

PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET U NOVOM SADU, DEPARTMAN ZA HEMIJU,  
BIOHEMIJU I ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE I CENTAR IZVRSNOSTI ZA HEMIJU  
OKOLINE I PROCENU RIZIKA  
„PARK PALIĆ“ D.O.O., PALIĆ  
„AIR TRAVEL“ D.O.O. , SOMBOR



Seminar za zaštitu životne sredine

Tema: **GRANIČNE VREDNOSTI EMISIJE ZA VODE**

*Uz podršku*

**MINISTARSTVA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE, RUDARSTVA I PROSTORNOG  
PLANIRANJA  
i GRADA SUBOTICE**

1

Palić, 3-5. novembar 2011.



PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET U NOVOM SADU, DEPARTMAN ZA HEMIJU,  
BIOHEMIJU I ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE I CENTAR IZVRSNOSTI ZA HEMIJU  
OKOLINE I PROCENU RIZIKA  
„PARK PALIĆ“ D.O.O., PALIĆ  
„AIR TRAVEL“ D.O.O. , SOMBOR



Seminar za zaštitu životne sredine

Tema: **GRANIČNE VREDNOSTI EMISIJE ZA VODE**

2

# **OKRUGLI STO: NAJBOLJE DOSTUPNE TEHNIKE ZA INDUSTRIJSKE I KOMUNALNE OTPADNE VODE**

## DISKUSIJA NA SLEDEĆE TEME

- **Koncept najboljih dostupnih tehnika**
- **Važeći nivoi potrošnje i emisija**
- **Korišćenje sirovina i energije i uticaj na otpadne vode**
- **Metodologija redukcije potrošnje vode**
- **Ispuštanje finalnog efluenta**
- **Koncept najbolje dostupne tehnike prečišćavanja komunalnih otpadnih voda**
- **Prečišćavanje otpadnih voda velikih naselja**
- **Prečišćavanje otpadnih voda manjih naselja**

# KONCEPT NAJBOLJE DOSTUPNE TEHNIKE



4

# KONCEPT NAJBOLJE DOSTUPNE TEHNIKE

- Koncept „**najbolje dostupne tehnike**“ jedan od važnih činilaca ukupne aktivnosti u zaštiti životne sredine
  - ugrađen u zakonodavstvo koje se bavi životnom sredinom  
(EU; US EPA; naše zakonodavstvo)
  - i, u određenoj meri,
    - pretočen u praksu zaštite okoline

# PREMA ZAKONU O INTEGRISANOM SPREČAVANJU I KONTROLI ZAGAĐIVANJA ŽIVOTNE SREDINE, *SL. GLASNIK RS, 135/04*

- **Najbolje dostupne tehnike (BAT)** - najdelotvornije i najmodernije faze u razvoju aktivnosti i načinu njihovog obavljanja koje omogućavaju pogodniju primenu određenih tehnika za **zadovoljavanje graničnih vrednosti emisija**, propisanih u cilju sprečavanja ili ako to nije izvodljivo, u cilju smanjenja emisija i uticaja na životnu sredinu kao celinu.

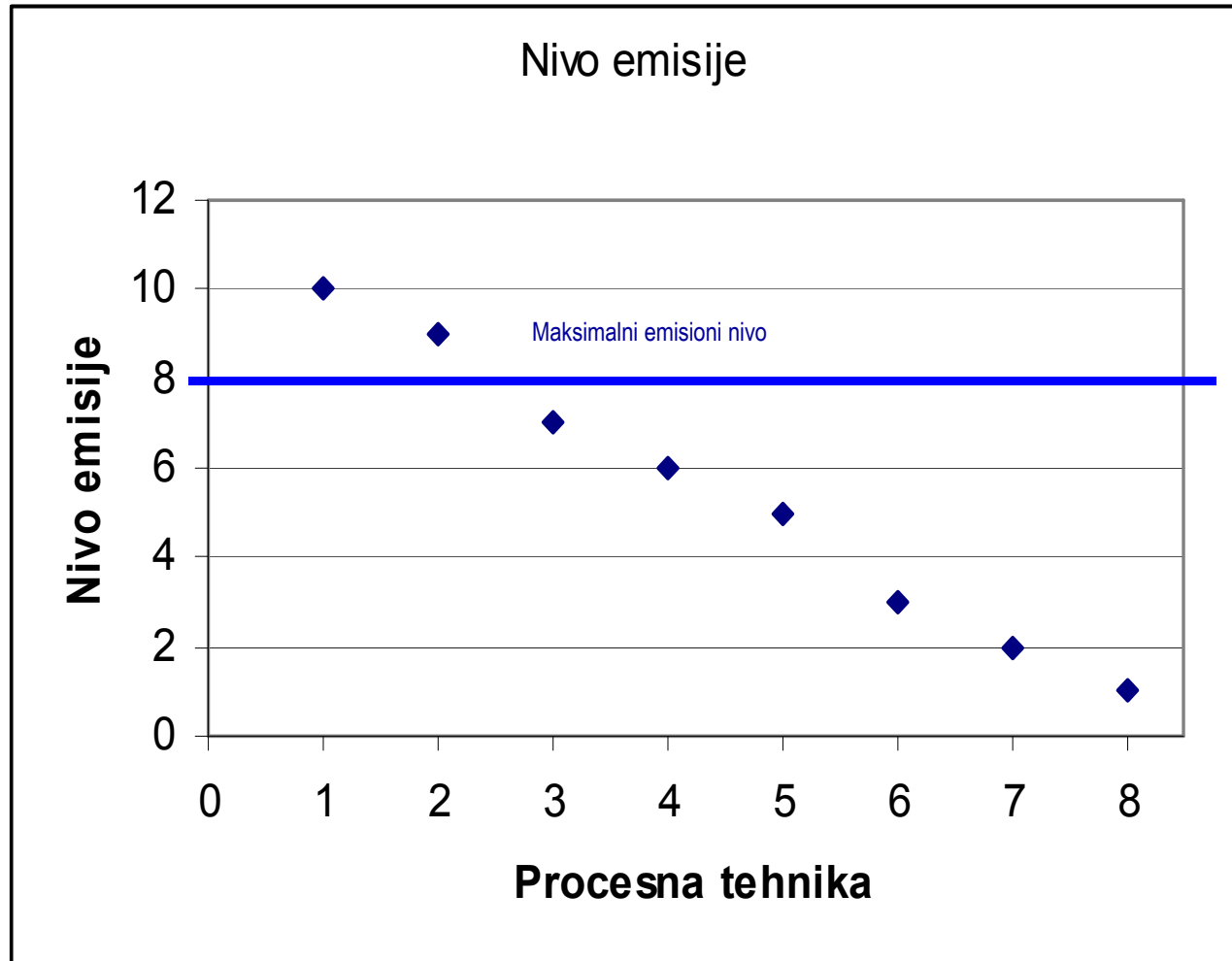
## NAJBOLJE DOSTUPNE TEHNIKE (BAT):

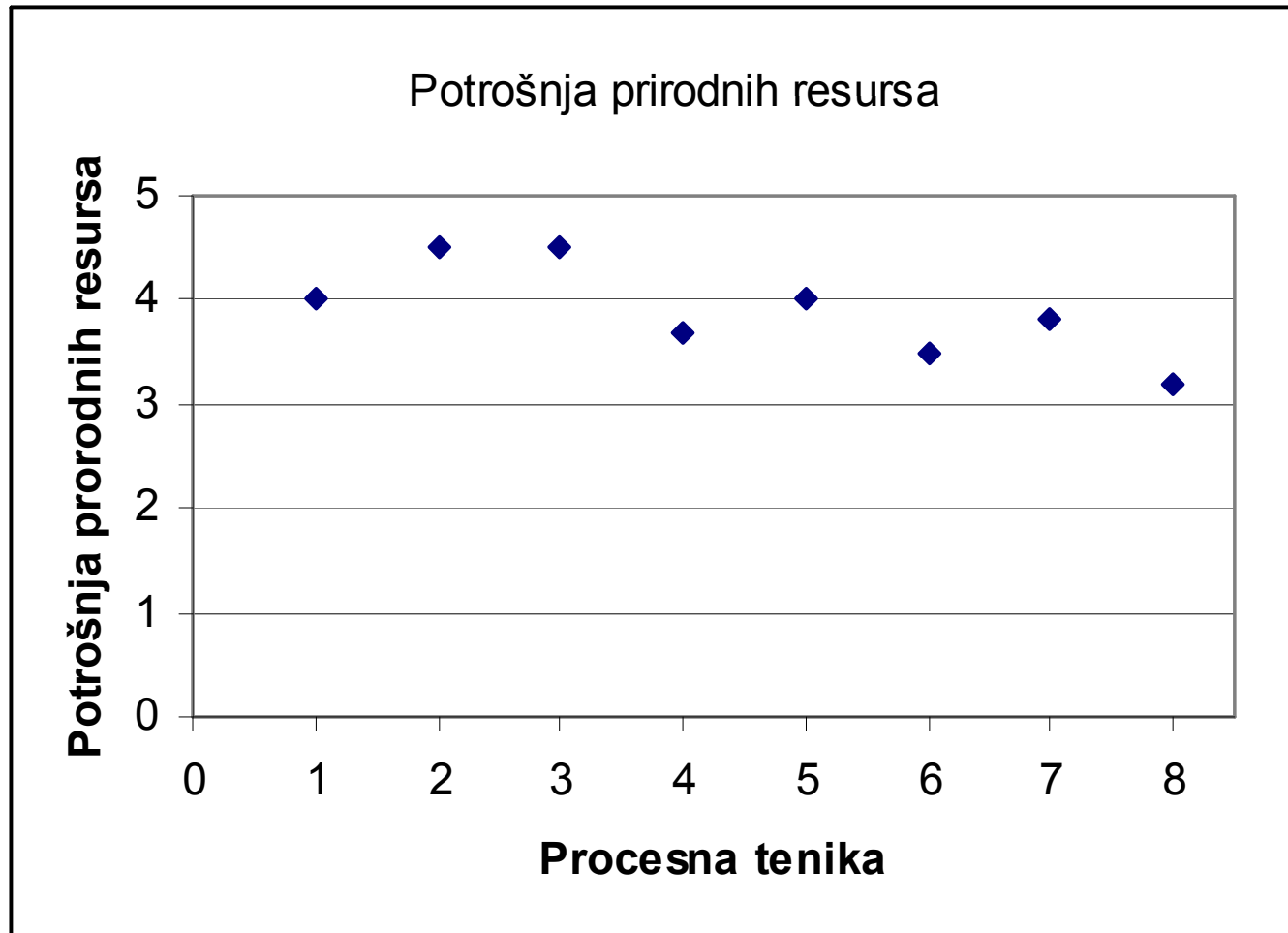
- **tehnika** - način na koji je postrojenje projektovano, izgrađeno, održavano, na koji funkcioniše i stavlja se van pogona ili zatvara, uključujući i tehnologiju koja se koristi;
- **dostupna** - tehnika razvijena do stepena koji omogućava primenu u određenom sektoru industrije pod ekonomski i tehnički prihvatljivim uslovima, uključujući **troškove i koristi**, ako je pod uobičajenim uslovima dostupna operateru;
- **najbolji** - podrazumeva **najefikasniji učinak** u postizanju visokog opšteg nivoa zaštite životne sredine;

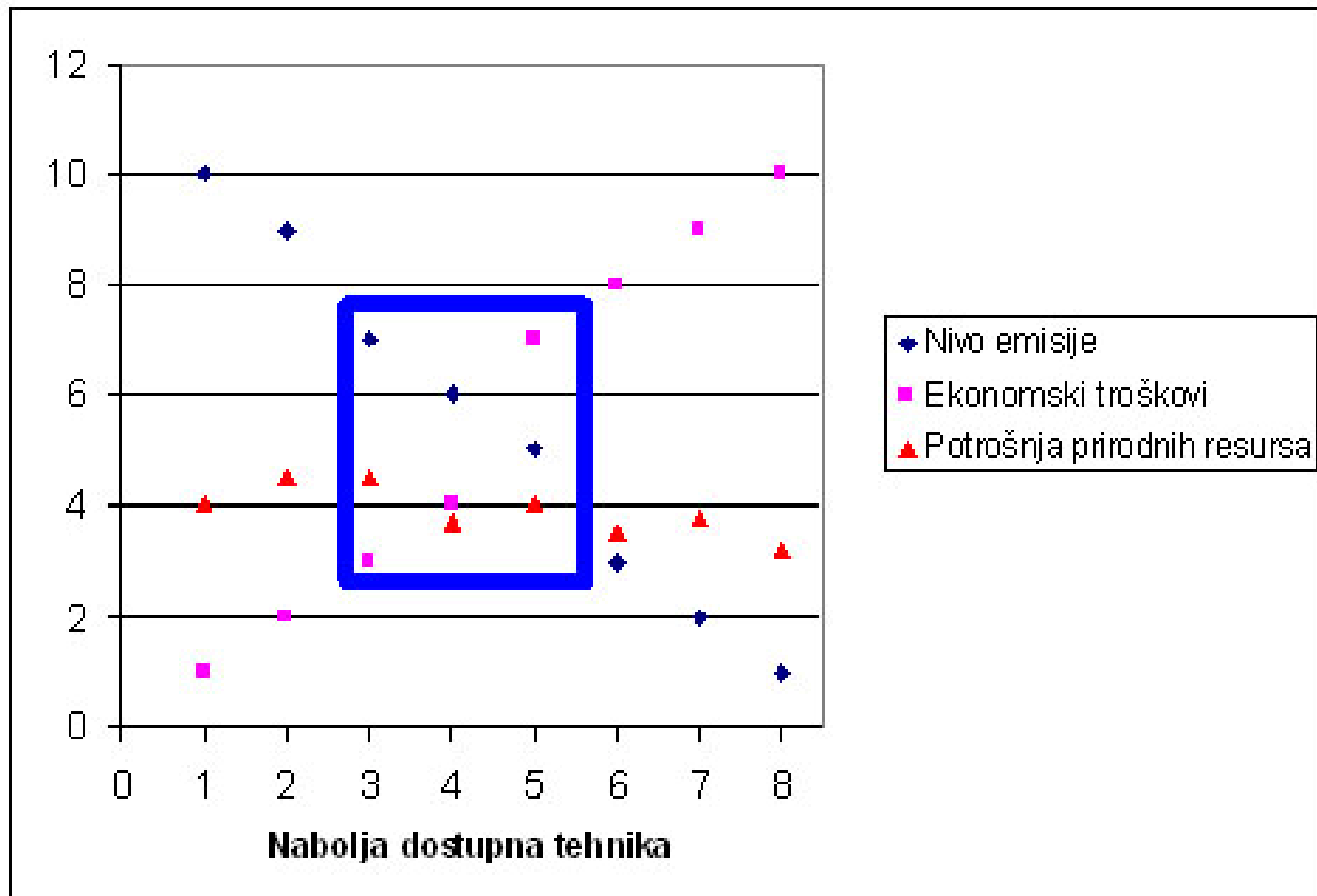
# Primer za određivanje BAT











## DA ZAKLJUČIMO:

- Osnovna karakteristika koncepta BAT:
  - **sveobuhvatnost** u prilazu rešavanju problematike zaštite životne sredine **od aktivnosti neke industrije**

