



Centar
izvrsnosti za
hemiju okoline i
procenu
rizika

IZVORI ZAGAĐIVANJA VODA

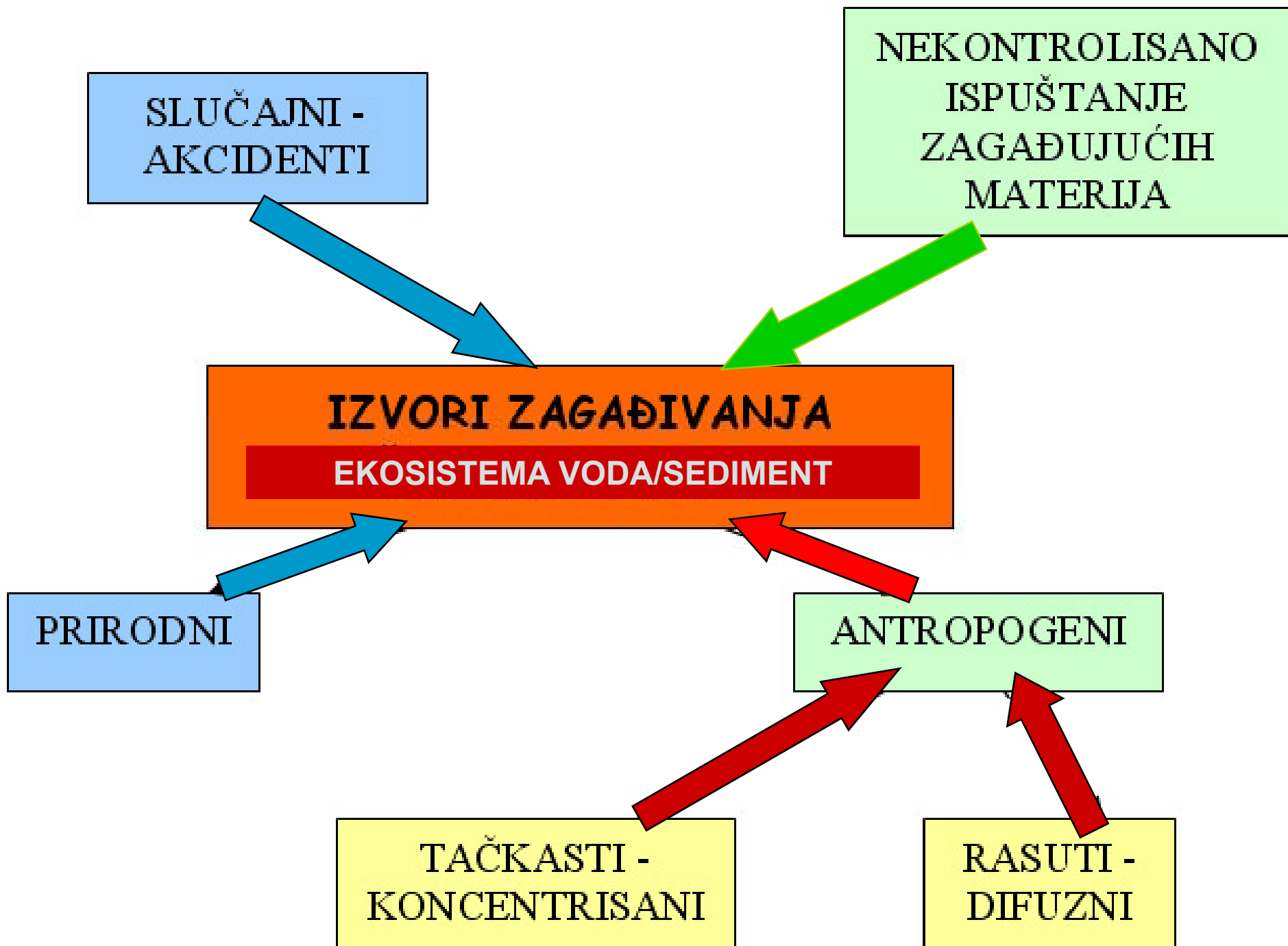
Profesor dr Božo Dalmacija
Prirodno-matematički fakultet
Departman za hemiju
Novi Sad

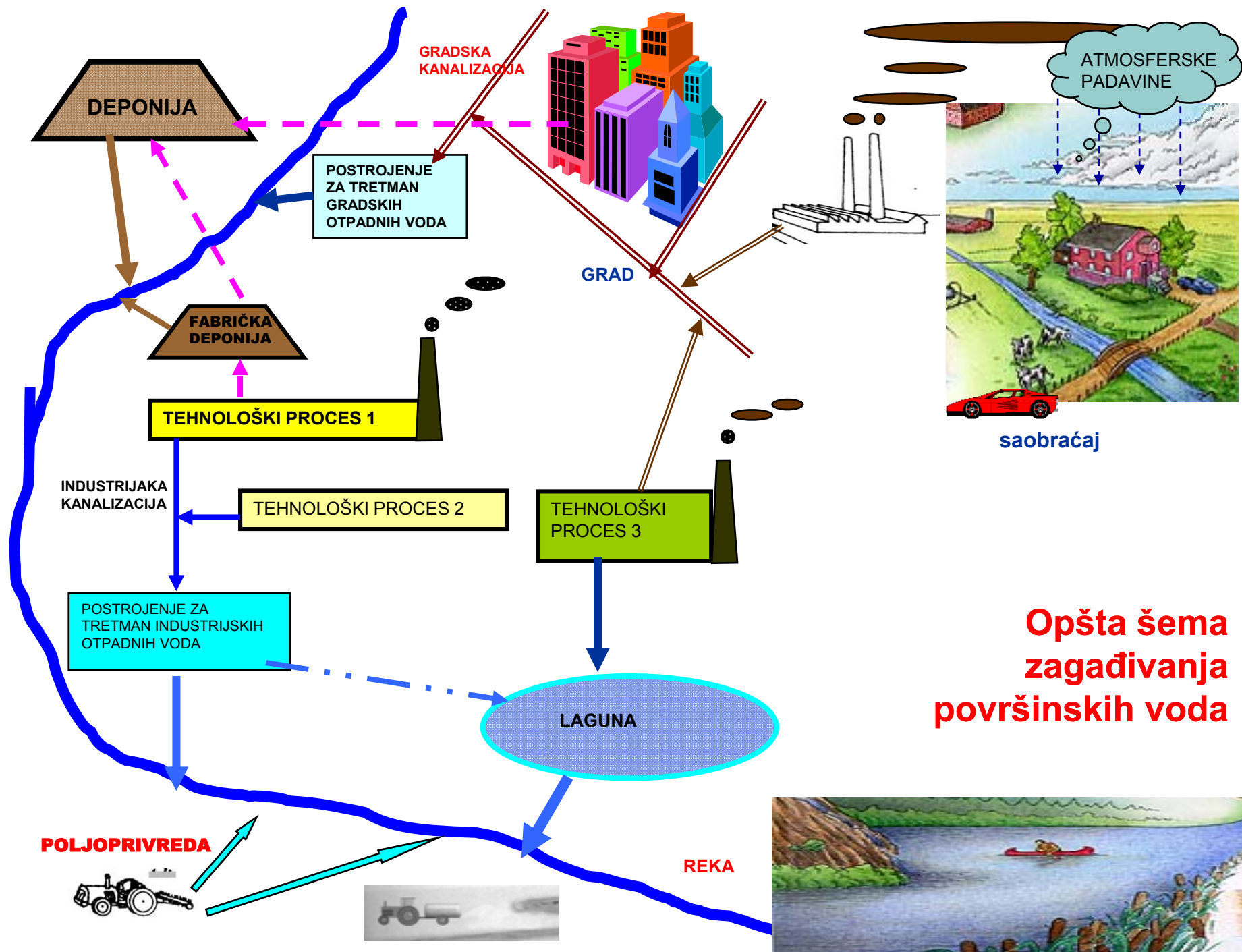




IZVORI ZAGAĐENJA SISTEMA SEDIMENT/VODA

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



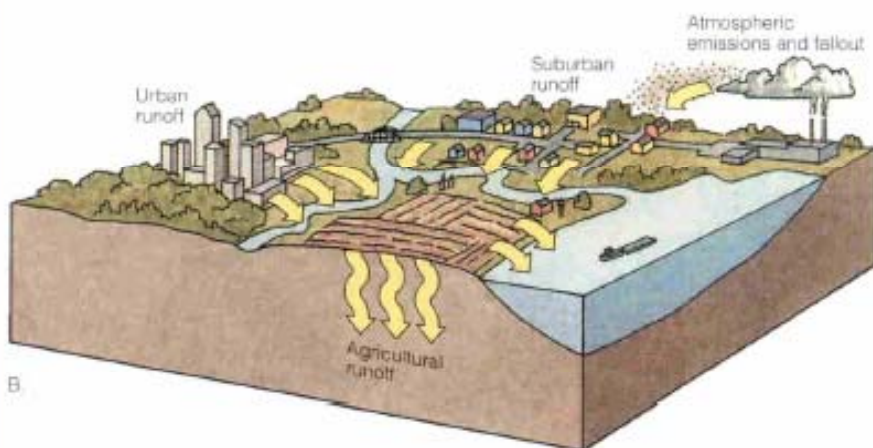
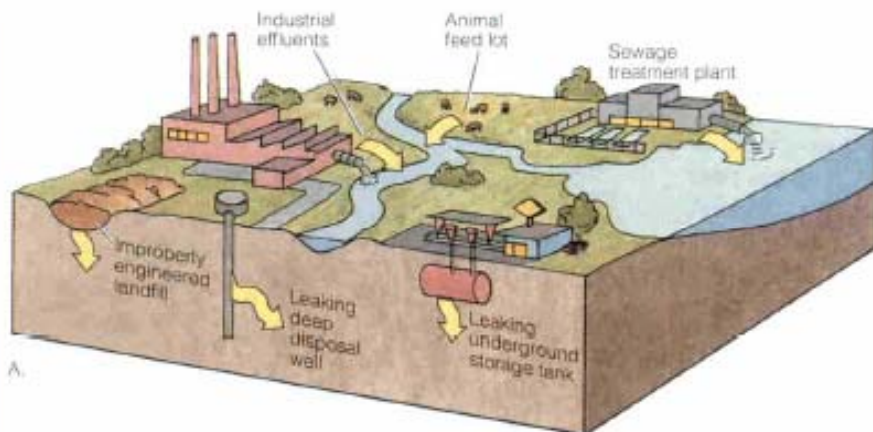


**Opšta šema
zagađivanja
površinskih voda**





ANTROPOGENO ZAGAĐIVANJE VODE NEORGANSKIM MATERIJAMA



- ❑ vađenje i obrada mineralnih sirovina,
- ❑ metalurgija,
- ❑ proizvodnja energije,
- ❑ hemijska industrija,
- ❑ naftna i petrohemijska industrija,
- ❑ poljoprivredna proizvodnja,
- ❑ saobraćaj,
- ❑ deponije otpada, i
- ❑ komunalne i gradske otpadne vode.

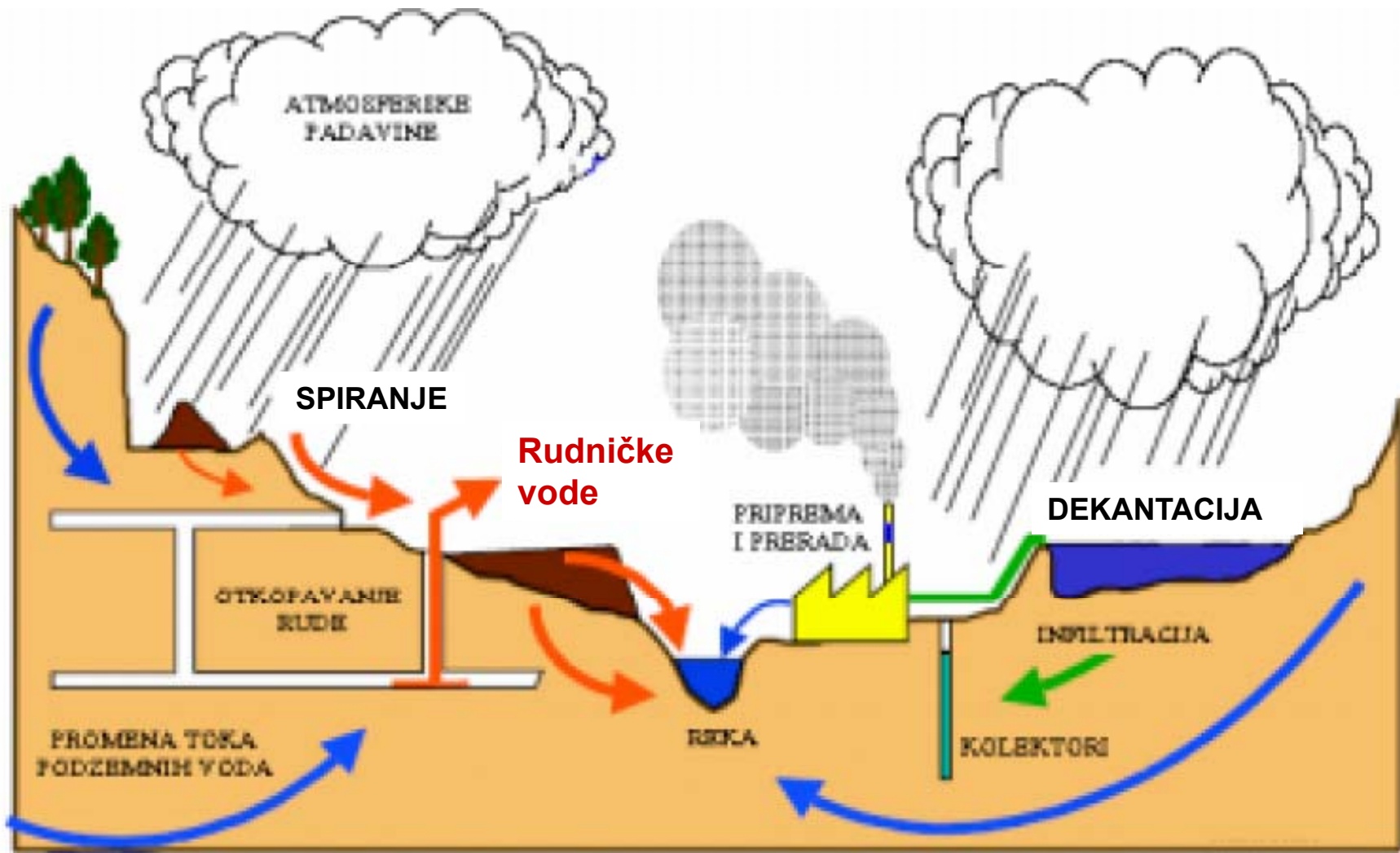


PROCESI VAĐENJA I OBRADE MINERALNIH SIROVINA

- 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).



Tokovi zagađenja pri eksploataciji i preradi rude





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

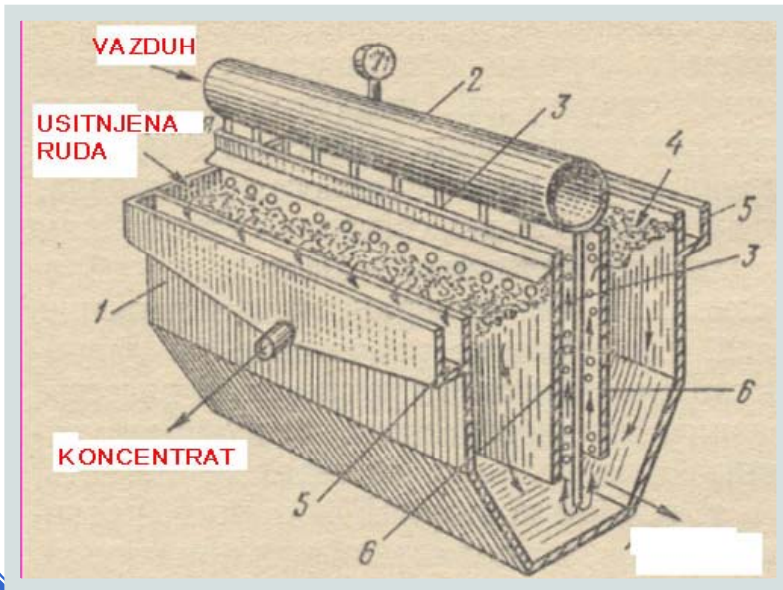
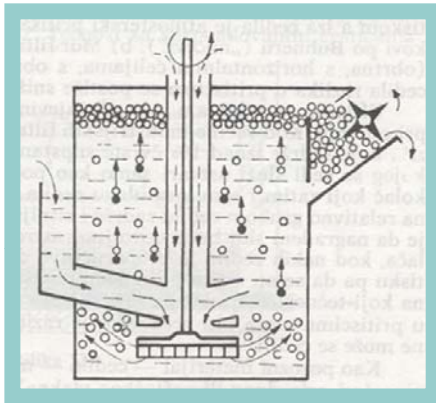
Rudničke vode ležišta uglja



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



Najveći izvor zagađenja su flotacioni reagensi. Pri flotaciji upotrebljavaju se različiti reagensi koji mogu da dospeju u vodu:



- *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.**
- **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	

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

KEX (kalijumetilksantati)	400 t/god
Rudnik pripada slivu Timok, Dunav	

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	

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

KBX (kalijumbutilksantati)	600 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	



