



Centar
izvrsnosti za
hemiju okoline i
procenu
rizika



IZVORI ZAGAĐENJA VODENOG EKOSISTEMA NEORGANSKIM ZAGAĐUJUĆIM MATERIJAMA

Profesor dr Božo Dalmacija
Prirodno-matematički fakultet
Departman za hemiju
Novi Sad





- **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, formirajući zemljin biogeohemijski ciklus.**
- Uticaj zagađenja na globalnu okolinu, preko aktivnosti kao što su **rudarski radovi, spaljivanje fosilnih goriva, poljoprivreda, urbanizacija**, stvaraju ubrzani fluks (dotok) metala i soli u ekosferu.
- Za neke metale i soli, globalni doprinos iz antropogenih izvora može biti mali u poređenju sa prirodnim uticajem, ali **antropogeni izvor može uzrokovati značajno lokalno zagađenje kao kod rudarskog otpada.**



IZVORI ZAGAĐENJA SISTEMA SEDIMENT/VODA

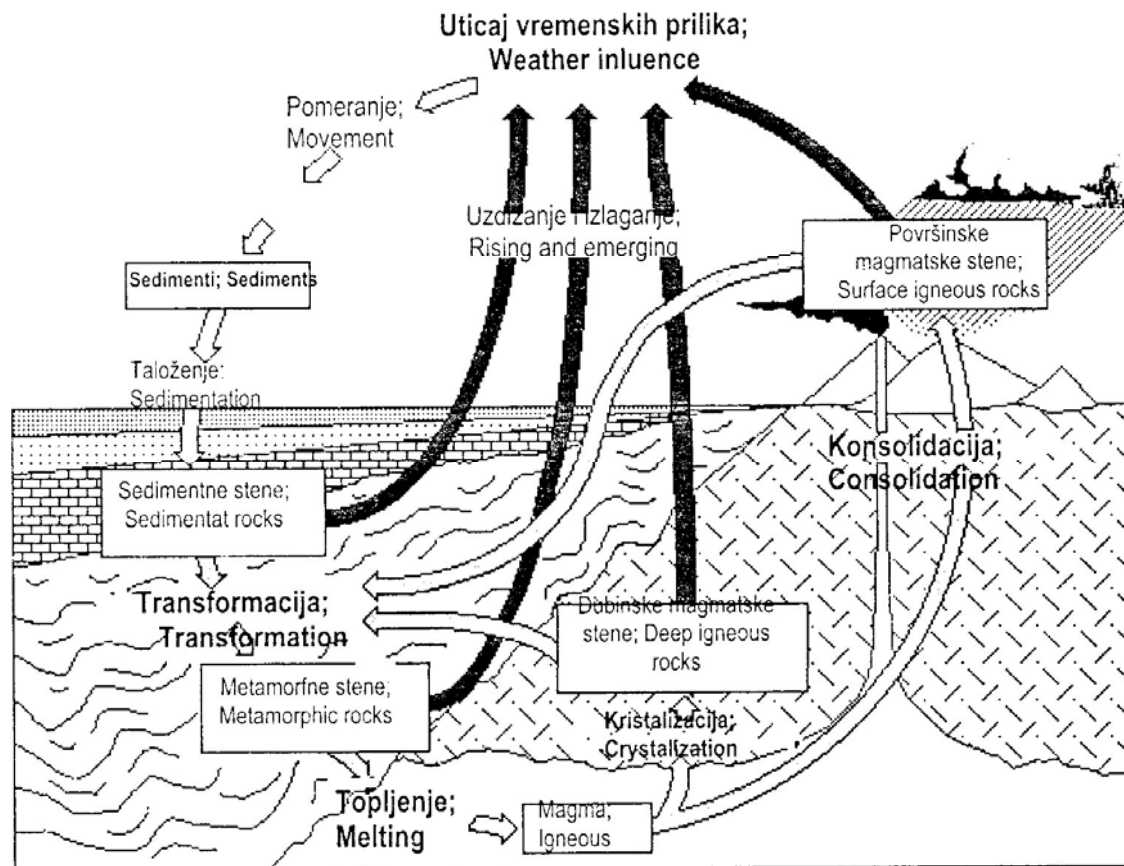
- **Prirodni izvori** (vulkanske erupcije, zemljotresi, požari, poplave itd.)
- **Veštački (često nazvani i tehnološki ili antropogeni) izvori** (industrija, rudarstvo, poljoprivreda itd.)



Ciklus formiranja stena

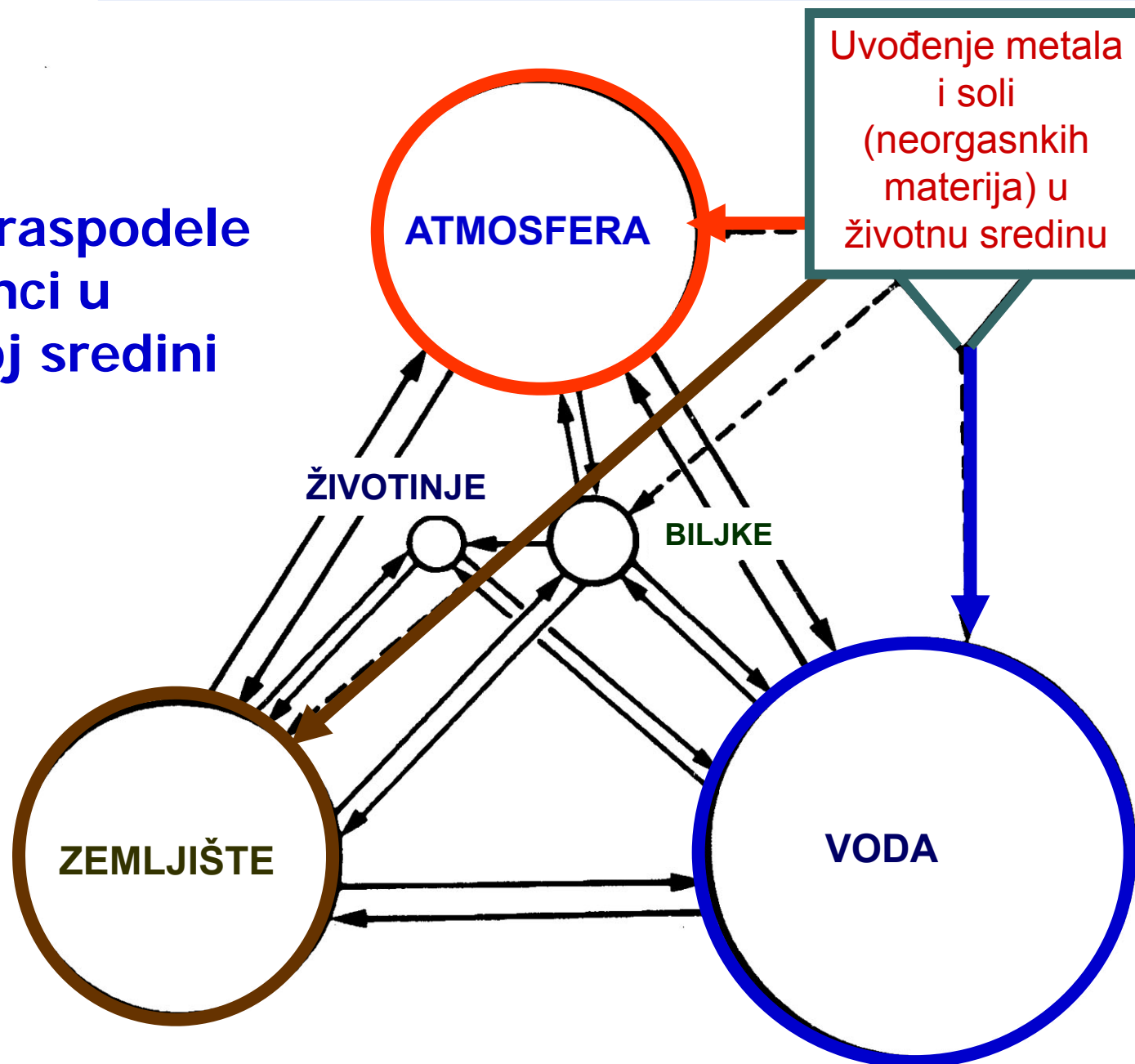
U sistemima čiste vode izloženim vremenskom uticaju u toku stvaranja i metamorfoze stena u drenažnim bazenima (npr. jezerima) je najvažniji izvor metala koji se nalaze u njima.

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





Putevi raspodele supstanci u životnoj sredini



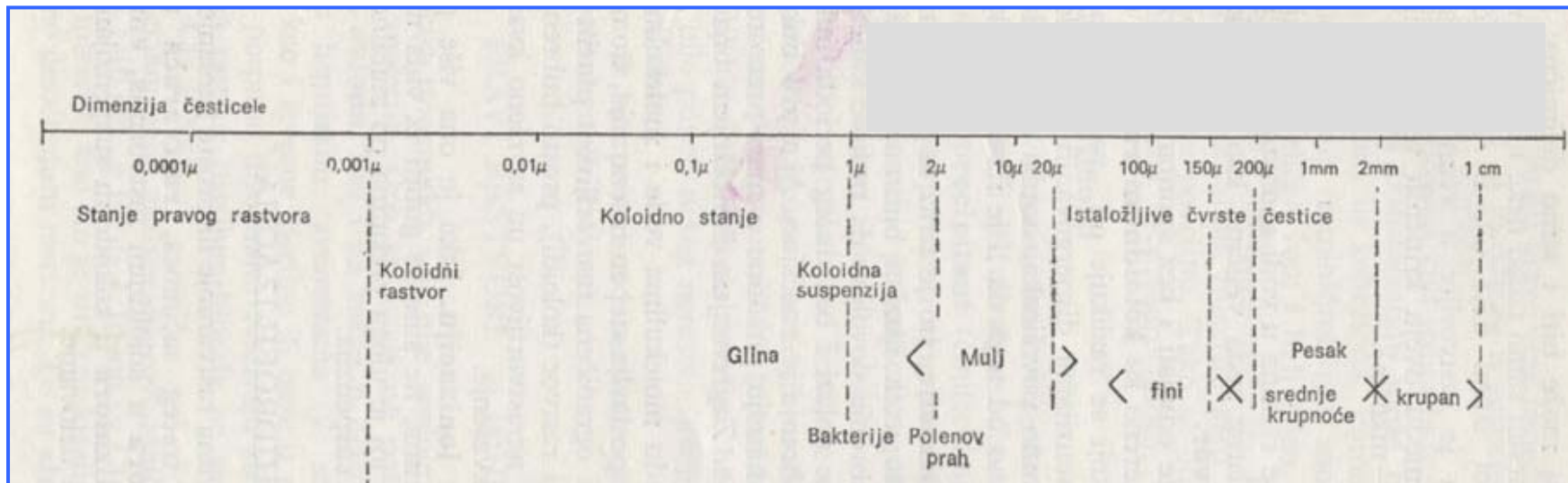


- **Supstance rastvorene u vodi neophodne su za život i opstanak** kako biljkama i životinjama, tako i čoveku, jer se njenim korišćenjem u organizam unose i potrebne količine ovih materija.
- Da bi biljke, životinje i čovek mogli da koriste vodu, **moraju vrste i količine ovih materija da se kreću u određenim granicama.**
- Vrste potrebnih supstancija i njihove količine **nisu jedinstvene za sve biljne i životinjske vrste**, odnosno čoveka.



PRIRODNO ZAGAĐIVANJE VODE NEORGANSKIM MATERIJAMA

- Voda koja se nalazi u prirodi nije “čista voda”.
- Voda u sebi sadrži određen broj supstanci, koje mogu biti **rastvorene ili da se kao čvrste nalaze raspršene u vodi**, obrazujući i koloidne rastvorene supstance.

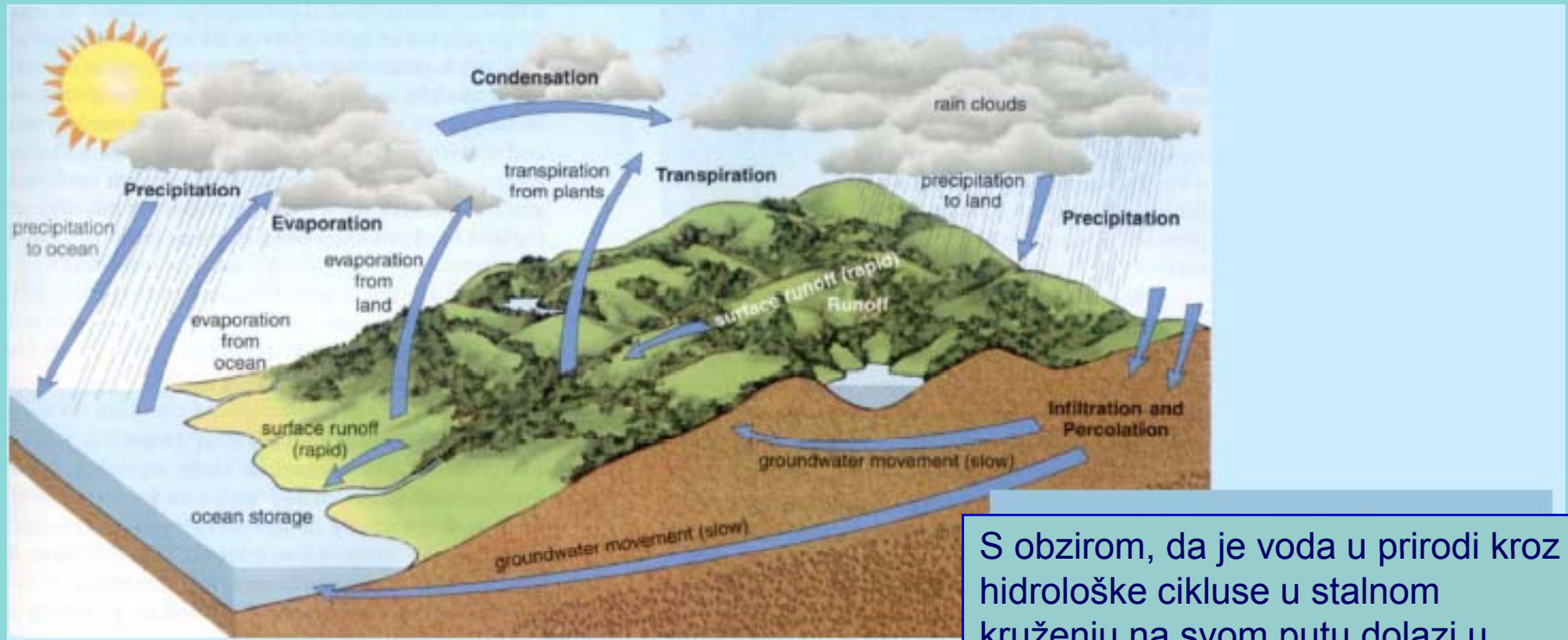




IZVORI PRIRODNOG ZAGAĐENJA VODA

- **Vulkanske erupcije i zemljotres** dovode do unošenja niza supstanci u prirodne vode, menjajući njihov sastav (npr. prodiranje usijane lave u reku).
- **Klimatske izmene** mogu da dovedu do zagađivanja voda, prevodeći pojedine površinske vode u močvare, odnosno dovodeći do promene saliniteta u drugim vodama.
- **Požari šuma i izmena vegetacionog omotača** dovode do izmene hidrološkog stanja pojedinih oblasti, omogućavajući i izmenu hemijskog sastava voda i pojava njihovog zagađenja.
- **Erozija** izaziva nakupljanje suspendovanih materija u površinskim voda i stvaranja mulja.

Hidrološki ciklus i prirodno zagađenje voda



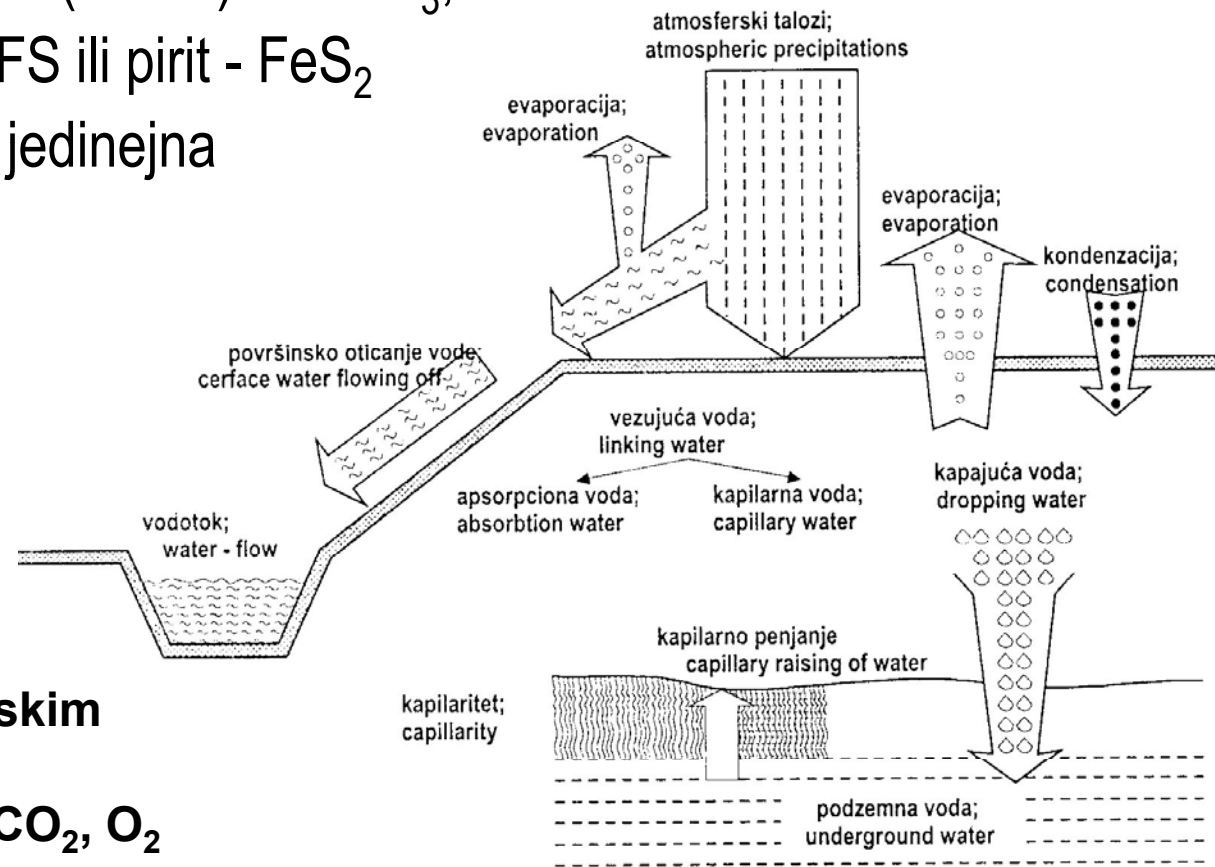
Hemijski sastav prirodnih voda na Zemlji nije jedinstven i zavisi od porekla vode, zemljišta kroz koje voda teče ili sa kojim je u dodiru, kao i od biljnih i životinjskih vrsta koje u njoj žive.

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.**



• Zavisno od sastava zemljišta, dolazi do razlaganja određenih supstanci koje se nađu na putu vodi, a to su obično:

- kalcijum i magnezijum karbonat - CaCO_3 , MgCO_3
- gvožđe karbonat (siderit) - FeCO_3 ,
- gvoždesulfid - FS ili pirit - FeS_2
- i mnoga druga jedinjenja



Obično u atmosferskim vodama nalazimo određene količine CO_2 , O_2



Supstance iz zemljišta i ugljendioksid zajedno sa vodom stupaju u reakciju gradeći, nova jedinjenja, a to su:

- kalcijum hidrokarbonat: $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- magnezijum hidrokarbonat: $\text{MgCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
- gvožđe hidrokarbonat: $\text{FeCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$
- gvožđe hidrokarbonat, vodoniksulfid i sumpor:



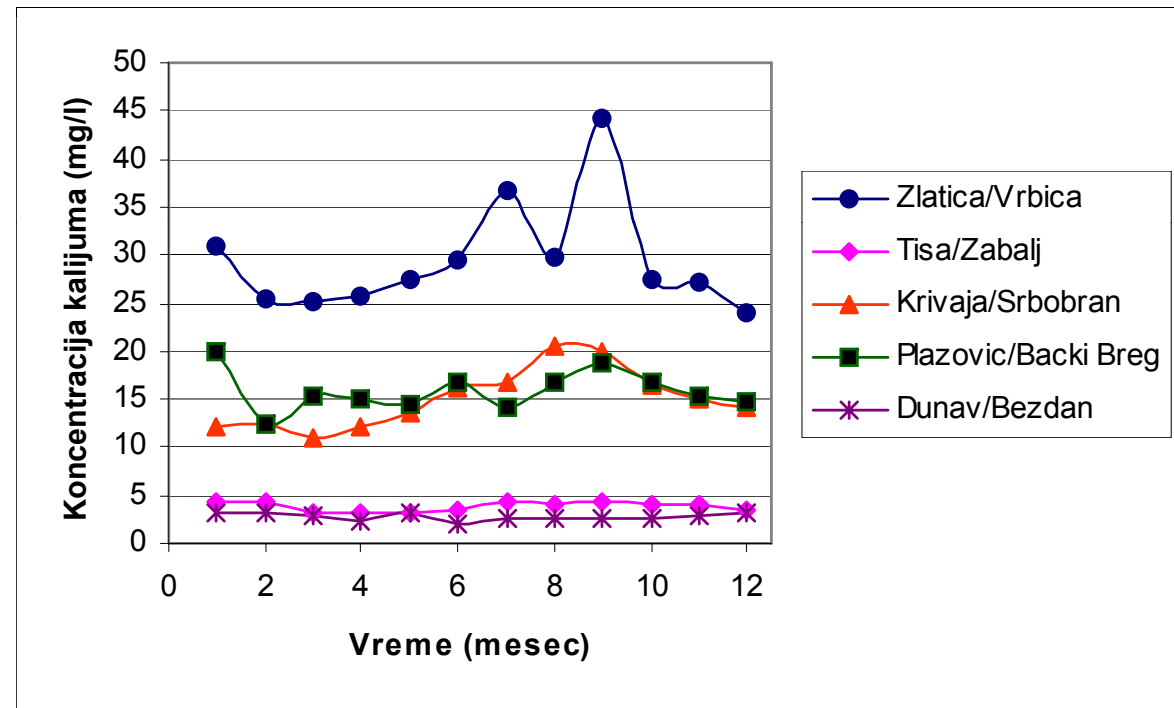
- Ako se u vodi nalazi veća količina kiseonika, može doći do reakcije, recimo sa gvožđesulfidom, kojom prilikom gvožđesulfid prelazi u gvožđesulfat uz izdvajanje gasa vodoniksulfida.





PRIMER: Srednje mesečne vrednosti sadržaja kalijuma u vodi Dunava, Tise, Krivaje, Zlatice i Plazovića za period 1998-2003. godina

🔹 **Zlatica** - raspadanje gline (sliv bogat nalazištima gline – npr. U području se nalaze fabrike keramike).

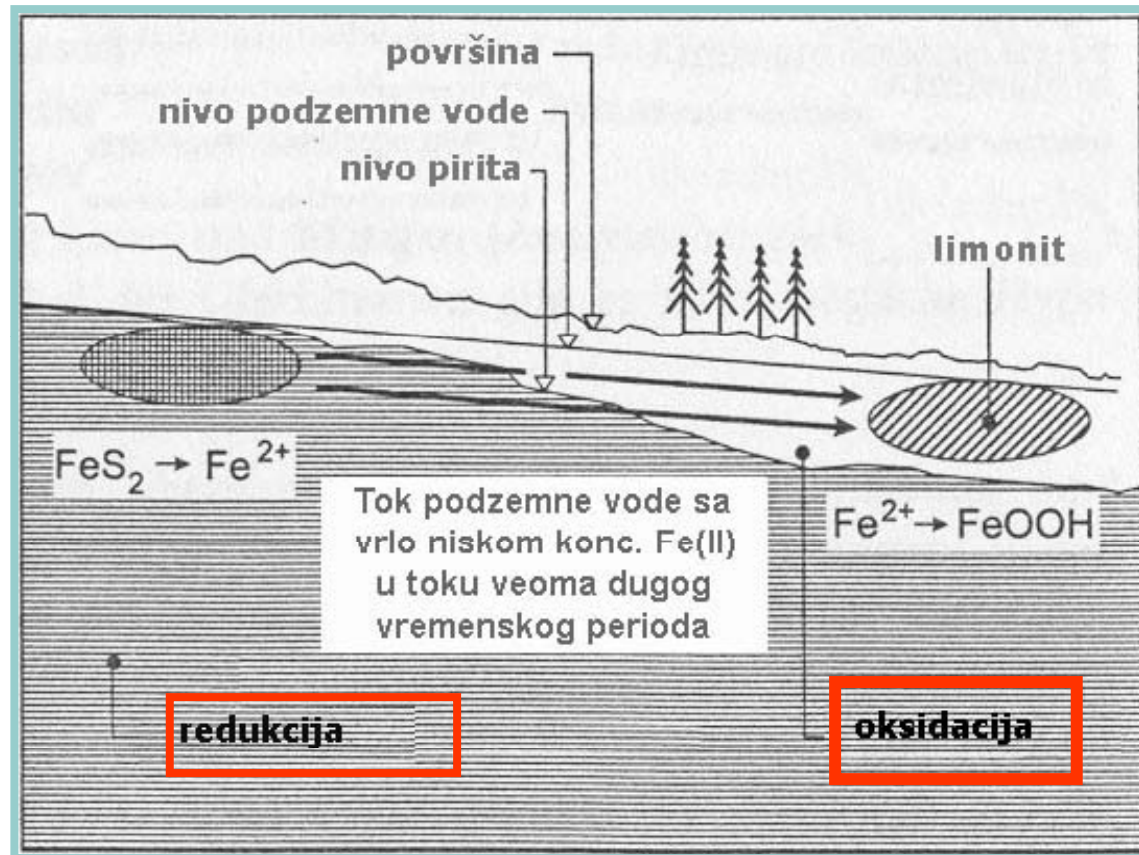




Primer: Model-prikaz uloge rastvorenog Fe(II) u prirodi (nastajanje Fe(III)-oksidhidrata u prirodnim procesima)

niske koncentracije Fe(II)

pokretanje i imobilizacija Fe

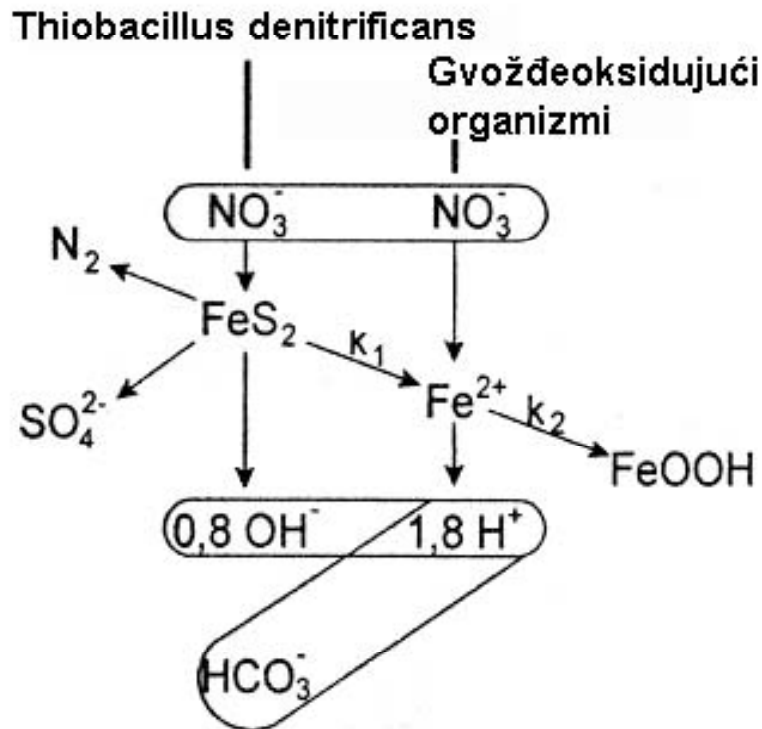


koncentracija Fe u početku je niska i obrazovanje oksidnih slojeva može trajati vekovima

