



Centar  
izvrsnosti za  
hemiju okoline i  
procenu  
rizika

# OD ČEGA ZAVISI HEMIJSKI KVALITET PRIRODNIH VODA?

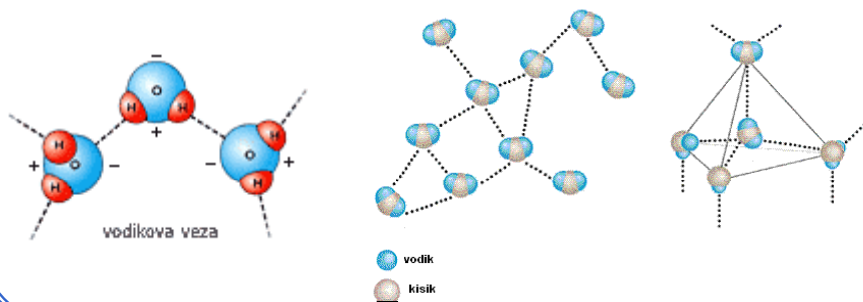
Profesor dr Božo Dalmacija  
Prirodno-matematički fakultet  
Novi Sad



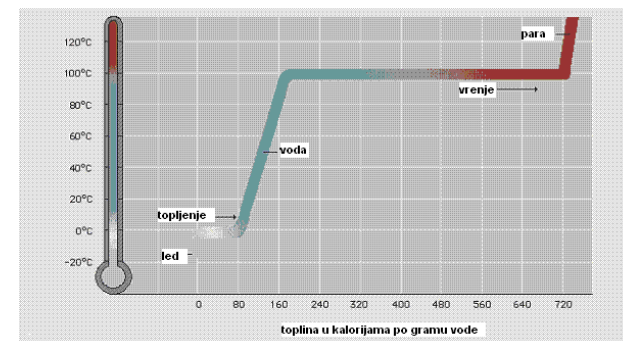
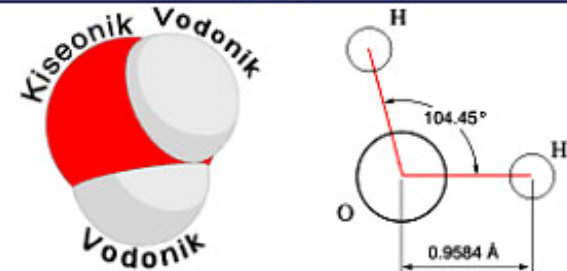


# Osobine vode

- Čista voda je tečnost bez boje, ukusa i mirisa.
- Pri normalnim uslovima tačka mržnjenja vode je na  $0^{\circ}\text{C}$  dok se prelaz iz tečnog u gasovito stanje odvija na  $100^{\circ}\text{C}$ .
- Voda dostiže svoju najveću gustinu na  $4^{\circ}\text{C}$  koja s padom temperature opada što je poznato kao **anomalija vode, a uzrokovano vodikovim vezama.**



Voda ( $\text{H}_2\text{O}$ ; HOH)	
Molarna masa	18,0153 g/mola
CAS broj (CAS RN)	7732-18-5
Gustina	1.000 $\text{kg/m}^3$ – tečna; 917 $\text{kg/m}^3$ – led;
Trojna tačka	273,16 K, 599,844 Pa
Viskoznost	0,001 Pa m (na $20^{\circ}\text{C}$ )
Površinski napon (na $20^{\circ}\text{C}$ )	7,275 N/m
Indeks prelamanja, $n_D$	1,333 (na $20^{\circ}\text{C}$ )
Dielektrična konstanta	80,2 (na $20^{\circ}\text{C}$ )
Baznost ( $\text{pK}_b$ )	15,74
Kiselost ( $\text{pK}_a$ )	15,74





## Zemlja – Plava planeta

- Zašto se naša planeta naziva Zemlja, možda je bolje **VODA** ili **OKEAN**, jer gledajući našu Zemlju iz svemira, vidi se da je većim delom pokrivena sa vodom.
- **Voda pokriva 71% površine Zemlje.**





# Bilans vode

- Prema trenutnom saznanju:

**ukupna količina vode na Zemlji iznosi 26,6 triliona tona.**

- U litosferi se nalazi oko 94,7%**

- pretežno vezane za minerale (kristalna voda, strukturna voda), koja može da se oslobodi samo na visokoj temperaturi.

- 5,3% (1 384 000 000 km<sup>3</sup>) nalazi se u hidrosferi.**

- vodenom omotaču koji čine okeani, mora, jezera, reke, potoci, akumulacije, močvare, ledene mase glečera, zemljišna vlaga, podzemna i atmosferska voda.

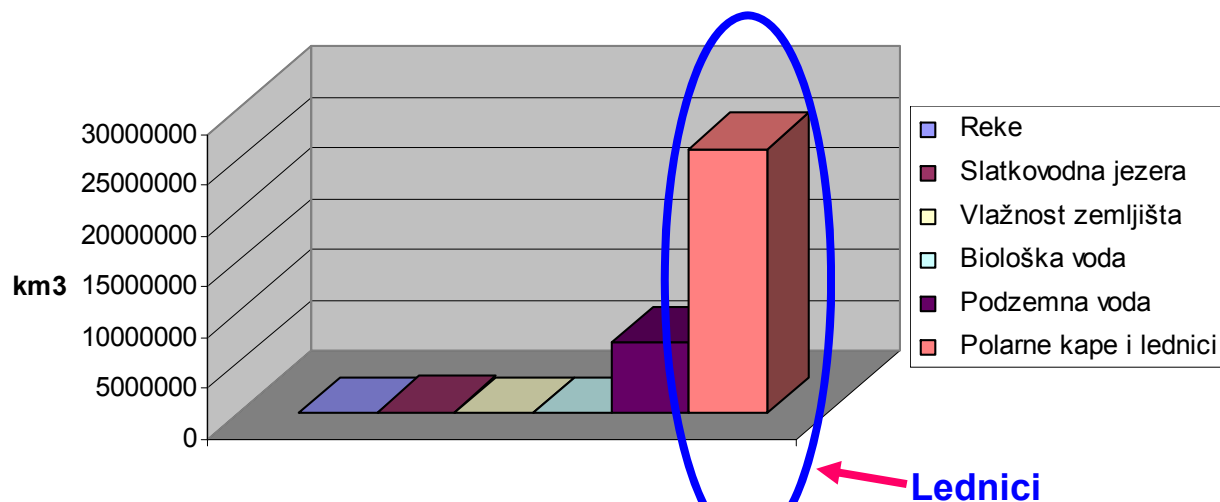
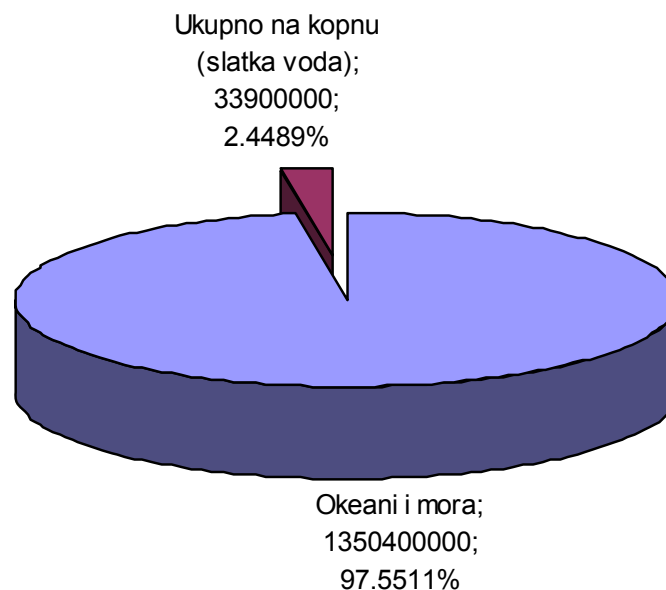
- Od ukupne količine vode samo u hidrosferi samo je 2,4% slatka voda**

- U odnosu na mora i okeane, količina slatke vode je mala i nalazi se na svega 0,4% površine planete, odnosno na 1% površine kopna.



Od ukupne količine vode samo 2,4% (33900000 km<sup>3</sup>) čini slatka voda i može se upotrebiti za zadovoljenje većine ljudskih potreba.

