

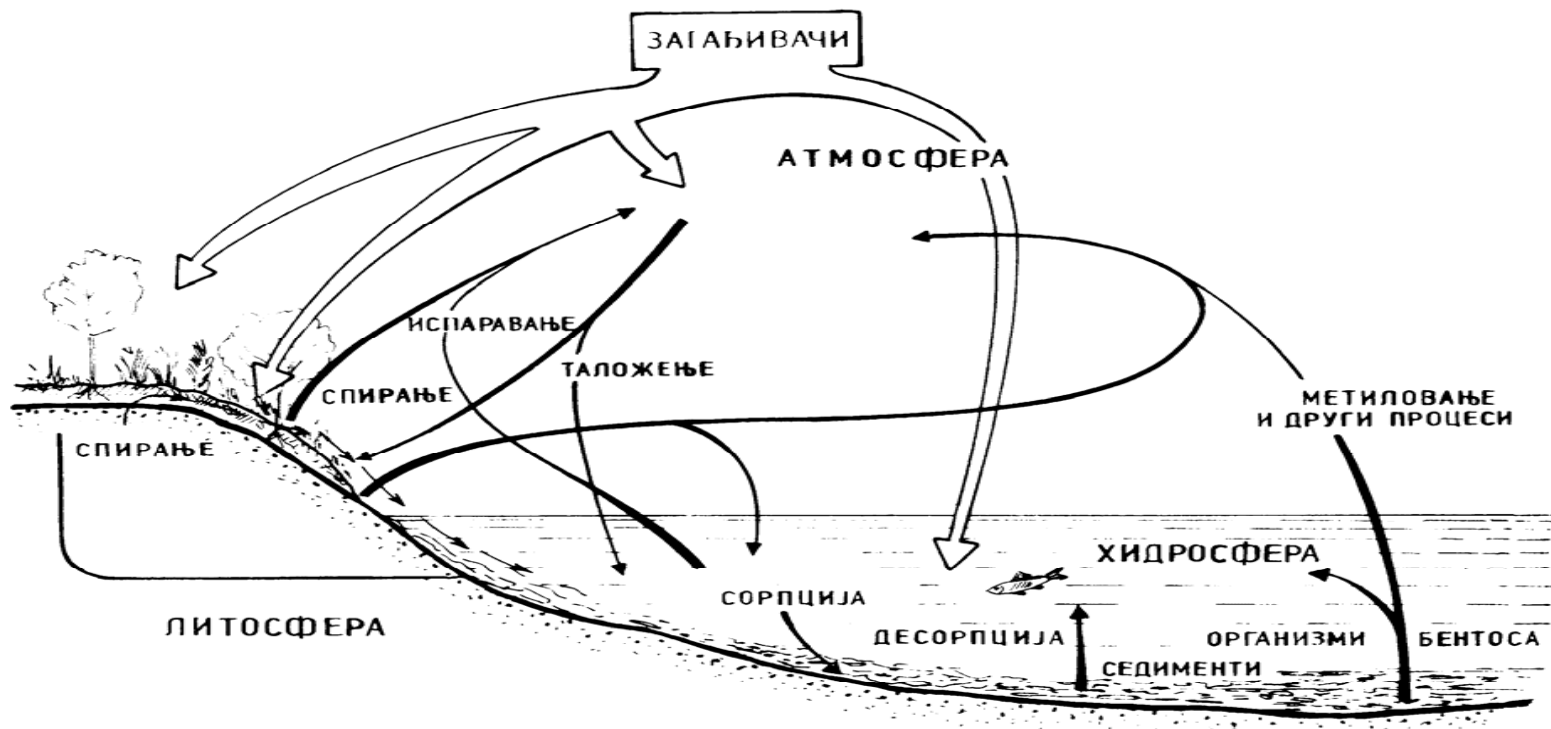


Centar  
izvrsnosti za  
hemiju okoline i  
procenu  
rizika

# **SISTEM VODA-SEDIMENT KAO EKOLOŠKI IZAZOV**

*Mr Miljana Prica*

Površinska voda i sediment, kao njen integralni deo, predstavljaju složen, otvoren i dinamički biogeochemijski sistem u koga materije dospevaju prirodnim i antropogenim putem. Brojni fizičko-hemijski i biohemijski procesi utiču na raspodelu materija u sistemu sediment-voda, opredeljuju oblike nalaženja, ponašanje i sudbinu.



*Утицај загађивача на литосферу и хидросферу*

## Šta je sediment i kako nastaje?

- Geolozi definišu sediment kao čvrsti materijal koji nastaje delovanjem erozije, spiranjem obala i nanošenjem čvrstog materijala vazduhom (npr. peska), te sukcesivnim taloženjem suspendovanog materijala.
- Materijal koji formira sediment potiče i od organskih materija nastalih raspadanjem biljnih i životinjskih organizama, a nastaje i taloženjem suspendovanih materija iz nedovoljno prečišćenih otpadnih voda.
- **USEPA:**  
**Sediment je esencijalna, dinamička komponenta svih akvatičnih sistema koja zbog snažno izražene tendencije vezivanja predstavlja rezervoar akumuliranih, toksičnih i perzistentnih jedinjenja prirodnog i antropogenog porekla.**

## ZNAČAJ SEDIMENTA

- ◆ Sediment ima ekološku vrednost:
  - ◆ stanište je brojnih organizama,
  - ◆ važan izvor nutrijenata za organizme i više vrste u lancu ishrane,
  - ◆ dinamika sedimenta (erozija, sedimentacija i gradijenti) stvara povoljne uslove za raznolikost sredine (biodiverzitet).

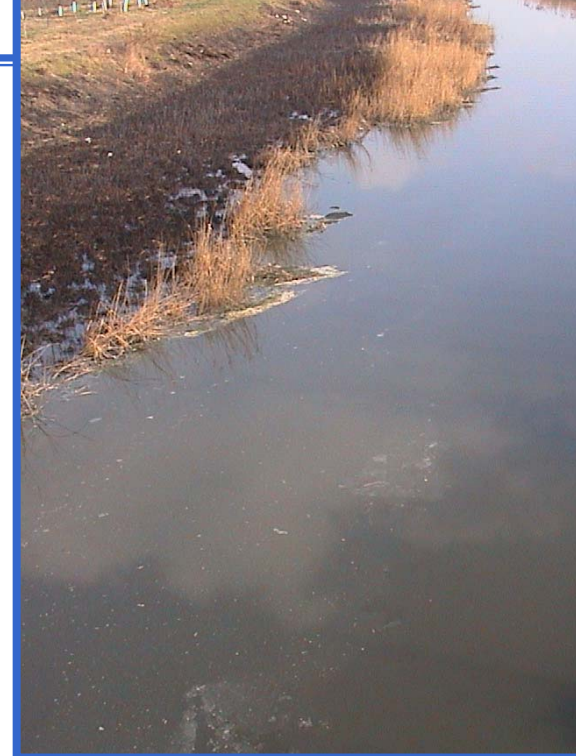


### Sediment ima ekonomsku vrednost:

- ◆ vekovima je korišćen kao đubrivo i konstrukcioni materijal,
- ◆ a predstavlja i izvor minerala.

- Važnost vezivanja supstanci za sediment kao faktor uticaja na sredinu je u velikoj meri u prošlosti bio podcenjen.
- ALI zbog:
  - razvijanja liste prioritetnih polutanata na kojoj su se našla jedinjenja koja su u vodi slabo rastvorna i
  - ekonomskog faktora (prateći visoki troškovi operacija prečišćavanja ukazali su da je prevencija jeftinija od sanacije):

PORASLA JE SVEST O NEOPHODNOSTI PRAĆENJA  
KVALITETA SEDIMENTA KAO NEODVOJIVOG SEGMENTA  
AKVATIČNIH SREDINA.