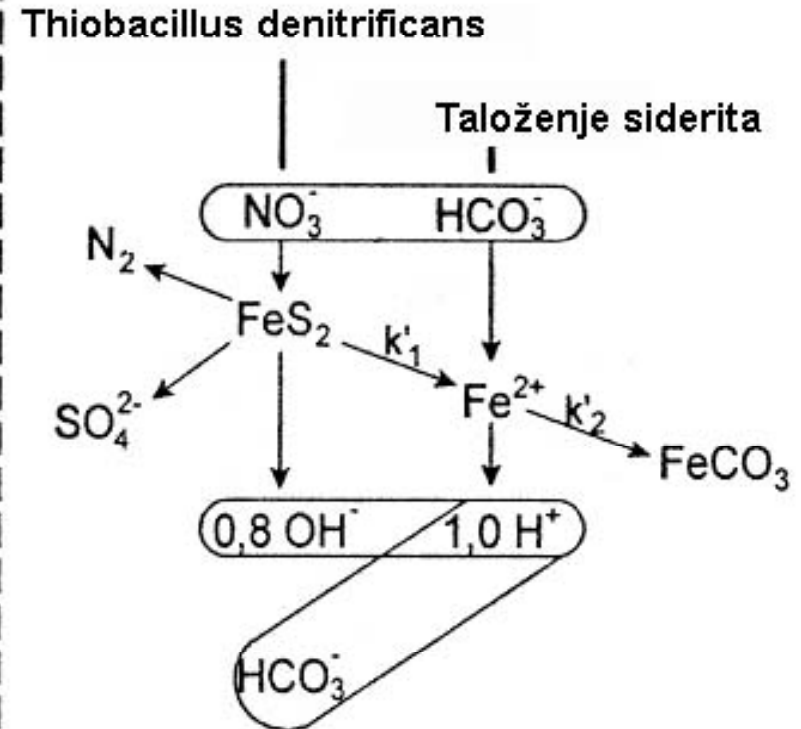


Primer: Šema reakcije denitrifikacije pomoću Fe-disulfida

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



Pri prekoračenju zasićenja sideritom i taloženju siderita:

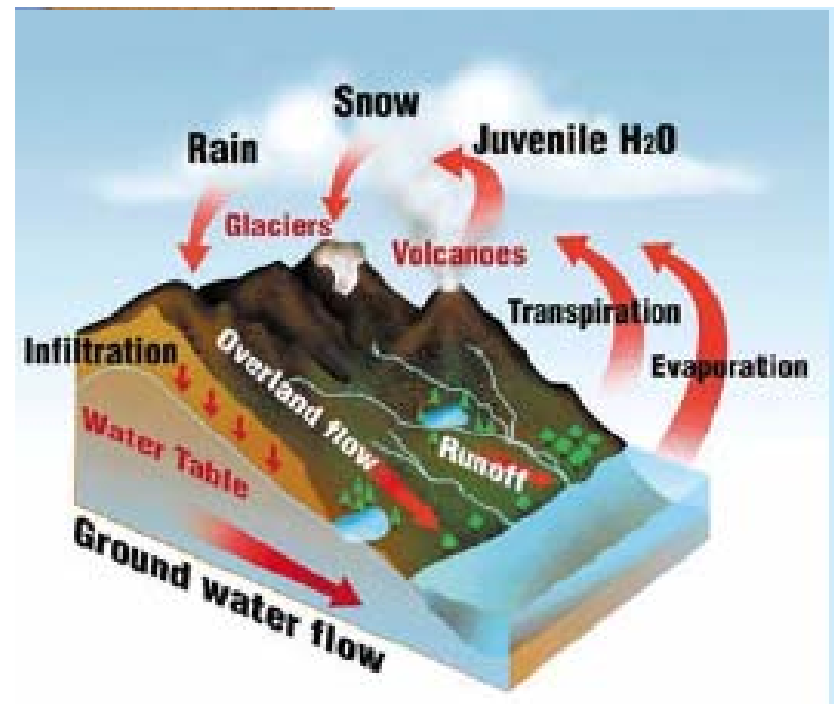


obe alternativne reakcije imaju isti efekat - dalju eliminaciju Fe(II) nastalog u reakciji oksidacije FeS_2 u vodama sa visokom koncentracijom bikarbonata



Precipitacija i atmosferske padavine su važan izvor metala u vodi na globalnoj osnovi

- Taloženje metala je generalno proporcionalno njihovoj koncentraciji ali precipitacija varira sa količinom metala i vrstom precipitacije.
- Metali u atmosferi iz prirodnih izvora potiču iz:
 - prašine od vulkanske aktivnosti,
 - erozije i vremenskog uticaja na stene i tlo,
 - dima od šumskih požara i
 - aerosola i čestica sa površine okeana.



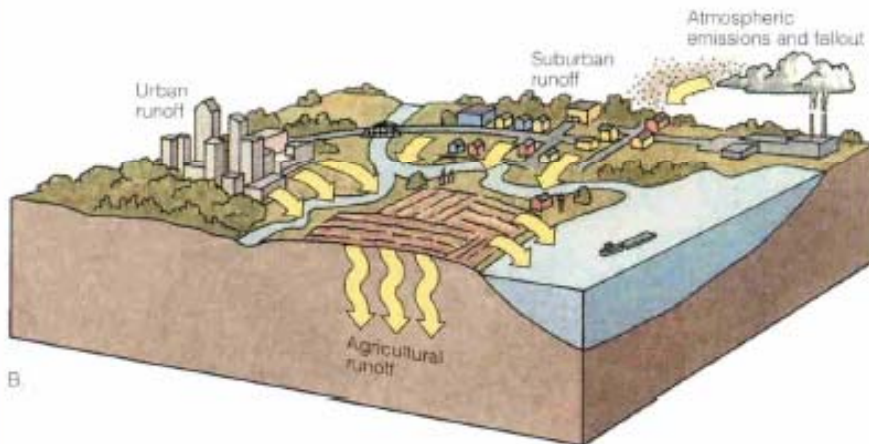
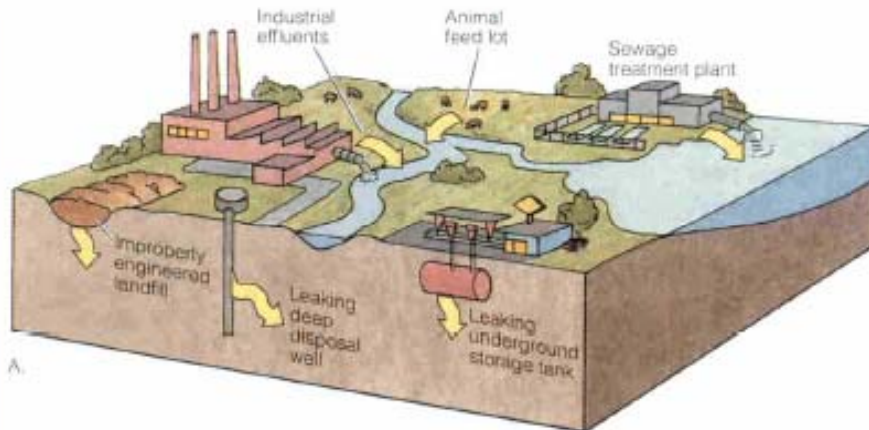


Usled svih navedenih prirodnih procesa (i drugih nepomenutih), **hemijski sastav i sadržaj supstancija u vodama u prirodi nije stalan**, čak ni u jednoj rečici, izvorištu ili moru, nego se neprekidno menja u manjoj ili većoj meri.

- **Sve dok se promene hemijskog sastava događaju u određenim granicama, voda se može smatrati nezagađenom, pa se ne opaža uticaj na žive organizme.**
- U suštini sve promene izazvane prirodnim pojavama i uzrocima, sem u izuzetnim slučajevima (npr. prodor usijane lave u reke i sl.) čine da **voda određenih osobina i u njoj primerenog biološkog sveta** prelazi u drugu grupaciju uz izmenu flore i faune.
- **Za staru floru i faunu izmenjena voda je zagađena, ali za one vrste koje u ovoj izmenjenoj vodi opstaju ona nije zagađena.**



ANTROPOGENO ZAGAĐIVANJE VODE NEORGANSKIM MATERIJAMA



- Vađenje i obrada mineralnih sirovina
- Metalurgija
- Energetika
- Hemijska industrija
- Poljoprivredna proizvodnja
- Saobraćaj
- Deponije otpada



PROCESI VAĐENJA I OBRADE MINERALNIH SIROVINA

- Vađenje i obrada mineralnih sirovina **obuhvataju postupke i metode od rudarskih zahvata do pripreme mineralnih sirovina za tehnološku preradu u topionicama.**
- Postupci i metode su sledeće:
 - **Eksploatacija rude** na površinskim kopovima ili u podzemnim rudnicima;
 - **Prenos rude** do postrojenja za drobljenje i mlevenje;
 - **Drobljenje i mlevenje**
 - **Odvajanja (separacija) rude od jalovine**, ili flotacija pri čemu se dobija rudarski koncentrat (koncentrat rude).



• Dijagram radnji tokom prerade metalne rude sa naznačenim mestima oslobađanja загађујућих supstancija kao prašine, emisije otpadnih gasova i **ispuštanje otpadnih voda** (upotrebljenih voda).





U našoj zemlji se aktivno eksploatišu metali: bakar, olovo, cink i antimon.

Svako od značajnih ležišta metala i nemetala ujedno predstavlja i rudnik koji degradira okolinu, pored ostalog **zagađujući površinske i podzemne vode**



Прегледна карта Србије са најзначајнијим лежиштима металичних и неметаличних минералних сировина (• - металичне минералне сировине (Pb, Zn, Cu...); B - бенитоид, Bo - борни минерали, D - доломит, F - фелдспати, G - гипс и анхидрит, HA - хризотил или азбест, K - каолин, VKG - ватростално-керамичке глине, KR - кречњак, QP - кварцини песак и пенчари, Q - кварчне сировине, M - магнетит, Mu - мусковит, PT - пуцолански туф, Z - зеолит) [63]

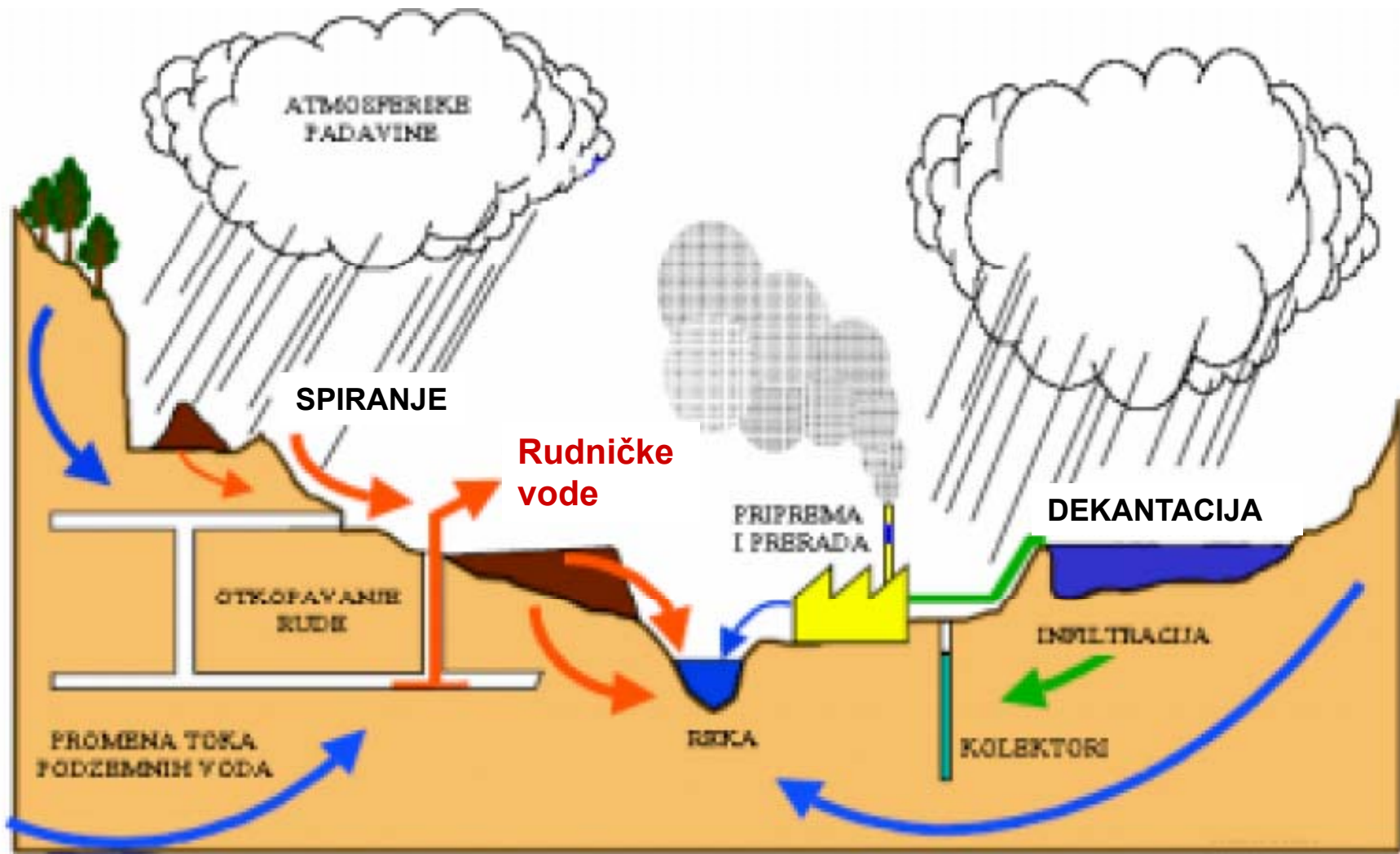


Rudarski radovi

- Tokom površinske i podzemne eksploatacije ležišta, dolazi do emisije štetnih materija, **do rastvaranja štetnih materija** (minerala, metala ili nemetala) u vodama rudnika (**rudničke vode**) i do razvijanja većih ili manjih količina prašine.
- **Uticaj vode na rudu u rudnicima je veliki i negativan**, ne samo zbog zagađivanja voda, već i zbog mogućnosti da se oksidacijom ili rastvaranjem rudnih materijala ruda osiromaši.
- Odvodnjavanje rudnika i površinskih kopova se mora pažljivo izvesti kako bi se **minimizovao uticaj voda i smanjila količina rudničkih voda**, a time i zagađenje okoline.



Tokovi zagađenja pri eksploataciji i predaji rude





Ispitivanja u SAD pokazuju da se u rudničkim vodama nalazi veliki broj štetnih materija, koje mogu dospeti u površinske i podzemne vode

Element	Površinski kopovi		Podzemna eksploatacija	
	Alkalne vode	Kisele vode	Alkalne vode	Kisele vode
<i>pH</i>	7,6	6	7,7	6
<i>Fe</i>	1520	45700	410	135000
<i>Mn</i>	820	17700	76	4900
<i>Sb</i>	6	-	2	2,5
<i>As</i>	3	210	5	23
<i>Be</i>	2	23	-	12
<i>Cd</i>	14	98	14	6
<i>Cr</i>	42	187	49	30
<i>Cu</i>	20	150	14	82
<i>Pb</i>	2,9	323	72	51
<i>Hg</i>	1,09	1,3	0,7	0,51
<i>Ni</i>	115	2020	57	400
<i>Se</i>	6	17	3	34
<i>Ag</i>	13	-	-	5
<i>Ti</i>	2	2	184	1
<i>Zn</i>	80	6620	56	510

Rudničke vode ležišta uglja



Prosečan sadržaj štetnih i opasnih elemenata ($\mu\text{g/l}$) u rudničkim vodama iz ležišta uglja u USA (EPA, 1981; EPA, 1982; Gržetić, 1996)

Parametar	Broj proba	Srednja vrednost	Standardna devijacija
Alkalnost	186	787	1952
Aluminijum	148	0,218	0,439
Antimon	140	0,105	0,768
Arsen	186	0,469	0,874
Barijum	179	0,042	0,095
Berilijum	148	0,057	0,145
Bizmut	148	0,308	1,945
Kadmijum	186	0,100	0,245
Kalcijum	182	245	342
Hloridi	183	674	1093
Hrom	180	0,343	0,816
Kobalt	148	1,885	3.127
Bakar	182	158	570
Fluor	186	26,72	79,12
Galijum	148	0,013	0,070
Gvožđe	182	373	1076
Olovo	186	0,029	0,217
Litijum	148	0,354	1,006
Magnezijum	181	628	1742
Mangan	179	12,05	33,94
Živa	184	1,194	2,901

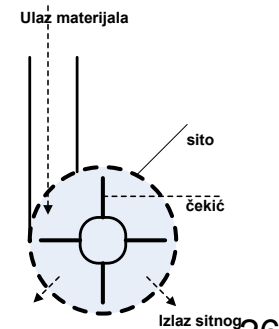
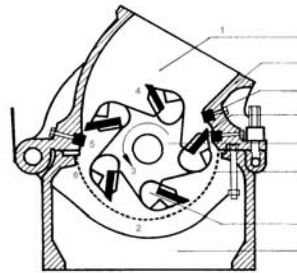
Molibden	148	6.770	23.447
Niki	148	1,026	2,618
Nitrati	186	55,36	70,17
Fosfati	148	99,61	258,76
Kalijum	182	42,29	85,74
Skandijum	146	0,078	0,195
Selen	186	1,597	5,054
Srebro	178	1,695	5,974
Natrijum	182	680	603
Stroncijum	148	3,757	4,869
Sulfati	186	7956	19473
Talijum	148	0,006	0,029
Kalaj	148	0,074	0,805
Titan	148	0,627	1,801
Vanadijum	129	0,037	0,115
Cijanidi	183	63,22	83,65
Cink	181	12,33	77,52
pH	186	8,71	2,70
Ukupne rastvorene materije	180	16953	35942

Rezultati hemijskih ispitivanja važnijih zagađivača u rudničkim vodama izluženih rudnih jalovišta (EPA, 1990)



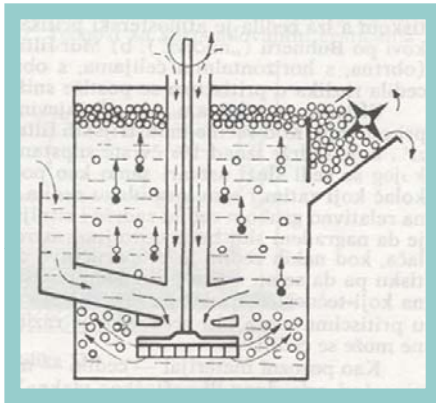
Mlevenje i flotacija rude

- Nakon vađenja ruda se drobi da bi se svela na razumne dimenzije nakon kojeg se ruda može mleti. **Mlevenje se vrši obično u prisustvu vode i toku mlevenja voda se zagađuje materijama iz mlevene rude.**
- Usitnjeni materijal omogućava da se flotacijom ruda razdvoji na korisne (minerale) i nekorisne (jalovina) supstancije.
- **Zagađena voda se najčešće sa samlevenim materijalom šalje u postrojenje za flotiranje rude**
- **Flotacija, koja koristi vodu, razne flotacijske reagensne razdvaja rudne komponente u frakcije.**

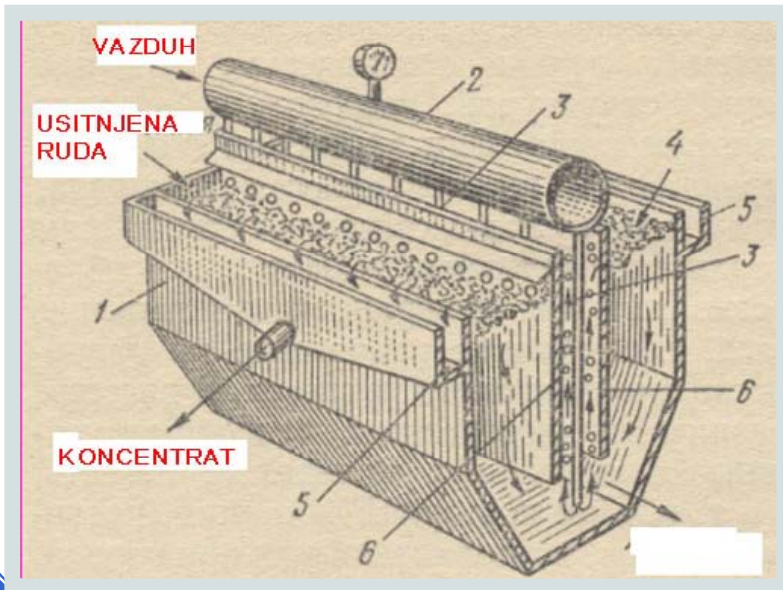




Da bi se proces flotacije vodio u željenom pravcu upotrebljavaju se različiti reagensi:



- *Reagensi za podešavanje pH sredine*: kreč, natrijum-karbonat, natrijum-hidroksid, sumporna kiselina, rastvoreno staklo.
- *Depresori (suzbijači)*: natrijum-cijanid, alkalni bihromati, alkalni hromati, kreč, organske koloidne supstance.



- *Kolektori (sakupljači)*: aerofloti, ksantati, merkaptani, više masne kiseline, ulja i drugo.
- *Penušavci*: fenoli, krezolna ulja, alkoholi, borovo ulje i drugo.
- *Aktivatori*: bakar(II)-sulfat, natrijum-sulfat, sumporna kiselina.
- *Dezaktivatori*: alkalni sulfidi, cijanidi. o



• Nakon odvajanja rudnog koncentrata jalovina se odlaže i iz nje se vremenom **cedi zagađena voda**

- Rudni koncentrat se prema potrebi dalje prerađuje. Pre svega se suši, pa se stoga iz njega oslobađa određena količina otpadnih voda.
- **Rudničke vode sadrže sve elemente od kojih su sačinjene i osnovne mineralne vrste od kojih se sastoji ruda i reagense za flotaciju.**





Na svaku tonu pulpe potrebno je 70% vode i 30 % rude približno, pa su ogromne potrebe svakog rudnika za vodom.

Rudnik	Ruda	Količina iskopane rude (t/god)
Bor, Veliki Krivelj (SRB)	Cu	10.000.000
Majdanpek (SRB)	Cu	8.000.000
Srebrenica (BiH)	Pb-Zn	300.000
Rudnik (SRB)	Pb-Zn-Cu	260.000
Trepča (SRB)	Pb-Zn	1.000.000
Asarel (Bugarska)	Cu	10.000.000
Bučim (Makedonija)	Cu	3.000.000
Elascinte (Bugarska)	Cu	12.500.000

Reč o ogromnim količinama vode. Na primer, rudniku koji prerađuje **10.000.000 t/god potrebno je 23.000.000 t/god vode**, a za rudnik sa 100.000 t/god potrebno je 230.000 t/god vode itd.