Vrsta slatke vode	% od ukupne količine vode	% od ukupne količine slatke vode
Reke	0,0001	0.005
Slatkovodna jezera	0,0094	0.37
Vlažnost zemljišta	0,0108	0.45
Biološka voda	zanemarljivo	
Podzemna voda	0,5060	21.03
Polarne kape i lednici	1,9250	78.10



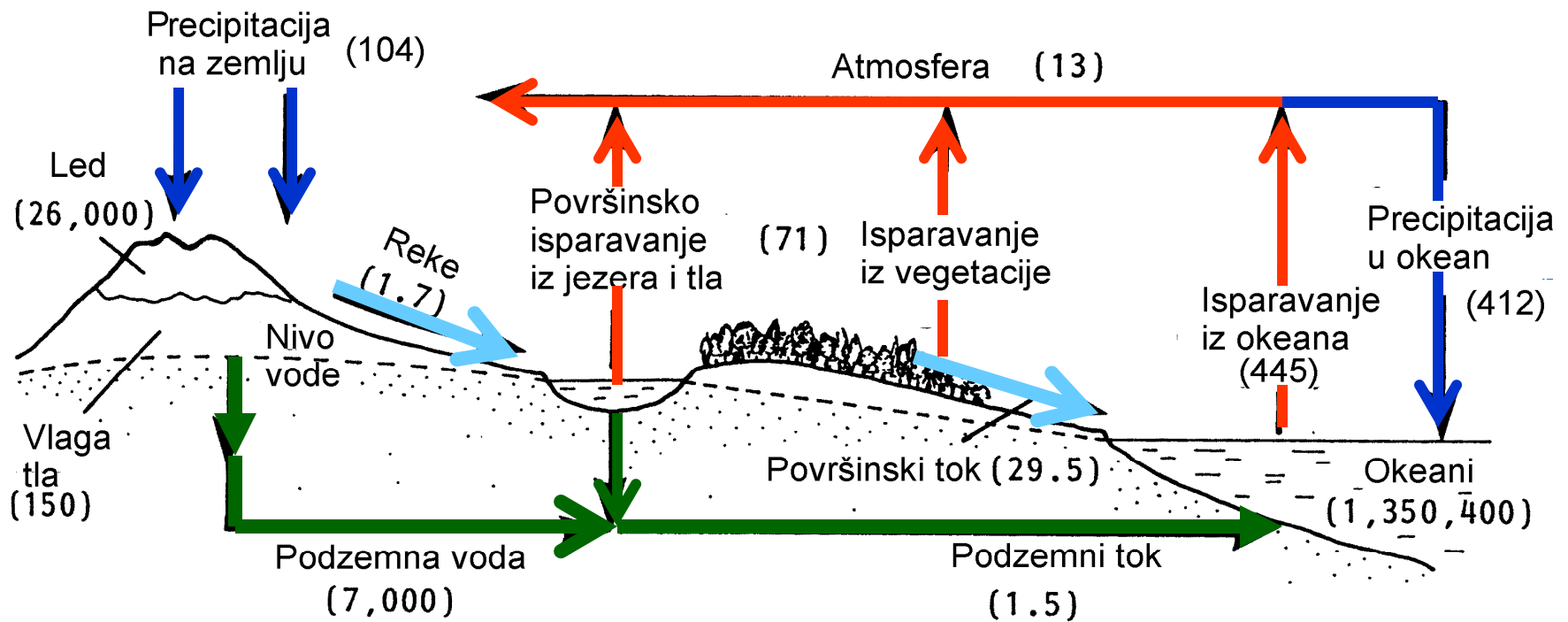
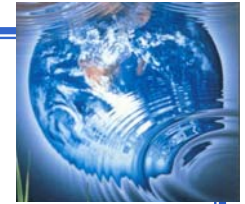


# Kruženje vode u prirodi utiče na kvalitet vode u prirodi





## Ukupna količina vode u hidrološkom ciklusu



**Ukupna količina vode 1 384 000 000 km<sup>3</sup>**

**Godišnje ispari i padne u hidrološkom ciklusu 516 000 km<sup>3</sup> vode**

**Na kopno godišnje padne 104 000 km<sup>3</sup> vode**



## Vreme potrebno za učešće ukupne količine vode iz pojedinih izvora u kružnom toku (**hidrološkom ciklusu**)

Voda u hidrosferi	Razdoblje obnove
Okeani	2 500 godina
Podzemna voda	1 400 godina
Polarni led	9 700 godina
Planinski lednici	1 600 godina
Stalni led na kopnu (permafrost)	10 000 godina
Jezera	17 godina
Močvare, vlažna staništa	5 godina
Vlažnost tla	1 godina
Kanalska mreža	16 dana
Atmosferska vlaga	8 dana
Biološka voda	nekoliko sati

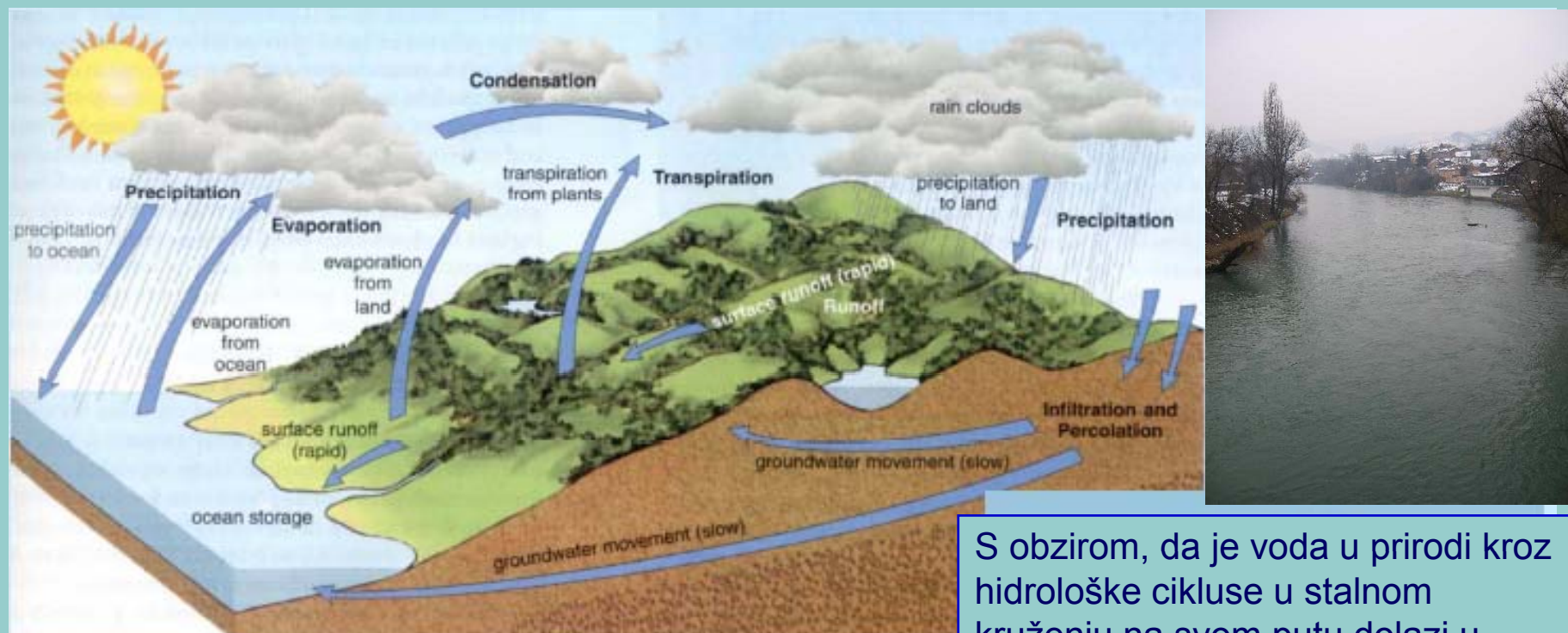


**Što je duže vreme zadržavanja u kružnom toku manja je mogućnost zagađivanja ili prirodne remedijacije vode!**





## Hidrološki ciklus i prirodni sastav voda



Hemijski sastav prirodnih voda na Zemlji nije jedinstven i zavisi od porekla vode, zemljišta kroz koje voda teče ili sa kojim je u dodiru, kao i od biljnih i životinjskih vrsta koje u njoj žive.

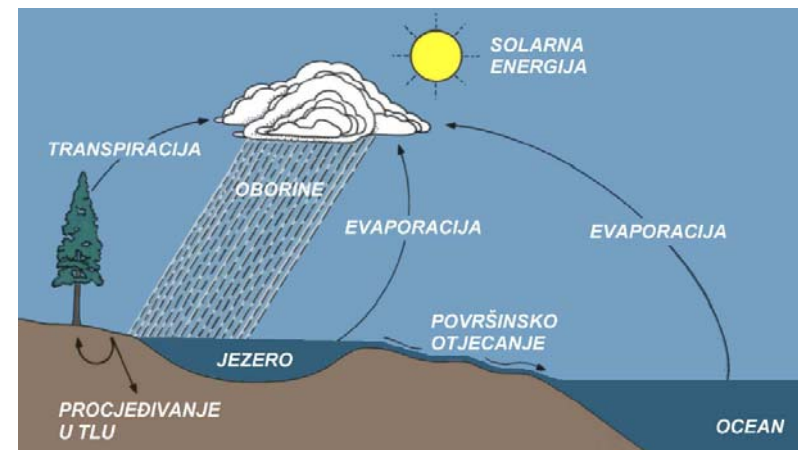
S obzirom, da je voda u prirodi kroz hidrološke cikluse u stalnom kruženju na svom putu dolazi u kontakt sa raznim organskim i neorganskim materijama zavisno od sredine, tako da je normalno da se voda ovako zagađuje ili, u najmanju ruku, menja svoj prvobitni sastav – **ZBOG RASTVARANJA I SUSPENDOVANJA U NJOJ RAZLIČITIH MATERIJA.**



- **Prirodni procesi**, kao izlaganje hemijskim i geohemijskim aktivnostima, oslobađaju razne elemente iz Zemljine kore (litosfere, atmosfere i hidrosfere).
- Tranzit i transformacija ovih elemenata uključujući metale i njihove soli, **najčešće uključuju**
  - **geohemijske i biološke procese reciklaže,**
  - **formiranje zemljinog biogeohemijskog ciklusa.**