# Osnovnim polutantima sedimenata se smatraju:

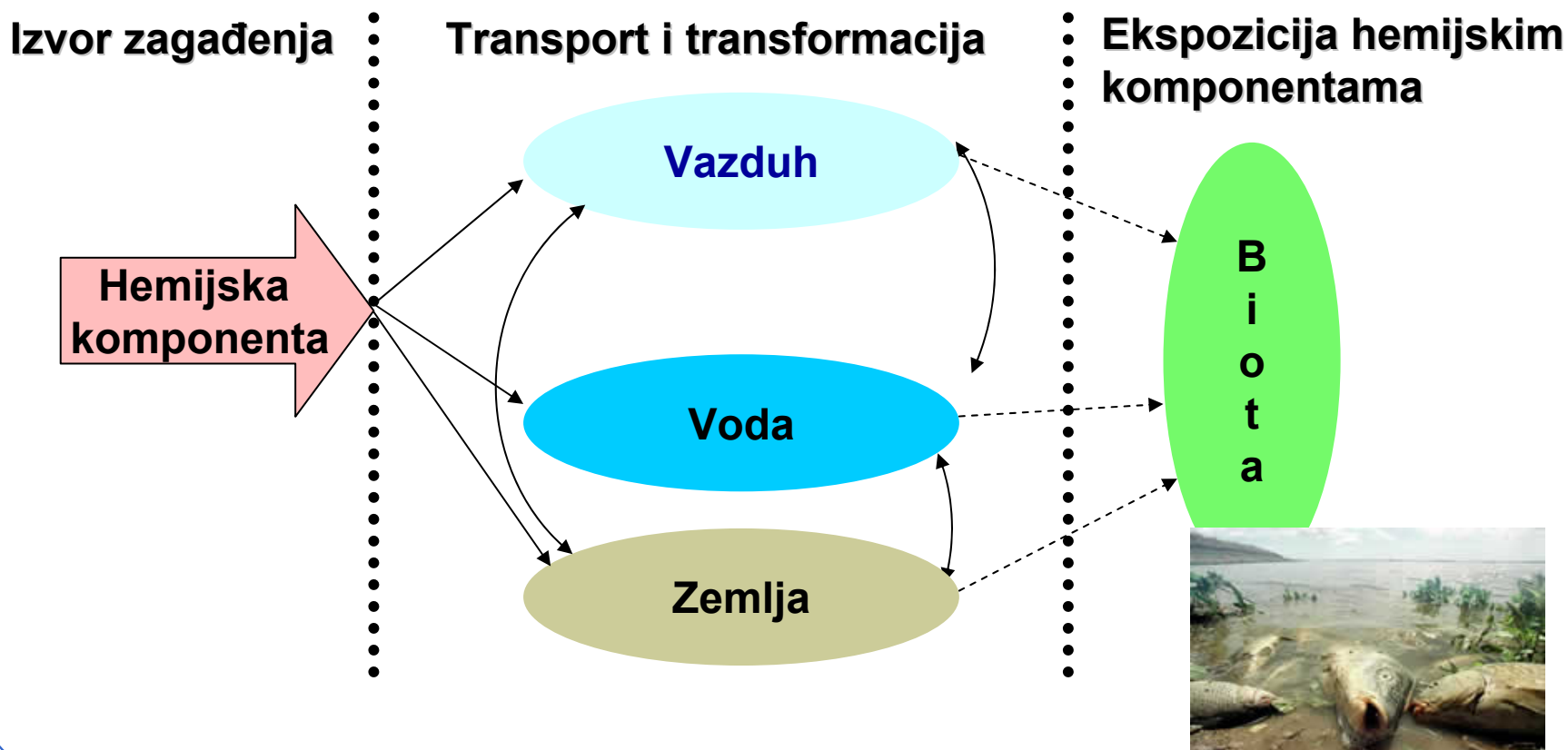
- Organski polutanti
  - Ugljovodonici (mineralna ulja – ugljovodonici naftnog porekla)
  - Halogenovani ugljovodonici
  - Policiklični aromatični ugljovodonici (PAH)
  - Pesticidi (organohlorni)
  - Polihlorovani bifenili (PCB)
- Neorganski polutanti
  - Metali
  - Nutrijenti (uključujući fosfor i jedinjenja azota)
- Organometalna jedinjenja

## Šta se dešava sa zagađujućim materijama kada dospeju u vodu?

- Koncentracija zagađujućih materija u životnoj sredini uslovljena je količinom koja je dospela u životnu sredinu, ali i procesima koji utiču na njihovu dalju sudbinu:
  - *Transportni procesi* raspodeljuju hemijska jedinjenja u akvatičnoj sredini, u vodi i sedimentu u zavisnosti od afiniteta jedinjenja ka svakoj od faza.
  - *Transformacioni procesi* u svakoj fazi hemijski menjaju polutante u oblike manje, jednake ili veće toksičnosti.

Transformacioni i transportni procesi se odvijaju brzinom specifičnom za svaku komponentu i za svaku sredinu.

Suma ovih procesa određuje sudbinu zagađujućih materija u sredini i konsekvantnu izloženost biote toksičnim polutantima.



- U zavisnosti od njihovih fizičkih i hemijskih karakteristika, mnoge od tih komponenti imaju tendenciju akumulacije u sedimentu, pretvarajući na taj način sediment u određeni rezervoar i potencijalni izvor zagađujućih materija u vodi kada se u datom vodenom sistemu promene uslovi (npr. nakon jakih oluja, poplava).
  - Npr. hidrofobne zagađujuće organske materije, male rastvorljivosti u vodi, adsorbovaće se za površinu suspendovanih čestica, i akumulirati u sedimentu.
- Akumulacija toksičnih supstanci u sedimentu može imati mnogo štetnih efekata na ekosistem, kako jasno vidljivih tako i onih diskretnih i nevidljivih.

- Vidljivi i lako prepoznatljivi dokazi o štetnom dejstvu su u mnogim slučajevima podudarni sa koncentracijama polutanata u sedimentu.
- MEĐUTIM:
  - Češći su manje vidljivi efekti na biološke zajednice koji su uslovljeni različitim koncentracijama kontaminanata u sedimentu, ali ih je teže identifikovati.
  - Hemija sedimenta nije uvek indikacija nivoa toksičnog dejstva.
  - Slične koncentracije kontaminanata  $\Rightarrow$  različiti biološki uticaji.

- Toksičnost je uslovljena stepenom kojim konstituenti sedimenta vezuju zagađujuće materije u sedimentu:
  - Interakcije organskih i neorganskih supstanci u sistemu sediment-voda utiču na njihovu pokretljivost i biološku aktivnost izazivajući pozitivan ili negativan uticaj na BIODOSTUPNOST  $\Rightarrow$  organska materija sedimenta i neorganski hidroksidi, oksidi i sulfidi, kontrolišu biodostupnost akumuliranih kontaminanata.
  - s obzirom da kapacitet vezivanja sedimenta varira i stepen toksične izloženosti će se menjati u odnosu na ukupnu količinu zagađujućih materija.

