

Hidromorfologija

međudjelovanje vode i reljefa

Izv. prof. dr. sc. Ivan Čanjevac

Hidromorfološki aspekt hidrogeografije obuhvaća razmatranje odnosa i utjecaja između vode i reljefa (Riđanović, 1993.).

Pod pojmom **hidromorfologija** smatra se interdisciplinarno područje koje povezuje hidrološka i fluvijalna geomorfološka obilježja i procese na tekućicama (Belletti i dr., 2015.) s ciljem poboljšanja ukupnog ekološkog stanja te kvalitetnog upravljanja i revitalizacije tekućica (Newson i Large, 2006.).

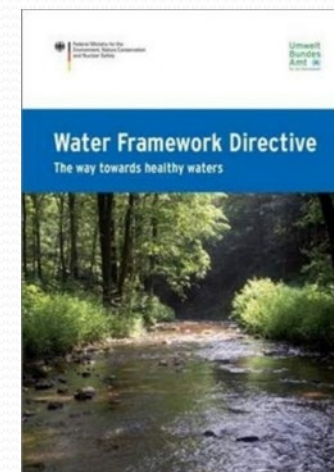
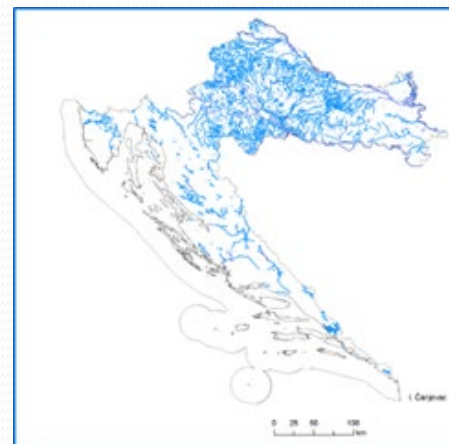
Hidromorfološko stanje kako ga opisuje **ODV**, obuhvaća obilježja (Hrvatske vode, 2013.): **hidrološkoga režima, neprekinutosti (kontinuiteta) vodotoka i morfologije korita**...kao podupirajućih elemenata dobrom biološkom stanju.

Za zdrave tekućice potrebno je imati dobre abiotičke uvjete (oni su podupirući), što znači dobre fizikalno-kemijske i hidromorfološke uvjete!

Okvirna direktiva Europske Unije o vodama (ODV) ili Direktiva 2000/60/EC Europskog parlamenta:

- Stupila na snagu 22.12.2000. - prekretnica vodnoga gospodarstva Europe premda se od 1970.-ih donose različiti propisi.
- Petogodišnji proces pregovaranja rezultirao je dogovorom oko **ključnih principa** suvremenog upravljanja vodnim resursima koji su temelj ODV-a

Hrvatska je članica EU od 2013.



Koja je svrha ODV-a?

Direktiva uspostavlja **okvir za zaštitu svih voda** (unutarnjih površinskih, prijelaznih, obalnih i podzemnih voda) **čime:**

- **sprječava** daljnje pogoršanje, **štiti i poboljšava** status vodnih resursa
- **promovira** održivo korištenje voda temeljeno na dugotrajnoj zaštiti vodnih resursa
- **cilja** na poboljšanje zaštite i unaprijeđenje vodnih ekosustava
- **osigurava** progresivno smanjivanje onečišćenja podzemnih voda i prevenciju budućih onečišćenja
- **pridonosi** smanjenju negativnih učinaka poplava i suša.



Koji su ključni ciljevi ODV-a?

Glavni cilj ODV-a je **Dobar ekološki status** voda do 2015. → danas 53% vodnih tijela (oko 40 % 2009.)

Good ecological status: *The values of the biological quality elements for the surface water body type show **low levels of distortion resulting from human activity**, but deviate only slightly from those normally associated with the surface water body type under undisturbed conditions (ODV, 2000.).*



Vodna tijela

Glavni cilj ODV-a je **Dobar ekološki status** voda

... for the surface water body ...

Vodno tijelo (površinsko) prema dokumentima ODV-a (ODV, čl. 2, st. 10; GD2) predstavlja **jasno odvojenu/određenu karakterističnu dionicu površinske vode** kao što su jezero, akumulacija, potok, rijeka ili kanal; dio jezera, potoka, rijeke ili kanala; prijelazne vode ili pojas priobalne vode (do jedne milje od obale + za kemijsko stanje do 12 milja-teritorijalne vode).

ODV uzima granicu za monitoring i ocjenu ekološkog stanja:

Rijeke (tekućice) s poriječjem većim od 10 km²

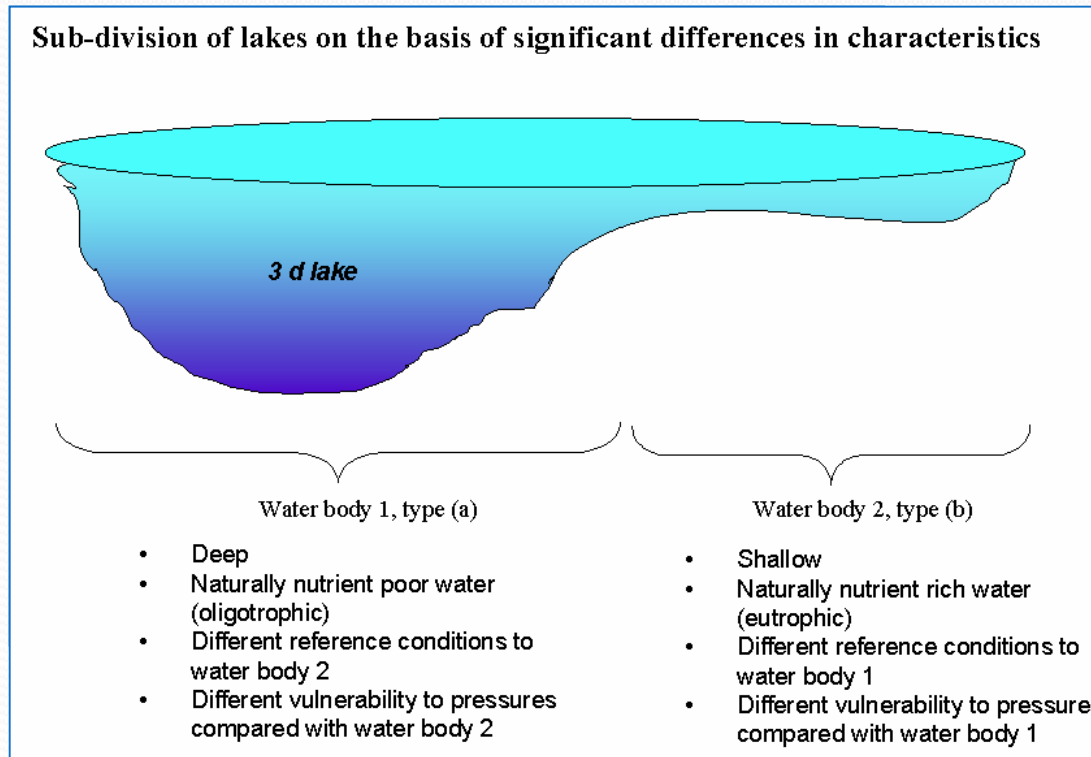
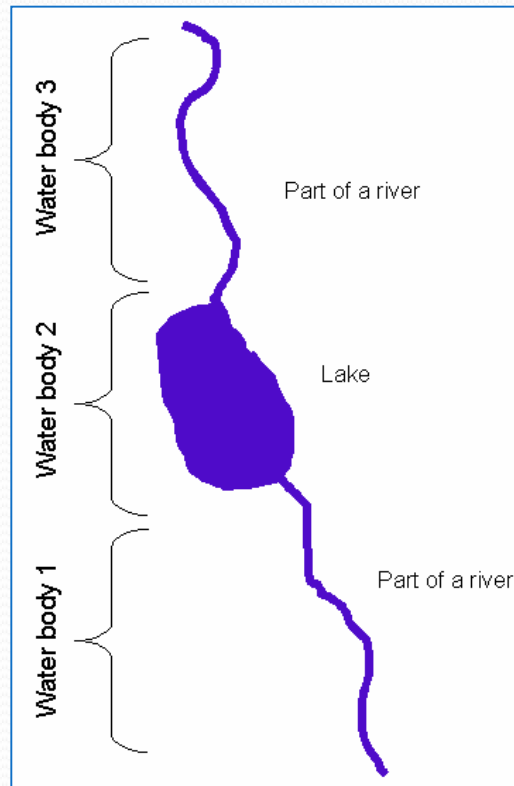
Jezera s površinom vodnog lica preko 0,5 km²

Vodonosnike iz kojih je moguće zahvatiti u prosjeku više od 10m³/dan ili opskrbiti više od 50 ljudi

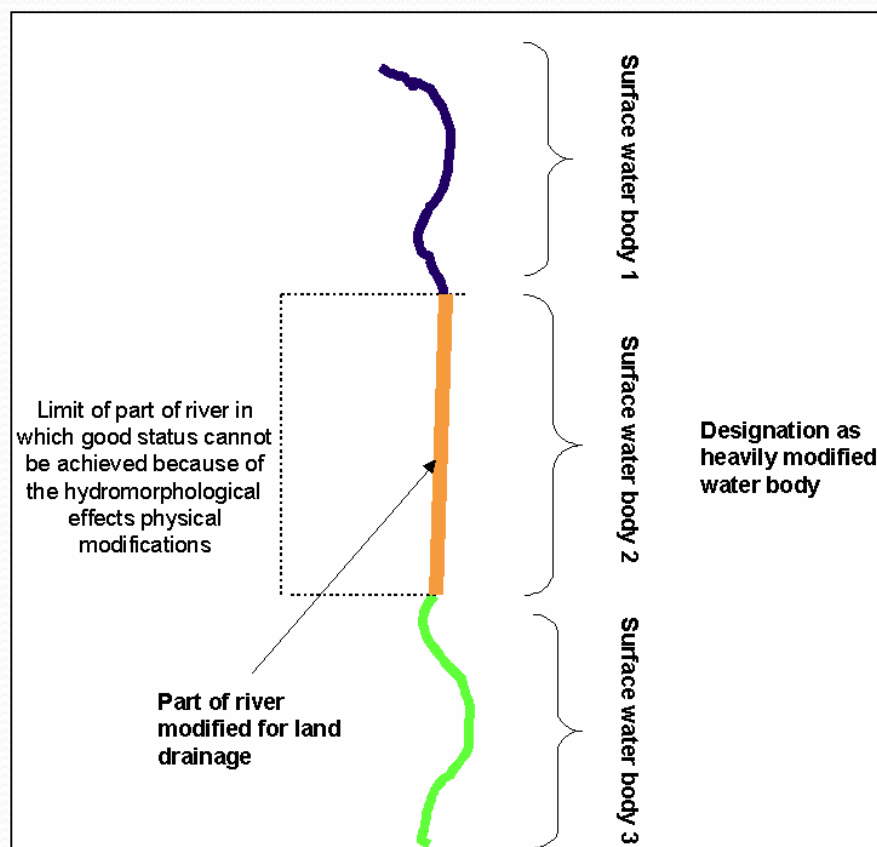
Vodno tijelo - ...*discrete and significant element of surface water...* u kontekstu svrhe, objekta i odredbi ODV-a

Discrete elements of surface water - na temelju

Physical features (geographical and hydromorphological)



Heavily modified and artificial water bodies (*Jako izmijenjena i umjetna vodna tijela*) - ona gdje nema *good ecological status* uslijed degradacije hidromorfoloških obilježja!



Traži se postizanje *Dobrog ekološkog potencijala!*

Vodno tijelo zatim ima **elemente kvalitete** potrebne za **ekološki status** opisan u ODV.

