



ARSENICPLATFORM

HUSRB/1002/121/075



Okrugli sto: TEHNIKE UKLANJANJA ARSENA I POM

**Kerekasztal: Arzén és természetes szervesanyag
tartalom tisztításának technológiái**

Profesor dr Božo Dalmacija

Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine

Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu

Újvidéki Tudományegyetem, Természettudományi-matematikai Kar



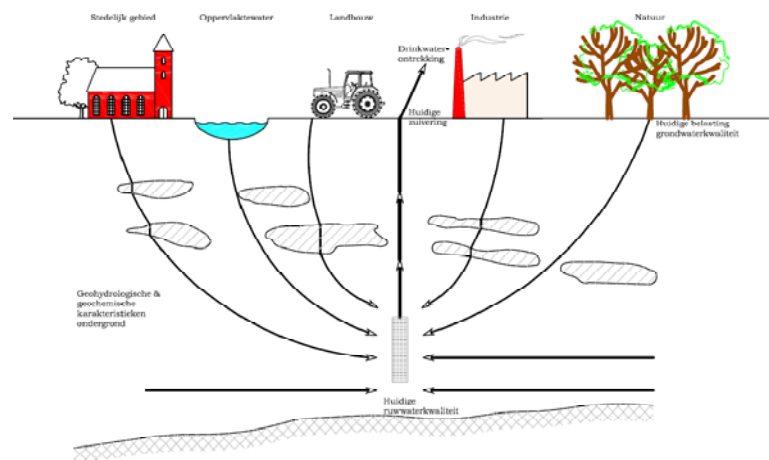
Projekat sufinansira
Evropska unija

Kikinda, 23-24.02.2012.

Koji parametri kvaliteta vode u izvorištu su problem za vodosnabdevanje u AP Vojvodini

Mely vízminőség paraméterek jelentenek problémát a vízellátásban Vajdaság AT területén

- Prirodne organske materije (POM)
 - Arsen
 - Natrijum
 - Borati
 - Amonijak
 - Gvožđe
 - Mangan
 - Gasovi (metan)
 - Boja
- Ukupan sadržaj neorganskih soli (visoka provodljivost)
 - Povećan rizik pogoršanja kvaliteta vode u aluvionu reka



TEHNOLOGIJE UKLANJANJA PRIRODNIH ORGANSKIH MATERIJA IZ VODE

Vízben előforduló természetes szerves anyagok
eltávolításának technológiái

Kako bi se izbeglo formiranje **biofilma** u distribucionom sistemu i formiranje **nus produkata dezinfekcije** potrebno je sadržaj POM smanjiti na najmanju moguću meru pre nego što se izvrši dezinfekcija. U tretmanu vode za piće se primenjuje niz različitih metoda za uklanjanje POM iz vode:

- Koagulacija i flokulacija (nakon toga sedimentacija i/ili filtracija)-koaguláció és flokuláció
- Adsorpcija na aktivnom uglju-akív szenes adszorbció
- Ozon (u predozonizaciji i ozonizaciji)-ózonos kezelés
- Jonska izmena- ioncserélők
- Membranski procesi-membrán szűrők
- Itd.

FORMIRANJE DEZINFEKCIONIH NUSPROIZVODA

Fertőtelnítő melléktermékek keletkezése

- Posledica dezinfekcije svim preparatima koji se koriste
- Posledica primene **oksidacionih agenasa** radi olakšavanja uklanjanja prirodnih organskih materija (npr. biofiltracija).