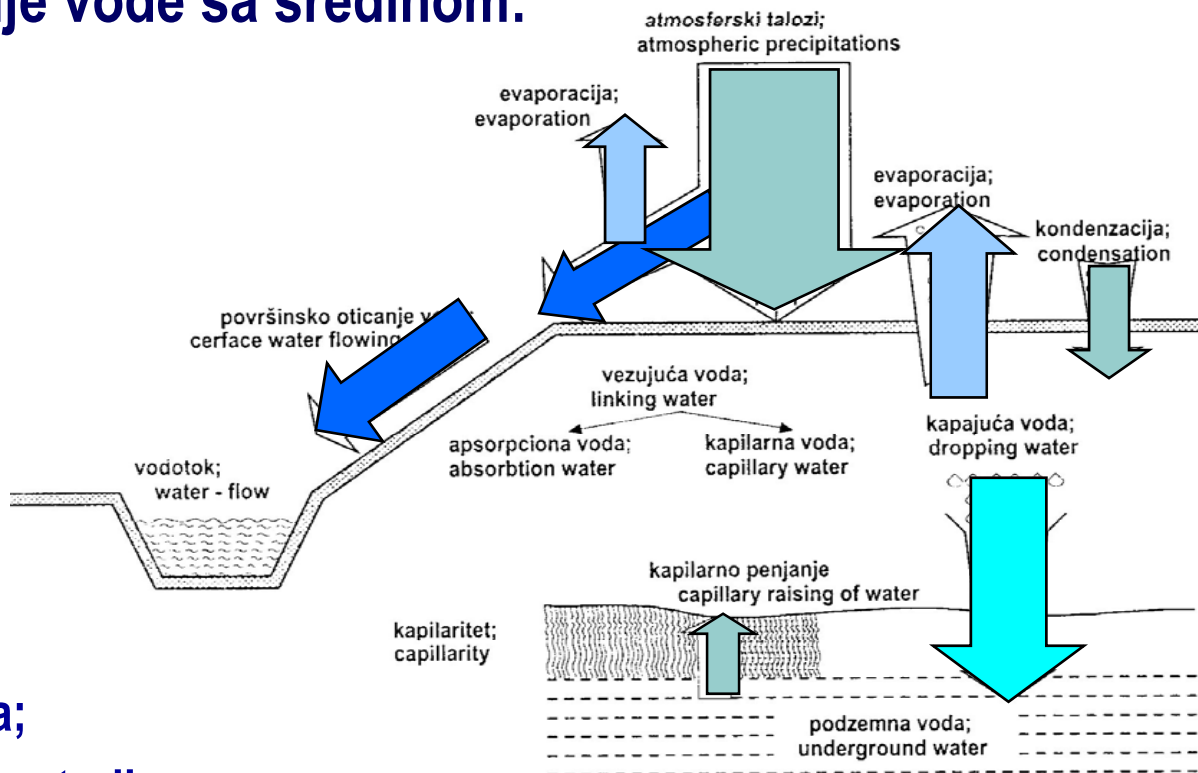
U sistemima čiste vode izloženim vremenskom uticaju u toku stvaranja i metamorfoze stena u drenažnim bazenima (npr. jezerima) **je najvažniji izvor soli koji se nalaze u njima.**

Razlaganje biljnih i životinjskih ostataka takođe doprinose malom ali značajnom unosu soli u površinske vode i sediment.



## Formiranje sastava prirodnih voda nastaje kao rezultat interakcije vode sa sredinom:

- mineralima,
- zemljištem i
- atmosferom.



## Odvijaju sledeći procesi:

- rastvaranje jedinjenja;
- hemijska interakcija materija sa vodom i vodenim rastvorima;
- biohemijske reakcije i
- koloidno-hemijske interakcije.

**Delovanje navedenih procesa zavisi od:**

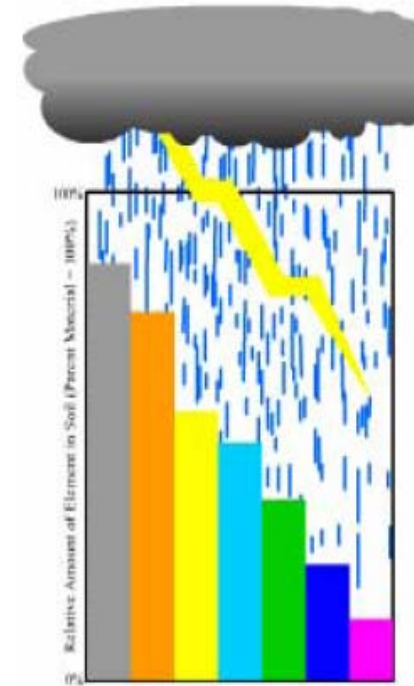
- ✓ temperature,
- ✓ pritiska i
- ✓ geoloških specifičnosti.



## Prvu etapu u formiranju sastava prirodnih voda predstavlja interakcija vode sa atmosferom.

### Iz atmosfere u vodu se

- **rastvaju gasovi** ( $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ )
- **organske i mineralne materije** iz čestice prašine i čađi koje se nalaze u zagađenom vazduhu.
  - Izračunato je da jedna kap kiše od 50 mg padajući sa visine od 1 km, ispira  $16,3 \text{ dm}^3$  vazduha,
  - a  $1 \text{ dm}^3$  kišnice ispira  $3,26 \cdot 10^5 \text{ dm}^3$  vazduha.
  - Npr. srednji sadržaj soli u atmosferskim padavinama iznosi oko  $35 \text{ mg/dm}^3$



Vrsta atmosferske vode	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
1	1,98	3,79	0,30	0,27	0,09	0,58	-	-
2a	1,1	1,1	0,26	0,36	0,97	4,2	-	-
2b	0,2	0,5	0,2	0,2	1,0	3,0	0,2	0,3
2c	5,1	5,5	-	1,7	4,8	9,2	0,2	1,7
2d	2,3	3,6	-	1,3	3,2	4,7	-	-
3a	-	17,5	-	-	-	58,5	13,1	9,3
3b	-	7,1	-	-	-	30,0	5,0	5,8
3c	-	3,4	-	-	-	19,8	2,6	2,6
3d	-	1,7	-	-	-	9,4	1,9	2,0
3e	-	1,4	-	-	-	7,0	1,6	1,7
3f	-	1,3	-	-	-	5,8	1,9	1,2
<b>Udaljenost u km od mora</b>								
4a	22	4,9	-	-	-	-	-	0,2
4b	2,5	4,8	-	-	-	-	-	50
4c	0,8	2,2	-	-	-	-	-	450
4d	0,4	0,9	-	-	-	-	-	800
4e	0,2	0,6	-	-	-	-	-	950
4f	0,2	0,5	-	-	-	-	-	1250
<b>brzina vetra m/s</b>								
5a	53,2	-	-	-	-	-	-	0-2,4
5b	70,9	-	-	-	-	-	-	2,5-7,7
5c	102,3	-	-	-	-	-	-	>7,7

## Sastav kišnice

Približan srednji sastav kišnice.

Enciklopedija Britannica  
([www.britannica.com](http://www.britannica.com) April 2000)

1-Dodatni podaci pH=5,7, SiO<sub>2</sub> = 0,3 mg/l

2 - Sastav atmosferskog taloga (srednja vrednost mg/l). a - kišnica 1967, b - talog sred. Evropa 1961, c - talog Ud SSR 1956, d - talog NW deo Ud SSR 1956 (*Matthess, 1990*).

3 - Koncentracije tipičnih jona (mg/l) u kišnici pri visini atmosferskog taloga. a) < 0,3 mm; b) 0,3-1,0 mm; c) 1,1-3 mm; d) 3,1-7,0 mm; e) 7,1-11 mm f) > 11 mm, (*Sontheimer et al., 1980*)

4 - Promena koncentracije (mg/l) Na<sup>+</sup> i Cl<sup>-</sup> u kišnici sa povećanjem rastojanja od obale u toku 1991. godine.

a) Westerland; b) Sehleswig; c) Braunschweig; d) Augustenbenrt; c) Hohenpeiqlenberg; f) Retz (*Matthess, 1990*)

5 - Promena koncentracije Na<sup>+</sup> (mg/l) u kišnici sa jačinom vetra (severozapadni vetrovi) u toku (1962). (*Matthess, 1990*)

**Sastav kišnice je zavisan od mnogih faktora, što određivanje opšteg karaktera jako otežava ili čak čini nemogućim.**



## Druga etapa je interakcija atmosferskih padavina sa zemljišnim pokrivačem

U drugoj etapi važna uloga pripada prisustvu biljnog pokrivača i njegovom karakteru.

- Da bi došlo do slivanja vode sa zemljišta potrebno je da intenzitet kiše bude jednak ili veći od **0,5 mm/minuti**, a ukupna količina padavina (za popunjavanje pora u površinskom sloju zemlje) ne manja od **15 mm**.
- **Pri interakciji voda koje se slivaju niz padinu sa zemljom zapaža se ispiranje uz stvaranje suspenzija, a takođe i prelaz elektrolita u vodu (rastvaranje).**





## Pri razmatranju ispiranja datog jedinjenja treba uzimati u obzir sledeće faktore

- rastvorljivost,
- koeficijent adsorpcije i
- naelektrisanja jona.
- karakterstike zemljišta u rečnom slivu.

