



**ARSENICPLATFORM**

HUSRB/1002/121/075



# Problem prisustva amonijaka u vodi za piće

**Dr Srđan Rončević**

Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine  
Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu

Újvidéki Tudományegyetem, Természettudományi-matematikai Kar

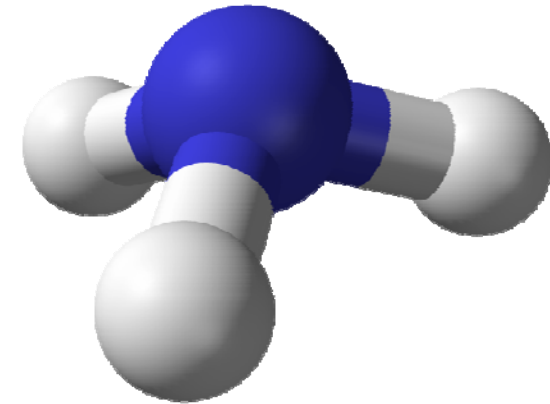


Projekat sufinansira  
Evropska unija

## Azotne materije se u vodi nalaze u obliku:

- organskog azota,
- amonijaka,
- nitrita i nitrata.

- $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  i  $\text{NH}_4^+$  - hemijski indikatori zagađenja, koji mogu da ukazuju na prisustvo fekalnog zagađenja.
- $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  és  $\text{NH}_4^+$  -a szennyezés kémiai indikátorai melyek rámutatnak a fekális szennyezőkre.



# AMONIJAK Ammónia

$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$$

- Prirodni fon *természetes szint*:
  - Površinske vode (*felszíni vizek*)- do 12 mg/l
  - Podzemne vode (*talajvizek*)- obično < 0,2 mg/l
  - Do 3 mg/l amonijaka - u slojevima bogatim huminskim materijama i gvožđem (*vasban és humuszanyagokban gazdag rétegek 3 mg/l ig*)

- **Amonijak se pri koncentracijama koje se očekuju u resursima vode za piće, ne smatra toksičnim za ljude** – lako se metaboliše u jetri i bubrezima do uree, i kao takav se izlučuje iz organizma.

*Az ivóvízforrásokban található ammónia mennyisége ne káros aze emberi szervezetre –könnzen metabolizál*

- **Smernice zasnovane na zdravstvenim efektima nisu izvedene.**

*Az egészségügyi hatásokon alapuló irányelvek nincsenek kifejtve.*

## Problemi koji mogu nastati usled prisustva amonijaka u vodi za piće...

### *Esetleges problémák jelenléte az ammónia miatt az ivóvízben ...*

- Nitrifikacija (*nitrifikálás*)
  - dezinfekcija hloraminiama
  - razvoj heterotrofnih bakterija
  - porast sadržaja nitrita - veći rizik po zdravlje
    - *sa sekundarnim aminima grade kancerogene nitrozamine*
    - *methemoglobinemija*
- Opadanje efikasnosti dezinfektanta  
*a fertőtlenítők hatékonyságának csökkenése*
- Interference prilikom rada filtera za uklanjanja mangana - previše se kiseonika troši nitrifikacijom
- Korozija cevi u distribucionom sistemu  
*vizhálózati csövek korróziója*
- Neprijatan miris i ukus vode  
*a víz kellemetlen szaga és íze*

WHO (2011)

1,5 mg/l

Direktive EU (1998)

*(EU szabályzat)*

0,5 mg/l

Pravilnik SRJ (1998)

*(szerbiai szabálykönyv)*

0,1 mg/l

1 mg/l ( $\leq 5000$  ES)

## Metode za uklanjanje azotnih materija

### A nitrogénes anyagok eltávolítása

- ✓ produvavanje vazduhom,
- ✓ nitrifikacija/denitrifikacija i
- ✓ izmena jona
- ✓ levegős átfúvatás,
- ✓ nitrifikálás/denitrifikásá és
- ✓ ioncsere

#### Najčeće:

**nitrifikacija amonijaka**  
kiseonikom do nitrata

+

**denitrifikacija nitrata** organskim  
supstancama bez prisustva  
kiseonika do gasovitog  $N_2$ .

#### Leggyakrabban:

**Ammónia nitrifikálása**  
oxigénnel nitrátig

+

**Nitrátok denitrifikálása** oxigén  
jelenléte nélkül  $N_2$  ig



Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

# FIZIČKO-HEMIJSKI PROCESI UKLANJANJA AMONIJAKA AZ AMMÓNIA ELTÁVOLÍTÁSÁNAK FIZIKAI-KÉMIAI MÓDSZEREI

**izmena jona  
(prirodni zeolit)  
iόνcsere  
(természetes zeolitok)**

**hemijska oksidacija  
Kémiai oxidáció**

## Uklanjanje amonijaka jonskom izmenom loncserélős által történő ammónia eltávolítás

- prirodni zeolit – *klinoptilolit* (természetes zeoli– *klinoptilolit*)
- veliki afinitet prema amonijum jonu (ammónia iránti magas affinitás):





Mađarska-Srbija

IPA prekogranični program

- Kapacitet klinoptilolita = 0,3-0,4 mekv  $\text{NH}_4\text{-N/g}$  (5,4-7,2 mg).
- Brzina izmene = 6-15 (obično oko 10) zapremina vode po zapremeni sloja klinoptilolita na sat
- Optimalni raspon pH = 4-8
- Regeneracija - pri visokom pH sa krečom ili NaOH
  - pri neutralnom pH sa NaCl ili
  - sa NaOCl koji vrši oksidaciju amonijaka do  $\text{N}_2$**
- Klinoptilolit kapacitása= 0,3-0,4 mekv  $\text{NH}_4\text{-N/g}$  (5,4-7,2 mg).
- Csere sebessége= 6-15 (általában 10) víztérfogat klinoptilolit réteg térfogatra órára nézve.
- Optimális pH tartomány = 4-8
- Regeneráció- magas pH, mésszel vagy NaOH
  - semleges pH NaCl vagy
  - NaOCl mely az ammónia oxidációját végezi  $\text{N}_2$  ig**