HALOGENA

halogének

NEHALOGENA

nemhalogének

JEDINJENJA KOJA NASTAJU HLORISANJEM

Klórozással keletkezett
vegyületek

NEISPARLJIVA

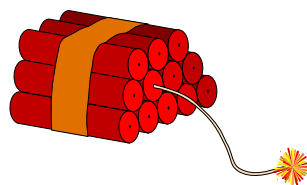
HIDROFILNA

hidrofilek

ISPARLJIVA

HIDROFOBNA

hidrofóbok



Bromidi u vodi-Bromidok a vízben

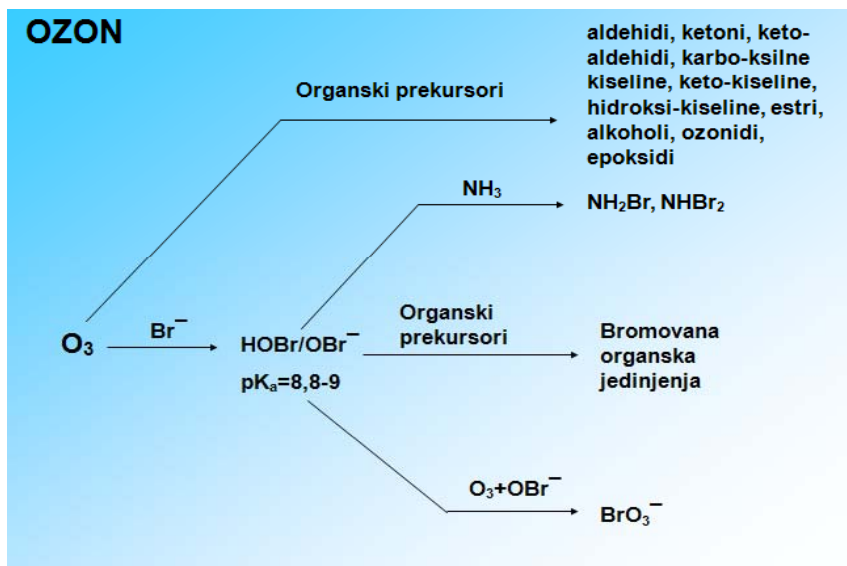
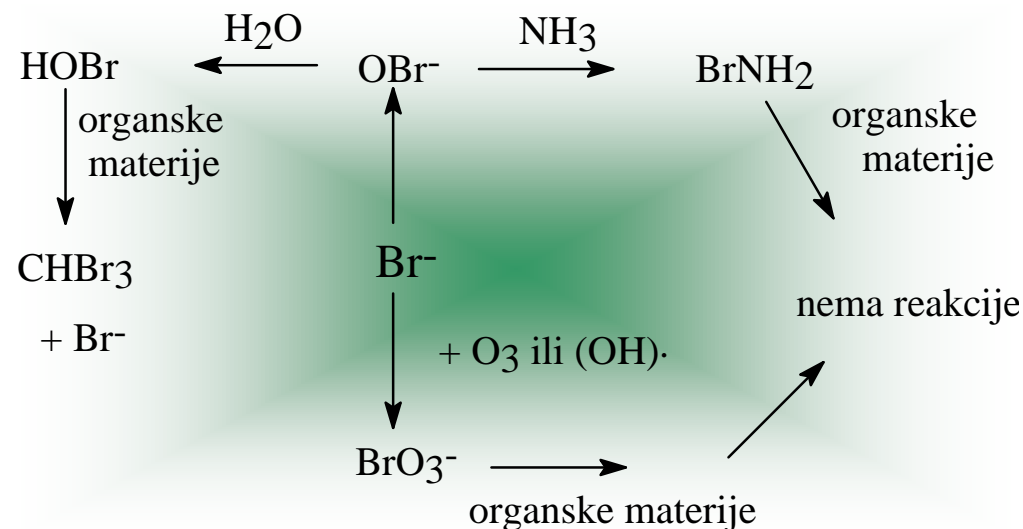
bromoform

dibromsirćetna kiselina
(dibróm ecetsav)

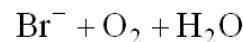
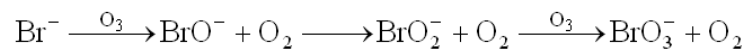
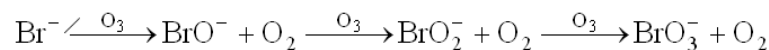
brompikrin

bromcijan i

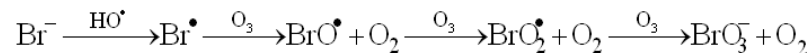
Bromat (bromát)



Mehanizam molekularnog ozona:



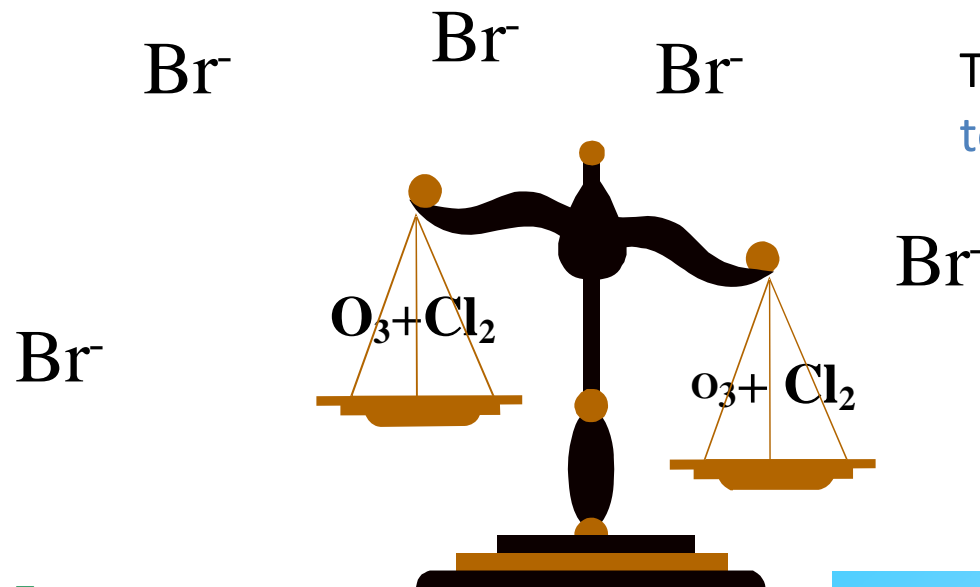
Radikalni mehanizam:



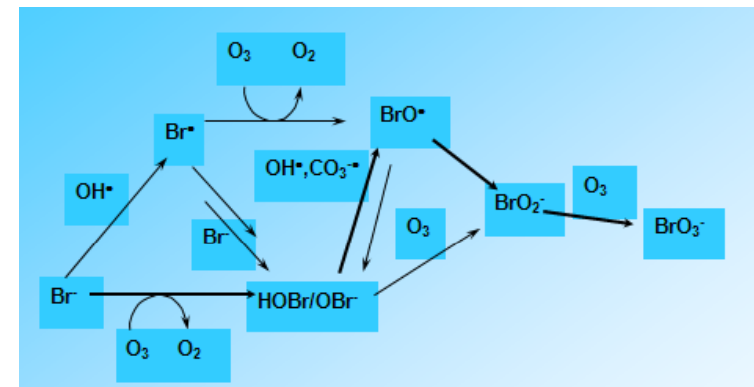
Izbor optimalnih doza-Optimális dózisek kiválasztása

Analitická ohraničenja-analitikai limitáltság

Toksikološki efekti-toxikológus hatások



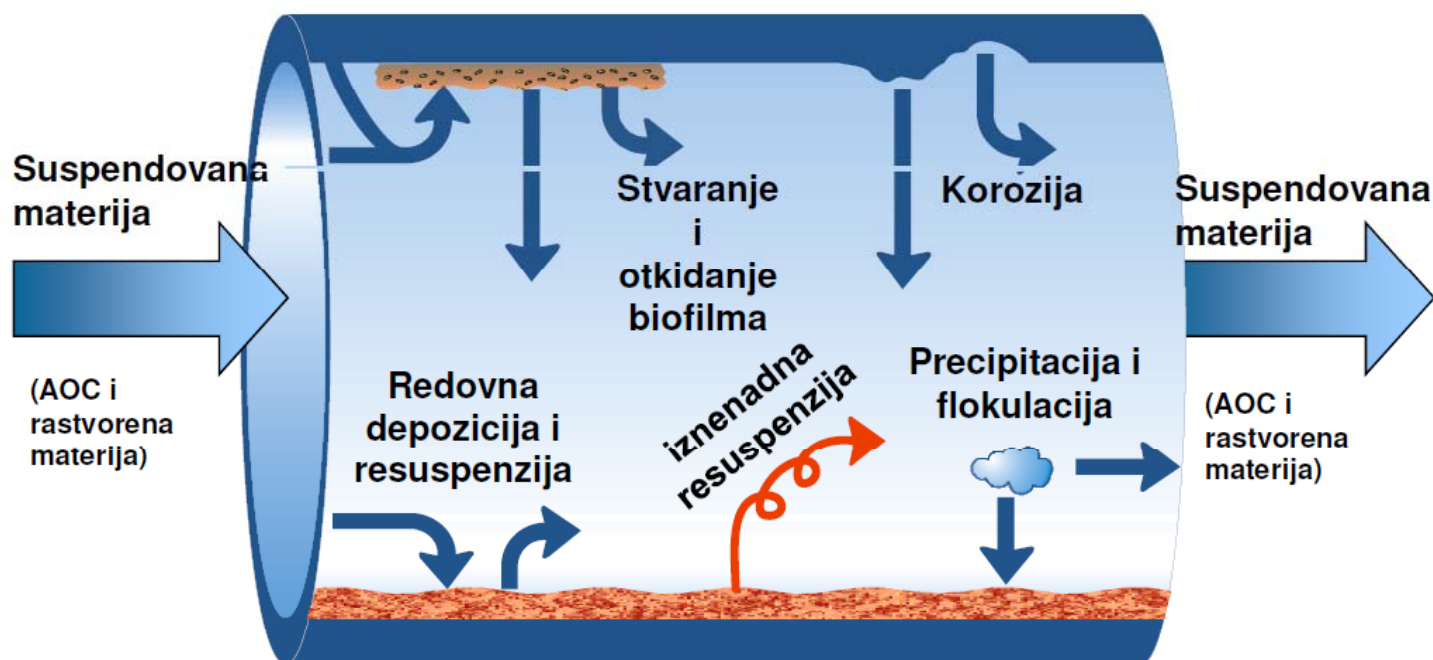
- bromovani trihalometani-brómozott trihalometánok
- bromovane halokiseline-brómozott halosavak