- Rudnici su rešavajući problem vode i jalovine nakon vađenja korisnog koncentrata iz procesa flotacije **izgradili jalovišta sa višestrukom namenom: za odlaganje čvrste jalovine (neiskorišćena ruda) i njeno taloženje radi dobijanja povratnih voda za proces flotacije, čime se smanjuje upotreba sveže industrijske vode i sprečava oticanje prljave vode u vodotokove.**
- Ako je aktivnost u rudnicima dugogodišnja, jalovišta sama po sebi predstavljaju opasnost i obično uništavaju svoju životnu sredinu **ne računajući akcidente** (kojih je nažalost sve više: rudnik Ljubovija, preliv brane – zagađen grad Ljubovija i reka Drina; Majdanpek – opustošena reka Pek, zagađen Dunav; rudnici zlata, Rumunija – zagađene reke Tisa i Dunav itd) koji stvaraju mesečeve pejzaže u prirodi, a svojim toksičnim dejstvom uništavaju sve živo u rekama.
- **U suštini jalovišta su velika jezera sa peščanim ili zemljanim branama velikih kapaciteta.**



Ukoliko pogledamo neke od rudnika na Balkanu i u našoj zemlji (bez obzira da li trenutno rade) opasnost zbog prisustva cijanida i dr. po vodotokove grubo izraženi bi bili:

Srebrenica, BiH, (Pb-Zn), kapacitet 300.000 t/god

Cijanidi	200 t/god
ZnSO₄	630 t/god
KEX (kalijumetilksantati)	240 t/god
KAX (kalijumamilksantati)	270 t/god
Ukupno	1.340 t/god
Rudnik pripada slivu Drine, Save i Dunava	

Rudnik „Ljubovija“ Srbija, (Pb-Zn), kapacitet 100.000 t/god

Cijanidi + kolektori	440 t/god
Rudnik pripada slivu Drine, Save i Dunava	



Rudnik „Rudnik“, Srbija, (Pb-Cu-Zn), kapacitet 300.000 t/god

Cijanidi + ksantati KBX

180 t/god

Rudnik pripada slivu Zapadne Morave, Velike Morave i Dunava

Veliki Krivelj, Srbija, (Cu), kapacitet 10.000.000 t/god

KEX (kalijumetilksantati)

400 t/god

Rudnik pripada slivu Timok, Dunav

Elacite Med, Bugarska, (Cu), kapacitet 12.500.000 t/god

KBX (kalijumbutilksantati)

600 t/god

Rudnik pripada slivu Dunav – Crno More
--



Asarel, Bugarska, (Cu), kapacitet 10.000.000 t/god

KAX (kalijumbutilksantati)	900 t/god
Rudnik pripada slivu Dunav – Crno More	

Rudozem, Bugarska, (Pb-Zn), kapacitet 200.000 t/god

Cijanidi	18 t/god
Zn SO₄	300 t/god
KBX (kalijumbutilksantati)	24 t/god
Ukupno;	342 t/god
Rudnik pripada slivu Egejskog Mora	



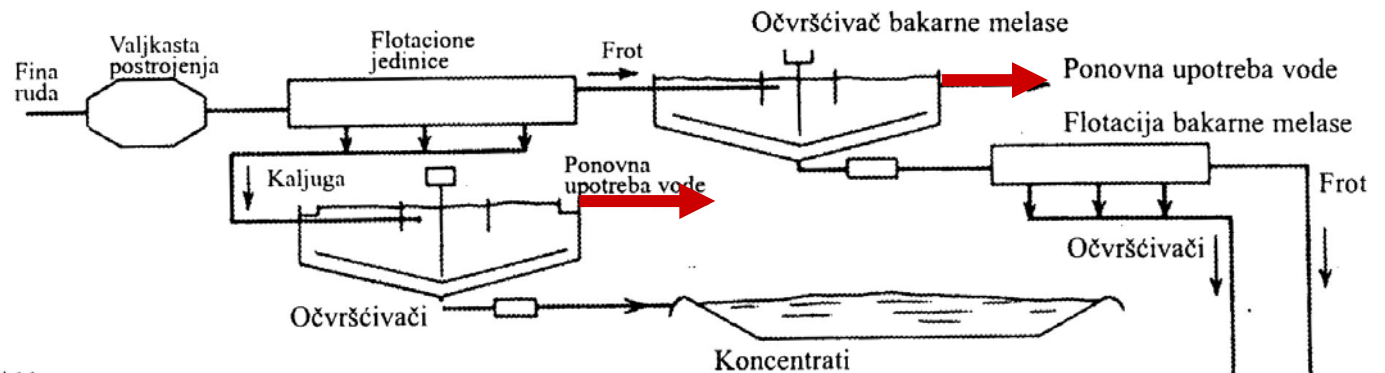
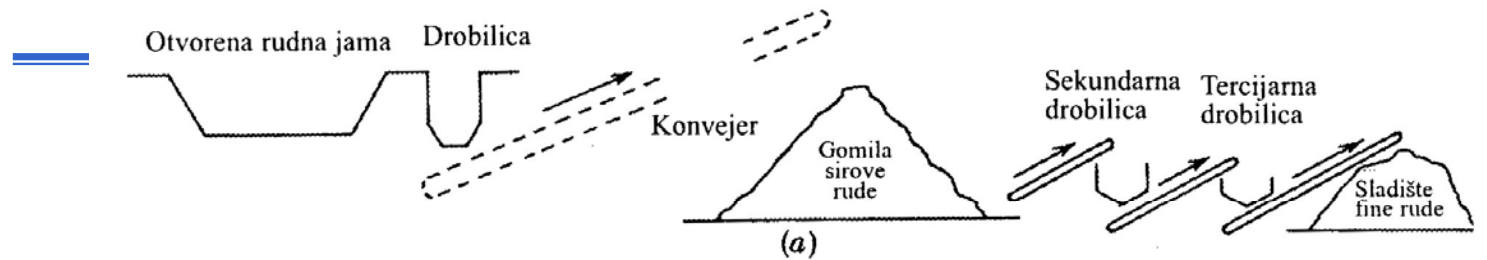
Dijagram obrade
bakarne rude:

(a) sekvence
drobljenja;

(b) sekvenca
koncentrisanja;

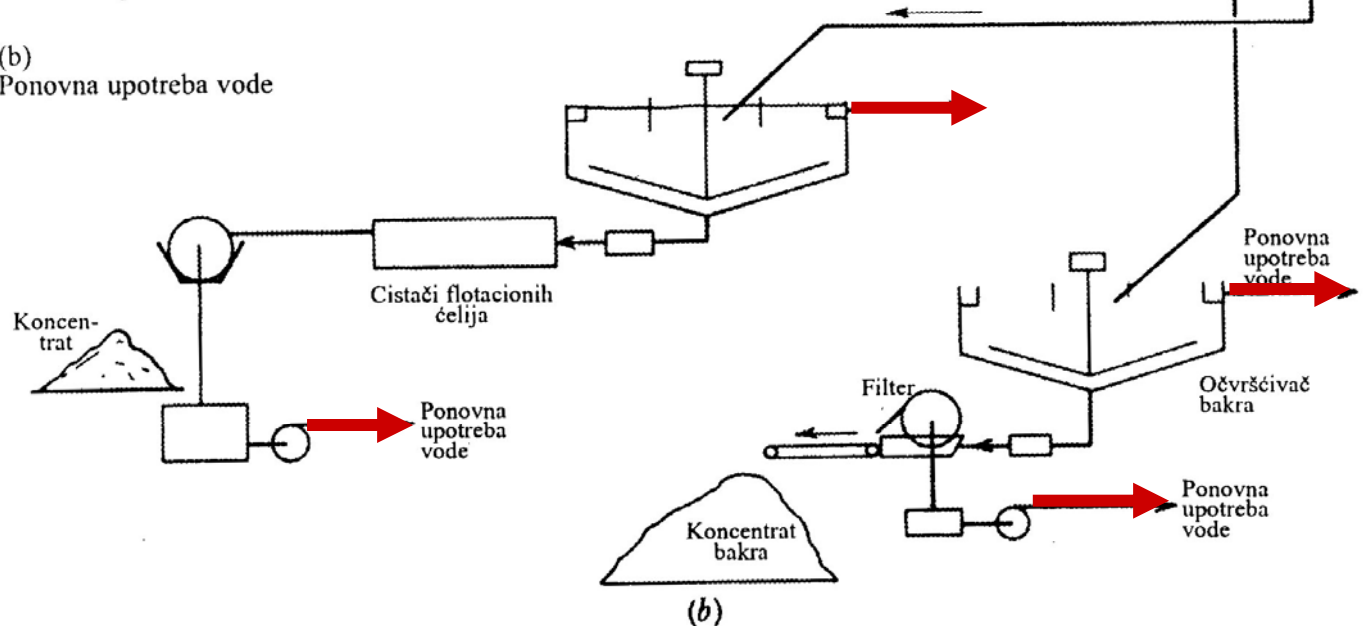
**Na svaku tonu
rude Cu troši se
oko 3 m³ vode**

Pri ispiranju jalovine
filtrat sadrži: As, Se,
Sb, Te, Pb, Zn, Ga,
W



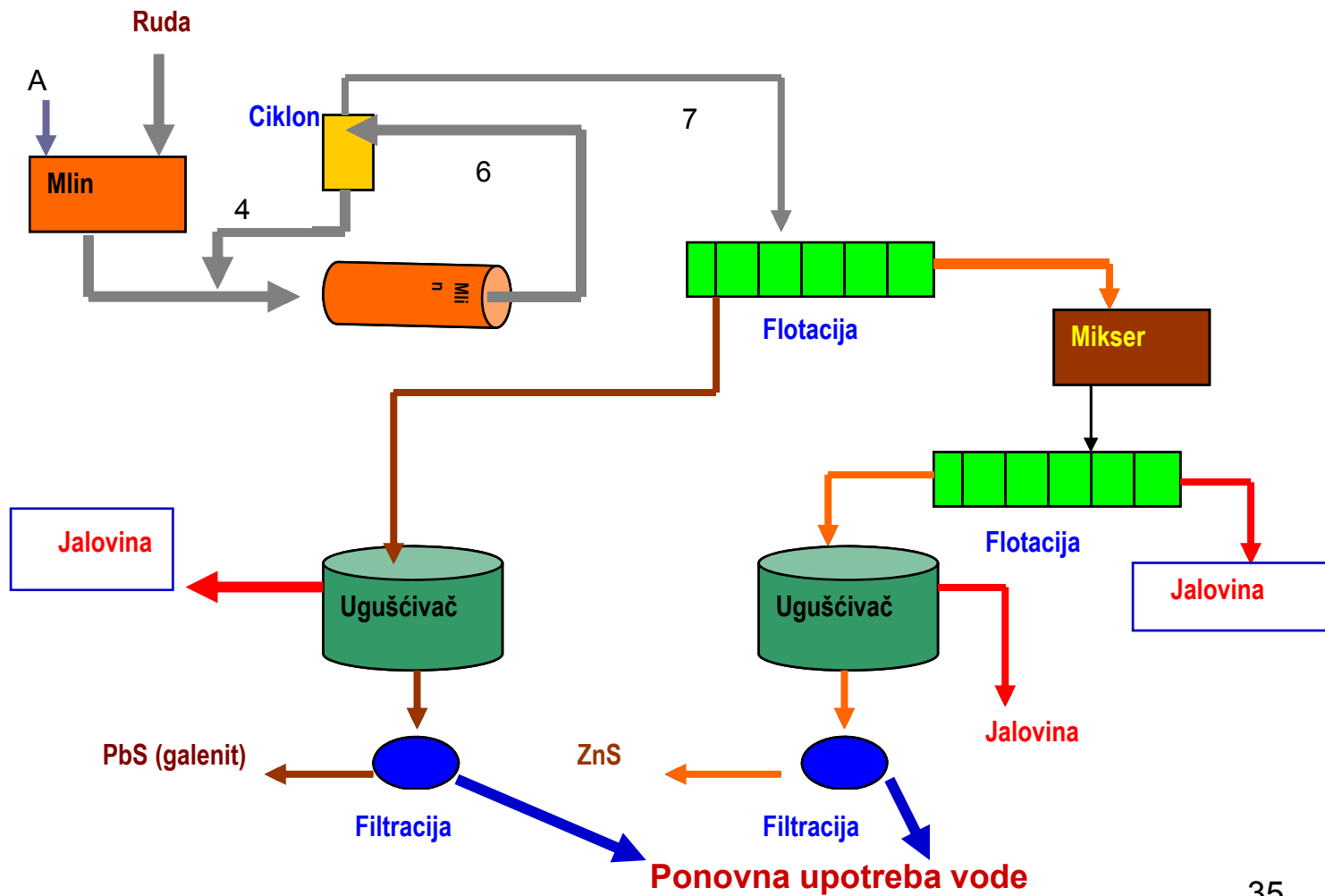
*11.
Ponovna upotreba vode

(b)
Ponovna upotreba vode





Blok šema flotacije rude olova i cinka



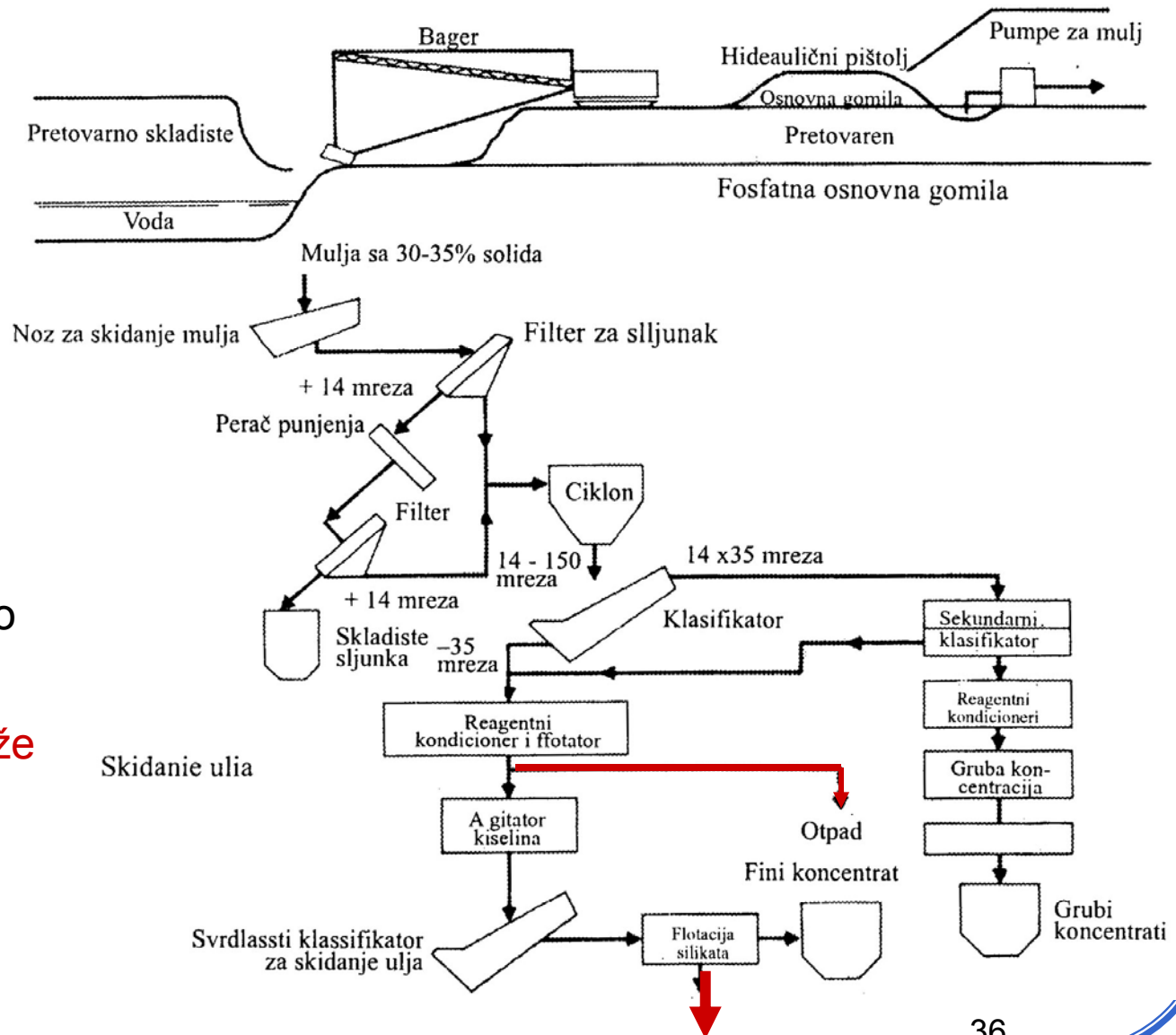


Dijagram površinskog kopanja fosfata i oplemenjivanja

(Nalkov priručnik za vodu, 2006)

Fosfatni slojevi u ležištu rude imaju različiti mineralni satav, kao što je mešavina karbonat-fluorapatit (20-25%), kvarc (30-35%), ilovača uglavnom montmorilonit (25-35%) i ostatak feldspat, dolomit, kao i teški minerali.

Pored toga ruda može da sadrži minerala urana i tragove toksičnih metala kao npr. Cd





Crne tačke u Srbiji, BiH, Crnoj Gori i Makedoniji kao posledica rudarenja *(Brošura, Rudničke vode i okoliš, JDZVP....)*



Borska reka zagađena sa rudničim i industrijskim otpadnim vodama i **Kriveljska reka** zagađena rudničkim vodama



Jalovišno jezero u Varešu zatrovano i cijanidima i teškim metalima





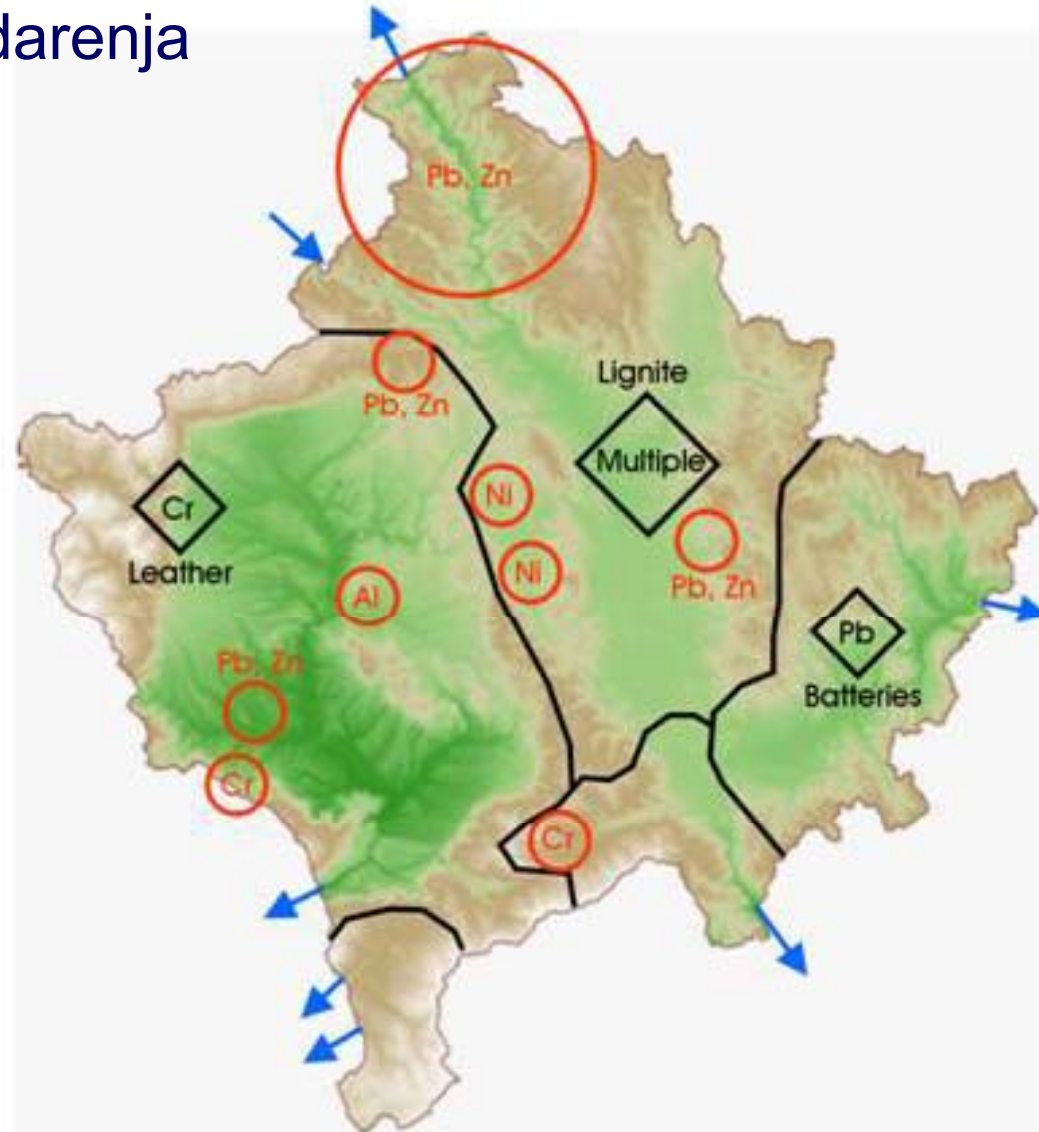
Primer: Crne tačke na Kosovu i Metohiji kao posledica rudarenja

Crveni krugovi pokazuju rudarske aktivnosti uz elemente koji su prikazivani hemijskim simbolima.

Crni romboidi pokazuju industrijske grane koji doprinose zagađenju.

Crne linije pokazuju granice četiri glavne vododelnice.

Plave strelice pokazuju pravac izliva reka.





Физичко-хемијски параметари воде Ибра, низводно од села Рударе (мг/л), (РМХК Трепча, 2006.год).

Испитивани параметри	I-вредности прве серије композитних узорака	II-вредности друге серије композитних узорака
Мирис	без	без
Боја	мутна	мутна
T ⁰ K	275	277
Растворени O ₂	7,9	8,1
KMnO ₄ - утрошак	6,7	7,3
ВРК ₅	53	20
Суспендоване материје	21	9,5
Суви остатак	1030	891
Укупна тврдоћа, U ⁰ K	1635	1830
Сулфати, SO ₄	11,76	10,82
Хлориди, Cl	186,43	182,31
Фосфати, PO ₄	30	45
Нитрати, N ₂ O ₅	1,2	0,35
Укупни феноли	0,003	0,15
Олово, Pb	0,98	0,027
Цинк, Zn	0,75	0,72
Бакар, Cu	0,35	0,58
Кадмијум, Cd	0,000	0,62
Кобалт, Co	0,1	0,1
Никал, Ni	0,1	0,1
Гвожђе, Fe	1,3	0,9
Сребро, Ag	0,00	0,00



- **Trenutna brzina dotoka metala u vodu kao na primer Hg, Pb, Zn, i Cd je u višku u odnosu na prirodni biohemiski ciklus (*Leckie and James, 1974*).**





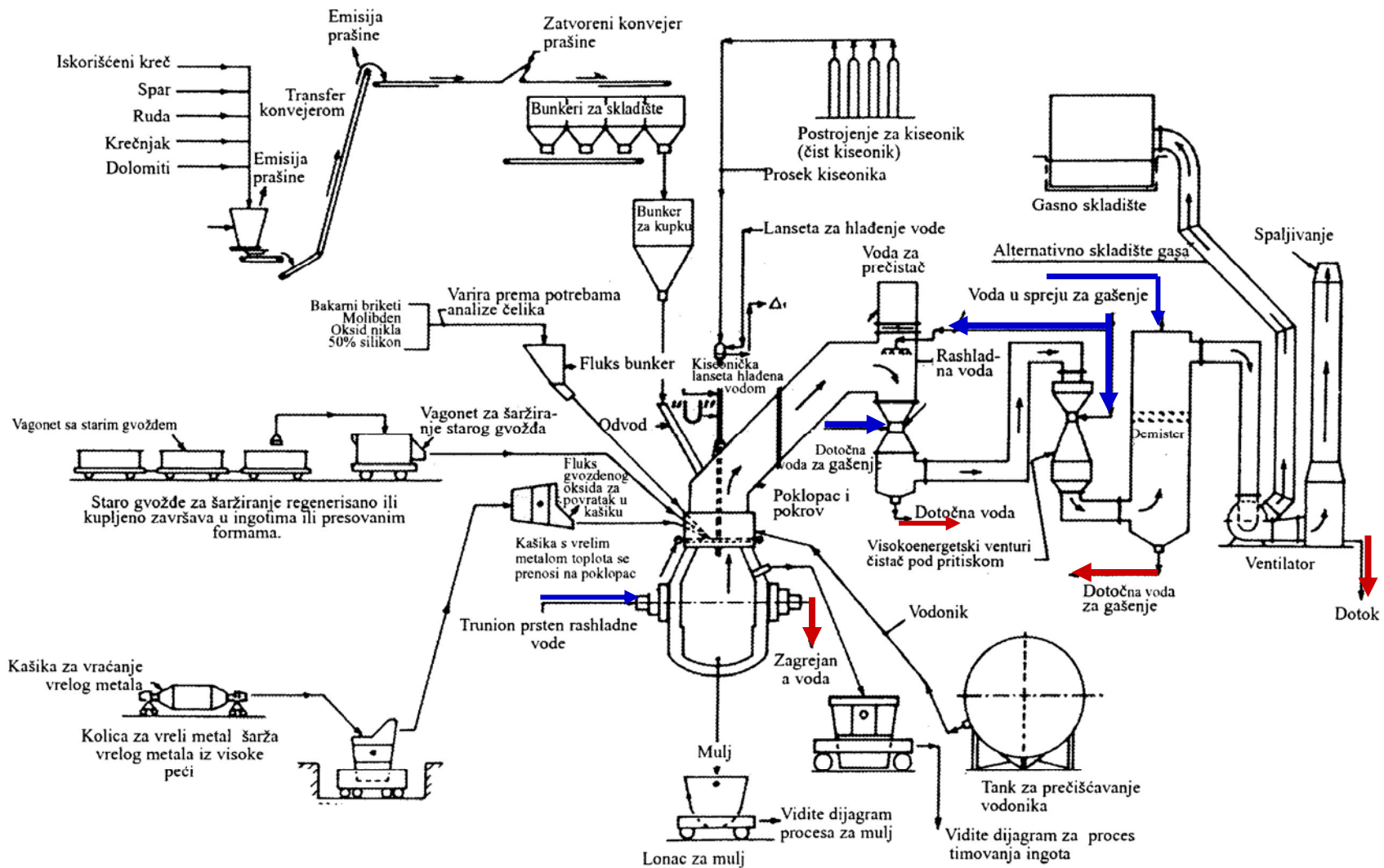
METALURGIJA

- Pošto fabrike **crne metalurgije** koriste zatvorena kola, **njihove otpadne vode su u velikoj većini slučajeva tečnosti ispuštene iz ovih kola u cilju dekoncentracije.**
 - ✓ Te tečnosti su već neutralizovane i dekantovane,
 - mogu sadržati **cijanide**, naročito ako se vrši pranje gasova iz visokih peći
 - **metale.**



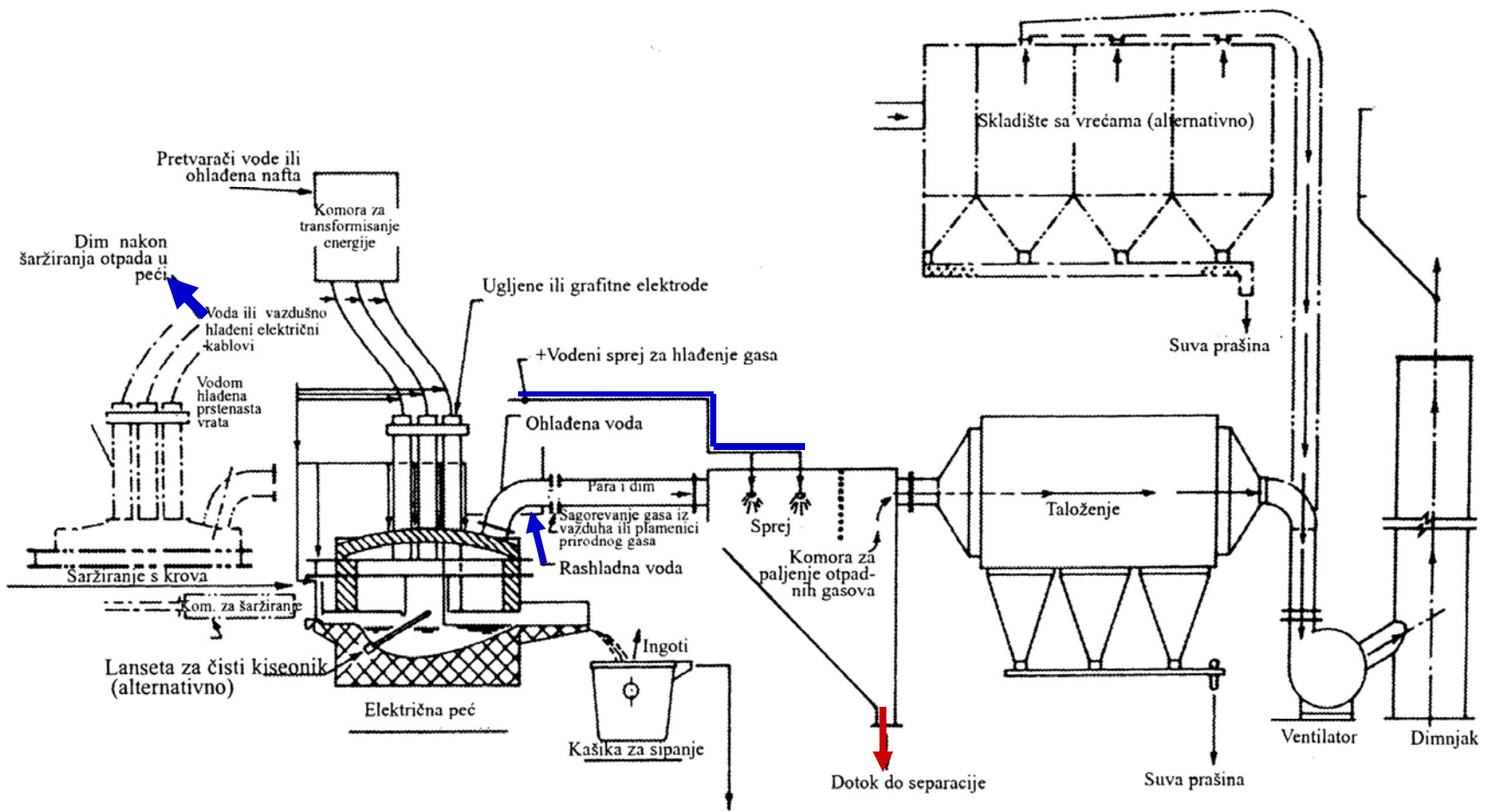


Osnovna peć sa kiseonikom koja prikazuje glavnu upotrebu vode za hlađenje. Kako se tokom topljenja dodaju razni materijali kompozicija vode za pranje varira (Nalkov priručnik za vodu, 2006)