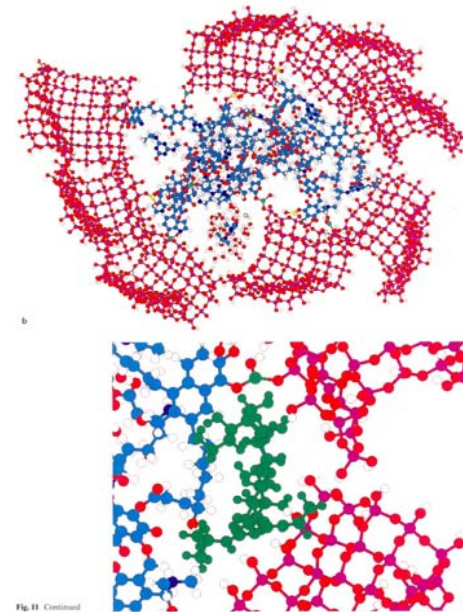
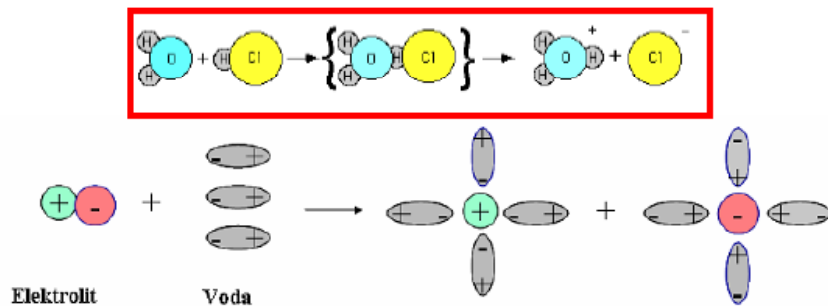
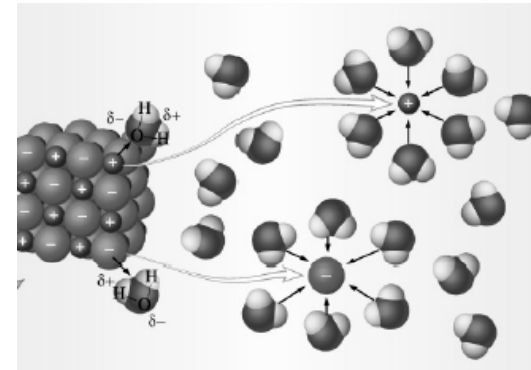
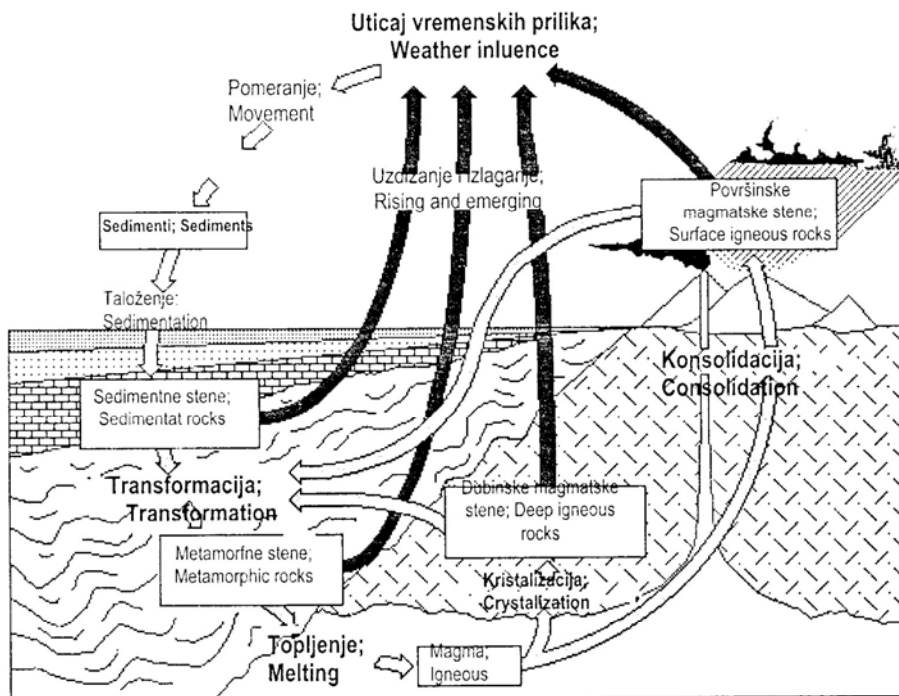


Fig. 11 Continued



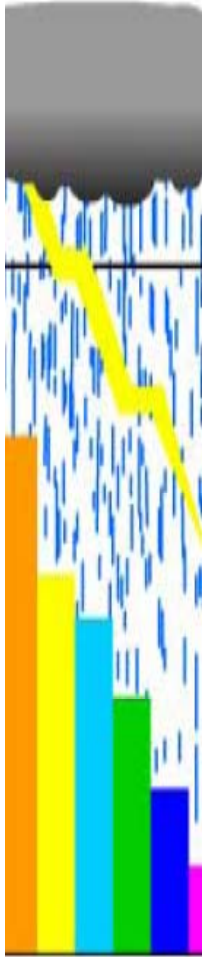
Procesi interakcija između **vode i minerala litosfere** imali su važnu ulogu u formiranju hemijskog sastava ne samo prirodnih voda već i spoljašnjih slojeva litosfere.



Kroz istorijski razvoj Zemlje minerali dospeli na njenu površinu erupcijom, bili su izloženi

- **fizičkoj eroziji** pod dejstvom vode i drugih prirodnih faktora (**kolebanje temperature, isparavanje, drobljenje pri zamrzavanju vode u pukotinama**),
- **hemijskoj eroziji** kao rezultat **izmene jona** koji ulaze u sastav kristalne rešetke minerala **vodoničnim jonima**.





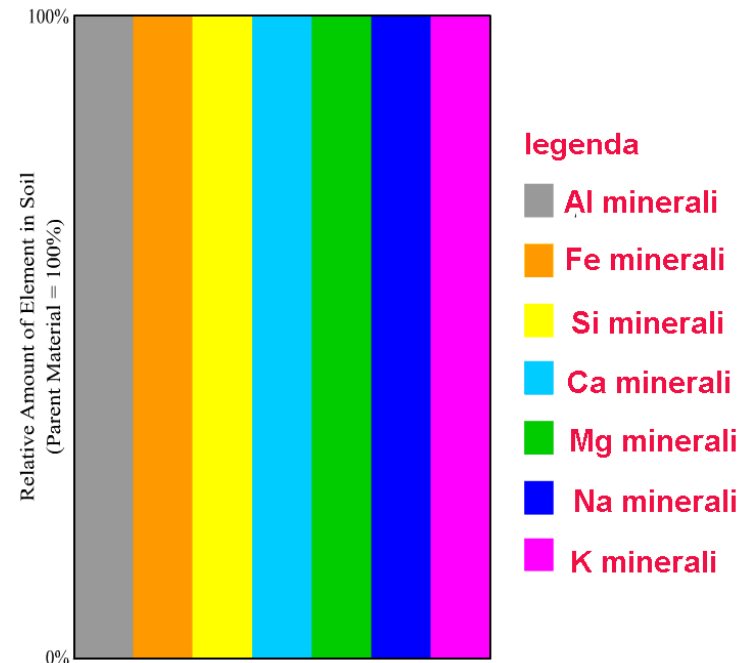
- Proces **površinskog raspadanja** zahvata one stene i minerale koji su **nestabilni pod egzogenim uslovima**, tj. nisu stabilni u prisustvu
  - **vode,**
  - **ugljen-dioksisida i**
  - **kiseonika.**
- U prvom redu to su **aluminosilikati magmatskog porekla**, a zatim druge stene i minerali, ali u manjoj meri.
- **Ovi procesi se odvijaju u litosferi i od suštinskog su značaja za proces mobilizacije i prenosa materija neorganskog porekla u vodu.**





## Osnovni (izvorni) materijal (zemljište)

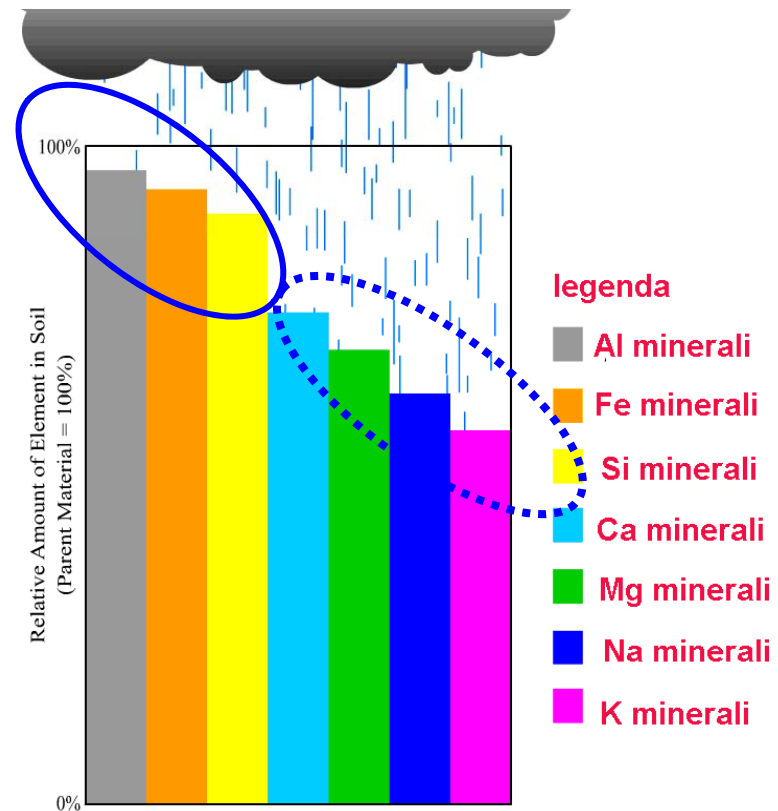
- Menjanje koncentracije hemijskih komponenti sa vremenom u zemljištu, potpomaže dekonpoziciju minerala u reakciji sa vodom.
- Kako proces menjanja s vremenom napreduje i transformacija “izvornom” materijala **takođe se menja i elementarni satav zemljišta**
- Početni satav “izvornog” materijala varira u zavisnosti od karakteristika prisutnih minerala, pa je najbolje promene u satavu posmatrati tako **da je količina svakog elementa u izvornom materijalu 100%**