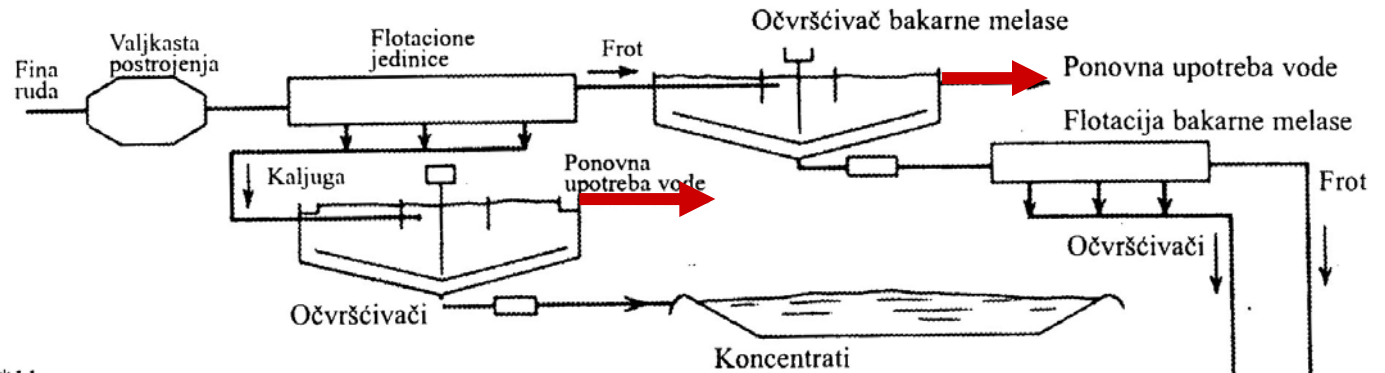
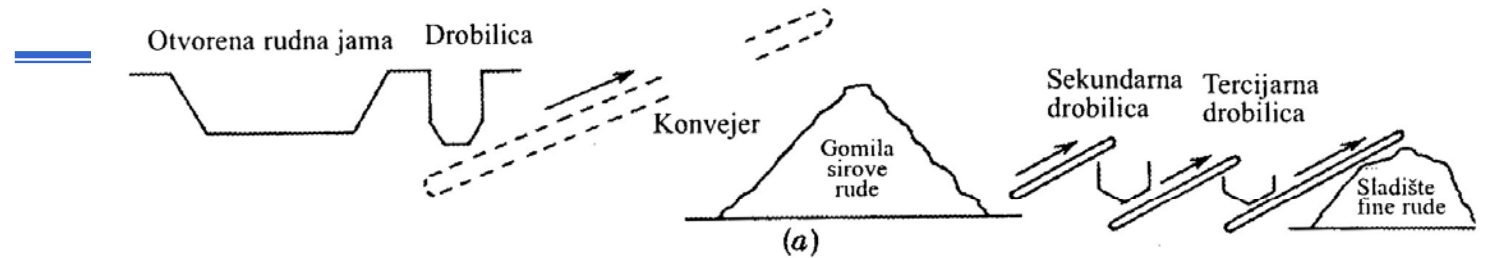
Dijagram obrade
bakarne rude:

(a) sekvence
drobljenja;

(b) sekvenca
koncentrisanja;

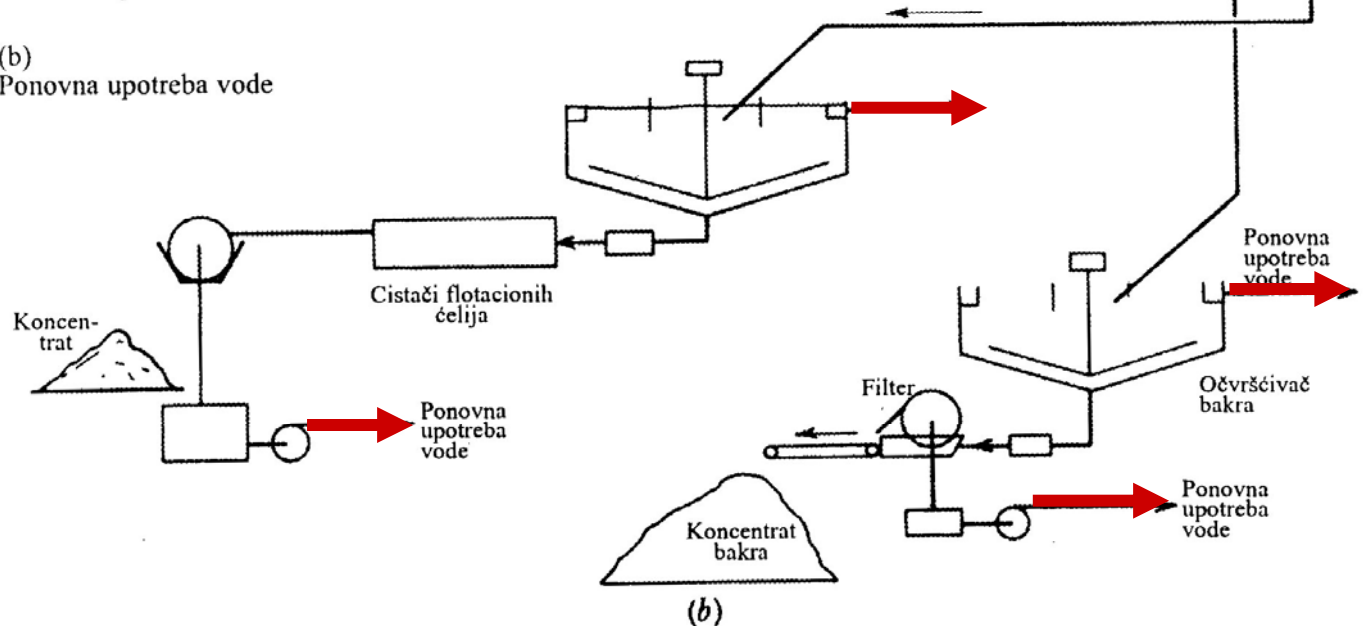
**Na svaku tonu
rude Cu troši se
oko 3 m³ vode**

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



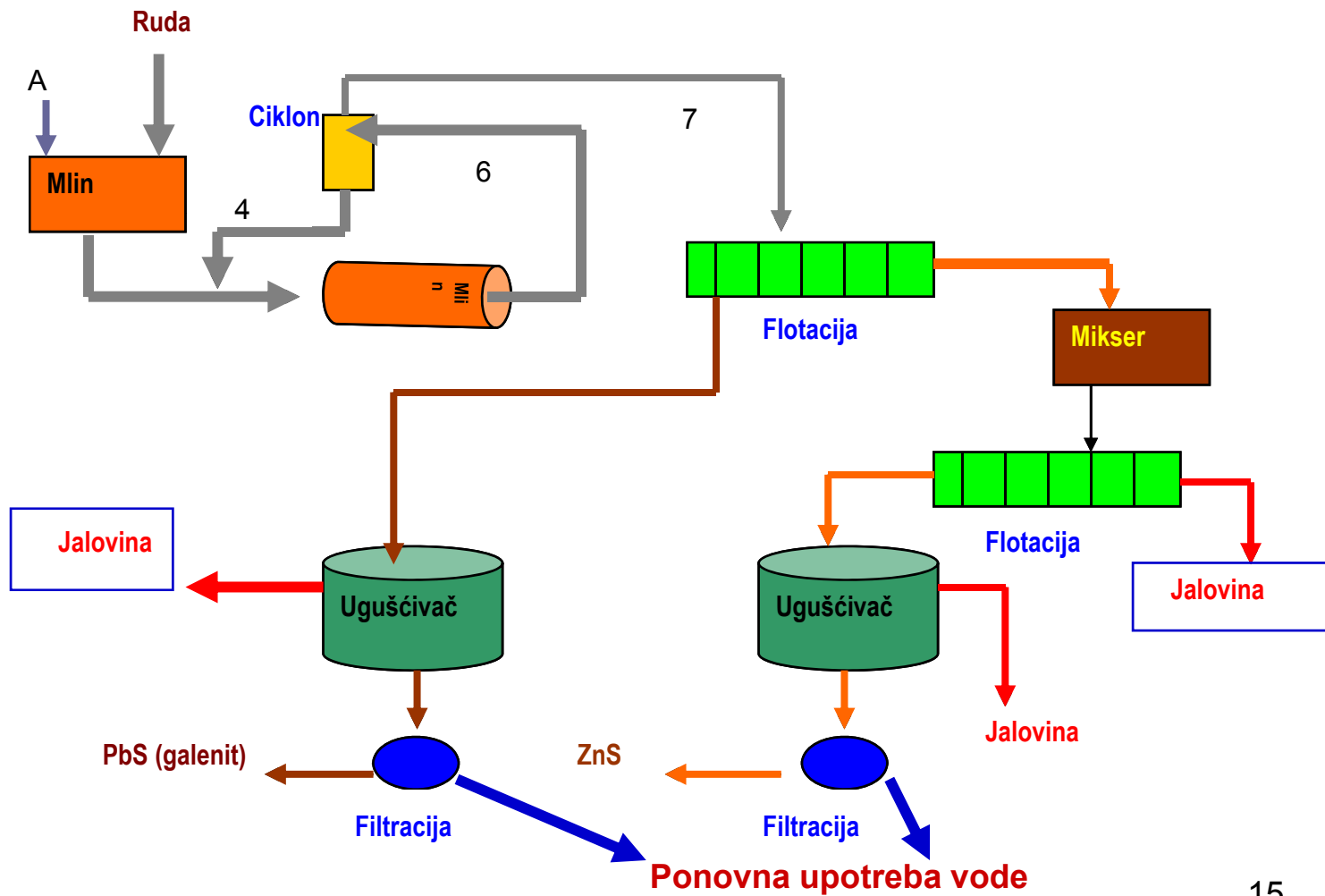
*11.
Ponovna upotreba vode

(b)
Ponovna upotreba vode





Blok šema flotacije rude olova i cinka





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





- **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*).**





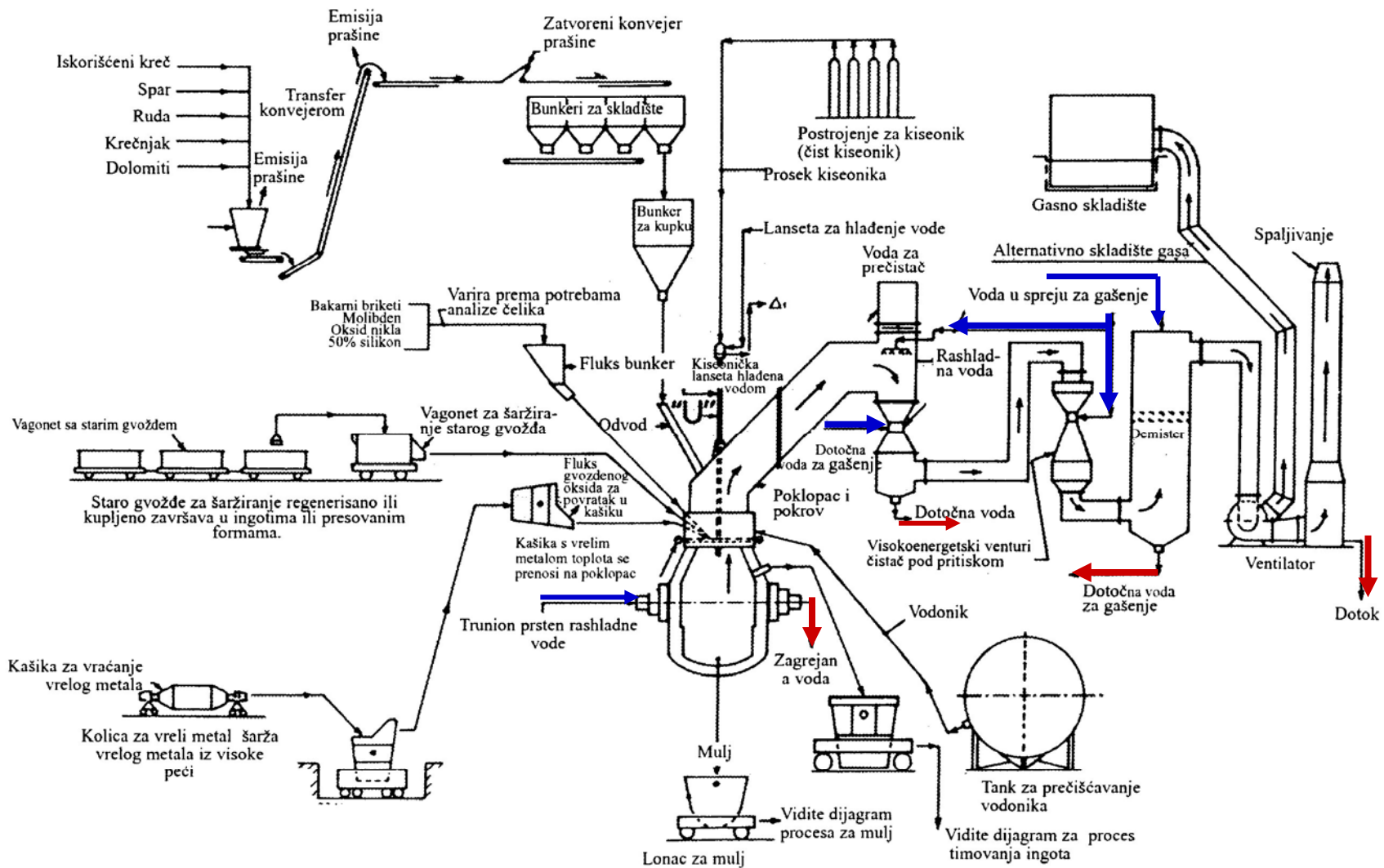
METALURGIJA

- 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.**





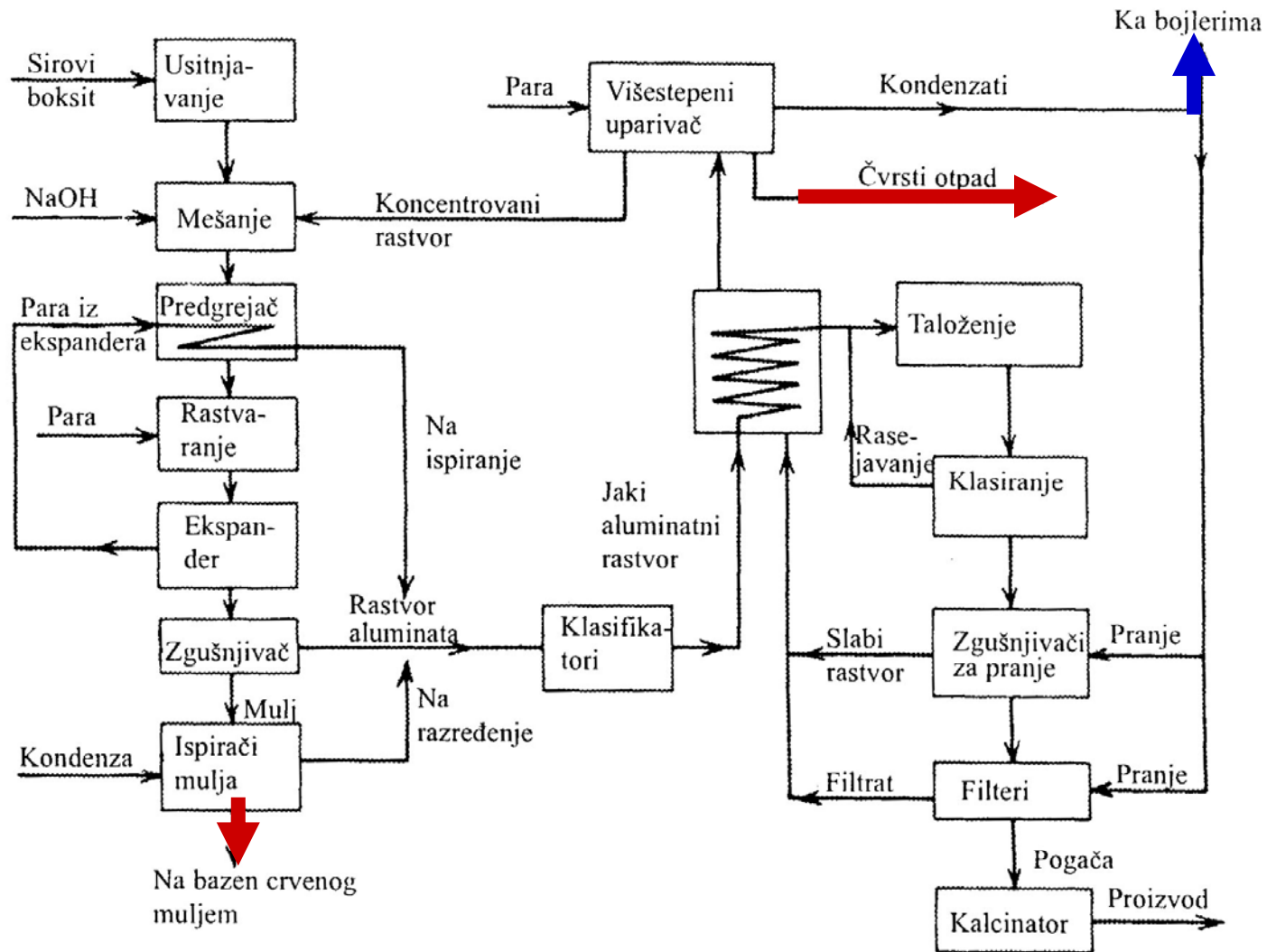
Osnovna peć sa kiseonikom koja prikazuje glavnu upotrebu vode za hlađenje. Kako se tokom topljenja dodaju razni materijali kompozicija vode za pranje varira (Nalkov priručnik za vodu, 2006)





