

FIZIKA I EKOLOGIJA

ENVIRONMENTAL PHYSICS

Prof. dr Dragoljub Belić, Fizički fakultet,
Beograd

- ULOGA FIZIKE U ZAŠTITI ŽIVOTNE SREDINE
- ZAGADJIVANJE, ZAŠTITA I PREČIŠĆAVANJE VAZDUHA
- GLOBALNI EFEKTI ZAGADJENJA: STAKLENA BAŠTA, KISELE KIŠE, OZONSKE RUPE
- ZAGADJIVANJE I ZAŠTITA VODA; REŠAVANJE PROBLEMA NASTALIH RADOM TE “NIKOLA TESLA” U OBRENOVCU

ZAGADJIVANJE I ZAŠTITA VODA

- Prema proceni, na zemlji ima oko 1,4 milijarde km³ vode, od čega 97,2% otpada na slanu vodu mora i okeana. Dalje, na polovima i planinama nalazi se oko 2% vode stalno zamrznute u led. Na zemlji nalazimo samo oko 0,8% od ukupne količine rezervi slatke vode, kao površinske i podzemne, koje su u stalnom pokretu - od isparavanja, do padavina i rečnih tokova, jezera i mora. Ovo kruženje je ujedno efikasan način za “prečišćavanje voda”.
- Danas se potrošnja vode kreće od 10 do 1500 l/dan po stanovniku dok u slučajevima visokog standarda potrošnja dostiže i 3000 l/dan po stanovniku. U mnogim sredinama suočeni smo sa nedostatkom kvalitetne vode.

Granične vrednosti imisije - GVI

- Da bi voda (vazduh) bila upotrebljiv za piće (disanje) i uopšte za ljudsku upotrebu, mora imati određene osobine, tj. određene sastojke, a ne sme imati neke druge sastojke preko određene granice. Granica koja određuje maksimalno dozvoljenu količinu neke štetne materije u jedinici zapremine posmatrane sredine naziva se Granična vrednost imisije **GVI** (ranije MDK). Očigledno je da je GVI po svojoj suštini **NORMA KVALITETA**, granica tolerisanja. Najčešće se primenjuje na vodu, vazduh u atmosferi i radnim prostorijama, na životne namirnice, radioaktivno zračenje i drugo.
- Osnovna prednost ove norme je što može lako i neprekidno da se meri. Jedinice su: mg/ml, mg/cm³, ml/m³, ppm, Ci/m³, itd.

Zakonska regulativa o zagadjenju voda

- **Pravilnik o opasnim materijama u vodama, *Sl. Glasnik SRS*, 31/82**
- **Pravilnik o tehničkim i sanitarnim uslovima za upu{tanje otpadnih voda u gradsku kanalizaciju, *Sl. List Grada Beograda* 5-224/98**
- **Pravilnik o higijenskoj ispranosti vode za piće, *Sl. List SRJ* 42/98.**

MDK štetnih materija za vodu

SUPSTANCA	MDK (mg/l)	POKAZATELJ ŠTETNOSTI
• Živa	0.005	sanitarno-toksični
• olovo	0.05	"
• cijanidi	0.01	"
• arsen	0.01	
• bakar	0.1	opšte-sanitarni
• cink	1.0	"
• hrom	0.05	"
• deterdženti (kao ABS)	0.5	"
• trinitrorezorcin	nije normiran	"

Prema zvaničnom tumačenju pravilnika, MDK se odnose na koncentraciju zagadjivača u prijemnom vodotoku u tački potpunog mešanja.

Što se tiče kanalizacije kao recipijenta, Pravilnikom se postavljaju zahtevi da otpadne vode iz naselja, industrije, kao i ostale koje se puštaju u kanalizaciju, ne smeju sadržati:

- Štetne gasove (sumporvodonik, sumpor-dioksid, vodonične okside, cijanovodonik, hlor i slične supstance),
- Zapaljive i eksplozivne supstance,
- Čvrste i viskozne supstance, kao: pepeo, slamu, otpatke metala, plastiku, drvo, staklo, dlake, meso, taloge od prečišćavanja vode,
- Kisele, alkalne i agresivne materije,
- Ostale štetne materije.

U javnu kanalizaciju ne smeju se puštati otpadne vode iz bolnica, klanica, veterinarskih stanica, kafilerija i sličnih ustanova, ako nisu prethodno dezinfikovane, kao i otpadne vode koje mogu štetno uticati na instalacije, gradjevine i uređaje javne kanalizacije. Odredjene su granične vrednosti štetnih materija koje mogu imati otpadne vode prilikom puštanja u javnu kanalizaciju, i to u sledećim količinama:

- organske materija i lako isparljivi derivati nafte	u tragovima
- ulja i masti	100 mg/l
- fenol	0,5 "
- hrom	2 "
- bakar	2 "
- cink	2 "
- nikal	3 "
- gvoždje	15 "
- olovo	2 "
- cijanid	2 "
- detedženti	
anjon aktivni	10 "
nejonogeni	10 "
katjon aktivni	5 "
- radioaktivni materijal sa zračenjem	do 4×10^{-12} Ci/l

Potrošnja vode

Elektroindustrija

- hladjenje velikih kondenzatora, na 1000 kW 280-350 m³
- električni hladnjaci za vazduh, na 1000 kW 350-450

Hemijska industrija

- proizvodnja koksa, na 1 t 8-10
- proizvodnja koncentr. sumporne kiseline 10-15
- natrijva šalitra 20-75
- azotna kiselina 170-270

Prehrambena industrija

- proizvodnja 1 t šećera iz repe 25-35
- klanica na 1 t mesa 4-6
- za 1 t sira 28-32

Industrija masti, sapuna itd.

- za 1 t masti 4
- za 1 t glicerina 30
- za 1 t želatina 1800-2200
- za 1 t lepila od kostiju 300-400

Ispitivanje zagadjenosti voda

- **Fizički pokazatelji** obuhvataju temperaturu, miris i ukus, boju, mutnoću, rezidualne čvrste materije, transparentnost i provodljivost vode.
- **Hemijski pokazatelji** obuhvataju kiselost i baznost, tvrdoću, redoks-potencijal (BPK5, BPK20, HPK) i specifične hemijske analize.
- **Biološki pokazatelji** obuhvataju bakteriološko ispitivanje vode, saprobiološke metode i kompleksne toksikološke metode.

Rastvoreni kiseonik-HPK, BPK

U čistoj vodi rastvoreno je 10 mg/l O₂

BPK5	(mg/l)
- proizvodnja špiritusa	260-300
- " konzervi mesa	do 750
- " kože	900
- " platna	1500
- " vune	2000
- " koksa	4000
- plinogeneratorske stanice	20000

Biološki pokazatelji

Katarobne vode se ne dele u podgrupe.

Limnosaprobne se dele na:

1. ksenosaprobne (x)
2. oligosaprobne (o)
3. betamezosaprobne(β)
4. alfamezosaprobne (α) i
5. polisaprobne vode (p).

Eusaprobne vode se takodje dele na podgrupe:

6. izosaprobne (i)
7. metasaprobne (m)
8. hipersaprobne (h) i
9. ultrasaprobne vode (u).

Transsaprobne vode se dele u tri podgrupe:

- 10.antisaprobne (a)
- 11.radiosaprobne (r) i
- 12.kriptosaprobne (c).

Klasifikacija voda

Vode I klase su najčistije prirodne vode, izvorišta reka i njihovi gornji tokovi. Upotrebljavaju se za piće ili u prehrambenoj industriji. Naseljavaju ih plemenite vrste riba (salmonidi). Nemaju miris, vidljivu boju niti otpadne materije.

Vode II klase su još uvek relativno čiste. Mogu se koristiti za rekreaciju i uz određeno prečišćavanje za snabdevanje gradova vodom. Ne smeju imati miris ni boju, a ostali pokazatelji su navedeni u priloženoj tabeli.

Vode III klase su zagađene prolaskom kroz gusto naseljene i industrijske oblasti. Imaju miris i vidljivu boju, ali se još uvek mogu koristiti u poljoprivredi i nekim granama industrije. Pokazatelji za ove vode imaju znatno više granične vrednosti.

Vode IV klase su sve one vode koje ne spadaju u prethodne tri klase. Vrlo su zagađene i moraju se prečišćavati ako se hoće upotrebljavati u određene svrhe.