- **da bi se došlo do najboljeg načina smanjenja uticaja na životnu sredinu neke proizvodnje uzima se u obzir praktično sve što je od značaja**

# DOKUMENTI O NAJBOLJIM DOSTUPNIM TEHNIKAMA

- Radi provođenja koncepta najbolje dostupne tehnike u praksi, EU je **sažela iskustva** o realizaciji BAT u nizu dokumenata

- pod opštim naslovom „Referentni dokument o najboljim dostupnim tehnikama“

**(BREF - Best Available Techniques Reference Document)**

## PRIMERI BREF

<b>Reference Document on Best Available Techniques . . .</b>	<b>Code</b>
Large Combustion Plants	LCP
Mineral Oil and Gas Refineries	REF
Production of Iron and Steel	I&S
Ferrous Metals Processing Industry	FMP
Non Ferrous Metals Industries	NFM
Smitheries and Foundries Industry	SF
Surface Treatment of Metals and Plastics	STM
Cement and Lime Manufacturing Industries	CL
Glass Manufacturing Industry	GLS
Ceramic Manufacturing Industry	CER
Large Volume Organic Chemical Industry	LVOC
Manufacture of Organic Fine Chemicals	OFC
Production of Polymers	POL
Chlor – Alkali Manufacturing Industry	CAK
Large Volume Inorganic Chemicals - Ammonia, Acids and Fertilisers Industries	LVIC-AAF
Large Volume Inorganic Chemicals - Solid and Others industry	LVIC-S

Bookmarks

- 1 GENERAL INFORMATION
- 2 APPLIED PROCESSES AND TECHNIQUES
- 3 CURRENT CONSUMPTION AND EMISSION LEVELS
- 4 TECHNIQUES TO CONSIDER IN THE DETERMINATION OF BAT
- 5 BEST AVAILABLE TECHNIQUES
- 6 EMERGING TECHNIQUES
- 7 CONCLUDING REMARKS
- 8 REFERENCES



### Struktura većine BREF:

- **Opšte informacije** (o datoj industrijskoj proizvodnji/aktivnosti)
- **Primenjeni procesi i tehnike** u toj proizvodnji/aktivnosti
- **Važeći nivoi potrošnje** (sirovina i reprodukcioni materijala, vode, energije) i **emisija** (otpadne vode, otpadni gasovi, čvrsti otpad, zračenje, buka, itd.)
- **Tehnike koje se uzimaju u obzir** u determinisanju BAT
- **Najbolje dostupne tehnike**
- **Tehnike u razvoju**

## Integrated Pollution Prevention and Control

Reference Document on  
Best Available Techniques in the

# Food, Drink and Milk Industries

August 2006

# OPŠTI ASPEKTI NAJBOLJIH DOSTUPNIH TEHNIKA ZA INDUSTRIJSKE OTPADNE VODE

- Iz ukupnosti zaštite okoline neke industrije **izdvaja se deo problematike koji se odnosi (samo) na otpadne vode**
  - najbolje dostupne tehnike za industrijske otpadne vode
    - **(samo) opšti aspekt**

**BREF-ovi imaju ukupno 14.640 strana !**



## TEHNIKE KOJE SE UZIMAJU U OBZIR U DETERMINISANJU BAT:

- projektovanje, konstrukcija i ugradnja procesa i opreme
- vođenja i kontrola procesa
- održavanje opreme
- mere za smanjenje potrošnje materijala, vode i energije
- **mere za sprečavanje ili umanjeње nastajanja zagađenja još u pogonu**
- postupci uklanjanja zagađenja iz otpadnih gasova, otpadnih voda, čvrstog otpada

# 1. PRIMENJENI PROCESI I TEHNIKE

Uslov:

- da bi se mogle sagledati sve tehnike koje mogu doći u obzir kao BAT
- da bi se od tih tehnika mogle odabrati najbolje dostupne tehnike

➤ **mora se poznavati proizvodni proces date industrije**

**OVO JE VAŽNO I ZA USPEŠAN MONITORING  
OTPADNIH VODA ILI UOPŠTENO OTPADNIH  
TOKOVA!**

○ Za tehničke stručnjake iz prakse koji poznaju proizvodni proces

✓ **Lako**

○ Drugim profilima stručnjaka

➤ Potrebna odgovarajuća informacija o datoj industrijskoj proizvodnji

○ BREF-ovi: opis **jediničnih procesa i tehnika** koji se primenjuju u datoj industrijskoj grani

• **Jedinični procesi i tehnike**

➤ umeju biti veoma **brojni**

○ **Primer: Prehrambena industrija**

➤ **oko 90** procesa i tehnika

?

<b>Prijem i priprema materijala</b>	<b>Usitnjavanje, mešanje i formiranje</b>
<b>Obrada i skladištenje materijala</b>	<b>Sečenje, odsecanje, seckanje, iseckati, pretvaranje u kašu, presovanje</b>
<b>Sortiranje/prosejavanje, klasifikovanje, odvajanje plevice, odvajanje slame/stabljike, odvajanje urodica</b>	<b>Mešanje/umešavanje, homogenizovanje, pravljenje paste</b>
<b>Ljuštenje</b>	<b>Sitnjenje/mlevenje, drobljenje</b>
<b>Pranje</b>	<b>Oblikovanje/uobličavanje u kalupu, ekstrudovanje</b>
<b>Odmrzavanje</b>	

## Tehnike separacije

<b>Ekstrakcija</b>	<b>Kristalizacija</b>
<b>Dejonizacija</b>	<b>Uklanjanje slobodnih masnih kiselina neutralizacijom</b>
<b>Bistrenje</b>	<b>Izbeljivanje</b>
<b>Centrifugovanje i sedimentacija</b>	<b>Deodorizacija stripingom parom</b>
<b>Filtracija</b>	<b>Dekolorizacija</b>
<b>Membranska separacija</b>	<b>Destilacija</b>

## Tehnike pravljenja proizvoda

<b>Močenje, namakanje</b>	<b>Dimljenje</b>
<b>Rastvaranje (čvrsto u tečnom)</b>	<b>Očvršćavanje/kaljenje</b>
<b>Rastvaranje (tečno u tečnom)/alkalisanje</b>	<b>Sulfitacija</b>
<b>Fermentacija (vrenje)</b>	<b>Prečišćavanje krečom</b>
<b>Koagulacija</b>	<b>Gaziranje sa ugljendioksidom</b>
<b>Klijanje</b>	<b>Premazivanje/raspršivanje u kapljice/oblaganje/aglomeracija/enkapsulacija</b>
<b>Salamurenja/sušenje i kiseljenje</b>	<b>Starenje (sazrevanje)</b>

## **Termička obrada**

**Topljenje**

**Kratkotrajno potapanje u vrelu vodu**

**Kuvanje i kuvanje u ključaloj vodi**

**Pečenje**

**Prženje**

**Prženje u ulju**

**Pasterizacija, sterilizacija i  
ultrakratka sterilizacija (UHT)**

<b>Koncentrisanje toplotom</b>	<b>Obrada uklanjanjem toplote</b>
<b>Uparavanje (tečno u tečno)</b>	<b>Hlađenje (vodom), hlađenje (vazduhom), i hladna stabilizacija</b>
<b>Sušenje (tečno u čvrsto)</b>	<b>Zamrzavanje</b>
<b>Dehidracija (čvrsto u čvrsto)</b>	<b>Sušenje izmrzavanjem/ liofilizacija</b>



<b>Postproizvodne operacije</b>	<b>Servisni procesi</b>
<b>Pakovanje i punjenje</b>	<b>Čišćenje i dezinfekcija</b>
<b>Izbacivanje tečnosti iz vodo-va/sudova gasom i skladištenje u atmosferi gasa</b>	<b>Proizvodnja i trošenje energije</b>
	<b>Korišćenje vode</b>
	<b>Pravljenje vakuuma</b>
	<b>Hlađenje</b>
	<b>Proizvodnja komprimovanog vazduha</b>

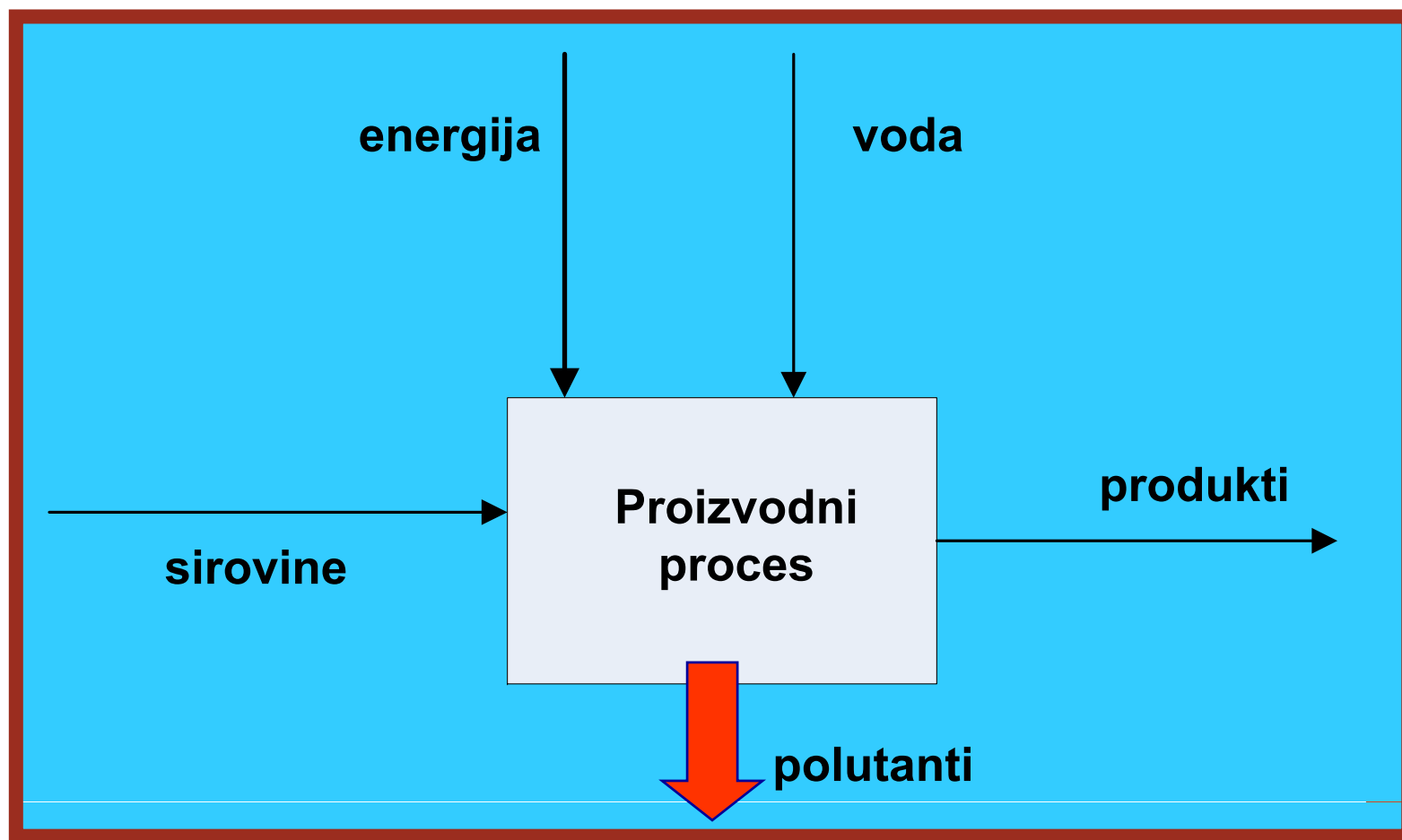
## ○ Opis jediničnih procesa i tehnika, tipično:

1. Cilj izvođenja procesa / tehnike
2. Polje primene procesa / tehnike
3. Opis načina izvođenja, postupaka i opreme
  - dopunjeno obično sa blok šemom proizvodnog procesa



*Proces proizvodnje  
kratkotrajnog  
pasterizovanog  
mleka (BREF in the  
Food, Drink and Milk  
Industries, 2006)*

# DISKUSIJA



# **VAŽEĆI NIVOI POTROŠNJE I EMISIJA**

## 2. VAŽEĆI NIVOI POTROŠNJE I EMISIJA

### Utrošak resursa

- Utrošak sirovina, vode, energije za proizvodnju **indirektno utiče na životnu sredinu**

primer:

- **sirovine** za prehrambenu industriju proizvodi poljoprivreda, a poljoprivredna proizvodnja ima niz uticaja na životnu sredinu
- **energija** koju troši industrija se negde proizvodi, i ta proizvodnja energije ima niz uticaja na okolinu

## Utrošak resursa

- vode, energije, sirovina, ...
  - specifičan za svaki proces
- podaci za utrošak veoma variraju zavisno od:
  - tip procesa i način izvođenja procesa
  - kapacitet postrojenja
  - vrsta oprema i održavanje opreme

### **PRIMER: Potrošnja vode u šećerani**

- ukupna potrošnja vode 15 m<sup>3</sup> po toni prerađene repe
- Ali**
- zbog nekoliko recirkulacionih krugova vode u fabrici potrošnja sveže vode daleko manja
    - 0,25-0,4 m<sup>3</sup> po toni

## POTROŠNJA VODE U DANSKIM ŠEĆERANAMA

Potrošnja vode, m <sup>3</sup>			
Specifična potrošnja po toni repe		Specifična potrošnja po toni šećera	
Srednja vrednost	Opseg	Srednja Vrednost	Opseg
0,37	0,23 <sup>A</sup> – 0,50 <sup>B</sup>	2,39	1,56 <sup>A</sup> – 3,21 <sup>B</sup>
<sup>A</sup> Nije obuhvaćena voda za hlađenje <sup>B</sup> Obuhvaćena i voda za hlađenje			