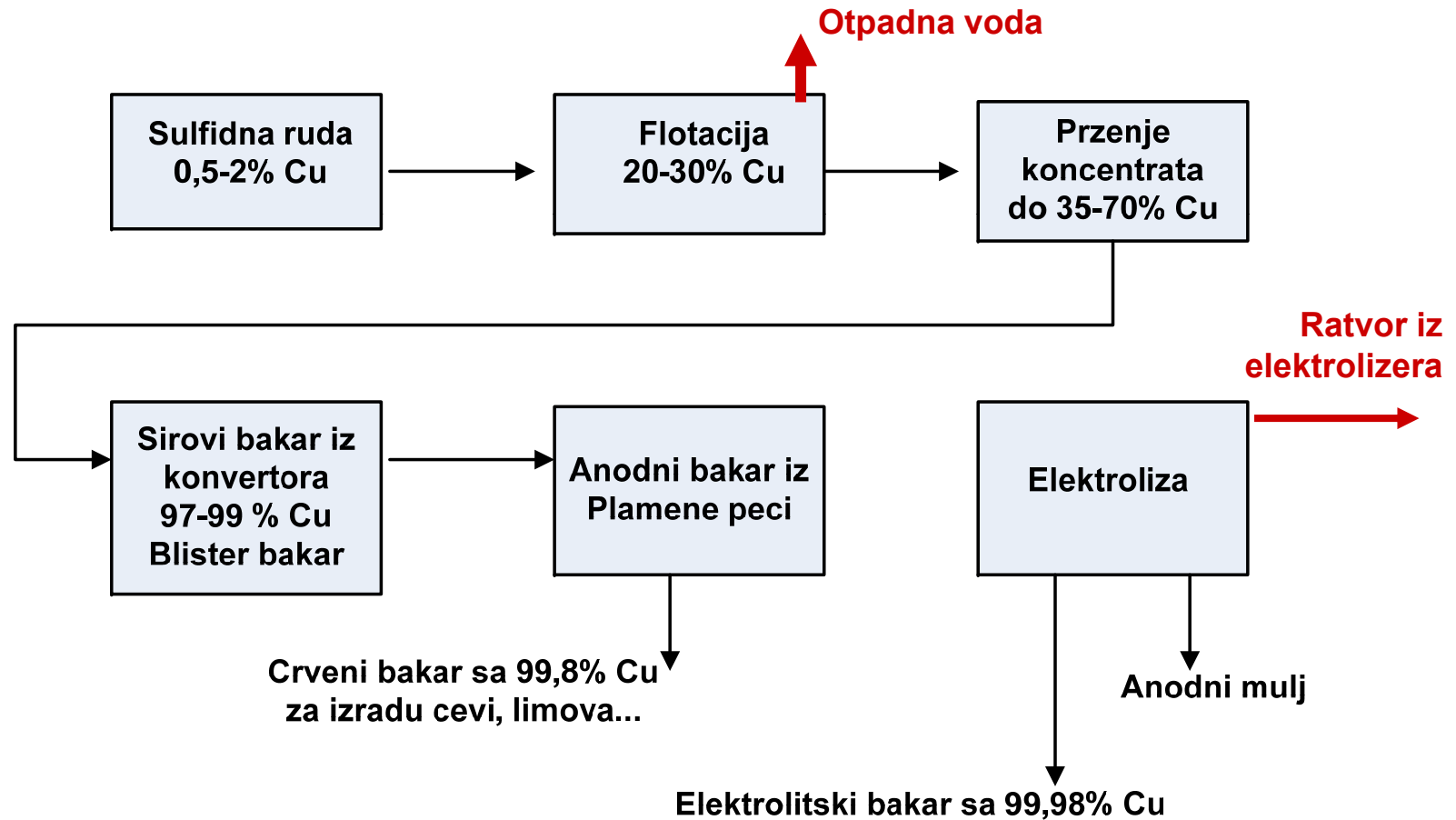
Pojednostavljeni dijagram Bajerovog postupka za rafinaciju **boksitne rude**

(Nalkov priručnik za vodu, 2006)



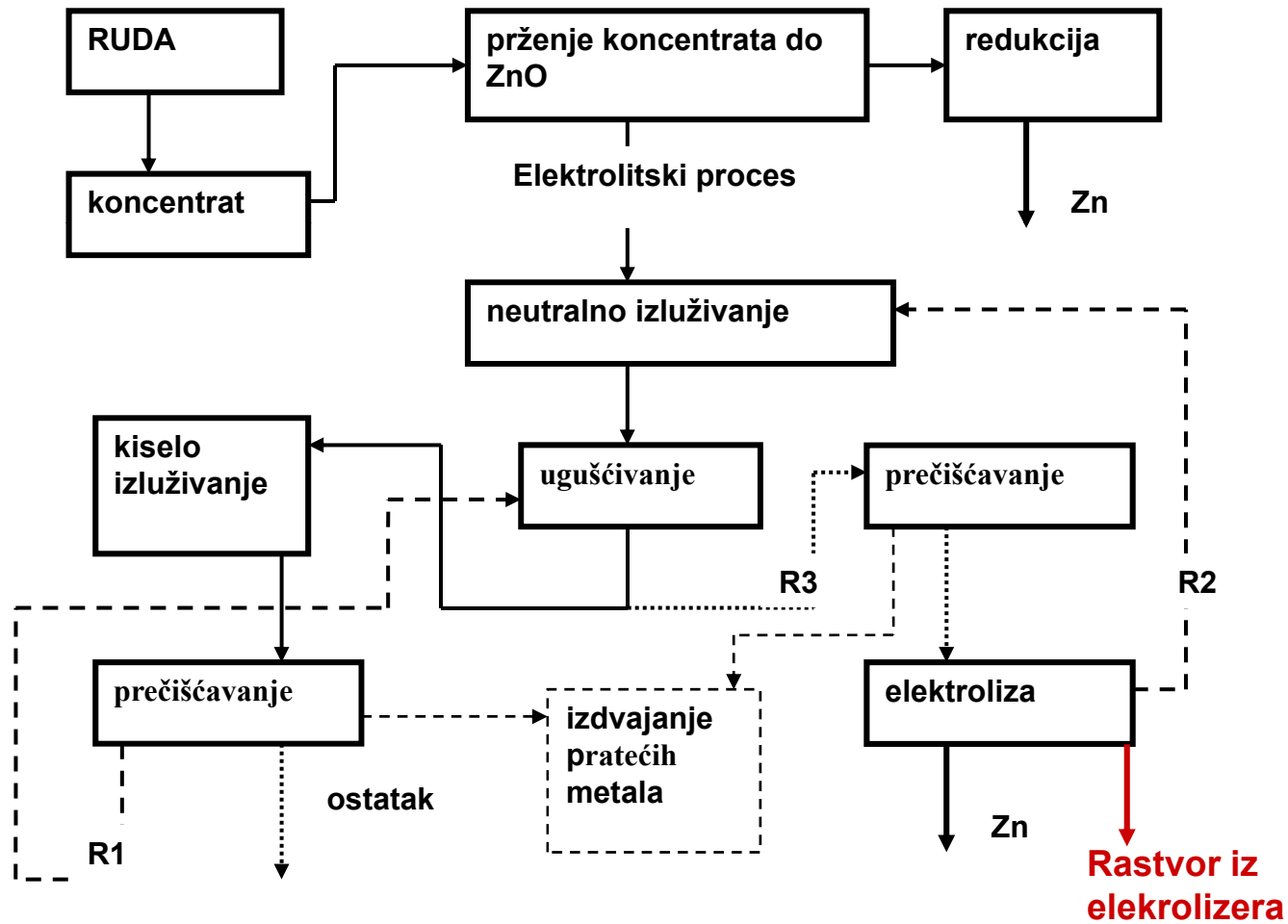


Blok šema dobijanja bakra





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.**

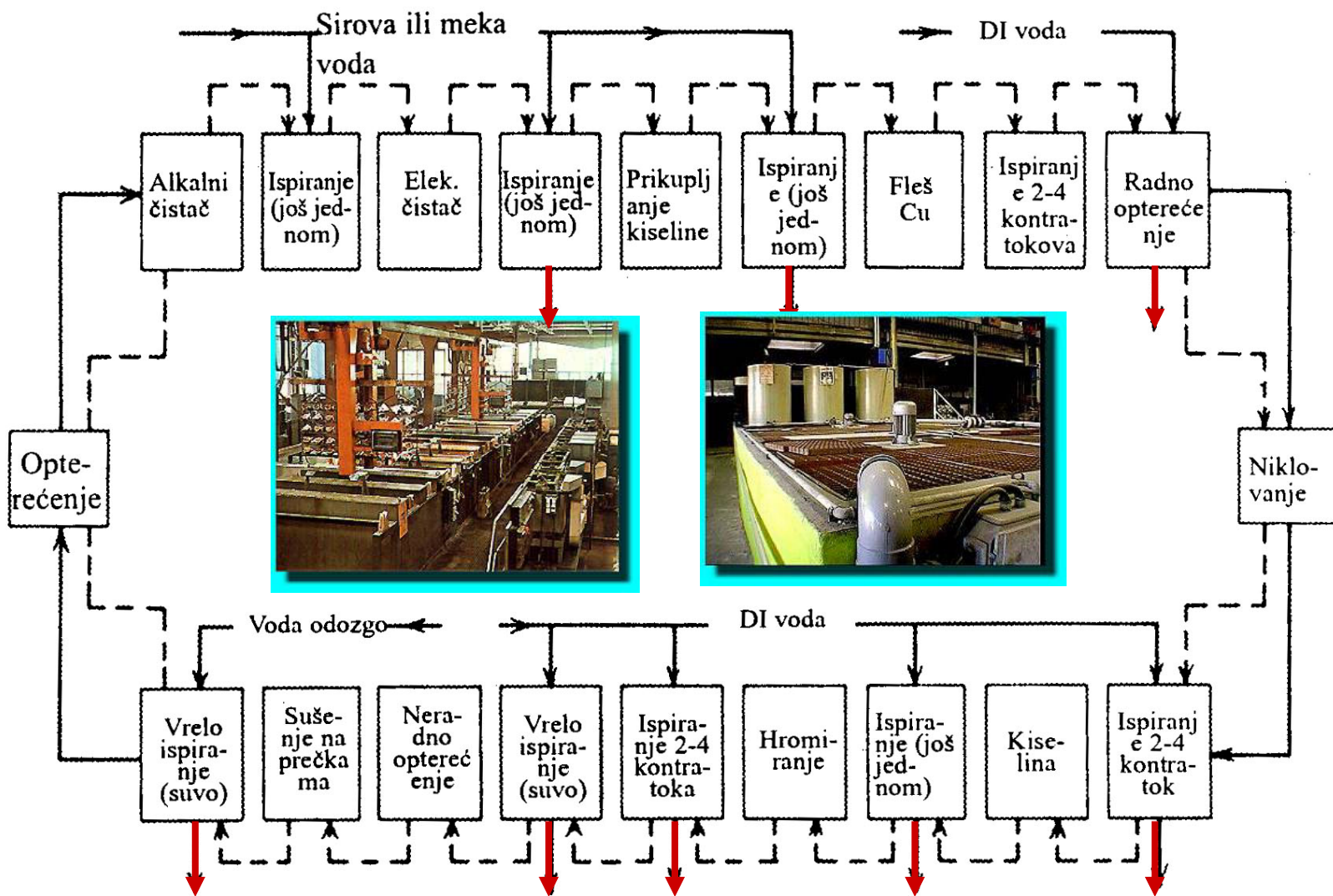


Sama zagađenja se mogu podeliti u četiri velike grupe:

- **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.**

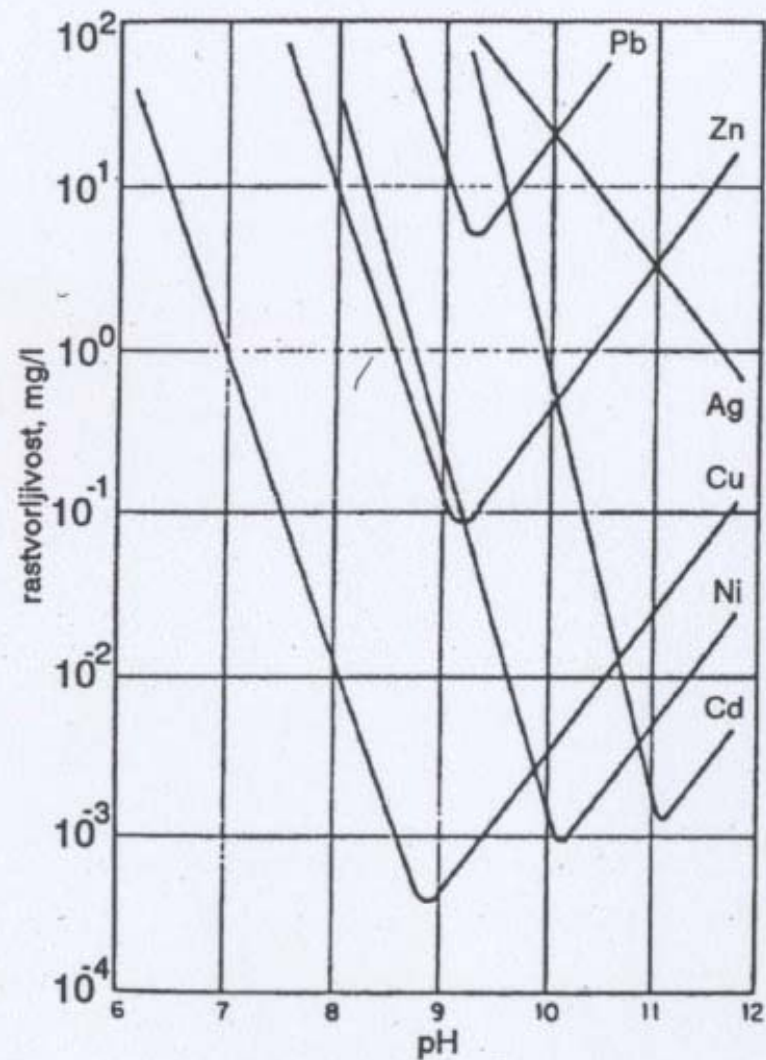


Dijagram tehnološkog procesa na liniji hromiranja koja obuhvata postupak čišćenja i tri stepena taloženja metala (Nalkov priručnik za vodu, 2006)

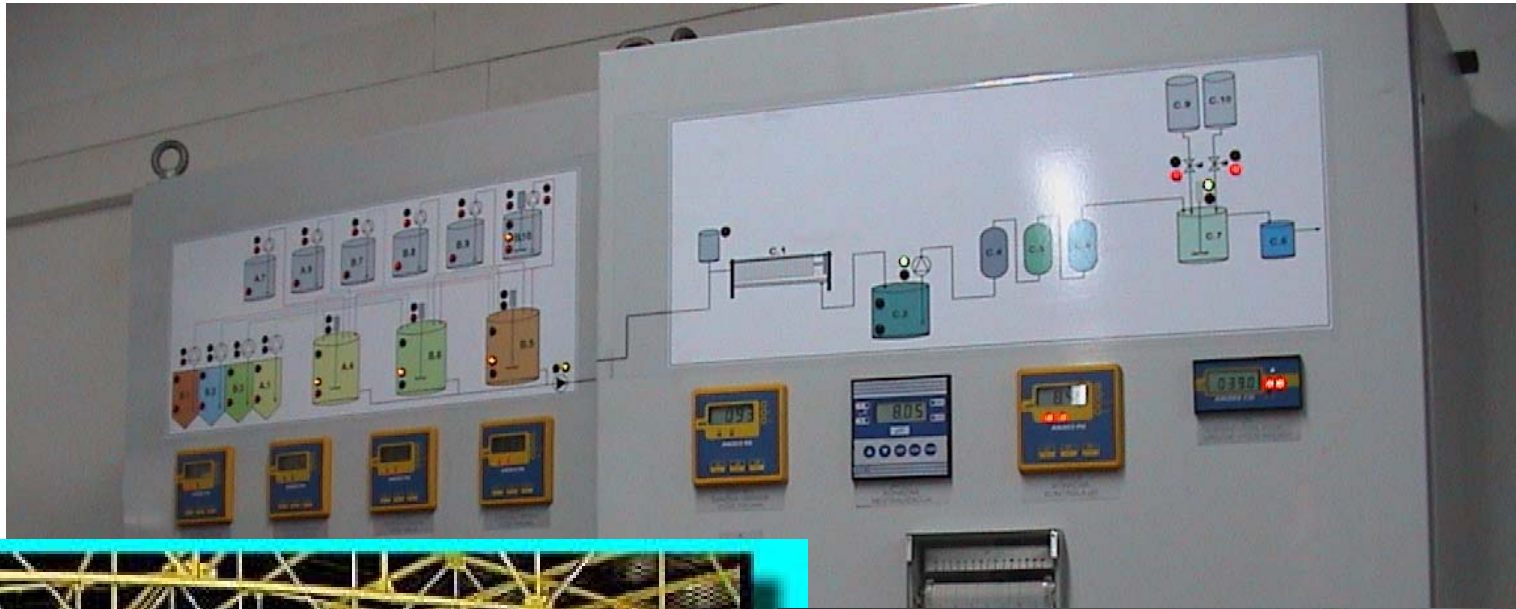




- Efikasnost prečišćavanja otpanih voda površinske zaštite metala zavisi u prvom redu od pH, pošto je većina hidroksida metala amfoterna.