<u>Pokazatelj kvaliteta vode</u>	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>Klasa</u>	<u>.</u>
Rastvoreni O ₂ (mg/l)	>8	>6	>4	>3		
Zasićenost sa O ₂						
-saturacija	90-105	75-90	50-75	30-50		
-supersaturacija	-	105-115	115-125	125-130		
BPK ₅ (mg O ₂ /l)	<2	>4	<7	<20		
HPK iz utroška KMnO ₄	<10	<12	<20	<40		
Nefiltrirajući ostatak (mg/l)	<10	<30	<80	<100		
Ukupni rezid ostatak (mg/l)		<350	<1000	<1500	-	
pH vrednost		6,8-8,5	6,8-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0	
Najverovatniji broj kolimorfnih klica		<2000	<100000	<200000	-	
-u vodi za kupanje	-	20000	-	-		
Stepen biol.produktivnosti (samo za jezera)		oligo-trofni	umereno eutrofni	-	-	

-/

<u>Pokazatelj kvaliteta</u>	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>Klasa</u>
Stepen saprobnosti po Libmannu (samo za površinske vode)	oligo-	mezo.	mezosap.	-	
Toksične materije	Ne smeju se nalaziti ni u jednoj klasi iznad propisane granice				
Stepen radioaktivnosti:	Ukupna radioaktivnost tečnih otpadnih tvari koje se u toku jedne godine mogu izliti u reku izračunavaju se po sledećem obrascu:				

$$(F \times A_i) / (Q \times (MDK)_i) < 1$$

gde je: F-faktor sigurnosti (neimenovan broj) koji zavisi od radioloških i hidrololoških osobina reke; Q-prosečan godišnji protok reke (m³); A_i-ukupna radioaktivnost i-tog radionuklida u Ci (MDK)_i-dozvoljena koncentracija i-tog radionuklida u vodi za piće u Ci/m³.

EUTROFIKACIJA

Mogućnosti prečišćavanja otpadnih voda

- MEHANIČKE METODE PREČIŠĆAVANJA VODE sastoje se u uklanjanju mikro i makrosuspendiranih čestica iz vode, organskog i anorganskog porekla. U tu svrhu služe razne vrste taložnica: peskolovi, flotatori ulja, itd. Princip rada ovih uređaja zasniva se na različitim specifičnim težinama suspendiranih čestica i vode. Pre nego što voda dodje u te uređaje, iz nje se uklanjaju sve plivajuće makrotvari, kao papir, ostaci drveta, plastike, itd., i to na sistemu grubih i finih usitnjavanja makrotvari u napravama koje se nazivaju kominutori. Njihova primena je vrlo široka. Flotatori uglavnom služe za odvajanje materija lakših od vode, kao što su sve vrste ulja i masti. Razne vrste flotatora primenjuju se u tehnici pročišćavanja otpadnih voda u naseljima, kao i specifičnim industrijskim granama.

- **HEMIJSKI NAČIN KONDICIONIRANJA** se koristi pri flokulaciji i neutralizaciji. Flokulacijom se naziva proces stvaranja pahuljica-flokula, dodavanjem vodi izvesnih hemikalija, oko kojih se hvataju suspendovane čestice koje lebde u vodi. Kako se optimalna vrednost pH vode kreće od 6 do 8, prethodno se mora izvršiti neutralizacija, bilo sa alkalnog ili kiselog područja, na optimalnu vrednost. Ovde se mogu primeniti i razne druge hemijske reakcije koje imaju zadatak da grade nerastvorne i rastvorljive spojeve (jedinjenja). Neke od hemijskih reakcija su dobro poznate, te se primenjuju u standardnim metodama, dok se mnoge specifične reakcije moraju prethodno laboratorijski ispitati. Postoje različite hemijske metode i uglavnom su patentirane.

- **BIOLOŠKI POSTUPCI PREČIŠĆAVANJA.** U prva dva postupka se radi na selekciji, tj. odstranjivanju nepoželjne organske, odnosno pretežno anorganske materije, suspendovane ili rastvorene u otpadnoj vodi. Time se postiže to da se u trećoj fazi, tj. u biološkom pročišćavanju, obradi, u principu samo organska materija, odnosno jedinjenja. Kako je već ranije istaknuto razlaganje organskih jedinjenja događa se pod uticajem bakterija. U aerobnom postupku se biodekompozicija organske materije događa uz prisustvo kiseonika, u anaerobnom bez prisustva kiseonika u vodi. Sve dok u nekom vodotoku ima i najmanja količina kiseonika biološki procesi su aerobni. Kada se sav kiseonik utroši, tada su procesi biorazgradnje anaerobni.

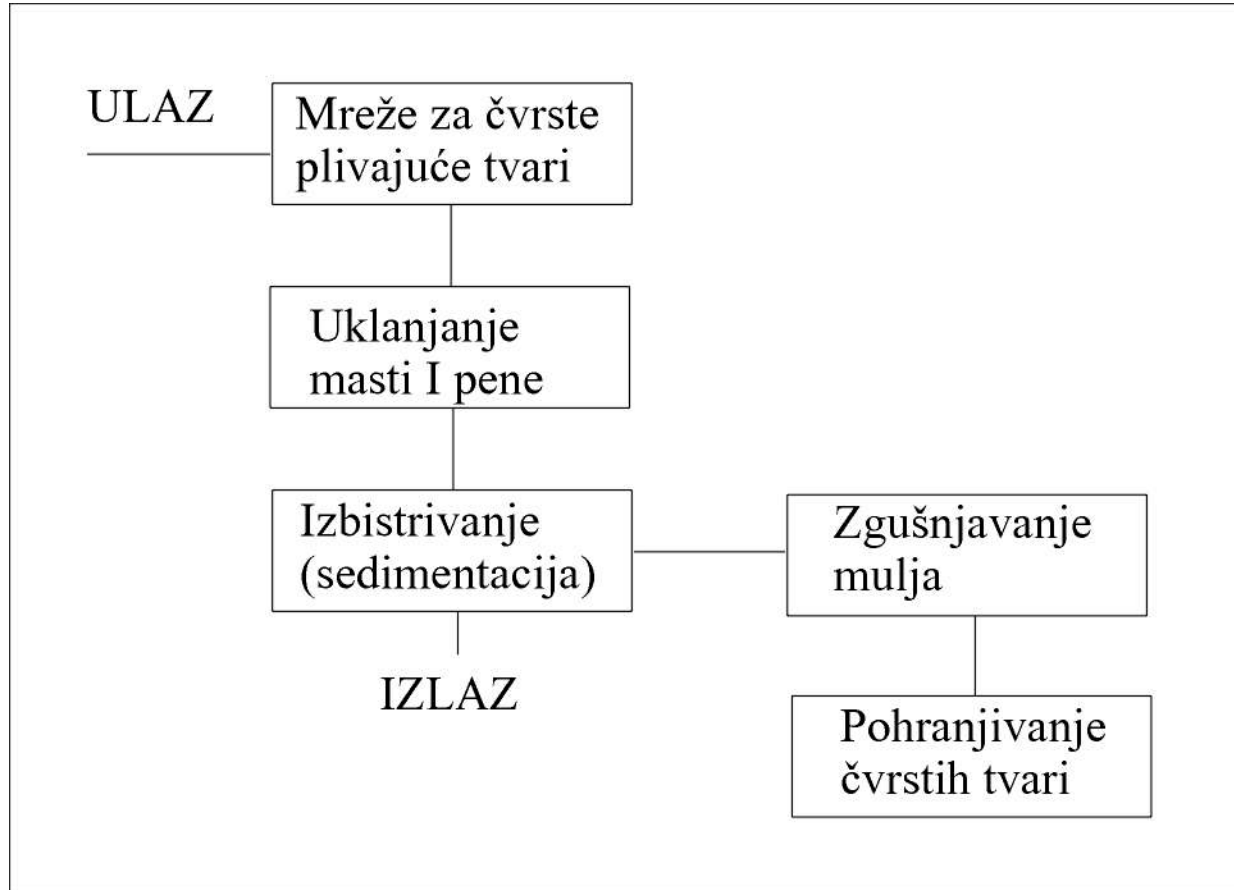
U svrhu biološke razgradnje, otpadnoj vodi se na veštački način može dovesti veća količina kiseonika u kraćem ili dužem periodu: to dovodjenje kiseonika, pomoću vazduha iz atmosfere može se postići na sledeće načine:

1. Doziranjem vazduha pomoću kompresora niskog pritiska kroz sistem cevi položen uz dno bazena
2. Horizontalni rotori, odnosno valjci, imaju radijalne nastavke poput ježevih igala
3. Vertikalne turbine
4. Prokapnici rade na principu prokapavanja vode preko tela od lomljenog kamena.