Formiranje biofilma u distribucionom sistemu i POM

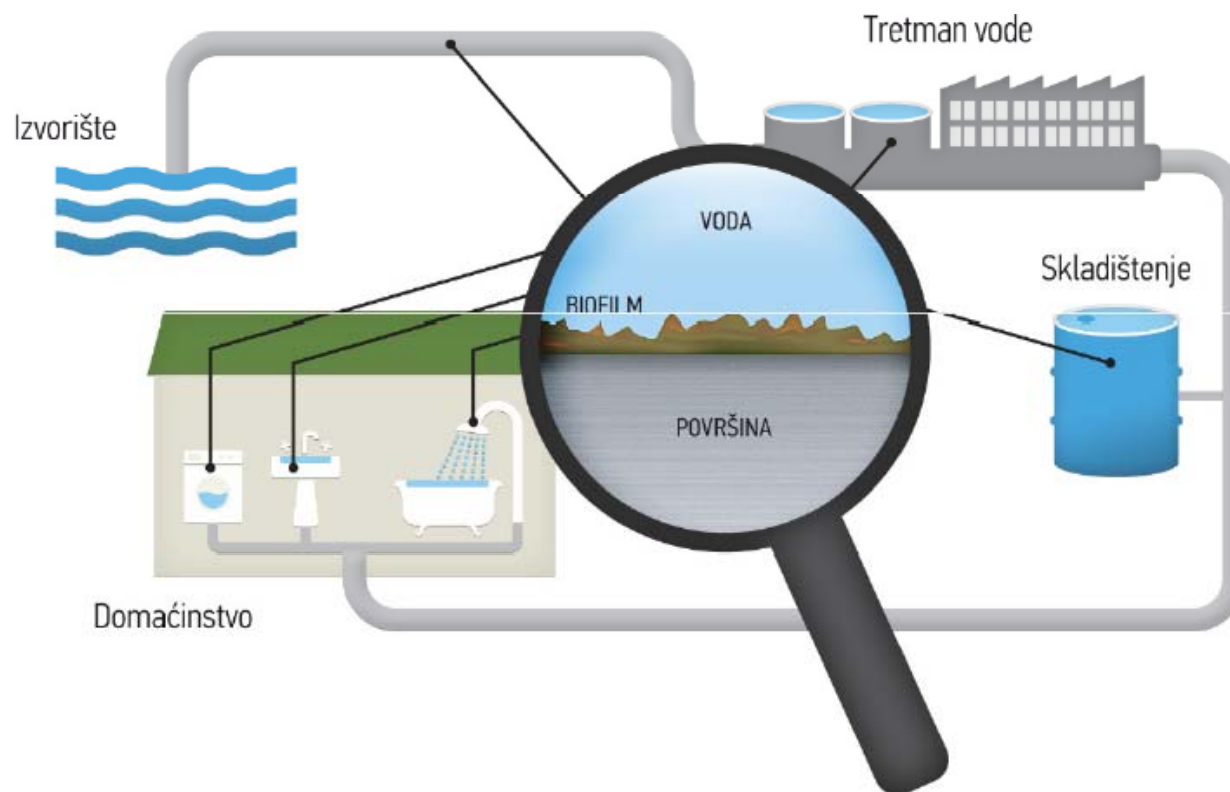
A szolgáltató rendszerekben kialakuló biofilmek és természetes szerves anyagok