## Minimalno menjanje sa vremnom

- **Osnovni elementi** (K, Na, Mg, Ca) se ispraju nabrže iz mineralnog materijala
- **Mineralne forme Al, Fe i Si** su otpornije na menjanje sa vremenom i ispiraju se i prelaze u vodu sporije
- Ovo minimalno menjanje se povezuje sa mladim zemljištem i zemljištem sa hladnim klimatskim uslovima gde je vlažnost niska i niske temperature koje ne faforizuju ispiranje

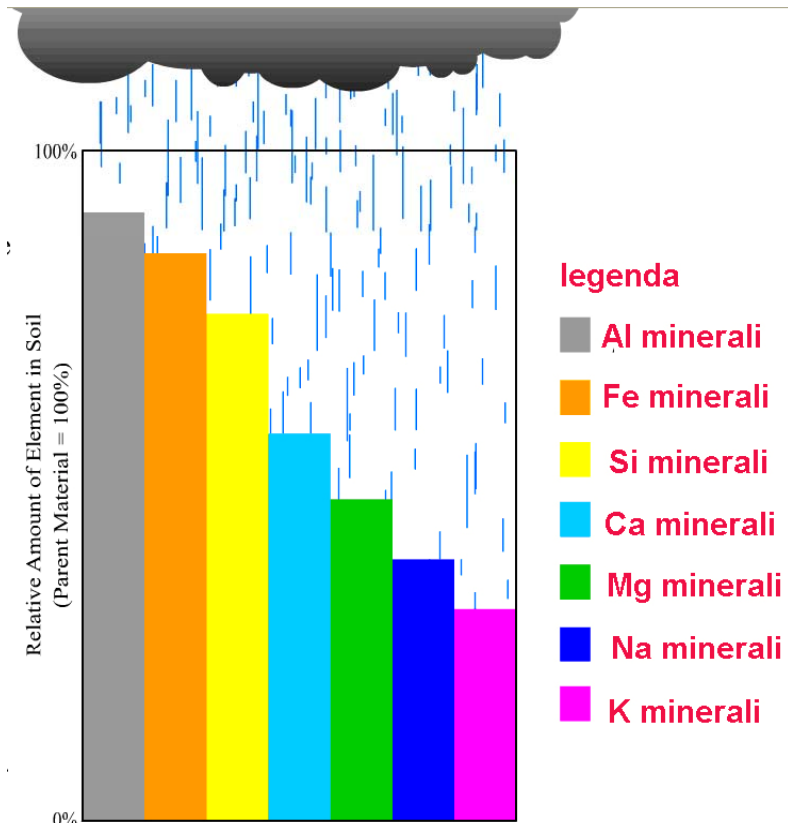




## Umereno menjanje sa vremenom

“Što su elementi rastvorljiviji brže i lakše se uklanjaju iz zemljišta” !! ???

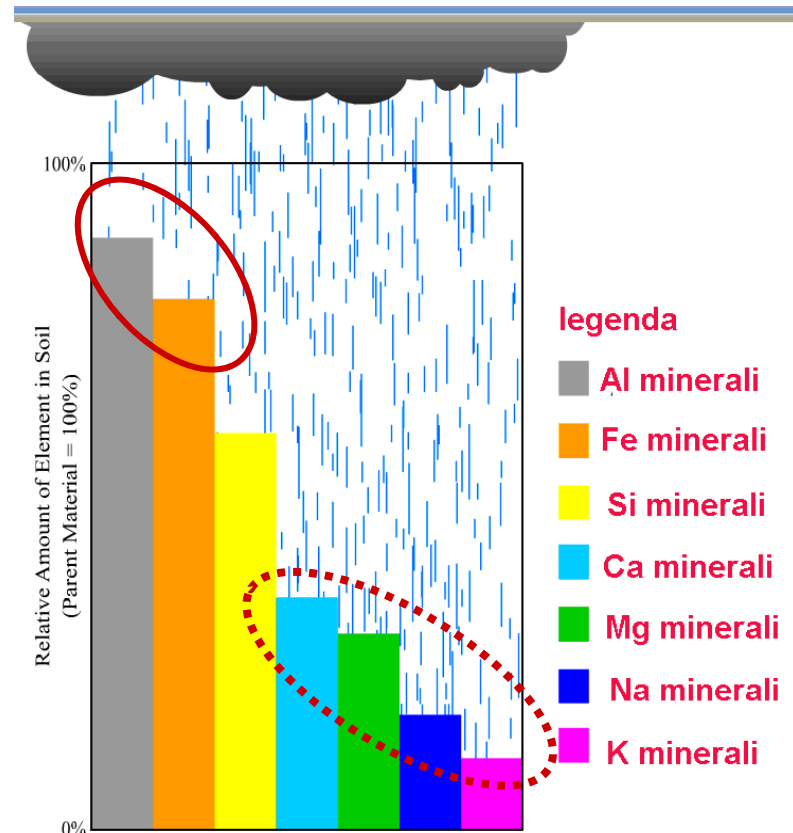
- Sa gubitkom materijala iz zemljišta povećava se koncentracija u zemljišt Al, Fe i Si
- Ovo umereno menjanje sa vremenom se povezuje za područja sa više vlage, adekvatnim padavinama i relativno toplijom klimom.





## Intezivno menjanje sa vremenom

- Ono što je preostalo od rastvoljivih elemenata brzo se ispra iz zemljušta
- Sa povećavanjem ispiranja čak se i Si gubi**, koncentrišu se Al i Fe u zemljuštu
- Ovo intezivno ispiranje se povezuje sa starim zemljištima i izuzetno toplim klimatskim uslovima, sa visokom atmosfrekom precipitacom i gde su visoke temperatue koje ubzavaju ispiranje



💧 Interakcija petrogenih minerala, od kojih su sačinjene stene, sa vodenim rastvorom naziva se opštim imenom **proces degradacije ili alteracije**, odnosno preobražavanje i ima za posledicu da se iz minerala

- ❑ lako mobilišu jednovalentni joni kao  $\text{Cs}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Na}^+$  i  $\text{K}^+$ ,
- ❑ zatim dvovalentni joni  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  ili  $\text{Sr}^{2+}$ ,
- ❑ dok se teško mobilišu  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  ili  $\text{B}^{3+}$

💧 U principu postoje četiri osnovna faktora koji definišu degradacionu sposobnost vodenog rastvora:

- ❑ vrsta i koncentracija rastvorenih jona u rastvoru;
- ❑ kiselost vodenog rastvora;
- ❑ redoks potencijal vodenog rastvora i
- ❑ temperatura.



💧 Pored izdvajanja iz stena makroelemenata izdavaju se i drugi elementi u nižim koncentracijama ili čak uklopljeni sulfidi ili neki drugi minerali koji usled degradacije oslobađaju niz drugih elemenata čije su osobine sa stanovišta kvaliteta voda veoma značajne.

💧 **Iz granita, granodiorita, kvarcdiorita i diorita**, u kojima dominiraju minerali kao ortoklas, plagioklas, biotit i hornblenda, degradacijom se oslobađaju **Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Nb, Ta, S, Se, Te, Mo, W, U, Fe, Co i Ni.**

💧 **Iz gabroidnih stena** u kojima dominira plagioklasi, pirokseni i olivini, degradacijom se oslobađaju **S, Fe, Co, Ni, Cu, Ti, V, Cr** i platinski metali.

💧 **Iz alkalnih stena** oslobađaju se **Na, Ca, Sr, Ba, Cs, retke zemlje, Ti, Zr, Hf, P, Nb, Ta, F, Cl, Fe i Mn.**





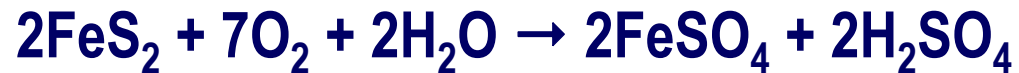
# Kisele degradacije

- Kisele degradacije karbonatnih stena se mogu prikazati sledećim hemijskim reakcijama:



- Ca, Mg tokom kisele degradacije karbonatnih stena lako oslobađaju i dospevaju u vodene tokove.
- Tokom **degradiranja i erodovanja matriksa minerala domaćina** oslobađaju se veće ili manje koncentracije drugih minerala metala koji se nalaze zarobljeni u osnovnom mineralu.
  - **Na primer, za karbonatni matriks se vezuju Fe, Cd, Ce, Mn, Sr, Ba, Cu, Pb, Zn i drugi elementi.**

- Eroziji se podvrgavaju i sulfidi metala, pri čemu se u ovom slučaju proces ubrzava na račun oksidacionog dejstva kiseonika, usled čega **nastaje sumporna kiselina koja pojačava dalju eroziju:**



- Ako je prisutan kiseonik u višku dvovalentno gvožđe se oksiduje u trovalentno:



- Uzevši u obzir i hidrolizu nastalog gvožđe(III)-sulfata jasno je da dolazi do **povećavanja kiselosti vode i povećanja korozionog efekta**, a time i ubrzavanja procesa rastvaranja stena.
- Bez prisutva kiseonika, pod uticajem ugljene kiseline rastvaranje pirita može da se dešava prema sledećoj hemijskoj jednačini:



● **Procesi degradacije prirodnih materija, stena i minerala u osnovi su takvi da omogućavaju oslobađanje neorganskih soli i potpomažu da oni pređu iz litosfere u hidrosferu.**

● Ovo je dominantan proces u prirodi.