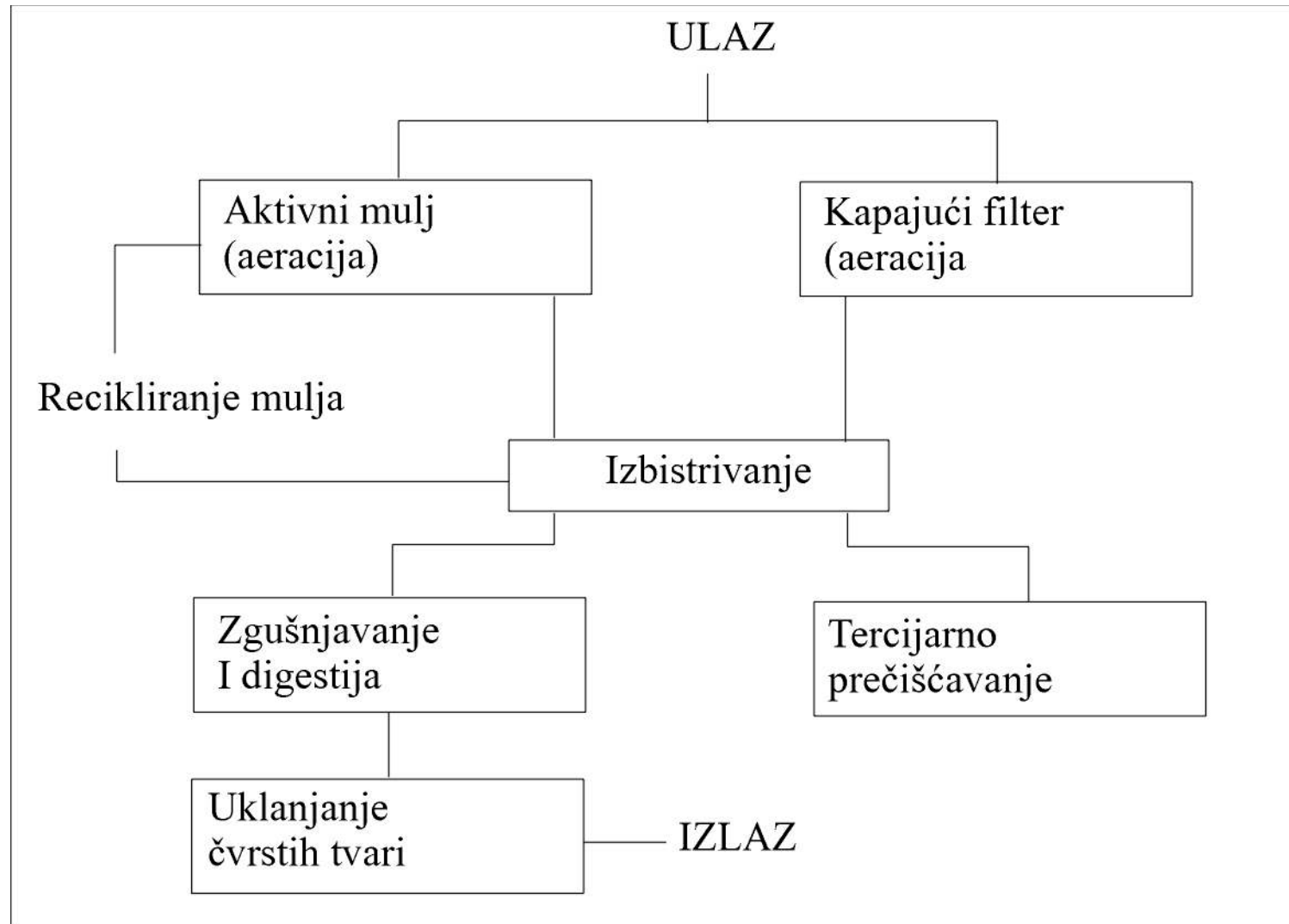
Paradoksalno je opšteprihvaćeno mišljenje da su vrela i vodopadi "zdravi" i da se kada pada kiša najlepše spava i odmara. Iz gornjeg izlaganja je jasno da se u takvim slučajevima kiseonik iz vazduha intenzivno apsorbuje, a san je posledica zamora organizma usled njegovog nedostatka. Ovu hipotezu treba proveriti.

Prečiščavanje gradskih odpadnih voda

PRIMARNO PREČIŠČAVANJE



SEKUNDARNO PREČIŠĆAVANJE



TERCIJARNO PREČIŠĆAVANJE

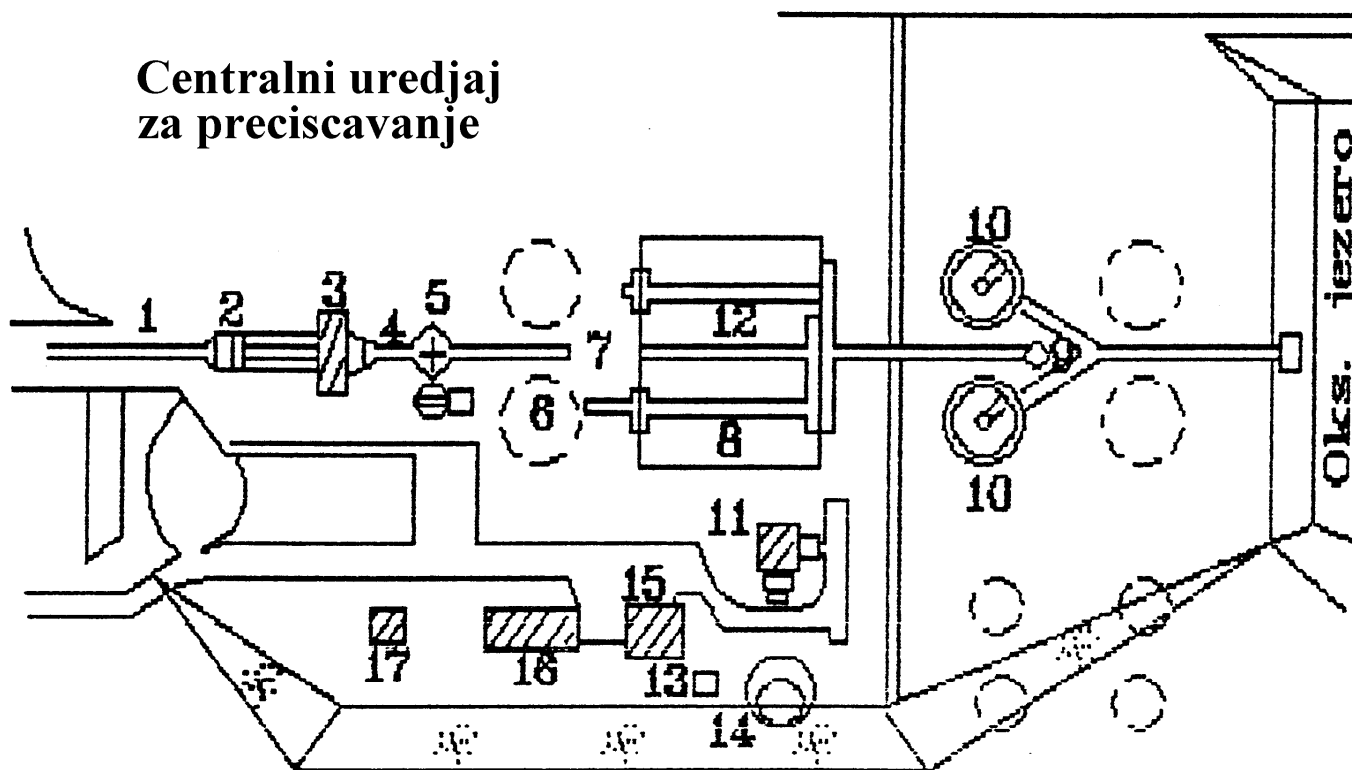
TEHNIKE PREČIŠĆAVANJA:

- Adsorpcija na aktivnom uglju
- Ultrafiltracija
- Uklanjanje rastvorenih jonskih materija
- Elektrodijaliza
- Jonska izmena
- Uklanjanje bakterija i virusa
- Uklanjanje azota i fosfora

Prečišćavanje industrijskih otpadnih voda

- Neutralizacija
- Hemijska oksidacija i redukcija
- Sedimentacija
- Izbistrivanje
- Filtracija
- Flotacija
- Jonska izmena
- Laguniranje
- Adsorpcija
- Incineracija ili sagorevanje
- Tornjevi za hladjenje
- Izdvajanje teških metala

Primer sanacije Palićkog jezera



1. Glavni kolektor, 2. Gruba rešetka, 3. Crpna stanica, 4. Fina rešetka, 5. Peskolov, 6. Vodomer, 7. Razdelna gradjevina, 8. Aeracioni bazen, 9. Razdelna gradjevina, 10. Naknadni taložnik, 12. Stabilizacioni bazen, 13. Crpka za višak mulja, 14. Zgušnjivač mulja, 15. Izvod vode, 16. Komandna zgrada.