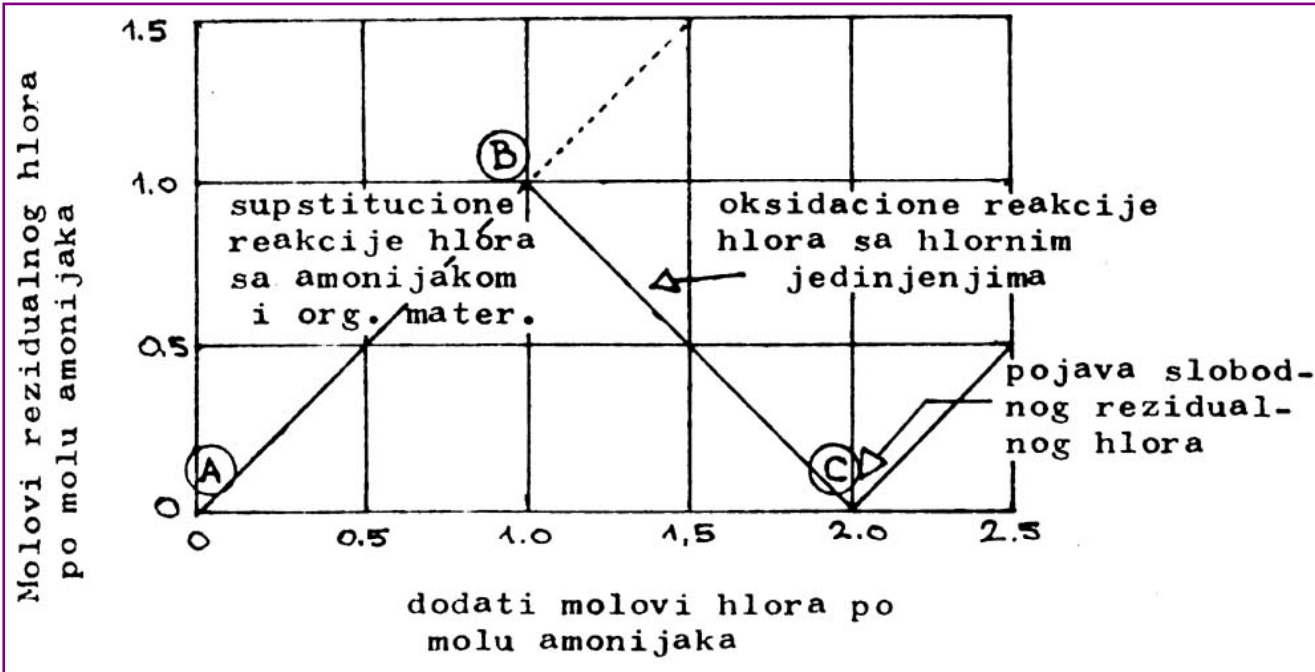
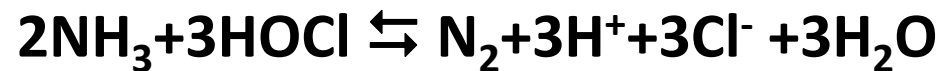
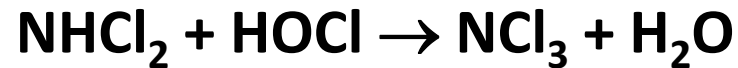
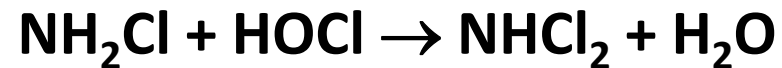
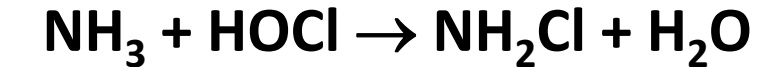


Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

## Uklanjanje amonijaka hlorisanjem preko prevojnne tačke

### Ammónia eltávolítás töréspontig történő klórozással

- oksidacija prvo do hloramina, a zatim do N<sub>2</sub> i do nitrata
- često nastaju nepoželjni dezinfekcioni nusproizvodi, kao što su trihalometani



- teorijska potrošnja 7,6 mgCl<sub>2</sub>/mgN-NH<sub>4</sub>
- u praksi - 10:1

pH 7-7.5

t=20min



Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

### Primena:

- za vode sa niskim sadržajem organske materije i
- za finalno prečišćavanje vode.

### Uklanjanje amonijaka PRE hlorisanja smanjuje:

- pojavu neželjenih hlornih nus-proizvoda,
- kratkoročnu potrebu za hlorom.

### Alkalmazás:

- alacsony szerves anyag mennyiséget tartalmazó vizekre
- a víz finális tisztítása.

### Az ammónia letávolítás a klórozás előtt csökkenti:

- a nemkívánatos klórozott melléktermékek megjelenését
- a klór iránti rövidtávú igényt.

## Uklanjanje amonijaka proizvodnjom vazduhom

### Ammónia eltávolítás légátfutással



- kreč + striping vazduhom
- problem: nastajanje taloga karbonata i mala efikasnost na niskim temperaturama
- aerisani filteri
- zrnasta ispuna
- Mész + levegő inverziója
- Probléma: karbonátos csapadék kialakulása és alacsony hatékonyság alacsony hőmérsékleteken
- Aerált filter
- Szemcsés töltet

Filteri/szűrők	h	Q	granulacija/granuláltság	t
Biolit, tok ka gore Biolit, felfelé	2.5 m	10-12m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1.5-2.0 mm	3-4 min
Biolit, tok ka dole Biolit, felfelé	3 m	8-10 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2.5-2.85 mm	
Pozolan ili ugljenik Pozolan vagy szén		5 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2.5-5 mm	20-30 min

# BIOLOŠKI PROCESI UKLANJANJA AMONIJAKA

## AMMÓNIA ELTÁVOLÍTÁSA BIOLÓGIAI ELJÁRÁSSAL

### NITRIFIKACIJA - nitrifikálás

#### I FAZA:



*Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrospira, Nitrosolobus i  
Nitrosovibrio*

#### II FAZA:



*Nitrobacter, Nitrospina, Nitrococcus i Nitrospira*



### DENITRIFIKACIJA - denitrifikálás



# Filteri sa imobilisanom mikroflorom

## Immobilizált mikroflórás szűrők

- zbog niskog sadržaja amonijaka u sirovoj vodi – **alacsony ammónia tartalom miatt a nyersvízben**
- odabrani granulovani medijum koji podržava bakterijsko pričvršćivanje ili peščani i/ili filteri sa granulovanim aktivnim ugljem
- Neophodni uslovi – **szükséges feltételek:**
  - » Dovoljno kiseonika –  $4,57\text{mgO}_2$  za  $1\text{ mg NH}_3\text{-N}$ ;
  - » Dodatak fosfora –  $0,2\text{ mgP/l}$ ;
  - » Dovoljno izvora C;
  - »  $\text{pH} > 7,5$ ;
  - » Temperatura  $> 8\text{-}10^\circ\text{C}$  (potpuna inhibicija  $< 4\text{-}5^\circ\text{C}$ );
  - » bez dezinfekcionih reziduala;
  - » 1-3 meseca inokulacije filtera.



Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

## Biološki filteri sa granulovanim aktivnim ugljem – **Biológiai szűrők granulált aktív szénnel**

- efikasno se uklanja biorazgradivi rastvoreni organski ugljenik BDOC, pri čemu se ovaj proces primenjuje za simultano uklanjanje amonijaka biološkom oksidacijom.

## Filteri sa flotantnim filtracionim medijumom - **Filterek flotációs (lebegős) szűrőközeggel**

- Filtrazur bez aeracije se koristi pri sadržaju  $\text{NH}_4^+$  od 1-1,5 mg/l, dok se aeraciona verzija koristi za više koncentracije
- Upotreba materijala koji je lakši od vode takođe omogućava da se filtracija odvija sa dna nagore i ako je potrebno protok vazduha nagore.



Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

## Filteri sa pozolanom – Pozolános szűrők

- ▶ Filteri sa pozolanom su se prvi počeli koristiti za uklanjanje amonijaka, ali sa ozbiljnim ograničenjima:
- ▶ Pozolan (> 1 cm) se ne može ispirati, čak i sa vazduhom i vodom - **pozolan (> 1 cm) nem mosható, még vízzel vagy levegővel sem;** prema tome, filteri se moraju isključivati u određenim vremenskim periodima, nakon čega se potapaju u hlorisanu vodu;
- ▶ Svake 2-3 godine, ovaj materijal se mora ukloniti iz filtera i zameniti – **minden 2-3 évben, el kell távolítani a szűrőből, le kell cserélni.**

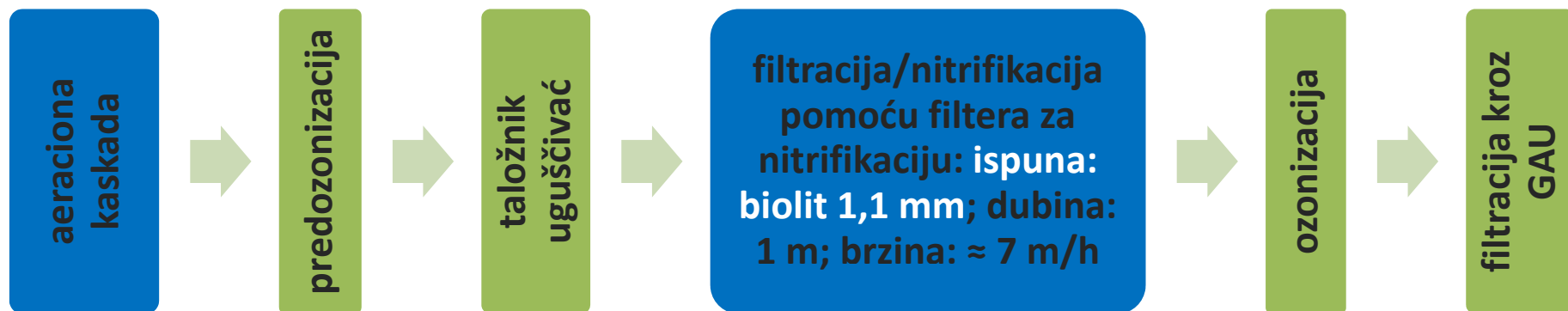


Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

## Filteri sa biolitom – Biolitos szűrők

- Pri tretmanu vode sa dovoljnim sadržajem  $O_2$  za proces nitrifikacije nije potrebna aeracija.
- $NH_4^+ < 1 \text{ mg/l}$  – potreban je **konvencionalni peščani filter (hagyományos szűrők)** u cilju obezbeđivanja odgovarajuće aeracije vode;
- $1 < NH_4^+ < 2 \text{ mg/l}$  - filter za nitrifikaciju sa ispunom od biolita (**nitrifikációs biolittal töltött szűrők**); kiseonik se uvodi u vodu tokom prethodne aeracione faze, kaskadnom aeracijom ili uz pomoć difuzera.

Primer iz Francuske (Eau & Force, Mont Valérien):

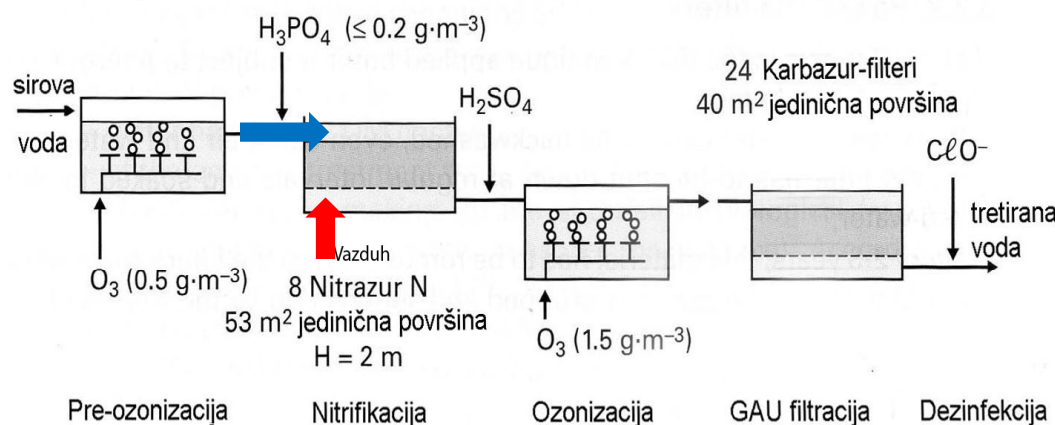




Kada je sadržaj  $\text{NH}_4^+$  toliki da nema dovoljno rastvorenog  $\text{O}_2$  u vodi (**nincs elegendő oldott  $\text{O}_2$  a vízben**) - primena reaktora sa aeracijom (**aerációs reaktor alkalamazása**) - Nitrazur N, gde postoje dve varijante:

- **Protivstrujni reaktori** gde voda protiče sa vrha na dole, a vazduh sa dna na gore – **ellenáramos reaktorok**:

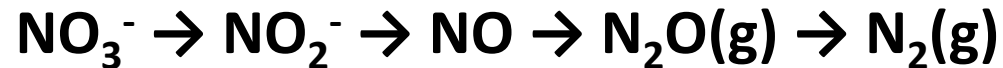
Priprema vode za  
piće u  
Louveciennes  
(Francuska).  
Kapacitet:  
 $120.000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$   
(Degremont, 07)



- **Istostrujni reaktori** gde voda i vazduh protiču sa dna na gore – **azonos irányú áramoltatás**- neophodna je dodatna filtracija da bi dobili malu mutnoću.
- brzina 10-15 m/h, 0,3-1 zapreminski odnos vazduh/voda

# Biološka denitrifikacija

## Biológiai denitrifikálás



Najčešće se koriste :

### 1. reaktori sa pakovanom ispunom – reaktorok pakolt töltettel:

Nedostatak - mala rastvorljivost  $\text{N}_2$  može dovesti do zagušivanja reaktora (voda u ravnoteži sa atmosferom sadrži oko 16 mg $\text{N}_2$ /l + 4 mg $\text{N}_2$ /l do zasićenja ostaje za produkciju azota);

Strategije za kontrolu  $\text{N}_2$  :

- filtracija pod pritiskom u zatvorenom reaktoru da bi povećali rastvorljivost  $\text{N}_2$ ,
- velike brzine strujanja vode na gore i
- postavljanje deaeracije pod vakuumom pre denitrifikacionog reaktora

### 2. reaktori sa fluidizovanom ispunom – reaktorok lebegő töltettel:

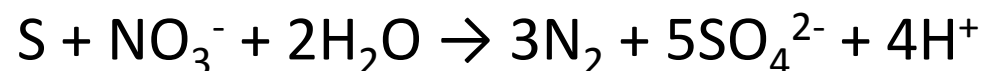
Prednost - imaju veću brzinu i efikasnost denitrifikacije

Nedostatak - proboj biomase

# Autotrofna denitrifikacija

## Autotróf denitrifikálás

- korišćenje neorganskog izvora ugljenika ( $\text{CO}_2$ ), i S ili vodonika kao elektron donora potrebnih za metabolički lanac bakterija:



- Prednosti:
  - Niska cena neorganskih supstrata i
  - Mala količina formirane biomase.
- Nedostaci:
  - Redukovana S jedinjenja se konvertuju u  $\text{SO}_4^{2-}$ ,
  - Visoke koncentracije  $\text{SO}_4^{2-}$  mogu delovati kao laksativ,
  - Maksimalno dozvoljena količina  $\text{SO}_4^{2-}$  od 400 mg/l.

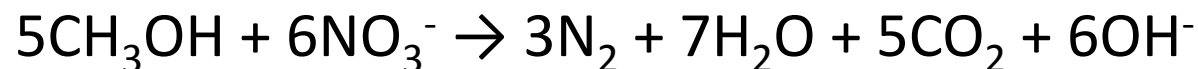
- H<sub>2</sub> je idealan energetska supstrat za denitrifikaciju.
- Potpuno je bezopasan za pijaću vodu.
- Nisu potrebni ni dodatni tretmani za uklanjanje viška supstrata ili njegovih derivata.
- Međutim, H<sub>2</sub> gradi zapaljivu i eksplozivnu smešu sa O<sub>2</sub>, i rastvorljivost u vodi je niska (1,6 mg/l na 20°C).

- ▶ **DENITROPUR** - primenjuje se u Nemačkoj
- ▶ saturacija H<sub>2</sub>, dodatak fosfata i CO<sub>2</sub>
- ▶ 4 reaktora sa pakovanom ispunom u serijama
- ▶ postaeracija
- ▶ dodatak flokulanta
- ▶ filtracija i
- ▶ UV filtracija
- ▶ opterećenje: 0,25 kg N/m<sup>3</sup>d
- ▶ vreme zadržavanja: 1-2 h za uklanjanje 11 mgN/l

# Heterotrofna denitrifikacija

## Heterotróf denitrifikálás

- korišćenje organske supstance (**metanol, etanol**) kao izvora C, a  $\text{NO}_3^-$  kao terminalnog elektron akceptora:



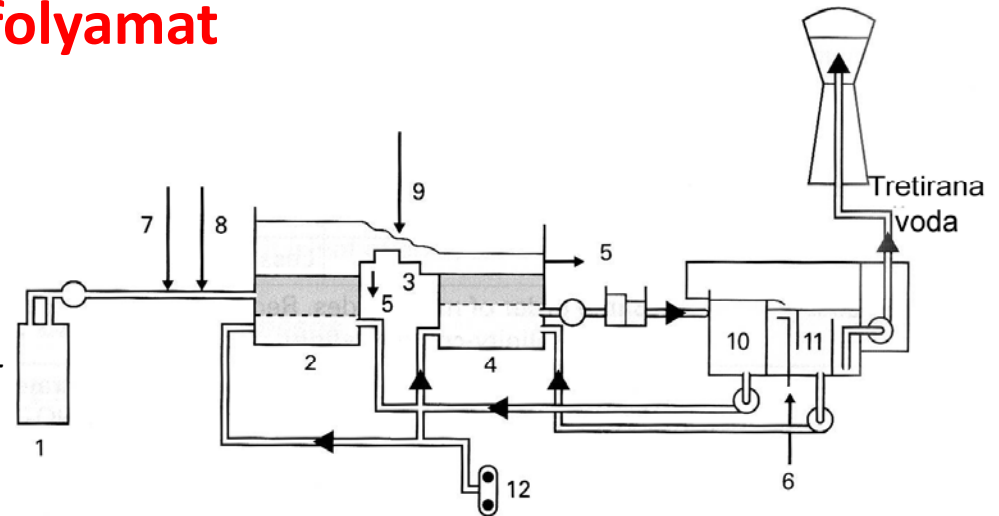
- izbor organskog jedinjenja utiče na količinu nastale biomase,
- baziran je na ekonomičnosti (metanol je najjeftiniji)
- višak biomase nakon obrade može se mešati sa muljem nastalim obradom komunalnog otpada,
- mali uticaj na kalcijum-karbonatni bilans vode,
- temperaturno senzitivan proces (ispod 7-8°C),
- ovaj proces je osetljiv na prisustvo rastvorenog  $\text{O}_2$  u sirovoj vodi,
- inicijacija procesa traje oko mesec dana.



Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

## Primer NITRAZUR procesa Példa NITRAZUR folyamat

1-sirova voda, 2-Nitrazur biološki reaktor, 3-kaskadna aeracija, 4-GAC filteri, 5-izlaz vode za pranje, 6-dezinfekciono sredstvo, 7-fosfori reagens, 8-reagens sa organskim azotom, 9-koagulant ( $FeCl_3$ ), 10-tank za nehlorovanu tretiranu vodu, 11-tank za hlorovanu vodu, 12-vazduh za pranje (Degremont 2007)



- **uklanjanje i nitrata i amonijaka iz podzemne vode (talajvízből ammónia és nitrát eltávolítása)**
- kapacitet 400 m<sup>3</sup>/h
- dva reaktora sa fiksnom ispunom u seriji:
  - **anoksični filter** gde se nitrat uklanja pri brzini filtracije od 10 m/h, I
  - **aerobni dvoslojni pakovani filter sa aktivnim ugljem i peskom**, gde se voda polira pre dalje dezinfekcije ozonizacijom.
- koncentracija nitrata opada od 9-15 do 3-4 mg N/l, pri korištenom odnosu etanol : azot od 1 : 2.

# Membranski bioreaktori - MBR

## Membrános bioreaktorok

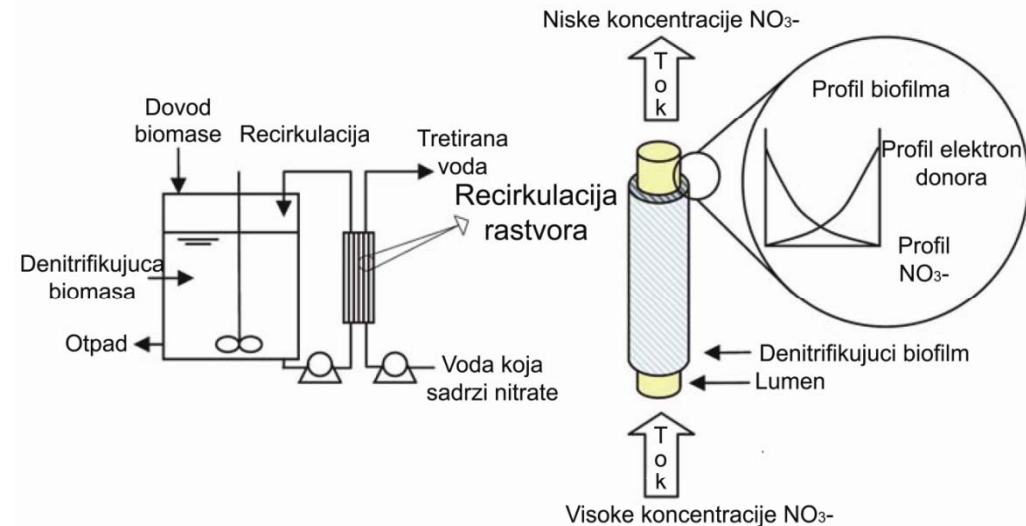
- Direktan kontakt između biomase i vode kod biološke denitrifikacije predstavlja potencijalni izvor kontaminacije vode za piće.
- inovativni biološki sistem - kombinacija bioloških procesa sa membranskom tehnologijom u obliku membranskog bioreaktora - **kompletno zadržavanje biomase uz pomoć membrane (a biomassza komplett fenntartása membrán segítségével)**
- Umesto odvajanja nakon biološkog procesa, na ovaj način je kontakt biomase i vode u potpunosti izbegnut i rizik od kontaminacije značajno smanjen.



Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

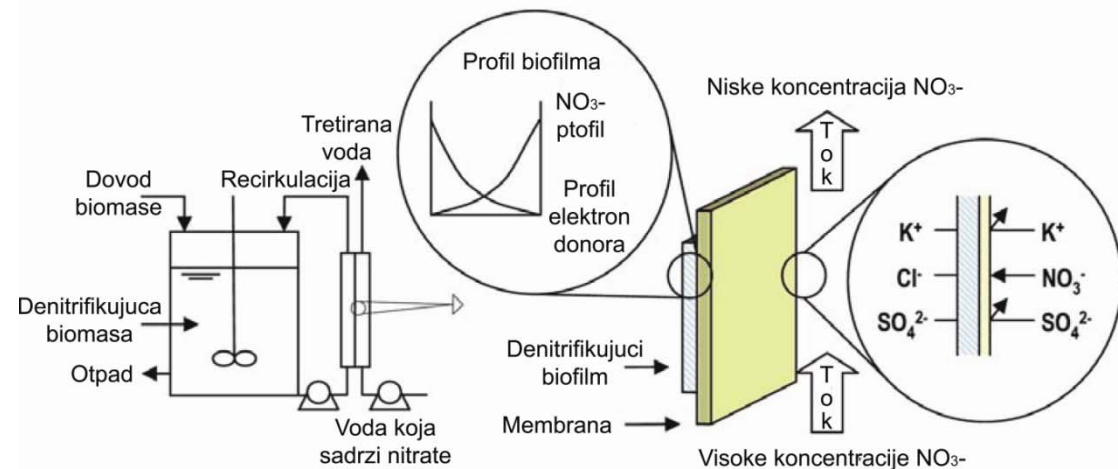
## Ekstraktivni membranski bioreaktor Extraktív membrános bioreaktor

- Nitrati se ekstrahuju iz sirove vode molekulskom difuzijom preko fizičke barijere u rastvor koji sadrži denitrifikujuću biomasu.