Procesi u distributivnom sistemu



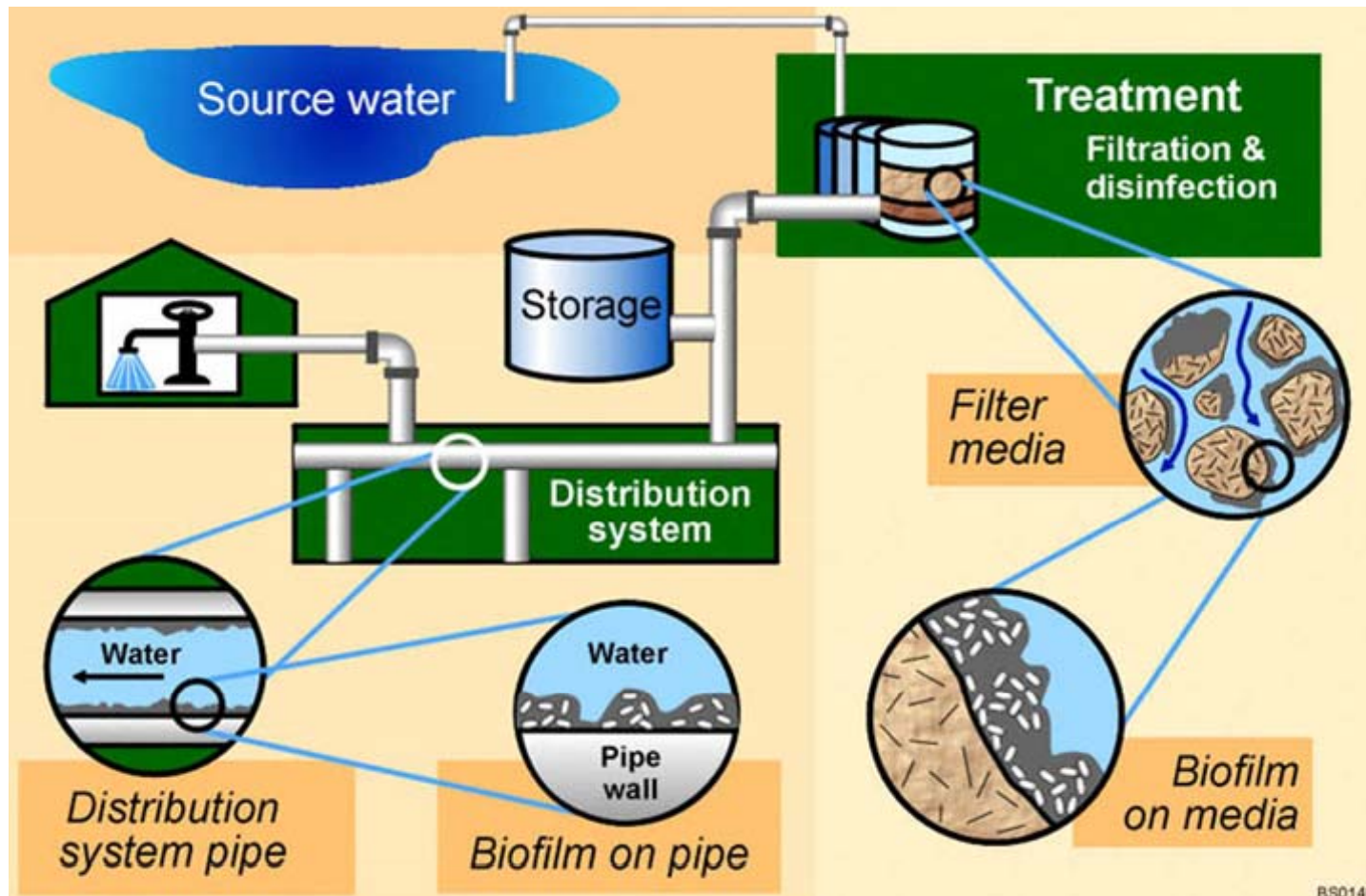
Biofilmek kialakulása az ivóvízdisztribúciós különböző fázisaiban

Stvaranje biofilma tokom različitih faza proizvodnje i distribucije vode za piće



Zidovi cevi, medijum filtra, zidovi rezervoara, glava tuša, slivnik, česma itd.

