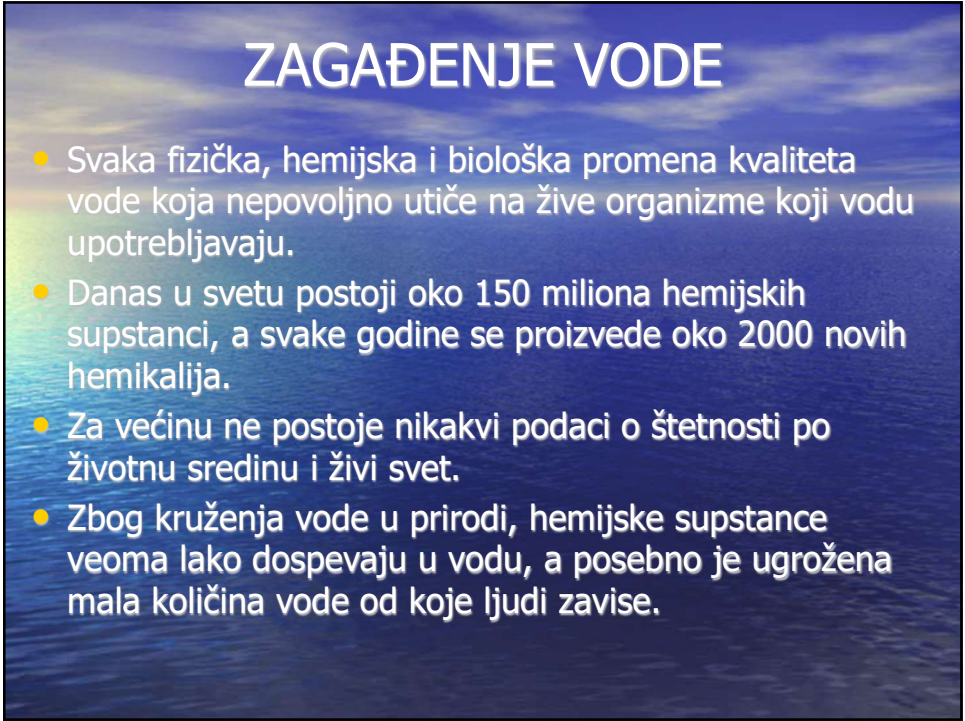




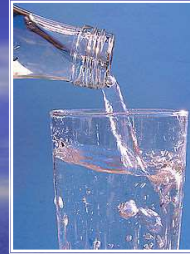
ZAGAĐENJE VODE



ZAGAĐENJE VODE

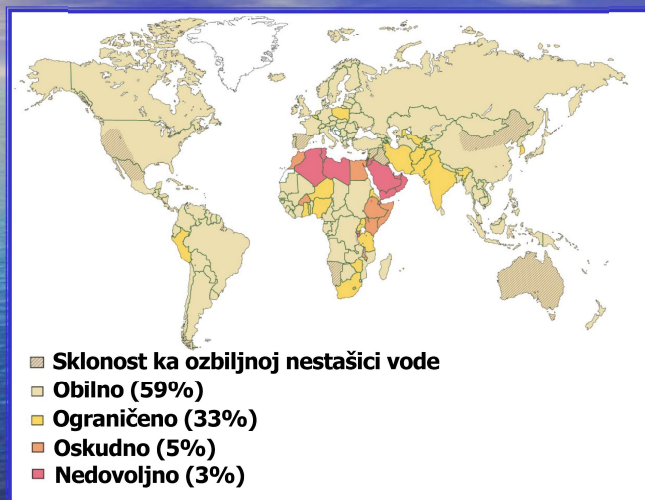
- Svaka fizička, hemijska i biološka promena kvaliteta vode koja nepovoljno utiče na žive organizme koji vodu upotrebljavaju.
- Danas u svetu postoji oko 150 miliona hemijskih supstanci, a svake godine se proizvede oko 2000 novih hemikalija.
- Za većinu ne postoje nikakvi podaci o štetnosti po životnu sredinu i živi svet.
- Zbog kruženja vode u prirodi, hemijske supstance veoma lako dospevaju u vodu, a posebno je ugrožena mala količina vode od koje ljudi zavise.

