranih dužom osi pruda paralelno obali.

Za razliku od valova, **tajdalne struje** se kreću poprečno na obale te će redistribuirati materijal čela delte u niz uzdužnih prudova, orijentiranih okomito na liniju obale (sukladno riječnom toku).

Varijacije u taloženju za niskog i visokog vodostaja (poplave):

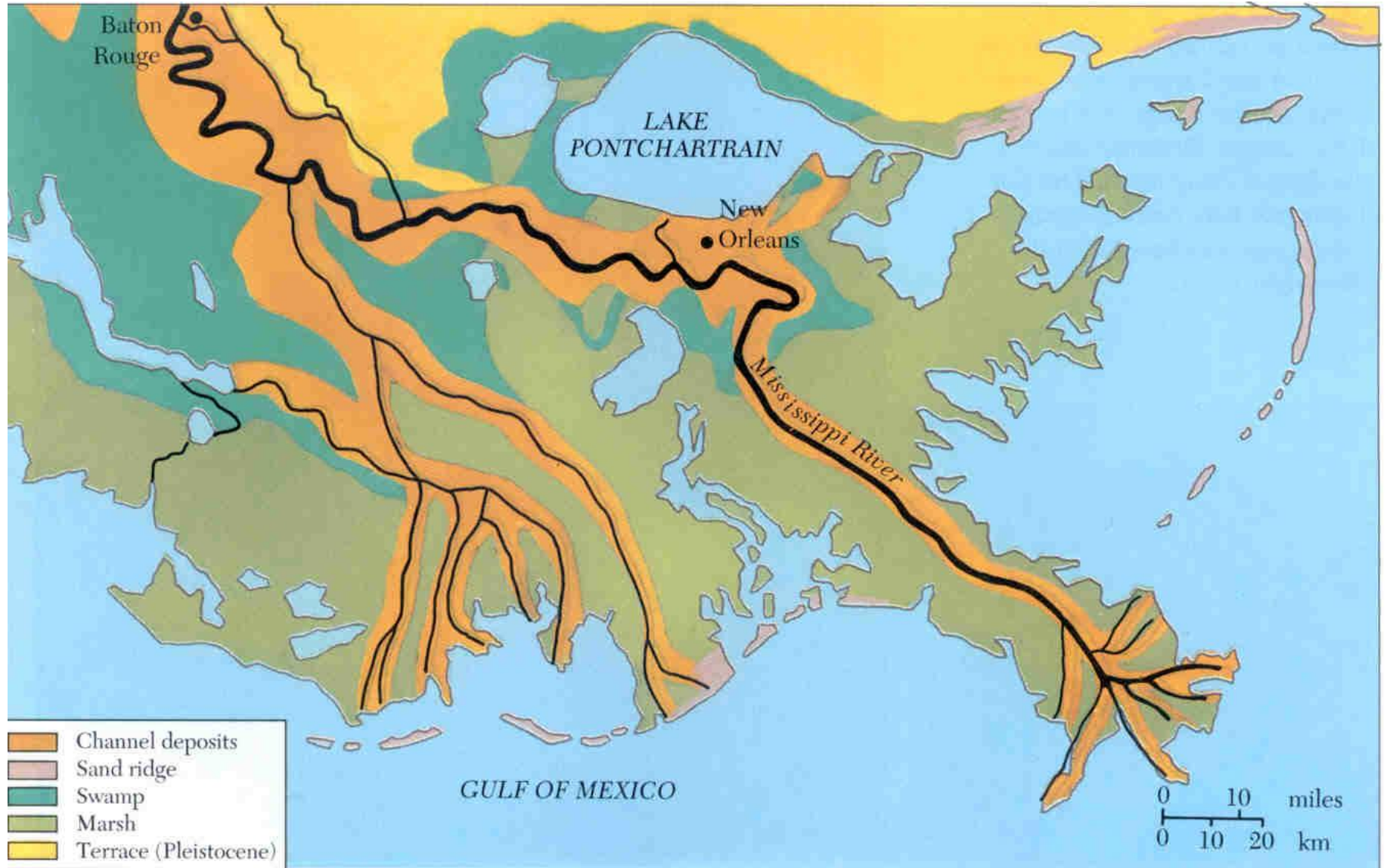
Za poplava, sediment se odnosi dalje prema bazenu i taloži se na sedimente prodelte.