Zavisnost rastvorljivosti hidroksida teških metala od pH





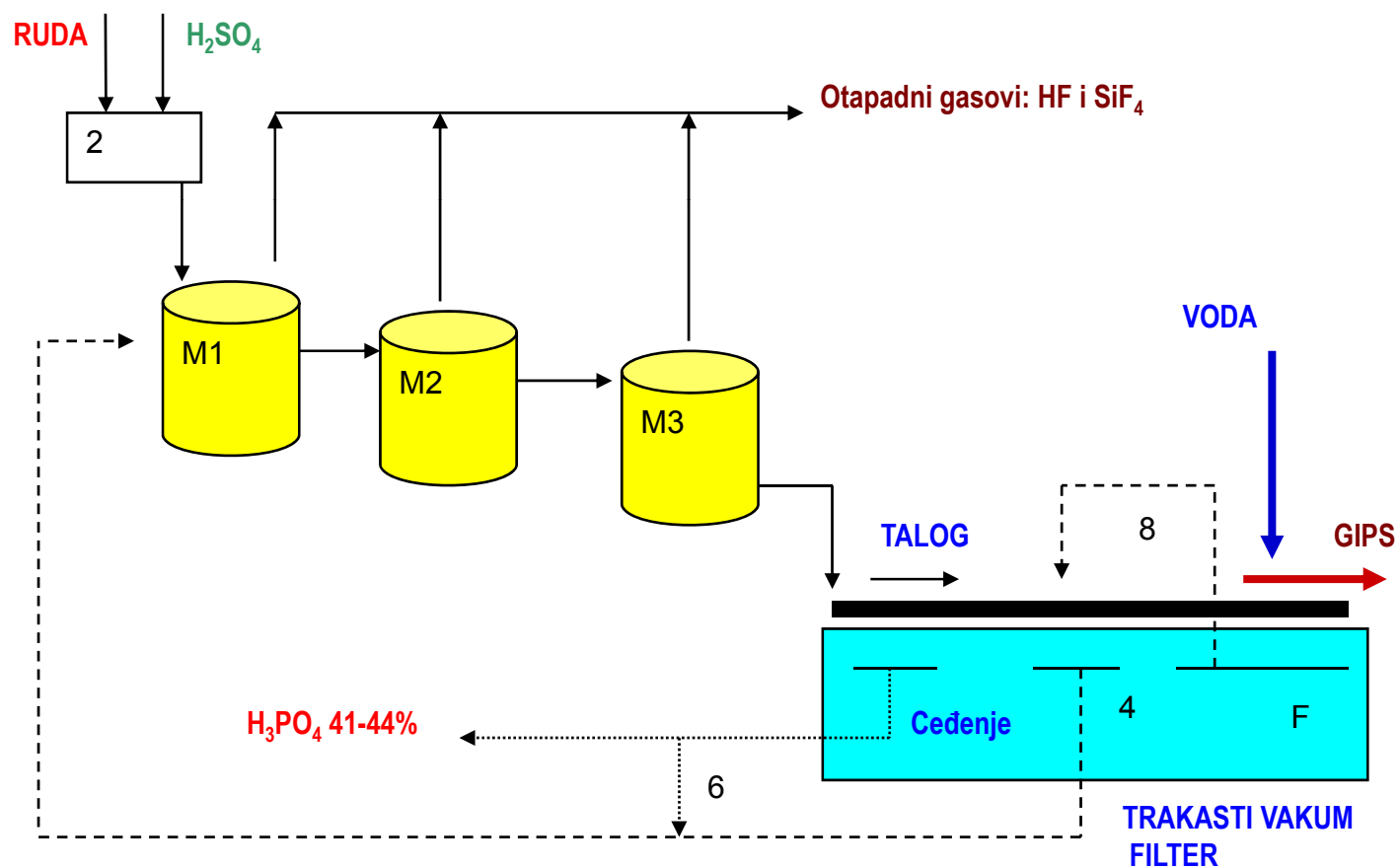
HEMIJSKA INDUSTRIJA

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



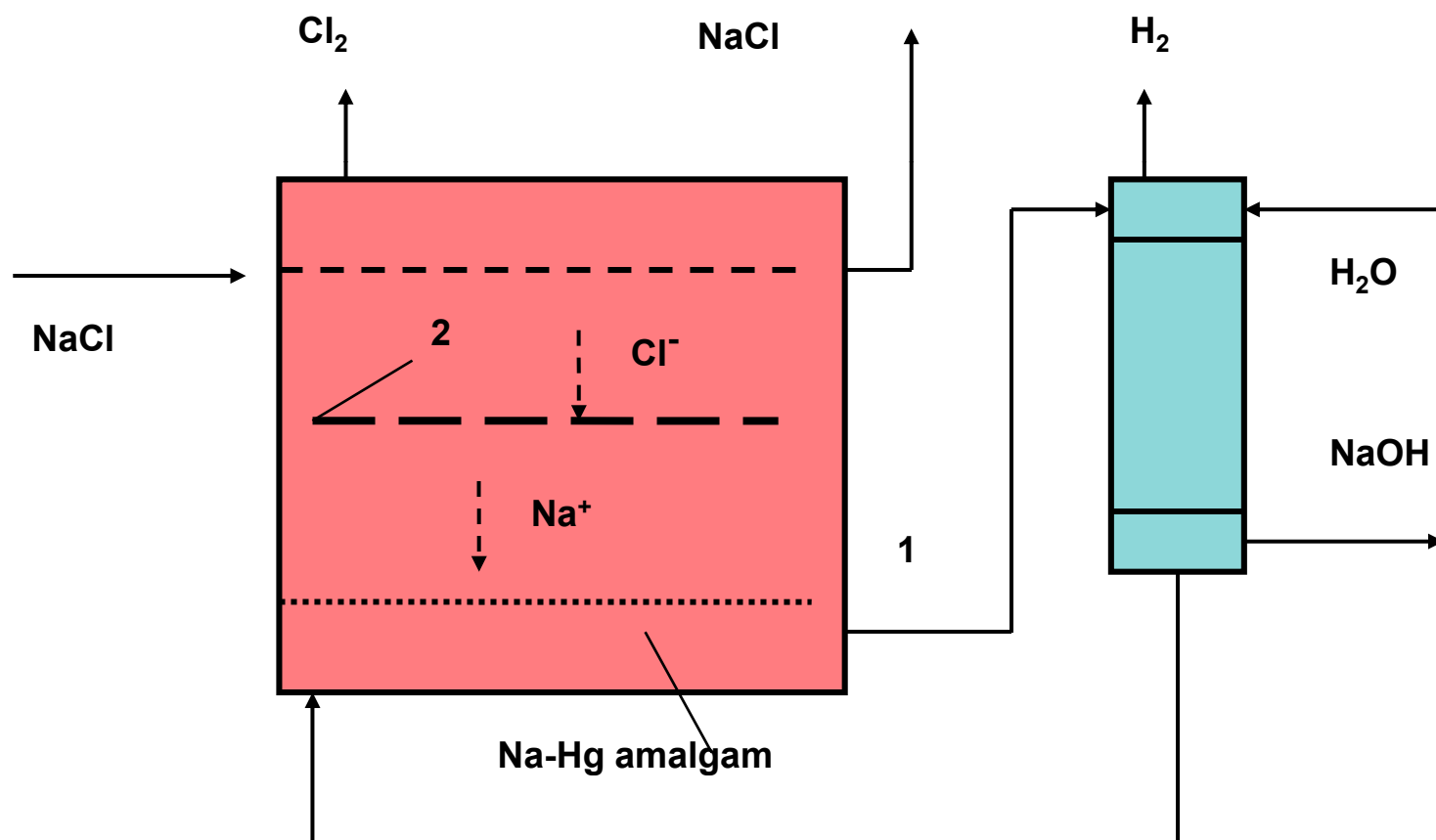


Filtracioni postupak dobijanja fosforne kiseline





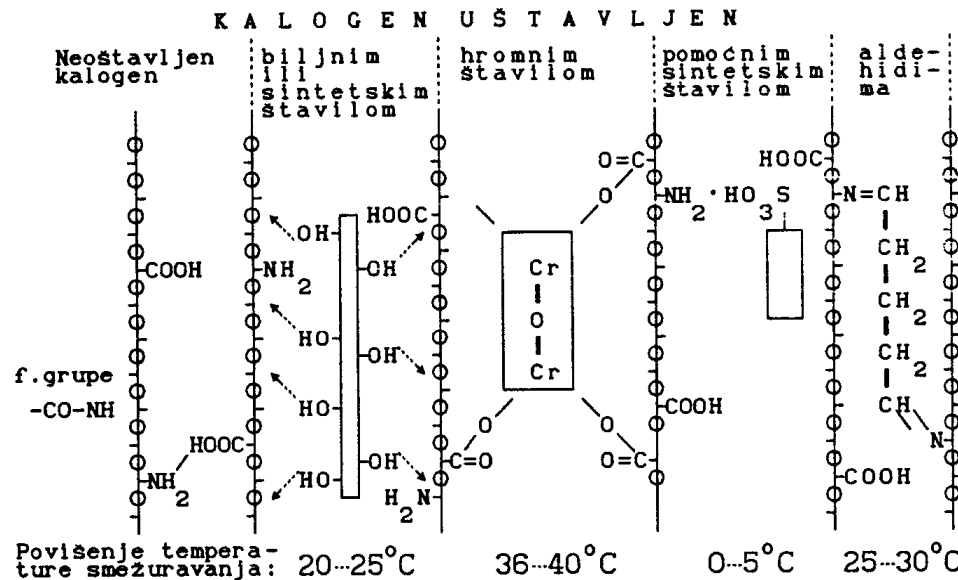
Proizvodnja NaOH, hlora i vodonika





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)

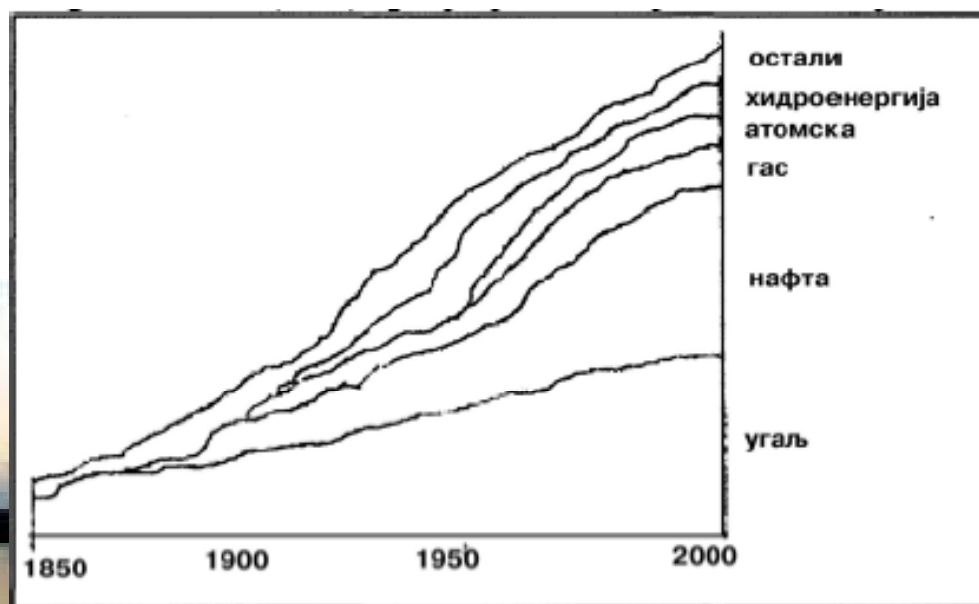
- **Zagađivanje površinskih i podzemnih voda ocednim vodama iz pepelišta.**
- Faktor koncentrisanja štetnih supstanci tokom sagorevanja uglja iznosi oko 4-5, jer se od 1 tone uglja dobija od 0,12-0,25 tona pepela.
- **Od štetnih elemenata koji su ostali u pepelu i u dimnom talogu su Hg, As, Cd i dr.**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



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!

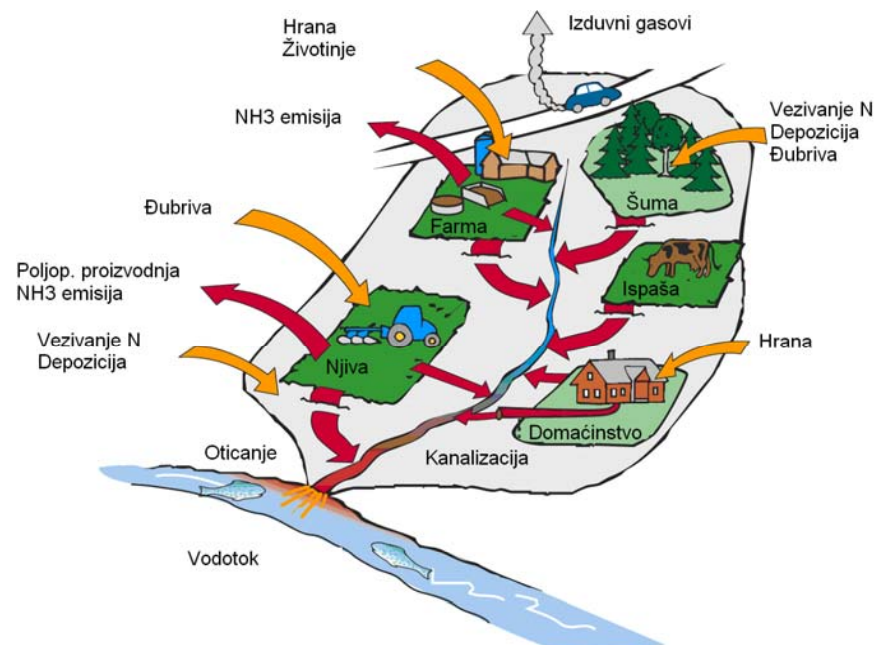
- U uglju rudnika Rembas (Moravski ugljevi) **nalazi se od 2,2-5,3 g U/t uglja, odnosno 4,7-10,9 g Th/t uglja..**
- Nakon sagorevanja sadržaj urana u pepelu iznosi oko 9-21 mg/kg pepela.
- **Sagorevanjem 100.000 tona uglja dobija se oko 220-530 kg rastvorljivog urana.** On se rastvara u prisustvu vode 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*)



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.

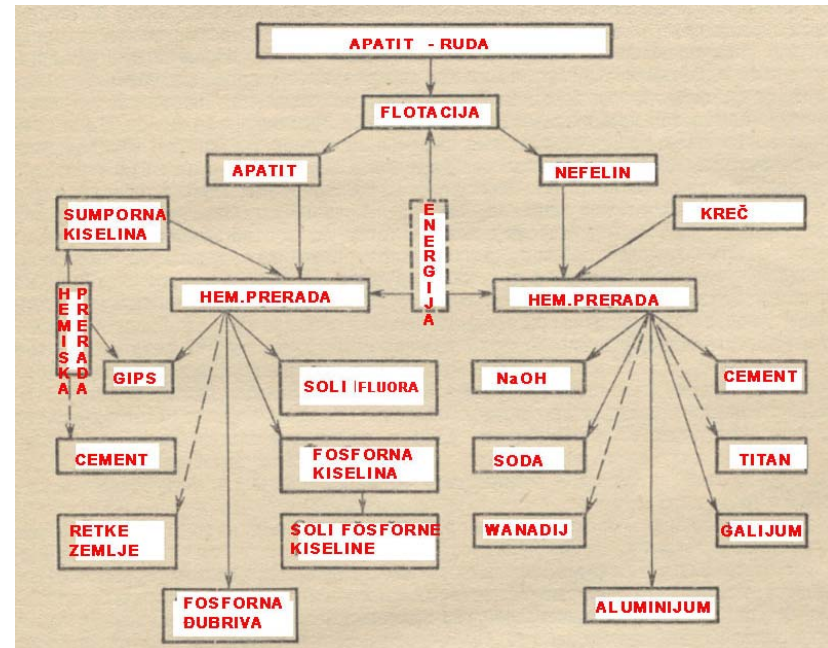


Tokovi nutrijenata na farmi



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.**

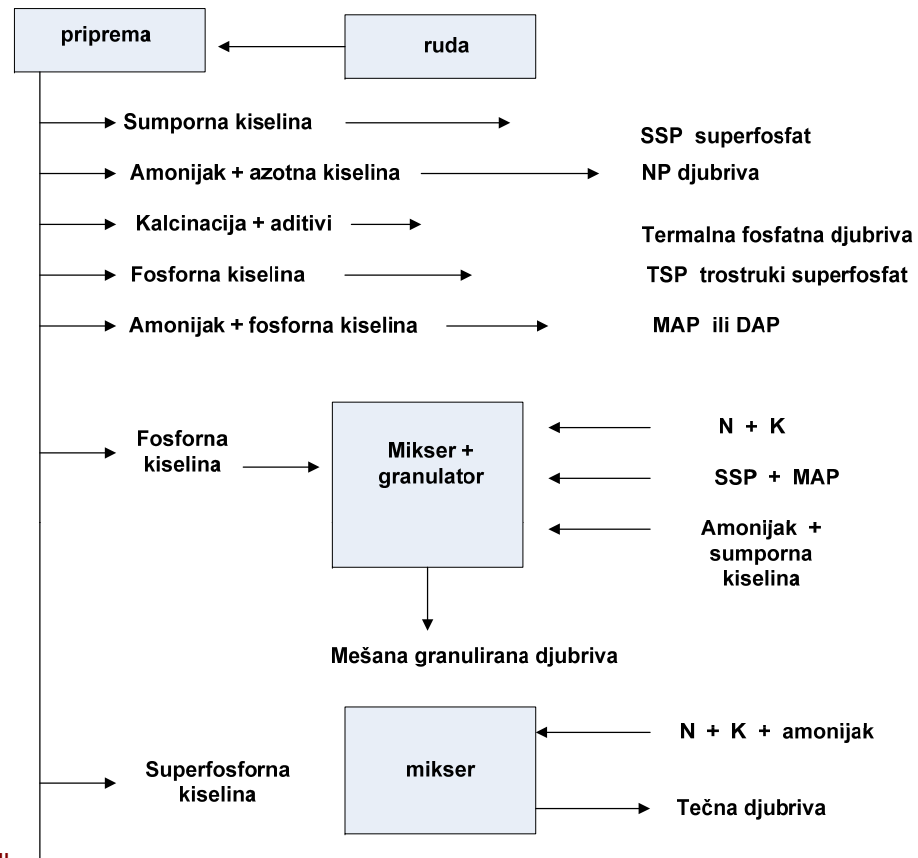


- Azotna đubriva – ispiranjem amonijaka, nitrata.
- Otpadne vode sa farme: Zn i Cu koji se nalaze u stočnoj hrani i antibioticima