VODENI RESURSI



- U XX veku:
 - ljudska populacija se povećala 3x
 - globalna upotreba vode se povećala 7x
 - 1/6 ljudske populacije nema pristup čistoj vodi
- Čoveku je dnevno potrebno 3-4 L vode za funkcionisanje svih sistema u organizmu (voda čini 60% telesne težine).
- Prosečna dnevna potrošnja po stanovniku u svetu je 150 L.

VODENI RESURSI



Procena dostupnosti vode 2025. god.

IZVORI ZAGAĐENJA VODE

- Dele se na:

- tačkaste,
- netačkaste.



- Tačkasti izvor:

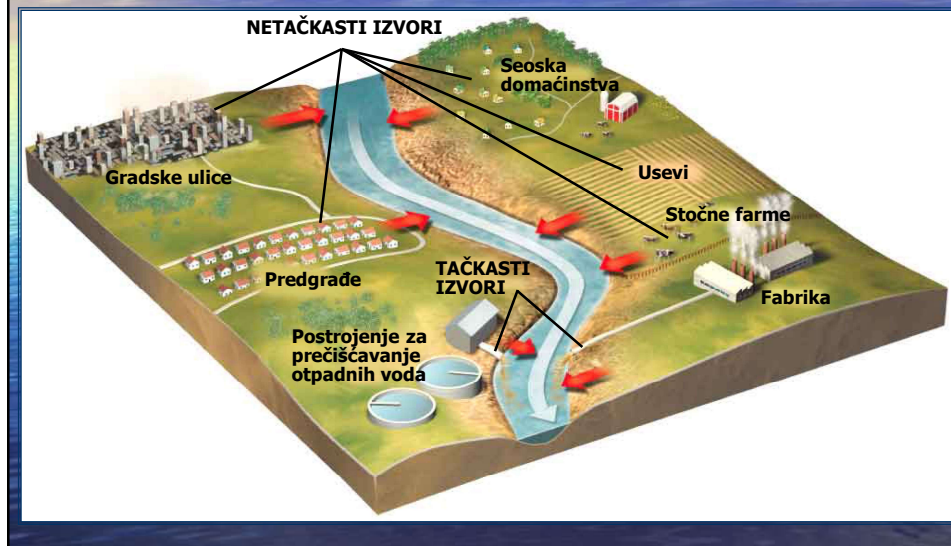
- Izvor zagađenja koji se lako može identifikovati, jer zagađenje potiče sa jednog mesta (npr. fabrika, termoelektrana, čeličana, ispust kanalizacije, septička jama, oštećeni rezervoar goriva).
- Pošto je lako lokalizovati izvor zagađenja, ovaj oblik zagađenja je najbolje kontrolisan.
- Međutim, najveći deo zagađenja vode potiče iz netačkastih izvora.

IZVORI ZAGAĐENJA VODE

- Netačkasti izvor:

- Izvor zagađenja koje ne potiče sa jednog mesta i koje se ne može povezati sa tačkom izlivanja, ispusta zagađenja (difuzni izvor).
- Zagađenje je povezano sa padavinama ili sa navodnjavanjem i dešava se putem spiranja površina, npr:
 - spiranje urbanih površina (trotoar, kolovoz) - ulje i masnoća od saobraćaja, so
 - spiranje poljoprivrednih površina - đubrivo, pesticidi
 - spiranje otpadnog materijala (stoke, kućnih ljubimaca, oštećenih septičkih sistema) - bakterije
 - spiranje gradilišta, đubrišnih deponija itd.

IZVORI ZAGAĐENJA VODE

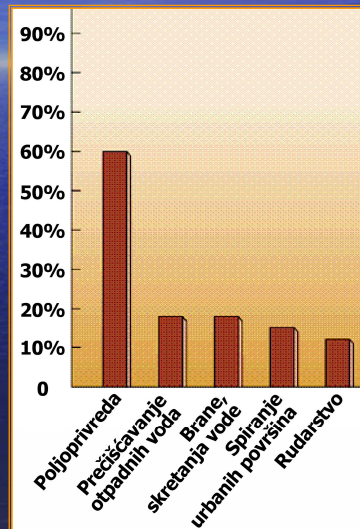


IZVORI ZAGAĐENJA VODE



IZVORI ZAGAĐENJA VODE

- Najznačajniji izvori zagađenja vode su:
 1. Poljoprivreda (netačkasti) ~ 60%;
 2. Postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda (tačkasti) ~ 20%.