- *Ekološko stanje (status)* je izraz kakvoće strukture i funkcioniranja vodnih ekosustava.

Ekološki status (određen je doljnjom ocjenom B i FK elemenata):

1) Biološki elementi

2) Fizikalno-kemijski elementi

3) Hidromorfološki elementi

Vodno tijelo zatim ima **elemente kvalitete** potrebne za **ekološki status** opisan u ODV.

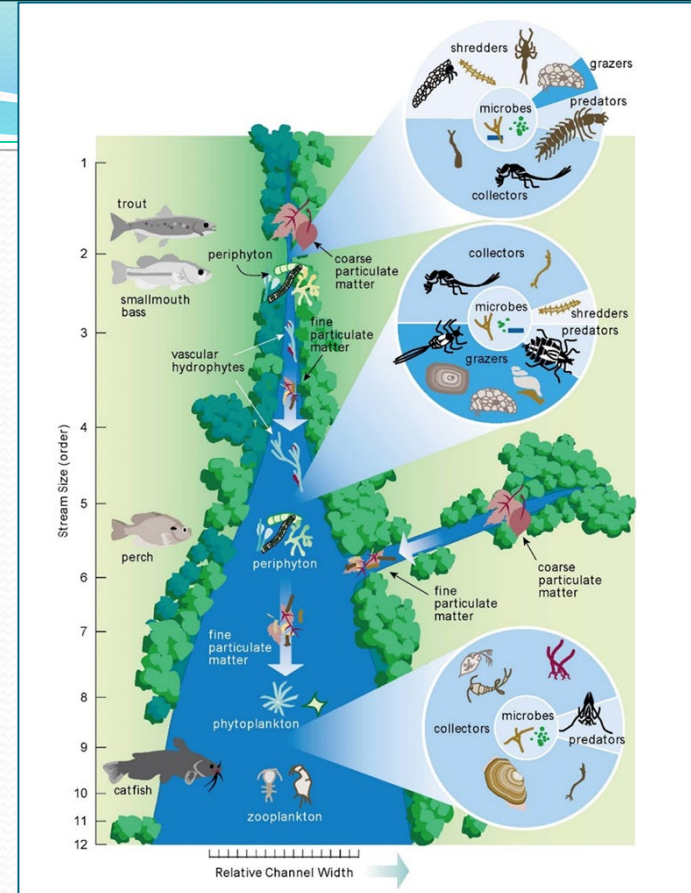
Ekološki status (određen je doljnjom ocjenom B i FK elemenata):

Biološki elementi

→ biljke (fitoplankton, fitobentos, makrofita),
beskralješnjaci, ribe

Fizikalno-kemijski elementi

→ općenito stanje (nema kriterija; BPK₅, N, P)
i specifični onečišćivači
(polutanti za koje postoje standardi)



Component	Sub-components	Class	Definition
General	Thermal conditions	High	Totally or nearly totally undisturbed. With levels established to ensure functioning of ecosystems to achieve biological elements. Conditions consistent with the achievement specified for biological elements.
	Oxygen conditions	Good	
	Salinity	Moderate	
	Acidification status		
	Nutrients status		
Transparency (lakes only)			
Specific pollutants (priority substances and other substances identified as being discharged in significant quantities)	Synthetic	High	Below detection limits. Within EQS limits. Conditions consistent with the achievement specified for biological elements.
		Good	
		Moderate	
	Non-synthetic	High	Below normal background level. Within EQS limits. Conditions consistent with the achievement specified for biological elements.
		Good	
		Moderate	