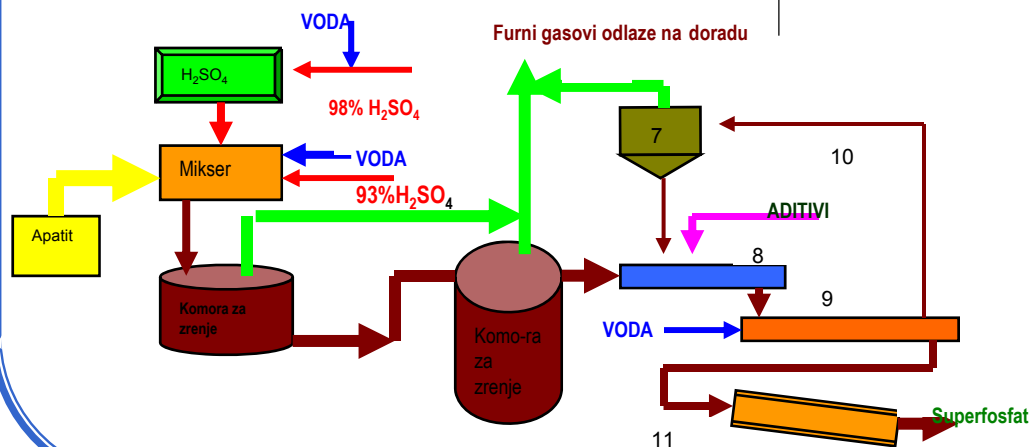


Blok šema prerade fosfatne rude do raznih tipova fosfatnih đubriva

Ruda može biti apatit ili fosforit



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





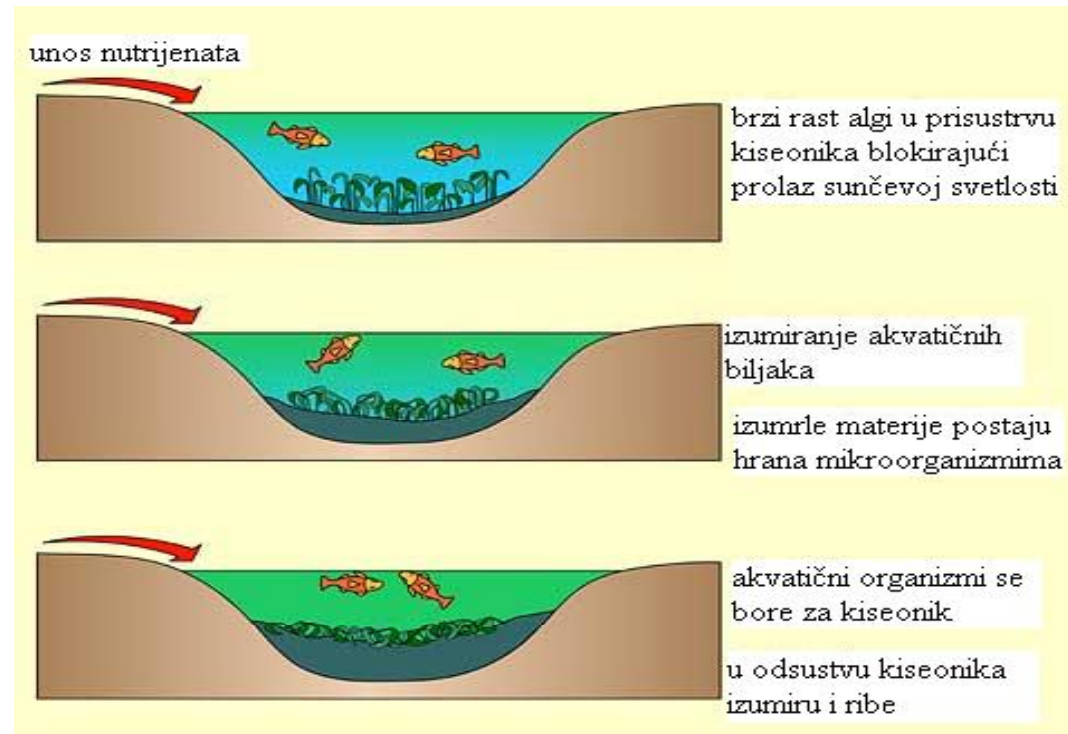
Eutrofizacija

- 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.

Prije eutrofikacije



Nakon eutrofikacije





SAOBRAĆAJ

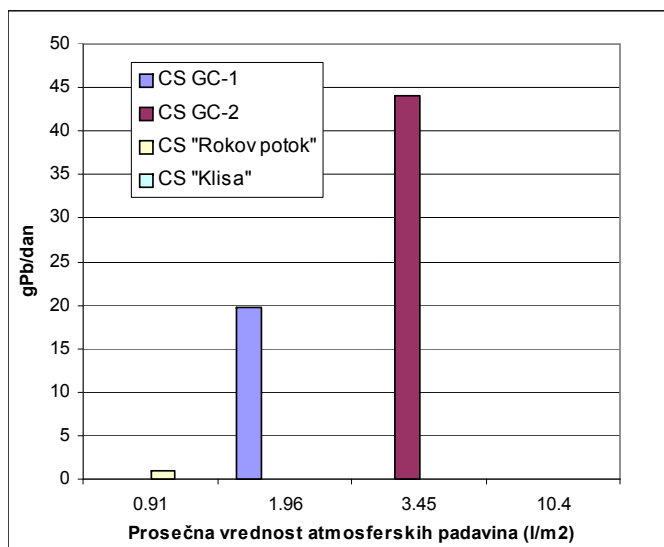
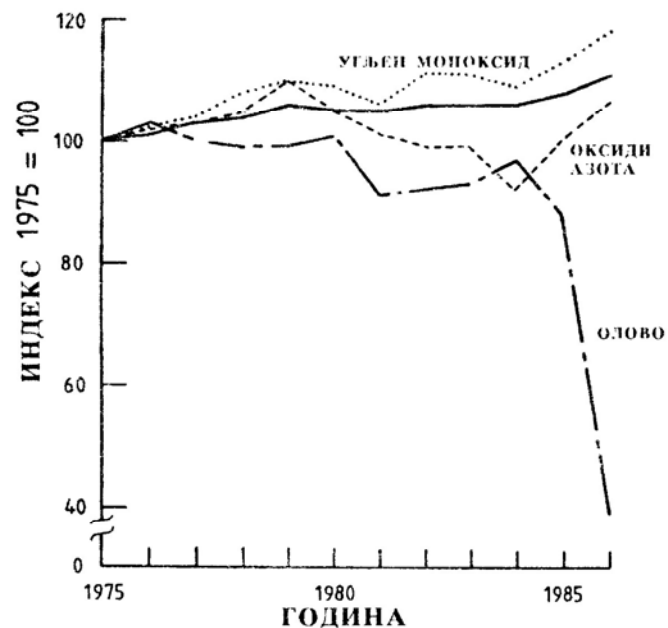
- Uvođenjem novih standarada i ograničavanje emisija iz automobilskih motora uveliko je smanjeno zagađenje, ali još uvek saobraćaj je veliki izvor ugljenmonoksida, ugljovodonika i azotnih oksida i **olova**.
- U 1982. godini oko 75% ukupne emisije olova u Evropi je poticala iz saobraćaja. Dozvoljena 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, $Pb(C_2H_5)_4$, 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



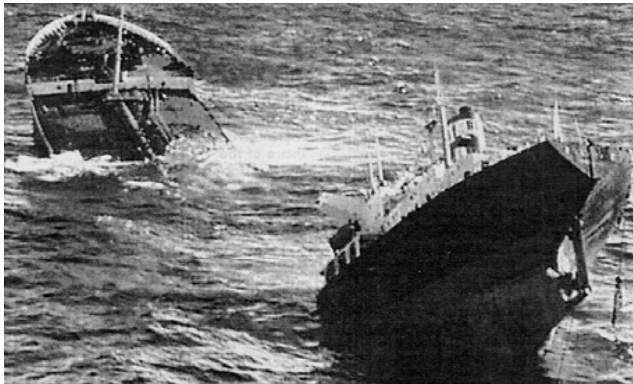
Povećanje opterećenja olovom gradskih otpadnih voda grada Novog Sada pri atmosferskim padavinama (2003. godina)

Povećanje opterećenja olovom u gradskim otpadnim vodama posledica sagorevanja olovnog benzina i spiranja sa pločnika istaloženog olova.



Zagađivanje pri saobraćaju na vodi

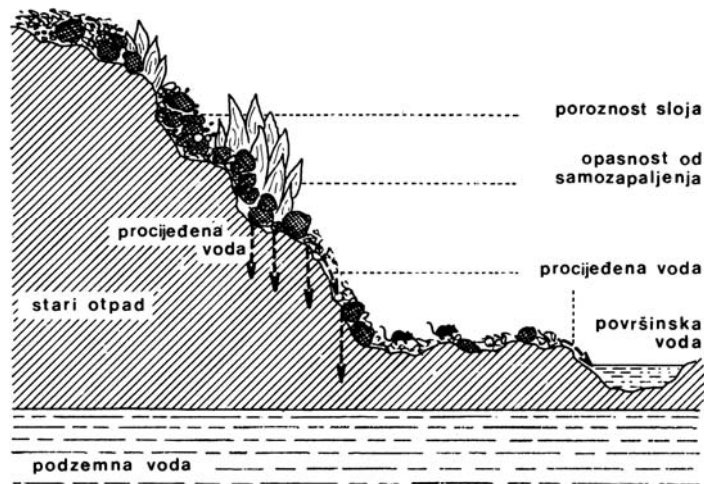
- Zagađivanje vode pri **radu transportnih sredstava** (brodova, čamaca, šlepova i dr.);
- Zagađivanje vode **pri utovaru ili istovaru** iz plovnih objekata;
- Zagađivanje vode **izbacivanjem vode iz plovnih objekata** (npr. otpadna voda iz kaljuže broda);
- Zagađivanje voda **pri oštećenju i potapanju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





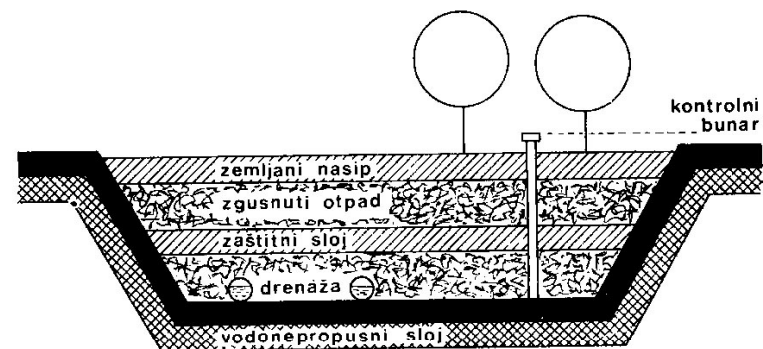
ZAGAĐIVANJE IZ INDUSTRIJSKIH I KOMUNALNIH DEPONIJA

- 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



- **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 zakišeljvanja 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.



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 supstanci 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

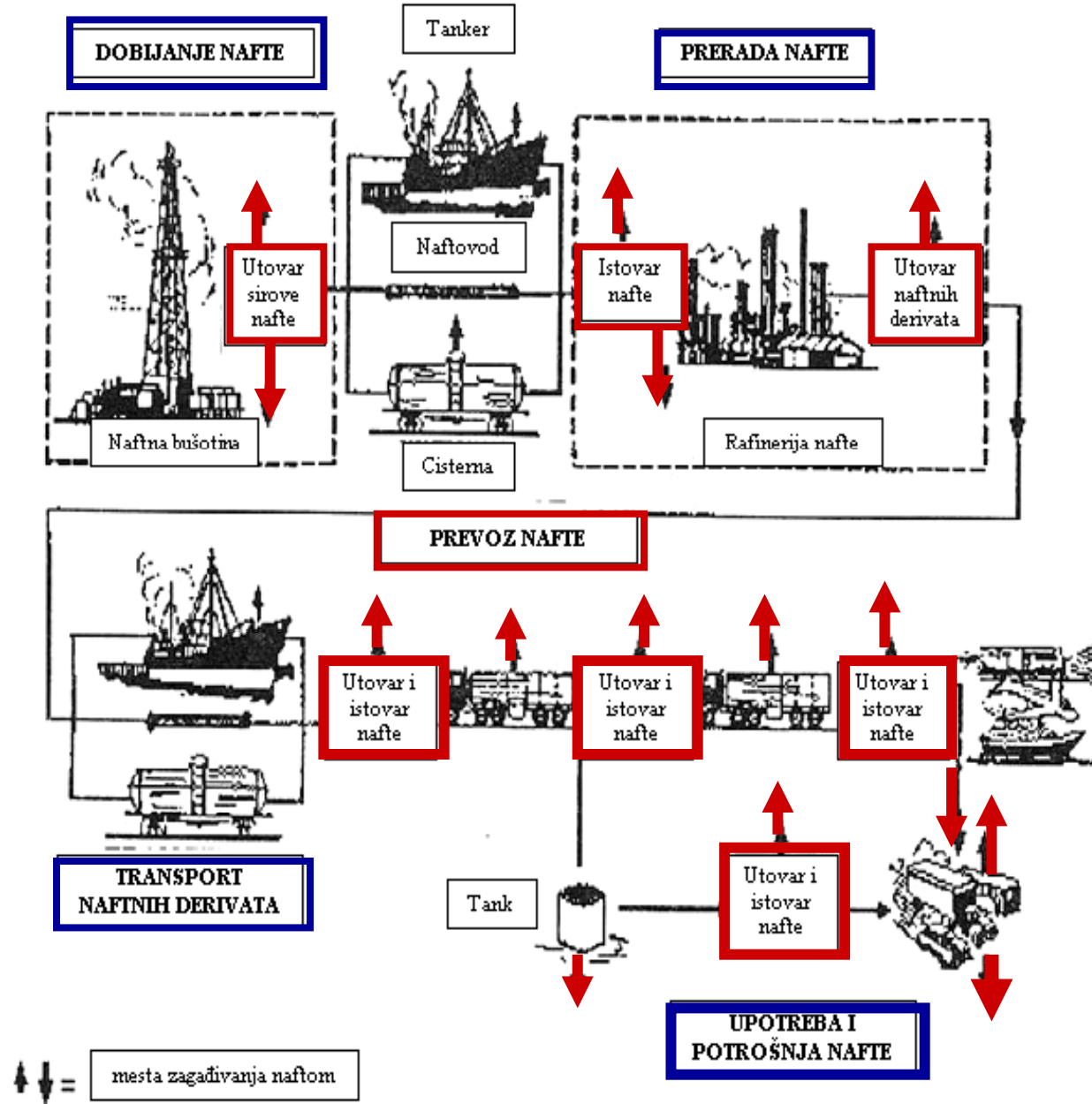


NAFTA KAO IZVOR ZAGAĐENJA

- Industrija nafte i prirodnog gasa obuhvata niz složenih tehnoloških procesa, koji su potencijalna žarišta zagađenja.
- Prilikom **vađenja, transporta, obrade i primene nafte mogu se izazvati ekološke katastrofe**, bilo da se radi o nastalom otpadu ili slučajnim havarijama.