TIPOVI ZAGAĐENJA VODE

- Zagađenje vode može biti:
 - hemijsko (neorgansko i organsko)
 - biološko
 - fizičko (termalno, čestično)
- Neorgansko zagađenje - neorg. supstancama, kiselinama i neorg. hranlj. materijama.
- Organsko zagađenje - org. supstancama, pesticidima, itd.
- Biološko zagađenje - patogenim organizmima (bakterije, virusi, gljivice, plesni), kao i biološkim otpadom.
- Termalno zagađenje - povećanje t prirodnih voda (ispuštanje tople vode iz termoelektrana i industrije).
- Čestično zagađenje - povećava mutnoću vode, a potiče od suspendovanog otpadnog materijala ili suspendovanih sedimenata (erozija zemljišta, oluje).

TIPOVI ZAGAĐUJUĆIH MATERIJIA VODE

I Hemijske zagađujuće materije

1. Neorganske zagađujuće materije:

1.1. Neorganske supstance:

- Uglavnom potiču iz industrije
- Metali (Pb, Hg, Cr), nemetali (As)
- Soli, kiseline (od kiselih kiša, iz industrije) i baze

1.2. Neorganske hranljive materije (đubriva):

- Potiču iz poljoprivrede, uređenja bašti i travnjaka
- Fosfati i nitrati
- Stimulišu bujanje algi

I 1. NEORGANSKE ZAGAĐUJUĆE MATERIJIE VODE -neorganske supstance-

• **Metali**

- Teški metali (Pb, Hg, Cd) su veoma toksični, perzistentni i akumuliraju se u tkivima životinja, zbog čega se konc. povećava u lancu ishrane.
- U elementarnom obliku su antropogenog porekla, jer se u prirodi javljaju u obliku ruda.
- Ipak, izuzev Hg, ostali metali uglavnom nisu toksični u elementarnom obliku, već su izuzetno toksični katjoni metala ili organski derivati.
- Spiranje kopova rudnika mobilise mnoge metale i predstavlja ozbiljan izvor zagađenja životne sredine.
- Dospevaju do čoveka putem kontaminirane vode ili putem hrane uzgajane na zagađenom zemljištu.

I 1. NEORGANSKE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE VODE -neorganske supstance-

- **Neorganske soli**

- Mnoge soli koje nisu toksične pri niskim konc. mogu biti mobilisane navodnjavanjem zemljišta i koncentrovane isparavanjem vode, pri čemu dostižu nivoe toksične za živi svet (npr. NO_3^-).
- Spiranje soli (NaCl) sa urbanih puteva ima veoma štetan uticaj na mnoge ekosisteme.

- **Kiseline i baze**

- Na niskim pH-vrednostima, u vodi dolazi do mobilizacije metala, jer se povećava rastvorljivost soli u obliku kojih su metali istaloženi sa sedimentima.

I 1.1. NEORGANSKE SUPSTANCE -Pb-

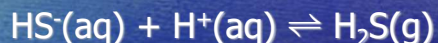
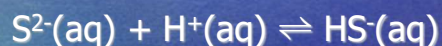
- Široka upotreba u baterijama, za blokiranje x- ili gama-zračenja, u pigmentima boja i dentalnim materijalima (plumbum - otuda naziv plomba).
- Antropogeni izvor - sagorevanje uglja u termoelektranama, stare vodovodne cevi, a ranije - municija i benzin.
- Prirodni izvor – ruda galenit (PbS) iz koje se dobija.
- Soli olova, PbS i PbCO_3 , su slabo rastvorljive:
$$\text{PbS(s)} \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$$



I 1.1. NEORGANSKE SUPSTANCE

-Pb-

- U vodi sa niskom pH-vrednošću (kisele kiše) sulfidna so olova se rastvara:



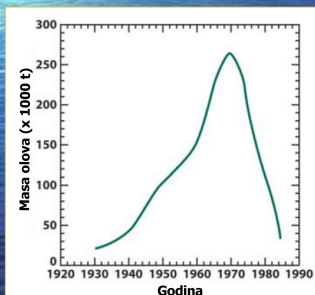
- Ukupna reakcija rastvaranja galenita predstavlja spiranje kopova rudnika kiselim kišama i mobilizaciju ovog metala u toksičnom Pb^{2+} obliku:



I 1.1. NEORGANSKE SUPSTANCE

-Pb-

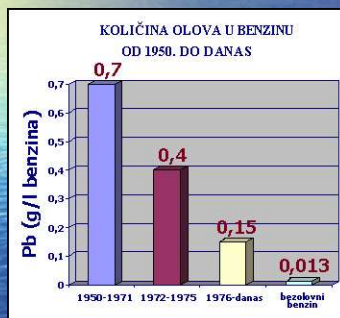
- Organski (tetraalkil-) derivati olova („olovni benzin“):
 - tetrametil-olovo, $\text{Pb}(\text{CH}_3)_4$ i tetraetil-olovo, $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$
 - uvedeni su kao benzinski aditivi oko 1930. god.
 - usporavaju proces eksplozivnog sagorevanja benzina i tako štite pokretne delove motora od habanja



- U svetu se godišnje oslobađalo stotine hiljada tona Pb u obliku fine prašine.
- Problem je posebno bio izražen u razvijenim zemljama, a najugroženija su bila deca.
- Oko 1970. god. preduzete su mere da se sadržaj Pb u benzinu znatno smanji.

I 1.1. NEORGANSKE SUPSTANCE

-Pb-



- Novi benzinski aditivi su aromatični ugljovodonici (benzen ili njegovi derivati) ili kiseonična jedinjenja ugljovodonika (alkoholi – metanol, etanol, ili etri).
- „Bezolovni benzin“ i dalje sadrži niz toksičnih supstanci.
- Zato savremena automobilska industrija ugrađuje katalitičke konvertore.

I 1.1. NEORGANSKE SUPSTANCE

-Pb-

RECIKLIRANJE ALKALNIH I SATNIH BATERIJA



Postoji nekoliko tipova baterija, od $\text{Pb-H}_2\text{SO}_4$ baterija koje se koriste u automobilima (akumulator), do malih baterija u satovima.

Tri najtoksičnija metala u baterijama su:

olovo, kadmijum i živa.

I drugi metali predstavljaju problem (srebro, cink i nikal), ali znatno manji.



RECIKLIRAJTE STARE
BATERIJE

I 1.1. NEORGANSKE SUPSTANCE

-Hg-

- Koristi se u termometrima, dentalnim amalgamima, UV- i fluorescentnim lampama i sijalicama.
- Fluorescentne i UV-sijalice su efikasnije i dugoročnije od klasičnih električnih sijalica. Ipak, ove lampe sadrže Hg, u veoma maloj količini (oko 5 mg), ali ipak dovoljnoj da se kontaminira oko 30 000 L vode.



I 1.1. NEORGANSKE SUPSTANCE

-Hg-

- Amalgami su legure žive sa drugim metalima.
- Dentalni amalgam se koristi za plombiranje zuba, a sastoji se od ~50% Hg i metala - Ag, Cu i Sn.
- Ove plombe su veoma otporne i dugotrajne.
- Svetska zdravstvena organizacija procenjuje da se prilikom žvakanja dnevno oslobodi 3-17 μg Hg.
- Takođe je procenjeno da 1 zubar proizvede oko 1 kg Hg-otpada godišnje, što je gotovo jednako količini koja se oslobađa sagorevanjem uglja u termoelektranama.



I 1.1. NEORGANSKE SUPSTANCE

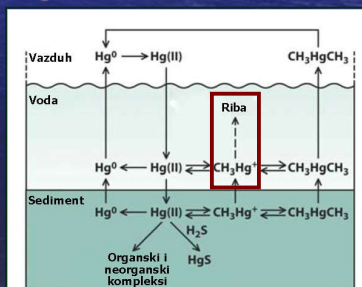
-Hg-

- Antropogeni izvor - sagorevanje uglja u termoelektranama, rudarstvo, gradski otpad (termometri, lampe).
- U uglju i drugim fosilnim gorivima živa je prisutna u tragovima. Prilikom sagorevanja, pare Hg se oslobađaju u atmosferu gde mogu opstati godinama. Npr. 1995. god. je globalno oslobođeno oko 5500 t Hg iz prirodnih i antropogenih izvora.
- U mnogim zemljama sveta živa se i dalje koristi u rudarstvu za dobijanje zlata, zbog čega su velike konc. Hg u rekama.