Primer-Példa



Monitoring vodovodnog sistema u slučaju da se stvara biofilm u pristvu POM

A vízhálózat monitorálása biofilm kialakulása esetén természetes anyagok jelenlétében

- Monitoring on invertebrates by way of hydrants



Postupci za smanjenje sadržaja arsena u vodi za piće

Az ivóvíz arzéntartalmának csökkentését szolgáló folyamatok

Najčešće primenjivane tehnologije za uklanjanje arsena iz vode

Tehnologija	Kratak opis
Precipitativni procesi <i>Precipitációs folyamatok</i>	Koagulacija, poboljšana koagulacija i omekšavanje vode krečom. Metalni hidroksidi (soli gvožđa, aluminijum oksid i kalcijum oksid) primenjuju se kao precipitanti. Može biti potrebna pre-oksidacija As(III) u As(V). Faktori koji utiču na performanse procesa su tip i doza precipitanta, oksidaciono stanje As, pH i prisustvo kompetirajućih komponenti.
Membranski procesi <i>Membrán folyamatok</i>	Membrane za nano-filtraciju (NF) i reverznu osmozu (RO) se jedine mogu primenjivati za obradu vode bez predtretmana (zbog male molekulske mase oblika arsena). Očekivano je generisanje velike zapremine reziduala. Faktori koji mogu uticati na performanse uklanjanja arsena su: prisustvo čvrstih čestica i koloida, oksidaciono stanje As, pH i temperatura vode. Takođe se uspešno primenjuju precipitativni procesi pre mikro-filtracije u ultra-filtracije.
Adsorpcioni procesi <i>Adszorpciós folyamatok</i>	Tipični adsorbenti su aktivni aluminijum-oksidi (AA), aktivni ugalj (AC) i adsorbenti na bazi gvožđa (granularni feri hidroksid-GFH, granularni feri oksid – GFO i pesak obložen gvožđe-oksidiom (IOCS)). Za svaki adsorbent važe drugačiji uslovi za optimalno uklanjanje As. Trenutno, najefektivniji je GFH. Faktori koji utiču na efikasnost uklanjanja As su: pH, oksidaciono stanje As, kompetirajući joni i EBCT.
Jonska izmena <i>Ioncserélés</i>	Obično se primenjuju jako-bazne smole . Značajni faktori su pH, kompetirajući joni, tip smole, alkalitet i oksidaciono stanje As.

Postupci za smanjenje sadržaja arsena u vodi za piće

Az ivóvíz arzéntartalmának csökkentését szolgáló folyamatok

USEPA je identifikovala sedam tehnologija kao najbolje dostupne (BAT) za uklanjanje arsena:

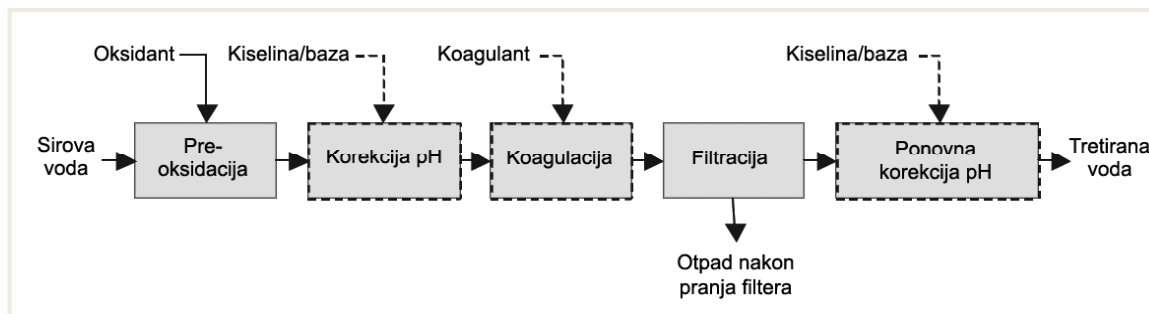
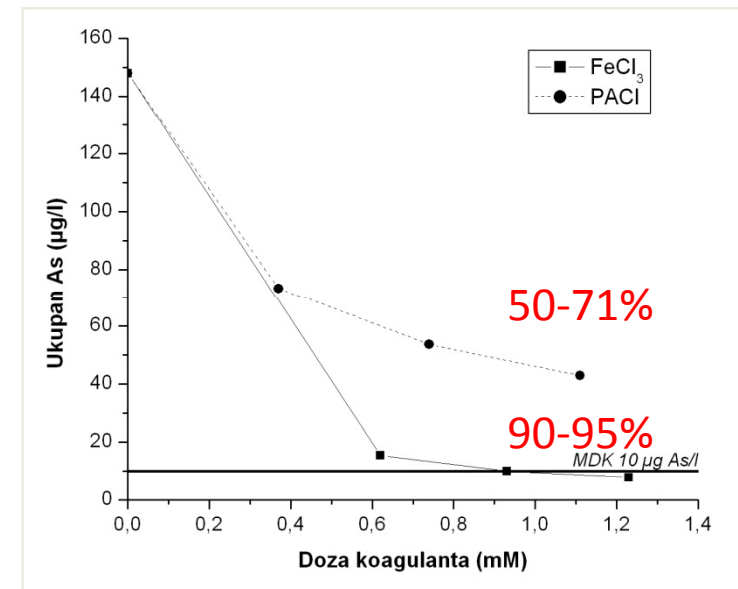
Tretman/tehnologija (Kezelés/technologia)	Maksimum uklanjanja* (%)
Jonska izmena (sulfati 50 mg/l)-iöncserélés	95
Aktivni aluminijum oksid-aktív aluminijum oxid	95
Reverzna osmoza-reverz oszmózis	>95
Modifikovana koagulacija/filtracija-modifikált koaguláció/filtráció	95
Modifikovano omekšavanje krečom (pH >10,5) Módosított meszes lágyítás (pH >10,5)	90
Reverzna elektrodijaliza-reverz elektrodialízis	85
Oksidacija/filtracija (Fe:As=20:1) Oxidáció/filtráció (Fe:As=20:1)	80
*Vrednosti procenata uklanjanja odnose se na uklanjanje As(V). Preoksidacija može biti potrebna za konvertovanje As(III) u As(V).	