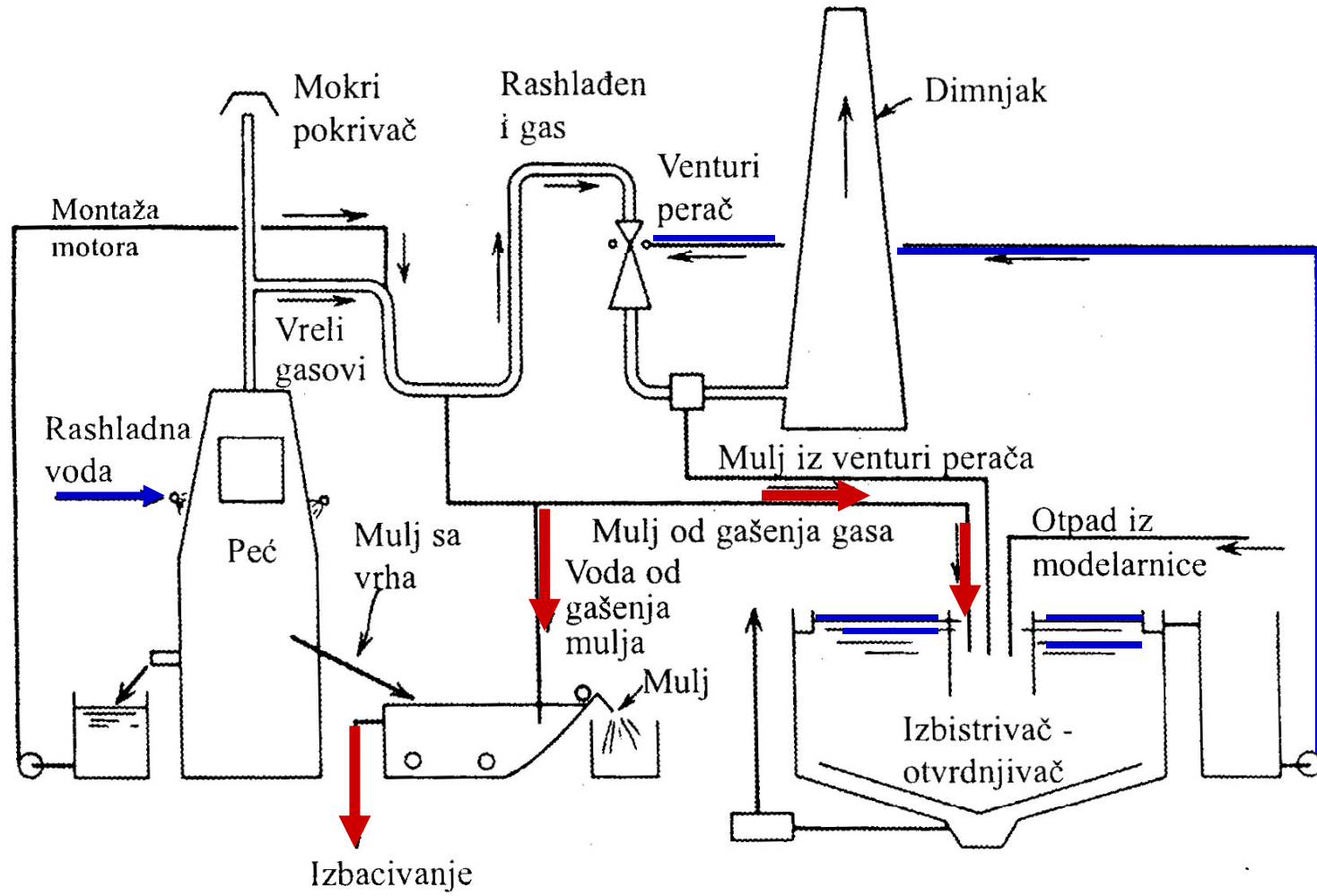
Procesi rada električne peći u pretvaranju otpadnog gvožđa u čelik, s prikazom vodenih tokova (Nalkov priručnik za vodu, 2006)





Kružno vodeno kolo u livnici sivog gvožđa sa peraćima

(Nalkov priručnik za vodu, 2006)





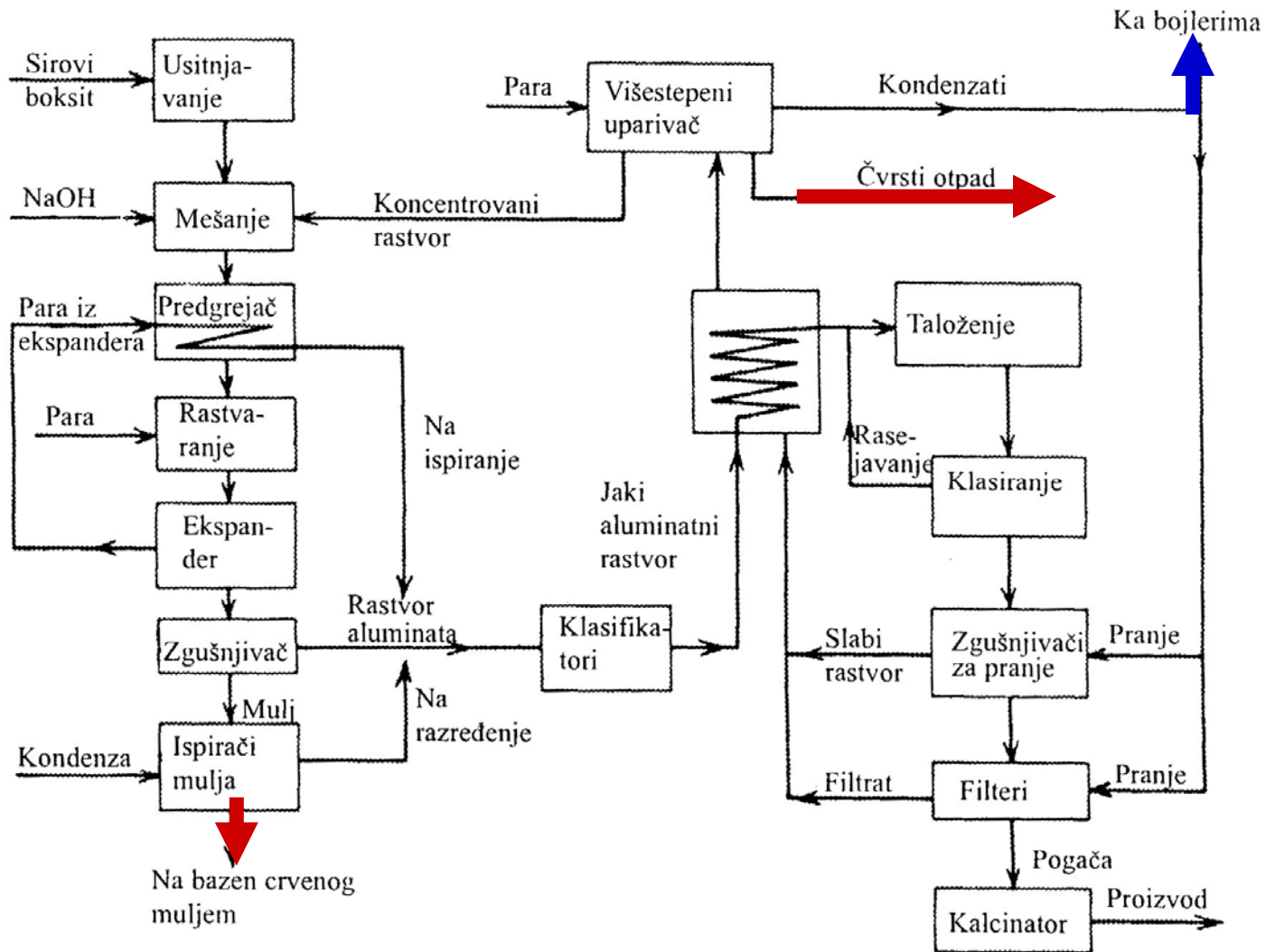
Proizvodnja alumijuma

- U **metalurgiji aluminijske** tokom elektrolize boksitne rude dobijaju se **vode od pranja gasova koje su zagađene prašinom i kiselinama**. One su najčešće još za vreme kruženja u zatvorenom kolu neutralisane i u njima je taloženje već obavljeno.
- Različitim procesima površinske obrade** (skidanjem masnoća, anodnom oksidacijom, površinskim zaptivanjem, bojenjem) **dobijaju se otpadne vode koje najviše sadrže rastvoreni aluminijum u kiseloj ili bazičnoj sredini**, a njihovi sporedni sastojci su hrom, boje i tenzioaktivna jedinjenja. Najčešće je neophodno obaviti potpune procese neutralizacije, taloženja i dekantacije.



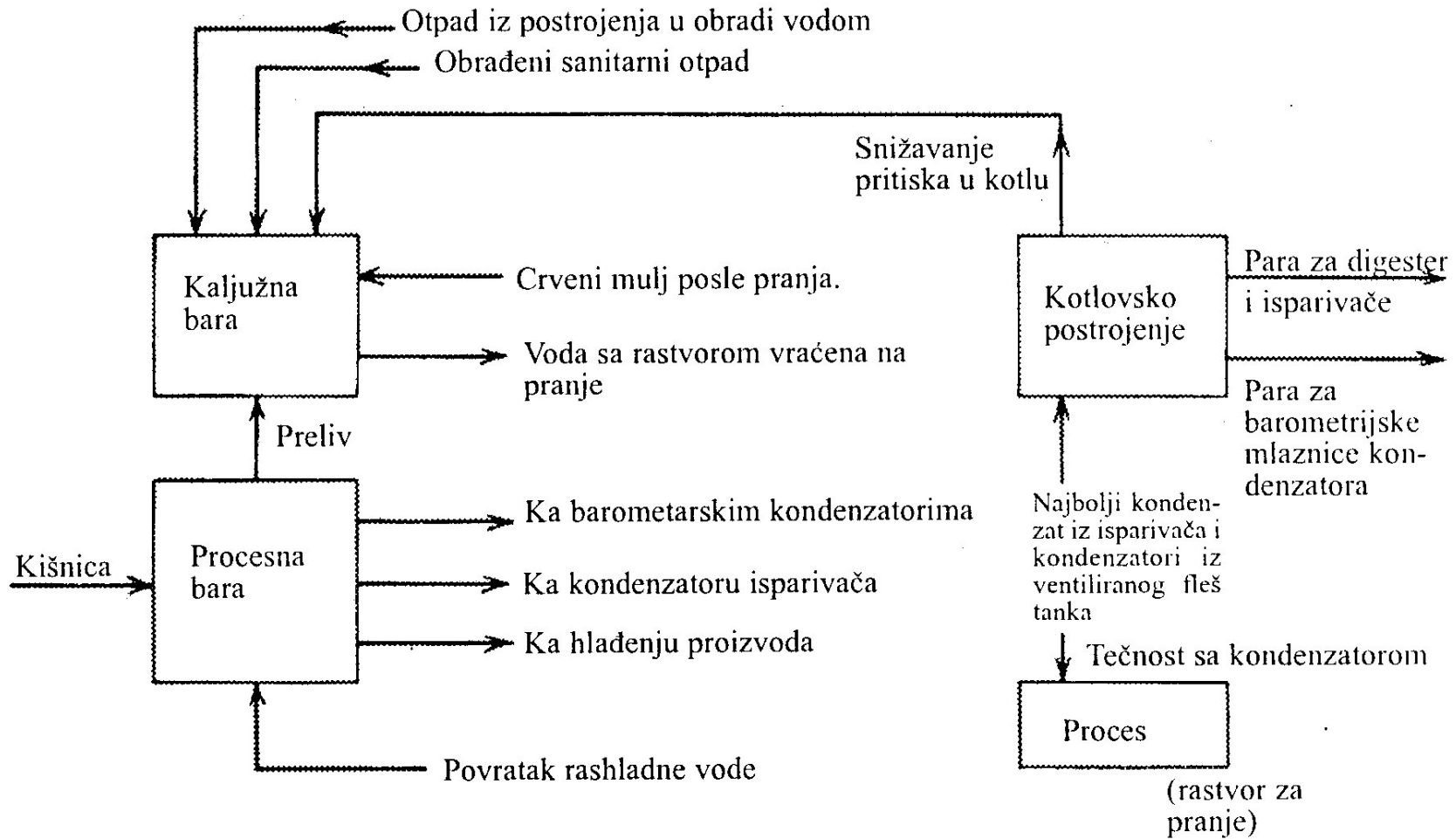
Pojednostavljeni dijagram Bajerovog postupka za rafinaciju boksitne rude

(Nalkov priručnik za vodu, 2006)



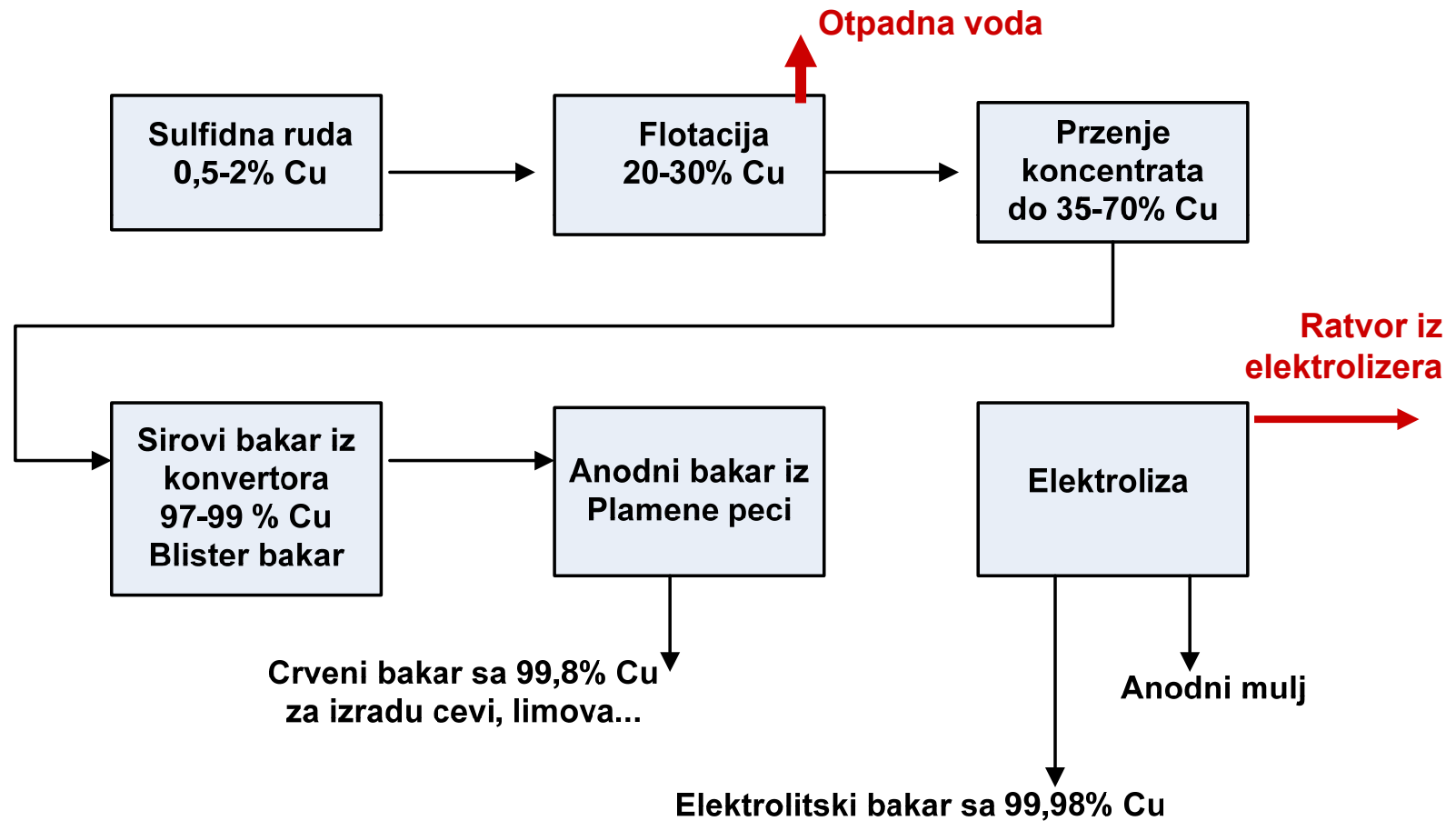


Upotreba vode i pare u Bajerovom postupku (Nalkov priručnik za vodu, 2006)



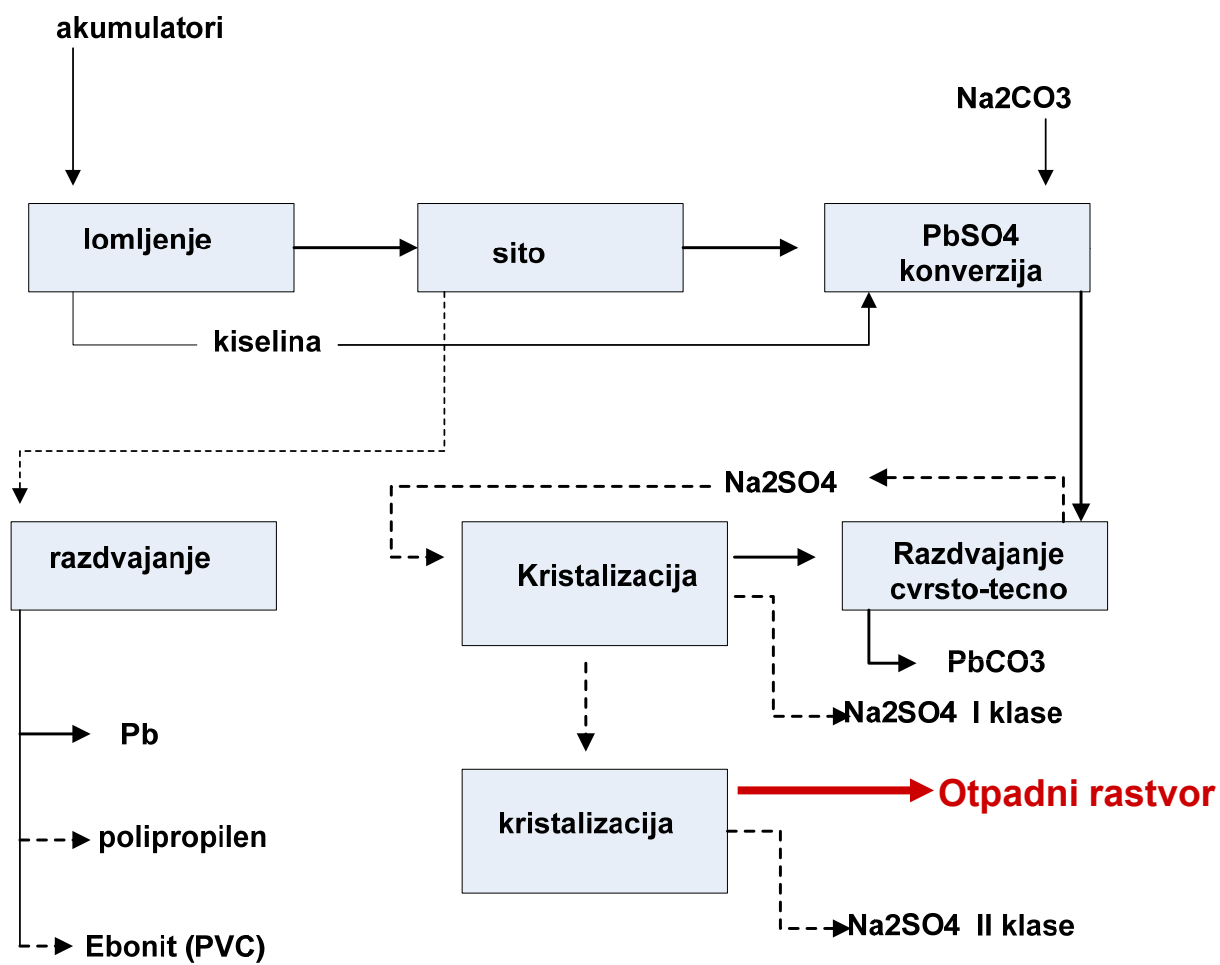


Blok šema dobijanja bakra



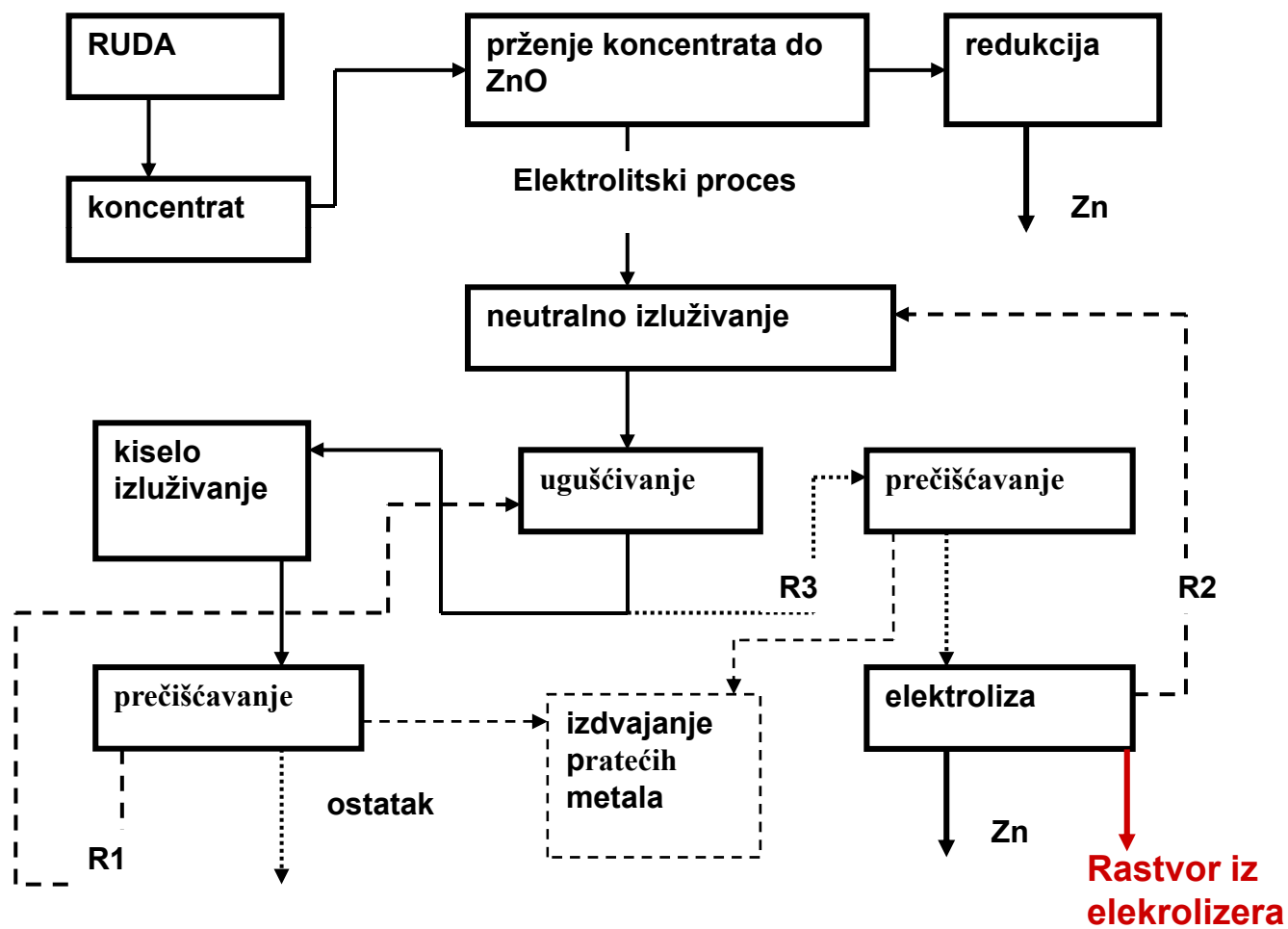


Blok šema prerade odpadnih olovnih akumulatora (prema : Ulmann 2003., vol. 19., str.358)





Prerada cinkove rude





POVRŠINSKA OBRADA METALA

- Cilj površinske obrade elemenata od metala i od nekih sintetičkih materija je ili zaštita tih elemenata od korozije, ili izmena njihovog spoljnog izgleda radi ukrašavanja.
- Obrada površina kao i sam proces zahtevaju sukcesivno potapanje elemenata u više kupki, gde se obavljaju procesi hemijske prirode.
- Efluenti dobijeni prilikom površinske obrade mogu podeliti u dve kategorije:
 - **upotrebljene kupke s velikom koncentracijom polutanata;**
 - **i rastvori u vodi kojom je vršeno ispiranje.**

- U zagađenja, koja su specifična za ovu vrstu proizvodnje, spadaju:
 - organske materije koje su najvećim delom dobijene prilikom odstranjivanja masnoća;
 - suspendovane materije (oksidi, hidroksidi, sapuni itd.);
 - **i, naročito, rastvorena i jonizovana neorganska jedinjenja.**
- Jasno je zbog asortimana proizvodnje da su sastavi tih kupki različiti, iako u pregled upotrebljenih reagensa i ulaze svi mogući sastojci. Neke od njih će prevagnuti, dok će se druge pojavljivati od slučaja do slučaja.
- **U vodi kojom je vršeno ispiranje nalaze se svi sastojci kupki, a mogu se isto tako naći i jedinjenja dobijena nagrivanjem elemenata koji su obrađuju.**
- Ove vode kojima je vršeno ispiranje najčešće se mogu prerađivati pomoću izmenjivača jona, s tim što se čista voda reciklira, a zagađenja koncentrišu u maloj količini tečnosti kojom se regeneriše izmenjivač.