Estuariji – “potopljena riječna korita” (potopljeni distribucijski kanali delte). Sedimenti čela delte su često prerađeni gravitacijskim tokovima koji se formiraju na strmini čela delte. Stalne oceanske struje mogu također redistribuirati materijal.

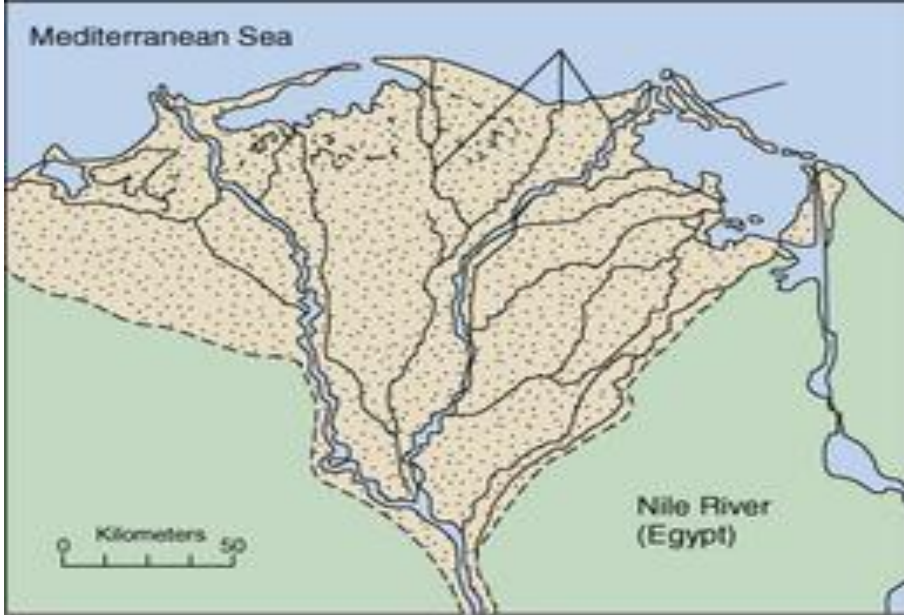
Mississippi River delta



dominacija riječnih procesa

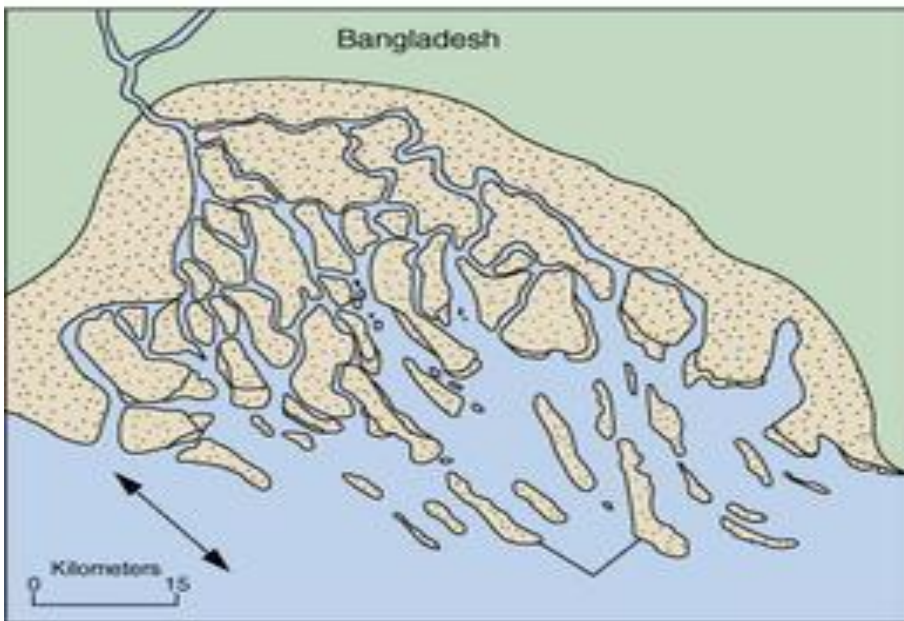


Plummer et al. (2001)



dominacija valova

A Wave-dominated delta



dominacija tajdalnih struja


B Tidal-dominated delta



▼ Pretraživanje

Rhône

Npr.: Pizza u Našicama, HR

[Dohvati upute](#) [Povijest](#)