Kombinacija poboljšane koagulacije i mikrofiltracije (MF) nije uključena u ove BAT zbog nedovoljnog broja podataka dobijenih sa pilot postrojenja, iako je EPA uzela u obzir činjenicu da se ovom tehnologijom zadovoljavaju kriterijumi za klasifikaciju BAT.

Koagulacija i flokulacija i drugi precipitacioni procesi

Koaguláció i flokuláció, valamint más precipitációs folyamatok

- Koagulacija primenom koagulanata na bazi aluminijuma i gvožđa praćena dezinfekcijom vode hlorisanjem, jedna je od najčešće primenjivanih metoda tretmana vode.
- Kao koagulanti primenjuju se različiti agensi kao što su soli aluminijuma, gvožđa, kreč, gvožđe hidroksid i dr.
- Modifikacija:
 - *"flokulacija u cevi"* nakon koje sledi direktna filtracija vode preko peščanih filtera - efikasnost uklanjanja arsena **>99%**.



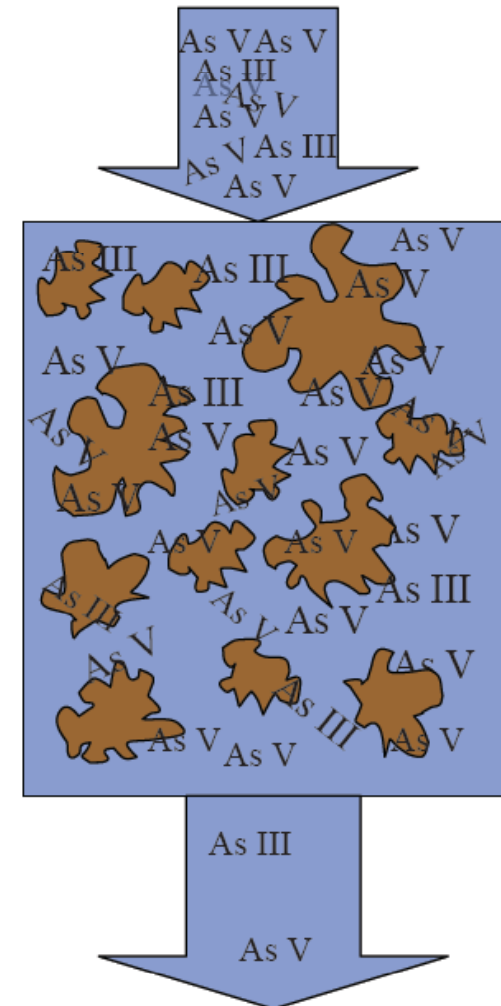
Promena sadržaja arsena u koaguliranoj vodi u zavisnosti od primenjene doze i tipa koagulanta