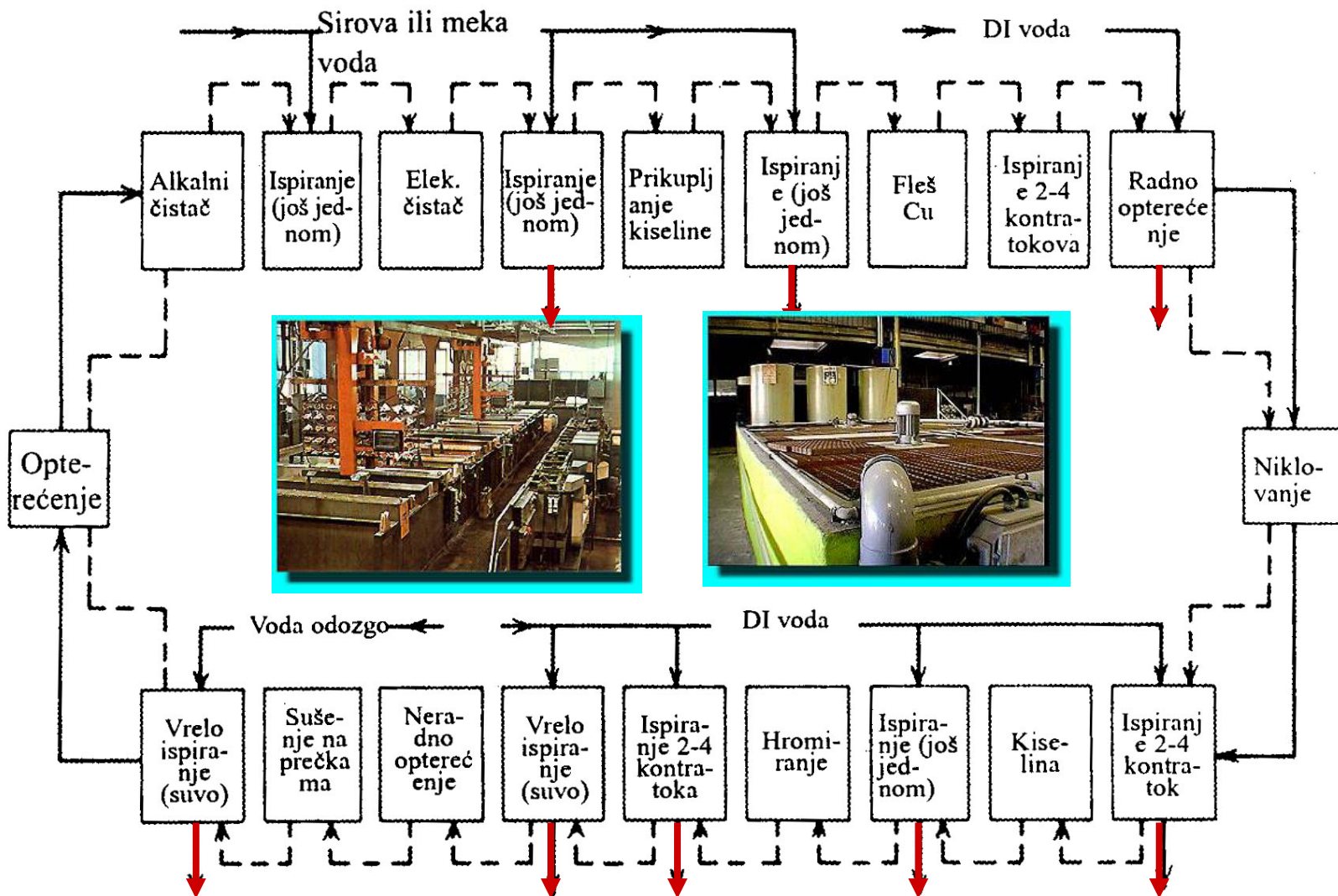


Sama zagađenja se mogu podeliti u četiri velike grupe:

- **toksični polutanti, kao što su: cijanidi, šestovalentni hrom i fluoridi;**
- **zagađenja koji izazivaju promenu pH, to jest materije sa kiselom ili bazičnom funkcijom;**
- **zagađenja čijim se prisustvom povećava sadržaj suspendovanih materija, kao što su hidroksidi i karbonati;**
- **zagađenja kao na primer, HPK, sulfidi i soli dvovalentnog gvožđa itd.**

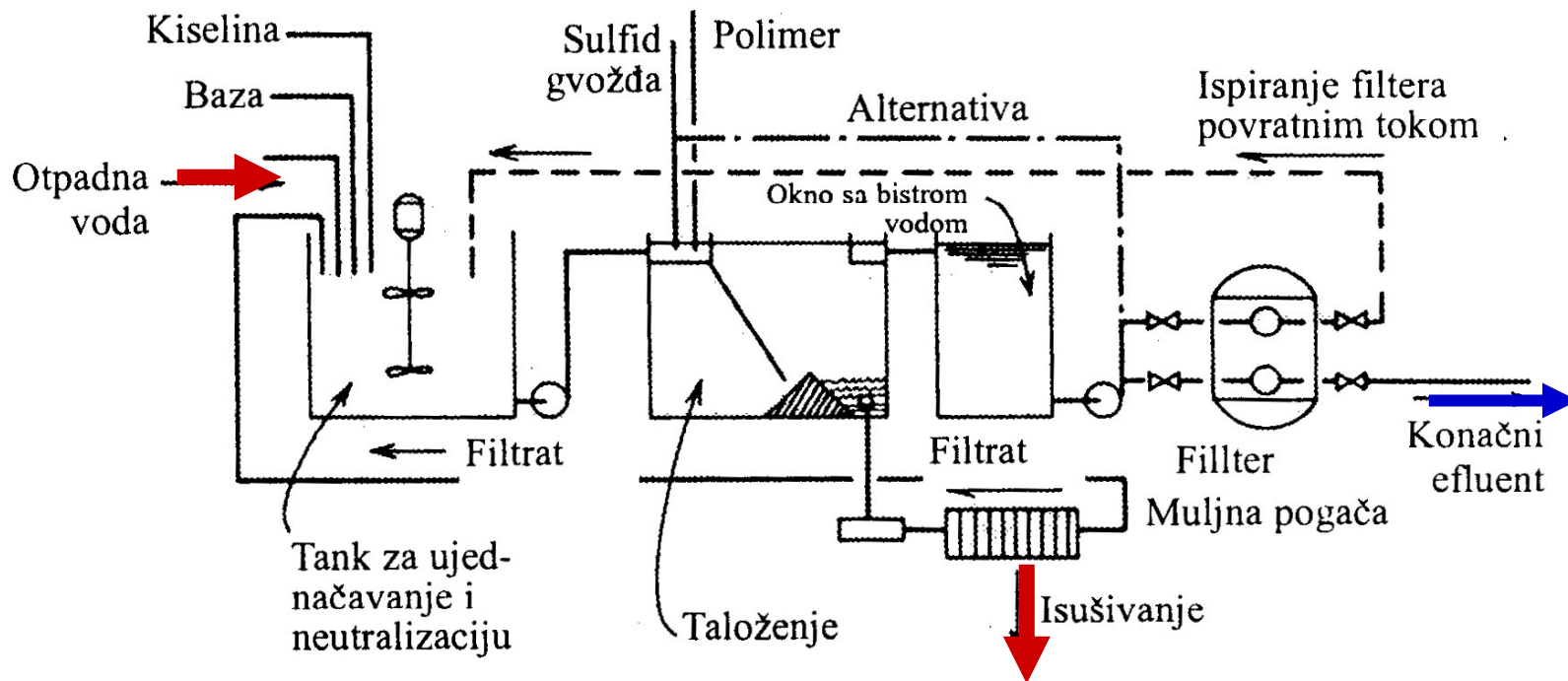


Dijagram tehnološkog procesa na liniji hromiranja koja obuhvata postupak čišćenja i tri stepena taloženja metala (Nalkov priručnik za vodu, 2006)



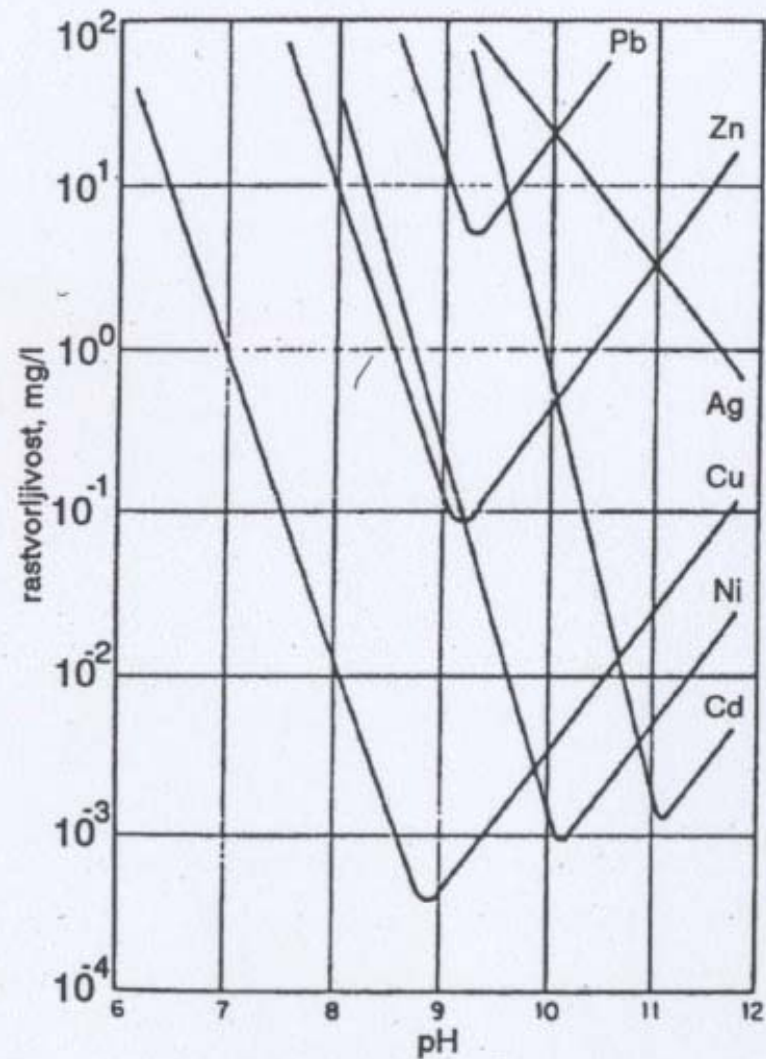


Taloženje teških metala u pogonu za završnu obradu metala sa upotrebom sulfida. Sveže pripremljena emulzija sulfida gvožđa unosi se u neutralizovanu otpadnu vodu preko usisa uređaja za taloženje, međutim može se isto tako unositi ispred filtra ako to bolje odgovara u datoj situaciji, kao alternativa

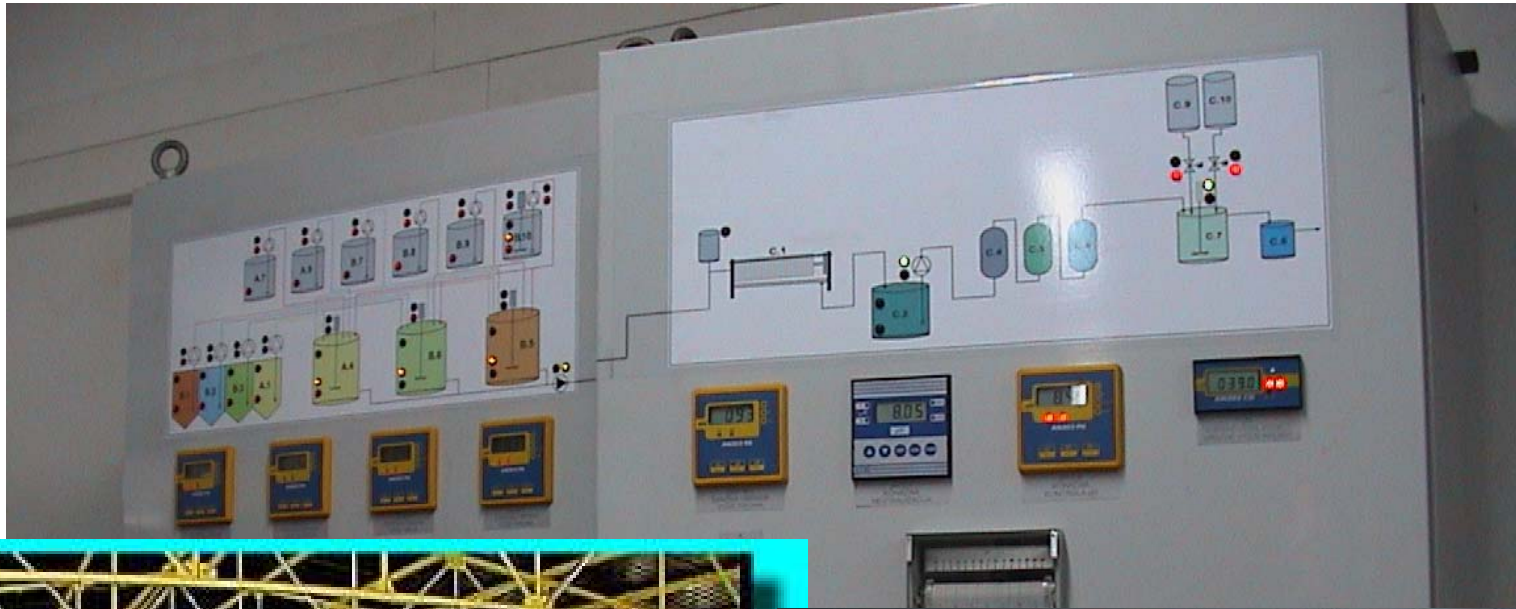




- Efikasnost prečišćavanja zavisi u prvom redu od pH, pošto je većina hidroksida metala amfoterna.



Zavisnost rastvorljivosti hidroksida teških metala od pH





PROIZVODNJA KOKSA



Procesna voda kontamirana je uljem, amonijakom, fenolima, cijanidima i tiocijnatima.

Glavni izvori otpadnih voda:

- Tečnosti sa stabilnim rastvorom amonijaka iz primarnog rashlađivača,
- Ispiranje kule za hlađenje koja se koristi direktno ili indirektno za hlađenje gasa
- Kontaminirani kondezat iz destilacije pare kod nekih od hidrokarbonskih frakcija,
- Rezervoari za skladištenje i kišnica



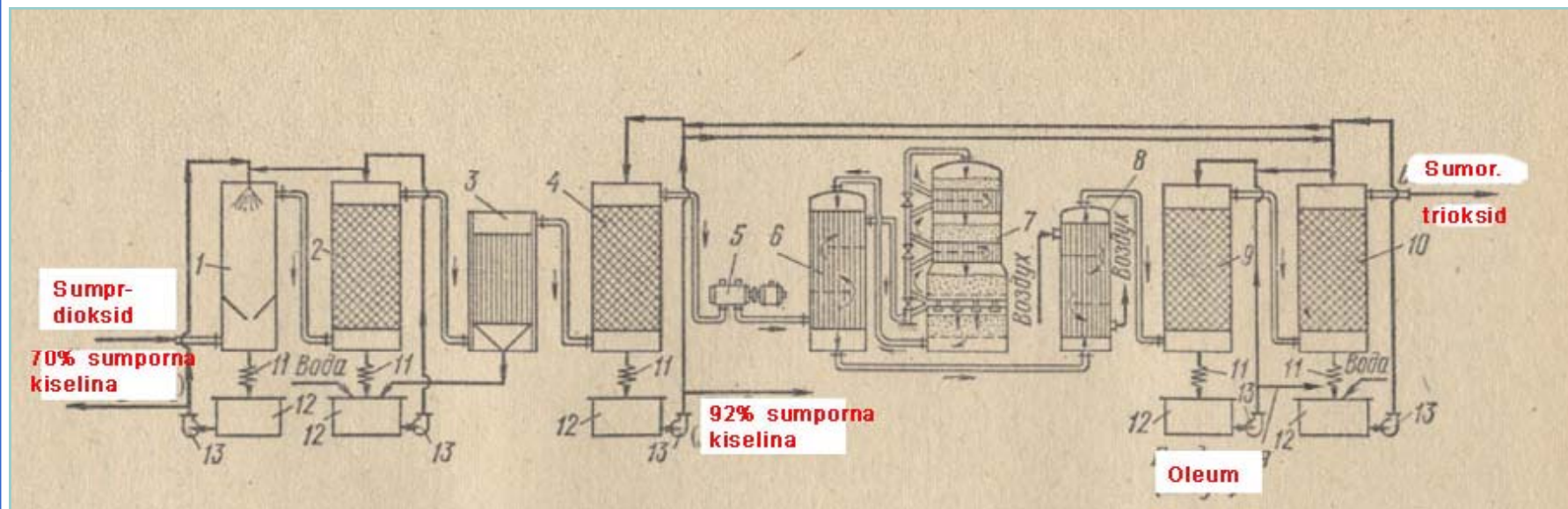
HEMIJSKA INDUSTRIJA

- Proizvodnja sumporne kiseline (ponekad As)
- Proizvodnja fosforne kiseline (fluoridi, sulfati, uran)
- Proizvodnja hlora, vodonika i natrijum-hidroksida (Hg)



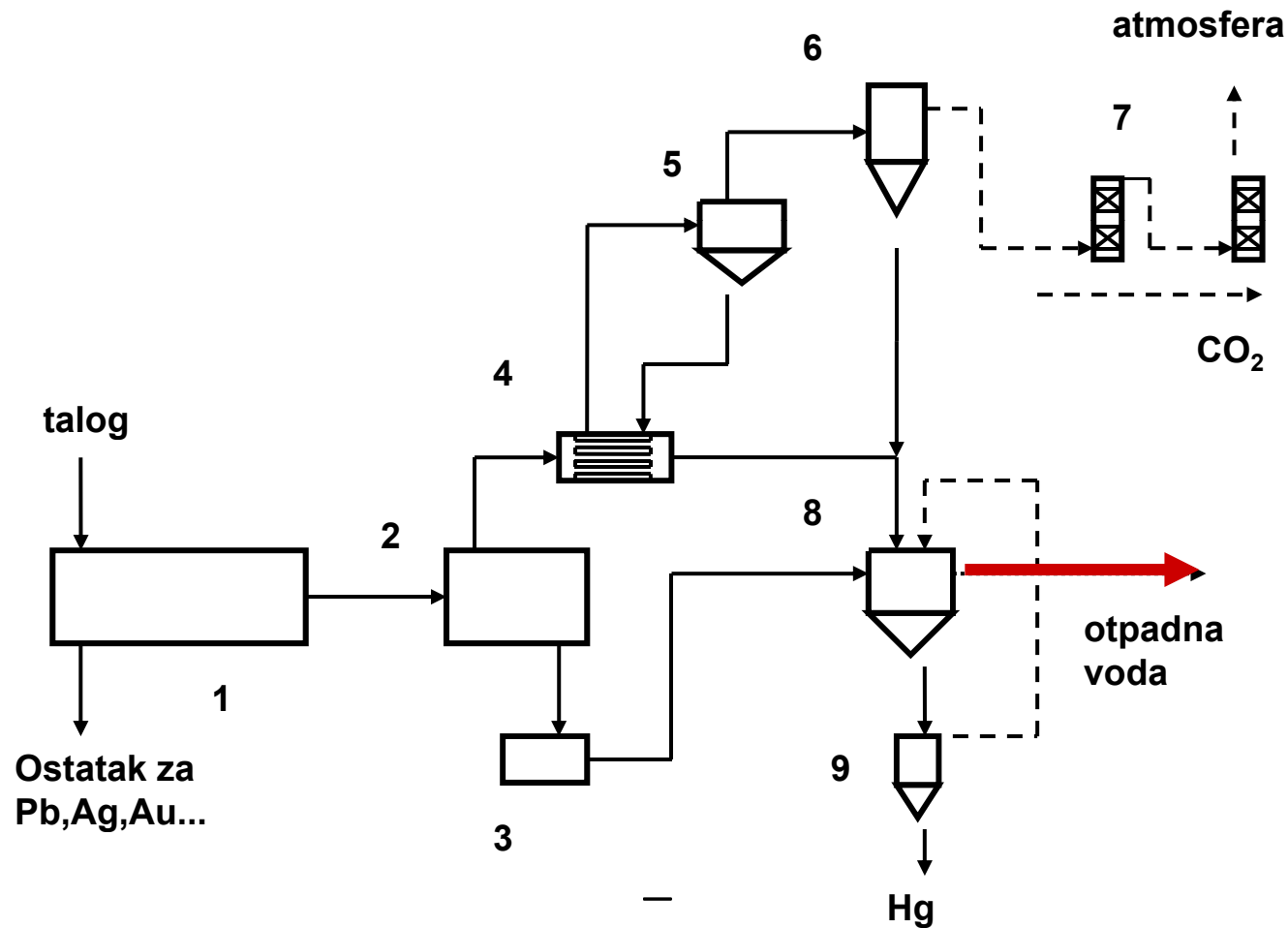


Proizvodnja sumporne kiseline



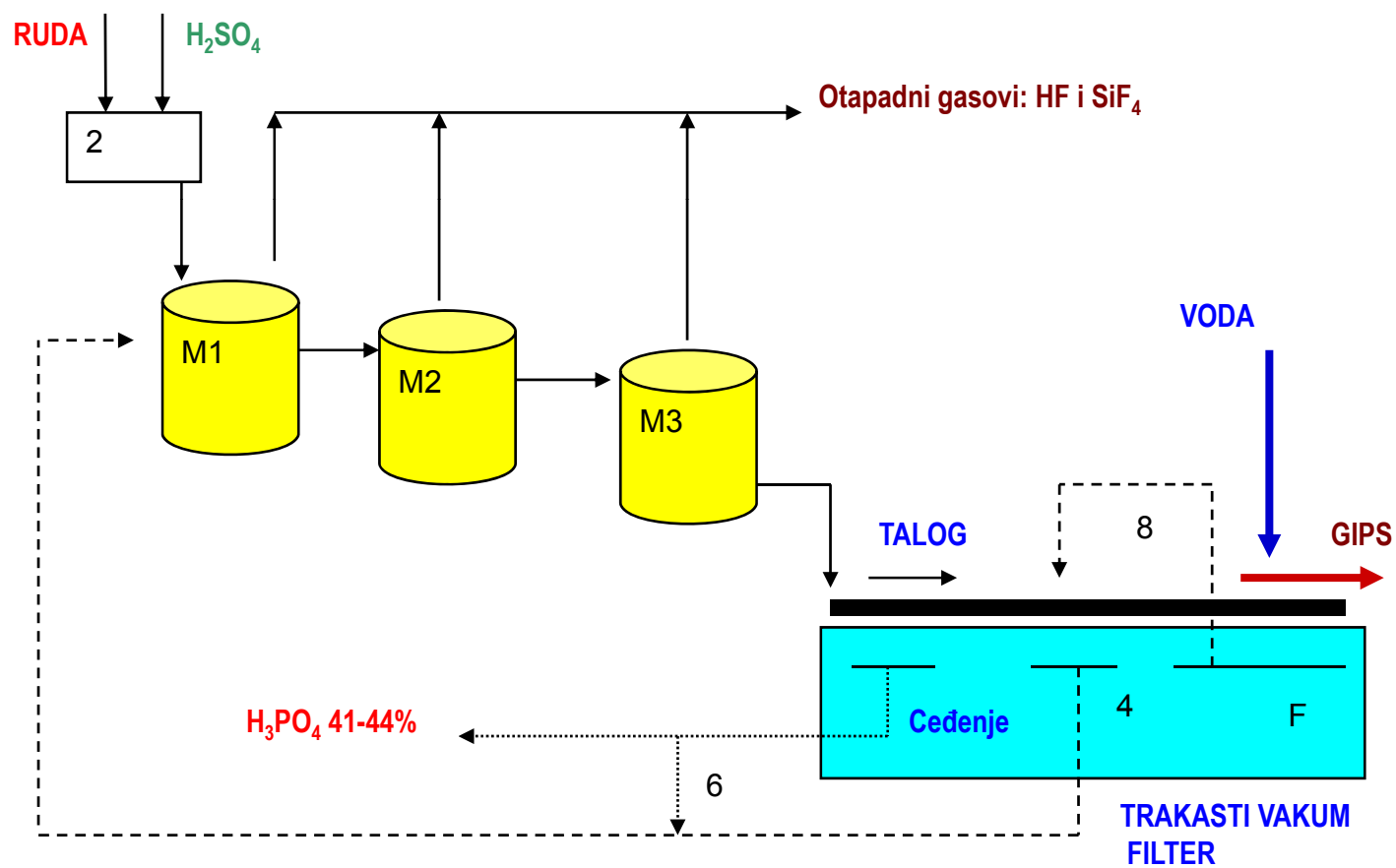


SeptraDyne proces prerade odpadaka (konkretno taloga) od prečiščavanja SO_2 u liniji proizvodnje bakra i sumporne kiseline.