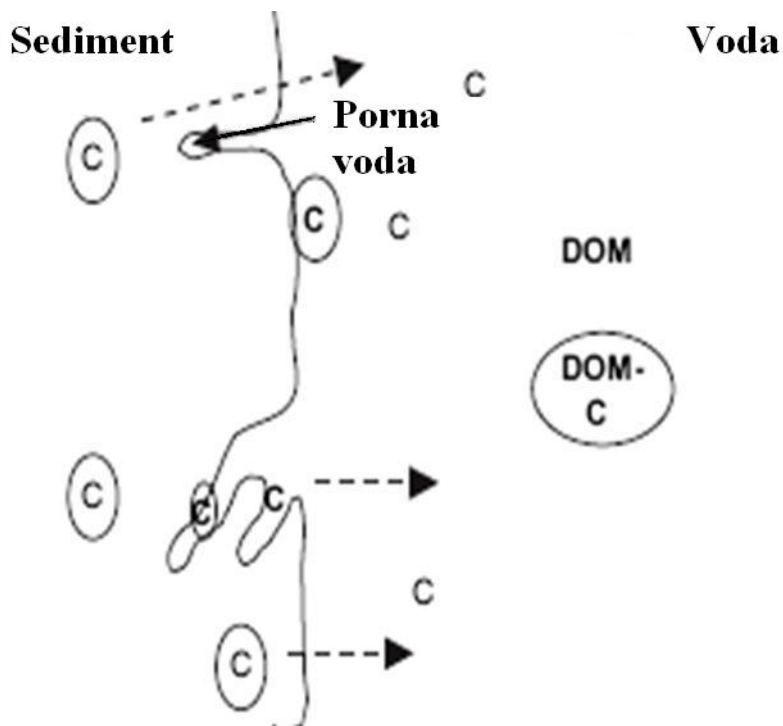
## BIODOSTUPNOST (stvarna, ekotoksična)

- Biodostupnost predstavlja dostupnost supstanci za ispoljavanje potencijalne toksičnosti.
- Biodostupna frakcija supstance je frakcija u zemljištu/sedimentu i (pornoj) vodi koja potencijalno može biti apsorbovana od strane organizma za vreme njegovog životnog ciklusa.
- Kontaminant ima ograničenu biodostupnost kada je apsorpcija od strane organizma limitirana fizičko-hemijskom barijerom između polutanta i mikroorganizama.
- Procesi koji određuju biodostupnost se definišu kao pojedinačne fizičke, hemijske i biološke interakcije koje određuju stepen izloženosti biljnih i životinjskih organizama supstancama vezanim za čvrste čestice zemljišta/sedimenta.
- ...

## BIODOSTUPNOST (potencijalna, biodegradabilna)

- Biodostupnost je složen interaktivni efekat brojnih fizičko-hemijskih faktora na brzinu i domašaj bioremedijacije.
- Biodostupnost opisuje pojavu zavisnosti bioremedijacije zemljišta/sedimenta zagađenog hidrofobnim organskim jedinjenjima od brzine njihove desorpcije sa čestica sedimenta.
- ...

Smatra se da je samo rastvorena frakcija polutanata dostupna organizmima u akvatičnim sredinama:



- **C** – rastvoreni polutant u pornoj vodi koji je biodostupan i može potencijalno difundovati u površinsku vodu
- **DOM** – rastvorena organska materija
- **DOM-C** – frakcija polutanta vezana za rastvorenu organsku materiju
- **C** – frakcija polutanta vezana za čvrstu fazu

- - - - -> označava frakciju vezanog polutanta koja je potencijalno biodostupna (frakcija koja može biti desorbovana)

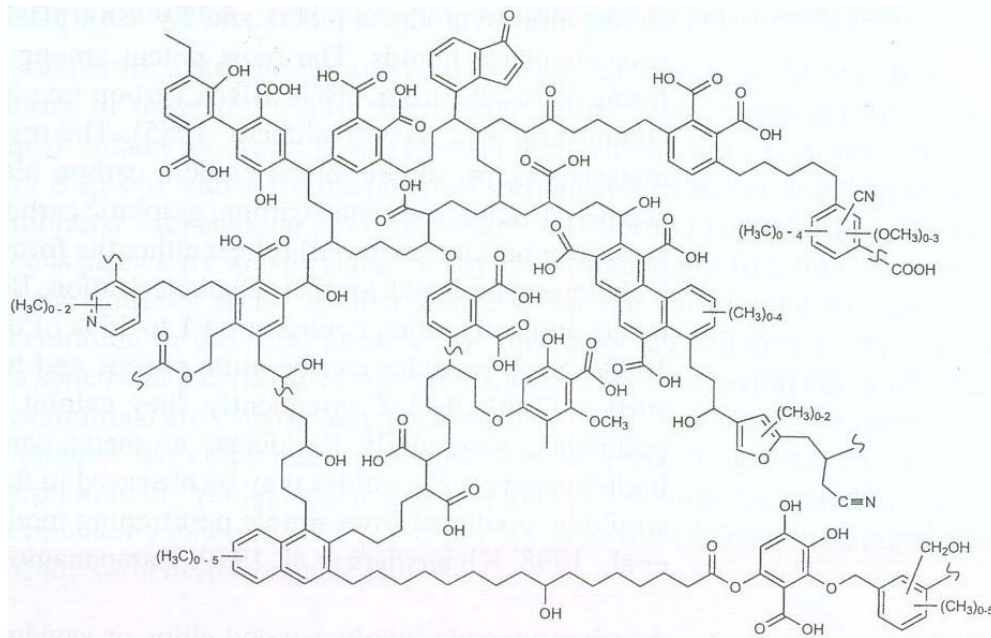
- ◆ **BIODOSTUPNOST POLUTANATA U SEDIMENTU ZAVISI OD NEKOLIKO FAKTORA:**
  - ◆ **fizičkih osobina čvrste faze:**
    - ◆ veličina čestica sedimenta,
    - ◆ osobina površine čvrste faze,
    - ◆ sadržaja organske materije i
    - ◆ sadržaja gline.
  - ◆ **hemijskih faktora** (hemijskih osobina jedinjenja - rastvorljivosti, podložnosti fizičko-hemijskim transformacijama, vrste fizičko-hemijskih interakcija u sistemu sediment-voda)
  - ◆ **fizičko-hemijskih uslova sredine** koji utiču na intenzitet fizičko-hemijskih interakcija u sistemu sediment-voda (pH, redoks potencijal, prisustvo kompleksirajućih agenasa u pornoj vodi sedimenta)