## POTROŠNJA ENERGIJE U DANSKIM ŠEĆERANAMA

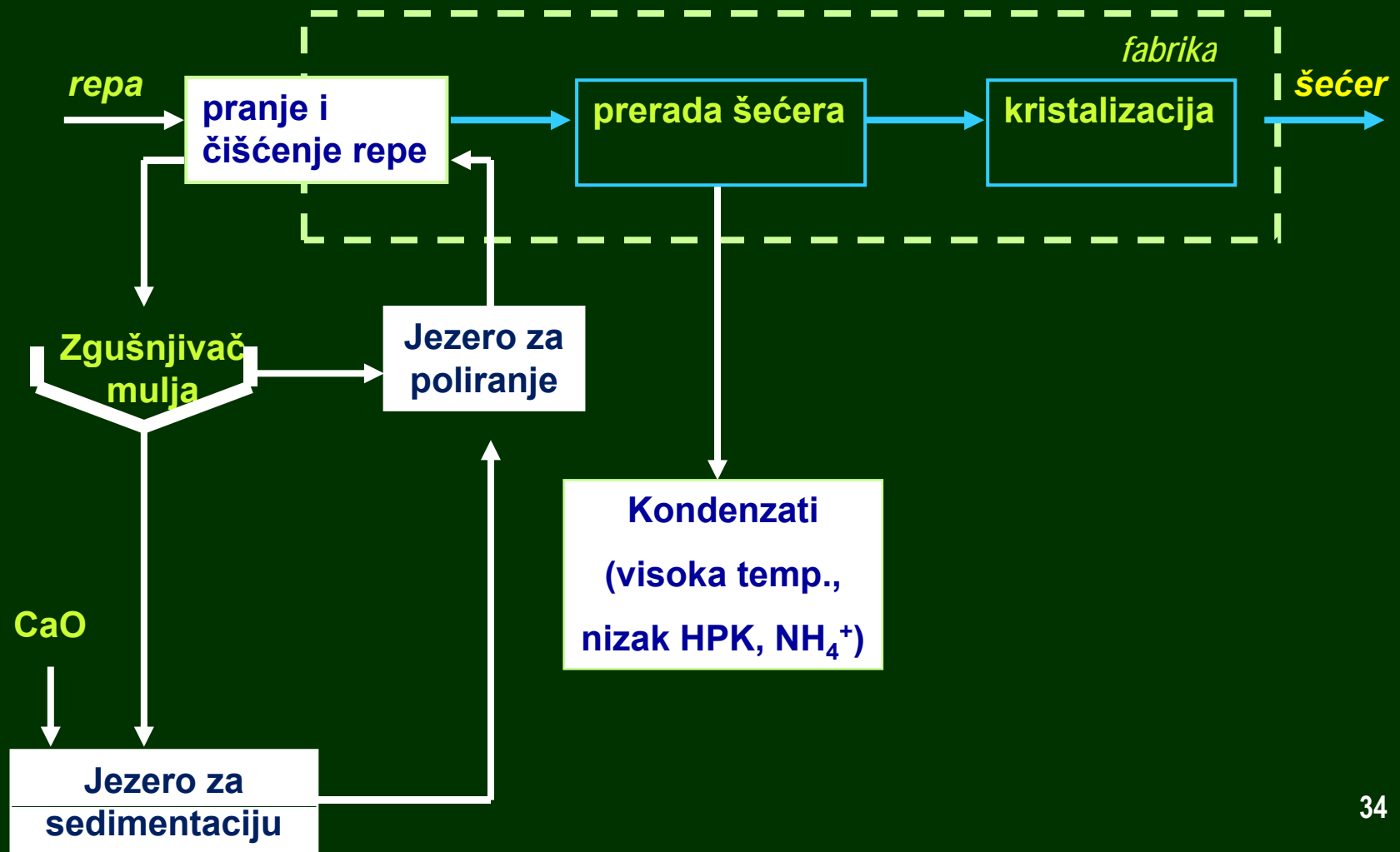
Ukupna utrošena energija, kWh			
Specifična potrošnja po toni repe		Specifična potrošnja po toni šećera	
Srednja Vrednost	Opseg	Srednja vrednost	Opseg
307	232 – 367	1987	1554 - 2379



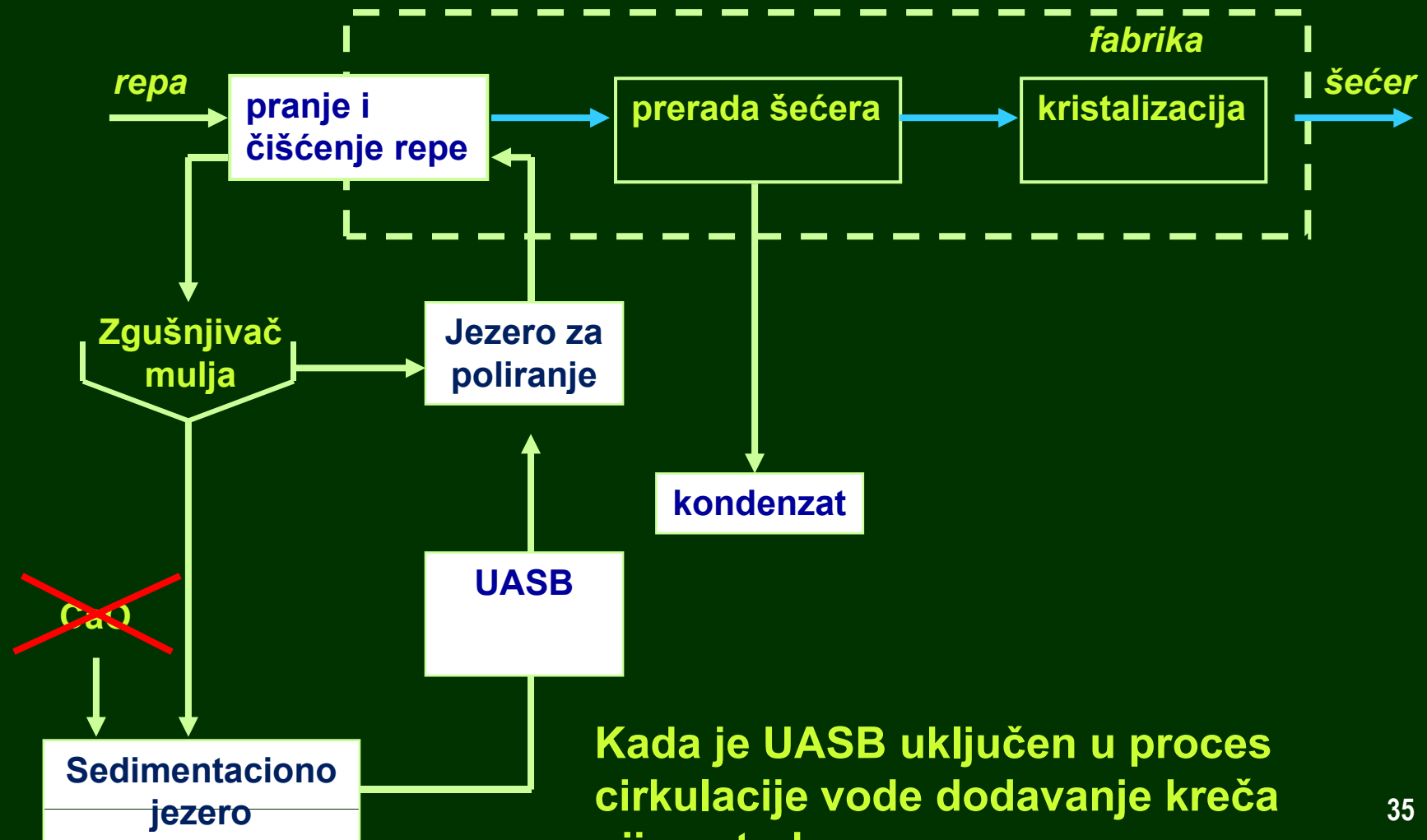
# PRIMER: FABRIKE ŠEĆERA



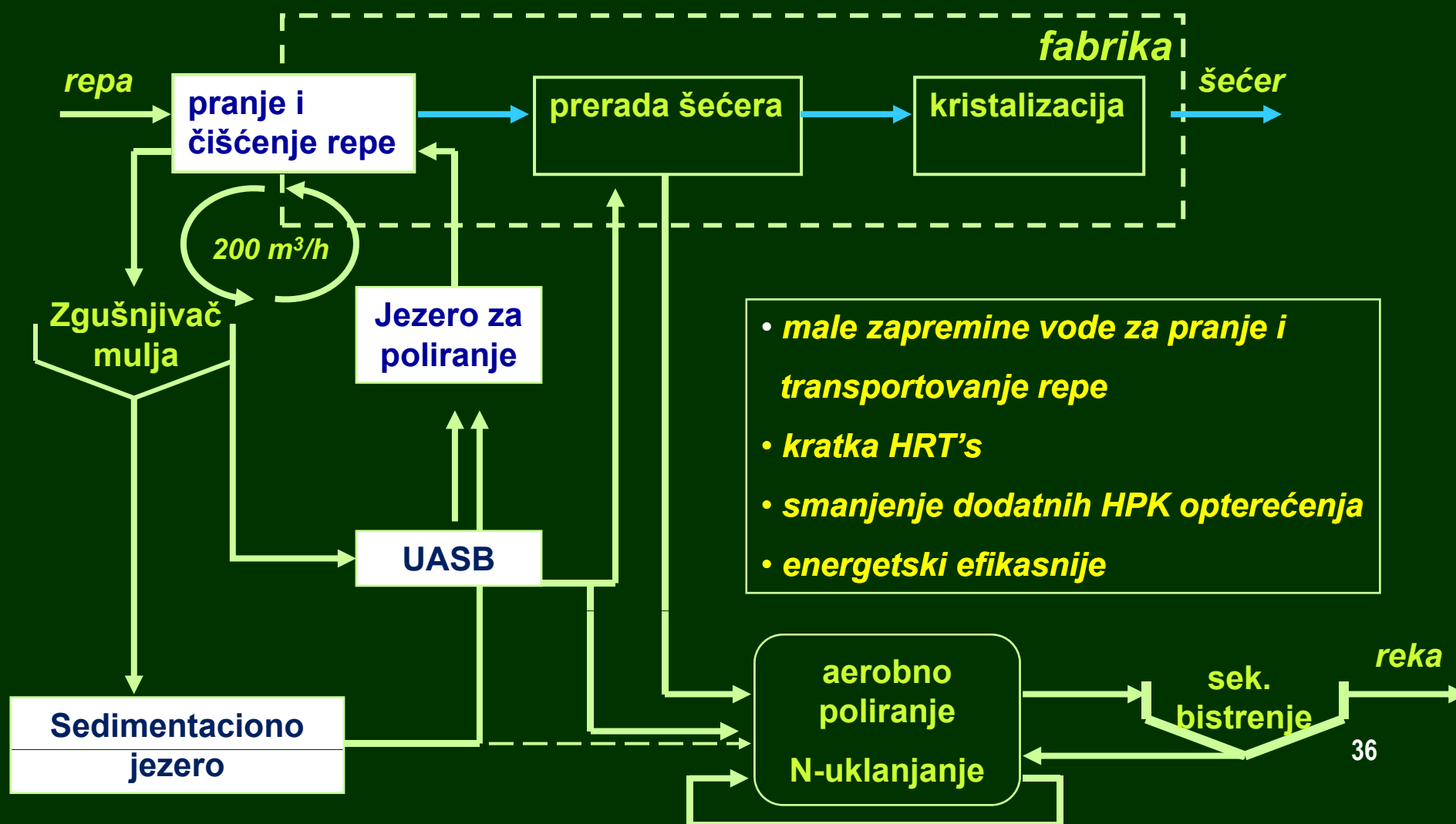
# Recikliranje vode u fabrici šećerne repe



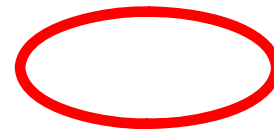
# Recikliranje vode u fabrici šećerne repe



# Recikliranje vode u fabrici šećerne repe



# Emisije

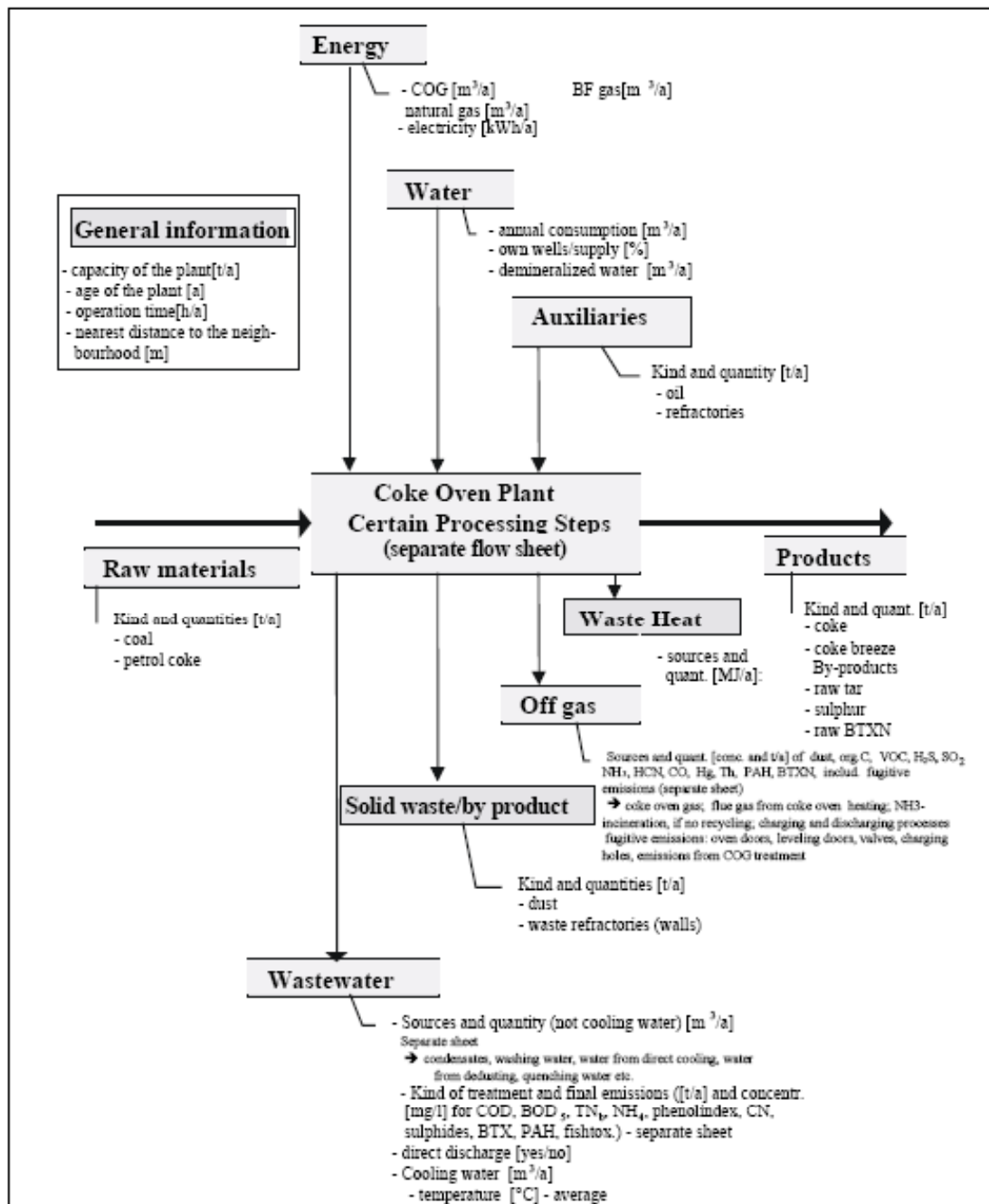


*Terminologija korišćena u proizvodnji hrane (BREF in the Food, Drink and Milk Industries, 2006)*