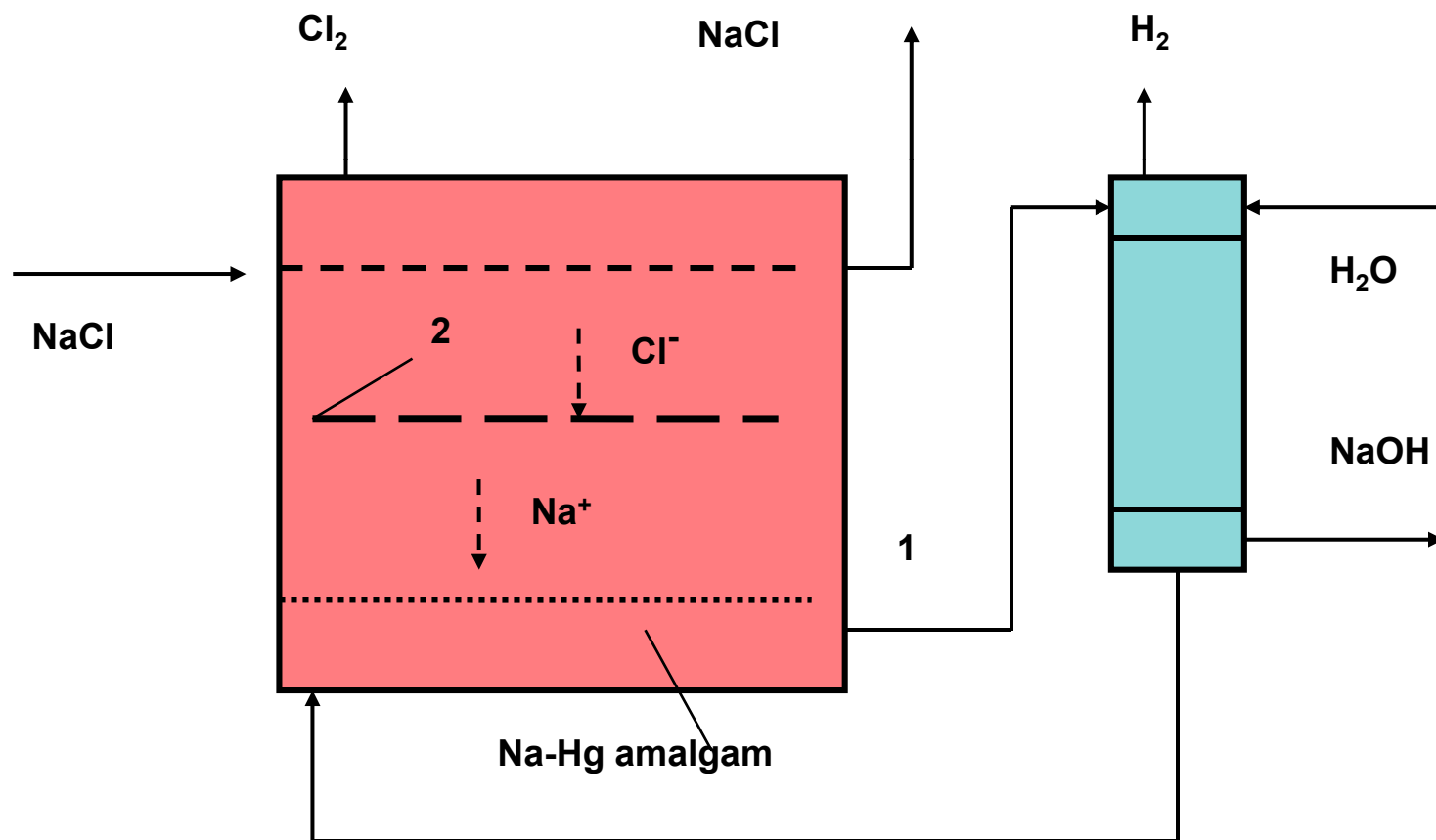


Filtracioni postupak dobijanja fosforne kiseline





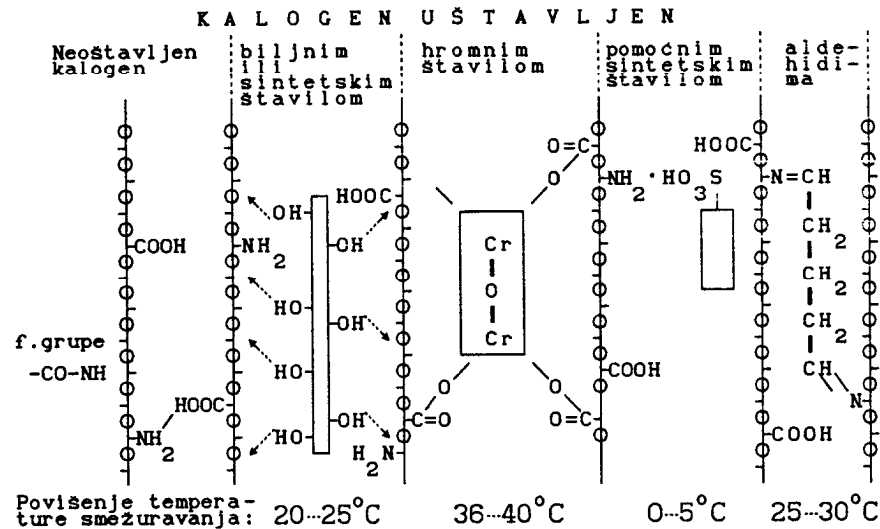
Proizvodnja NaOH, hlora i vodonika





TEKISTILNA I KOŽARSKA INDUSTRIJA

- Tekstilna industrija – bojenje sa bojama koje sadrže metale
- Kožarska indsutrija - **mineralno štavljenje**, kada se golica štavi jedinjenjima hroma ili aluminijumovim solma





ENERGETIKA – SAGOREVANJE UGLJA (TERMOELEKTRANE)

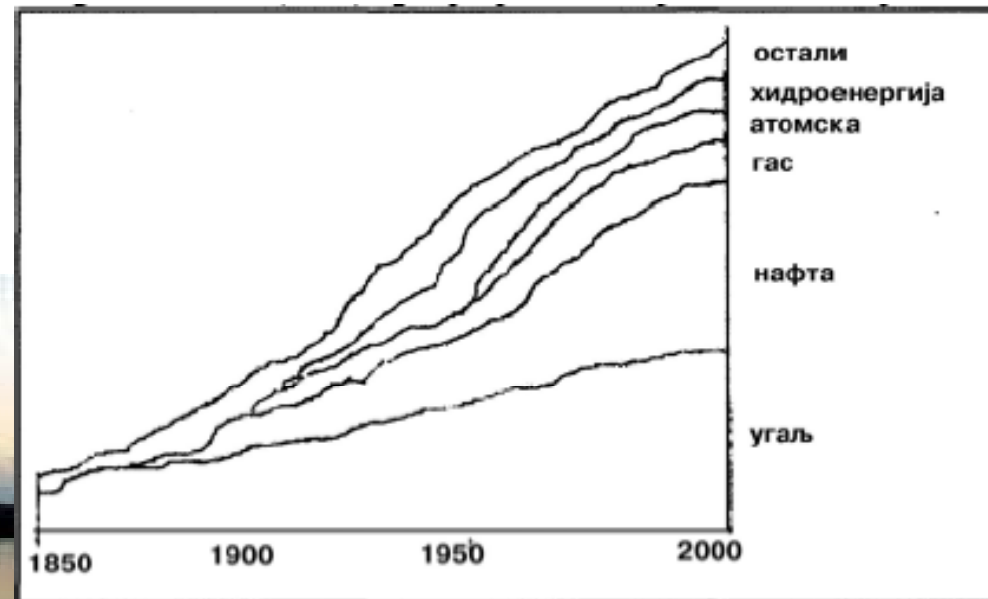
- **Zagađivanje površinskih i podzemnih voda ocednim vodama iz pepelišta.**
- Faktor koncentrisanja štetnih supstanci tokom sagorevanja uglja iznosi oko 4-5, jer se od 1 tone uglja dobija od 0,12-0,25 tona pepela.
- **Od štetnih elemenata koji su ostali u pepelu i u dimnom talogu su Hg, As, Cd i dr.**
- Jedan deo zagađenja se rastvara u vodi pri vodenom transportu pepela od ložišta do pepelišta.





OBJEKAT	DEPONJA PEPELA (ha)		
	aktivna	pasivna	ukupno
TE „Nikola Tesla“ A	110	290	400
TE „Nikola Tesla“ B	200	200	400
TE „Kolubara“	30	20	50
TE „Morava“	20	10	30
TE „Kostolac“ AiB	30	170	200
UKUPNO	390	690	1070

- Pregled površina deponija pepela



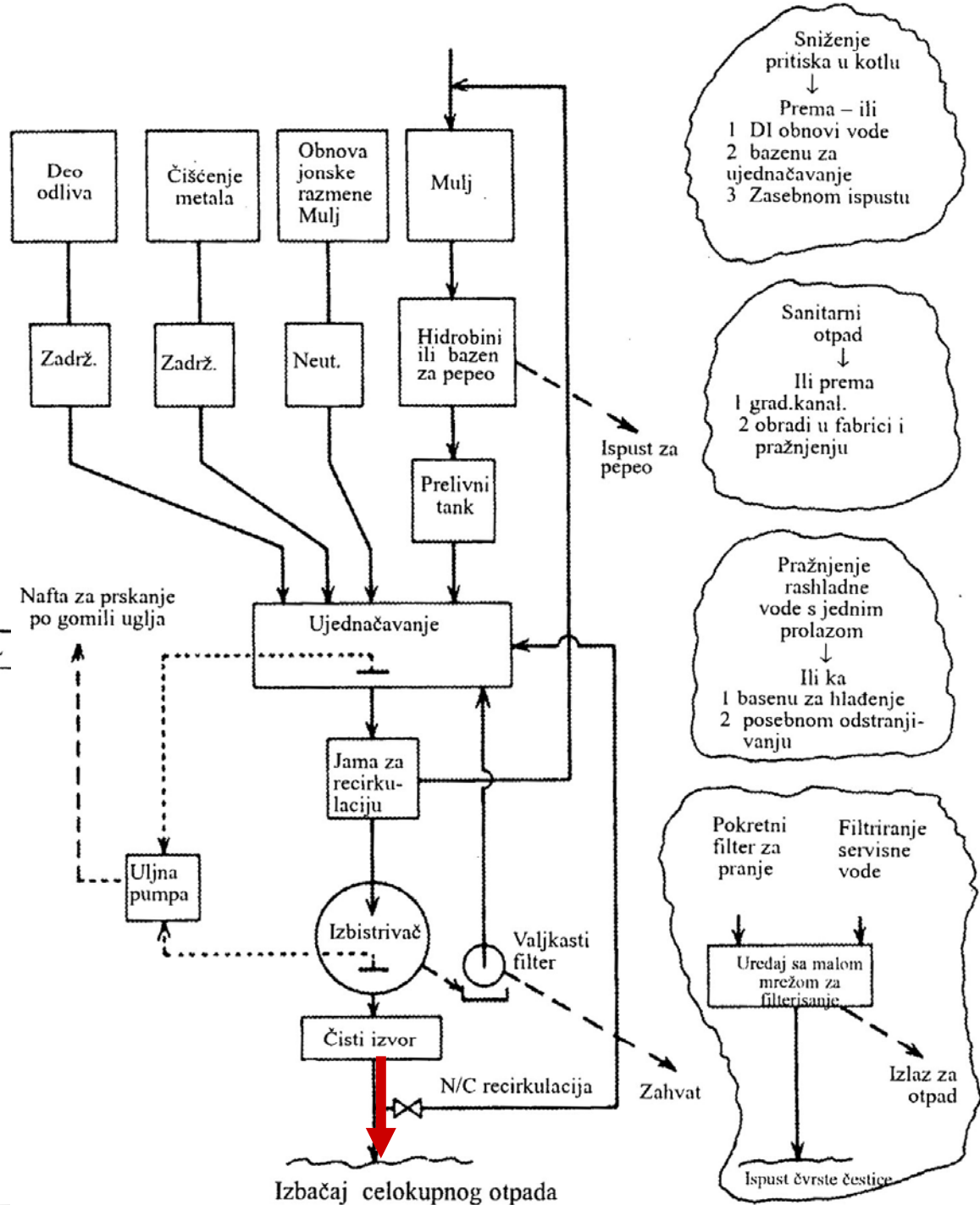
Struktura dobijene energije od početka XIX veka do danas



Ponovna upotreba vode po šemi obrade toka za elektranu sa pogonom na uglj

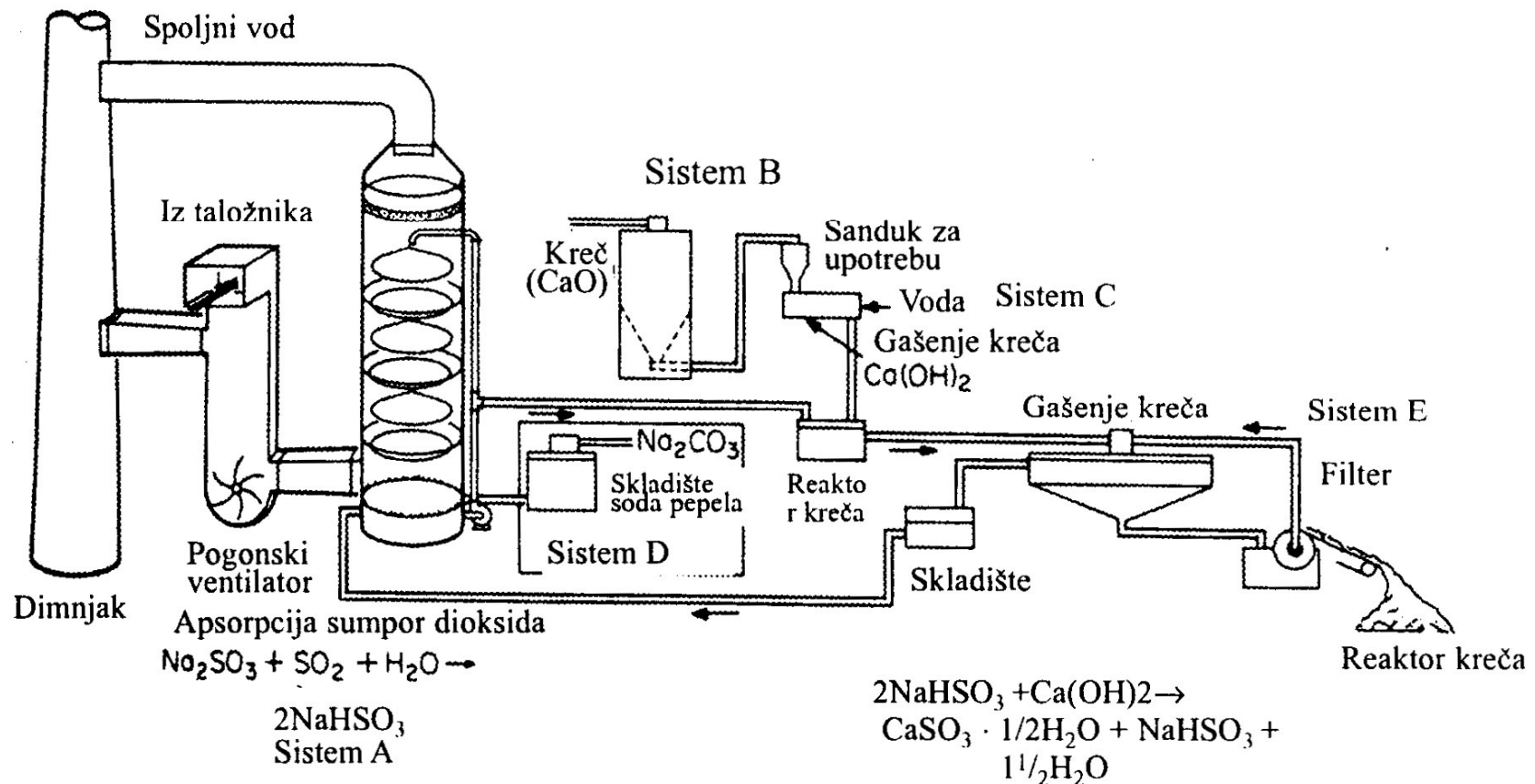
Tipične karakteristike vode nakon upotrebe u termoelektrani

Parametar	Koncentracija mg/L
Ukupno čvrstih čestica	1500–45000
Ukupno rastvorenih čvrstih čestica	700–44000
Ukupno čvrstih čestica u stanju suspenzije	20–3300
Ukupna tvrdoća (CaCO ₃)	130–1850
Alkalnost (CaCO ₃)	15–18
Kiselost (CaCO ₃)	10–27800
Mangan	90–180
Bakar	1.6–3.9
Natrijum	160–1260
Cink	006–23.0
Aluminijum	825–1200
Sulfati	130–20000
Fosfor	0.2–1.2
Gvožđe	0.4–2.0
Hlor	20–480
Nitrati	0.3–2.3
Amonijak	0.4–1.8
BTK	3–10
HTK	100–1000
Zamućenost (u JTU)	6–605
pH (u jedinicama)	2.8–7.8





Dijagram toka dvostrukog alkalnog procesa za izdvajanje SO₂ iz otpadnog gasa što stvara muljnu pogaču i reciklira rastvor baze (Nalkov priručnik za vodu, 2006)





Srednji sadržaj nekih štetnih i opasnih elemenata u uglju, pepelima i dimnom talogu termoelektrane Morava kod Svilajнца (Matušek i sar., 1955)

Елеменат	Угаљ (mg/kg) или (g/t)	(А) Пепео и пљака (mg/kg)	(Б) Димни талог (mg/kg)	Садржај елемената у угљу (kg на 100.000 t угља)
Cr	16.8	13.0	48.7	1680
Mn	56.0	264	497	5600
Fe	6.000	15.000	69.700	6.000.000
Co	2.4	3.9	7.5	240
Ni	10,0	14.4	43.6	1.000
Cu	5.1	29.7	65.2	510
As	5.5	5.0	39.0	550 (?)*
Mo	0.5	< 0.1	0.85	50
Cd	<0.2	< 0.2	2.0	20 (?)*
Sn	<1.25	< 1.25	< 1.25	125 (?)*
Sb	<25	< 25	100	2500
Pb	8.8	< 1.0	59.0	880

(*) Ови елементи делом прелазе и у гасну фазу - налазе се у димним гасовима током сагоревања угља



Sadržaj teških metala u taložnim materijama za TE "Kolubara" 1996. godine (Aleksić i sar., 2006)

Merna tačka	Udaljenje km	Pravac	Olovo	Arsen	Kadmijum	Sumpor	Uran
1	2	Jug	51	16	0.1	380	0,03
2	6	Jug	32	12	0,1	783	0,02
3	10	Jug	14	8	0,1	43	0,03
4	2	Zapad	21	12	0,05	96	0,05
5	6	Zapad	22	20	0,07	545	0,01
6	10	Zapad	59	8	0,2	494	0.01
7	2	Sever	47	8	0,09	805	0,02
8	6	Sever	100	15	0,7	150	0,01
9	10	Sever	59	24	0,5	863	0,01
10	2	Isok	8	7	0,1	795	0,01
11	6	Istok	18	20	0,02	146	0,03
12	10	Istok	38	43	0,04	98	0,2
13	6	Jugo-istok	6	7	0,02	201	0,01
14	10	Jugo-istok	27	12	0,2	819	0,03
15	6	Severo-zapad	75	30	0,9	204	0,02



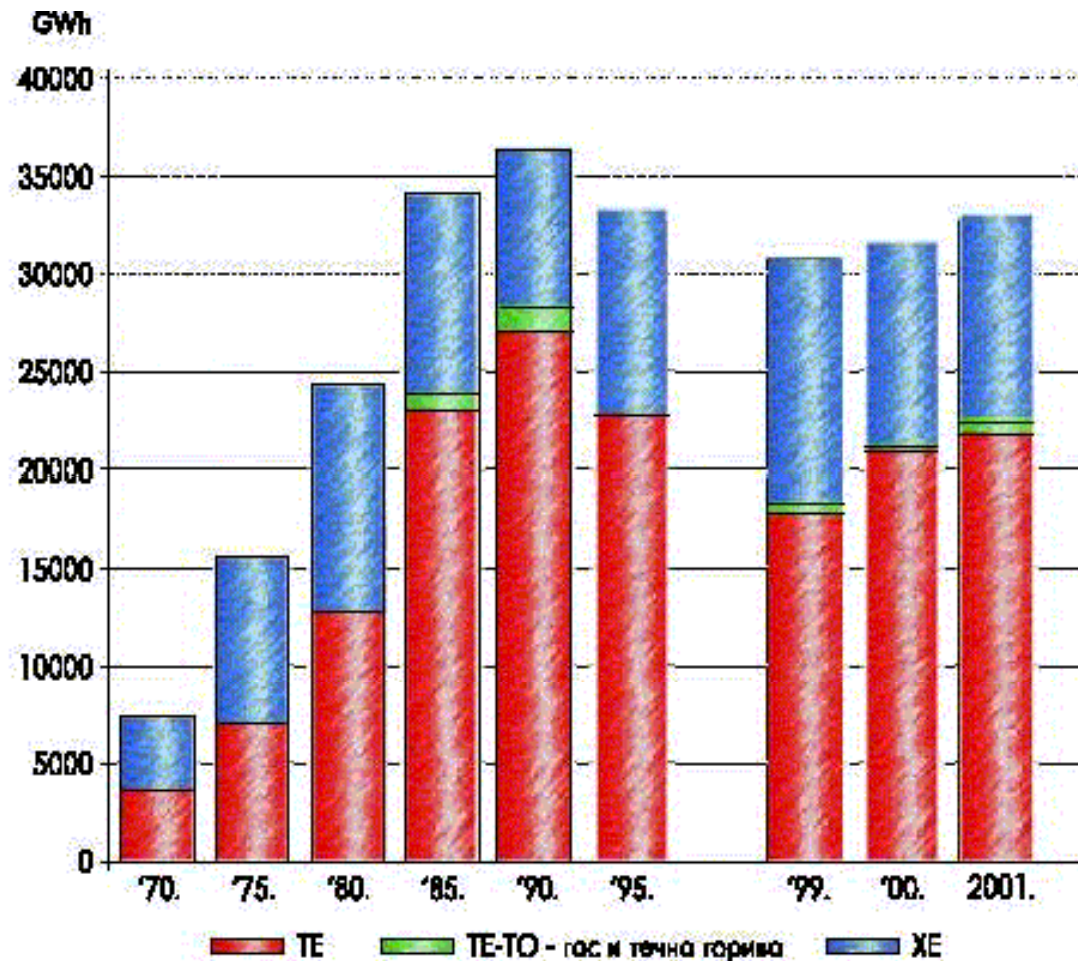
Uran pri sagorevanju uglja sav zaostaje u pepelu!

- U uglju rudnika Rembas (Moravski ugljevi) **nalazi se od 2,2-5,3 g U/t uglja, odnosno 4,7-10,9 g Th/t uglja..**
- Nakon sagorevanja sadržaj urana u pepelu iznosi oko 9-21 mg/kg pepela.
- **Sagorevanjem 100 000 t uglja dobija se oko 220-530 kg rastvorljivog urana.** On se rastvara u prisustvu vode i uglavnom prelazi iz pepela sav u vodu, jer je oksidovan do šestovalentnog urana tokom sagorevanja uglja, a kao takav izuzeno rastvoran u alkalnoj sredini.
- Zato se uran nalazi u izuzetno malim količinama na pepelištu.
- Sadržaj urana u podzemnoj vodi u blizini termoelktrane u Obrenovcu je oko $0,1 \mu\text{g}/\text{dm}^3$, a ispranom pepelu radioaktivnost je oko 3 puta veće u odnosu na ugalj (*Vukmirović i sar., 1987*)



Prikaz proizvodnje u EPS-u u periodu 1970-2001.

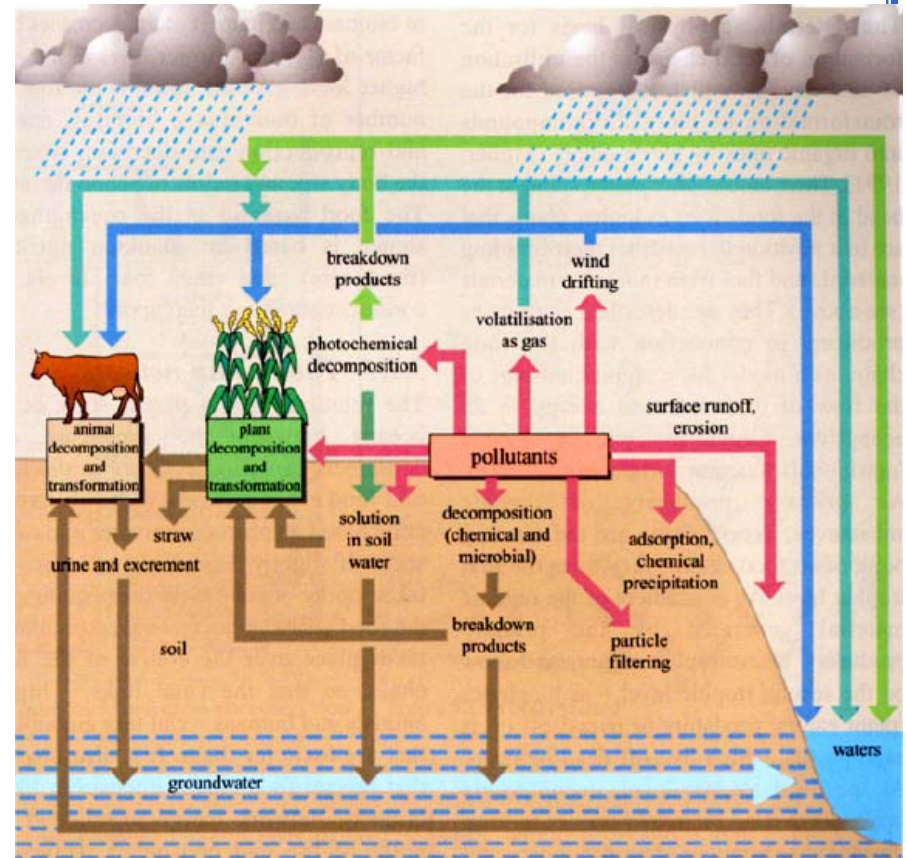
EPS raspolaže kapacitetima za proizvodnju el. energije ukupne snage od 8.355 MW na pragu elektrana (neto snaga). U **TE na lignit je instalisano 5.171 MW**, u TE-TO na mazut i prirodni gas 427 MW, dok je neto snaga HE 2.831 MW.





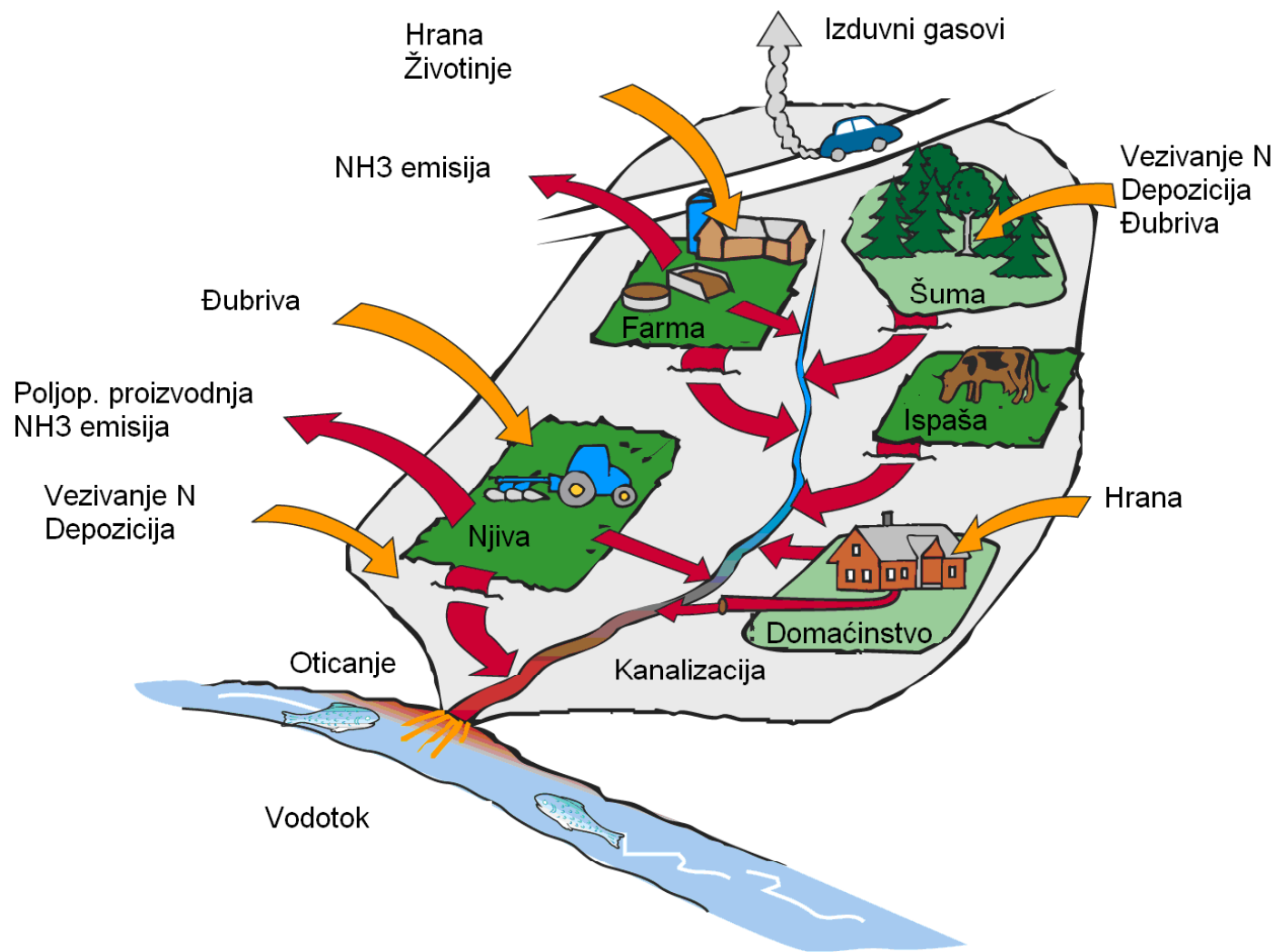
POLJOPRIVREDNA PROIZVODNJA

- Proizvodnja hrane dovodi do značajnih zagađenja voda. Osnovni načini zagađivanja su:
 - Primena mineralnih đubriva,
 - Primena pesticida,
 - Nakupljanja soli i minerala zbog navodnjavanja,
 - Odlaganje stajskog đubiva i otpadnih voda nastalih mokrim izđubrivanjem.
 - Povećavanje poljoprivrednih površina koja izaziva povećanu eroziju zemljišta.