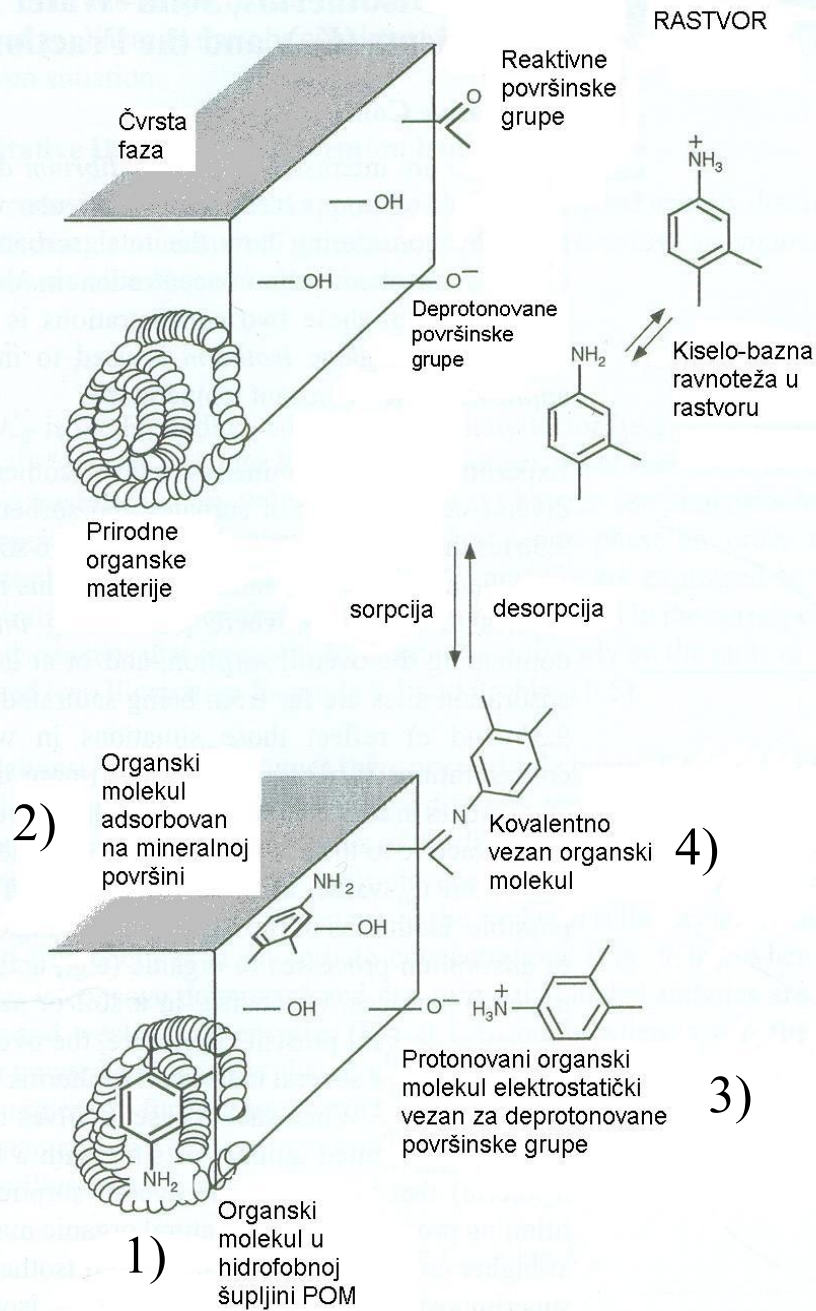
## Fizičke osobine čvrste faze

- Zemljište i sediment su sastavljeni uglavnom od mineralnih i organskih materija:
  - MINERALNA FRAKCIJA:
    - Hemijski aktivna komponenta čvrstih faza koju karakteriše velika specifična površina i negativno naelektrisanje.
    - Sa mineralnog aspekta glina je sastavljena od sekundarnih minerala kakvi su silikati i različiti oksidi i upravo priroda ovih minerala određuje kako prirodu tako i ponašanje same gline (npr. negativno su naelektrisani te glina lako veže katjone).
  - ORGANSKA FRAKCIJA
    - Osobine: velika specifična površina i katjonizmenjivački kapacitet, hidrofobne i organofilne karakteristike, što uslovljava sorpciju hidrofobnih organskih jedinjenja i kompleksiranje metala.
    - Zavisno od jonske sile i pH vode, molekuli huminskih supstanci mogu da menjaju konformaciju gradeći »hidrofobne šupljine« u koje se mogu inkorporirati hidrofobna organska jedinjenja.

# Sediment i organski polutanti

- Najčešće proučavana klasa prirodnih organskih materija jesu HUMINSKE SUPSTANCE (HS):
  - velika specifična površina i katjonizmenjivački kapacitet
  - hidrofobne i organofilne osobine.
- Osnovni vid interakcije HS sa organskim jedinjenjima predstavljaju sorpcioni procesi.
- Eksperimentima je utvrđeno da se i polarne organske komponente zadržavaju na organskim materijama.

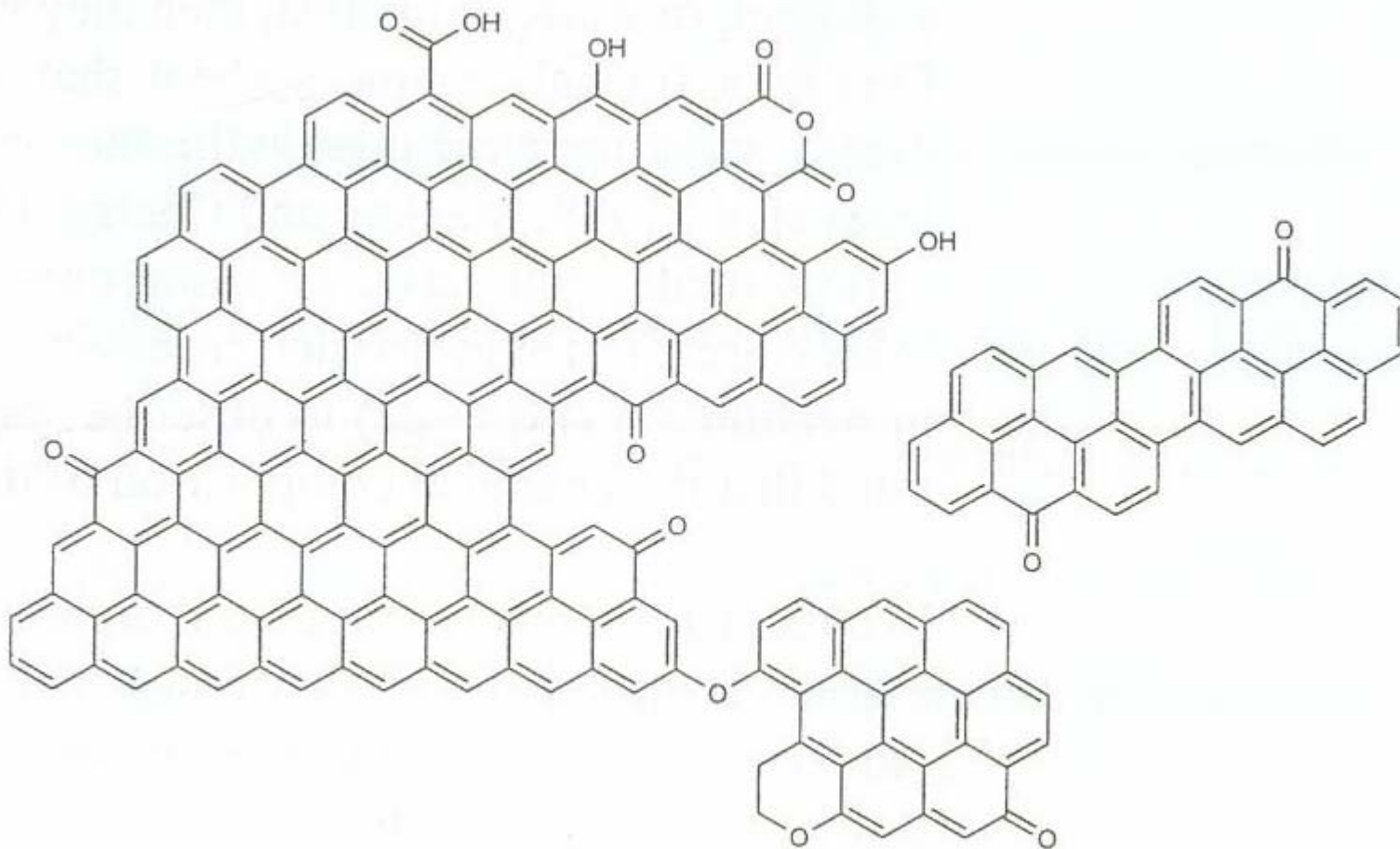




- Primer: 3,4-dimetilanilin ( $\text{pK}_a = 5,28$ )
- MEHANIZMI VEZIVANJA:
  - Frakcija molekula koja nije protonovana, može popuniti hidrofobne šupljine u prirodnim organskim materijama
  - Takođe, neprotonovani oblik može zameniti molekule vode u oblastima blizu mineralnih površina zahvaljujući uspostavljanju Londonovih disperzionih i dipol-dipol interakcija – koje predstavljaju generalni mehanizam za bilo koji organski molekul i prirodni sorbent
  - U svom protonovanom obliku, 3,4-dimetilamonijum-jon stupa u elektrostatske interakcije sa deprotonovanim OH grupama
  - 3,4-anilin i sorbent mogu biti kovalentno vezani