# POSTOJEĆE EMISIJE I NIVOI POTROŠNJE

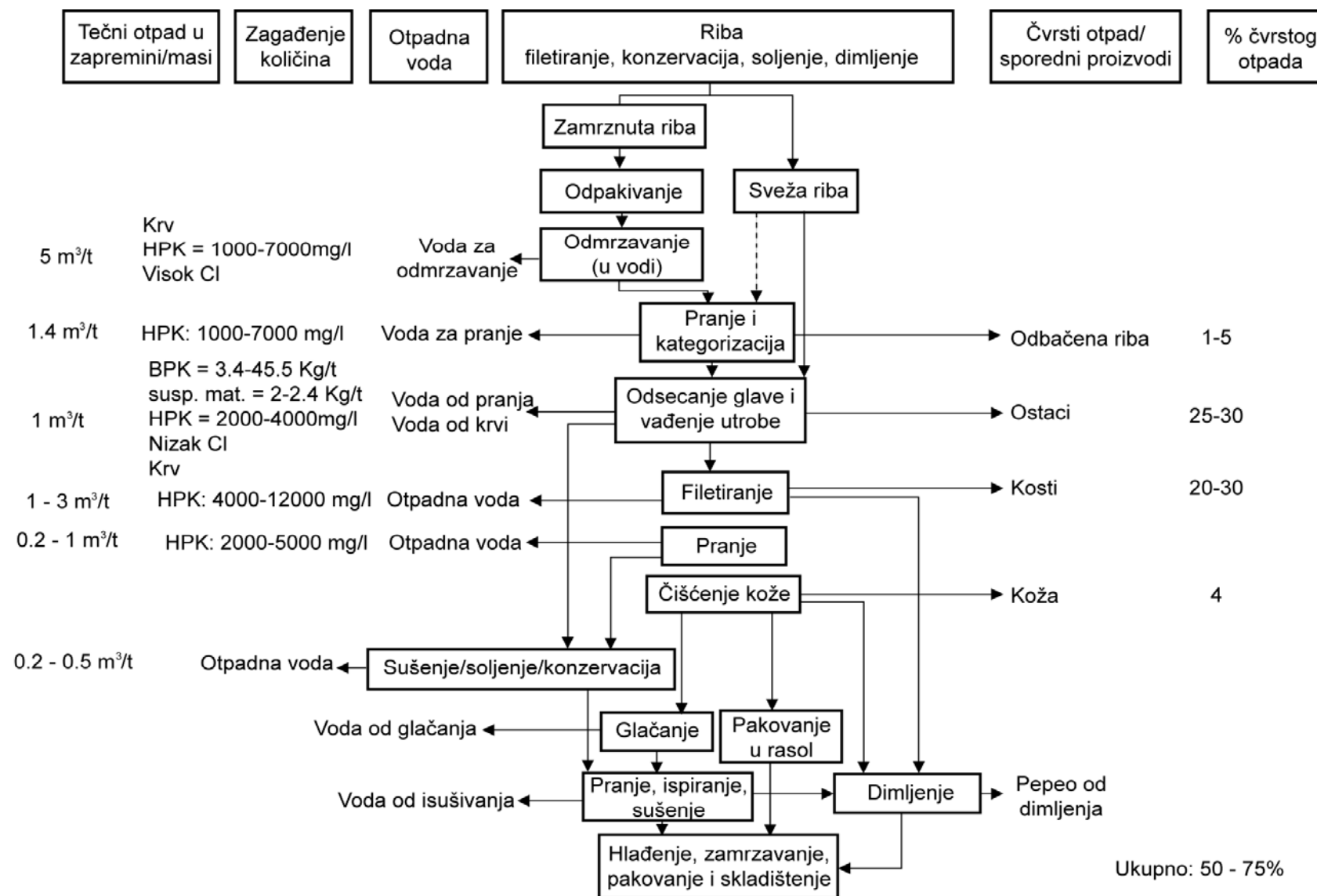
**Generalni opis postojećih emisija i nivoa potrošnje** odnosi se na:

- **izvori otpada** (nus-produkti, dopunski produkti, otpad);
- **osnovni izvori gubitaka materijala;**
- **produkcija otpada;**
- **potrošnja vode;**
- **emisija otpadne vode** (količina otpadne vode, sastav otpadne vode);
- **emisija otpadnih gasova.**



Pregled masenog tok a kod koksne peći

**PRIMER:** Šema procesnih koraka u obradi i konzervisanju ribljih fileta i nivo emisije (Reference Document on BAT in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries, May 2005)





- **Potrošnja i emisija u proizvodnim jedinicama** uključuju stepen valorizacije pojedinih nus-produkata:
  - opis emisionih izvora **u vodu**, vazduh i čvrstih ostataka iz proizvodnih jedinica;
  - pojedinačni opisi
    - (npr.čuvanje,
    - skladištenje materijala;
    - pranje;
    - mešanje,
    - miksiranje,
    - homogenizovanje materijala;
    - ekstrakcija, itd)-
- **Opisi podrazumevaju mesto i opis nastanka otpadnih voda i gasova, čvrste materijale, potrošnju energije.**

# DISKUSIJA

- **izvori otpada** (nus-produkti, dopunski produkti, otpad);
- **osnovni izvori gubitaka materijala**;
- **emisija otpadne vode** (količina otpadne vode, sastav otpadne vode);



# **KORIŠĆENJE SIROVINA I ENERGIJE**

43

# KORIŠĆENJE SIROVINA I ENERGIJE

- Generalno posmatrajući, sve sirovine i pomoćni materijali koji se koriste mogu završiti kao otpad ili biti **prisutni u otpadnoj vodi**.
- Primer: ispuštanjem 1 m<sup>3</sup> mleka u recipijent (posmatrajući sa aspekta rastvorenog kiseonika i BPK<sub>5</sub>) iznosi isto koliko i ispuštanje neprečišćene komunalne otpadne vode (1500-2000 ljudi).
- **Pomoćni materijali** su svi materijali koji se koriste u toku prerade sirovina a koji ne ulaze u sastav finalnog proizvoda, npr. sredstva za čišćenje.

- **Hemikalije** koje se koriste u svrhu sanitacije često su u povišenom sadržaju prisutne u otpadnim vodama prehrambene industrije.
  - **Primer:** Danas se u date svrhe, prvenstveno u cilju prevencija rasta bakterija u prehrabenoj industriji primenjuje: UV zračenje i biocidi (hlor, ozon, vodonik-peroksid).
- Pored kiselih, alkalnih i površinski aktivnih agenasa, industrijski deterdženti sadrže i pojedine helatne agense.
  - Ova vrsta agensa je solubilna i ima sposobnost inaktivacije metalnih jona formiranjem kompleksa.
  - Koristi se za čišćenje depozita nastalog korozijom i prevenciju korozije (npr. kod primene membranskih tehnologija).
  - Najpoznatiji helatni agensi koji se koriste: EDTA, nitrilotriacetat, metilglicin diacetat, fosfati, fosfonati, polifosfati, enzimatski deterdženti.

# MINIMIZIRANJE OTPADA

- ❑ Minimiziranje produkcije otpada (**OTPADNIH TOKOVA**) je jedan od najvažnijih ciljeva IPPC Direktive (kod nas Zakona o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine).
  - Otpad podrazumeva gasovite, tečne i čvrste emisije.
- ❑ Primeri tehnika koje se mogu primeniti u cilju ponovne upotrebe ili recikliranja materijala:
  - ponovna upotreba nusprodukata i sporednih produkata;
  - obnavljanje kondenzata iz evaporatora za ponovnu upotrebu;
  - obnavljanje rastvarača;
  - obnavljanje rezidua iz ekstrakcije/rafinacije, alkalne saponifikacije;
  - ....

- **PRIMER:** moguće opcije recikliranja čvrstih **nusprodukata** ili **mulja** nastalog tretmanom otpadnih voda prehrambene industrije:
  - ponovna upotreba za ishranu životinja u skladu sa relevantnim nacionalnim i/ili Evropskim zakonodavstvom;
  - ponovna upotreba na zemljište otpada koji ima agronomsku vrednost;
  - odlaganje, spaljivanje sa ili bez obnavljanja energije.
- Cilj programa minimizacije otpada je redukcija uticaja na životnu sredinu operacija u proizvodnji na što praktičniji način, uzimajući u obzir
  - **ekonomske i benefite životne sredine i**
  - **regulatorne zahteve.**

## PRIMER:

- Higijena i bezbednost hrane (npr. HACCP) je vrlo bitna u industriji hrane, pića i mleka.
- Procesom čišćenja postiže se željeni nivo higijene, ali se istovremeno produkuju otpadne vode.
- Svakako, štednja koja može da se postigne u samom procesu čišćenja podrazumeva **manju produkciju vode**, hemikalija ali ne sme da ugrozi higijenu finalnog proizvoda.





## METODOLOGIJA MINIMIZACIJE OTPADA ZAHTEVA SYSTEMSKI PRISTUP KORAK-PO-KORAK:

- korak 1: uspostaviti okvir za upravljanje, organizovanje i planiranje
- korak 2: analiza proizvodnog procesa
- korak 3: procena ciljeva i granica okvira
- korak 4: identifikacija opcija u minimiziranju otpada
- korak 5: studije izvodljivosti
- korak 6: implementacija

# USPEŠNO UPRAVLJANJE OTPADIM VODAMA U INDUSTRIJI PODRAZUMEVA DETALJAN INVENTAR PROIZVODNIH PROCESA U FABRICI.

## Inventar je organizovan na tri nivoa:

- sakupljanje kvantitativnih podataka na mestu nastanka otpada (**otpadnih voda**);
- inventar u toku svake faze procesa;
- inventar selektovanih delova.

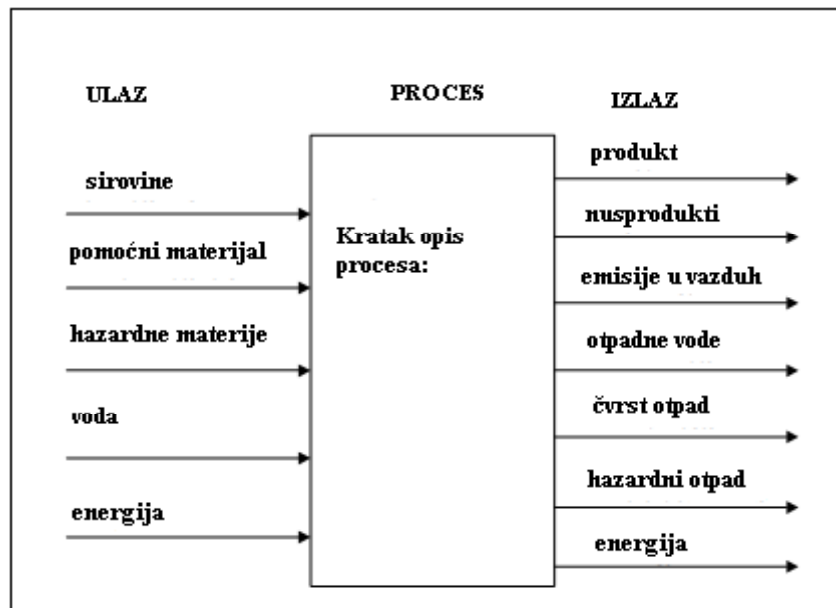


## SAKUPLJANJE KVANTITATIVNIH PODATAKA NA MESTU NASTANKA OTPADA (**OTPADNIH VODA**):

- Podaci o **količinama i cenama** se sakupljaju za celo postrojenje.
- Mnogi podaci su postojeći i dostupni: podaci o skladištu sirovina, računi, **dozvole za odlaganje otpada (otpadnih voda)**, itd.
- **Nedostajući podaci** zahtevaju njihovo određivanje i direktna merenja.
- **Količine sirovina, energije i otpada (otpadnih voda)** najčešće se odnose na celu godinu, pri čemu **jedinice u kojima se izražavaju moraju biti koenzistentne**.
- Podaci treba da odražavaju **trenutno stanje i predviđaju buduće**.

## INVENTAR U TOKU SVAKE FAZE PROCESA:

- Cilj ovog inventara je **dobijanje pregleda svih proizvodnih procesa i njihovih uticaja na životnu sredinu.**
- Najbolji način prezentovanja proizvodnog procesa je **dijagram toka sa naznačenim ulazima**, izlazima i oblastima životne sredine koji mogu biti pod značajnim uticajem emitovanog otpada



U svrhu **računanja materijalnog bilansa**, u obzir se uzima potrošnja sirovina i servisi koji se sprovode tokom procesa, gubici, otpad i emisije u toku procesa. **Materijalnim bilansom je omogućena identifikacija i kvantifikacija prethodnih, nepoznatih gubitaka, otpada i emisije i omogućena je identifikacija njihovih izvora i uzroka.** Ovakva vrsta bilansa se sprovodi po individualnim proizvodnim fazama. Korisna je u cilju određivanja cene vezane za ulaze, izlaze i gubitke. **Indikatori stanja životne sredine koje je posledica procesa mogu se dobiti iz materijalnog bilansa**

## INVENTAR SELEKTOVANIH DELOVA:

- U zavisnosti od inventara koji se sprovodi u toku svake faze procesa, **određeni delovi procesa (postrojenja) zahtevaju u pojedinim slučajevima dalju analizu** primenjivih opcija u cilju minimizacije otpada (otpadnih voda).
- To svakako zahteva detaljniji inventar.

**Ostvarenje ciljeva programa minimizacije otpada, u prvom redu redukcije potrošnje materijala i minimizacija generisanja otpada (otpadnih voda) podrazumeva postavljenje ciljeva redukcije u određene okvire.**

**Okviri treba da omoguće merljivost postignutih ciljeva i praćenje napredovanja programa redukcije otpada (otpadnih voda).**

# UPRAVLJANJE VODAMA

- Upravljanje vodama uključuje
  - ekonomičnu upotrebu prirodnih resursa,
  - prevenciju i/ili **redukciju zagađenja voda.**
- Kontrola zagađenja voda podrazumeva sledeće mere (ili kombinaciju mera):
  - **redukcija zapremine** generisane otpadne vode,
  - **eliminacija ili smanjenje koncentracije određenih zagađujućih materija**, prvenstveno prioriternih polutanata,
  - **ponovna upotreba vode**,
  - **tretman otpadnih voda.**



# VODE SE U INDUSTRIJI MOGU PODELITI NA SLEDEĆE VRSTE:

- procesne,
- vode od pranja opreme i prostora
- rashladne
- kotlovske vode i
- sanitarne



## ELEMENTARNE FUNKCIJE VODE U TEHNOLOŠKOJ PROIZVODNJI:

- **Pretvaranje u energiju isparavanjem** u klasičnim ili nuklearnim termoelektranama, za koje je potrebna najbolje prečišćena voda.
- **Prenošenje kalorija radi** kondezovanja para, hlađenje fluida ili aparata. U tu svrhu se koristi voda prosečnog kvaliteta u količini koja često može biti veoma značajna.
- **Mehaničko delovanje** (odstranjivanje okaljenih delova čelika pod pritiskom od 60 do 120 atmosfera u valjaničnom odeljenju..)
- **U proizvodnji** (industrija hartije, tekstilna industrija, prehrambena industrija itd.) pri čemu se striktno moraju poštovati specifične norme koje su utvrđene za takvu vodu.



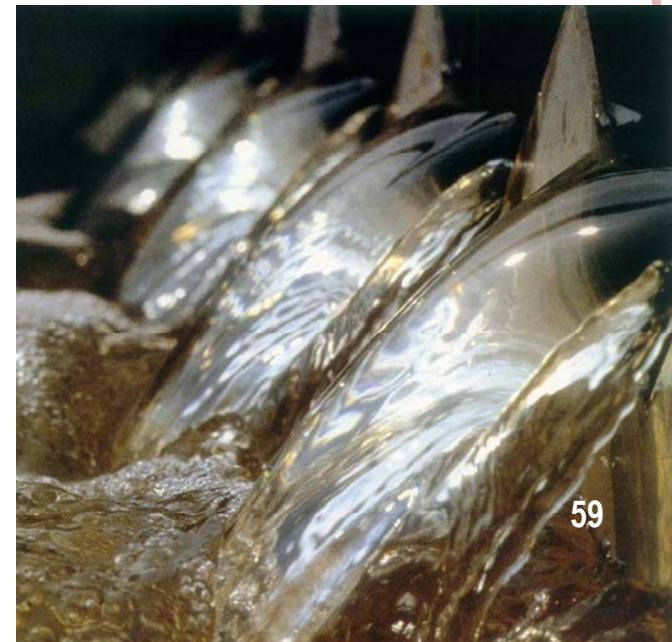
- **Trnasport sirovina i otpadaka** (repe u industriji čecera, piljevine u valjaonici metala, šljake iz visoke peći itd.).