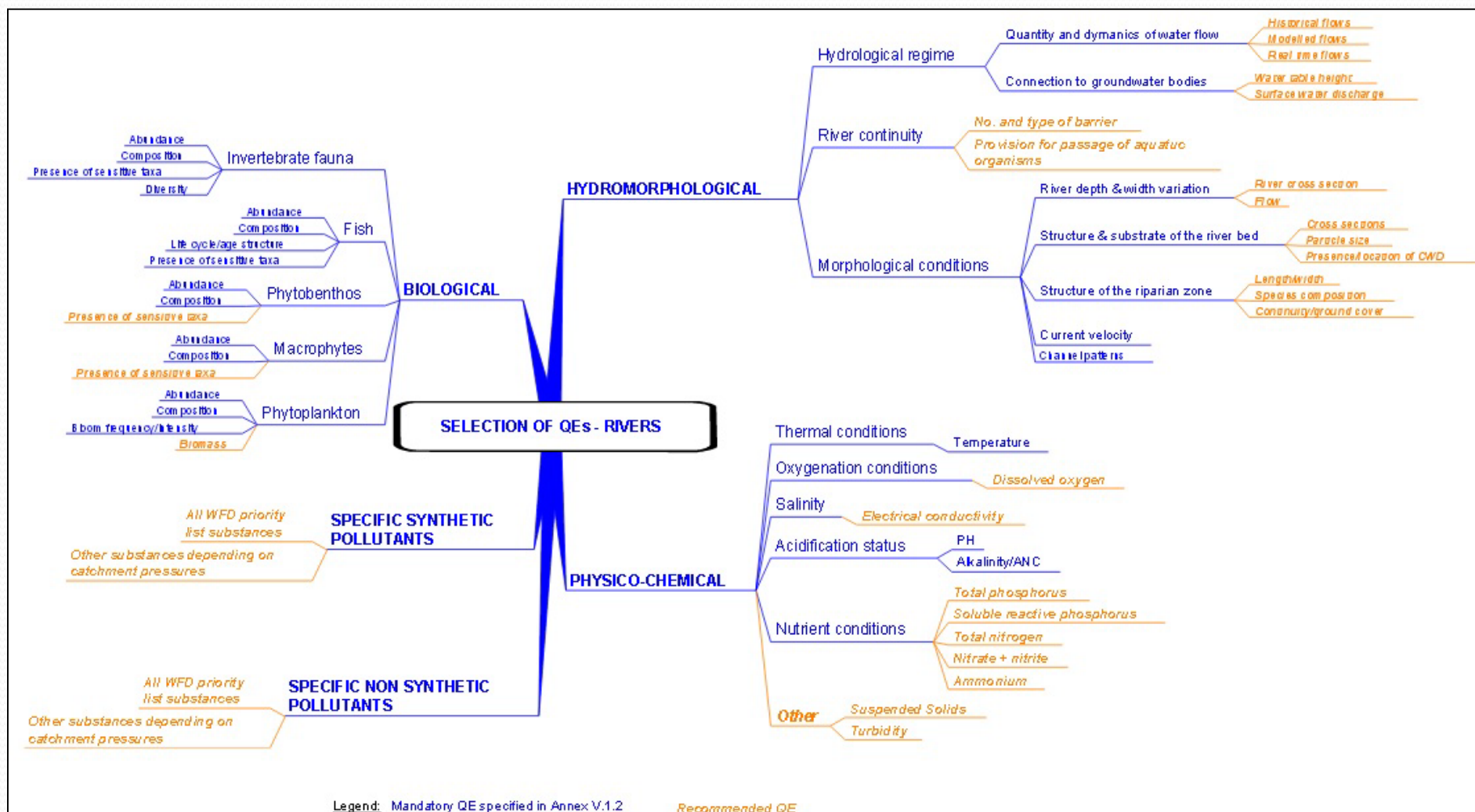
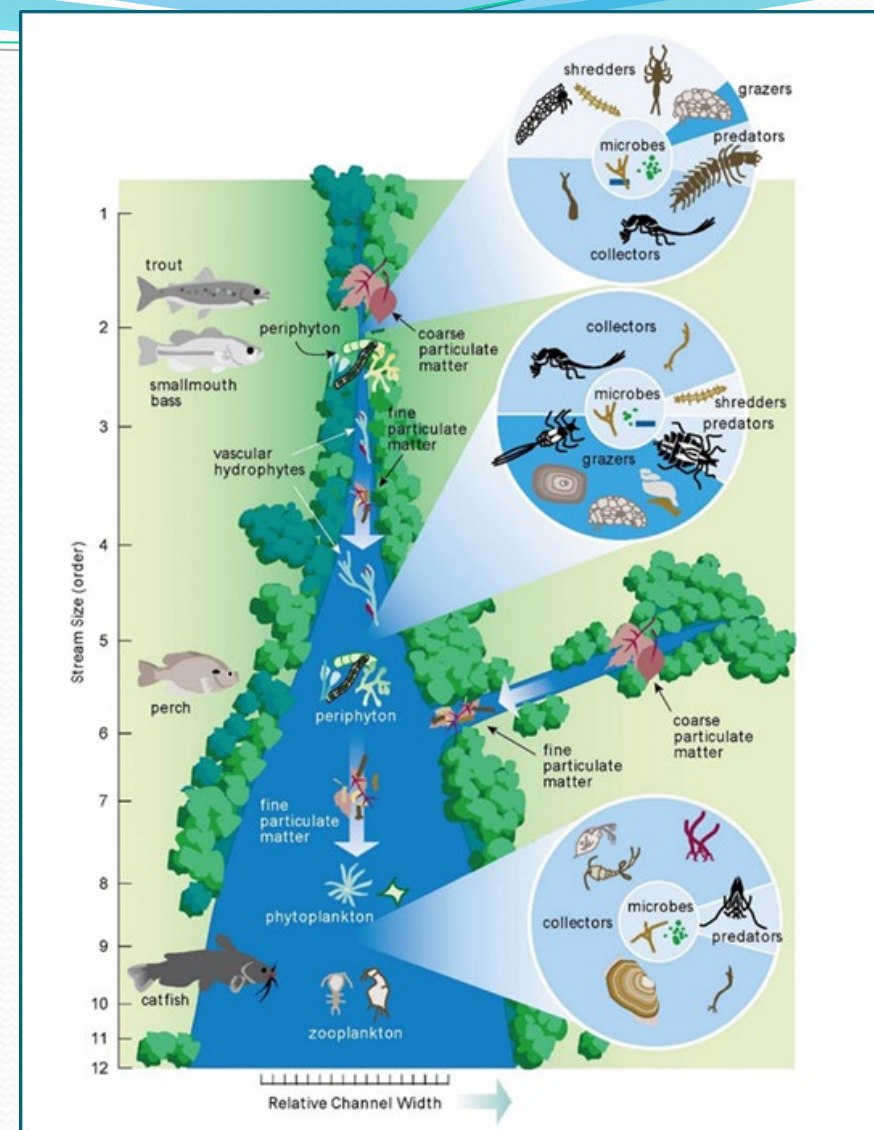
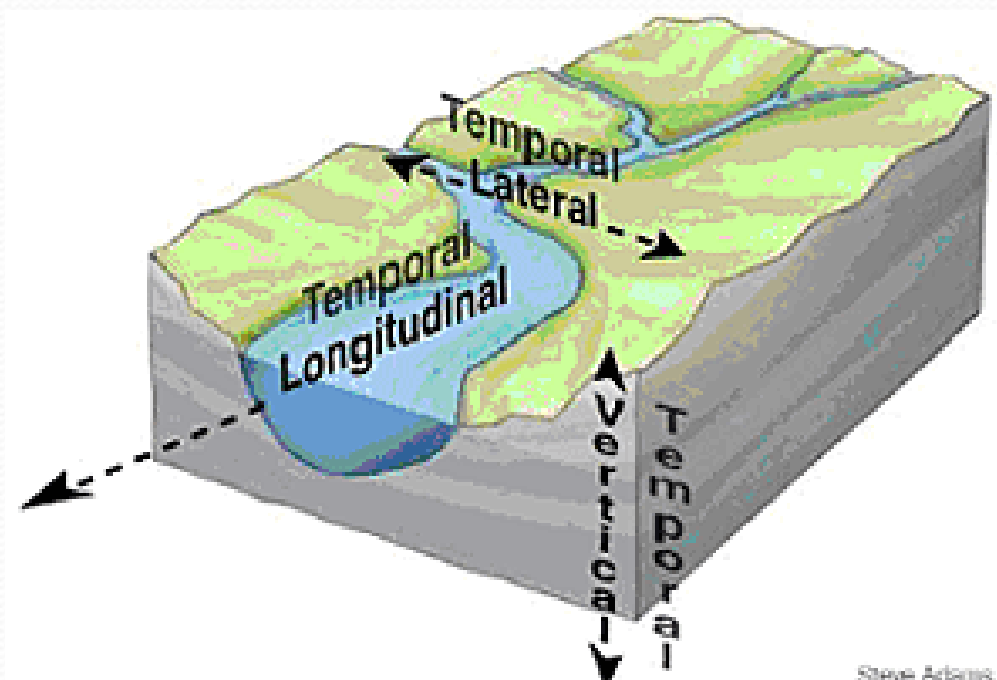