- Osim prirodnih organskih materija prisutnih usled procesa biogeneze i dijageneze, i drugi organski materijali koji potiču od antropogenih aktivnosti, a koji će ukoliko su prisutni biti određeni kao deo frakcije organskog ugljenika, mogu biti prisutni u sistemima sediment/voda.
- Primer:
  - Različite forme ugljenika (“black carbon”) koje nastaju kao ostaci nepotpunog procesa sagorevanja fosilnih goriva:
    - ugljenični materijal velike specifične površine
    - Uvek su prisutne u sedimentima i obično učestvuju u količini od 1-10% u ukupnom organskom ugljeniku.
    - Odlikuju se visokom poroznošću, velikom specifičnom površinom, nepolarne su i aromatične strukture (mali udeo O i H i povećan sadržaj C), pa imaju visok afinitet prema organskim polutantima, naročito planarnim aromatičnim jedinjenjima.
    - Izuzetno postojan oblik organske materije

Šematski prikaz strukture “crnog ugljenika”  
prema Sergides i sar. (1987):



## Reaktivnost pojedinih vrsta organskih materija prema neorganskim i organskim polutantima

Tip materijala	Vrsta interakcija	Reaktivnost prema neorganskim polutantima	Reaktivnost prema organskim polutantima
Fulvokiseline	hemijske, elektrostatičke, hidrofobne	visoka	umerena
Huminske kiseline	hemijske, elektrostatičke, hidrofobne	visoka	umerena
Humin	hidrofobne	umerena	umerena
Kerogen	hidrofobne	niska	visoka
Ugalj	hidrofobne	niska	visoka
Čađ	hidrofobne	niska	visoka

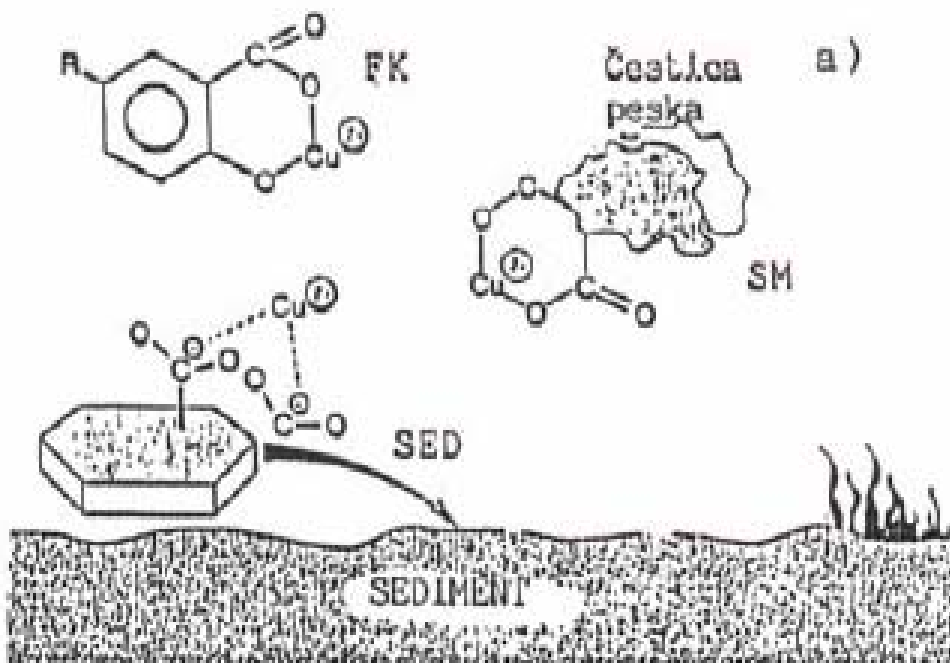
## Sediment i teški metali

- Za razliku od većeg broja organskih zagađujućih materija koje nisu inicijalno prisutne u akvatičnoj i drugim delovima životne sredine, metali kruže kroz biogeochemijske procese.
- S obzirom na razlike u sastavu stena, kao i različitih procesa nastajanja zemljišta, javljaju se i razlike u koncentracijama teških metala u zemljištima (sedimentima) - “PRIRODNI FON”
  - galenit (PbS) - izvori olova
  - olivin, biotit, augit i dr. sadrže različite količine nikla, kobalta, mangana, bakra, cinka

- Toksičnost, biodostupnost i osobine metala u vodi i sedimentu zavise od oblika u kojem se nalazi dati metal.
- Širok spektar metala u velikom broju formi se može naći u akvatičnom sedimentu. Rastvaraju se dajući slobodne jone ili rastvorne komplekse u pornoj vodi, precipitiraju kao organska ili neorganska jedinjenja, ili se adsorbuju za pojedine frakcije čvrste faze sedimenta:
  - slobodni joni ili rastvoreni kompleksi u pornoj vodi;
  - vezani u obliku hidroksida, sulfida, karbonata, sulfata;
  - precipitirani na oksidima i hidroksidima Fe i Mn;
  - sorbovani ili kompleksirani sa visokomolekulskim organskim jedinjenjima.

## Stvaranje kompleksa između katjona i neorganskih i organskih liganada

- Stvaranje kompleksa određuje dalju hemodinamiku metalnog jona i liganda (organski ili neorganski): sorpcione procese, oksido-redukcije, pristupačnost živom svetu, taloženje/rastvaranje, toksičnost i dr.



Stvaranje kompleksa u vodenoj sredini sa HS može da se odvija u vodenoj fazi, ali i simultano sa drugim interakcijama: stvaranje kompleksa HS sa Cu(II) u rastvoru, zatim mogućnost vezivanja stvorenog Cu-huminska kiselina kompleksa za česticu peska, i stvaranje kompleksa HK sa Cu(II) koja je već sorbovana na čestici minerala gline.