## Membranski bioreaktor sa jonskom-izmenom Ioncserélős membrános bioreaktor

- identičan ekstraktivnom membranskom procesu - mikroporozna membranska tehnologija zamenjena sa gustom jono-izmenjivačkom membranom.



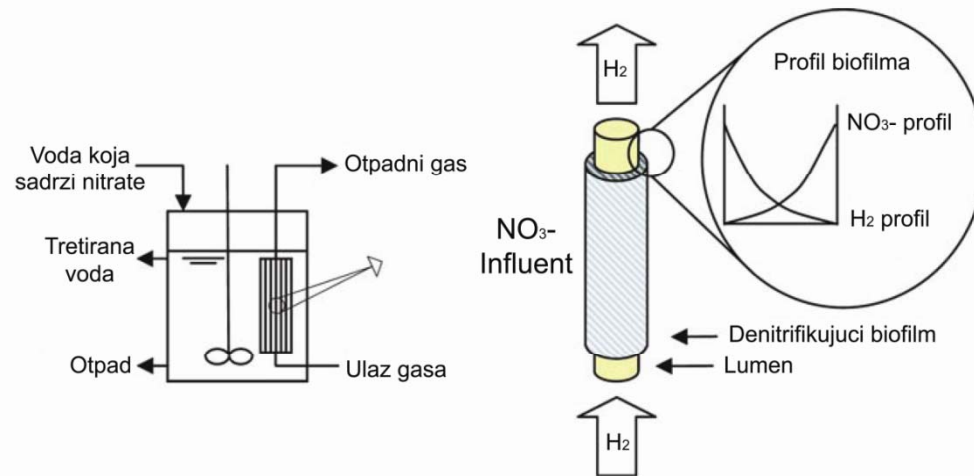




Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

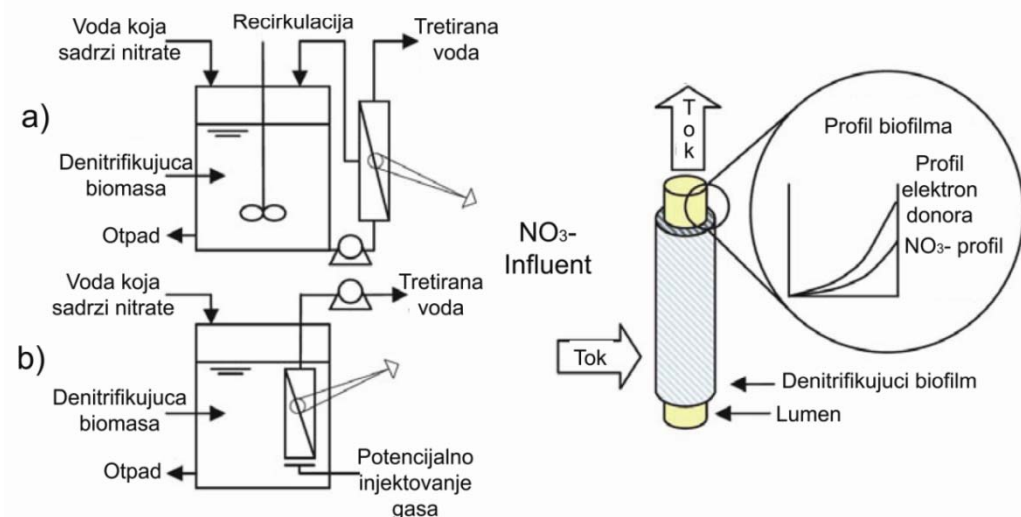
## Membranski bioreaktor sa transferom gasa Gáztranszferes membrános bioreaktor

- obično koriste gas permeabilna šuplja vlakna, za dovođenje vodonikovog gasa do lumena denitrifikujućih bakterija koje rastu na spoljnoj strani membrane.



## Membranski bioreaktori pod pritiskom Nyomás alatti membrános bioreaktor

- dok se odvija ekstrakcija permeata denitrifikujuća biomasa se akumulira na površini u obliku filterskog kolača omogućujući dalju denitrifikaciju
- Proces se uglavnom oslanja na suspendovanu denitrifikujuću biomasu, a retko kada na razvoj biofilma u sistemu.

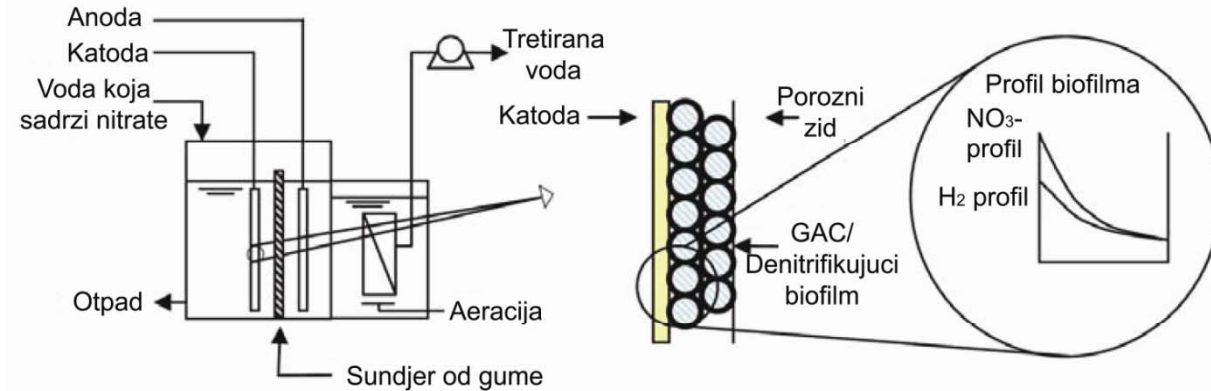




Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

# Elektrodni biofilm reaktor

## Elektródos biofilm reaktor



- H<sub>2</sub> produkuje se elektrolitički *in situ* za obezbeđivanje rasta biofilma na katodi.
- granulisani aktivni ugalj gusto je pakovan na površini katode i
- primenjena je potapajuća membranska tehnologija u posebnom reaktoru.