 Rhône

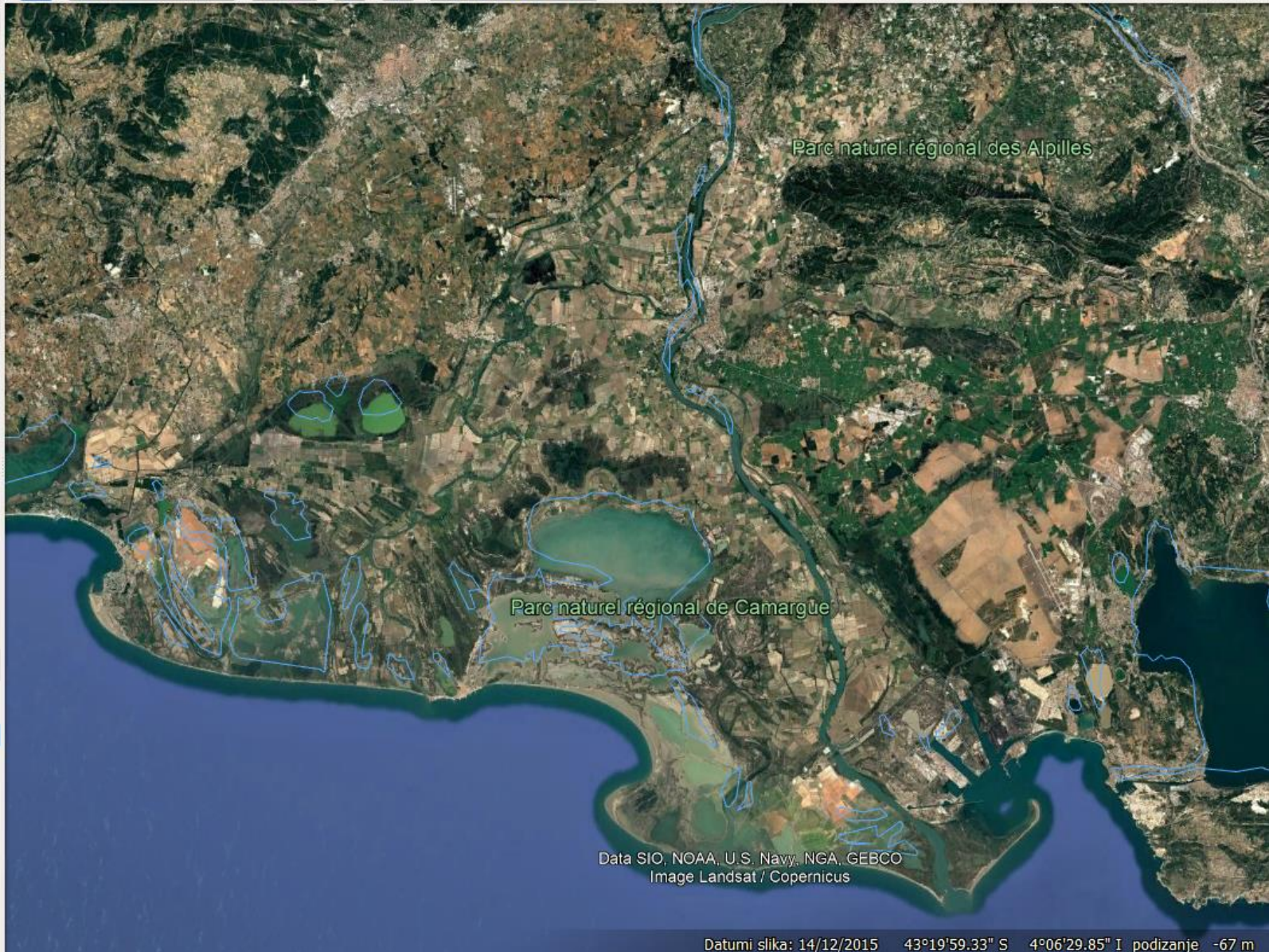
▼ Mjesta

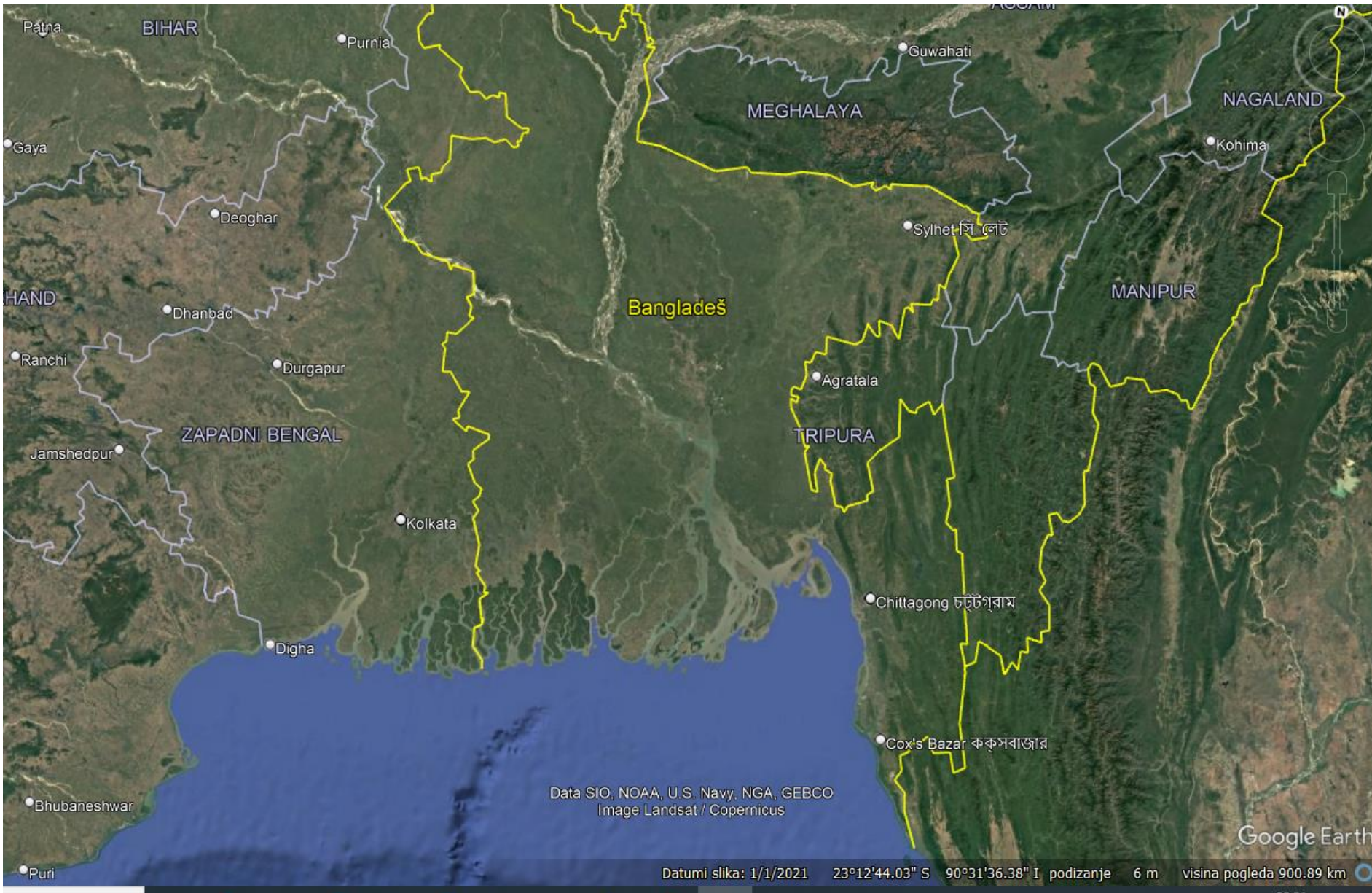
- Moja mjesta
- [Razgledavanje](#)
Provjerite je li uključen sloj "3D zgrade"
- Lip-Sk-Zg 250504
- Privremena mjesta