Figure 3.1 Selection of quality elements for rivers

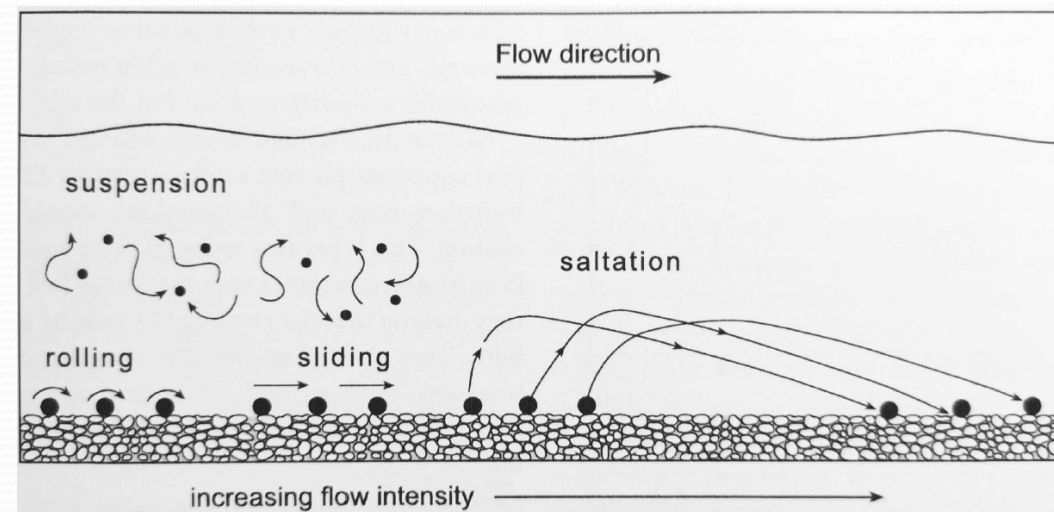
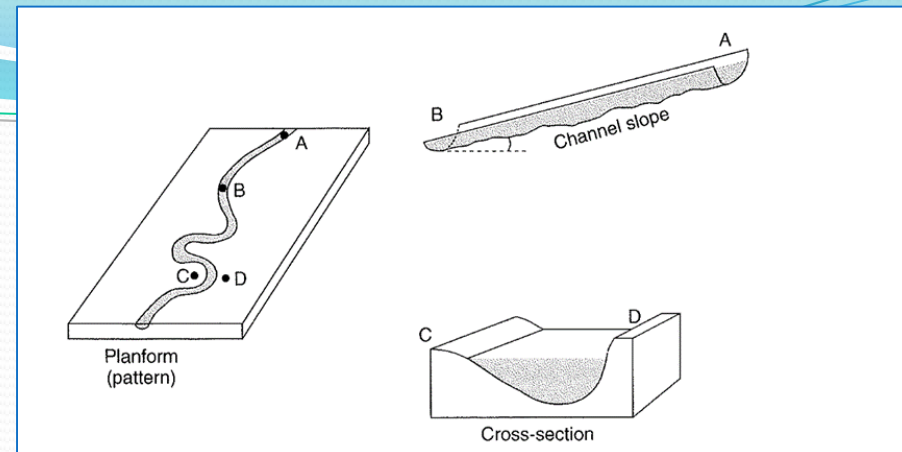
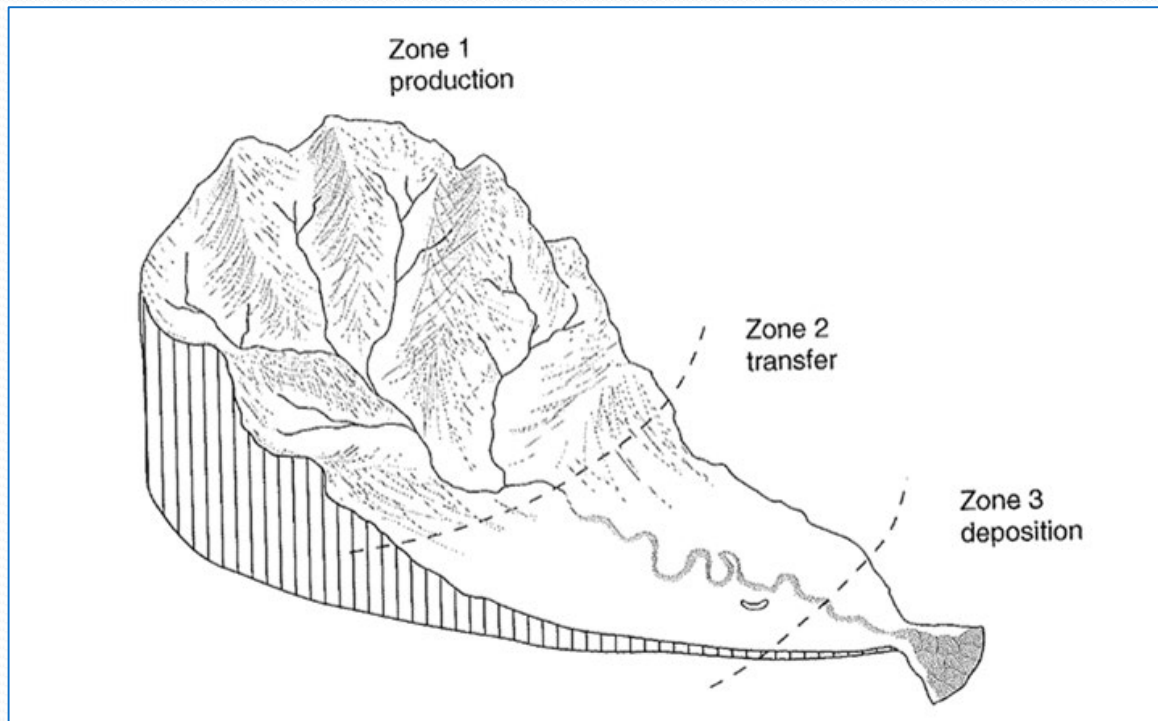
Hidromorfološki elementi kakvoće **potrebni su za određivanje „vrlo dobrog ekološkog stanja“**. Vrlo dobro stanje za specifične hidromorfološke elemente kakvoće je normativno definirano kao (ODV, 2000.):