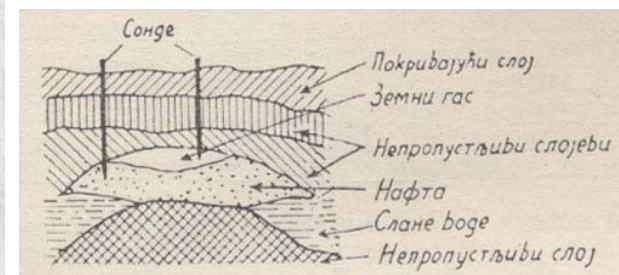
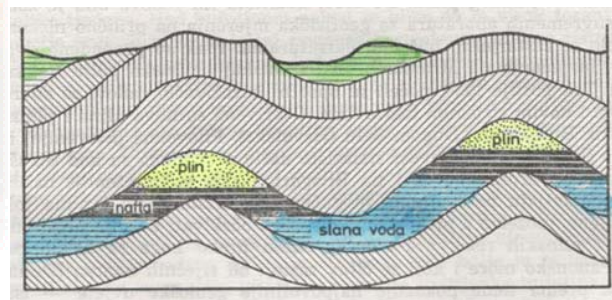
Mesta najčešće pojave naftnog zagađenja (označeno strelicama)





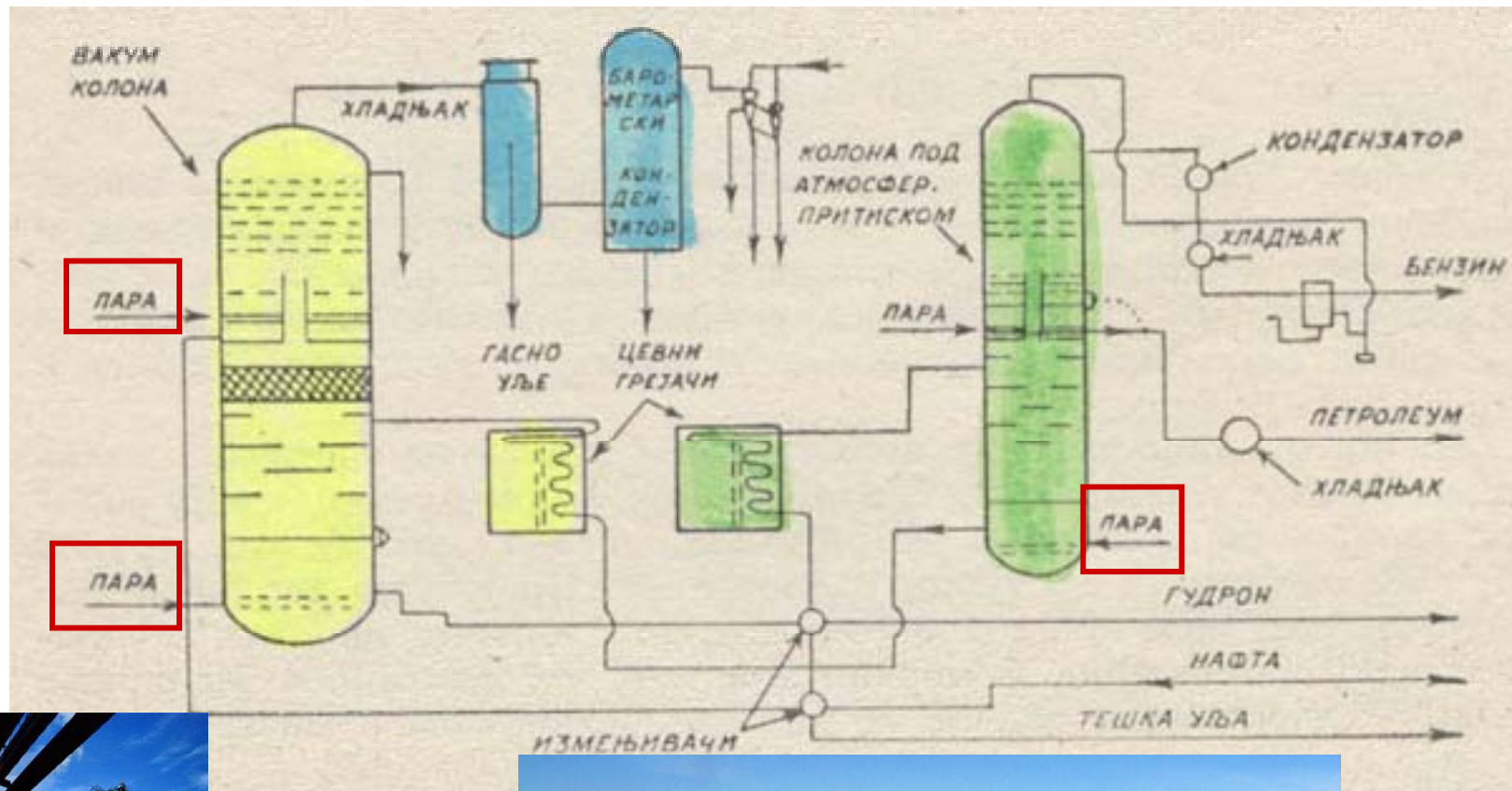
Crpljenje i prečišćavanje sirove nafte

- Iz sirove nafte na samom izvorištu se izdvajaju gasovi koji su u nafti rastvoreni.
- Iz nafte se **izdvaja ležišna voda** (koja uvek prati sirovu naftu) dužim stajanjem nafte u rezervoarima (visine od 8-10 m). Ako je potrebno efikasnije izdvajanje nafta se zagreva na oko 70 °C.





Osnovna operacija pri preradi nafte je frakciona destilacija. Desatilacija nafte u dva stupnja





Naftna mrlja

- **Jedna od najprisutnijih oblika nalaženja nafte kao zagađujuće supstancije na površinskim vodama jeste naftna mrlja.**
- Karakteristična osobina naftnih mrlja je da se one nikada ne razlivaju do monomolekulskog sloja.
- **Eksperimentalno je utvrđeno da je minimalna debljina ove specifične naftne opne $0,15 \mu\text{m}$.**
- Rasprostiranje naftne mrlje po površini vode odvija se pomoću dva procesa.
 - **Prvi je prenos mrlje kao celine dejstvom vetra, strujama i površinskim talasima,**
 - **drugi njeno razlivanje po mirnoj površini, što dovodi do povećanja površine mrlje srazmerno proteklom vremenu.**



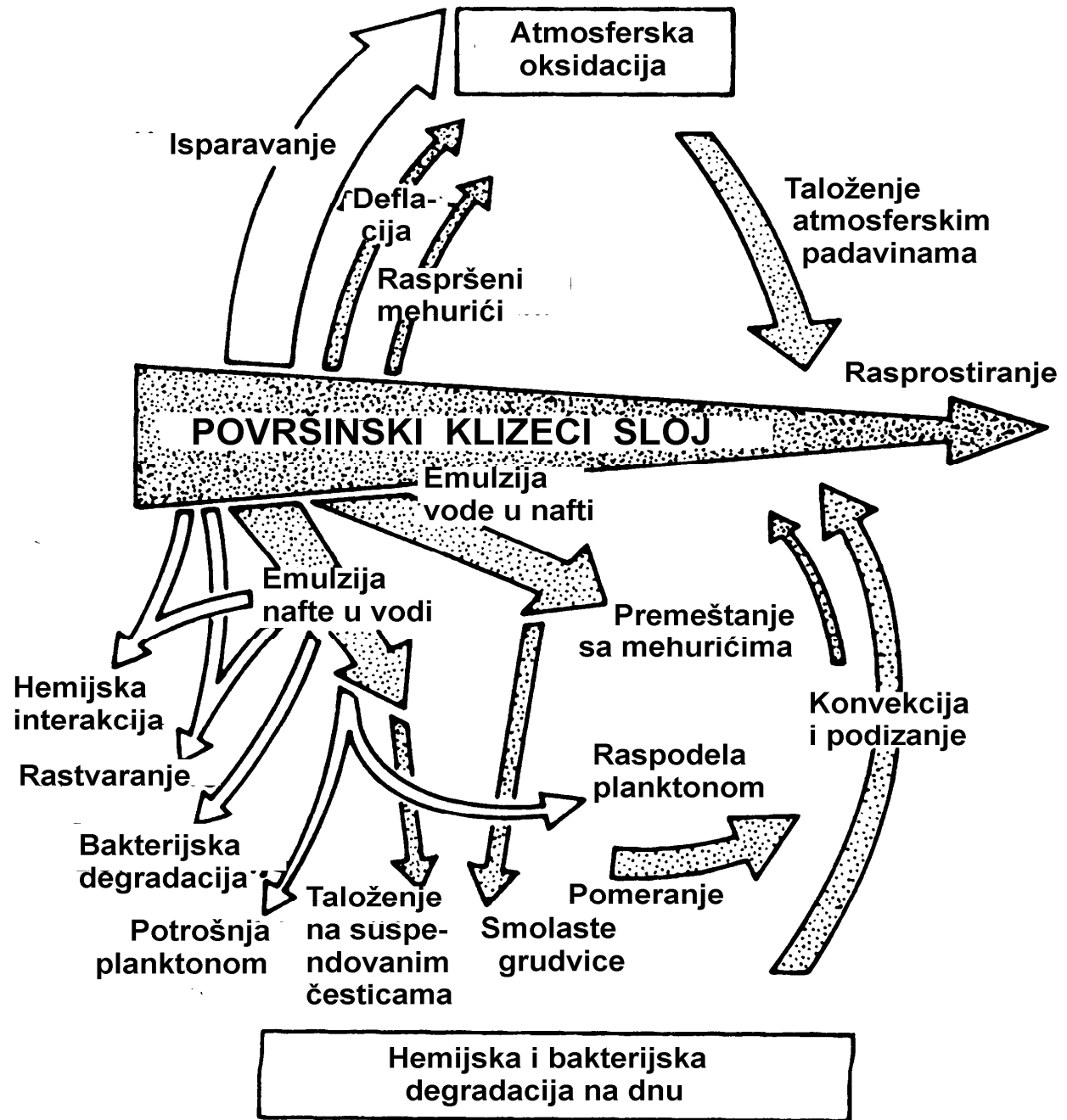


Karakteristike naftne mrlje, odnosno obrazovnog filma ili skrame na vodi

Karakteristike mrlje	Debljina (μm)	Količina nafte (dm^3/km^2)
Jedva primetna	0,0038	44
Srebrenkasti odblesak	0,076	88
Tragovi boje	0,152	176
Svetlo obojene šare	0,305	352
Mat boje	1,016	1170
Tamne boje	2,032	2340



Šema procesa raspodele i razlaganja nafte u morskoj sredini

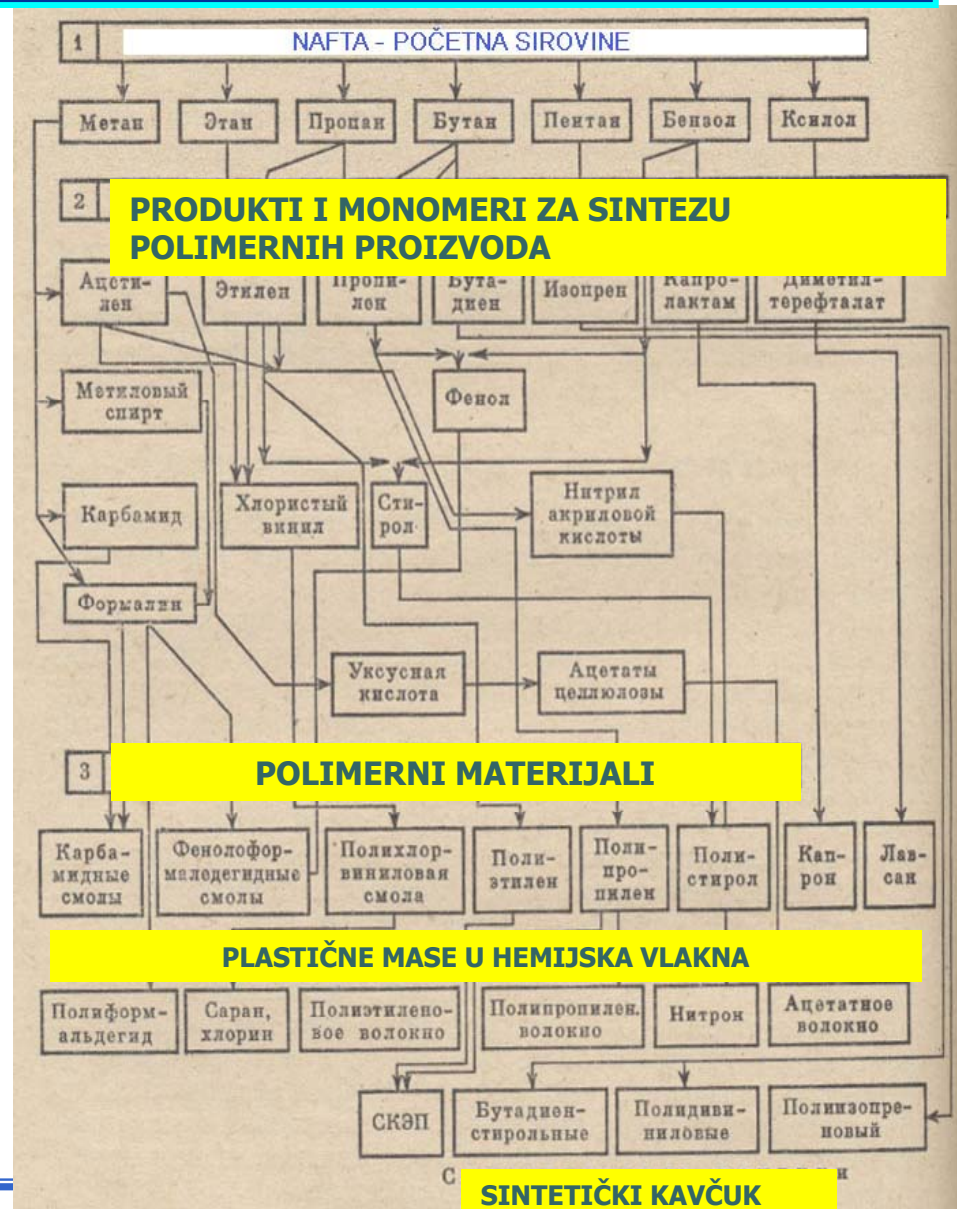




IZVORI ZAGAĐENJA IZ PETROHEMIJA

Petrohemijski se može dobiti veliki broj **organskih intermedijera:**

- alkoholi,
- aldehidi,
- ketoni,
- epoksidi,
- kiseline,
- amini,
- nitrili,
- halogenski derivati,
- fenoli i
- drugi)





- Sadržaj nastalih otpadnih voda je veoma različit i zavisi od primenjene organske sinteze u procesu.
- Sastav otpadnih voda zavisi od vrste sirovina, proizvoda i od tehnološkog postupka.
- Specifični parametri zagađenja ove grane su: **temperatura, pH, suspendovane materije, organske materije, azot, fosfor, nitrati, sulfati, kalijum, kalcijum, fluoridi, arsen, nikel, hrom, hloridi, olovo, cink, bakar, fenoli, ugljovodonici, cijanidi, titan, silikati, merkaptani, sulfidi, ulja, masti itd.**
- **Proizvodi petrohemijske industrije se mogu razvrstati prema biodegradibilnosti; među veoma otporne materije spadaju: etar izopropil, dietanolamin, polietileni - glikoli, morfolin itd., mada je i na njih moguće adaptirati neke kulture bakterija.**

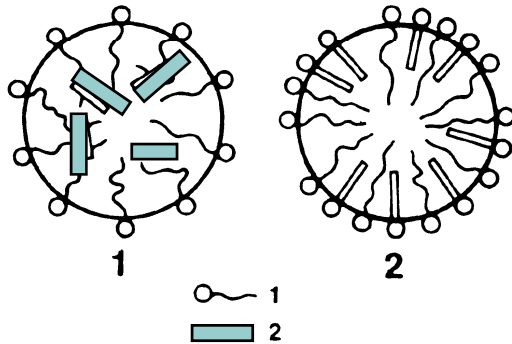


- Deterdženti smanjuju zasićivanje vode kiseonikom i parališu aktivnost mikroorganizama koji razgrađuju organsku materiju, a sami se loše razgrađuju bakterijama.
- **Sintetičke PAM pojačavaju toksične osobine zagađujućih supstancija u vodi kao što su anilin, cink, gvožđe, butilakrilat, kancerogene supstancije i pesticidi, doprinoseći njihovom boljem rastvaranju i efikasnijem prodiranju u organizme.**
- Njihova se toksičnost povećava sa porastom mineralizacije prirodnih voda.
- Pored toga, vetar penu raznosi na velike površine i sa njom i jaja helminata.

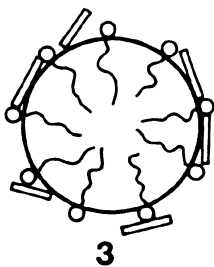


Solubilizacija

- **Sposobnost rastvora PAM da rastvaraju organska jedinjenja nerastvorna ili slabo rastvorna u vodi poznata je kao solubilizacija.**



Šematski prikaz verovatnih načina uključivanja solubilizata i micide jonogenih PAM (1- PAM, 2- solubilizat)



Molekuli solubilizata (na primer, fenol) ne prodiru unutar micide već se postavljaju na njihovim perifernim delovima, među povijenim oksietilenskim lancima, obrazujući vodoničnu vezu sa estarskim kiseonikovim atomom.



Obrazovanje pene

- Praktično svi rasvori PAM poseduju sposobnost da pod određenim uslovima stvaraju penu.
- Obrazovanje pene u svim slučajvima nastaje samo kada se u zapremini rastvora PAM pojavljuju mehurići gasova.

Biohemijska oksidacija PAM

- Prema stepenu stabilnosti na biohemijsku oksidaciju u vodi, sve sintetičke PAM dele se na
 - **meke** (alkilsulfati i alkilsulfonati) i
 - **tvrde** (alkilbenzolsulfonati, nejonogene i katjonaktivne supstancije).
- Vreme za koje se meke materije razlažu na 50% od polazne koncentracije iznosi nekoliko dana (1 do 3), a za biohemijski tvrde supstancije to vreme iznosi dva i više meseci.



U vodenu sredinu PAM mogu dospeti:

- sa **gradskim otpadnim vodama** usled njihove upotrebe u sintetičkim sredstvima za održavanje lične i stambene higijene ,
- sa **industrijskim otpadnim vodama**
- **spiranjem sa polja**, budući da se neke PAM koriste pri formulaciji pesticidnih preparata kao emulgatori.