Neke nove tendencije u zaštiti i ekonomiji voda.

- **Podizanje šuma u slivovima rezervisanim za akumuliranaje površinske pitke vode**
- **Recirkulacija vode kao mera unapredjenja životne sredine**

Učitelj zen-budizma pita učenika - da li si se jutros umio. Jesam. Šta si sa vodom uradio? Prolio sam je. Nisi dobro postupio, trebao si njome da opereš pod, a zatim da zaliješ cveće!
- **Korišćenja otpadnih materijala iz zagadjene vode - primer**

Sastav crvenog mulja-Mostar	(%)	1 t mulja sadrži (kg)	cena din/toni	vrednost u dinarima (?)
Al ₂ O ₃	10,54	105,4	1.253	132
Fe ₂ O ₃	3,76	537,6		
sirovo gvoždje	37,58		1.665	626
SiO ₂	5,56	55,6		
TiO ₂	7,13	71,3	10.100	720
ZnO ₂	0,14	1,4	18.930	26
Na ₂ O	3,06	30,6	2.580	79
Ukupno	100%	1.000	-	1.583

REŠAVANJE EKOLOŠKIH PROBLEMA NASTALIH RADOM TERMoeLEKTRANA “NIKOLA TESLA” A i B

- ❑ IZVRŠILAC: HP INSTITUT ZA OPŠTU I FIZIČKU HEMIJU,
Studentski trg 12, 11000 Beograd
Za izvršioca: dr Branislav Simonović, direktor
- ❑ Rukovodioci projekta:
Prof. dr Dragoljub Belić, dr Zorka Vukmirović
Koordinator: Milutin Komanović

Beograd, Obrenovac, 2002-2003.

SARADNICI:

prof. dr Miloš Grujić,
prof. dr Ksenija Petovar,
prof. dr Predrag Polić,
prof. dr Dinko Knežević,
dr Branislav Simonović,
dr Vladan Joldžić,
dr Marina Ilić,
dr Mileta Perišić,
dr Dragana Vujanović,
dr Pavle Pavlović,
dr Miroslava Mitrović,
dr Aleksandar Popović,
dr Predrag Lazić,
mr Đorđina Milovanović,
mr Vesna Jokić,
prim. dr Elizabet Paunović,

mr Ivica Ristović,
mr Ljubiša Nešić,
mr Dragana Đorđević,
Dragica Kisić,
Saša Miletić,
Tanja Vuković,
Dubravka Radmanović,
Milorad Moračić,
Dragan Mitrović,
Jelena Jacović,
Aleksandra Tomašević,
Gorana Stratijev,
Dragan Dimitrijević,
dr Mirjana Domić,
dr Goran Došev
Milutin Komanović

Rukovodioci potprojekata

 Prof. dr K. Petovar	 Dr. V. Joldžić	 Dr. E. Paunović
 Dr. B. Simonović	 Dr. Z. Vukmirović	 Dj. Milovanović
 Prof. dr D. Belić	 Dr. M. Perišić	 Prof. dr P. Polić
 Dr. D. Djordjević	 Prof. dr M. Grujić	 Dr. D. Knežević
 Dr. P. Pavlović	 Dr. M. Ilić	 M. Komanović

REŠAVANJE EKOLOŠKIH PROBLEMA NASTALIH RADOM TERMOELEKTRANA “NIKOLA TESLA” A i B

1. SMANJENJE UTICAJA TENTA-a NA LOKALNU ZAJEDNICU

- 1.1. Predlog za poboljšanje socio-ekonomskih uslova i sprovođenje pravnih normi u oblasti zaštite životne sredine na principima održivosti rada TENT-a.**
 - 1.1.1. Socijalni razvoj i uslovi življenja stanovništva i domaćinstava na području uticaja Termoelektrane Nikola Tesla u Obrenovcu.**
 - 1.1.2. Pravni aspekti rešavanja problema emisije i odlaganja pepela iz TENT-a Obrenovac**
- 1.2. Sistematsko praćenje štetnih uticaja TENT-a na zdravlje lokalnog stanovništva i predlog preventivnih mera.**

2. KONTINUALNO MERENJE EMISIJE I MONITORING UTICAJA TENTA-a NA KVALITET VAZDUHA

- 2.1. Predlog rešenja za kontinualno merenje emisije čestica i gasova iz TENT-a Obrenovac.**
- 2.2. Predlog novog i unapredjenje postojećeg monitoring sistema za određivanje uticaja TENT-a na kvalitet vazduha u Obrenovcu i Beogradu.**

3. SMANJENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA U DIMNIM GASOVIMA

3.1. Smanjenje emisije štetnih gasova.

3.2. Predlog rešenja za povećanje efikasnosti elektrofiltara i smanjenje emisije čestica.

4. SMANJENJE UTICAJA TENT-a NA POVRŠINSKE I PODZEMNE VODE

4.1. Predlog i analiza rešenja za prečišćavanje i upravljanje otpadnim vodama TENT-a.

4.2. Predlog novog i unapredjenje postojećeg monitoring sistema za određivanje uticaja TENT-a na površinske i podzemne vode u okolini.

5. SMANJENJE UTICAJA PROCESA OTPEPELJIVANJA, I ODLAGANJA ŠLJAKE NA ŽIVOTNU SREDINU

5.1. Analiza stanja i definisanje programa mera i postupaka za tehničko-tehnološko i ekološko unapredjenje stanja na deponijama pepela i šljake TENT-a A i B.

5.2. Analiza mogućih rešenja rekonstrukcije sistema za transport pepela i šljake TENT-a A.

5.3. Predlog mogućih rešenja biološke rekultivacije deponija pepela i šljake TENT-a.

5.4. Primena letećeg pepela za proizvodnju "Low energy" građevinskih materijala.

PREDLOG REŠENJA ZA POVEĆANJE EFIKASNOSTI ELEKTROFILTARA I SMANJENJE EMISIJE ČESTICA

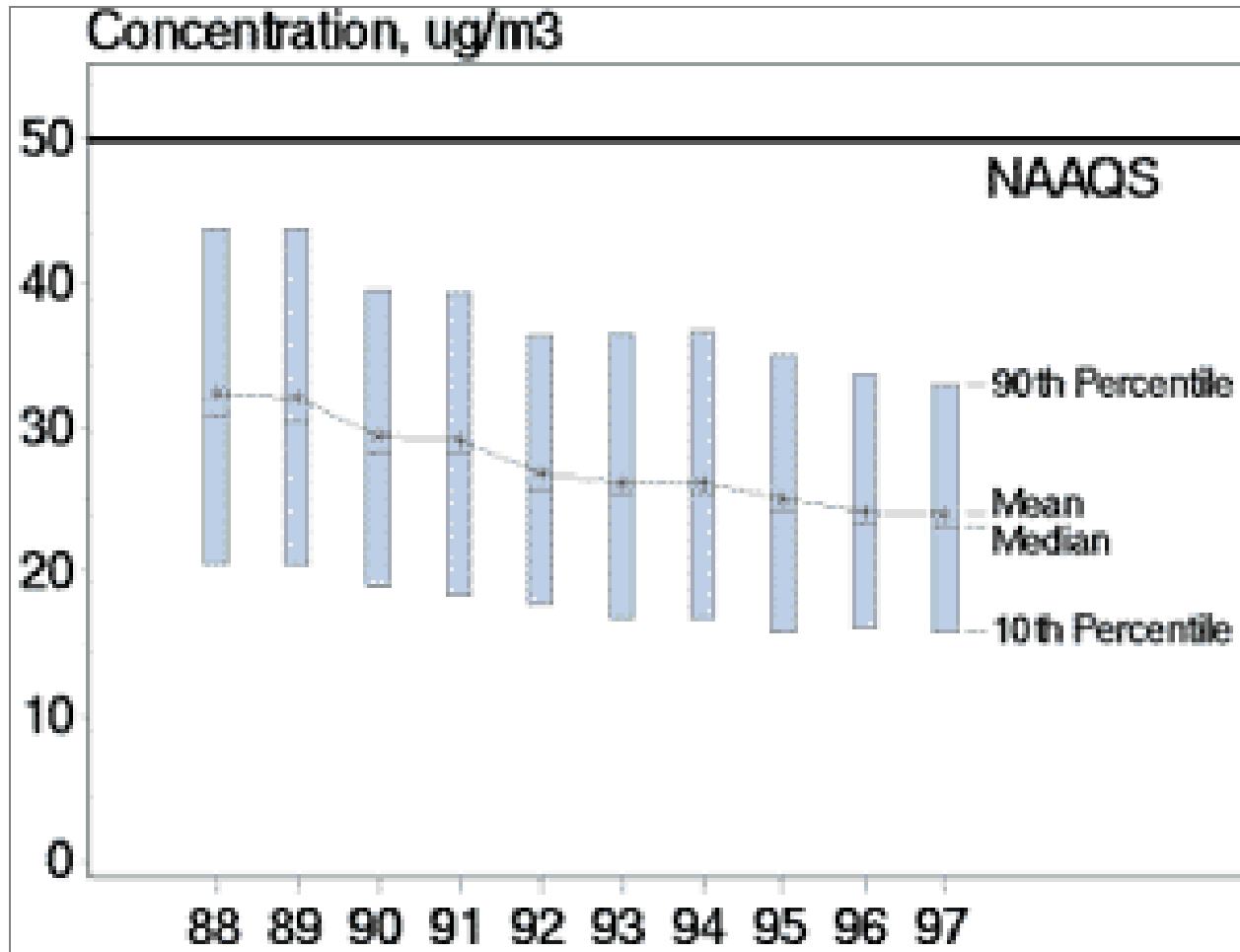
Prof. dr Dragoljub Belić, Fizički fakultet, Beograd