I 1.1. NEORGANSKE SUPSTANCE

-Hg-

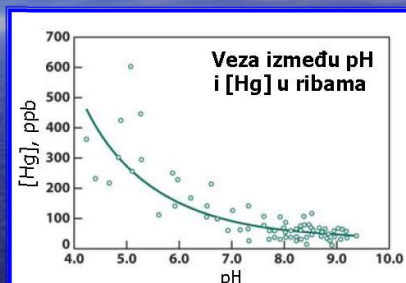
- U životnoj sredini je najviše zastupljen Hg^{2+} -oblik, jer se oslobođena Hg brzo oksiduje na vazduhu.
- Hg^{2+} putem padavina dospeva u vodu ili zemljište gde se konvertuje u metil-živu (CH_3Hg^+), koja se akumulira u živim organizmima.
- Metil-živa - jedinjenja CH_3HgCl i CH_3HgOH .
- Hg^{2+} ima i veliki afinitet da formira HgS .
- Dimetil-živa, $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$, nastaje iz metil-žive u sedimentima i vodi u anaerobnim uslovima. Izuzetno je isparljiva (više od metil-žive).



I 1.1. NEORGANSKE SUPSTANCE

-Hg-

- Živa je lako isparljiva, a njene pare su veoma toksične.
- Organski derivati žive (metil-živa) su još toksičniji i imaju veliki afinitet da se koncentruju u ribama, što je najznačajniji put Hg do čoveka.
- Bioakumulacija Hg je prvi put otkrivena u Japanu, 50-ih godina kada je umrlo oko 50 ljudi (riba je sadržala ~ 50 ppm Hg).



U kiseljoj sredini proces metilovanja Hg je posebno favorizovan, veća je rastvoljivost Hg-soli, zbog čega su i veće konc. Hg u ribama.

I 1.1. NEORGANSKE SUPSTANCE

-Cr-

- Hrom se koristi za:
 - dobijanje nerđajućeg čelika (hromni čelik sadrži oko 18% Cr i veoma je otporan na koroziju)
 - hromiranje (prevlačenje metala tankim slojem hroma, što ima zaštitnu i dekorativnu ulogu)
 - štavljenje kože



I 1.1. NEORGANSKE SUPSTANCE

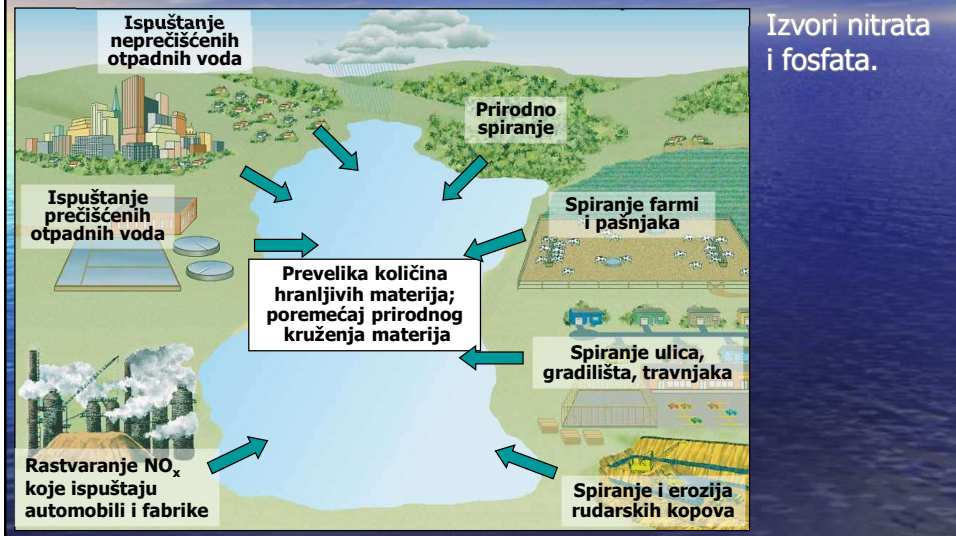
-Cr-

- U životnoj sredini - uglavnom u obliku Cr(III). Cr(VI) je javlja u značajnim količinama kao posledica antropogenih aktivnosti.
- Cr(III) je veoma stabilan i uglavnom se nalazi u obliku slabo rastvorljivog oksida ili hidroksida.
- Cr(VI) je veoma reaktivan i rastvorljiv i teži da pređe u Cr(III):
$$\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{e} + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$$
$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$$
- Cr(VI) je veoma toksičan, dok Cr(III) nije.
- MDK u vodama: za Cr(VI) - oko 100 ppm,
za Cr(III) - oko 12% (120 000 ppm).