• **Srednja potrošnja PAM po glavi stanovnika iznosi oko 2,5 g dnevno.**

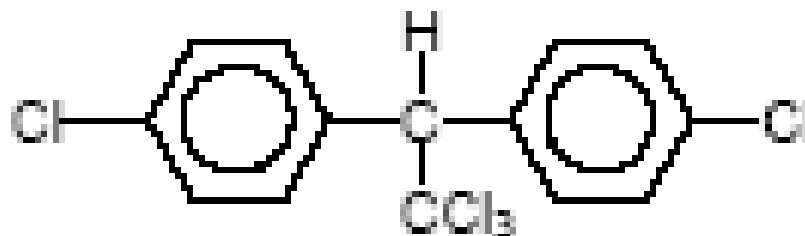
- Pri normi potrošnje vode od 125 do 350 l na dan po čoveku srednja dnevna koncentracija PAM u gradskim otpadnim vodama iznosi 7,1 do 20 mg/dm³.
- Najveća koncentracija sintetičkih PAM nađena je u otpadnim vodama fabrika u kojima se primarno obrađuje vuna (od 0,3 do 2,1 g/dm³), kao i u otpadnim vodama postrojenja tekstilne industrije, koje sadrže od 20 do 250 mg/dm³ ovih supstancija.



PESTICIDI

Zagađivanje površinskih voda pesticidima odvija se na više načina:

- **spiranjem** sa površine zemljišta i biljaka,
- direktnim putem **pri aerotretmanu**,
- pri **nepravilnoj tehnologiji** prskanja i zaprašivanja, itd.
- Manji deo pesticida u vode dospeva i **pranjem aparaturem i zaštite odeće** posle primene preparata.





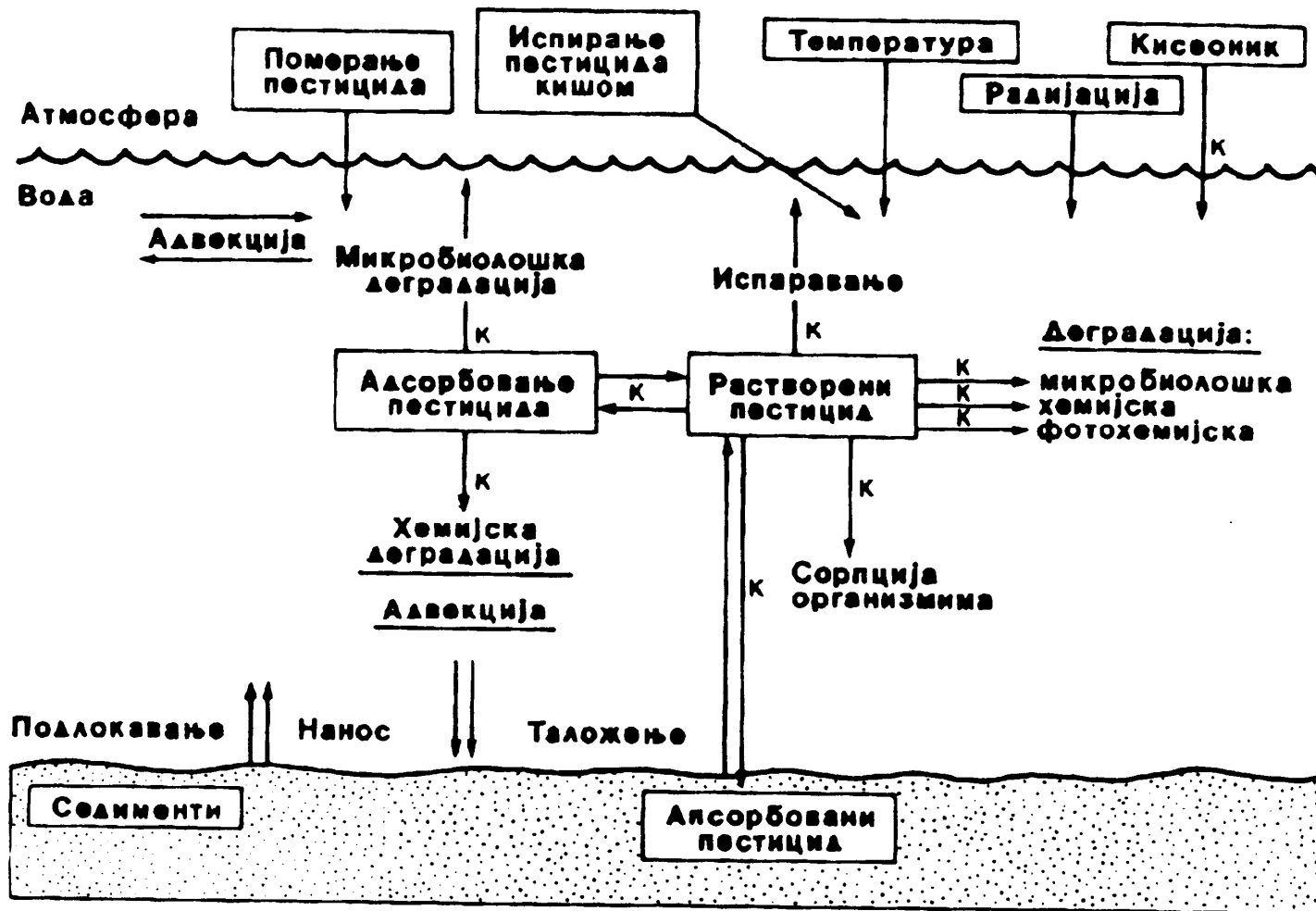
- **Naročito često pesticidi se nagomilavaju na:**
 - **neprotočnim ili slabo protočnim mestima**
 - **na neregulisanim delovima reka,**
 - **plitkim i močvarnim mestima,**
 - **u manjim veštačkim i**
 - **prirodnim jezerima.**

- **Oni se na ovim mestima u najvećim količinama nalaze u proleće i leto,** što se povezuje sa njihovom intenzivnom primenom u poljoprivredi u tim godišnjim dobima.

- **Stabilnost pesticida dospelih u vodu opredeljuju:**
 - **fizičko-hemijske osobine preparata,**
 - **doza i tehnologija njihove primene,**
 - **tip zemljišta,**
 - **meteorološki uslovi,**
 - **brzina proticanja,**
 - **prisustvo površinski-aktivnih supstancija u vodi i drugo.**



Procesi prenosa i transformacije pesticida u reci





Na dinamiku pesticida u neprotočnim vodama utiče do 30 faktora koji se mogu svrstati u četiri grupe.

- ◆ **Prvu grupu čine uslovi primene preparata**, kao što su
 - oblik preparata sa % sadržaja aktivne supstancije,
 - sadržaj aktivne supstancije u radnom rastvoru,
 - utrošak preparata (po proizvodnom obliku i aktivnoj supstanciji) po jednom tretiranju,
 - način tretiranja,
 - vrsta tretirane površine (priobalna zona itd.),
 - količina atmosferskih padavina,
 - temperatura vazduha i Sunčevo zračenje.
- ◆ **Drugoj grupi pripadaju karakteristike vodenog rezervoara**, kao što su:
 - Površina, srednja dubina i zapremina vode,
 - karakteristika rastinja na obali,
 - izvor snabdevanja vodom,
 - količina ihtiofaune i sedimenata.
- ◆ **Treća grupa su fizičko-hemijske i biološke osobine vode**, kao što su
 - pH, temperatura, rastvoreni kiseonik,
 - BPK, ukupna tvrdoća, mineralizacija,
 - količina saprofitnih bakterija, količina zoo- i fitoplanktona,
- ◆ **Četvrtu grupu čine fizičko-hemijske osobine pesticida**
 - rastvorljivost u vodi, isparljivost, temperatura topljenja, temperatura ključanja.



- **Zahjvaljujući **sorpciji pesticida** vodenim organizmima i sedimentima, koncentracija organohlornih jedinjenja snižava se veoma brzo.**
 - Ovo, međutim, stvara lažnu predstavu o samoprečišćavanju vode jer se stabilni pesticidi, akumulirani vodenim organizmima i sedimentima, mogu desorbovati, naročito pri odumiranju vodenih organizama.
 - Ovi procesi, dovode do sekundarnog zagađivanja voda.
- **Pri većoj stabilnosti pesticida u vodenim organizmima i sedimentima povećava se opasnost njihove migracije po lancu ishrane vodenog ekosistema.**

Zbog slabe rastvorljivosti u vodi, organohlorni pesticidi ispoljavaju težnju vezivanja za suspendovane čestice i sedimente i, s obzirom na mogućnost njihove desorpcije iz sedimenata, mogu dugotrajno da zagađuju vode.

Zahvatanje nekih pesticida sedimentima (polazna koncentracija svakog pesticida 0,025 mg/dm³, temperatura - 13 °C, zapremina probe 150 cm³)

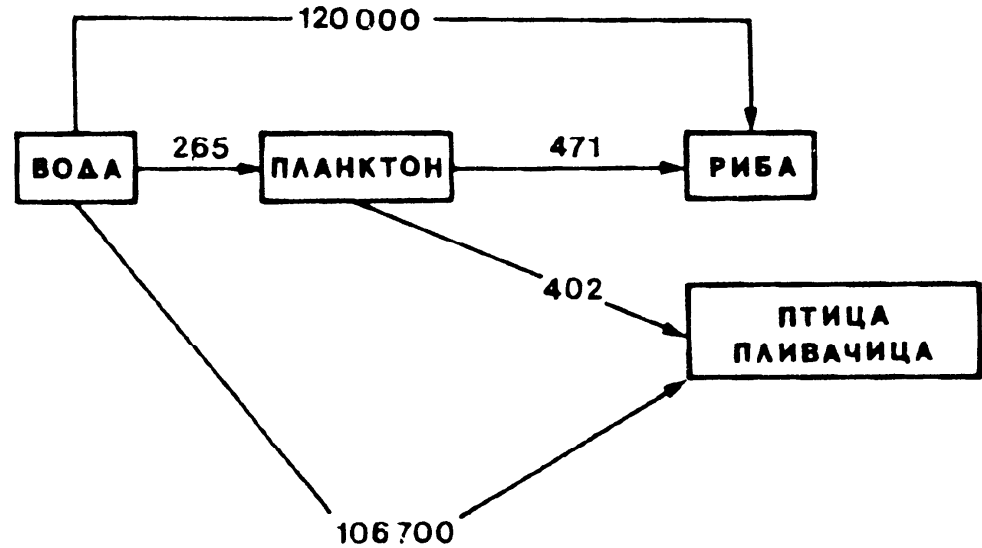
Pesticid	Nedelja	Ostalo pesticida (%)	
		u vodi	u sedimentima
Lindan	0	100	0
	6	0	6,9-32,3
	12	0	8,8-27,7
DDT	0	100	0
	6	0	63,4-68,6
	12	0	78,5-79,7
α-hlordan	0	100	0
	6	0	69,3-90,0
	12	0	78,5-79,7
γ-hlordan	0	100	0
	6	0	65,8-98,9
	12	0	62,7-93,3



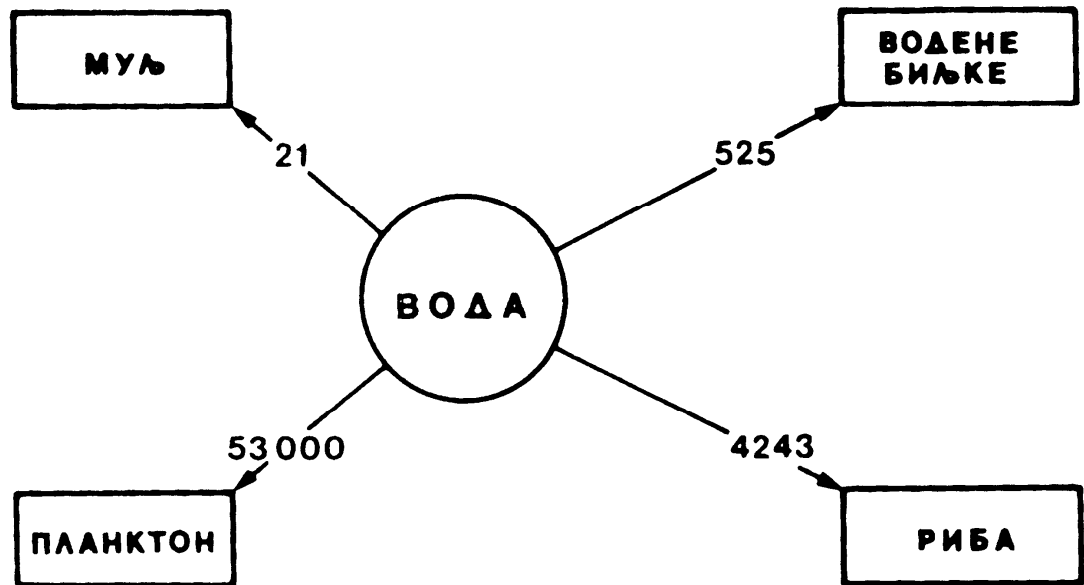
Smer migracije DDT-ja u jezeru (a) i reci (b) (brojkama su prikazane vrednosti koeficijenata akumulacije)

Organohlorna jedinjenja se odlično rastvaraju u mastima, zbog čega dolazi do njihovog nagomilavanja u masnom tkivu ptica, riba i čoveka, u koncentracijama koje zavise od unete doze i metaboličkih specifičnosti živih organizama.

a.



б.





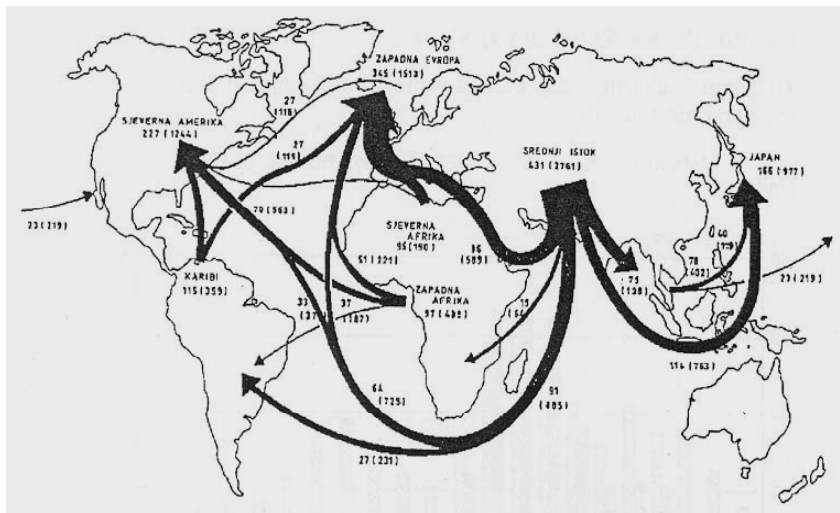
POJEDINI INDUSTRIJSKI AKCIDENTI SA ZNAČAJNIM POSLEDICAMA PO ŽIVOTNU SREDINU

- Među najvećim industrijskim (hemijskim) akcidentima koji su se do sada desili u svetu ubrajaju se:
- eksplozija u „Icmesa“ hemijskoj industriji u gradu Seveso, severna Italija (1976. god.), o
- slobađanje metilizocijanata iz pogona za proizvodnju pesticida u gradu Bopal, Indija (1984. god.),
- požar u skladištu hemijske industrije „Sandoz“ u Bazelu, Švajcarska (1986. god.).



Akcidenti u transportu nafte i derivata

- Prevoz nafte tankerima sve veće nosivosti i pronalaženje novih plovnih puteva, svakim danom povećava opasnost od zagađenja globalnih razmera.
- Upotreba ogromnih tankera, nosivosti preko 200000 tona predstavlja potencijalnu opasnost od zagađivanja ozbiljnih razmera, zbog mogućih udesa prilikom transporta.