- **Ispiranje elemenata ili proizvoda** (površinska obrada metala, prehrambena industrija itd.), što zahteva, zavisno od slučaja, da voda bude dobra za piće ili da bude apsolutno sterilna ili, pak, potpuno demineralizovana.



- **Izdvajanje užarenih elemenata** (koksa, šljake i sl.)
- **Pranje gasa**, postupak koji sve više i više primenjuje u metalurgiji i industriji organske sinteze.
- **Pripremanje kupki** u različite svrhe (galvanoplastika, elektroforeza, emulogovanje ulja itd.).
- **Kondicioniranje vazduha** koje se sve više koristi u boravištima ljudi, kao u izvesnim procesima tekstilne ili pak neke druge industrije.



# PROCESNE VODE

- **Procesne vode se definišu**
  - **kao vode koje dolaze u kontakt sa produktima na direktan ili indirektan način, ili**
  - **vode koje se koriste u tehničke svrhe i na neki način utiču na kvalitet proizvoda.**
- **Na primer u industriji hrane, pića i mleka, procesne vode se koriste za:**
  - **direktnu pripremu proizvoda ili sličnih artikala koji dolaze u direktan kontakt sa proizvodima;**
  - **čišćenje i dezinfekciju;**
  - **pripremu opreme za pripremu vode;**
  - **različite tehničke svrhe itd.**

## **PRIMERI VODE U DIREKTNOM KONTAKTU ILI ZA DIREKTNU PRIPREMU PREHRAMBENIH PROIZVODA:**

- voda koja se koristi **za startovanje kontinualnih procesnih linija** (npr. pasterizacija, evaporacija, itd.);
- **voda za odvajanje proizvoda iz procesa** na kraju proizvodnje;
- **voda koja se koristi za pranje** sirovina i proizvoda;
- **voda koja se koristi za rastvaranje** dodataka proizvodu;
- **voda koja se koristi u proizvodnji pića.**

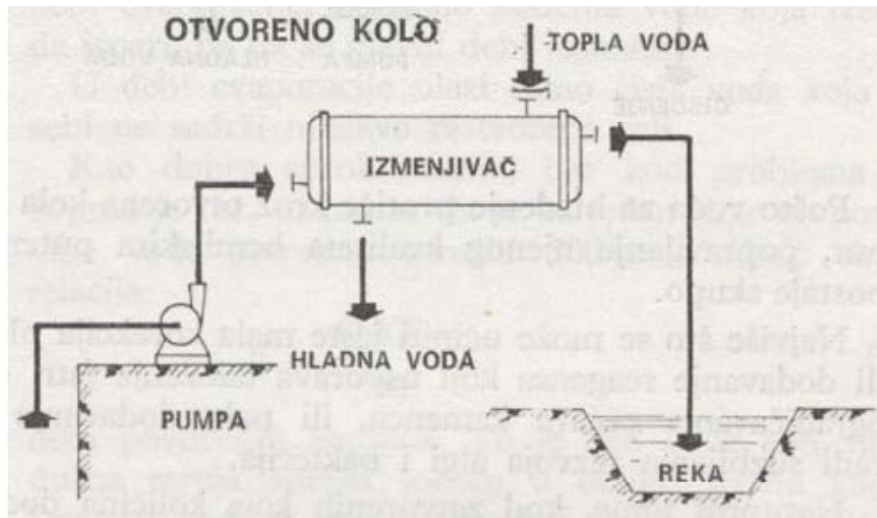
U svim gore navedenim slučajevima voda mora imati u pogledu mikrobioloških i hemijskih parametara kvalitet vode za piće (u nekim slučajevima se tolerišu više vrednosti pojedinih parametara, npr. mineralne soli).

## RASHLADNE VODE

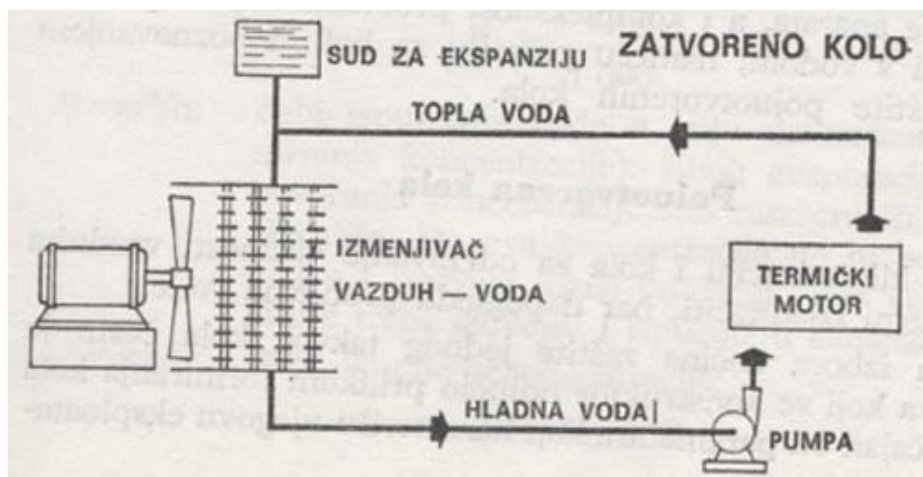
- Rashladne vode se koriste za uklanjanje toplote iz procesnih tokova i produkata.
- Na primer u industriji hrane, pića i mleka najčešće se koriste sledeći rashladni sistemi:
  - vode koje prolaze jednom kroz sistem, bez recirkulacije;
  - zatvoreni kružni rashladni sistemi;
  - otvoreni kružni rashladni sistemi;
  - hlađenje direktnim kontaktom sa rashladnom vodom.

Kada jednom prođe kroz rashladni sistem, voda sa relativno niskom temperaturom (podzemna, površinska voda) prolazi kroz procesnu opremu i nakon toga se ispušta.

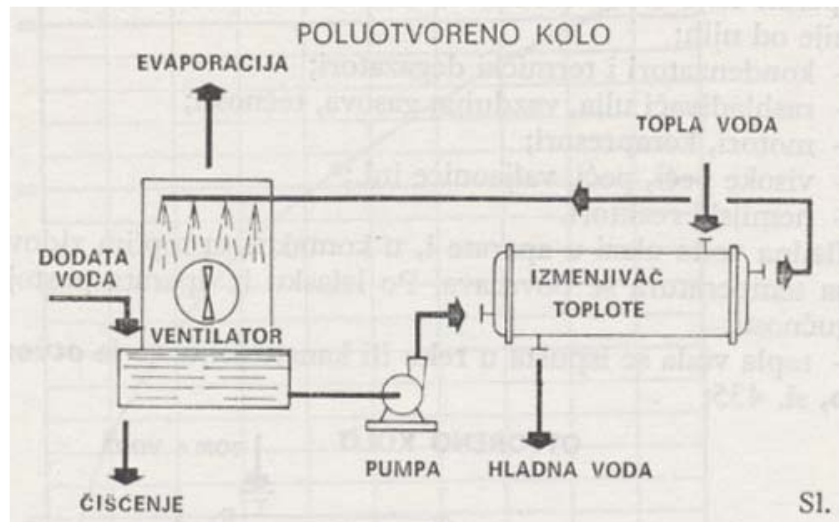
**Hlađenje sa vodom koja jednom prođe kroz sistema zahteva veliku potrošnju vode.**



Za odvođenje toplote koristi se voda koja ne sadrži suspendovane materije



Za odvođenje toplote koristi se Omekšana voda



**Za odvođenje toplote koristi se dekarbonizovana voda**



## DISKUSIJA

- **redukcija zapremine** generisane otpadne vode,
- **eliminacija ili smanjenje koncentracije određenih** **zagadujućih materija**, prvenstveno **prioritetnih polutanata**,
- **ponovna upotreba vode**,
- **tretman otpadnih voda.**

The left side of the slide features a decorative vertical bar with a light brown, textured background and several thin, vertical lines in shades of brown. Below this bar, there are several overlapping circles of varying sizes in a dark orange color. One of these circles contains the number 66.

# **METODOLOGIJA REDUKCIJE POTROŠNJE VODE**

66

# METODOLOGIJA REDUKCIJE POTROŠNJE VODE

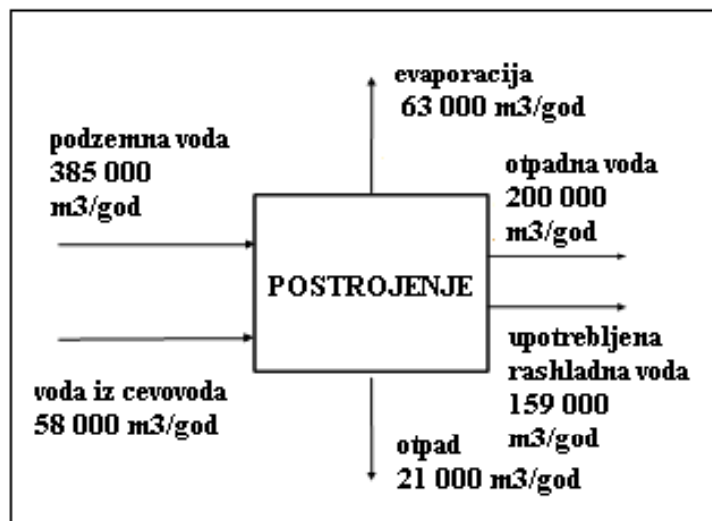
- Redukcija potrošnje vode zahteva pristup korak-po-korak:
  - a) uspostavljanje tima za upravljanje;
  - b) analiza potrošnje vode;
  - c) procena zahteva za kvalitetom vode za svaku primenu;
  - d) procena minimalne potrošnje vode za svaku procesnu fazu;
  - e) procena mera redukcije potrošnje vode;
  - f) studija izvodljivosti i
  - g) implementacija.
- Programi uspešnog upravljanja vodom zahtevaju na prvom mestu podršku od strane rukovodećeg tima industrije.
- **Motivacija rukovodećeg tima je najčešće usko povezana sa finansijskim benefitima koji mogu biti postignuti**



- **Važan uslov uspešnog upravljanja vodama je sveobuhvatan pregled svih oblasti i procesnih faza koje su u vezi sa relevantnom potrošnjom vode.**
- Ovakav pregled čini lakšim izbor redukcije potrošnje vode.
- Ovakav pristup **zahteva detaljan inventar tokova** vode u fabrici i njegov razvoj zahteva tri nivoa analize:
  - **analiza ukupne količine vode** koja ulazi u proces (input) i izlazne vode (output);
  - **inventar ulazne vode** (input) i **otpadne vode** (output) po procesnoj fazi ili aktivnosti;
  - **inventar ulazne vode** (input) i **otpadne vode** (output) za selektovani deo.

## ANALIZA UKUPNE KOLIČINE VODE KOJA ULAZI U PROCES (INPUT) I IZLAZNE VODE (OUTPUT):

- Na ovom nivou specificira se input i output vode u celom postrojenju.
- Upotreba i produkcija vode se uzimaju u obzir, **uključujući ponovnu upotrebu vode i vodu ugrađenu u proizvod** (pića, voće i povrće u konzervama) ili vodu koja je isparila.
- **Osnovna razlika se najčešće pravi između ukupne i sveže vode koja se koristi.**



*Primer pregleda ulazne i izlazne vode iz postrojenja*

- Podaci koji su potrebni za ovu analizu se na relativno lak način mogu dobiti **merenjem protoka vode, korišćenjem računa za zahvaćenu i ispuštenu vodu i ostalih podataka koji su vezani za dozvole za zahvatanje ili ispuštanje vode.**
- Analiza zahteva i pregled cena koje su u vezi sa input-ima i output-ima vode.
- Informacije su zasnovane na tzv. polaznim tačkama :
  - **specifična potrošnja vode** ( $\text{m}^3$  vode/tona sirovine ili gotovog proizvoda);
  - **specifična ispuštanja otpadnih voda** ( $\text{m}^3$  vode/tona sirovine ili gotovog proizvoda);
  - **odnos cena zahvatanja i ispuštanja vode;**
  - **cena vode po proizvodnoj jedinici.**
- **Korišćenjem ovih podataka i (ako je moguće) njihovim poređenjem sa eksternim podacima može se doći do informacije da li je štednja vode moguća.**

## INVENTAR ULAZNE VODE (INPUT) I OTPADNE VODE (OUTPUT) PO PROCESNOJ FAZI ILI AKTIVNOSTI:

- U zavisnosti od vrste postrojenja, razlika može biti napravljena **između pogona, vrste procesa i osnovnih nivoa u procesu.**
- Posebno iz proizvodnih procesa, pripreme vode, prečišćavanja otpadnih voda i aktivnosti čišćenja i dezinfekcije moraju biti inkorporirani u inventar.
- Ako se ne vrši merenje, poželjna je instalacija opreme za merenje glavnih tokova (čak i ako je jedino moguće privremeno merenje).
- Kao alternativa preporučuje se **određivanje potrošnje vode različitih delova na bazi proizvodnog kapaciteta**, pri čemu ovakav metod daje najnepouzdanije rezultate.
- **Na osnovu podataka ove analize moguće je selektovati oblast koja će predstavljati ciljnu oblast istraživanja štednje vode.**



## INVENTAR ULAZNE VODE (INPUT) I OTPADNE VODE (OUTPUT) ZA SELEKTOVANI DEO:

- **Na osnovu podataka prethodne analize može se doneti zaključak o potrebi za štednjom vode u određenim delovima procesa (uređaja).**
- Selektovani delovi se dele u logične celine, npr. **relevantni procesni delovi, jedinične operacije, oprema i instalacije.**
- Ulazni i izlazni tokovi vode određuju se za svaki deo, pri čemu se definiše funkcija vode u datim delovima (npr. transportna voda, voda za pranje, rashladna voda, itd.). Često ova vrsta podataka nije dostupna.
- Nedostajući podaci mogu biti kompletirani dodatnim merama, računanjem korišćenjem ostalih podataka.
- Pri ovakvoj vrsti analize neophodno je da određeni deo koji se istražuje bude fizički definisan i da ima logičnu, prepoznatljivu namenu.
- **Korisno je napraviti odvojene sheme protoka za svaki nivo i procesni deo na uniforman način, za čega se najčešće koriste softverski programi.**

# PROCENA KVALITETA UPOTREBLJENIH VODA

- **Procena se zasniva na zahtevima kvaliteta vode koja se koristi u svakoj fazi proizvodnog procesa.**
- Najvažniji kriterijumi su (zavisno od vrste procesa): **prisustvo organskih materija (iz sirovina i proizvoda); prisustvo pomoćnih sredstava u vodi; mikrobiološki sastav; pH, sadržaj hlorida; tvrdoća i sadržaj gvožđa i mangana itd.**
- Preporučljivo je grupisati procesne faze koje zahtevaju isti kvalitet vode i limitirati broj parametara od 5-10.
- Pri svemu ovome vrlo je važno definisati zahteve za kvalitetom tako da kvalitet vode ne ugrožava kvalitet finalnog proizvoda.
- **Dobijene informacije služe odlučivanju kada je moguća ponovna upotreba vode, sa ili bez primene tretmana između.**

# PROCENA MINIMALNE POTROŠNJE

- Procena minimalne potrošnje vode za svaku procesnu fazu često se vrši korišćenjem literaturnih podataka ili bilo koje druge vrste eksternih podataka.
- Drugi način je određivanje nivoa minimalne potrošnje vode baziranog na specifikaciji različitih delova procesnih linija.