Dragica Kisić, dipl. ing, TENT, Obrenovac

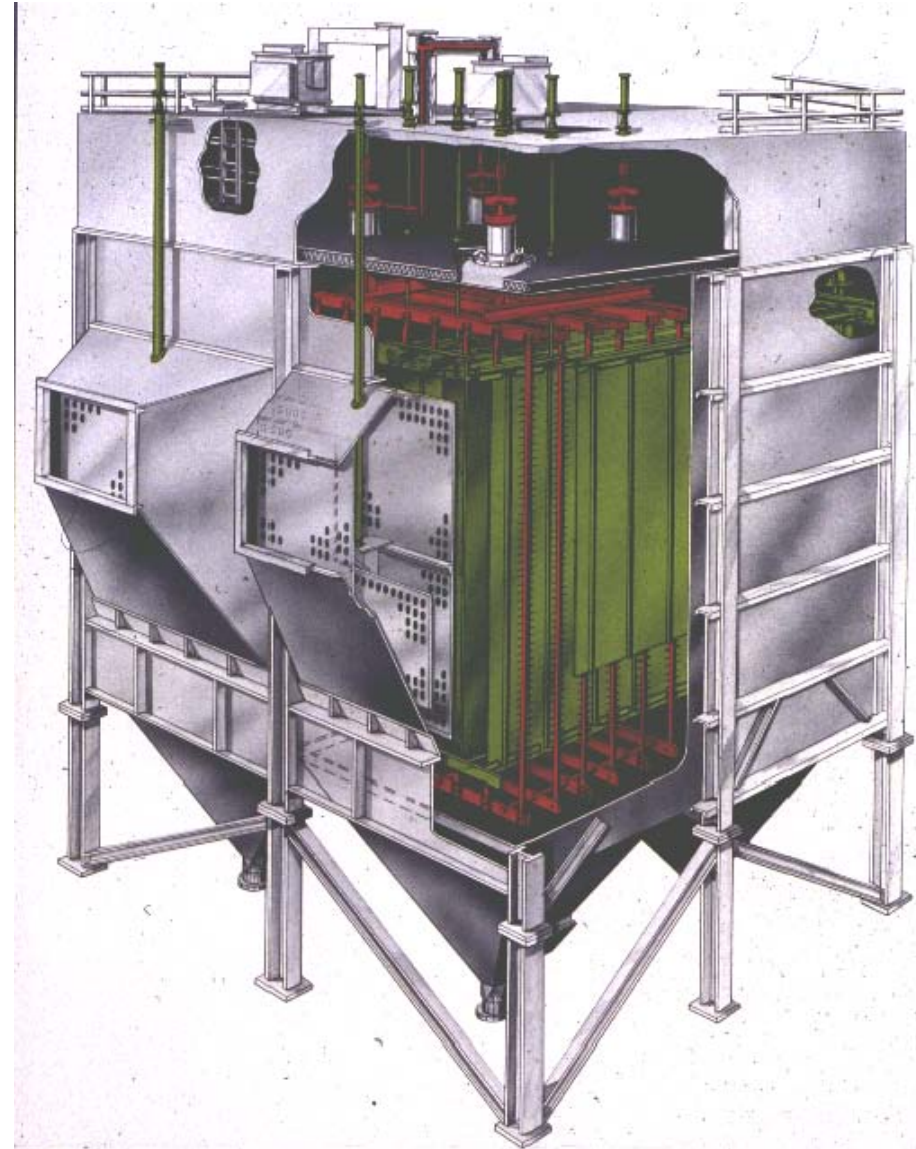
Gorana Stratijev, dipl. ing, TENT, Obrenovac

Dragan Dimitrijevic, dipl. ing, TENT, Obrenovac

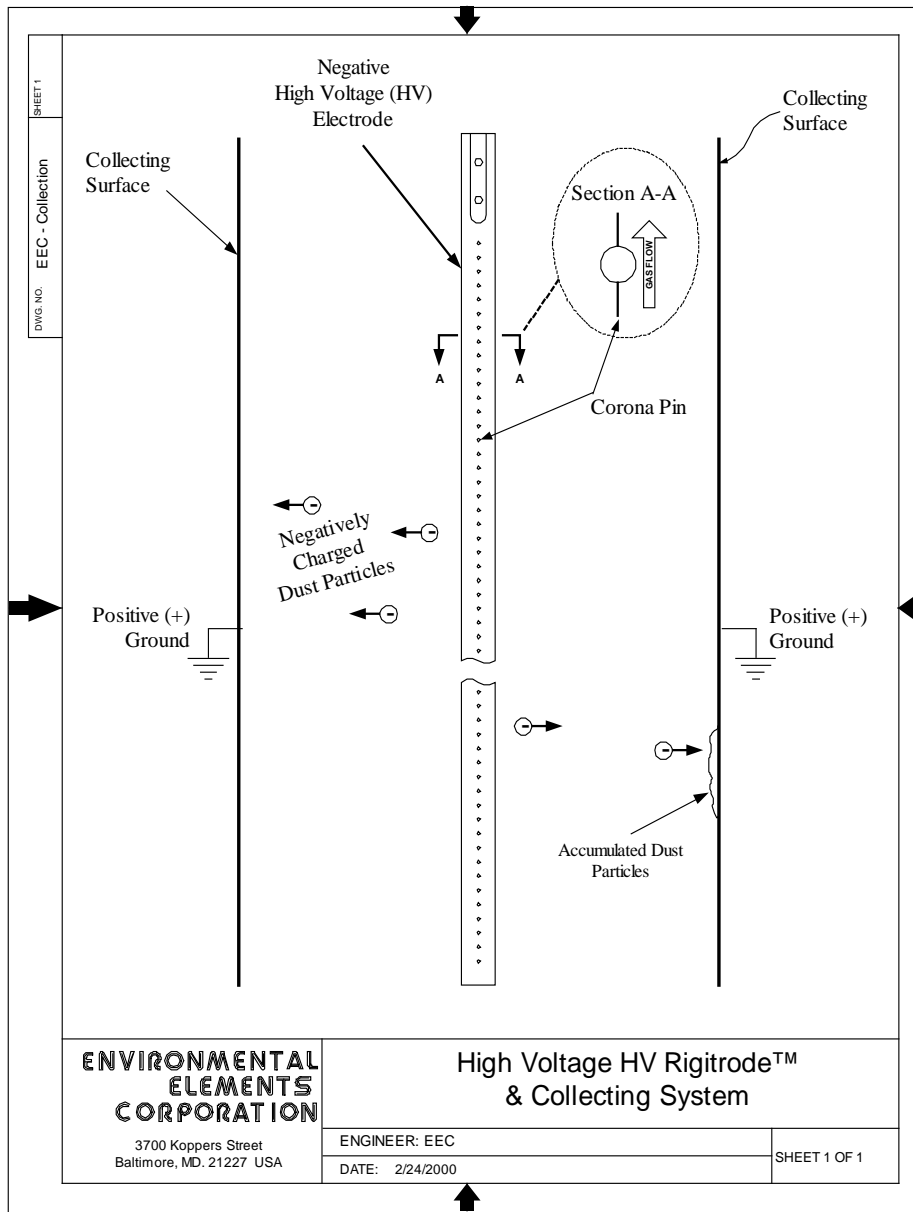
GVE i GVI vrednosti



Na osnovu važeće domaće i EU
regulative
za sve blokove TENT A i B
**GRANIČNA VREDNOST EMISIJE
(GVE)**
iznosi 50 mg/m³
(svedeno na 0°C, 1013 mbar, 6% O₂ i suv
gas).