● **Ovom procesu je suprotavljen proces sedimentacije i stvaranja sedimentnih stena** u vodenim sredinama na granici između litosfere i hidrosfere.

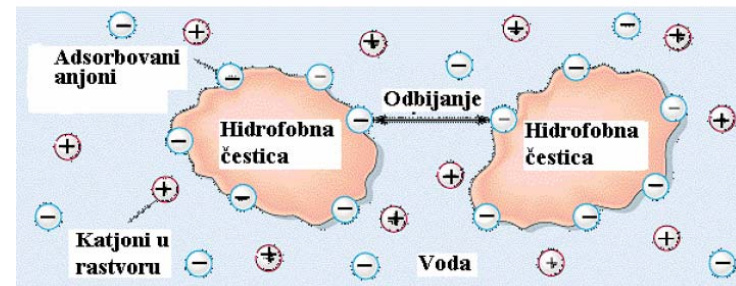
● Pored toga, fiksacija jona se postiže uz **pomoć gline sa visokim jonoizmenjivačkim sposobnostima.**

● **Proces nastanka čvrste faze, a zatim hemijske i fizičke degradacije se mogu ciklično smenjivati i time proces širenja rastvorenih materija u vodi postaje diskontinualan, ali ne i konačno zaustavljen.**



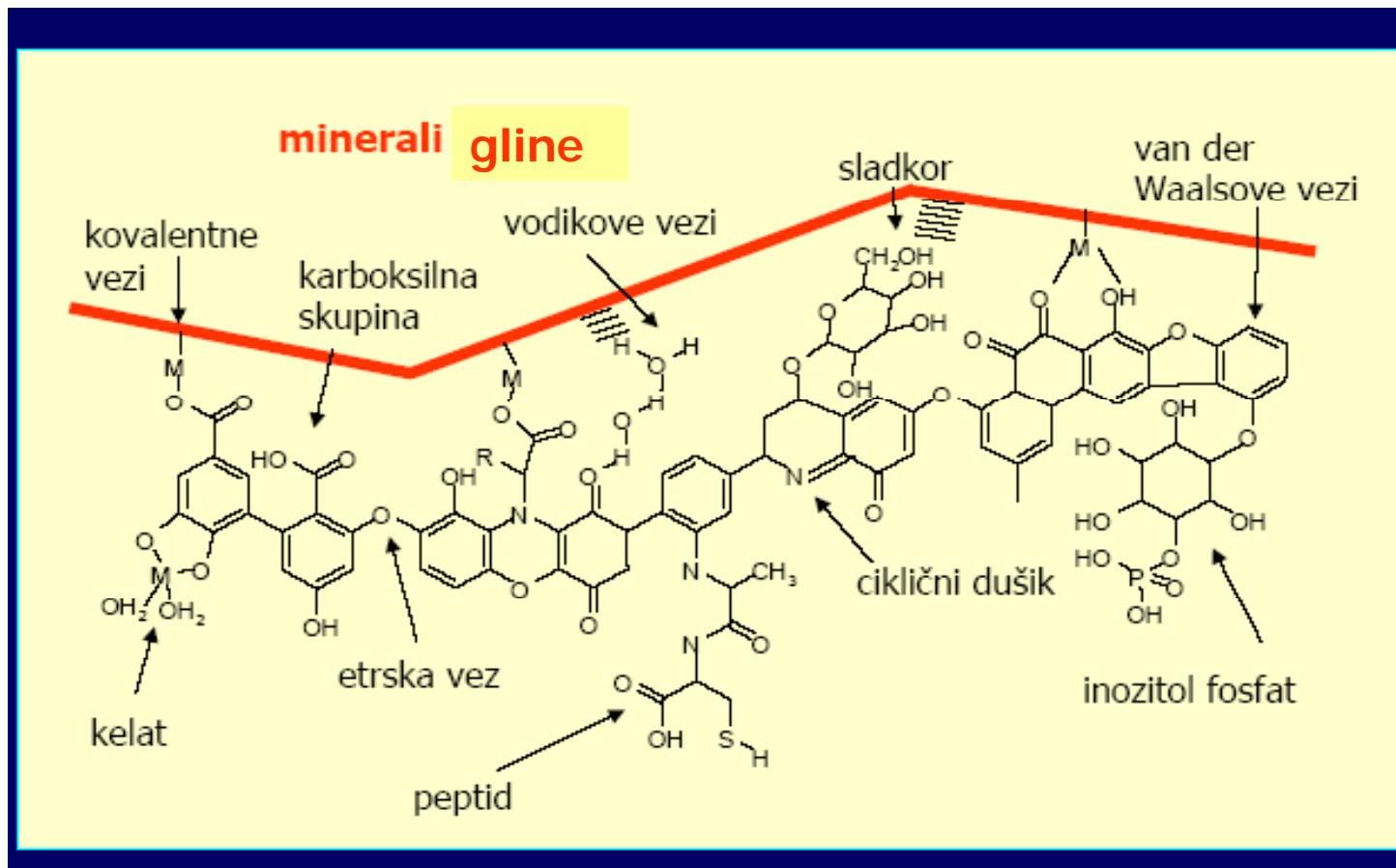
## Pri određivanju brzine ispiranja supstanci iz zemljišta i dospevanja u vodu osnovna uloga pripada

- **Sadržaju organskih materija u zemljištu**, posebno huminskih materija.
  - ❑ zemljište sa visokim sadržajem organskih materija bolje vezuje većinu hemijskih jedinjenja i time smanjuje ispiranje.
  - ❑ Mnoga zemljišta, a naročito černozem i treset, poseduju značajnu **jonoizmenjivačku sposobnost, koja je vezana za prisustvo huminskih kiselina u njima.**
- **Sadržaj gline u zemljištu,**
- **pH vrednost zemljišta i**
- **Poroznost zemljišta.**





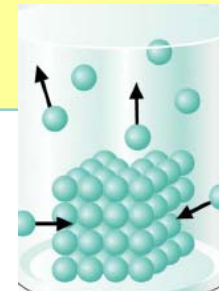
## Hipotetično vezivanje humusa na glini

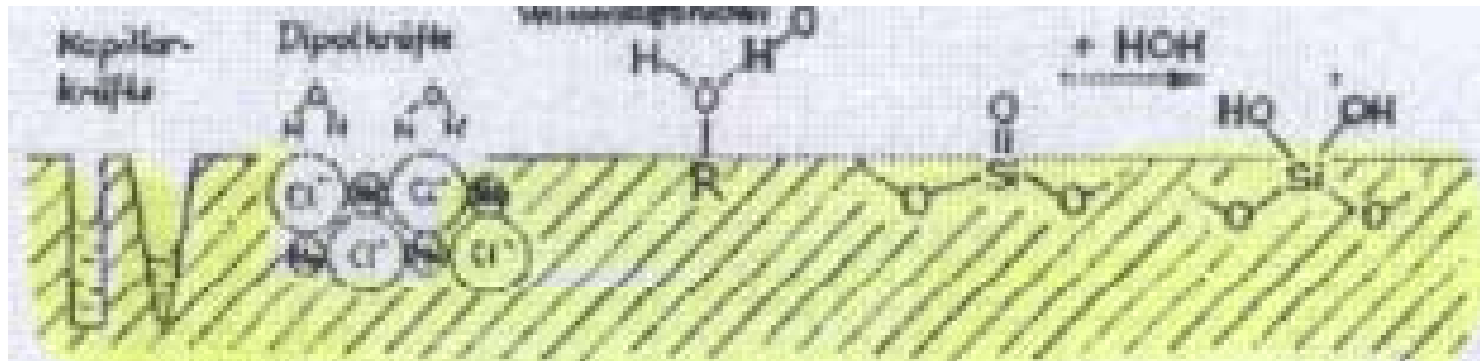




**Rastvaranje soli, adsorpcija i jonska** izmena utiču na sadržaj materija u vodi pri prodiranju vode u dubinu zemljišta.