# REDUKCIJA POTROŠNJE VODE

- Procena mera redukcije potrošnje vode zasniva se na nekoliko metoda:
  - **eksterne konsultacije;**
  - **analiza količina vode po delovima postrojenja.**
- Naprimer u industriji hrane, pića i mleka, mnogobrojni su načini primene mera u cilju redukcije količine upotrebljene vode: **eliminacija upotrebe vode; optimizacija procesa; ponovna upotreba vode; dobra priprema i održavanje.**

Pojedini primeri mogućih načina štednje vode	
Mere štednje vode	Tipična redukcija u procesu (%)
Zatvoren recirkulacioni sistem	do 90%
Čišćenje na mestu (automatsko)	do 60%
Ponovna upotreba vode za pranje	do 50%
Nadogradnja mlaznica	do 20%

# STUDIJA IZVODLJIVOSTI

- **Studija izvodljivosti ima za cilj procenu preporučene opcije štednje vode koja je ujedno i najprihvatljivija za primenu.**
- Opcije se procenjuju u skladu sa **tehničkim, ekonomskim i merilima životne sredine.**
- **Potencijalni uticaji na produkte**, proizvodne procese, higijenu i bezbednost iz preporučenih opcija zahtevaju procenu pre donošenja odluke o kompleksnom projektu.
  - Pored toga, mogu se koristiti laboratorijska testiranja ili pilot testovi kada opcije značajno menjaju postojeće procese.
- **Cilj ekonomske procene** predstavlja procenu isplativosti opcije potrošnje vode, pri čemu se vrši poređenje cene promena i uštede vode.
- **Cilj procene životne sredine** je određivanje pozitivnih i negativnih uticaja na životnu sredinu datih opcija.
  - U pojedinim slučajevima je neophodna procena npr. povećanje potrošnje energije prevazilazi prednosti po životnu sredinu redukcijom potrošnje vode (npr. zamena sa zatvorenim kružnim rashladnim sistemom sa opremom za hlađenje).
  - Primer ovakve zamene dovodi do redukcije potrošnje vode, ali značajno povećava potrošnju električne energije.

# IMPLEMENTACIJA

- Implementacija selektovanih opcija **zahteva razvoj akcionog plana sa detaljnim opisom aktivnosti**, zahteva za resursima, osobljem odgovornim za preduzimanje aktivnosti i planiranjem.
- Važno je proceniti efektivnost implementiranih mera i praćenje efekata u dugoročnom kontekstu.



# PRIMENA «END OF PIPE» TEHNIKA TRETMANA OTPADNIH VODA

- Jedna od najvažnijih činjenica je da se eliminacija, redukcija zagađenja vode na izvoru primenjuje umesto ili pre tretiranja produkovane otpadne vode.
- Tehnike minimizacije otpada se široko primenjuju na sektore i podrazumevaju sledeće relacije sa tokovima otpadnih voda:
  - redukcija zapremine,
  - redukcija dužine emitovanja,
  - eliminacija ili smanjenje koncentracije određenih supstanci,
  - povećanje održivosti ponovne upotrebe.

# MNOGI FAKTORI IMAJU UTICAJ NA TRETMAN OTPADNIH VODA:

- zapremina i sastav efluenta,
- **recipijent otpadnih voda** (kanalizacija, reka, jezero, more, zemlja, itd.),
- **lokalna situacija** (učešće u tretmanu otpadnih voda, npr. gradske zajednice),
- **cena tretmana, odlaganje, naknade**, itd.





## DISKUSIJA

- **specifična potrošnja vode** ( $\text{m}^3$  vode/tona sirovine ili gotovog proizvoda);
- **specifična ispuštanja otpadnih voda** ( $\text{m}^3$  vode/tona sirovine ili gotovog proizvoda);
- **odnos cena zahvatanja i ispuštanja vode;**
- **cena vode po proizvodnoj jedinici.**



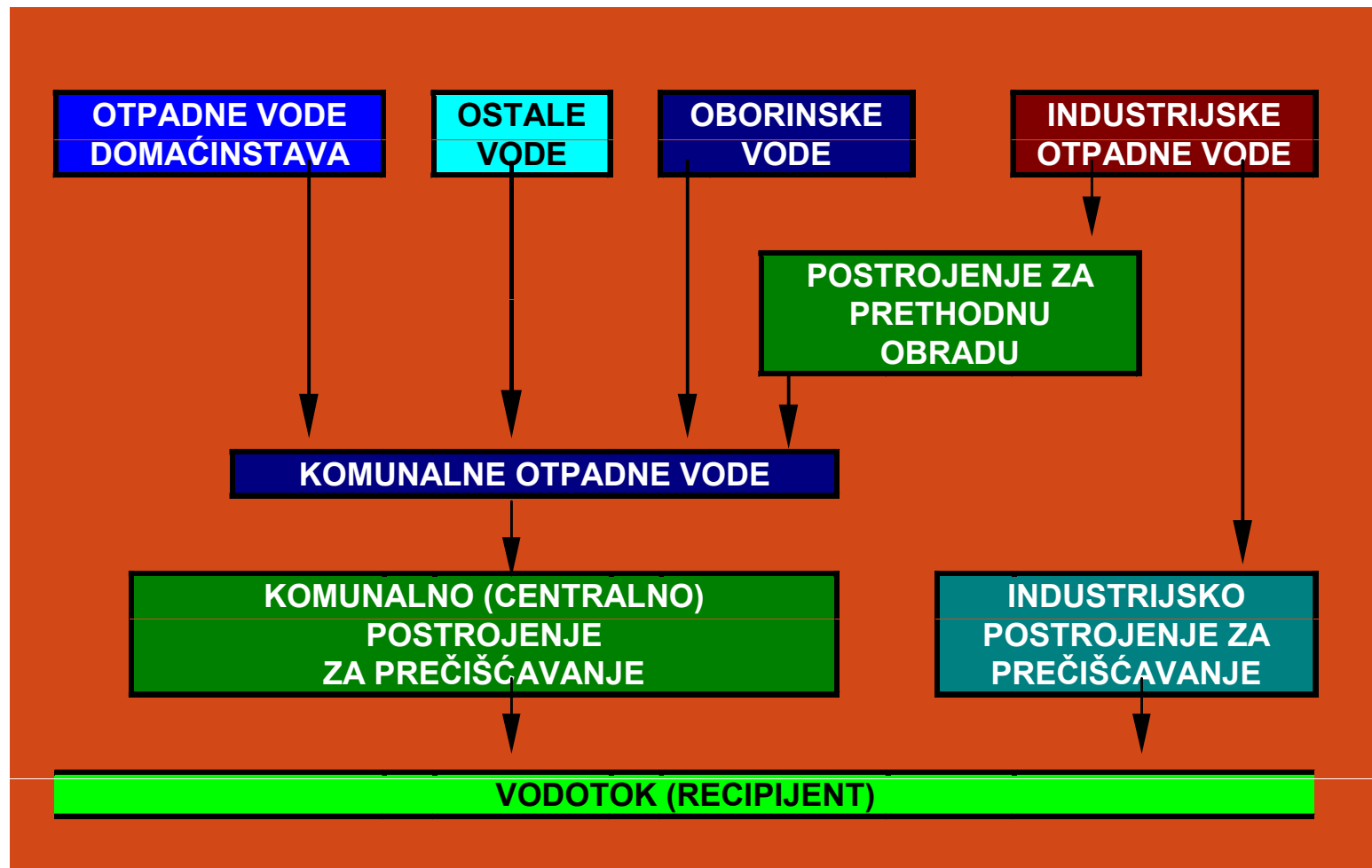
# **ISPUŠTANJE FINALNOG EFLUENTA**

82

# ISPUŠTANJE FINALNOG EFLUENTA

- Opcije ispuštanja finalnog efluenta:
  - **ispuštanje u gradsku kanalizaciju bez tretmana**, ili nakon preliminarnog tretmana;
  - **ispuštanje u gradsku kanalizaciju nakon parcijalnog tretmana**;
  - **ispuštanje u vodno telo nakon potpunog tretmana**.
- Ostale opcije uključuju:
  - tretman van mesta nastanka ili odlaganje problematičnih tokova otpadnih voda;
  - ponovna upotreba određenih tokova otpadnih voda van mesta nastanka (npr. za navodnjavanje u poljoprivredi, dovođenje vode u druge industrije).

# OPCIJE ISPUŠTANJA INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA



## IZBOR OPCIJE ISPUŠTANJA UZIMA U OBZIR MNOGE FAKTORE, KOJI UKLJUČUJU ALI NISU I STROGO LIMITIRANI NA:

- dostupnost pogodnog prostora za tretman na licu mesta;
- blizina i kapacitet kanalizacione mreže;
- kapacitet lokalnog uređaja za tretman kanalizacionih otpadnih voda;
- dostupnost ostalih tretmana van mesta nastanka otpadnih voda ili postrojenja za dispoziciju;
- cena tretmana na mestu nastanka otpadnih voda u odnosu na cenu alternativnog tretmana van mesta nastanka otpadnih voda;
- relativna efektivnost (bazirana na redukciji opterećenja) tretmana na mestu nastanka ili van mesta nastanka otpadnih voda;
- procena rizika po životnu sredinu povezana sa svakom opcijom;
- dispozicija sekundarnog otpada nastalog u toku tretmana na mestu nastanka otpadnih voda;
- sposobnost operativnosti i održavanja postrojenja na mestu nastanka otpadnih voda;
- pregovor sa nadležnima oko dobijanja dozvola;
- projektovan trend zapremine i sastava otpadnih voda;
- blizina lokalnog stanovništva.

# OPCIJE ZA ISPUŠTANJE INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA

- Ukoliko je neophodno da postrojenja budu u blizini izvora sirovina, nema mnogo izbora u opcijama ispuštanja otpadnih voda, ali se zahteva potpun tretman otpadnih voda pre ispuštanja u lokalni recipijent.
- U najvećem broju slučajeva, dve ili tri opcije zaslužuju detaljna razmatranja.
- Odlaganje otpadnih voda može biti glavni faktor u izboru mesta za nova postrojenja.

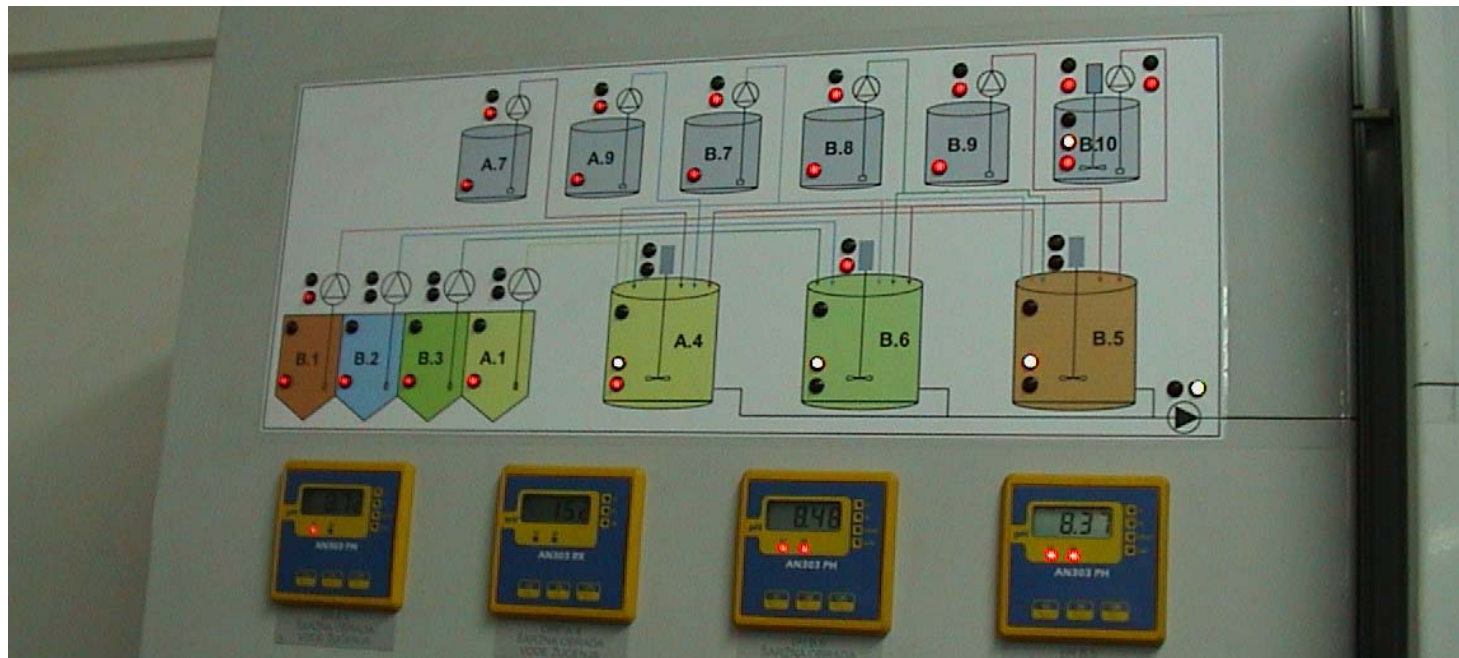


## **SELEKCIJA IZMEĐU TRETMANA OTPADNIH VODA NA MESTU NASTANKA, CENTRALIZOVAN TRETMAN NA MESTU NASTANKA ILI VAN MESTA NASTANKA OTPADNIH VODA**

- Na primer u industriji hrane, najčešći scenario kada je u pitanju tretman otpadnih voda je predtretman (lokalno, centralno ili kombinacijom) pre ispuštanja u gradski uređaj za tretman otpadnih voda ili potpuni tretman pre ispuštanja u prirodni vodotok ili zemljište (za navodnjavanje).
- Tretman na mestu nastanka otpadnih voda kao i u centralizovanom postrojenju ima određene prednosti.

## PREDNOSTI DECENTRALIZOVANOG ILI NA MESTU NASTANKA TRETMANA OTPADNIH VODA:

- fleksibilniji rad uz mogućnost reagovanja pri promeni uslova tretmana;
- tretman dizajniran po određenijim, definisanim uslovima;
- operatori pokazuju veću odgovornost za kvalitet efluenta.





## **PREDNOSTI CENTRALIZOVANOG TRETMANA NA MESTU NASTANKA OTPADNIH VODA:**

- prednost mogućnosti mešanja (temperatura, pH);
- manja kapitalna ulaganja;
- efektivnija upotreba hemikalija i opreme, a samim tim manji operativni troškovi;
- razređenje određenih kontaminanata pri čijem sadržaju se otpadna voda teško tretira lokalno (npr. emulgovane masti, sulfati).