Elektrostatički taložnici



Princip rada elektrofiltra

Efikasnost izdvajanja:

$$\eta = [1 - \exp(-Qw/S)] \times 100\%$$

(Deutch-ova formula)

Q – protok gasa

W – brzina proticanja gasa

S – površina kolektorskih elektroda

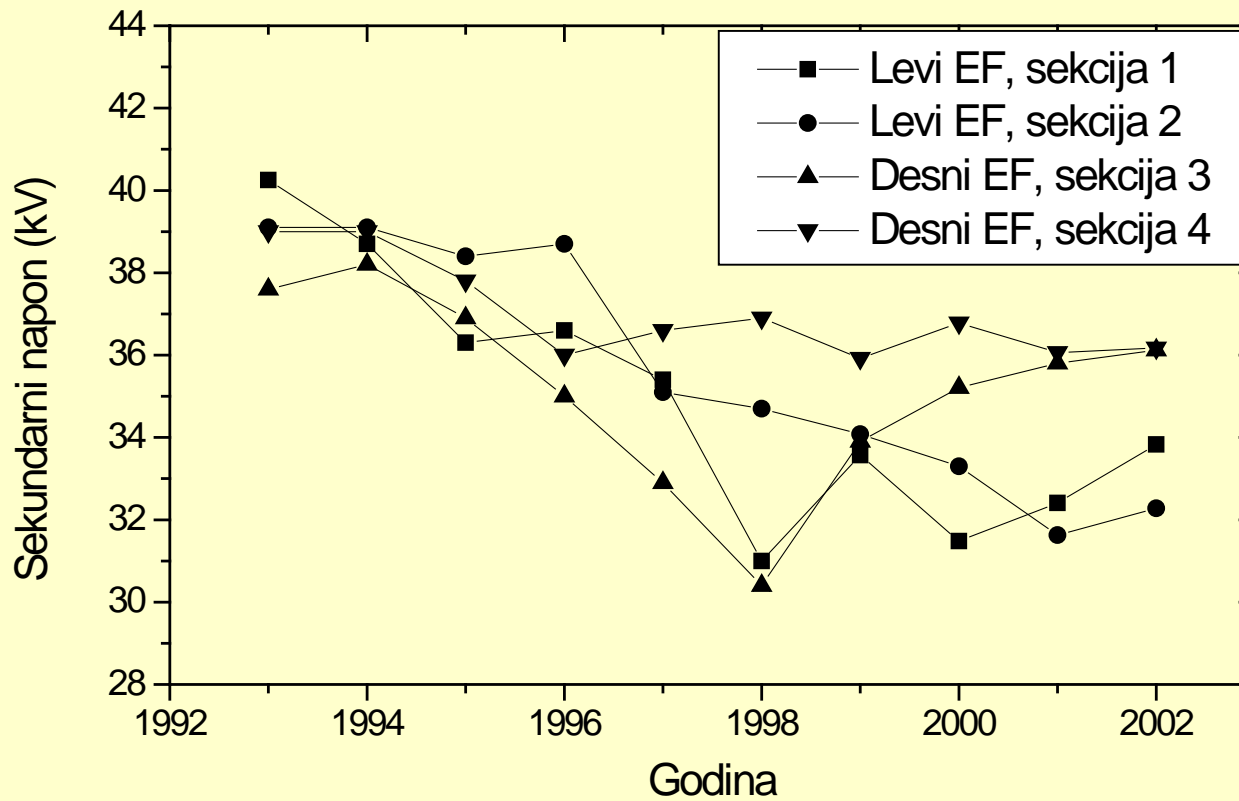
Pregled karakteristika i stanja EF TENT A i B

Blok	God. Izgr.	Br. sekcija	V.N. (kV)	Protok 10 ³ m ³ /h	Emisija (mg/m ³)	η %
A1	1970	4	55/35	1100	2.300	<u>91,5</u>
A2	1970	4	55/37	1100	2.560	<u>91,4</u>
A3	1076	8	90/90	1400	110	99,7
A4	1978	8	90/55	1300	210	99,6
A5	1979	8	90/55	1400	110	99,6
A6	1979	12	90/53	1400	110	99,5
B1	1983	16	47-55	2500	32	99,92
B2	1985	16	38-65	2800	30-(200)	99,7

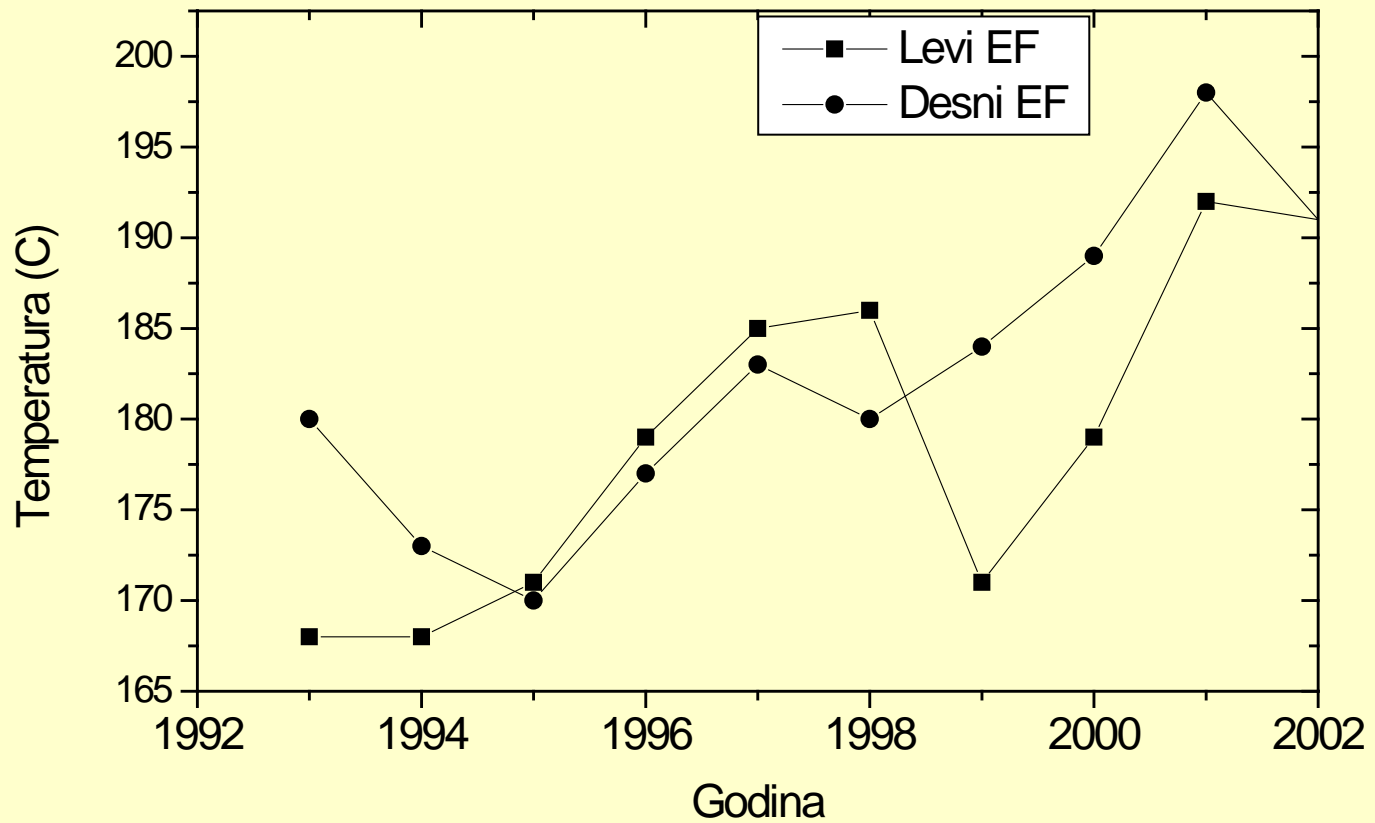
Uzroci ovakvog stanja:

- Elektrofiltre A1 i A2 potprojektovani
- Pad visokog napona
- Povećana temperatura dimnih gasova
- Prevelika brzina dimnih gasova
- Oštećenja emisionih i kolektorskih elektroda
- Ispadi pojedinih sekcija