- Na primer, rezultat jonske izmene i adsorpcije je raspodela natrijuma i kalijuma u vodi.
- Kalijum se sorbuje na zemljištu, a natrijum se na njemu ne zadržava i zbog toga značajno preovladava u prirodnim vodama.**
- Dužina interakcije vode sa zemljištem i kontakt sa mineralima prilikom infiltracije uslovljavaju **specifičnost sastava podzemnih voda.**



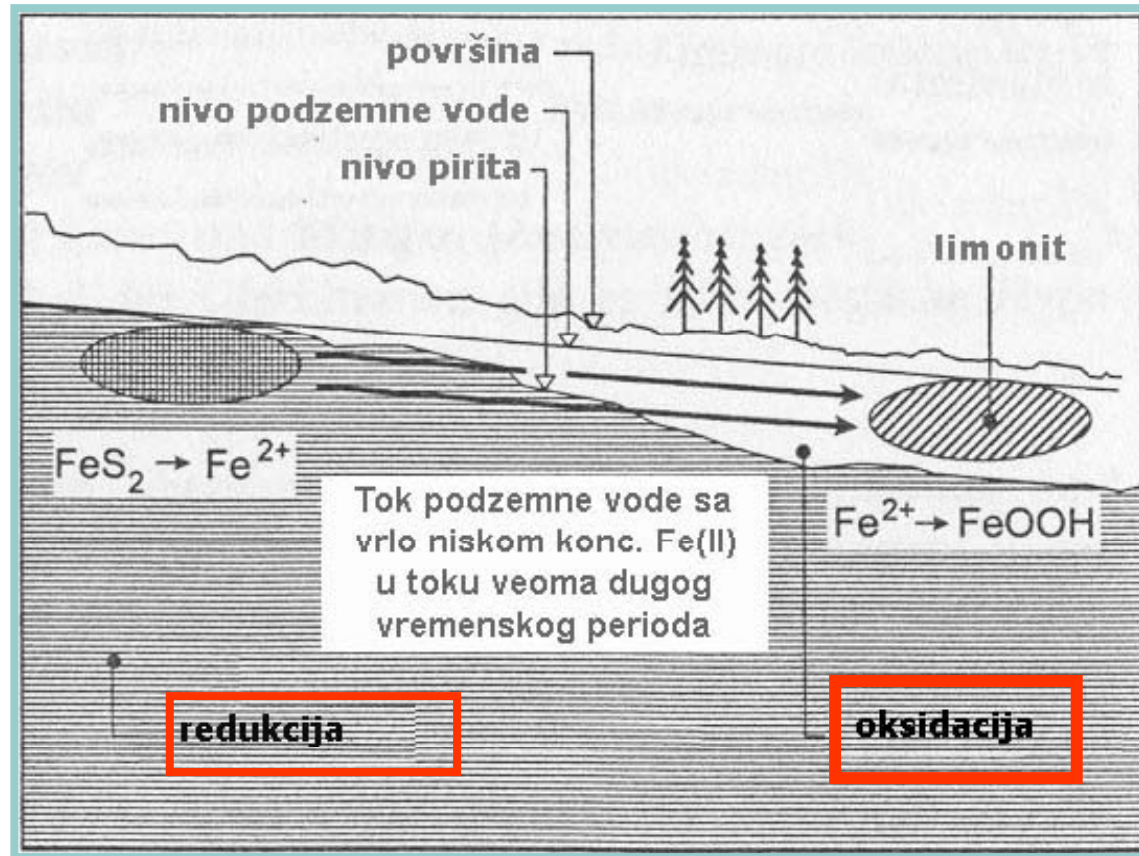




## Primer: Model-prikaz uloge rastvorenog Fe(II) u prirodi (nastajanje Fe(III)-oksidhidrata u prirodnim procesima)

niske koncentracije Fe(II)

pokretanje i imobilizacija Fe



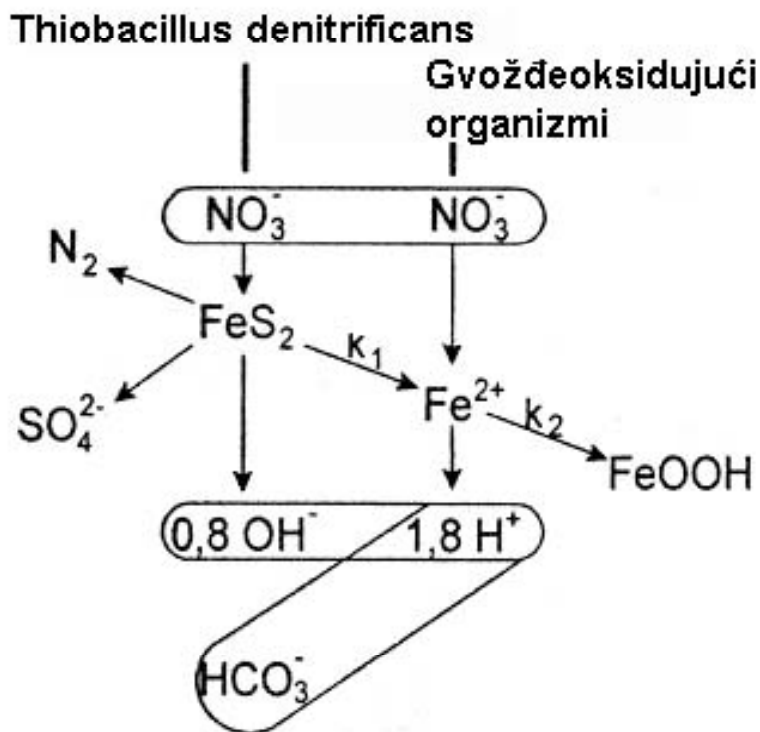
**koncentracija Fe u početku je niska i obrazovanje oksidnih slojeva može trajati vekovima**



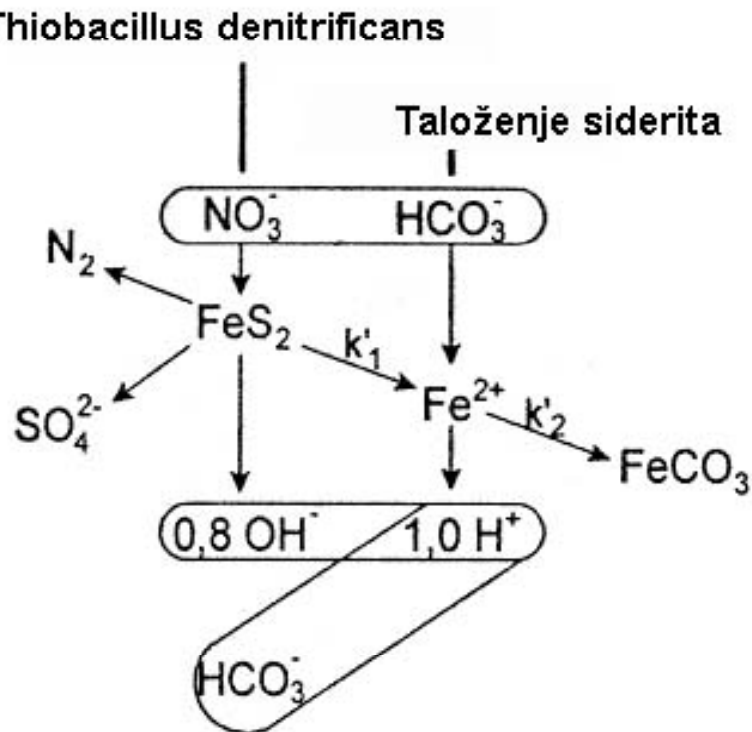


## Primer: Šema reakcije denitrifikacije pomoću Fe-disulfida

Pri niskim pH vrednostima i kiselom kapacitetu do pH 4,3:



Pri prekoračenju zasićenja sideritom i taloženju siderita:

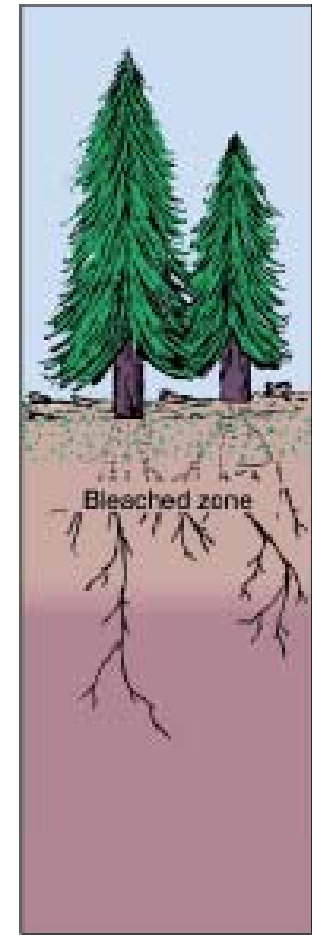


obe alternativne reakcije imaju isti efekat - dalju eliminaciju Fe(II) nastalog u reakciji oksidacije  $\text{FeS}_2$  u vodama sa visokom koncentracijom bikarbonata



## Razvoj života na Zemlji takođe je ostavio traga na formiranje kvaliteta prirodnih voda.

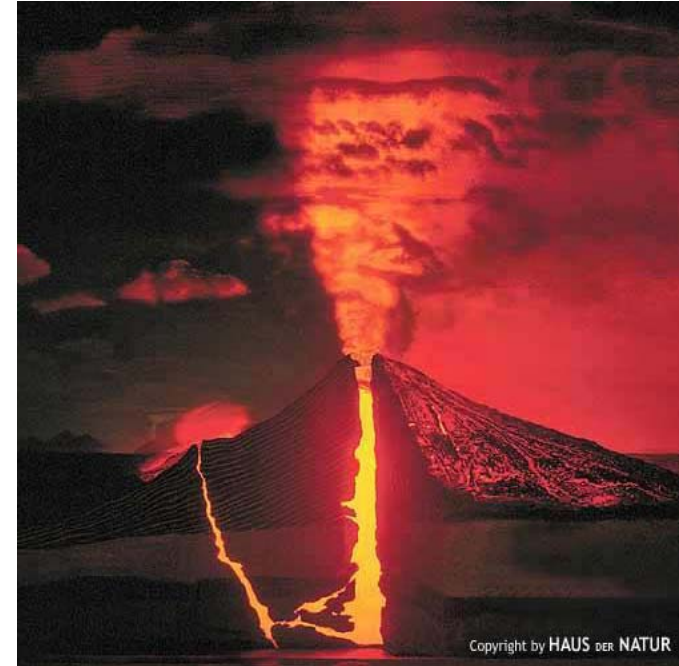
- Razlaganje biljnih ostataka u zemlji, uz nastajanje  $\text{CO}_2$  i organskih kiselina, ubrzalo je rastvaranje minerala u zemljištu.
- Mineralizaciji prirodnih voda doprinos daju i mikroorganizami zemljišta, koji oksiduju organske materije proizvodeći **različite metabolite - najčešće organske kiseline**.
- Biljne i životinjske vrste utiču na izmenu hemijskog sastava vode u toku svoga života ili se on menja usled njihovog raspadanja nakon prestanka njihovih životnih funkcija (stvaranje detritusa).