## Membranski reaktori pod pritiskom i sa transferom gasa

### Membrános reaktor nyomás alatt és gáztranszferrel

- Najnovija istraživanja su fokusirana na inkorporaciji transfera gasa i potapajućih membrana pod pritiskom u istom reaktoru.
- Istraživanja su uglavnom bila fokusirana na tretman sa suspendovanom biomasom



**Mađarska-Srbija**

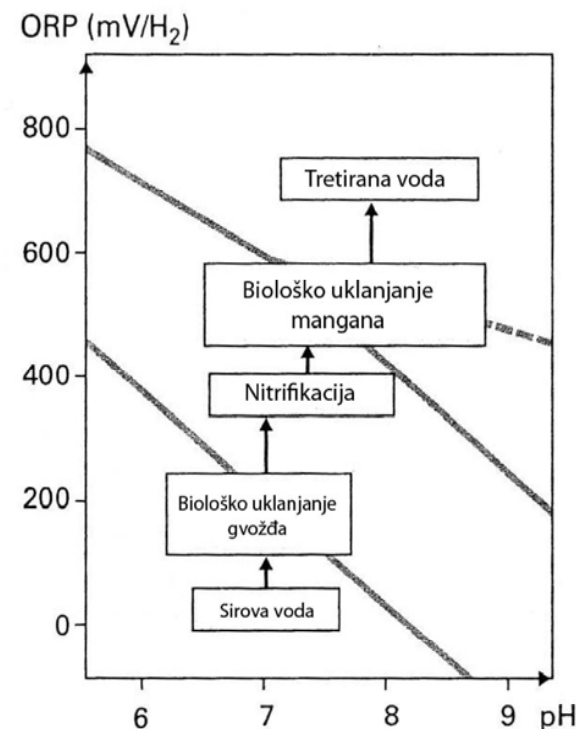
IPA prekogranični program

Konfiguracija	Prednosti	Nedostaci
Ekstraktivna	<ul style="list-style-type: none"><li>• Odvojenost biomase i ugljenika od produkovane vode</li><li>• Zadržavanje biomase</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zahteva dalju obradu tretirane vode</li><li>• Proboj ugljenika</li><li>• Troškovi pumpanja</li></ul>
MBR sa jonskom izmenom	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gusta membrana značajno redukuje rizik od proboja ugljenika</li><li>• Zadržavanje biomase</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zahteva dalju obradu tretirane vode</li><li>• Potencijalno kompleksan rad</li><li>• Nepoznat uticaj foulinga</li><li>• Visoki troškovi za membrane</li><li>• Troškovi pumpanja</li></ul>
MBR sa transferom gasa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Netoksični i jeftini elektron donor</li><li>• Dobro uklanjanje nitrata</li><li>• Mali sadržaj biomase</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zahteva dalju obradu tretirane vode</li><li>• Potencijal prema foulingu koji ograničava transfer mase</li><li>• Zdravstveni i bezbednosni rizik vezan za rastvaranje vodonikovog gasa</li><li>• Autotrofi, spora adaptacija</li></ul>
MBR pod pritiskom	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zadržavanje biomase</li><li>• Direktna filtracija smanjuje potrebu za naknadnim tretmanom tretirane vode</li><li>• Dokazana na industrijskoj skali (uključujući i kontrolu organskih materija)</li><li>• Niska cena</li><li>• Jednostavan za rad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Potencijal za proboj ugljenika</li><li>• Ograničeno poznavanje foulinga</li><li>• Troškovi pumpanja</li><li>• Troškovi aeracije</li><li>• Zahteva dalju obradu tretirane vode</li></ul>
MBR biofilm elektrodni reaktor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Netoksični i jeftini elektron donor</li><li>• Potencijal za tačnom kontrolom doze elektron donora</li><li>• Direktna filtracija smanjuje potrebu za naknadnim tretmanom tretirane vode</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Visoki utrošci električne energije</li><li>• Zdravstveni i bezbednosni rizik vezan za rastvaranje vodonikovog gasa</li><li>• Mogu se uklanjati nitrati samo u niskim koncentracijama</li><li>• Kompleksna kontrola</li><li>• Efikasnost zavisi od koncentracije rastvorenog kiseonika</li></ul>
MBR pod pritiskom sa transferom gasa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kombinuje prednosti reaktora pod pritiskom i reaktora sa transferom gasa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Manuelno uklanjanje biofilma da bi se održala suspendovana biomasa je intenzivno</li><li>• Zdravstveni i bezbednosni rizik vezan za rastvaranje vodonikovog gasa</li><li>• Troškovi aeracije</li></ul>

# Biološki tretman vode koja sadrži $\text{NH}_4^+$ , Fe i/ili Mn

## Biológiai kezelés azon vizek esetén melyek tartalmazzanak $\text{NH}_4^+$ , Fe és/vagy Mn

- Redosled tretmana je prikazan dijagramom stabilnosti - **kezelési sorrend**
- Fe može biti uklonjeno biološkim putem bez nitrifikacije
- radni uslovi za biološko uklanjanje gvožđa su obrnuti od onih za nitrifikaciju :
  - velika brzina,
  - kratko kontaktno vreme,
  - ograničeni sadržaj rastvorenog kiseonika
- biološko uklanjanje Fe se često mora odvijati kasnije, računato na osnovu sadržaja  $\text{NH}_4^+$  koji se mora ukloniti i temperature vode
- biološko uklanjanje Mn može se odvijati u istom reaktoru, samo ako se proces nitrifikacije završi pre ispuštanja tretirane vode



- **Nizak sadržaj  $\text{NH}_4^+$ , Fe i Mn:**

- » fizičko-hemijsko uklanjanje Fe,
- » nitrifikacija i biološko uklanjanje Mn na istom filteru;

- **Prosečan ili visok sadržaj Fe i nizak sadržaj Mn,  $\text{NH}_4^+ < 1,5 \text{ mg/l}$ :**

- » biološko uklanjanje Fe praćeno intenzivnom aeracijom i
- » filtracija kroz peščani ili filter za nitrifikaciju zavisno od tačnog sadržaja  $\text{NH}_4^+$  i temperature vode;

- **Prosečan ili visok sadržaj Fe i Mn,  $\text{NH}_4^+ > 1,5 \text{ mg/l}$ :**

- » biološko uklanjanje Fe;
- » nitrifikacija uz pomoć Nitrazur N;
- » završna filtracija gde se nitrifikacija i uklanjanje Mn završava istovremeno putem biološkog procesa.