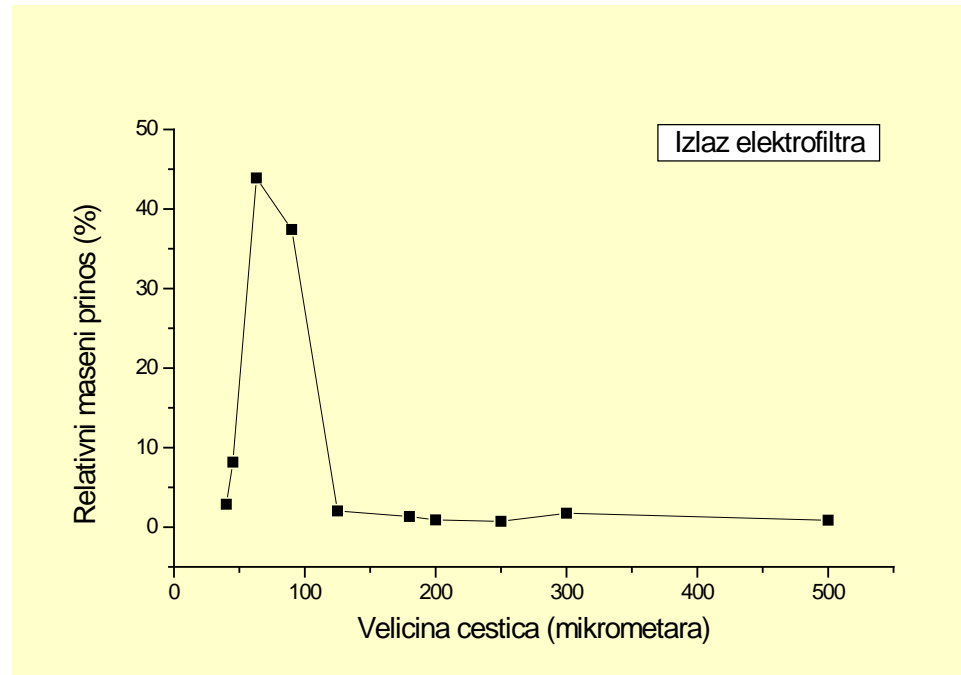
Pad visokog napona na EF A1



Porast temperature dimnih gasova



Raspodela čestica po veličinama



Brzina strujanja dimnih gasova 2,6 m/s

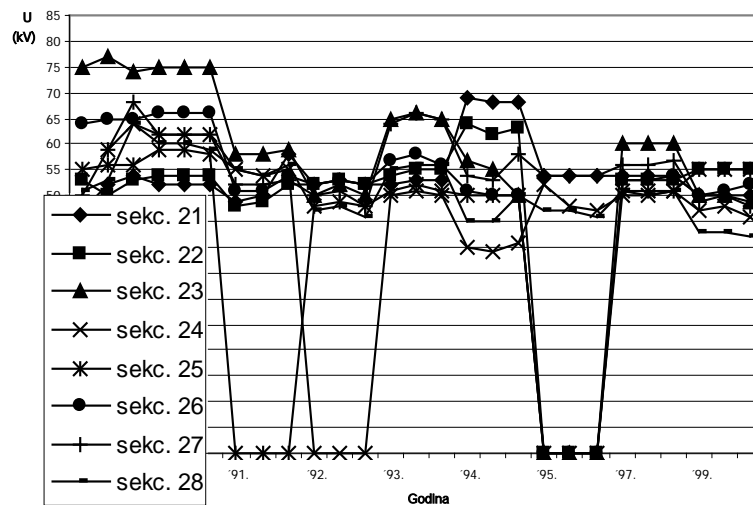
Tabela 7. Emisija pepela pri različitim pogonskim slučajevima rada EF TENT-a A

Blok	EF	Pogonsko stanje EF		η_{EF} (%)	C (mg/m ³)	Specifična emisija (kg/MWh)	Godina ispitivanja						
		Oznaka sekcije	Neispravna sekcija										
A1						6,16	*						
A2						7,45	*						
A3	LEF	2	4	Izlazna	96,83	1390	2,784	1985					
		1	3										
						0,68	*						
A4	LEF	2	3	Ulazna	99,70	68							
		1	4										
		2	4										
		1	3										
		2	3						Izlazna	93,80	1696		
		1	4										
						0,60	*						
A5	LEF	2	4	Izlazna	97,24	1364	2,993	1995					
		1	3										
		2	4	Izlazna	95,47	1577	3,460						
		1	3										
		2	4	Izlazna	94,33	1588	3,376						
		1	3										
	DEF	8	6	Ulazna	99,43	252	0,580	1997					
		7	5										
		8	6		99,82	56	0,134						
		7	5										
8	6		99,88	32	0,076								
7	5												
						0,38	*						
A6	DEF	9	12	Srednja	98,61	472	1,608	1988					
		8	11										
		7	10										
							0,56	*					

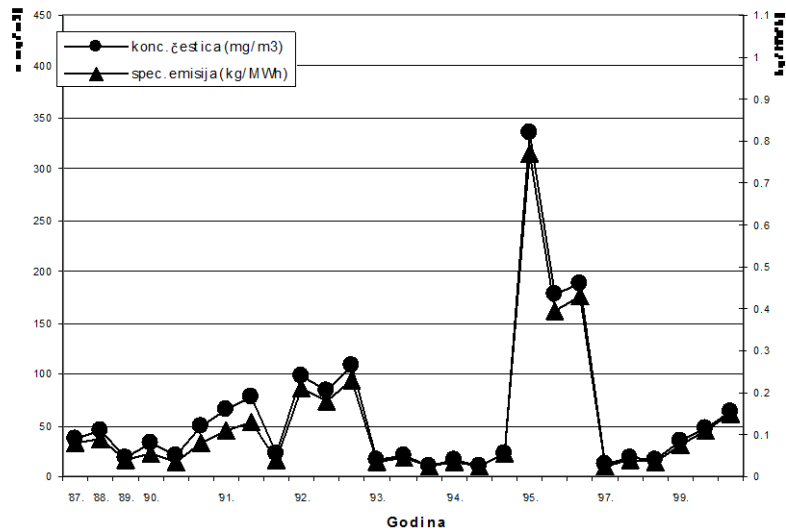
* Prosečne vrednosti pri ispravnom radu svih sekcija EF za period 1990–2001.

 - neispravna sekcija

Vrednosti sekundarnog napona sekcija levog EF bloka B2



Vrednosti emisije čestica iza levog EF bloka B2



MOGUĆA REŠENJA:

- Delimična rekonstrukcija (Partial Upgrades) ili
- Potpuna rekonstrukcija (Major Upgrades).

Delimična rekonstrukcija elektrofiltara obuhvata:

- Modifikaciju distribucije strujanja dimnih gasova
- Rekonstrukciju napajanja, dodatni transformatori
- Automatska kontrola i “on-line” optimizacija rada postrojenja
- Instalacija aglomeratora finih čestica
- Prilagodjavanje komponenata novim tehničkim rešenjima
- Povećanje površine kolektorskih elektroda
- Instalacija elektroda sa visokom specifičnom emisijom elektrona
- Instalacija demontažnih emisionih elektroda
- Uvodjenje novog sistema za otresanje elektroda
- Programabilno otresanje emisionih i kolektorskih elektroda

Potpuna rekonstrukcija elektrofiltara obuhvata:

- Uvodjenje novih sekcija
 - Nove ulazne sekcije
 - Nove izlazne sekcije
- Povećanje površine kolektorskih elektroda
 - Podizanjem krova
 - Dodavanjem novih polja u postojećem kućištu
- Dodatno kućište
 - Dodatno paralelno kućište
 - Dodatno serijsko kućište

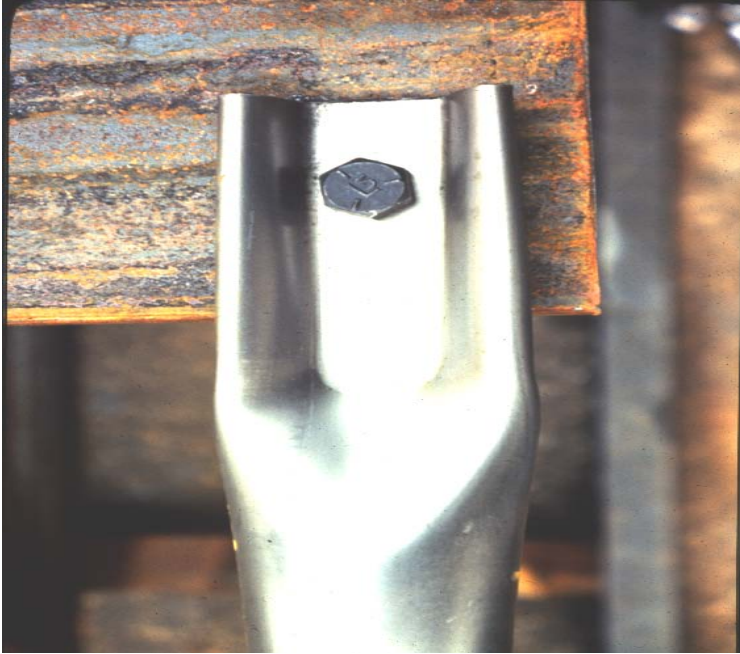
- Odluka o stepenu rekonstrukcije pojedinih elektrofiltarskih postrojenja zavisi od postojećeg stanja postrojenja, parametara određenih snagom i tehničkim karakteristikama bloka, kalorične moći i kvaliteta uglja koji će se koristiti i zahteva koje postrojenja treba da ispune u smislu koncentracije čvrstih čestica emitovane na izlazu.