**Ova tri kompleksa, čak i kad nastaju sa istom HS, imaju različite karakteristike.**

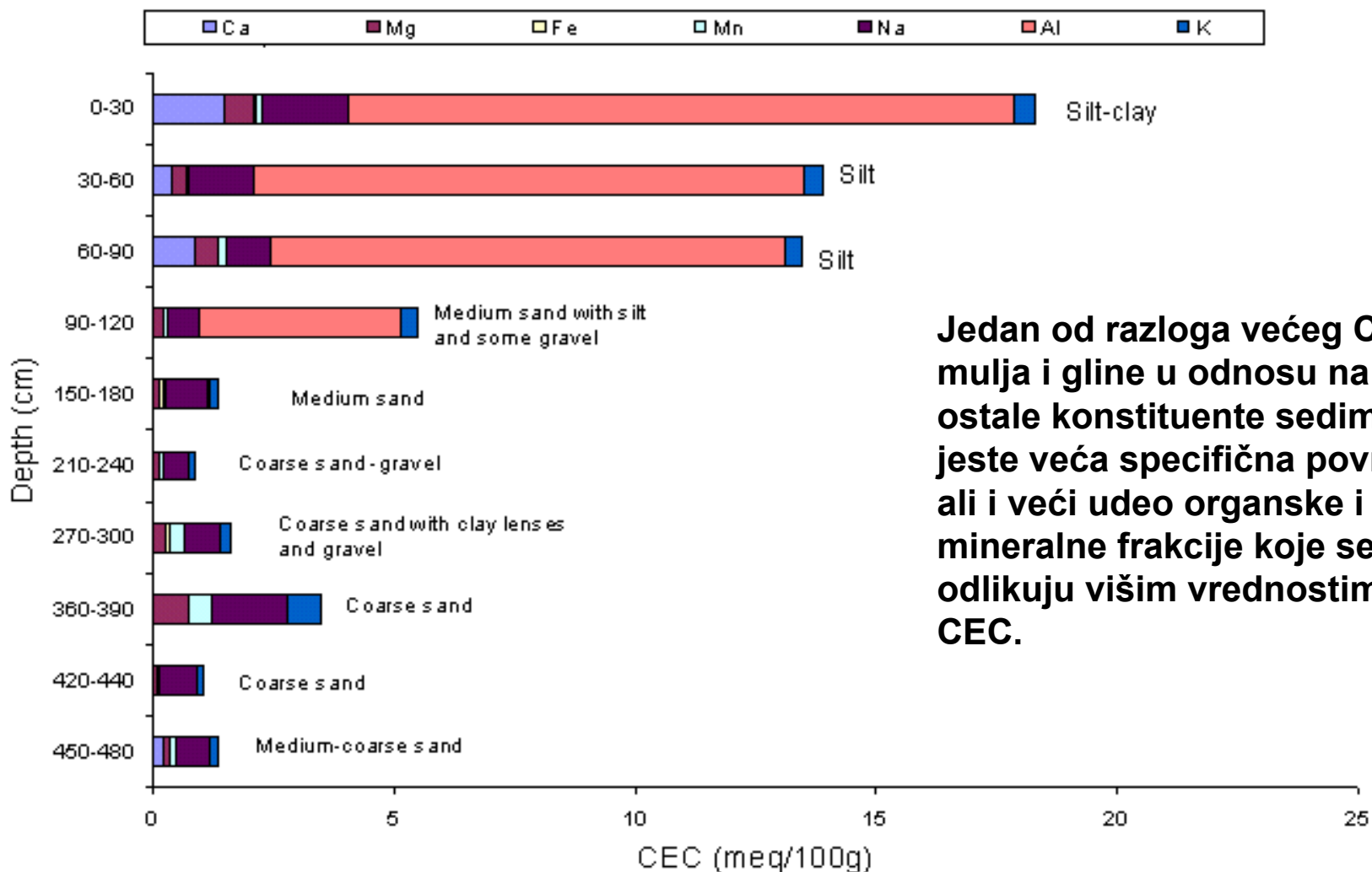
## Kapacitet izmene katjona (CEC)

- predstavlja broj molova sorbovanih naelektrisanih jona koji se mogu desorbovati po jedinici mase sedimenta, pri datoj temperaturi, pritisku, fizičkom osobinama sedimenta (uključujući pH) i masenom odnosu sediment/voda.
- glavne katjono-izmenjivačke vrste materija su minerali glina, neke organske materije (npr. huminske materije), razni amorfn materijali, kao što su hidratizani oksidi nekih metala, i u manjoj meri površine kristalnih jedinjenja.
- afinitet katjona za jonsku izmenu kod nekog supstrata zavisi od više faktora, kao što su jonski poluprečnik i naelektrisanje, a aktivnost supstrata zavisi od strukture površine i pH.
- Određuje biodostupnosti metala

### Kapaciteti izmene katjona različitih prirodnih materijala:

Vrsta materijala	CEC (meq/100 g)
Kaolinit	3-15
Ilit	10-40
Smektit	80-150
Organska materija	150-400
Hematit	Do 100

CEC zavisi od veličine čestica čvrste faze (raspodele čestica sedimenta po veličini), sadržaja organske materije i osobina mineralne frakcije sedimenta:



**Jedan od razloga većeg CEC mulja i gline u odnosu na ostale konstituente sedimenta jeste veća specifična površina, ali i veći udeo organske i mineralne frakcije koje se odlikuju višim vrednostima CEC.**

- Smatra se da su **direktno biodostupne** sledeće frakcije teških metala:
  - **rastvoreni metali u svom jonskom obliku**
  - lako rastvorni organo-metalni kompleksi
- **Potencijalno dostupne frakcije** teških metala čine:
  - metali vezani za karbonate,
  - metali okludovani na oksidima mangana i gvožđa
  - metali vezani za organsku materiju

Pri određenim promenama fizičko-hemijskih uslova (pH, oksido-redukcioni potencijal) metali iz ovih potencijalno pristupačnih frakcija mogu se rastvoriti i preći u potnu vodu.

- Korišćenje ukupnih koncentracija metala u sedimentu kao mera njegove toksičnosti i sposobnosti da se bioakumulira je prilično problematično jer različiti sedimenti pokazuju različit stepen biodostupnosti za isti ukupni sadržaj metala.
- Podaci o ukupnom ili “pseudo”-ukupnom sadržaju teških metala ne pružaju jasnu sliku o njihovom mogućem poreklu, niti o načinu njihovog vezivanja za sediment
  - povišeni sadržaj teških metala ne mora za posledicu da ima i povišeno toksično dejstvo, ukoliko su metali geohemijskog porekla
  - u sedimentima sa “normalnim” sadržajem teških metala može se ispoljiti toksično dejstvo ukoliko vladaju fizičko-hemijski uslovi u kojima su metali lakše ratvorljivi

- Da bi se dobili podaci o ukupnom, dostupnom i potencijalno dostupnom sadržaju teških metala, a time i o mobilnosti, biološkoj i fizičko-hemijskoj dostupnosti, ali i o mogućem poreklu teških metala u sedimentu koristi se **metod sekvencijalne ekstrakcije**.
- Sekvencijalna ili frakciona ekstrakcija je metoda kojom se **sukcesivnom primenom ekstrakcionih sredstava rastuće ekstrakcione moći**, selektivno rastvaraju sasvim određene, specifično vezane frakcije teških metala iz istog uzorka geološkog materijala (sedimenta ili zemljišta).

- Sediment igra važnu ulogu u raspoloživosti fosfora u vodenim sredinama
- predstavlja REZERVOAR fosfora, pa deo fosfora vezanog u sedimentu može biti, pod određenim fizičko-hemijskim uslovima, i kao rezultat biogeochemijskih procesa, ponovo vraćen u vodenu fazu.
- Smanjenje unosa fosfora u vodene ekosisteme iz antropogenih izvora ne mora obavezno da rezultuje brzim oporavkom sistema:
  - U eutrofnim jezerima količina fosfora koja može biti oslobođena iz sedimenta može povremeno da se izjednači ili čak bude dominantan izvor fosfora u poređenju sa unosom iz antropogenih izvora



- ◆ **Rezultujući fluks fosfora iz sedimenta u vodenu fazu može varirati sezonski usled promene hidroloških osobina sistema**
- ◆ **Retencija fosfora u sedimentu zavisi od:**
  - ◆ **Ukupne količine istaloženog fosfora (kapaciteta sedimenta)**
  - ◆ **Imobilizacije fosfora i njegovog transporta u dublje slojeve sedimenta**
  - ◆ **Reakcija transformacija reaktivnih jedinjenja fosfora, pogotovo onih oblika koji poseduju potencijal za doprinos eutrofizaciji:**
    - ◆ **Procesi koji se odigravaju u sedimentu mogu povećati, ali i smanjiti rezervoar biodostupnog fosfora**
    - ◆ **Fosfor oslobođen iz sedimenta gotovo u potpunosti se nalazi u obliku rastvorenog reaktivnog orto-fosfata, koji je u potpunosti dostupan algama.**
    - ◆ **Nasuprot tome, fosfor koji dospeva iz antropogenih izvora u vodene sisteme, nalazi se u obliku čija biodostupnost je niska.**