## PREDNOSTI CENTRALIZOVANOG TRETMANA VAN MESTA NASTANKA OTPADNIH VODA:

- mogućnost tretiranja prethodno tretiranih voda na mestu nastanka do određenog opterećenja pre ispuštanja u recipijent;
- pogodan monitoring program na mestu emisije u kanalizaciju, uzimajući u obzir razmatranja potencijalne inhibicije bioloških procesa.



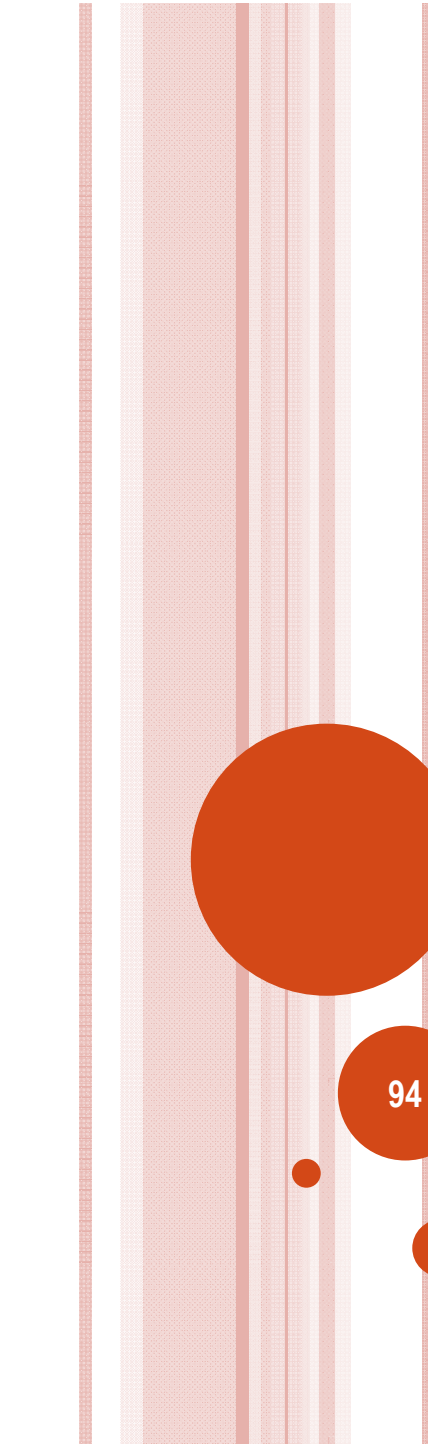
- **Dobro osmišljen sistem sakupljanja otpadnih voda ima značajnu ulogu u efektivnoj redukciji i/ili tretmanu otpadnih voda.**
- Sistem za sakupljanje odvodi otpadnu vodu do određenog mesta gde se vrši tretman otpadnih voda i prevencija mešanja kontaminiranih ili nekontaminiranih otpadnih voda.
- Za nova postrojenja, **sistem sakupljanja otpadnih voda dizajnira se na takav način da se može izvršiti odvajanje različitih vrsta otpadnih voda.**

## DA ZAKLJUČIMO:

- osnovna značajka koncepta najbolje dostupne tehnike zaštite životne sredine:
  - **sveobuhvatnost**
  - da bi se došlo do najboljeg načina smanjenja uticaja na životnu sredinu neke proizvodnje **uzima se u obzir praktično sve što je od značaja**

## DISKUSIJA

- **ispuštanje u gradsku kanalizaciju bez tretmana, ili nakon preliminarnog tretmana;**
- **ispuštanje u gradsku kanalizaciju nakon parcijalnog tretmana;**
- **ispuštanje u vodno telo nakon potpunog tretmana.**

The left side of the slide features a decorative design with a vertical bar on the far left, a wider textured vertical bar next to it, and several overlapping circles of varying sizes in shades of orange and red. The largest circle is positioned behind the text.

# **KONCEPT NAJBOLJE DOSTUPNE TEHNIKE PREČIŠČAVANJA KOMUNALNIH OTPADNIH VODA**

# KONCEPT NAJBOLJE DOSTUPNE TEHNIKE PREČIŠĆAVANJA KOMUNALNIH OTPADNIH VODA

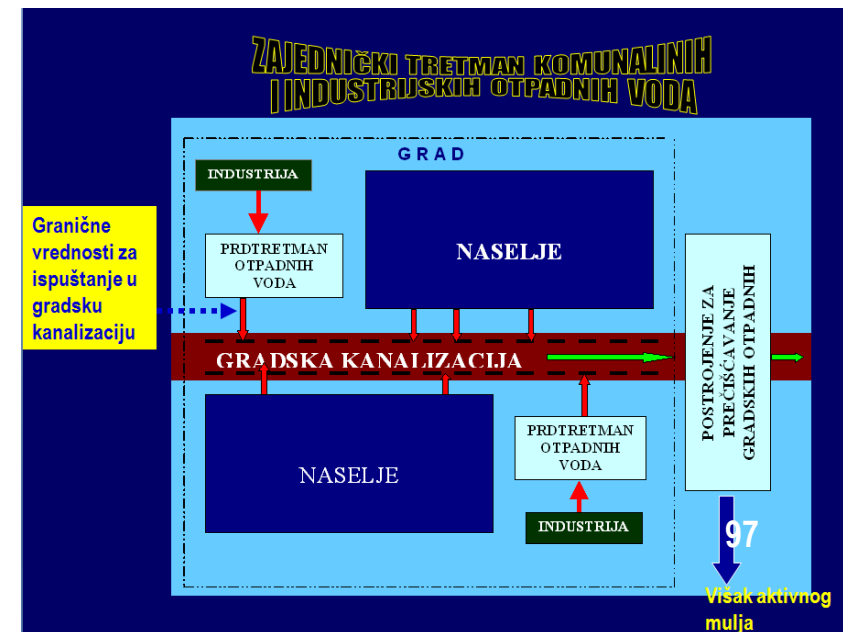
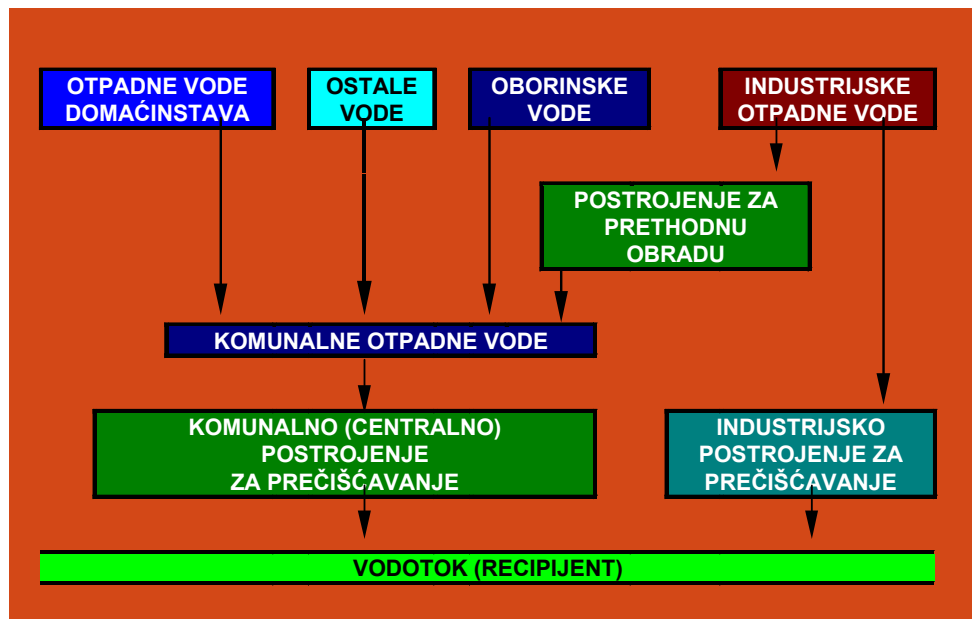
Najbolje dostupne tehnike za komunalne otpadne vode bi morale da obuhvate, a u saglasnosti sa osnovnom intencijom BAT – da bude sveobuhvatan:

- I. mesto na kome nastaju i procese iz kojih nastaju komunalne otpadne vode
- II. prikupljanje i transport otpadnih voda (kanalizaciju)
- III. prečišćavanje otpadnih voda
- IV. transport otpadnih voda do mesta korišćenja i/ili izlivanja u odgovarajući prijemnik
- V. ponovnu upotrebu sirovih otpadnih voda ili recirkulaciju/ponovnu upotrebu prečišćenih otpadnih voda
- VI. prijemnik neprečišćenih ili prečišćenih komunalnih otpadnih voda

- Osmisliti koncept najbolje dostupne tehnike samo za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda
- U formulisanju koncepta usvojiće se sledeća pojednostavljena i ograničenja:
- Otpadna voda domaćinstva je smeša svih otpadnih voda koje nastaju
  - Ne posmatraju se slučajevi **razdvajanja otpadnih voda domaćinstva**: na otpadnu vodu iz toaleta, koja je jače zagađena, i ostalu, slabije zagađenu otpadnu vodu
  - razdvajanje, zasebno prečišćavanje, i upotreba otpadnih voda domaćinstva veoma skupo



- Otpadna voda naselja je smeša svih otpadnih voda koje u njemu nastaju – zajednička kanalizaciju
  - ne posmatraju se slučajevi sa separatnim kanalizacionim sistemom
  - u našim naseljima zajednička kanalizacija praktično isključivo primenjeno rešenje



## IZBOR PROCESA PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA PRIMARNO ZAVISI OD SLEDEĆIH ČINIOCA:

- (i) kvaliteta sirove otpadne vode
- (ii) zahteva u pogledu kvaliteta prečišćene  
otpadne vode, zavisno od karakteristika  
prijemnika
- (iii) podobnost primene postupaka  
prečišćavanja otpadne vode

## FAKTORI IZBORA PROCESA PREČIŠĆAVANJA:

1. Primenljivost procesa
2. Primenljiv opseg protoka
3. Primenljive varijacije protoka
4. Karakteristike sirove otpadne vode
5. Inhibišući konstituenti i oni na koje se ne deluje
6. Klimatske prilike
7. Dimenzionisanje procesa na osnovu kinetike reakcija ili kriterijuma opterećenja procesa
8. Dimenzionisanje procesa na osnovu brzina prenosa mase ili kriterijuma opterećenja procesa
9. Performanse procesa
10. Otpadni tokovi procesa
11. Obrada mulja
12. Ograničavajući faktori okoline
13. Potrebe za hemikalijama
14. Potrebe za energijom
15. Potrebe za ostalim resursima
16. Potrebe za radnom snagom
17. Potrebe vezane za rad i održavanje postrojenja
18. Pomoćni procesi
19. Pouzdanost
20. Složenost
21. Kompatibilnost
22. Adaptibilnost
23. Ekonomska analiza životnog veka postrojenja
24. Raspoloživost zemljišta

## DISKUSIJA

- I. mesto na kome nastaju i procese iz kojih nastaju komunalne otpadne vode
- II. prikupljanje i transport otpadnih voda (kanalizaciju)
- III. prečišćavanje otpadnih voda
- IV. transport otpadnih voda do mesta korišćenja i/ili izlivanja u odgovarajući prijemnik
- V. ponovnu upotrebu sirovih otpadnih voda ili recirkulaciju/po-novnu upotrebu prečišćenih otpadnih voda
- VI. prijemnik neprečišćenih ili prečišćenih komunalnih otpadnih voda

# **PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA VELIKIH NASELJA**



101

# PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA VELIKIH NASELJA

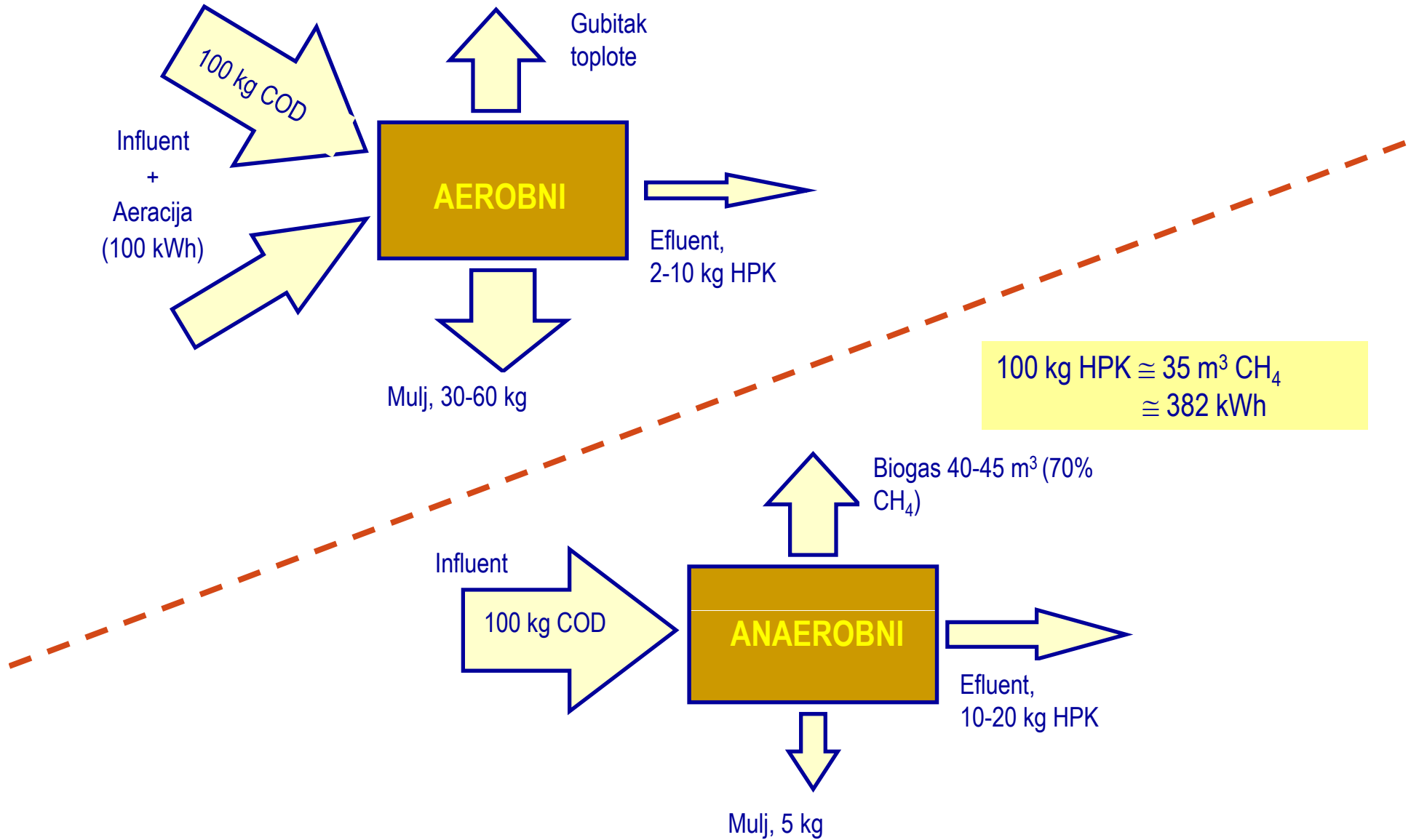
- Centralizovano prečišćavanje otpadnih voda naselja dominantna praksa u svetu u oblasti prečišćavanja komunalnih otpadnih voda
- BAT za prečišćavanje otpadnih voda velikih naselja koncipira se kao proces koji se odvija u centralizovanom postrojenju
  - obrađuju se sve otpadne vode koje dospevaju javnom kanalizacijom