PREDLOŽENA REŠENJA:

Blokovi A1 i A2.

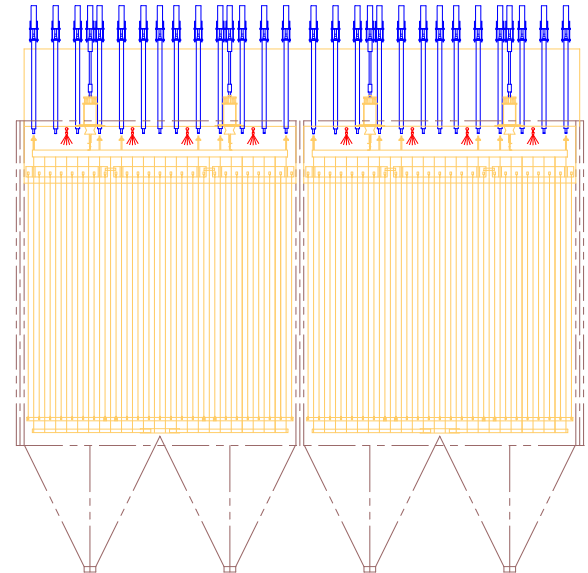
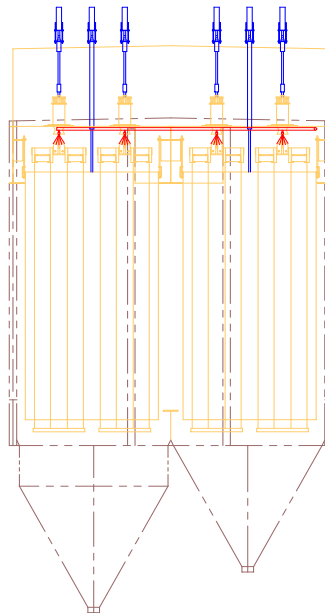
Predložena je izgradnja novih elektrofiltara:

- Elektrostatički taložnik jednog bloka sastojće se iz dve jedinice
- Svaka jedinica sastojće se iz 4 mehaničke sekcije u pravcu strujanja gasa
- Svaka sekcija imaće 40 gasnih linija za protok gasa
- Gasne linije su širine 400 mm
- Svaka gasna linija ima svoj sopsteni priključak na 75 kV visokonaponski ispravljač
- Kolektorske elektrode imaće maksimalnu visinu od 12 m
- Emisione elektrode biće visokoemisione demontažne “Rigitrode” elektrode
- Izolacioni nosači će biti izgradjeni od alumine (umesto od porcelana)
- Otresanje će biti vršeno novim programabilnim eksternim mehaničkim gravitacionim sistemom van gasne struje
- Garantovana vrednost zapreminske masene koncentracije na izlazu biće 50 mg/m³.



Montaža
emisionih
elektroda
Tipa "Rigirode"

Sistem za otresanje kolektorskih
elektroda



Blokovi A3, A4, A5 i A6.

Ovi blokovi rade sa znatno većim stepenom otprašivanja od A1 i A2, imaju efikasnost iznad 99,5 % ali imaju emitovanu zapreminsku masenu koncentraciju iznad 110 mg/m^3 odnosno preko dva puta veću od GVE vrednosti od 50 mg/m^3 .

Predložene su sledeće mere “Delimicne rekonstrukcije”:

- Rekonstrukcija ispravljačkih jedinica visokog napona
- Zamena porcelanskih izolatora aluminom
- Zamena postojećih emisionih elektroda demontaznim elektrodama tipa “Rigitrode
- Uvodjenje impulsnog napajanja kolektorskih elektroda i kontrolnog sistema
- Uvodjenje eksternog sistema za otresanje sa automatskom kontrolom
- Uvodjenje “Inteligentnog sistema” kontrole i optimizacije rada elektrofiltarskih postrojenja

Blokovi B1 i B2.

Elektrofiltarska postrojenja ovih blokova rade dobro. Uz pravilno održavanje imaju zapreminsku masenu koncentraciju emisije ispod 50 mg/m^3 .

Za zadovoljavajuće funkcionisanje ovih elektrofiltara dovoljno je primeniti mere Delimične rekonstrukcije koje se odnose na održavanje projektovanih vrednosti visokog napona. Dve osnovne mere pri rekonstrukciji ovih elektrofiltarskih postrojenja su:

- **Rekonstrukcija ispravljačkih jedinica visokog napona**
- **Zamena porcelanskih izolatora aluminom**

Održavanje i permanentna rekonstrukcija elektrofiltara

Treba istaci da postojeća Služba mašinskog i elektro održavanja rada elektrofiltara uglavnom uspešno održava ova postrojenja u pogonu. Zastarela tehnologija i dotrajalost opreme, međutim, iziskivaće u buduće ulaganje više napora i izvodjenje, pored predloženih mera, permanentne rekonstrukcije i tekuće modernizacije elektrofiltara da bi oni ispunili svoju funkciju. Zato bi bilo korisno da Termoelektrane “Nikola Tesla” sa budućim izvodjačima rekonstrukcije elektrofiltara osnuje “MEŠOVITO PREDUZEJE ZA ODRŽAVANJE I REKONSTRUKCIJU ELEKTROSTATIČKIH TALOŽNIKA“.

Ovo preduzeće bi imalo zadatak da na tržišnim principima, koristeći znanje i iskustvo strane firme, vrši permanentno održavanje elektrofiltarskih postrojenja u radu koji će u pogledu emisije čvrstih čestica obezbediti poštovanje zakonski predviđenih normativa i propisa domaće i Evropske regulative.

Najveće interesovanje za ove poslove, kao i za razvijanje stalne saradnje pokazala je američko-engleska firma Environmental Elements Corporation EEC(UK).

PROCENA TROŠKOVA ZA IZVODJENJE PREDLOŽENIH REŠENJA.

Na osnovu konsultacija sa proizvođačima opreme

Delimična rekonstrukcija: Y0.000-Y00.000 USD

Potpuna rekonstrukcija: Y00.000-Y.000.000 USD

Radi ilustracije:

Energoprojekt 1995. varijante A, B i C od 2.400.000 do 6.500.000 USD za jedan blok A1 i A2.

Godine 2002/03. varijanta C od 6.260.000 EUR (4.835.000 oprema/LURGI).

Ponudjena cena firme EEC(UK) za jedno novo elektro-filtarsko postrojenje iznosi 4.700.000, što je blisko prethodno navedenom iznosu. Ako se i ovde uključe troškovi carina, montažno-demontažni radovi, transport i osiguranje, ukupna cena za jedan blok iznosi 6.125.000 EUR.

SREDSTVA ZA IZVODJENJE PREDLOŽENIH REŠENJA.

Ukupna suma sredstava za rekonstrukciju elektrofiltarskih postrojenja svih blokova Termoelektrane “Nikola Tesla” A iznosi izmedju **18 i 20 miliona EUR.**

Očigledno je da je za realizaciju ovog posla neophodno **učešće** Javnog preduzeća “Elektroprivreda Srbije”, kao i Ministarstva za Energetiku Vlade Republike Srbije. Obzirom da je u pitanju rešavanje nagomilanih ekoloških problema Srbije, kao i zemalja u okruženju, predlog je da se deo neophodnih sredstava ostvari putem **donacija** zemalja Evropske Unije i SAD. Ovakav predlog je svojevremeno već upućen Ministarstvu za zaštitu životne sredine Republike Srbije.

ZAKLJUČAK

Na elektrofiltrima svih blokova TENT-a neophodno je izvršiti potpunu ili delimičnu rekonstrukciju, kako bi se emisija čestica svela u dozvoljene granice od 50 mg/m³.

Za to su potrebna sredstva u iznosu od oko 20 miliona EUR

Dinamiku rekonstrukcije treba usaglasiti sa mogućnostima, kao i zahtevima EU, u skladu sa raspoloživim sredstvima.