- **Alacsony  $\text{NH}_4^+$ , Fe és Mn tartalom:**

- » Fe fizikai -kémiai eltávolítása
- » Nitrifikálás és az Mn biológiai eltávolítása ugyanazon szűrőn;

- **Átlagos vagy magas Fe tartalom és alacsony Mn,  $\text{NH}_4^+ < 1,5 \text{ mg/l}$  tartalom :**

- » Az Fe biológiai eltávolítása intenzív aerálással és
- » Homok vagy nitrifikációs szűrők az  $\text{NH}_4^+$  pontos mennyisége és vízhőmérséklet szerint;

- **Átlagos vagy magas Fe és Mn,  $\text{NH}_4^+ > 1,5 \text{ mg/l}$  tartalom:**

- » Biológiai Fe eltávolítás;
- » Nitrazur N-os nitrifikáció;
- » Befejező szűrés mikor is a nitrifikálás és Mn eltávolítás egyidőben zajlik a biológia folyamattal

## Tipično uklanjanje Fe, Mn i $\text{NH}_4^+$ iz vode u većim i velikim vodovodima u našoj zemlji

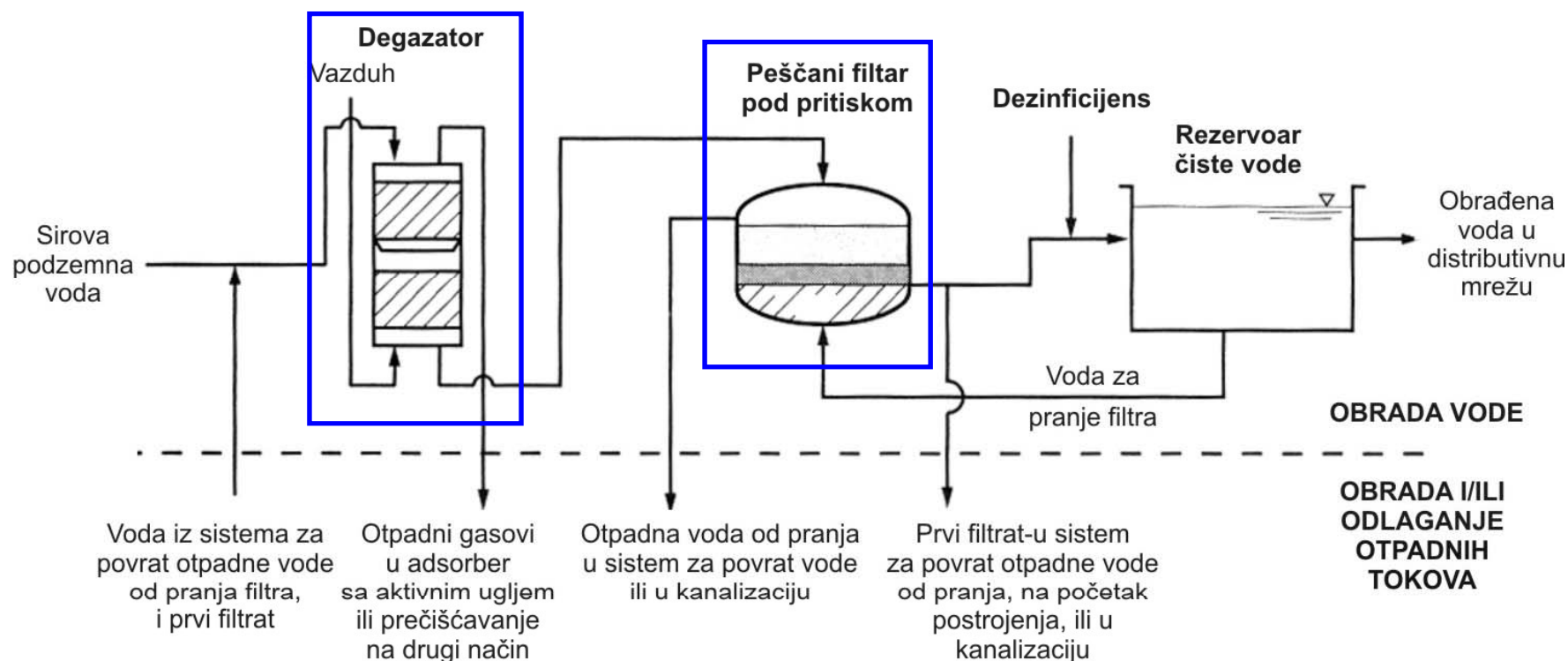
### Tipikus Fe, Mn és $\text{NH}_4^+$ eltávolítása vízből az országunk nagy és legnagyobb vízellátó rendszereinél

- (1) fontanska aeracija
- (2) retencija 1-2 sata, taloženje ferihidroksida
- (3) peščani filtri – uklanjanje preostalog Fe, katalitička oksidacija Mn na manganizovanom pesku, uklanjanje amonijaka nitrifikacijom u nitrat
- završno uklanjanje hlorisanjem preko prevojne tačke ili samo hlorisanjem

- (1) szökőkutas aeráció
- (2) retenció 1-2 óra feri-hidroxid csapadék képzés
- (3) homoszűrők– a még megmaradt Fe eltávolítása, az Mn katalitikus oxidálása manganizált homokon, ammónia eltávolítás nitrifikációval nitráttá
- befejező eltávolítás klórozással törésponton keresztül, vagy csak klórozással.

# Tipična uklanjanje gasova, Fe, Mn i $\text{NH}_4^+$ iz vode - postrojenja srednjih i malih kapaciteta

## Tipikus gáz, Fe, Mn és $\text{NH}_4^+$ eltávolítás vízből – közepes és kiskapacitású rendszerek





**Mađarska-Srbija**  
IPA prekogranični program

**Hvala na pažnji!**  
**Köszönöm a figyelmet!**

***Dobri susedi***  
*zajedno stvaraju*  
***budućnost***