▼ Slojevi

- Primarna baza podataka
- Objave
- Granice i oznake**
- Mjesta
- Fotografije
- Ceste
- 3D zgrade
- Vrijeme
- Galerija
- Više
- Teren





Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image Landsat / Copernicus

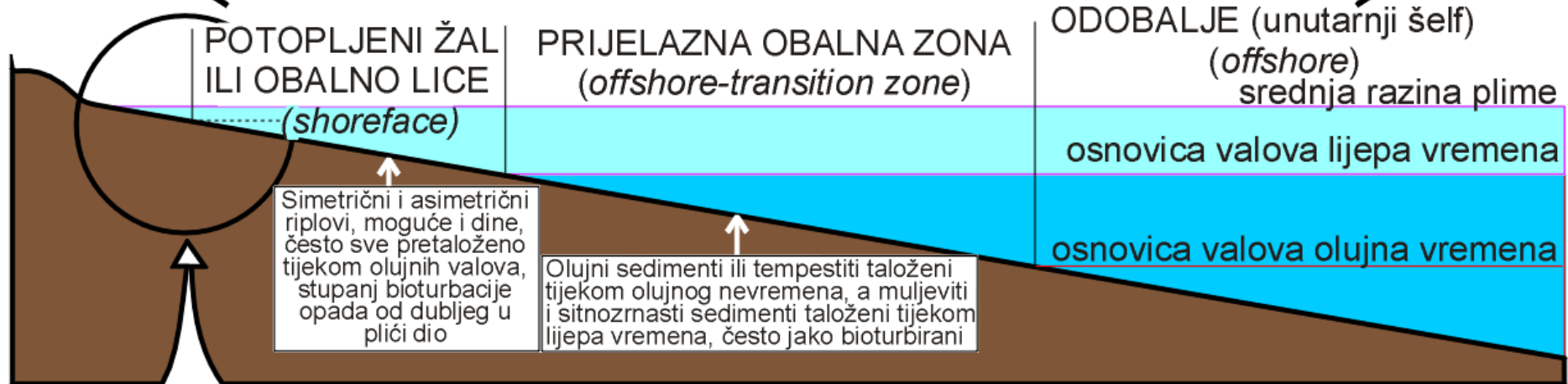
Google Earth

Datumi slika: 1/1/2021 23°12'44.03" S 90°31'36.38" I podizanje 6 m visina pogleda 900.89 km