- **Doprinos sedimenta kao izvora fosfora može biti veoma značajan, naročito u eutrofnim, plitkim jezerima, barama i akumulacijama, u kojima fosfor iz sedimenta pri odgovarajućim fizičko-hemijskim uslovima može veoma lako biti distribuiran u površinske vodu:**
  - **Npr. visok fluks P brzinom  $200 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  u hiper-eutrofnom jezeru (u Danskoj) povremeno je detektovan**
  - **Poređenja radi, brzina unošenja fosfora od  $200 \text{ mg P m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  odgovara ukupnom dnevnom unosu fosfora koji potiče od 67000 stanovnika, ako se pretpostavi da je dnevni unos fosfora po osobi 3 g.**
  - **Nasuprot tome, u oligotrofnim jezerima, sedimenti veoma dobro zadržavaju fosfor, tako da se oslobađanje fosfora iz sedimenta u pornu vodu, a zatim i površinsku vodu, u oksičnim uslovima i pri niskim temperaturama gotovo ne može ni detektovati.**



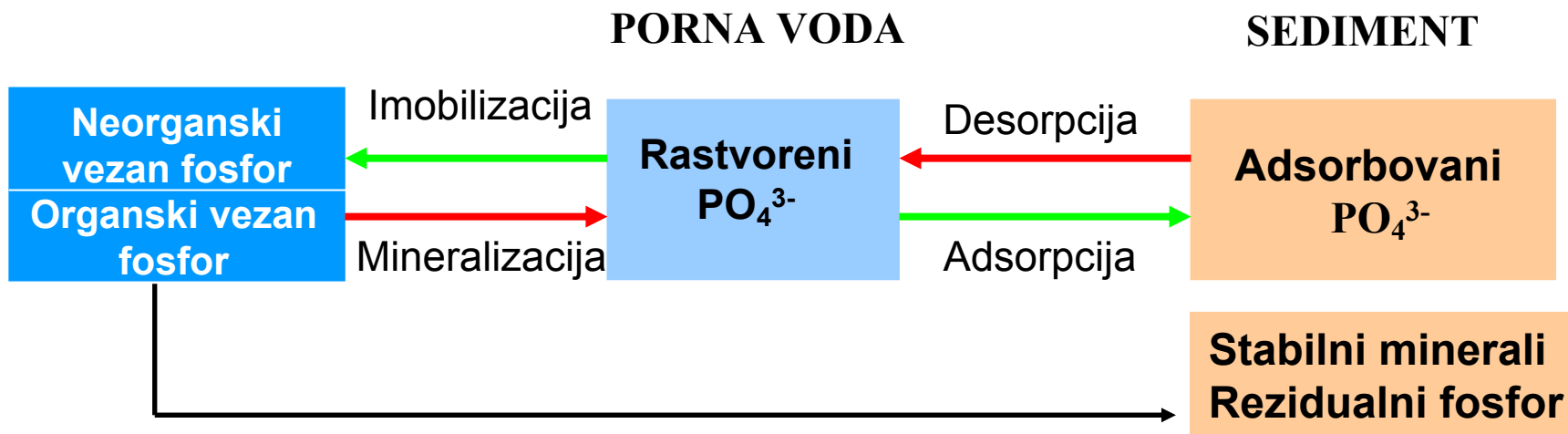
💧 **Generalno:**

💧 **Aerobni uslovi – pogoduju sorpciji P**

💧 **Anaerobni uslovi – favorizuju rastvaranje i oslobađanje P nazad u vodenu fazu**

## Vezivanje fosfora u sedimentima

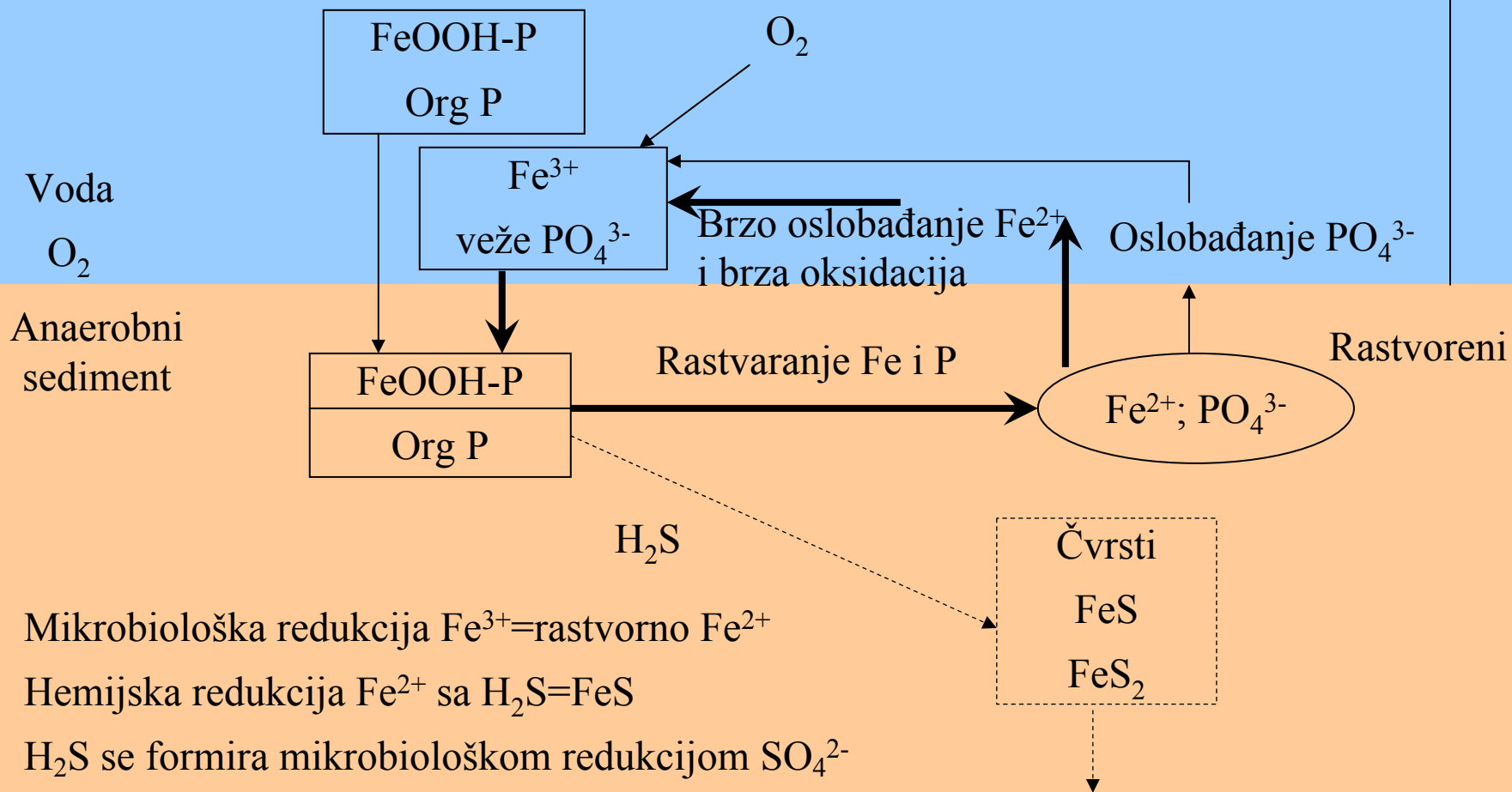
- Na površinu sedimenta dospeva smeša organski i neorganski vezanih oblika fosfora
  - Nerastvorne neorganske soli: soli Fe, Mn, Al i Ca
  - Organski vezan fosfor je vezan u algama, ostacima biljnih organizama, zooplanktonu, bakterijama
- Deo neorganskih i organskih materija podleže fizičko-hemijskoj i mikrobiološkoj mineralizaciji rezultujući nastajanjem rastvornog fosfata koji može biti adsorbovan na Fe hidratizanim oksidima i predstavlja mobilnu frakciju fosfora
- Deo fosfora je vezan u bionedostupnoj frakciji koju čine stabilni minerali (apatit) i rezidualni fosfor u organskoj frakciji