I 1. NEORGANSKE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE VODE -hranljive materije-

- Najveći izvor hranljivih materija:
 - nitrata - komunalne otpadne vode, upotreba veštačkih đubriva
 - fosfata - komunalne otpadne vode, upotreba deterdženata

I 1. NEORGANSKE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE VODE -hranljive materije-

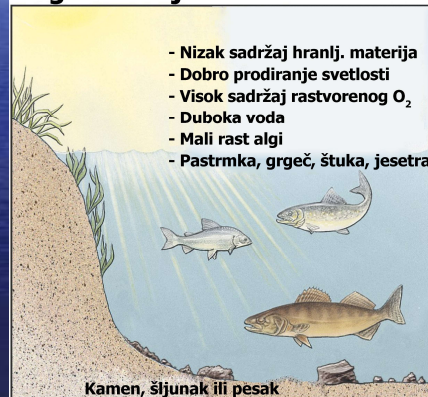


I 1. NEORGANSKE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE VODE -hranljive materije-



Oligotrofno jezero

- Nizak sadržaj hranlj. materija
- Dobro prodiranje svetlosti
- Visok sadržaj rastvorenog O_2
- Duboka voda
- Mali rast algi
- Pastrmka, grgeč, štika, jesetra



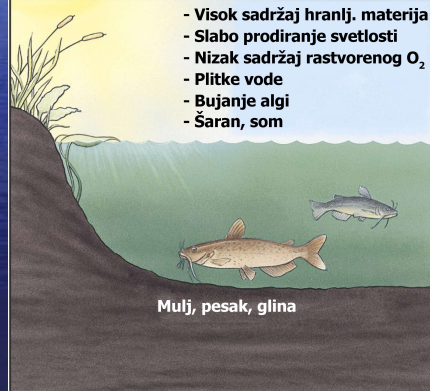
Oligotrofno jezero - bistra voda, mala biološka produktivnost.

I 1. NEORGANSKE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE VODE -hranljive materije-



Eutrofno jezero

- Visok sadržaj hranlj. materija
- Slabo prodiranje svetlosti
- Nizak sadržaj rastvorenog O_2
- Plitke vode
- Bujanje algi
- Šaran, som



Mulj, pesak, glina

Eutrofno jezero - mutna voda, velika biološka produktivnost.

I 1. NEORGANSKE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE VODE -hranljive materije-



EUTROFIKACIJA - proces povećanja nivoa hranljivih materija i biološke produktivnosti u rekama i jezerima.

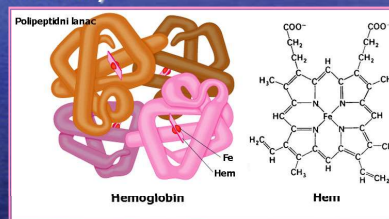
I 1.2. HRANLJIVE MATERIJJE -nitrati-

- Nitrati u vodi potiču iz 3 izvora:
 - primene veštačkih đubriva i stajskog đubriva
 - kanalizacije i septičkih jama
 - atmosferskih padavina
- Glavni izvor je spiranje poljoprivrednih površina.
- MDK iznosi 10 ppm.