- *Hidrološki režim* - količina i dinamika toka i iz toga proizašla veza s podzemnim vodama potpuno ili skoro potpuno odražavaju nenarušeno stanje.
- *Kontinuitet rijeke* - kontinuitet rijeke nije narušen ljudskim aktivnostima i omogućuje neometanu migraciju vodenih organizama i **pronos nanosa**.
- *Morfološki uvjeti* - oblici korita, varijacije širine i dubine, brzine toka, stanje podloge te struktura i stanje obalnih pojasa odgovaraju potpuno ili skoro potpuno nenarušenom stanju.

Za zdrave hidromorfološke (i ekološke) uvjete potrebna je **longitudinalna, lateralna** (s naplavnom ravnicom) i **vertikalna** (podzemne vode) **povezanost!**



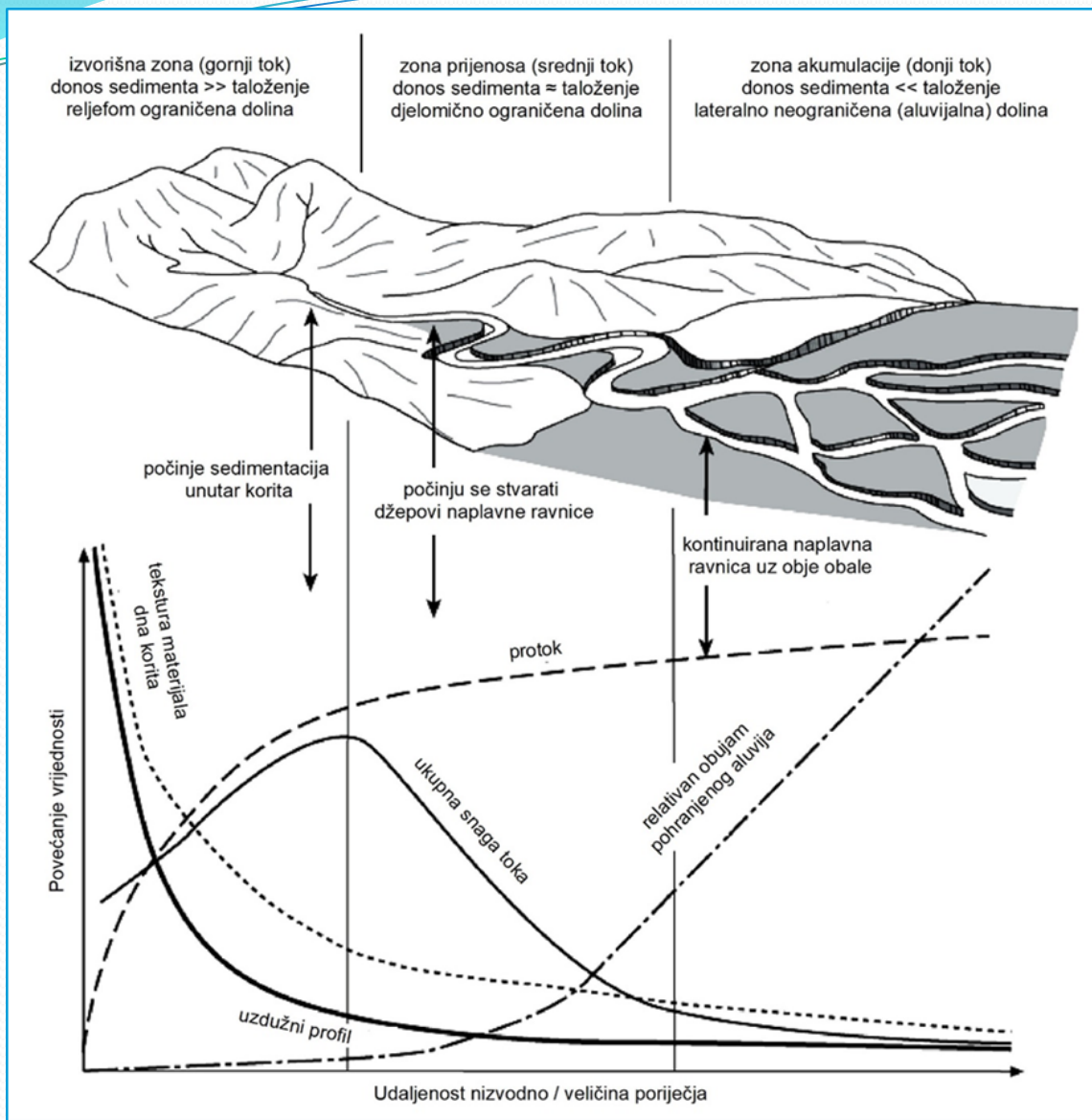
Mehanizmi otjecanja unutar poriječja



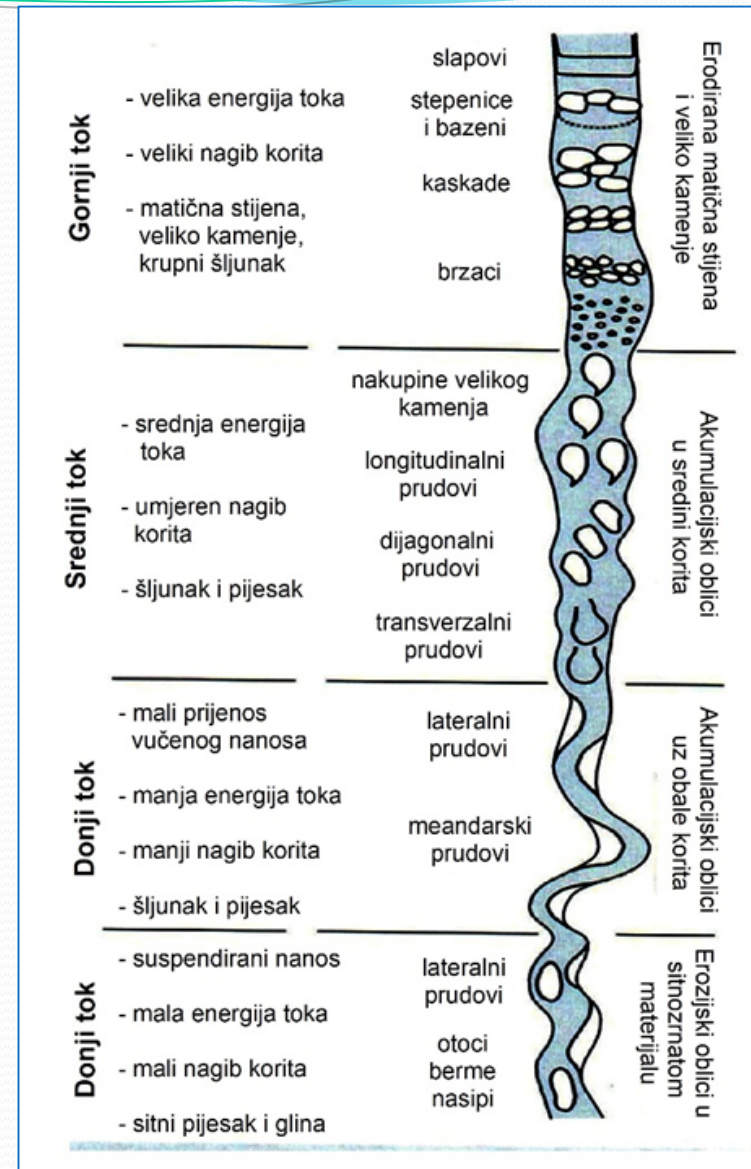
Fryirs i Brierley, 2013.

Gornji tok predstavlja **zonu proizvodnje nanosa** koju obilježava erozija ili prirodna degradacija korita. Srednji tok je **zona prijenosa nanosa**, u kojoj su istovremeno prisutni erozija i sedimentacija. Donji tok predstavlja **zonu taloženja nanosa** (sedimentacije).

Mehanizmi otjecanja unutar porječja



Shematski prikaz odnosa između nagiba, protoka, teksture materijala dna korita, ukupne snage toka i uskladištenih naplavina duž tipičnog uzdužnog profila i povezanih prijelaza između različitih mehanizama toka i obilježja doline (prema Fryirs i Brierley, 2013).