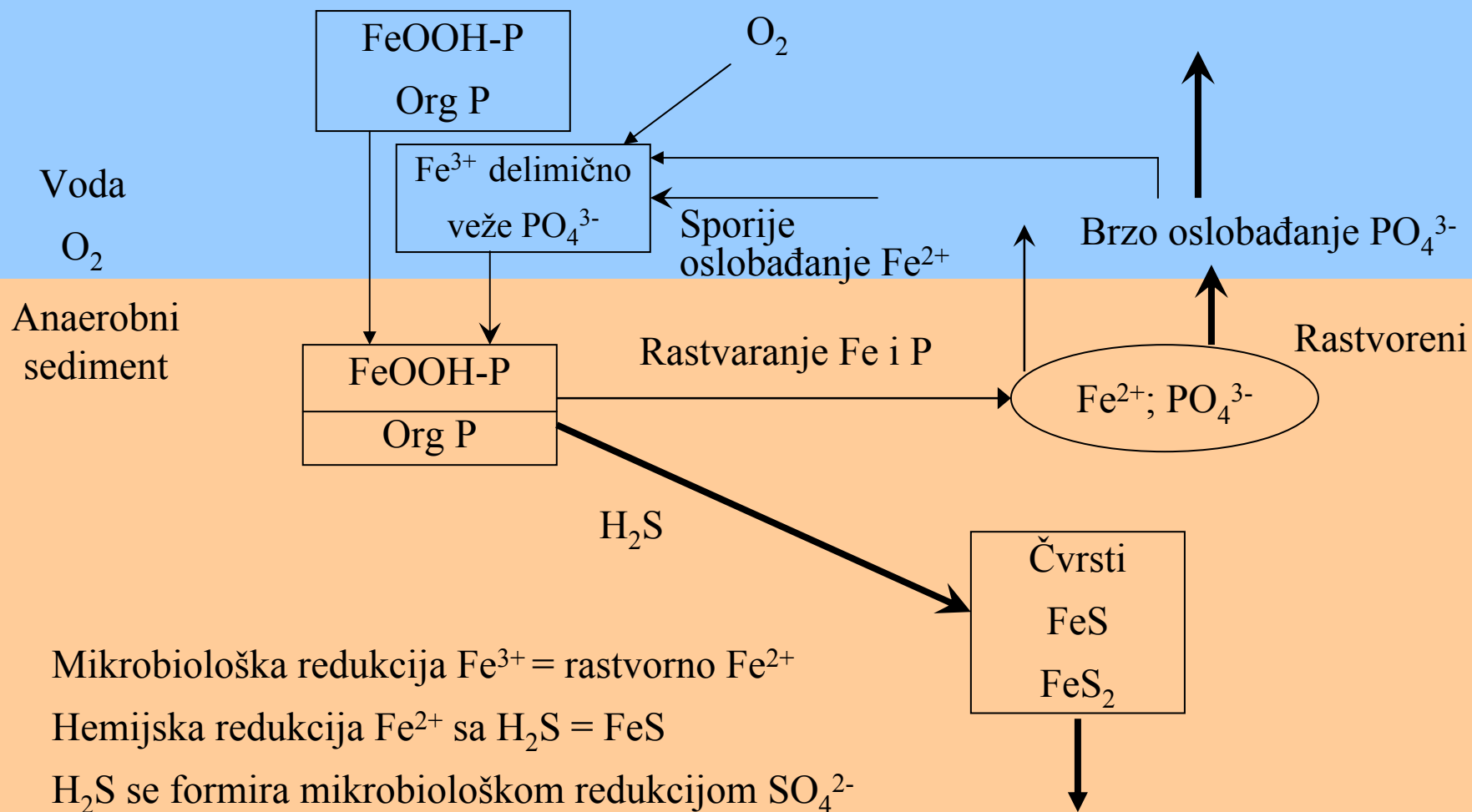
- **$\text{PO}_4^{3-}$  je visoko reaktivni anjon, pa sposobnost sedimenta da veže i zadrži fosfor zavisi isključivo od fizičkih osobina sedimenta.**
- **Hemija P u sedimentima slatkih i slanih akvatičnih sistema je uglavnom vezana za ciklus Fe, pri čemu kapacitet vezivanja u velikoj meri zavisi od forme u kojoj je vezan Fe:**
  - **Fe(III)-oksid - najvažnija faza u vezivanju fosfora**
    - **Sedimenti sadrže Fe(III)-oksid u različitim oblicima, koji obično predstavljaju kompleksne smeše, čije osobine variraju u širokom opsegu u pogledu stepena kristalne strukture, veličine čestica, specifične površine i reaktivnosti:**
    - **Kapacitet za adsorpciju fosfora amornog  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  je oko 20 puta veća u poređenju sa kristalnim Fe(III)-oksidima kao što su npr. hematit (100%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) i getit (empirijske formule  $\text{FeOOH}$ , 89,86%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , a ostatak je voda)**
  - **Adsorpcija fosfora na Fe koji je vezan u kristalnoj rešetki silikata je veoma slaba u poređenju sa sorpcijom na Fe(III)-oksidu**
- **Huminske supstance koje imaju kompleksirane Fe i Al takođe sorbuju P**

# Ciklus Fe-vezanog fosfora u sedimentu

Površinski sloj bogat Fe(III)-oksidom



## Ciklus Fe-vezanog fosfora u sedimentu u slučaju promene oksido-redukcionih uslova



- Kompeticija sa drugim anjonima za adsorpciona mesta smanjuje ukupnu adsorpciju  $\text{PO}_4^{3-}$
- Pojava kompeticije povezana je sa uticajem pH  $\Rightarrow$  značajno smanjenje sorpcije P dešava se sa porastom pH  $> 6,5$ :
  1. desorpcija fosfora sa minerala gline i Fe i Mn hidratizanih oksida zasniva se na jonskoj izmeni sa  $\text{HO}^-$
  2. povećanje pH takođe povećava disocijaciju površinskih OH, pa raste negativno površinsko naelektrisanje što povećava elektrostatičko odbijanje, i time smanjuje sorpciju



☹ **Kvalitet sedimenta je bitan element za procenu moguće upotrebljive količine vodene mase bilo da se radi o podzemnoj ili površinskoj vodi.**



☹ **Jednom kontaminiran sediment može postati izvor sekundarnog zagađenja, kada usled promene uslova u vodenom sistemu (poplave, acidifikacija, itd.) sorbovani polutanti bivaju desorbovani i vraćeni u vodenu fazu gde ponovo predstavljaju opasnost.**

- Negativni uticaji mogu biti prisutni čak i kada kvalitet površinske vode zadovoljava propisane kriterijume kvaliteta.
- Neophodno je da se pored uobičajenog praćenja kvaliteta vode, prati kroz monitoring programe i kvalitet sedimenta kako bi se zaštitio živi svet i očuvao kvalitet reka, jezera, pritoka i kanala.