I 1.2. HRANLJIVE MATERIJJE -nitrati-

- „Blue baby“ sindrom:
 - nitrati se *in vivo* redukuju do nitrita;
 - hemoglobin sadrži gvožđe u obliku Fe^{2+} -jona, na koji koordinativno, reverzibilno vezuje O_2 i po potrebi otpušta
 - nitriti oksiduju Fe^{2+} do Fe^{3+} -jona
 - oksidovani hemoglobin ne može da vezuje kiseonik, što za posledicu ima smanjeno prenošenje O_2 i teže otpuštanje u tkivima
 - oksidovani hemoglobin se zove methemoglobin, a ova pojava –methemoglobinemija

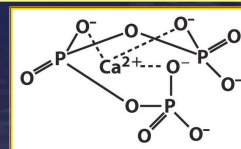
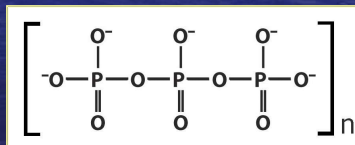


I 1.2. HRANLJIVE MATERIJE -fosfati-

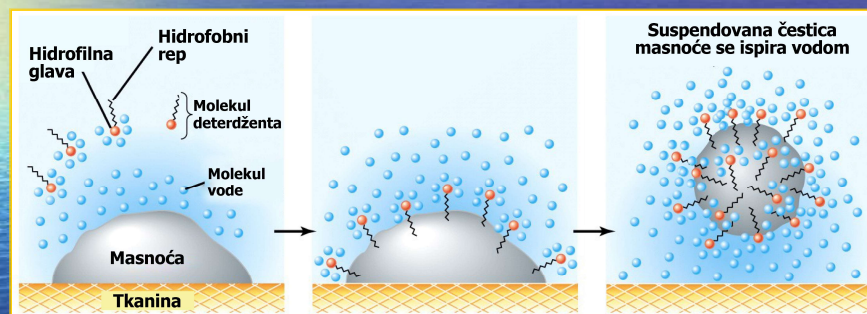
- Važan sastojak deterdženata.
- U vodi se nalaze $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ i $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.
- Pri zagrevanju vode:



- Problem nastanka kamenca rešen je dodavanjem polifosfata u prašak za pranje.
- Polifosfati vezuju Ca^{2+} u kompleks i onemogućavaju taloženje kamenca.
- Ne postoji MDK, a u vodama u prirodi preporučeni maksimum je 0,1 ppm.



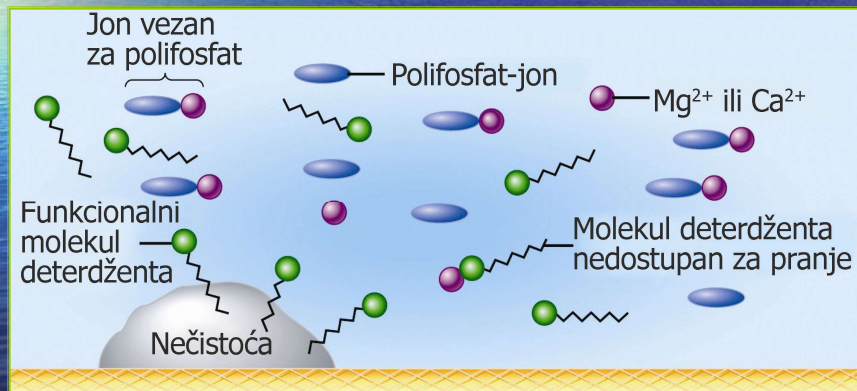
I 1.2. HRANLJIVE MATERIJE -fosfati-



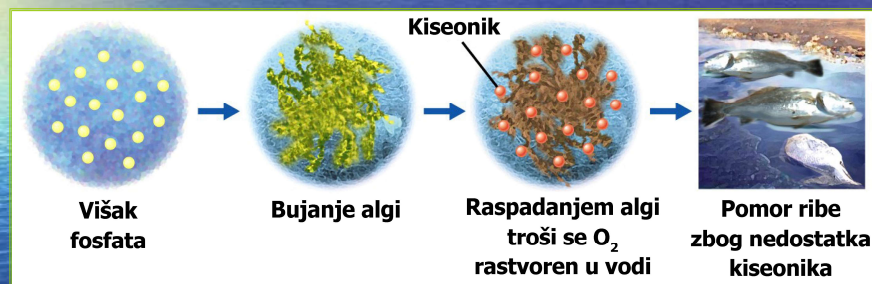
Delovanje deterdženata prilikom pranja.

I 1.2. HRANLJIVE MATERIJE -fosfati-

Fosfati se dodaju deterdžentima da bi vezali Ca^{2+} - i Mg^{2+} -jone i „omekšali“ vodu.



I 1.2. HRANLJIVE MATERIJE -fosfati-



Eutrofikacija i njene posledice.