Geomorfološka obilježja gornjeg, srednjeg i donjeg toka (prema Fryirs i Brierley, 2013)

Gornji tok obilježavaju:

- relativno veliki uzdužni padovi i nagib dna korita (pretežno iznad 1‰)
- nagle promjene hidroloških i hidrauličkih pokazatelja; često bujična obilježja
- velika energija toka i uglavnom intenzivan proces dubinske erozije; česte su nagle promjene smjera toka i pada dna korita
- korito je većinom u stjenovitom materijalu, supstrat čini matična stijena, blokovi i veće kamenje, oblutci i krupni šljunak; supstrat je u pravilu heterogen odnosno slabo sortiran
- riječna dolina je ograničena reljefom, uska sa strmim stranama („V“ profil); tlocrt korita je relativno ravan ili blago vijugav
- od geomorfoloških obilježja, kod korita u matičnoj stijeni česta je pojava stjenovitih stuba (stepenica), slapova (kaskada), brzaca i bazena; korita razvijena u koluviju (oblutci i krupni šljunak) nemaju izražene morfološke značajke, no moguća je pojava prudova i malih bazena koji nastaju zbog prepreka (nakupina blokova kamenja ili većih stabala)
- naplavna ravnica je slabo razvijena, uska i strma te građena od krupnozrnatog materijala. Obilježavaju ju prirodni nasipi od blokova i većeg kamenja, plavine od šljunka/pijeska, napuštena korita ili korita aktivna samo za visokih voda, erozijske udubine i tanki sloj sitnog aluvija izvan korita (Rinaldi i dr., 2016).