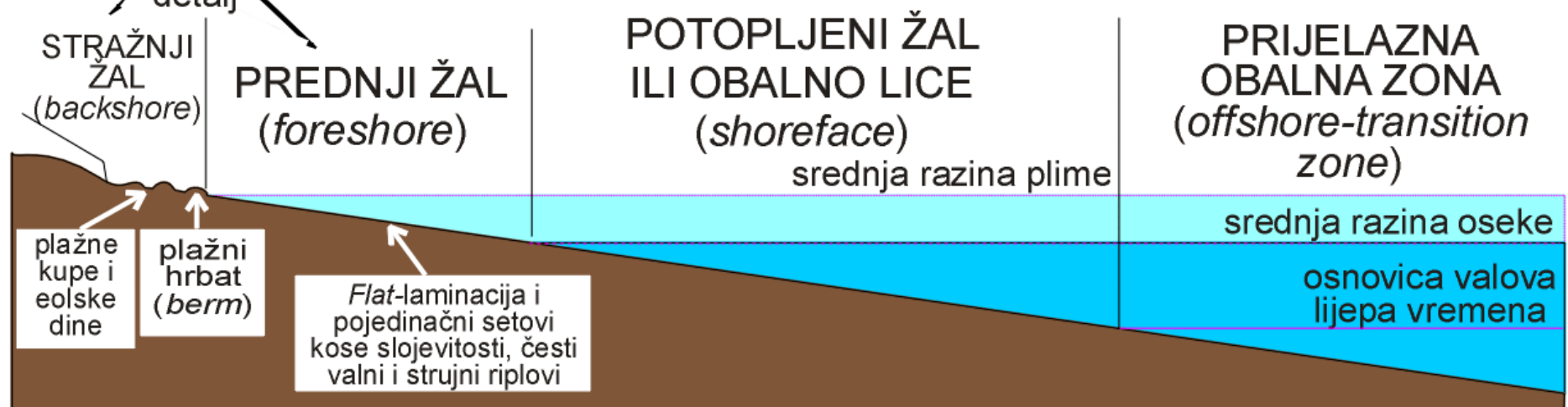
zona
zapluskivanja

zona loma valova

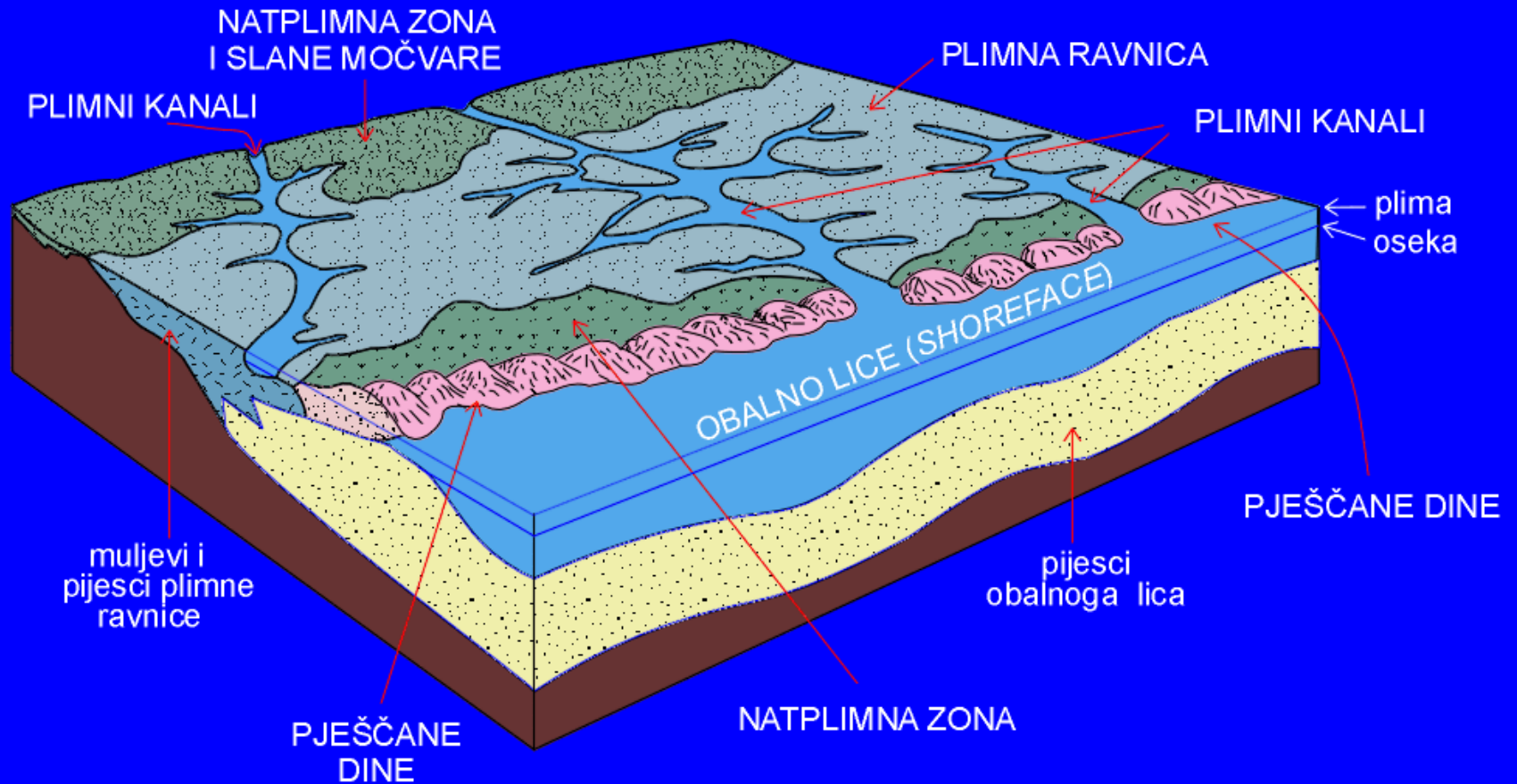
zona oscilirajućih valova



detalj



TALOŽNI SUSTAV NA MULJEVITOJ PLIMNOJ RAVNICI





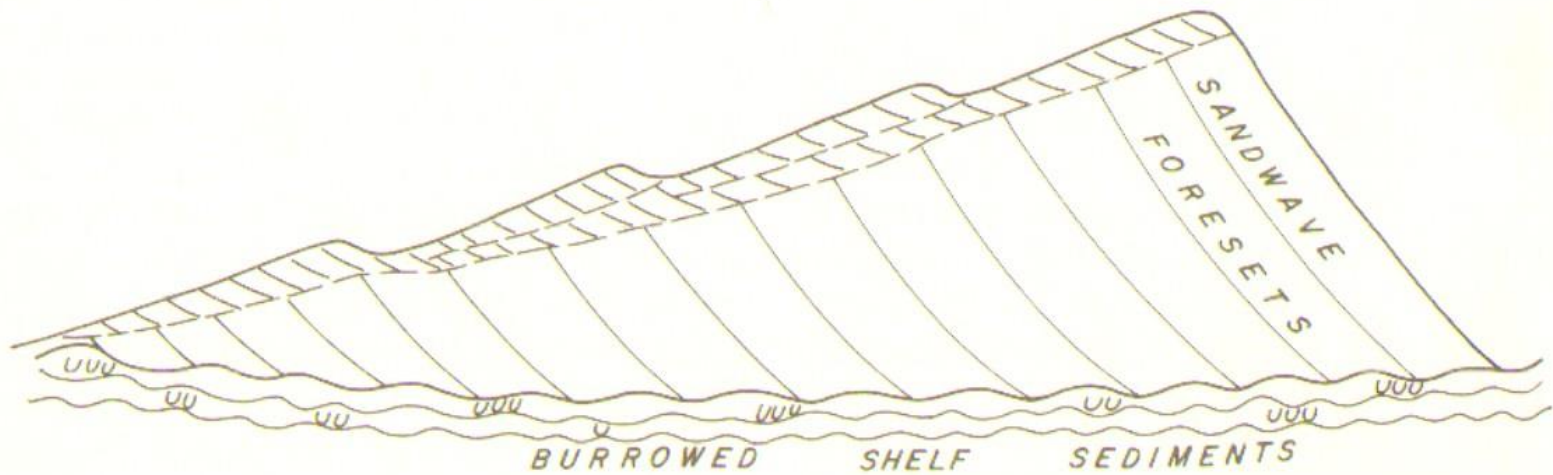
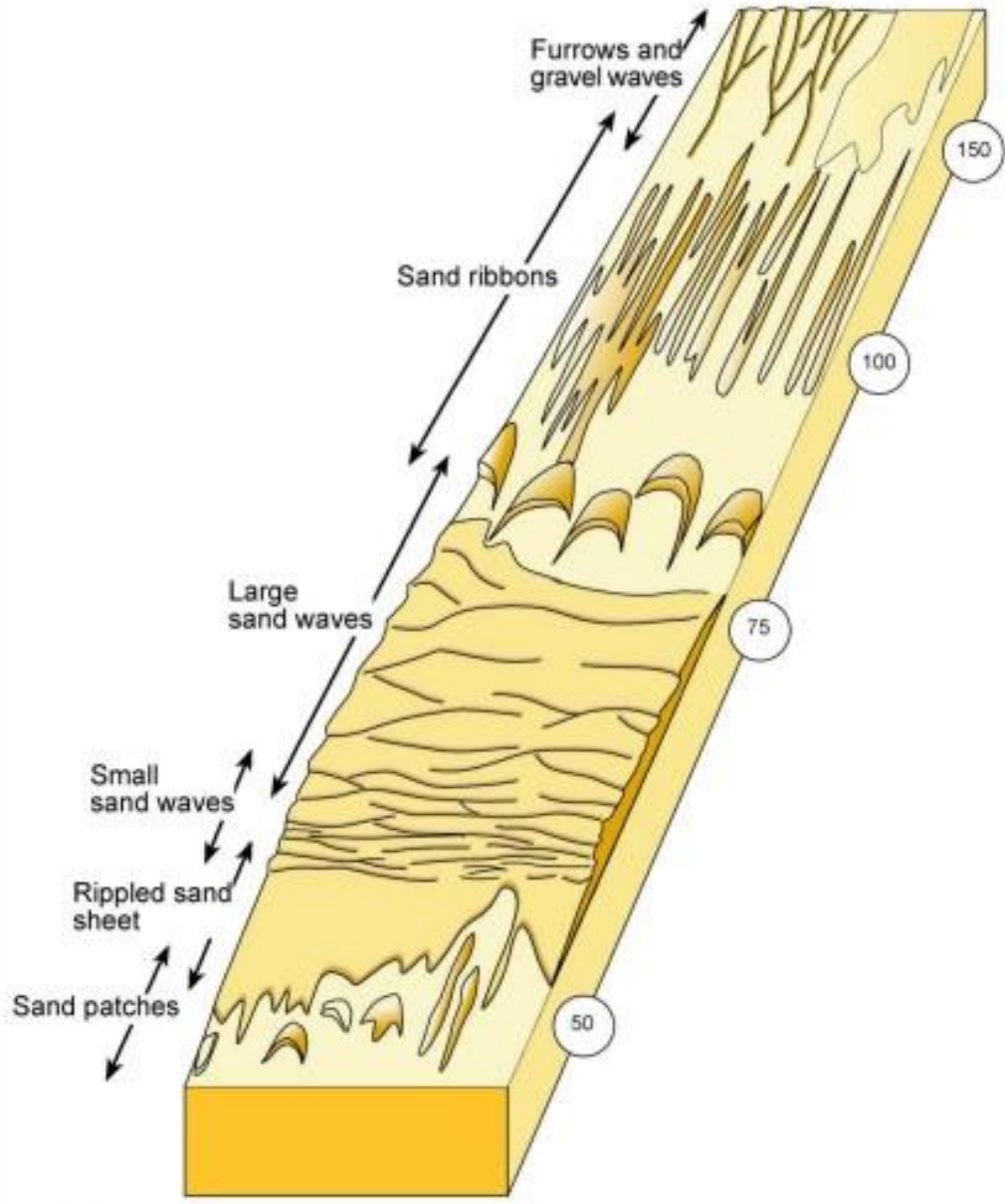


Figure 7-5. Sand-wave foresets overlain by smaller scale cosets produced by migration of overlying trains of dunes. (After McCave, 1971 a.)

General bedform distribution model



50 Peak spring tidal current velocity (cm/sec)

redrafted by Nautilus Ltd.

Plummer et al. (2001)





barijerni otok Sandy Beach, North Carolina





laguna





Boat Cove, West Caicos

Plummer, C.C., McGeary, D., Carlson, D.H. (2001): Physical geology: featuring the Smithsonian Institution's Journey through geology CD-ROM, McGraw-Hill, Boston

Tišljar, J. (2004): Sedimentologija klastičnih i silicijskih taložina. *Institut za geološka istraživanja, Zagreb*, 426 str.

Tišljar, J. (1994): Sedimentne stijene. Školska knjiga, Zagreb, 422 str.