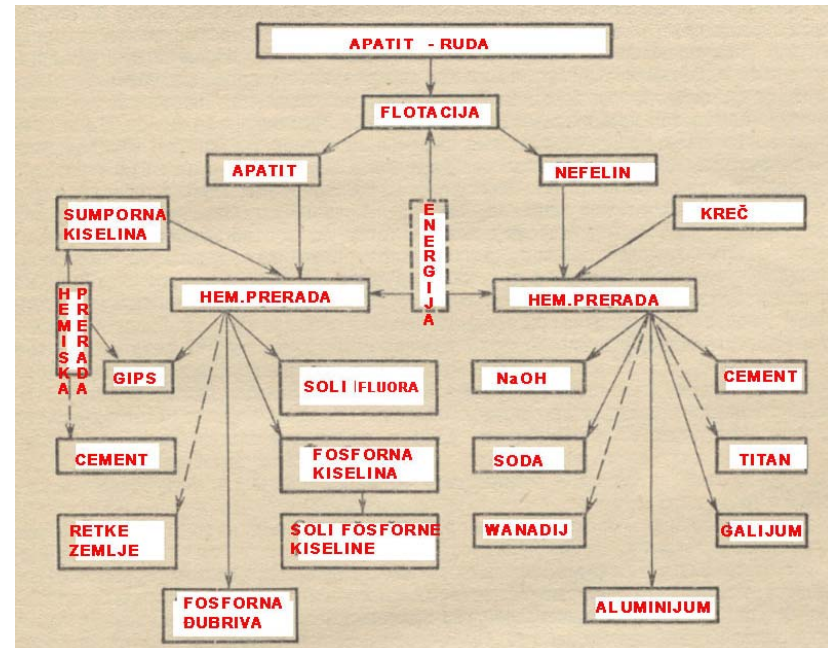
Tokovi nutrijenata na farmi





Emisija neorganskih materija pri ratarskoj i stočarskoj proizvodnji:

• Đubrenje sa mineralnim fosforim đubrivima – ispiranje fosfora, a ako je **apatit koji se koristi kao sirovina u proizvodnji fosfatnih đubriva bio lošeg kvaliteta u vodi i zemljištu se može pojaviti i uran, kadmijum i niz drugih elemenata.**



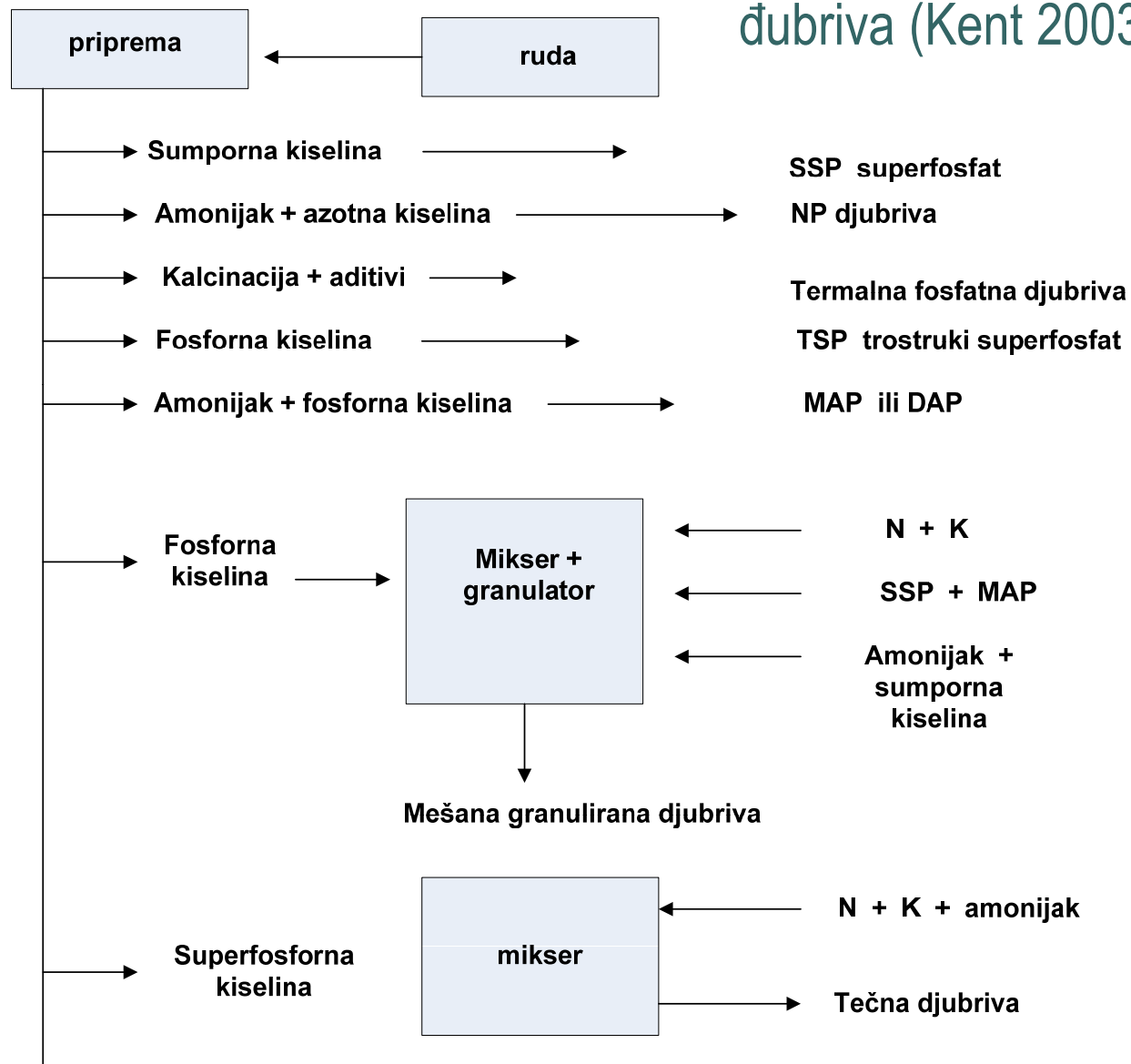
- Azotna đubriva – ispiranjem amonijaka, nitrata.
- Otpadne vode sa farme: Zn i Cu koji se nalaze u stočnoj hrani i antibioticima



Blok šema prerade fosfatne rude do raznih tipova fosfatnih đubriva (Kent 2003)

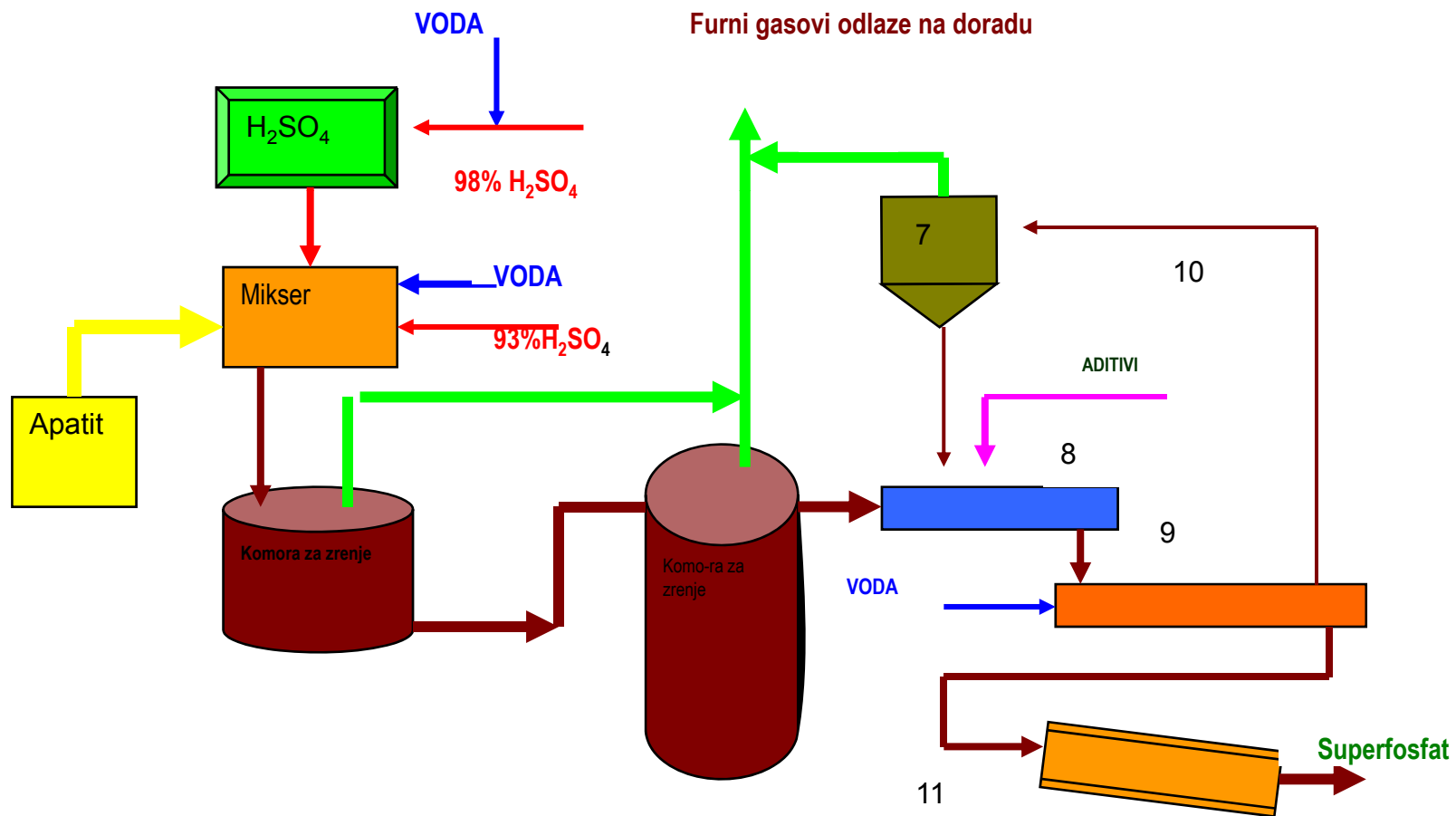
Ruda može biti apatit ili fosforit

N+K -jedinjenja azota i kalijuma
MAP -monoamonijum fosfat
DAP -diamonijum fosfat





Blok šema proizvodnje superfosfata





*Spiranje azota u površinske i podzemne vode.
Prikazane su prosečne vrednosti za švedska glinovita
i peskovita zemljišta.*

Namena zemljišta	Poljoprivredno zemljište			Trajni pašnjak	Nedavno uzoran pašnjak
	0 N	1 N	2 N		
Đubrenje	0 N	1 N	2 N	0 N	0 N
Spiranje azota (kg/ha)	10	18	40	2-4	50-100

0 N - *Bez đubrenja*

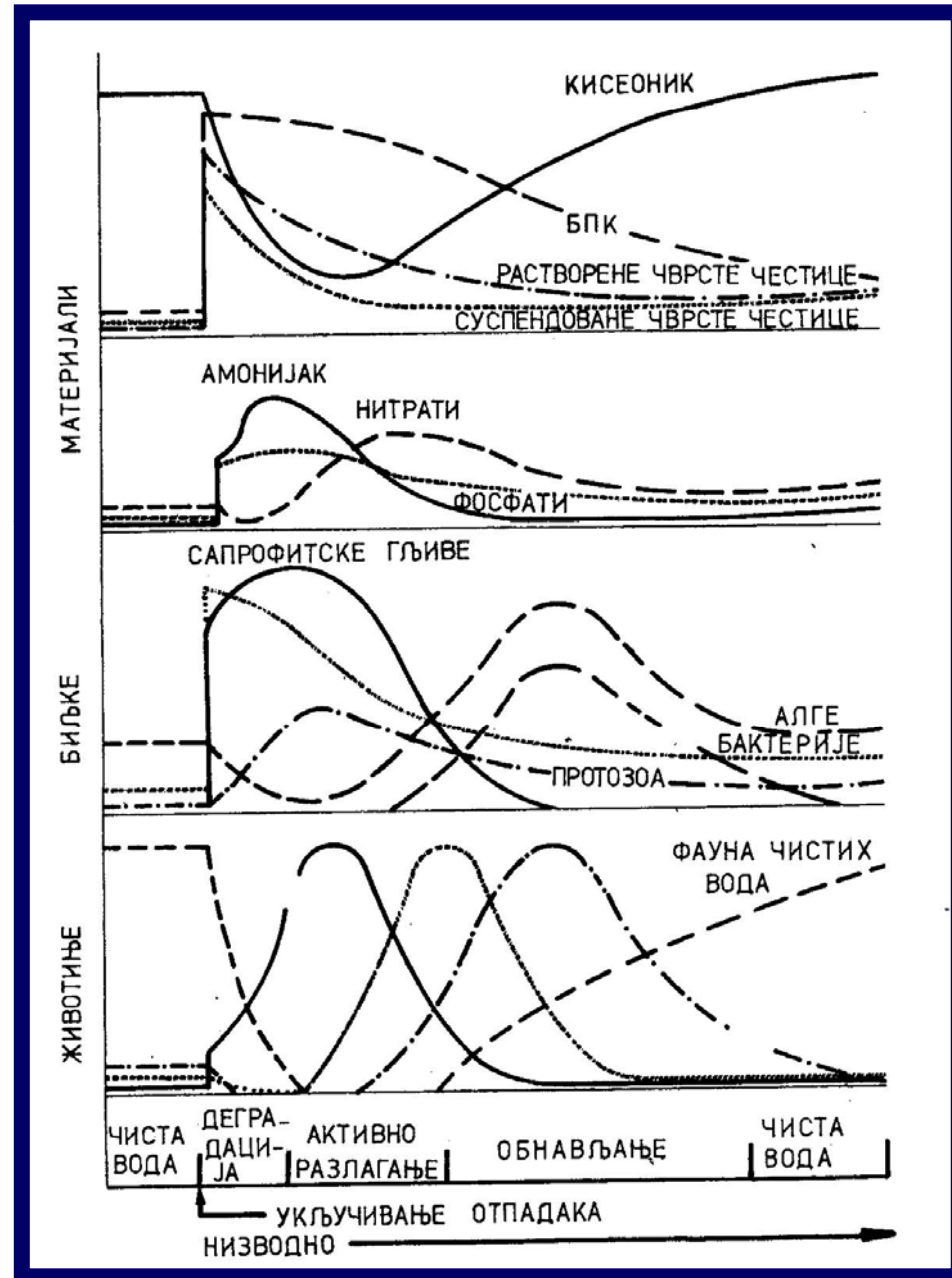
1 N - *Optimalno đubrenje prema potrebama useva*

2 N - *Dvostruko đubrenje u odnosu na optimalne potrebe useva*



Eutrofizacija

- **Mineralnim oblicima azota, fosfora i sumpora pripada** glavna uloga u veštačkoj eutrofizaciji jezera, pod kojom se podrazumeva proces, u okviru koga se povećava produkcija (biomasa) živog sveta u vodama, usled povećanog priliva hranljivih (biogenih) i drugih materija u njih.
- Dospevanje većih količina, naročito fosfora i azota, važnih biogenih elemenata, doprinosi dakle, povećanoj produkciji organske materije, čija oksidacija s jedne strane snižava rezerve kiseonika u vodi a s druge stvara dopunske količine fosfora i azota.
- U slojevima pri dnu biološkim transformacijama pretvaraju se u vodonik sulfid.





Malus, D., Zaštita voda

Prije eutrofikacije



Nakon eutrofikacije

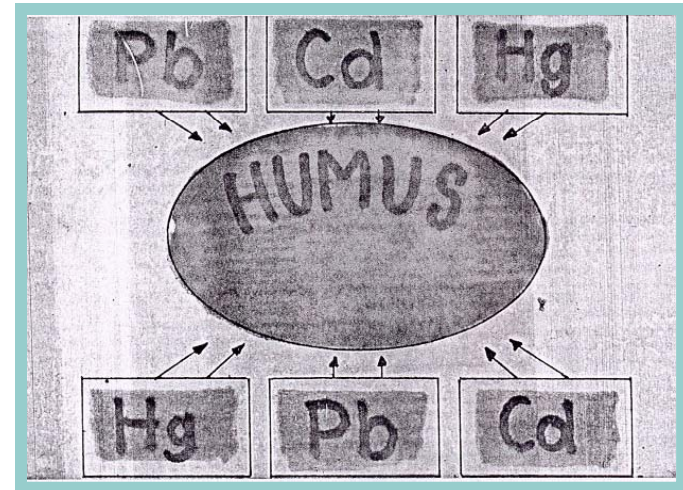


Eutrofizirana jezera

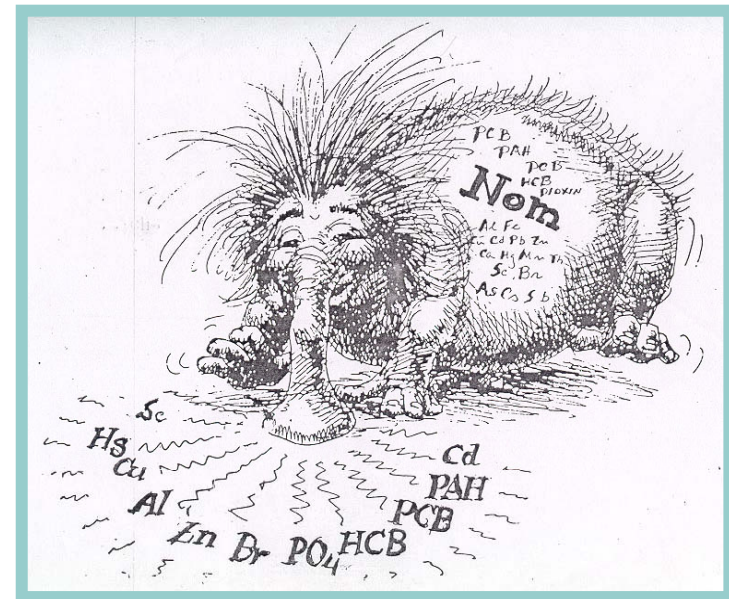
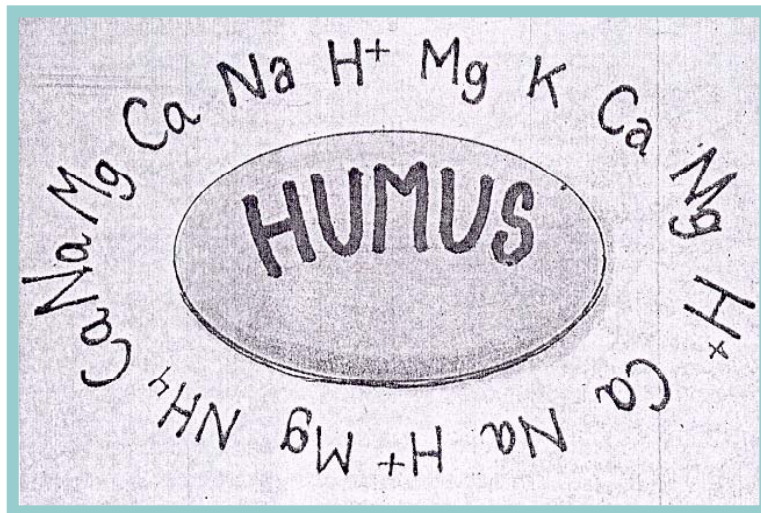




Prirodne organske materije iz vode i sedimenta nastali u procesu eutrofizacije kompleksiraju ili adsorbiraju već istaložene metale.



Na ovaj način istaloženi metali u sedimentu dugo godina mogu biti opasnost za živi svet u vodi i čoveka koji se nalazi na kraju lanca ishrane





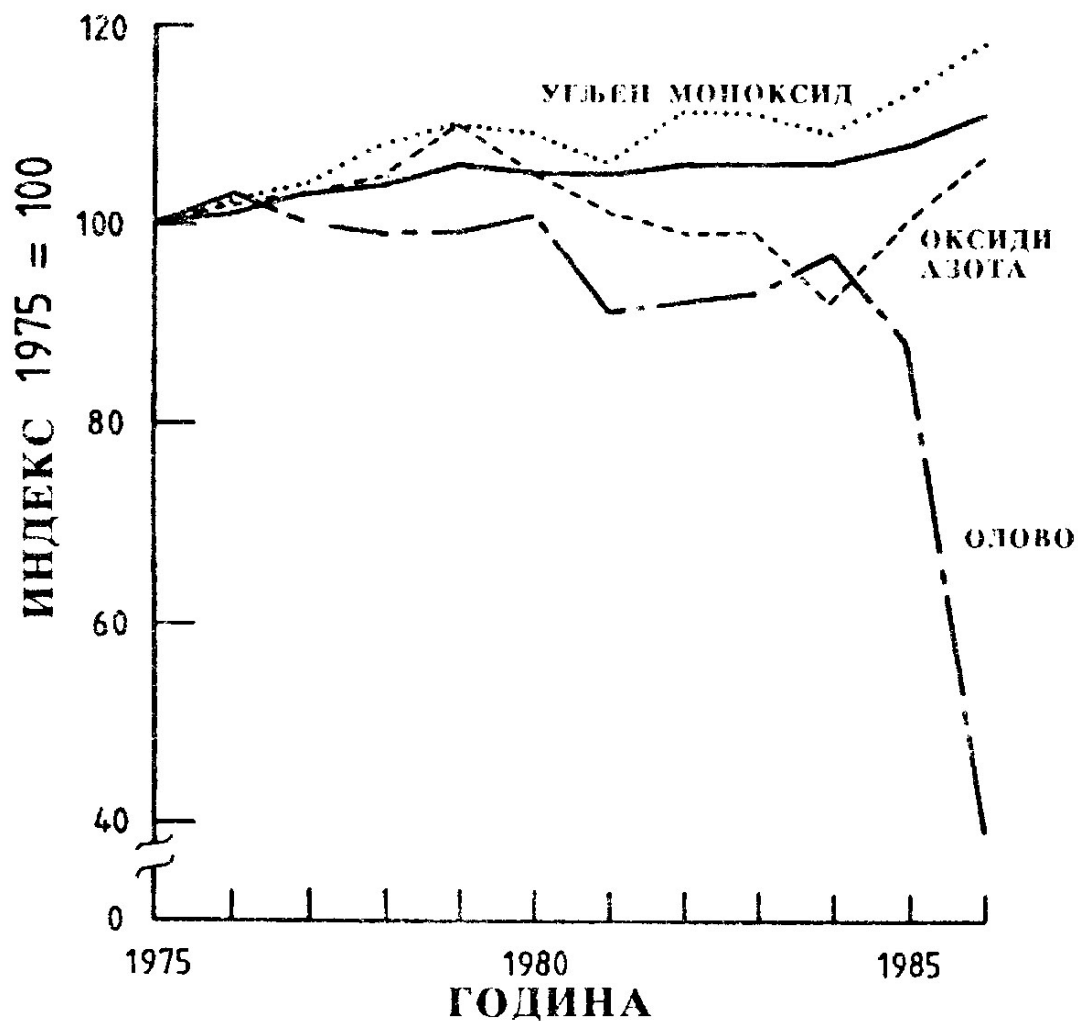
SAOBRAĆAJ

- Uvođenjem novih standarada i ograničavanje emisija iz automobilskih motora uveliko je smanjeno zagađenje, ali još uvek saobraćaj je veliki izvor ugljenmonoksida, ugljovodonika i azotnih oksida i **olova**.
- U 1982. godini oko 75% ukupne emisije olova u Evropi je poticala iz saobraćaja. Dozvoljena koncentracija Pb u benzinu je bila 0,4 g/dm³.
- **Ovaj metal se javljao u izduvnim gasovima automobila koji koriste goriva čija je oktanska vrednost povećana upotrebom tetraetil-olova, Pb(C₂H₅)₄, kao antidetonatora.**
- Tipična antidetonatorska smeša sadrži oko 62% tetraetil-olova, 18% etilen-dibromida, 18% etilen-dihlorida i 2% stabilizatorskih jedinjenja.



U Evroskoj Uniji svi novi automobili moraju imati motore koji mogu koristiti bezolovni benzin.

Domaći standard dozvoljava 0,4 gPb/m³ goriva

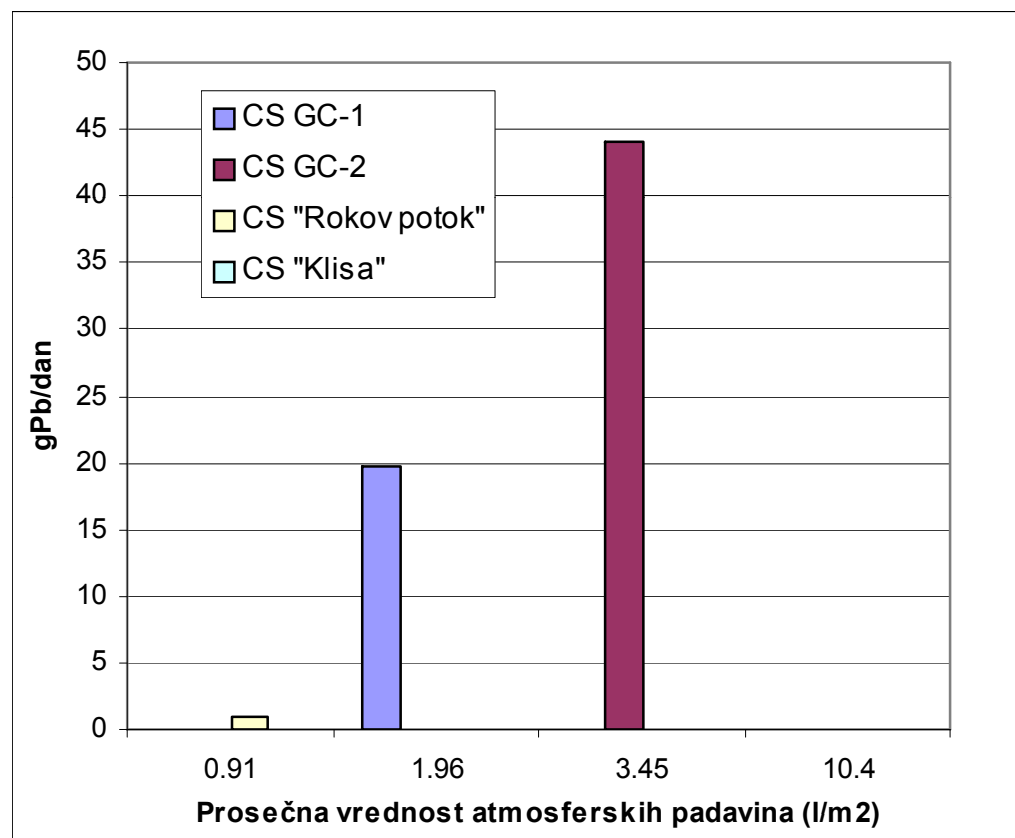


Emisija različitih produkata sagorevanja iz bezinskih motora u Velikoj Britaniji



Povećanje opterećenja olovom gradskih otpadnih voda grada Novog Sada pri atmosferskim padavinama (2003. godina)

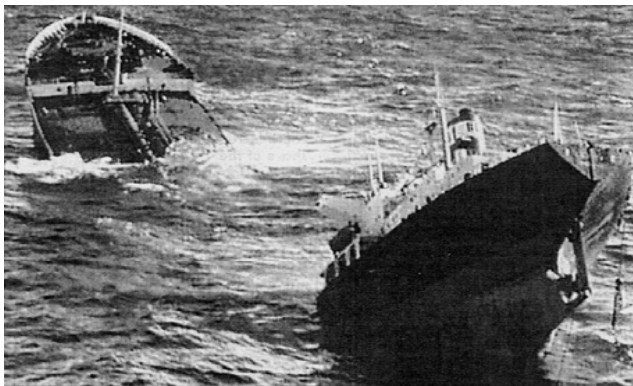
Povećanje opterećenja olovom u gradskim otpadnim vodama posledica sagorevanja olovnog benzina i spiranja sa pločnika istaloženog olova. Kod zajedničke gradske kanalizacije (CS GC-1, CS GC-2 i CS Rokov potok) detektovano je povećanje sadržaja olova u gradskim otpadnim vodama pri atmosferskim padavinama, dok kod separate kanalizacije (CS "Kilsa") nije detektovana promena u sadržaju olova u otpadnim vodama.