- Dosadašnja praksa izgradnje centralnih prostrojenja za prečišćavanje otpadnih voda naselja (CPPOV) u našoj zemlji
  - u tom pogledu pratila dominantnu praksu u svetu
- Najzastupljeniji proces prečišćavanja na CPPOV velikih naselja u svetu, a u našoj zemlji praktično isključivo, je
  - aerobni proces prečišćavanja sa aktivnim muljem

- Dominiraju izvedbe kontinualnog procesa sa aktivnim muljem
  - (i) konvencionalni proces, i
  - (ii) proces sa potpunim mešanjem
- Diskontinualni procesi sa aktivnim muljem, na primer ciklično-šaržni reaktor – SBR (*Sequential Batch Reactor*)
  - tehno-ekonomski manje pogodni za obradu otpadnih voda velikih, pogotovo veoma velikih naselja



# Poređenje aerobno - anaerobno



- Proces prečišćavanja u malom broju CPPOV-a u Evropi
  - obuhvata i uklanjanje nutrijenata – azota i fosfora
- S obzirom da najveći broj vodotoka u našoj zemlji (koji su istovremeno i glavni prijemnici komunalnih otpadnih voda) pripada crnomorskom slivu
  - a Crno More osetljivo na eutrofikaciju

- u Evropi se provode aktivnosti za smanjenje unosa nutrijenata u Crno More
  - uključena i naša zemlja
- Sem toga
  - značajan deo naših površinskih voda je osetljiv na eutrofikaciju
  - Iz svega toga jasno proizilazi, da je BAT za prečišćanje otpadnih voda velikih naselja: aerobno biološko prečišćavanje nekom od izvedbi procesa sa aktivnim muljem, i sa uklanjanjem nutrijenata kao najvažniji jedinični proces u okviru ukupnog procesa prečišćavanja

- U okviru CPPOV
- BAT procesu prethode postupci uklanjanja materija koje se ili ne mogu ukloniti u biološkom procesu ili ometaju proces (inertne materije, ulja i masti, suspendovane čestice)
- U pojedinim slučajevima biće neophodno da se izvede dezinfekcija prečišćene otpadne vode
  - kao BAT najverovatnije dezinfekcija UV-zračenjem

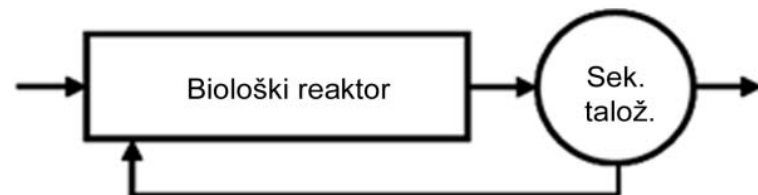
- Ukoliko je aktuelna rekonstrukcija i/ili proširenje postrojenja, u pravilu vezano sa unapređenjem postojećeg procesa prečišćavanja u postrojenju
  - nametnuće se izbor BAT koji će se primeniti
- kao BAT za te namene može da konkuriše više rešenja; na primer:
  - (i) ugradnja SBR-a za povećanje kapaciteta postojećeg postrojenja, ili za lakši rad u slučajevima hidrauličkog preopterećenja CPPOV

**(ii) separacija aktivnog mulja sa membranama, umesto konvencionalnog rešenja sa sekundarnim taložnikom**

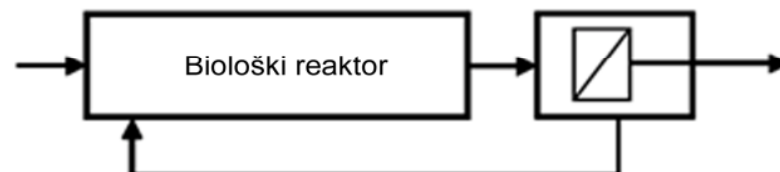
**slika**



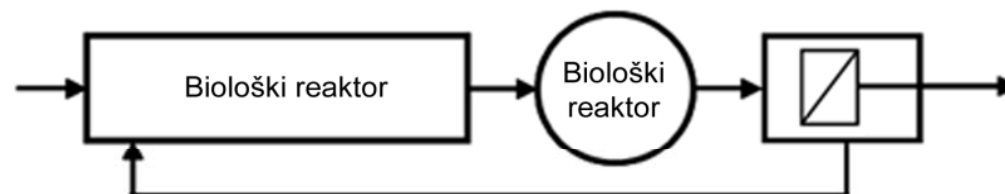
Konvencionalni proces aerobnog prečišćavanja sa aktivnim muljem



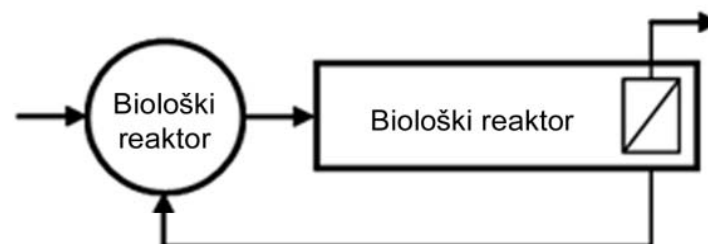
A: zamena sekundarnog taložnika sa odvojenom komorom za odvajanje aktivnog mulja sa membranama



B: promena namene sekundarnog taložnika: pretvaranje u dodatni biološki reaktor



C: promena šeme rada i separacija aktivnog mulja uronjenim membranama u biološkom reaktoru



(iii) proširenje procesa i na uklanjanje  
glavnih nutrijenata – azota i fosfora

- ukoliko se može u okviru postojećeg postrojenja – rekonstrukcijom postojećeg aerobnog reaktora za aktivni mulj
- ili proširenjem postrojenja: reaktorima sa suspendovanom ili sa imobilisanom mikroflorom



## DISKUSIJA

- Centralizovano prečišćavanje otpadnih voda naselja dominantna praksa u svetu u oblasti prečišćavanja komunalnih otpadnih voda

# **PREČIŠČAVANJE OTPADNIH VODA MANJIH NASELJA**



114

# PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA MANJIH NASELJA

- Dva prilaza za prečišćavanje otpadnih voda manjih naselja:
  - (i) obrada otpadnih voda pojedinačnih naselja, u sopstvenim CPPOV-ima
  - (ii) povezivanje kanalizacija nekoliko manjih (i malih) naselja, koja nisu previše udaljena, i centralizovano prečišćavanje u PPOV

- koji od ova dva prilaza ima prednost
  - prvenstveno ekonomsko pitanje
  - rešava se za svaki konkretan slučaj
  - zavisno od toga koliko su udaljena naselja koja bi se povezala, i koje su veličine

## **(I) OBRADA OTPADNIH VODA POJEDINAČNIH NASELJA, U SOPSTVENIM CPPOV-IMA**

- Za najveća iz grupe manjih naselja, od 10.000 do 20.000 stanovnika
  - eventualno pogodni postupci kakvi se primenjuju na velikim naseljima  
(neki od procesa sa aktivnim muljem i kontinualnim protokom otpadne vode)

Verovatni BAT:

- proces sa potpunim mešanjem – bolje podnosi veće varijacije hidrauličkog i organskog opterećenja od konvencionalnog procesa

- Za manja naselja iz grupe, 7.500 do 10.000 stanovnika
- pogotovo za najmanja naselja iz grupe, 5.000 do 7.500 stanovnika
  - standardni, kontinualni, procesi prečišćavanja sa aktivnim muljem ne bi bili, u tehno-ekonomskom smislu, prihvatljivi kao rešenje za prečišćavanje otpadnih voda tih naselja

- BAT za tu veličinu naselja bi se morao tražiti u dva pravca:

(1) od postupaka sa aktivnim muljem:

- (i) SBR proces
- (ii) proces sa produženom aeracijom
- (iii) aerisana laguna

ili

(2) postupci sa imobilisanom mikroflorom:

- (i) kapajući filter
- (ii) biodisk
- (iii) proces sa pokretnim nosačem mikroflora

## **(II) POVEZIVANJE KANALIZACIJA NEKOLIKO MANJIH (I MALIH) NASELJA, I CPPOV**

- BAT bi se mogao, zavisno od ukupne količine otpadnih voda, tražiti među
  - (a) kontinualnim procesima sa aktivnim muljem
  - (b) diskontinualnim procesom sa aktivnim muljem – SBR-om
  - (c) procesima sa imobilisanim biofilmom



# PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA MALIH NASELJA, SKUPINE KUĆA, I POJEDINAČNIH DOMAĆINSTAVA

- Mala naselja, skupine kuća ili objekata (kampovi, odmarališta, moteli, hotelski kompleksi, itd.), sve do pojedinačnih domaćinstava
  - po brojnosti daleko najveća grupa proizvedenata otpadnih voda u zemlji

- **Prečiščavanje odpadnih voda malih naselja je najteže rešiv problem**
  - **prevashodno sa tehno-ekonomskog stanovišta**

- **Grupa najvećih, iz grupacije malih naselja, za naselja od 3.000 do 5.000 stanovnika:**
  - **izbor tehnike prečišćavanja je u osnovi na istim postavkama kao i izbor procesa za grupaciju naselja od 5.000 do 20.000**
  - **nesto sužen izbor:**

- **SBR proces (za veća naselja iz grupe)**  
(sve izraženija neravnomernost protoka otpadnih voda što se veličina naselja smanjuje)
- procesi sa imobilisanom mikroflorom, u prvom redu kapajući filter  
(aeracija prirodnom promajom, što značajno pojednostavljuje i pojeftinjuje proces prečišćavanja)

- **Grupa najmanjih naselja, sa do 1.000 stanovnika, a pogotovo naselja do 500 stanovnika, i skupine kuća (objekata):**
- **rešenje za prečišćavanje otpadnih voda tih naselja treba tražiti u primeni**
  - (i) tzv. mokrih polja**
  - (ii) velikih septičkih tankova, kombinovanih sa naknadnim prečišćavanjem efluenta iz takvih tankova, na primer na peščano-šljunčanim filtrima, mokrim poljima, ili sličnim „postroje-njima“**

# PREGLED NAJBOLJE DOSTUPNE TEHNOLOGIJE ZA PREČIŠĆAVANJE GRADSKIH OTPADNIH VODA

Kapacitet postrojenja			
do 1000 ES	1000 – 10 000 ES	10 000 – 50 000 ES	veći od 50 000 ES
<b>PRIMARNA - MEHANIČKA FAZA (1)</b>			
- Ceđenje kroz rešetku: <i>gruba rešetka</i> <i>fina rešetka</i>	- Ceđenje kroz rešetku: <i>gruba rešetka</i> <i>fina rešetka</i>	- Ceđenje kroz rešetku: <i>gruba rešetka</i> <i>fina rešetka</i>	- Ceđenje kroz rešetku: <i>gruba rešetka</i> <i>fina rešetka</i>
- Ceđenje kroz sito <i>perforacija iznad 2 mm</i>	- Ceđenje kroz sito <i>perforacija iznad 2 mm</i>	- Ceđenje kroz sito <i>perforacija iznad 2 mm</i>	- Ceđenje kroz sito <i>perforacija iznad 2 mm</i>
- Primarno taloženje <i>dvospratna taložnica</i>	- Odvajanje peska <i>gravitaciono</i>	- Odvajanje peska <i>gravitaciono</i> <i>aerirani peskolov</i> <i>aerirani peskolov-hvatač</i> <i>masnoća</i>	- Odvajanje peska i masnoća (kombinovano) <i>gravitaciono</i> <i>aerirani peskolov</i> <i>aerirani peskolov-hvatač</i> <i>masnoća</i>
	- Odvajanje masnoća <i>gravitaciono</i>		
		- Odvajanje peska <i>gravitaciono</i> <i>aerirani peskolov</i> <i>aerirani peskolov-hvatač</i> <i>masnoća</i>	- Primarno taloženje

Kapacitet postrojenja			
do 1000 ES	1000 – 10 000 ES	10 000 – 50 000 ES	veći od 50 000 ES
<b>SEKUNDARNA - BIOLOŠKA FAZA (2)</b>			
- Postupci na osnovu prirodnih procesa (ekstenzivni postupci) <i>prirodne lagune mokra polja (wetland) razlivanje po zemljištu (landfill)</i>	- Postupci sa fiksiranom biomasom <i>rotacioni i biološki kontaktori od više jedinica biološki filtri (niskoopterećeni)</i>	- Postupci sa fiksiranom biomasom <i>biološki filtri (nisko, srednje i visoko opterećeni) dvostepeni biološki filtri (visoko i nisko opterećeni)</i>	- Postupak sa aktivnim muljem sa nitrifikacijom <i>dvostepeni postupci (visoko opterećeni-nisko opterećeni)</i>
- Postupci sa fiksiranom biomasom <i>rotacioni biološki kontaktori biološki filtri (niskoopterećeni)</i>	- Postupci sa aktivnim muljem <i>aerirane lagune totalna oksidacija</i>	- Postupci sa aktivnim muljem <i>totalna oksidacija sa nitrifikacijom</i>	
- Postupci sa aktivnim muljem <i>(totalna oksidacija) aerobno-anaerobno</i>			
<b>TERCIJARNA FAZA (3)</b>			
		- Biološka denitrifikacija <i>prethodna, stepenasta, simultana, alternativna, intermitentna</i>	- Biološka denitrifikacija <i>prethodna, stepenasta, simultana, alternativna, intermitentna</i>
		- Defosforizacija <i>biološka (u slučaju potrebe simultana hemijska)</i>	- Defosforizacija <i>biološka + simultana hemijska</i>
		- Dezinfekcija <i>hlornim preparatima (Cl<sub>2</sub>, NaOCl) UV zracima</i>	

Kapacitet postrojenja			
do 1000 ES	1000 – 10 000 ES	10 000 – 50 000 ES	veći od 50 000 ES
OBRADA MULJA			
PRIMARNO ZGUŠNJAVANJE			
-	-	- Gravitaciono <i>statičko</i> <i>mehaničko</i>	Primarni mulj
			-Gravitaciono <i>statičko</i> <i>mehaničko</i>
			Sekundarni i terc. mulj
			- Gravitaciono mehaničko
			- Veštačko mašinski
STABILIZACIJA			
- Istovremena aerobna biološka		- Istovremena aerobna biološka	- Odvojena aerobna biološka <i>(mezofilna, termofilna)</i>
		- Odvojena aerobna biološka <i>(mezofilna, termofilna)</i>	
		- Gašenim krečom	- Anaerobna biološka <i>(mezofilna)</i>
		- Pečenim krečom	
SEKUNDARNO ZGUŠNJAVANJE			
	- Gravitaciono statičko		- Gravitaciono <i>statičko</i> <i>mehaničko</i>
DEHIDRATACIJA			
- Lagune za mulj	- Sušna polja		- Mašinska <i>trakasta filter presa</i> <i>dekanter centrifuga</i>
- Sušna polja	- Mašinska <i>trakasta filter presa</i> <i>dekanter centrifuga</i>	- Mašinska <i>trakasta filter presa</i> <i>dekanter centrifuga</i>	- Mašinska <i>trakasta filter presa</i> <i>dekanter centrifuga</i> <i>ramska filter presa</i> <i>vakum dobošasti filter</i>



Hvala  
na  
pažnji



BAT za  
Vatrenu  
vodu

Raznovrsnost proizvoda