Primjeri gornjeg toka:

Vela Rika (Suha Ričina Bašćanska) - korito u matičnoj stijeni (lijevo), Delnički potok - brzaci i naplavina krupnog šljunka (desno)



Srednji tok obilježavaju:

- blaži uzdužni padovi (oko 0,4‰) i promjene hidroloških i hidrauličkih veličina manjeg intenziteta
- korito je podložno promjenama i eroziji jer je energija toka još uvijek relativno velika; korito je razvijeno u aluvijalnim i diluvijalnim (poplavnim) dolinama, ali je mjestimično ograničeno i matičnom stijenom
- u nanosu dominira šljunčani nanos (1-5 cm) s pijeskom, a pronos nanosa je ujednačen
- javljaju se geomorfološki oblici vezani uz krupnozrnati vučeni materijal (bočni i središnji prudovi, prirodni nasipi, brzaci i bazeni); drveni ostaci se mogu zadržavati na područjima konvergencije toka (npr. prudovi) i stvarati svojevrzne brane koje zaustavljaju sediment
- dolina je šira nego u gornjem toku, a nagibi obala su blaži; omjer širine i dubine korita je veći nego u gornjem toku; tlocrt korita može biti vijugav, meandrirajući ili isprepleten
- geomorfološka obilježja meandrirajućeg korita na šljunku su bazeni, brzaci, meandarski prudovi (prudovi na unutarnjem dijelu meandra), prirodno presijecanje i migracija meandara, pojava mrtvica, rukavaca i greda (berma)
- mehanizam srednjeg toka obilježava dinamično meandriranje, a jaka erozija se prirodno javlja na vanjskom dijelu meandra (tzv. bočna erozija); jaku eroziju obilježava potkopana obala, nekompaktni sedimenti i snažna denudacija (potkopavanje, urušavanje, osipanje) (Frankenberger i Esman, 2012); međutim, na unutarnjem dijelu meandra nagibi obala su blagi (manji od 20°)
- naplavnu ravnici karakterizira lateralna migracija s bočnim zavojitim taloženjem materijala čime nastaju valovita paralelna uzvišenja i udubljenja; povremeno se javljaju i zaobalne močvare u nižim područjima (Rinaldi i dr., 2016).



Primjeri srednjeg toka:

Globoznica, Medići - drveni ostaci u koritu (lijevo) i
Drava, Štorgač - prudovi (desno)



Donji tok obilježavaju:

- mali uzdužni nagibi ($< 0,1\text{‰}$)

- na ovom dijelu vodotoka općenito se talože velike količine sitnijeg nanosa (pijeska); korito je u potpuno razvijenom aluviju, a tok je stalan i ujednačen, s u pravilu sporijim promjenama vodostaja; drveni ostaci se javljaju u manjim količinama, vezani su uz obale i obalnu vegetaciju te su manje značajni za biotu

- općenito se javlja meandrirajući tip korita; lateralna stabilnost korita ovisi o sedimentu od kojeg su građene obale; ako je sediment ne-kohezivan (pijesak), korito je lateralno nestabilno i s izraženom, uglavnom slabom, bočnom erozijom

- mogući geomorfološki oblici su meandarski prudovi, mikrodine (riplovi) i dine, a očekivani procesi su migracija meandara i lateralno zavojito taloženje. Primjeri donjeg toka: Stari tok Mirne (lijevo) i Odra, Lekenik (desno)

- kod me

- dijelu me

- površina

- površine

- udaljeniji

- područja

- ako su d

- se javljaju

- kompaktni

- naplavni

- korita nas

- n obala l

- kom dij

- zvišenji

-) su čest

- sto loše

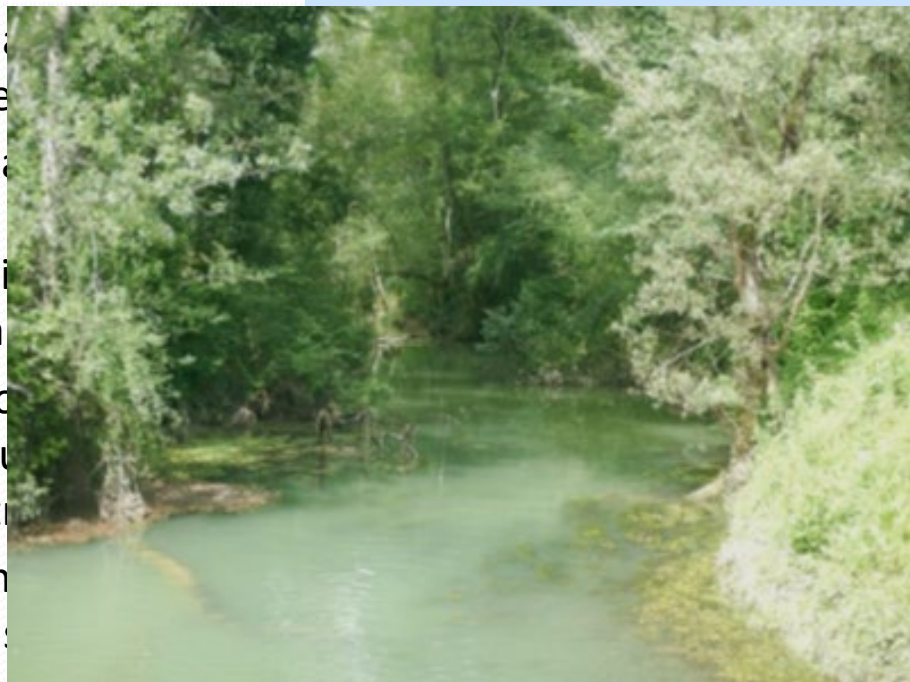
- glina), k

- la. Obal

- ra erozij

- u omeđ

- štenih k



- na nekim područjima s malom energijom toka, primjerice u poljima u kršu, može doći do pojave složenih anastomozirajućih korita (Pavlek i Faivre, 2020), koja su međusobno odijeljena otocima obraslima vegetacijom

Potrebno je naglasiti da se mehanizam gornjeg, srednjeg i donjeg toka ne odnose nužno na udaljenost dijela tekućice od izvora. U prirodi se javljaju slučajevi, posebice u krškim krajevima, kada se mehanizam donjeg ili srednjeg toka javlja u izvorišnim dijelovima tekućica te se do ušća mehanizmi raznoliko izmjenjuju.

Ključan je nagib/pad korita (doline) odnosno hidraulički gradijent.

Najjača snaga geomorfoloških procesa u rijeci se odvija za visokih vodostaja (vodostaj do vrha korita – eng. bankfull stage)