PUTEVI NAFTE I
DERIVATA NA KARTI
SVIJETA

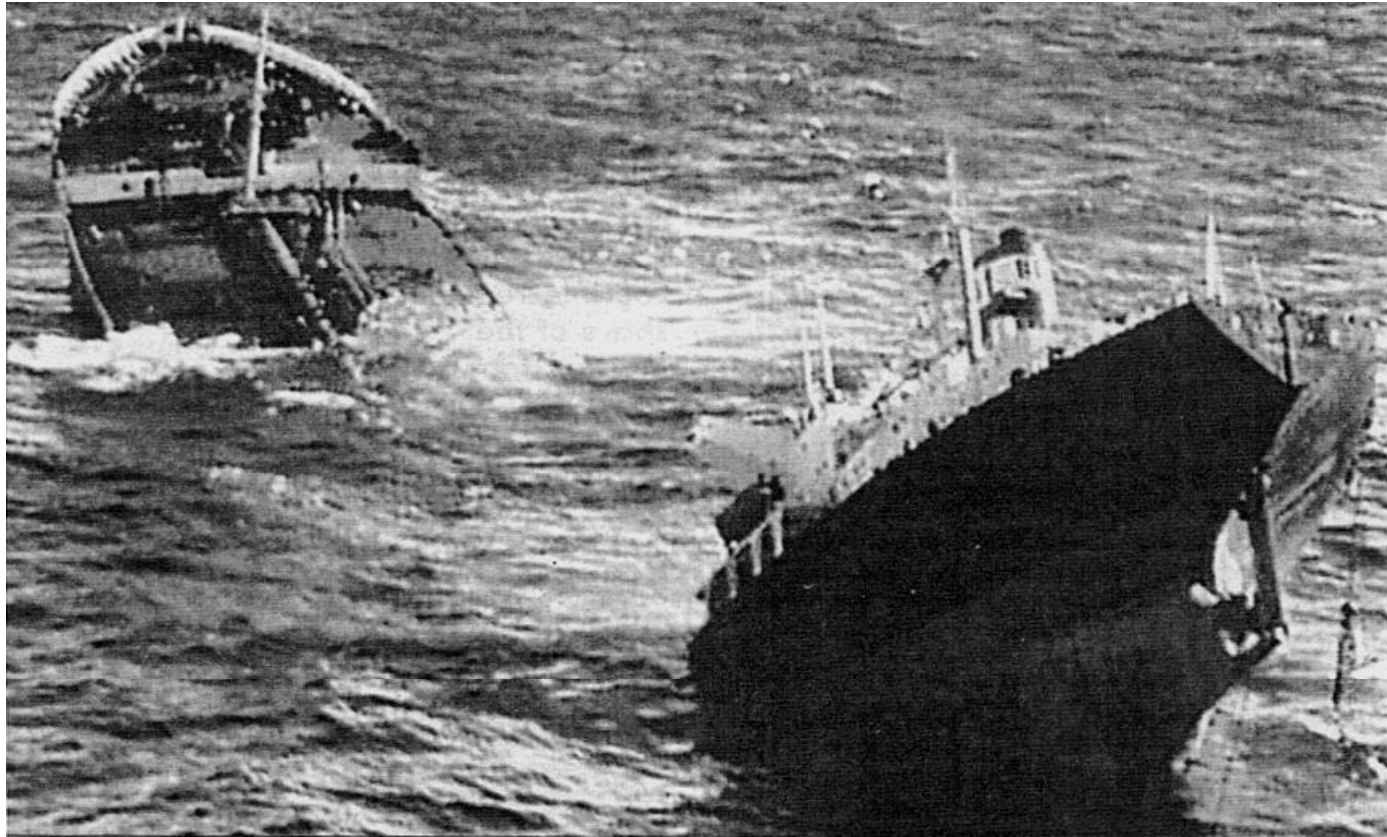


Pregled najznačajnijih havarija tankera

Godina	Mesto havarije	Vrsta zagađenja	Količina izlivenog zagađenja (t)
1907	ostrvo Sili (V. Britanija)	kerozin	12000
1957	blizu obale Kalifornije	dizel gorivo	8000
1965	blizu Engleske obale	nafta	119320
1965	zaliv Čedabatko (Kanada)	nafta	10000
1970	San Francisko	nafta	2600
1975	Magelanov moreuz	nafta	50000
1976	ostrvo Uesan	nafta	1200
1978	Biskajski zaliv	nafta	223000
1989	Aljaska	nafta	40000
1989	Kanarska ostrva	nafta	70000
1991	Đenova	nafta	50000



Arcadia tanker,
nosivosti 50.000 tona



Potonuće tankera “Prestiž” koje se 2002 godine dogodilo kod obale Španije, a čije posljedice u razaranju životne sredine, te u ribarskoj privredi, osetile su Španija, Portugalija i Francuska



Katastrofe izlivanja nafte su moguće ...posledice se teško leče ...





Akcidenti u naftnoj industriji uzazvani ratnim dejstvima



Univerzitet u Novom Sadu
Prirodno-matematički fakultet
Departman za hemiju
Departman za biologiju i ekologiju

Božo Dalmacija, Olga Petrović, Srđan Rončević, Ivana Ivančev-Tumbas,
Milena Bečelić, Jelica Simeunović, Jašmina Agbaba, Dragan Radnović,
Nada Lazić, Miljana Đukić

NAFTNO ZAGAĐENJE PODRUČJA RATNO OSTRVO MOGUĆNOSTI PRIRODNE BIOREMEDIJACIJE



Novi Sad, 2004.

Primeri namernog uništavanja naftnih potrojenja su

- **rat u Zalivu 1991. godine** i
- **razaranje rafinerije nafte "Novi Sad" 1999. godine.**





- U Kuvajtu je, uništavanjem preko 700 naftnih bušotina došlo do izlivanja velike količine sirove nafte u more.





- Prema podacima, razaranjem velikog hemijskog industrijskog postrojenja *Shuaiba*, **količina izlivena nafte je iznosila 11 miliona barela ili 1.749.000 tona.**
- Nekontrolisani **požari koji su trajali mesecima**, prouzrokovali su oslobađanje nepoznanate, ali nesumnjivo velike količine ugljovodonika i sličnih organskih polutanata u morski ekosistem.
- Ova ekološka katastrofa nije samo nepovoljno uticala na morski ekosistem Kuvajta, nego se proširila i na severnoistočnu obalu Saudijske Arabije





- **Bombardovanjem rafinerije "Novi Sad" 1999. godine, uništena su ili oštećena gotovo sva procesna postrojenja i veliki deo rezervoarskog prostora.**

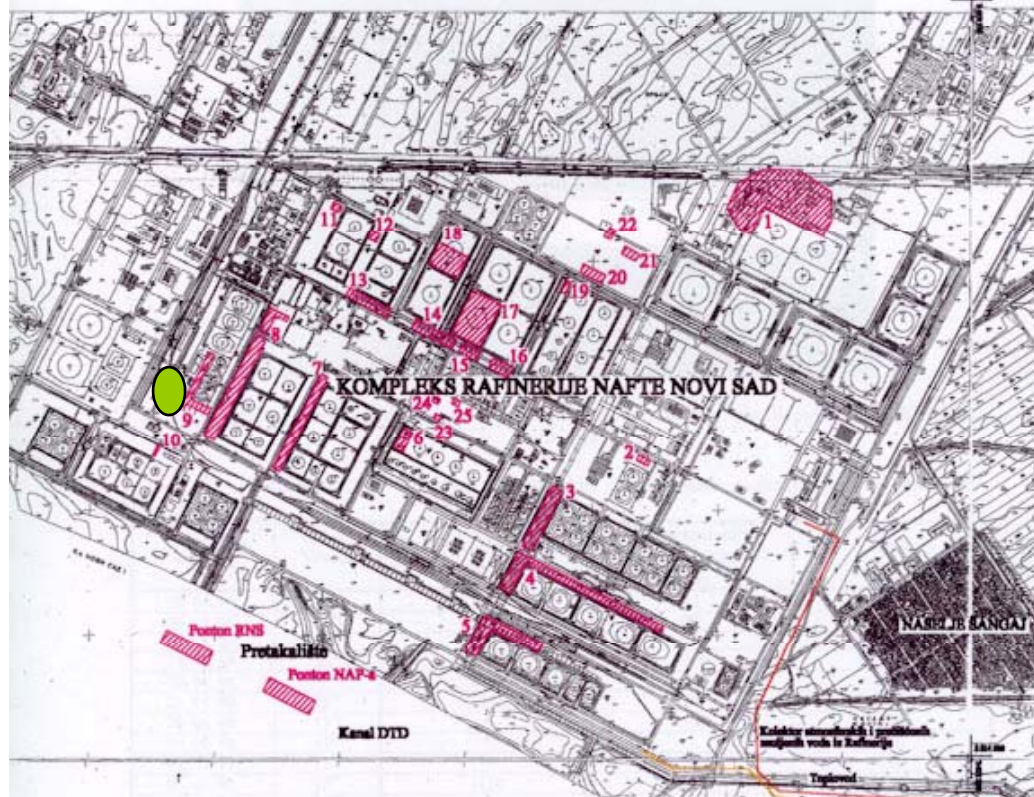




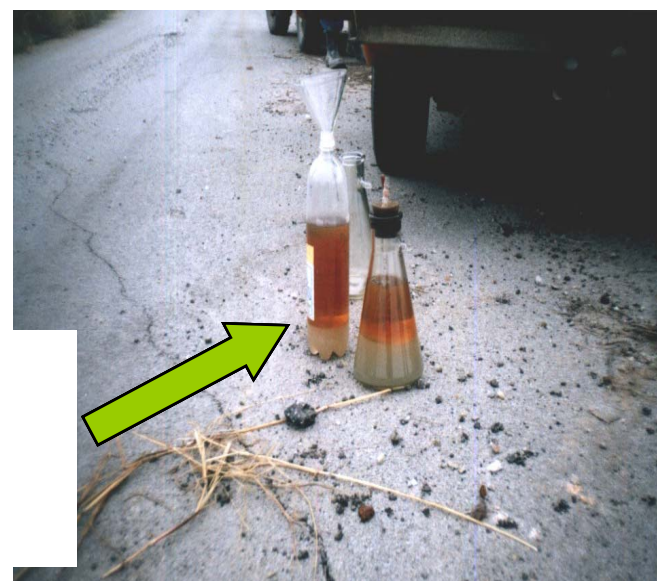
- Tokom bombardovanja dolazilo je do delimičnog izlivanja nafte i derivata u kanalizaciju i zemljište na teritoriji rafinerije.
- Prema procenama, ukupno je **uništeno 73.569 tona nafte, od čega je izgorelo 90%, preko 530 tona se izlilo u Dunav, a ostatak se izlio na zemljište u rafineriji.**
- Na osnovu modela je procenjena emisija štetnih supstanci u vazduh, koja je iznosila: **820 t SO₂, 150 t NO_x, 18 t PAH, 114 t elementarnog ugljenika i 183 t ugljenika organskog porekla**



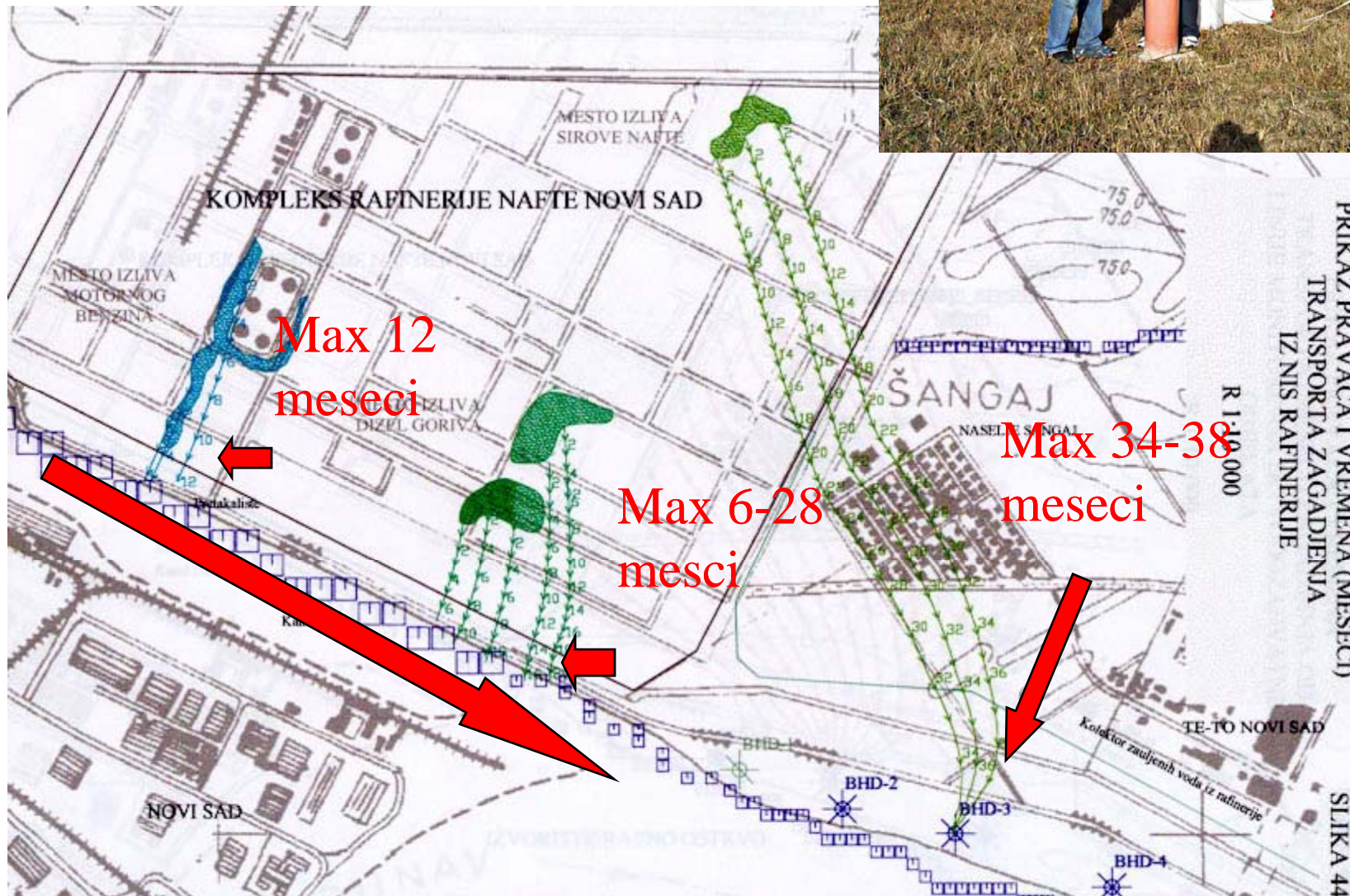
Situacija kompleksa NIS rafinerije “Novi Sad” sa lokacijom kontaminiranih površina zemljišta usled izlivanja nafte i derivata prouzrokovanog bombardovanjem



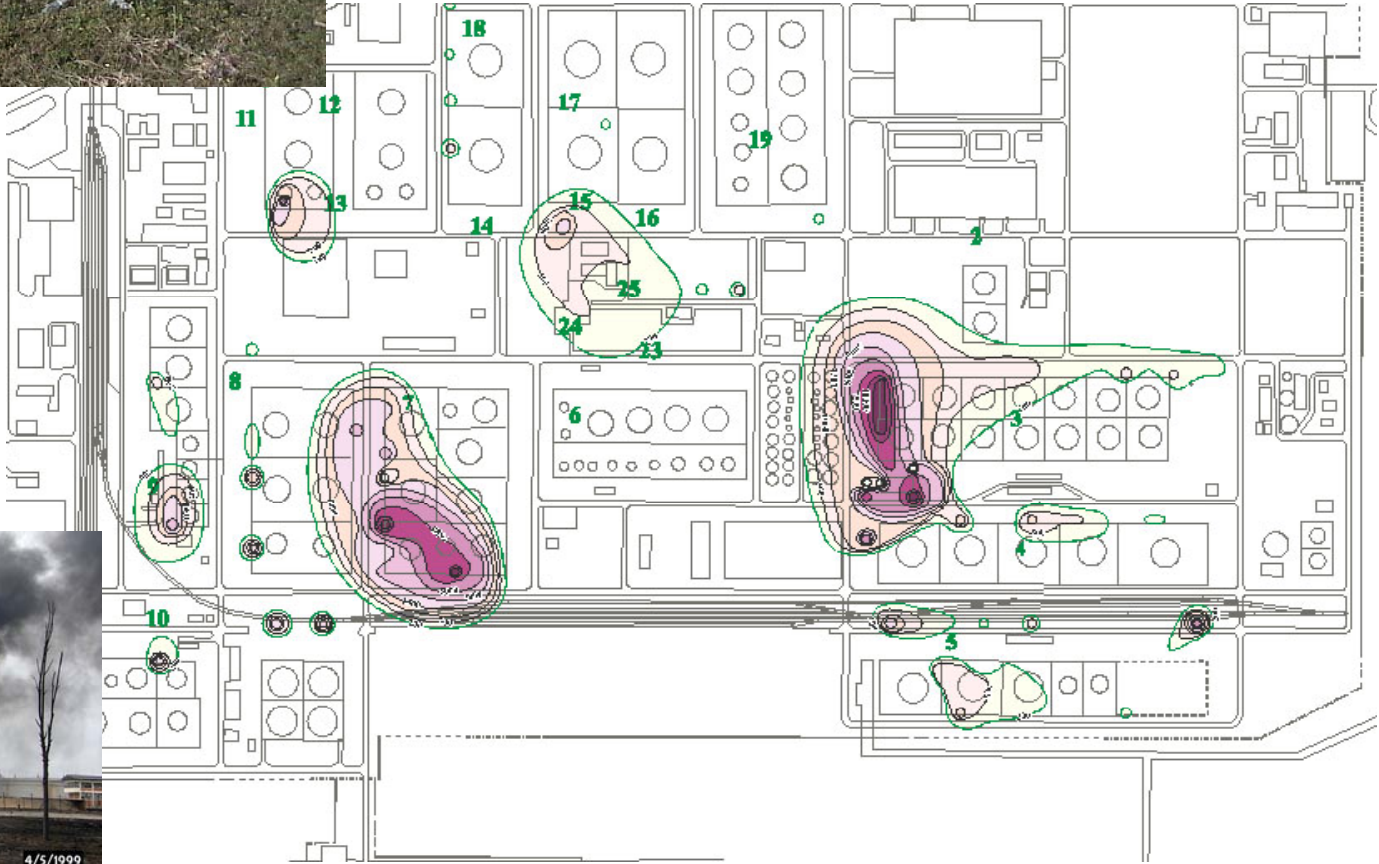
● Lokacija mesta gde se na 3 m ispod površine tla, a iznada površine podzemne vode nalazio slobodan benzin i dizel



Prikaz pravaca i vremena (mesece) transporta zagađenja iz nis rafinerije



Sadržaj volatilnih ugljovodonika u gasnoj fazi na dubini od 1 m





HVALA NA PAŽNJI!