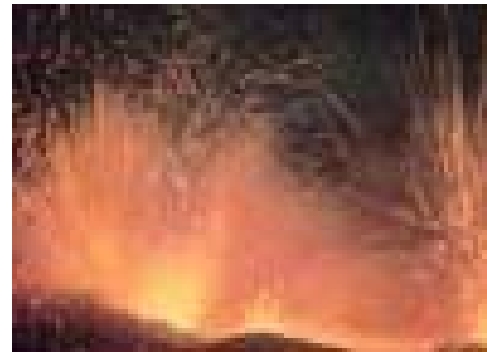


## Izvori prirodnog uticaja na kvalitet voda su

- vulkanske erupcije,
- zemljotresi,
- šumski požari,
- klimatske izmene  
itd.



Copyright by HAUS DER NATUR



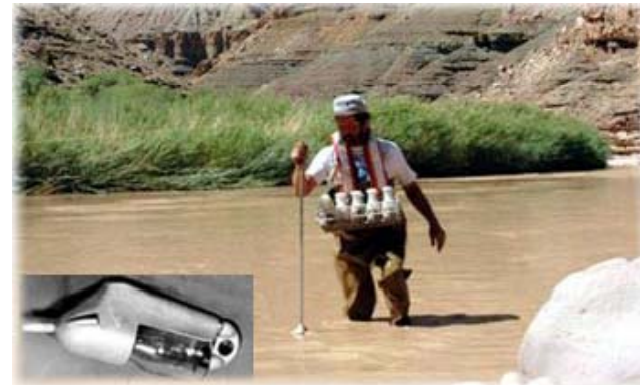


- **Vulkanske erupcije i zemljotresi** dovode do unošenja niza supstancija u prirodne vode, menjajući njihov sastav.
- **Klimatske izmene** mogu da dovedu do zagađivanja voda, prevodeći pojedine vode u močvare, odnosno dovodeći do izmene saliniteta u drugim vodama.
- **Prodor podzemnih dubinskih voda u površinske vode** dovodi do izmene hemijskog sastava.
- **Požari šuma i izmene vegetacionog pokrivača** dovode do izmene hidrološkog stanja pojedinih oblasti, omogućavajući na taj način i izmenu u hemijskom sastavu voda i pojavu njenog zagađivanja.



## Procesi koji utiču na formiranje nanosa (sedimenta) u vodotocima utiču i na kvalitet vode

- Za stvaranje nanosa (sedimenta) u rečnom koritu najodgovornija je erozija.
- Najvažnija erozija u ovom slučaju je ona koju **vrši tekuća voda poreklom od atmosferskih taloga**, koji se slivaju po nagibu sa viših delova reljefa.
- Ova vrsta erozije naziva se spiranje ili denudacija zemljišta.





Jedna od najvažnijih pojava u slivu jesu svakako erozioni procesi, koji bitno utiču na hemijski kvalitet voda, režim voda i nanos vodotoka.



Eroziju u slivu prate sledeće pojave, koje bi se mogle shvatiti kao komponente te iste erozije:

- **Razaranje stena** u slivu pod mehaničkim, hemijskim i temperaturnim uticajima,
- **Denudacija** (razgolićavanje prethodno raspadnutih stenskih masa) i
- **Akumulacija** (istaložavanje prethodno pokrenutih čvrstih materijala, usled nedovoljne energije rečnih tokova).



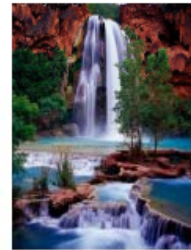


- **Kvalitet nanosa (sedimenta) je važna komponenta u programima zaštite i kontrole kvaliteta vode.**
- **Sastav i fizičke karakteristike nanosa utiču na stepen vezivanja organskih i neorganskih prirodnih i zagađujućih materija koje se mogu naći u prirodnim vodama.**
- **Fizičko-hemijske karakteristike sedimenta** (pH, redoks-potencijal, sadržaj sulfida, organske materije i gline) utiču na
  - pojavne oblike i **vezivanje toksičnih** komponenti i njihovih metabolita za čestice sedimenta,
  - i na njihovu **mobilitnost**,
    - **a za posledicu imaju bioakumulaciju i biomagnifikaciju u** živim organizmima u manjoj ili većoj meri



## Hemijske komponente prirodnih voda koje utiču na kvalitet prirodnih voda uslovno se dele na pet grupa:

- (1) osnovne jone;
- (2) rastvorene gasove;
- (3) biogene materije;
- (4) organske supstancije; i
- (5) mikroelemente.



Površinska 0.15%



Kristalna 15%



More 83 %



Ledenjaci 1%



Podzemna 0.15%



Atmosferska 0.0008 %





## Kvalitet površinskih voda i njene specifične osobine definišu "status površinskih voda"

- Termin "status voda" sadržan je u deset izraza definisanih Okvirnom direktivom o vodama (*WFD, 2000*).
- *Ekološki status*, bez obzira na tip vodotoka, obuhvata sledeće elemente kvaliteta: **biološke, hidromorfološke, hemijske i fizičko-hemijske sa posebnim akcentom na specifične polutante.**
- *Hemijski status* je posebno definisan i odnosi se na **standarde kvaliteta**, poštovanje emisionih graničnih vrednosti i odsustvo prioriternih supstanci u vodi.



## *Elementi kvaliteta voda za procenu ekološkog statusa*

<b>Biološki elementi kvaliteta</b>			
<b>Reke</b>	<b>Jezera</b>	<b>Prelazne vode</b>	<b>Priobalne vode</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- kvalitativni i kvantitativni sastav makrofita</li> <li>- kvalitativni i kvantitativni sastav makrozoobentosa</li> <li>- kvalitativni, kvantitativni sastav i uzrasna struktura faune riba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kvalitativni, kvantitativni sastav i biomasa fitoplanktona</li> <li>- kvalitativni i kvantitativni sastav makrofita</li> <li>- kvalitativni i kvantitativni sastav makrozoobentosa</li> <li>- kvalitativni, kvantitativni sastav i uzrasna struktura faune riba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kvalitativni, kvantitativni sastav i biomasa fitoplanktona</li> <li>- kvalitativni i kvantitativni sastav makrofita</li> <li>- kvalitativni i kvantitativni sastav makrozoobentosa</li> <li>- kvalitativni i kvantitativni sastav i faune riba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kvalitativni, kvantitativni sastav i biomasa fitoplanktona</li> <li>- kvalitativni i kvantitativni sastav makrofita</li> <li>- kvalitativni i kvantitativni sastav makrozoobentosa</li> </ul>



### Hidromorfološki elementi kvaliteta u funkciji bioloških elemenata kvaliteta

Reke	Jezera	Prelazne vode	Priobalne vode
<ul style="list-style-type: none"><li>-hidrološki režim (protok, brzina toka)</li><li>-rečni kontinuitet</li><li>-morfološki uslovi (variranja dubine i širine rečnog korita, sastav i struktura rečnog dna, struktura obalnog regiona)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-hidrološki režim (strujanja vode, retenciono vreme, povezanost sa podzemnim vodama)</li><li>-morfološki uslovi (variranja dubine jezera, količina, struktura i sastav jezerskog dna, struktura obale)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-morfološki uslovi (variranja dubine; količine, struktura i sastav sedimenta; struktura zone plime i oseke)</li><li>-režim plime i oseke (tok slatke vode, izloženost talasima)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-morfološki uslovi (variranja dubine; struktura i sastav sedimenta; struktura zone plime i oseke)</li><li>-režim plime i oseke (tok dominantnih struje, izloženost talasima)</li></ul>



## Hemijski i fizičko- hemijski elementi kvaliteta u funkciji bioloških elemenata kvaliteta

<b>Reke</b>	<b>Jezera</b>	<b>Prelazne i priobalne vode</b>
Opšti parametri kvaliteta Specifični polutanti	Opšti parametri kvaliteta Specifični polutanti	Opšti parametri kvaliteta Specifični polutanti



# HVALA NA PAŽNJI !