Zagađivanje pri saobraćaju na vodi

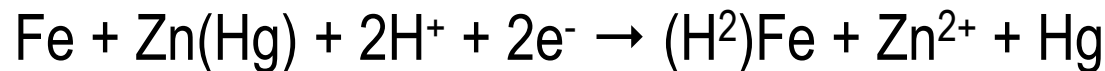
- Zagađivanje vode pri radu transportnih sredstava (brodova, čamaca, šlepova i dr.);
- Zagađivanje vode pri utovaru ili istovaru iz plovnih objekata;
- Zagađivanje vode izbacivanjem vode iz plovnih objekata (npr. otpadna voda iz kaljuže broda);
- Zagađivanje voda pri oštećenju i potapanju brodova.





- Pogonsko gorivo za plovne objekte znatno doprinosi zagađivanju voda. Npr. kroz dimnjak tankera u atmosferu se izbacuje 1-2 % pogonskog goriva (u različitom obliku), a tanker srednje nosivosti troši za rutu između 25-150 t/dnevno, a veliki oko 6000 tona za rutu.
- Prema podacima sredinom šezdesetih godina prošlog veka u letnjem periodu u Bodenskom jezeru dospelo je **32 kg olova**.

- Razna čišćenja i podmazivanja brodskih uređaja doprinose zagađivanju voda.
- **Kod morskih brodova je prisutno zagađivanje živom**, jer se amalgam cinka koristi za zaštitu od korozije. Ovi komadi cinka sa koritom broda obrazuju galvanske ćelije koji imaju zajednički elektrolit – vodu mora:



- U vodu odlaze joni cinka i žive



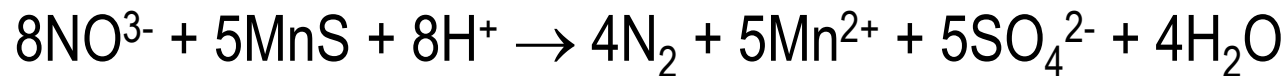
EROZIJA ZEMLJIŠTA

- Prosesi koji dovode do uništavanja ili uklanjanja površinskog humusnog sloja onemogućavaju opstanak vegetacije na preostalom sloju i menjaju obim i kvalitet vodenih površina.
- Naznačajniji procesi koji dovode do intenzivne erozije i zagađivanja vode su:
 - Degradacija šumskog pokrivača
 - Loše projektovana i izgrađena akumulacija
 - Površinski kopovi
 - Izgradnja saobraćajnica itd.



Pored erozije uništavanje šumskog pokrivača može da utiče na promenu kvaliteta podzemnih voda

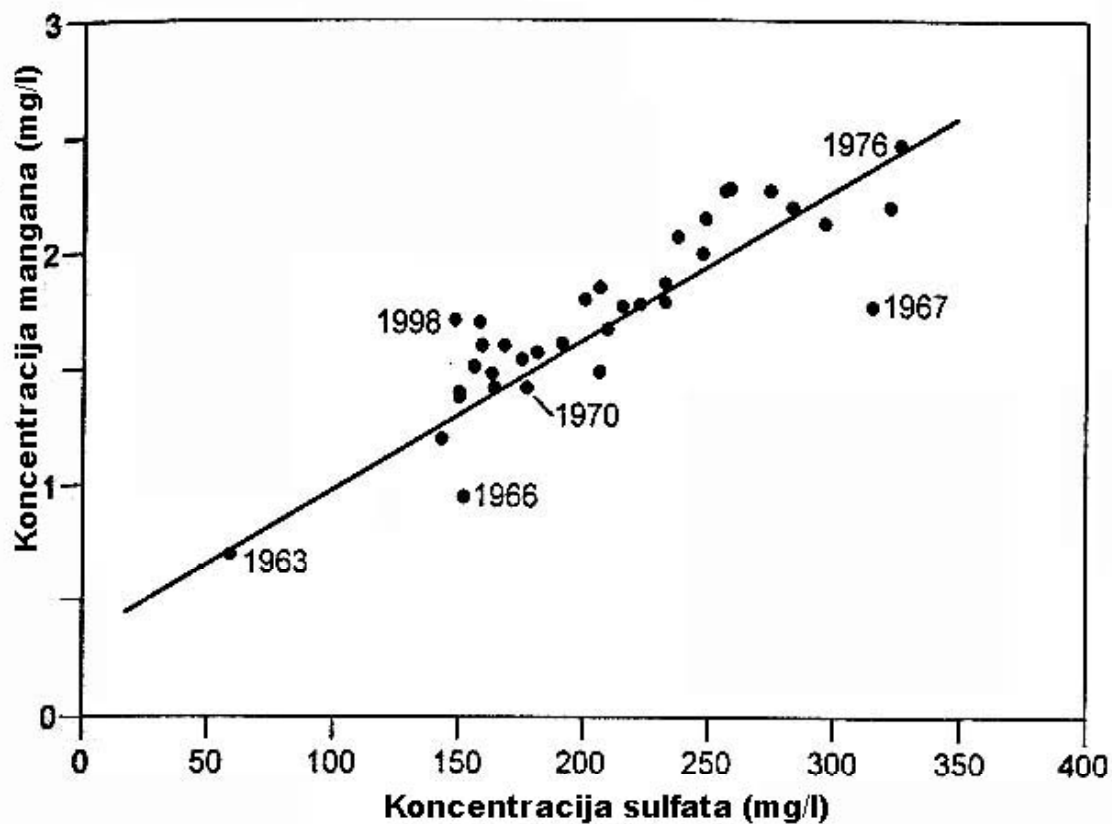
- Kölle (2001) navodi primer jednog bunara Vodovoda Fuhrberg u Hanoveru pogodnog za ispitivanje jednačine mobilizacije mangana iz njegovog disulfida MnS_2 pomoću nitrata, teče po istoj reakciji kao i za FeS_2 , a iz monosulfida MnS , po reakciji:



- Koncentracije mangana i sulfata su se menjale vrlo brzo, kao posledica krčenja zemljišta, i u velikom opsegu koncentracija, tako da se mogla ispitati korelacija praćenjem kvaliteta podzemne vode u bunaru.



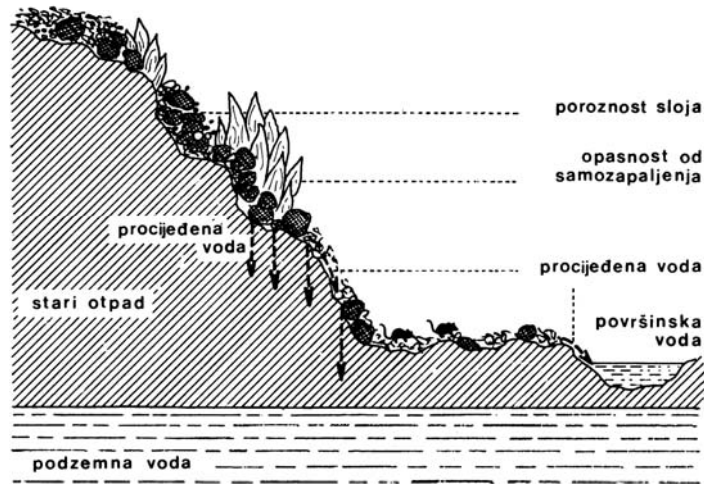
Korelacija između koncentracije mangana i sulfata u vodi jednog od bunara Vodovoda u Fuhrberg-u





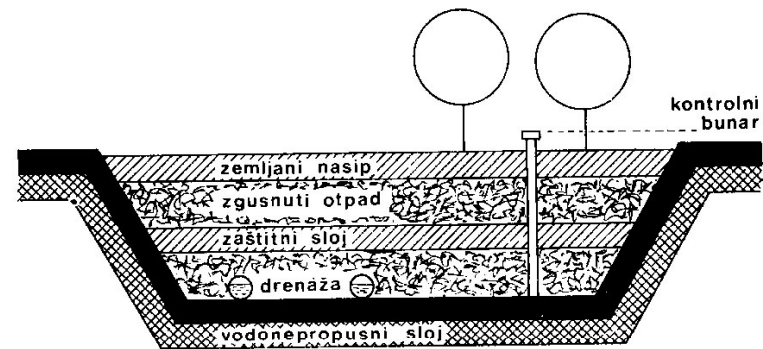
ZAGAĐIVANJE IZ INDUSTRIJSKIH I KOMUNALNIH DEPONIJA

- Izuzetno važan proces koji se odvija u svakoj deponiji je degradacija otpadnih supstanci u prisustvu vode i vazduha, čime se stvaraju nove organske ili neorganske supstance koje se često oslobađaju iz deponija u obliku filtrata (**deponijske procedne vode**), koje su u neposrednoj komunikaciji sa površinskim i podzemnim vodama.



NEUREDENI DEPONIJ

b)



UREDENI DEPONIJ



- Najveći deo neorganskih materijala u deponijama, **posebno svi teški i opasni metali**, nalaze se u čvrstoj fazi koja je nastala na razne načine.
- Neki od napoznatijih načina nastanka čvrste faze su:
 - **Nastanak u Zemljinoj kori** – npr. čvrta faza jalovišta
 - **Industrijski proces** – npr. šljaka iz topionica, pepeo od sagorevanja uglja, običan metalni otpad iz procesa prerade otpada i sl.
- Kada se ovaj materijal nađe kao otpadak na deponiji, u kojoj vladaju potpuno različiti uslovi koji su vladali u momentu nastanka (npr- u zemljinoj kori, u plamenoj peći) on postaje nestabilan i počinje da se razlaže – degradira, tj. korodira i transformiše.
- Na taj način **oslobađa se niz opasnih i štetnih supstancija, kao što su teški metali** i sl.



- Osnovni egzogeni degradacioni agensi su voda i vazduh (CO_2 , O_2 , SO_2).

- **U principu postoje četiri osnovna činioca koja definišu degradacionu sposobnost vode:**

1. Vrsta i količina rastvorenih jona u rastvoru,
2. pH
3. Redoks potencijal
4. Temperatura

- **Osnovni degradacioni procesi koje zahtevaju neorganske supstance na deponijama su:**

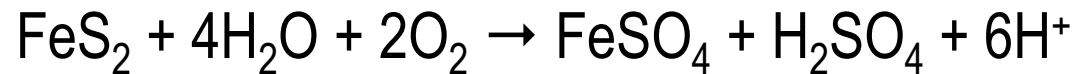
1. Hidroliza
2. Hidratacija
3. Oksidoredukcija
4. Ispranje i drugi manje zastupljeni procesi.



- Na primer: Degradacija šljake poreklom iz pirometalurških procesa prerade bakra odvija se na dva načina:

1. Hemijski i
2. Mikrobiološki.

- Po hemijskom sastavu šljaka sadrži nekoliko osnovnih kristalnih faza kao što su: fajalit – Fe_2SiO_4 , magnetit – Fe_3O_4 i pirit – FeS_2 .
- U šljaci se nalaze određene frakcije amorfne faze, kao i niz elemenata; Zn, Pb, As, Mo, Ba, Ge, Sn, Sb, V, Cr, Mn, Co, Ni i dr.
- Usled oksidacije pirita dolazi do zakišeljavanja sredine:



- Oksidacija pirita daje kiselu sredinu pogodnu za hidrolitičke reakcije, kao što je npr. degradacija fajalita (sastavne komponente mineralne šljake) do fero jona i silicijumove kiseline.



Međusobna stabilnost pojedinih silikatnih materijala – **porast stabilnosti se kreće odozgo naniže**

Оливин : $(\text{mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ Фајалит: Fe_2SiO_4	Са-плагиоклас: $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ Геленит: $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$
Огит: $(\text{Ca,Na})(\text{mg,Fe,Al})(\text{Si,Al})_2\text{O}_6$	Са,Na-плагиоклас: $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 - \text{NaAlSi}_3\text{O}_8$
Хорнбленда: $\text{Ca}_2(\text{mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Na,Са-плагиоклас: $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
Биогит: $\text{K}(\text{mg,Fe})\text{Si}_3(\text{Al,Fe})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Na-плагиоклас: $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$
К-фелдспат: $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	
Зеолити: Гизмондит: $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	
Мусковит: $\text{KAl}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	
Монтморионит: $(\text{Na,Ca})_x(\text{Al,mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Халоизит: $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ Каолинит: $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_4$	
Опал: $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Кварц: SiO_2	



- Tokom degradacije minerala u šljaci (npr. galenita, feldspata) **oslobađaju se alkalni i zemnoalkalni metali, odnosno svi oni opasni i teški elementi koji kao mikroelementi zauzimaju mesto katjona u matriksu kristalnih ili amorfne faze.**
- Pored toga dolazi do oslobađanja i onih minerala, kao pirita ili oksida metala, koji su bili zarobljeni u matriksu kristalne ili amorfne faze u šljaci.
- Kinetika hemijskih degradacija je složena i zasniva se na procesu rastvaranja silikatnog materijala pod određenim fizičko-hemijskim uslovima



Najčešće prisutni štetni i opasni elementi u otpadnim vodama iz industrijskih deponija i postrojenja

Извор	As	Ba	Be	Bi	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Pb	Ni	Se	Sn	U	V	Zn
Рударство и флотација	•		•		•		•	•	•	•		•		•		•
Металургија	•		•	•	•	•	•	•		•	•				•	•
Хемијска индустрија	•	•			•	•	•	•		•			•	•	•	•
Легирање																
Боје			•							•						•
Стакло		•			•	•				•						
Индустрија папирна						•	•	•		•	•					
Кожаре	•	•				•	•	•								•
Текстил	•	•			•		•	•		•	•					
Пестициди	•				•	•	•	•	•	•	•					•
Хлоралкална продукција	•				•	•		•		•			•			•
Рафинација нафте	•				•	•	•			•	•				•	•
Сагоревање угља	•		•		•	•	•	•	•	•	•	•		•		
Нуклеарне технологије			•		•									•		



Relativni odnos između količine materijala koji je ušao u proizvodni ciklus (A) i količine finalnog proizvoda (B) na teritoriji SAD

Метал из експлоатације	Однос А : Б	Процент метала у руди	Коментар
Бакар	420 : 1	0.6	код нас 0.4 - 0.6%
Злато	350.000 : 1	0.00004	
Гвожђе	6 : 1	33.0	
Олово	19 : 1	5.0	код нас око 4%
Жива	променљиво	0.5	
Молибден	променљиво	0.2	
Сребро	7.500 : 1	0.03	
Волфрам	променљиво	0.5	
Уран	6.900 : 1	0.15	
Цинк	27 : 1	3.7	код нас око 4%



VAŽAN FAKTOR ZAGAĐENJA VODA JESTE I ATMOSFERA ZAGAĐENA GASOVITIM, TEČNIM I ČVRSTIM MATERIJAMA



- Posebno su sa ovog stanovišta **značajne kisele kiše**, koje nastaju rastvaranjem oksida sumpora i azota u atmosferi kišnim kapima i koje danas imaju regionalni karakter
- **Taloženje zagađujućih supstancija iz atmosfere u funkciji je rastojanja od njihovog izvora.**



TOKSIČNI METALI U GRADSKIM OTPADNIM VODAMA

- Značajne količine metala dolaze iz komunalnih efluenata preko metaboličkog otpada, korozije cevi (Cu, Pb, Zn i Cd) kao i nastalih proizvoda industrijske delatnosti u naselju.
- Uslov da otpadna voda koja se upušta u javnu kanalizaciju ne sme da sadrži biološki nerazgradljive ili teže-razgradljive materije, odnosno, podrazumeva se da one budu prisutne u beznačajnoj količini
- Uslov da ne otežavaju obradu i zbrinjavanje nastalog mulja na postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda
- Na ovim principima se zasniva sistem graničnih vrednosti važnijih parametara otpadnih voda (kao npr. toksičnih metala), koja se upuštaju u javni sistem kanalizacije

Neorganske materije – metali (rastvorene i nerastvorene)

Arsen (As)	1 mg/dm³
Olovo (Pb)	2 mg/dm³
Kadmijum (Cd)	0,5 mg/dm³
Šestovalentan hrom¹ (Cr⁶⁺)	0.5 mg/dm³
Trovalentan hrom¹ (Cr³⁺)	3 mg/dm³
Bakar¹ (Cu)	2 mg/dm³
Nikal¹ (Ni)	3 mg/dm³
Živa^{1,2} (Hg)	0,05 mg/dm³
Selen (Se)	1 mg/dm³
Cink¹ (Zn)	5 mg/dm³
Kalaj (Sn)	5 mg/dm³
Kobalt (Co)	5 mg/dm³
Srebro (Ag)	2 mg/dm³
Barijum (Ba)	4 mg/dm³
Titan (Ti)	5 mg/dm³
Natrijum (Na)	500 mg/dm³
Aluminijum i gvožđe (Al, Fe)	bez ograničenja sve dok ne prouzrokuje poteškoće na postrojenju za prečišćavanje

¹ U slučaju korišćenja mulja sa centralnog postrojenja u poljoprivredi, treba se pridržavati posebnih uputstava i granične vrednosti treba zaoštriti.

² Po pravilu, parcijalni tok, koji sadrži tu materiju, treba odvojeno obraditi.

**Neorganske materije - nemetali
(rastvorene)**

a) Amonijum jon i amonijak, (NH_4^+), (NH_3)	200 mg/dm ³
b) Nitrit, samo u slučaju veće količine, (NO_3^-)	20 mg/dm ³
c) Cijanidi, koji se lako oslobađaju, (CN^-)	1 mg/dm ³
d) Cijanidi, ukupno ³	20 mg/dm ³
e) Fluoridi, (F^-)	60 mg/dm ³
f) Sulfati ⁴ , (SO_4^{2-})	600 mg/dm ³
g) Sulfidi, (S^{2-})	2 mg/dm ³
h) Hloridi ⁴ , (Cl^-)	250 mg/dm ³
i) Slobodan hlor ³ , (Cl_2)	5 mg/dm ³

³ Kod malih ispuštača nema ograničenja.

⁴ U određenim slučajevima, u zavisnosti od ugrađenog materijala i odnosa razblaženja, mogu se i povećati, kod toksičnih i biološki nerazgradljivih fenola vrednosti treba znatno smanjiti.



Granične vrednosti za aktivni mulj (mg/kg) u EU i u nekim evropskim zemljama

Parametar	Direktive EZ 86/278/EEZ Appendix 1B	Danska		Nemačka		Finska	
		do	od	pH zemljišta		Mulj	
		30.6.95.	1.7.95.	5-6,5	> 6	Norm. ^d	Pobolj.
Pb	750-1200	120	120	900	900	100	150
Cd	20-40	1,2	0,8	5	10	1,5	3
Cr	1000-1500 ^a	100	100	900	900	300	300
Cu	1000-1750	1000	1000	800	800	600	600
Ni	300-400	45	30	200	20	100	100
Hg	16-25	1,2	0,8	8	8	1	2
Zn	2500-4000	4000	4000	2000	2500	1500	1500
Dioxin/ /Furan	-	-	-	100 ^b	100	-	-
PCB	-	-	-	0,2 ^c	0,2	-	-
AOX	-	-	-	500	500	-	-



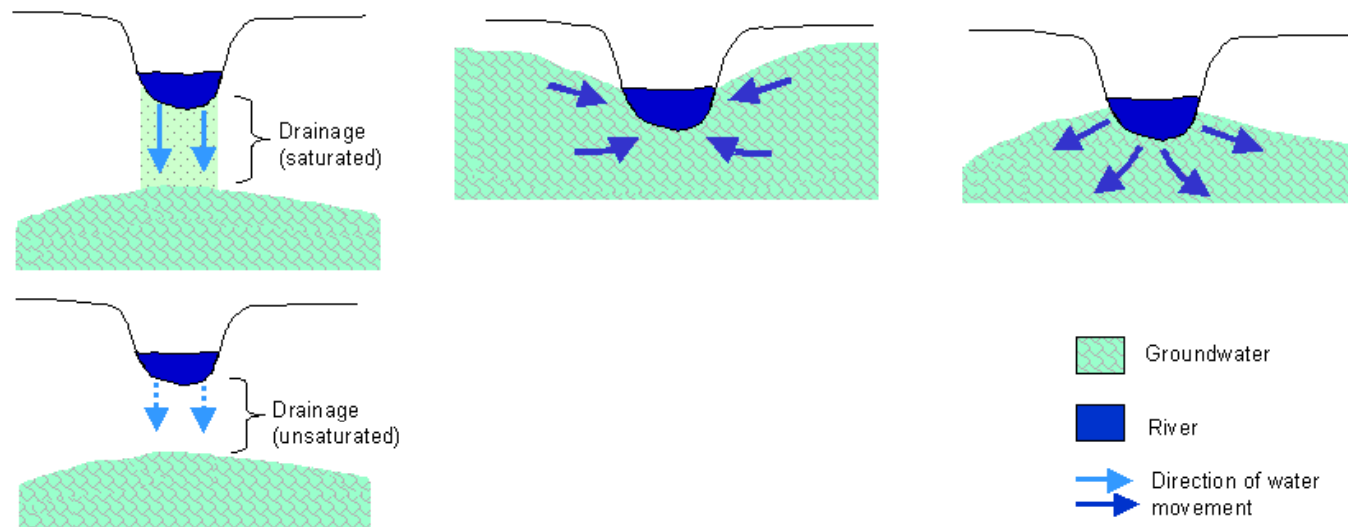
Maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje u Jugoslaviji (Službeni glasnik RS, br. 23, 1994, str. 553)

Hemijski elementi	MDK u zemljištu	MDK u vodi
	mg/kg zemlje	mg/l vode
Cd	3	0,01
Pb	100	0,1
Hg	2	0,001
As	25	0,05
Cr	100	0,5
Ni	50	0,1
F	300	1,5
Cu	100	0,1
Zn	300	1,0
B	50	1,0



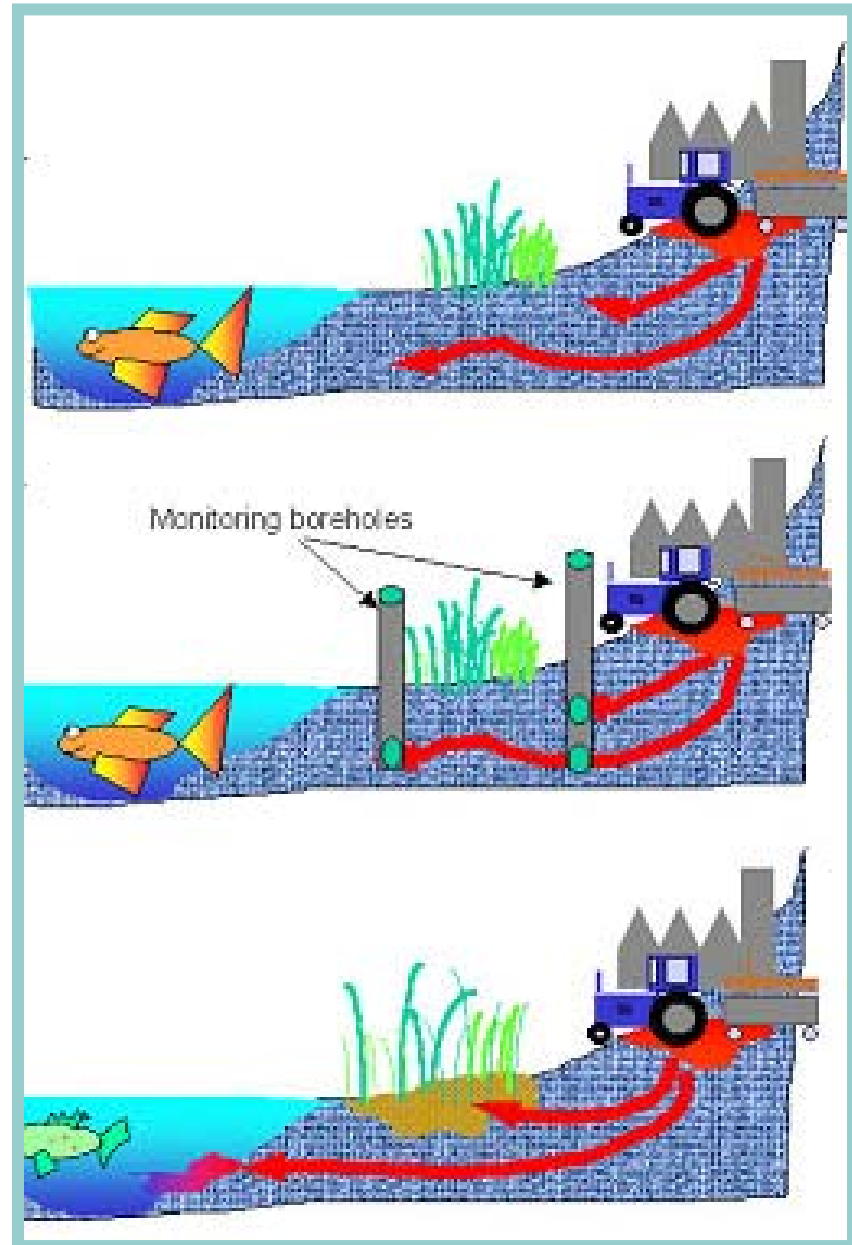
ZAGAĐENJE VODOTOKOVA I PODZEMNIH VODA SOLIMA

- Netoksične soli, kao Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , se prirodno pojavljuju u svim vodotokovima, a u nekima dostiže visoke koncentracije.
- Soli se kao polutanti razlikuju od većine drugih polutanata, jer uglavnom potiču iz prirodnih izvora. One se nalaze u stenama i tlu i bivaju isprane u vodotok.





- Poljoprivrednim i drugim delatnostima se može povećati sadržaj soli u vodama.
- Voda od navodnjavanja se vraća u reku usput ispirajući soli iz tla.





Hvala na pažnji !