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

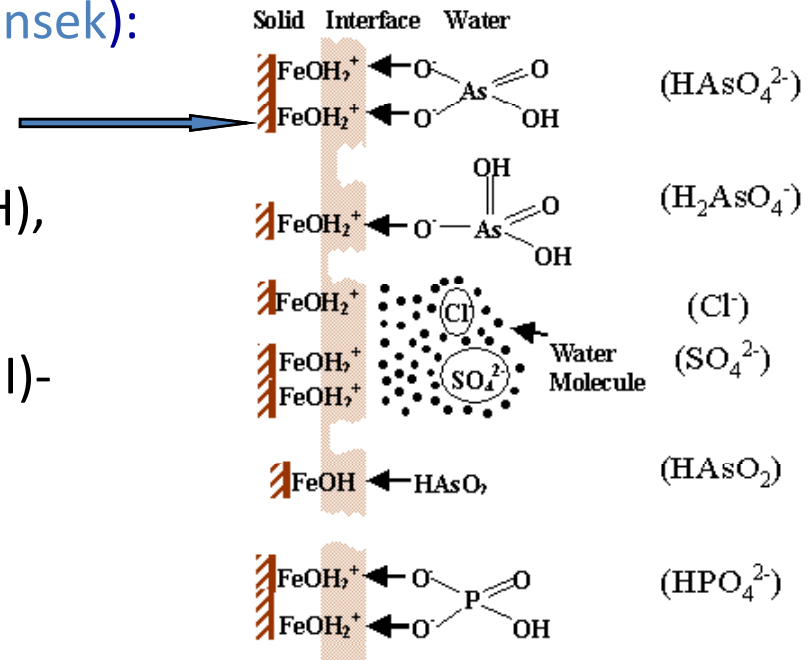
Sorpcioni procesi (adsorpcija i jonska izmena) Szorpció folyamatok (adszorpció és ioncsere)

- Za uklanjanje arsena, primenjuju se konvencionalni adsorbensi kao što su: **arzeneltávolításra alkalmazott konvencionális adszorbensek**
 - aktivni ugalj (AC), **aktív szén**
 - zeolit, hidratirani oksidi metala (npr. aktivirani aluminijum trioksid, hidratirani gvožđe oksid i dr.)- **zeolitok, hidratált oxidok (aktivált alumínium-trioxid, hidratált vas-oxid)**
 - jonoizmenjivačke smole-ioncserélő gyanták
 - kompleksni kaolinita i huminskih kiselina -**kaolinit komplexek és huminsavak**
 - porozne smole ispunjene kristalnim hidratiranim cirkonijum oksidom i dr.-**hidratált cirkónium-oxid kristályokkal töltött porózus gyanták**



■ Sorbenti na bazi gvožđa (vas alapú szorbensek):

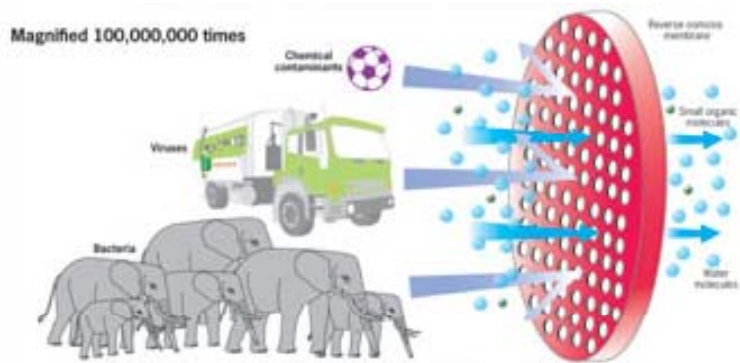
- hidratizani gvožđe(III)-oksid (HFO),
- granulovani gvožđe(III)-hidroksid (GFH),
- gvožđe oksihidroksid,
- silicijum(IV)-oksid koji sadrži gvožđe(III)-oksid,
- pesak obložen gvožđe oksidom,
- gvožđe(III)-hlorid i dr.



• Granulovani gvožđe hidroksid-granulált vas hidroxid (GFH)

- u reaktoru sa nepokretnim slojem - jednostavno vođenje procesa bez potrebe za doziranjem hemikalija ili korekcije pH vrednosti vode,
- omogućava najveću operativnu pouzdanost uz minimalno održavanje i monitoring procesa.





Membranski procesi - Membránfolyamatok

Efikasnost
uklanjanja As
As
eltávolításának
hatékonysága

- reverzna osmoza (RO) - veličina pora $\sim 0,0005 \mu\text{m}$



95%

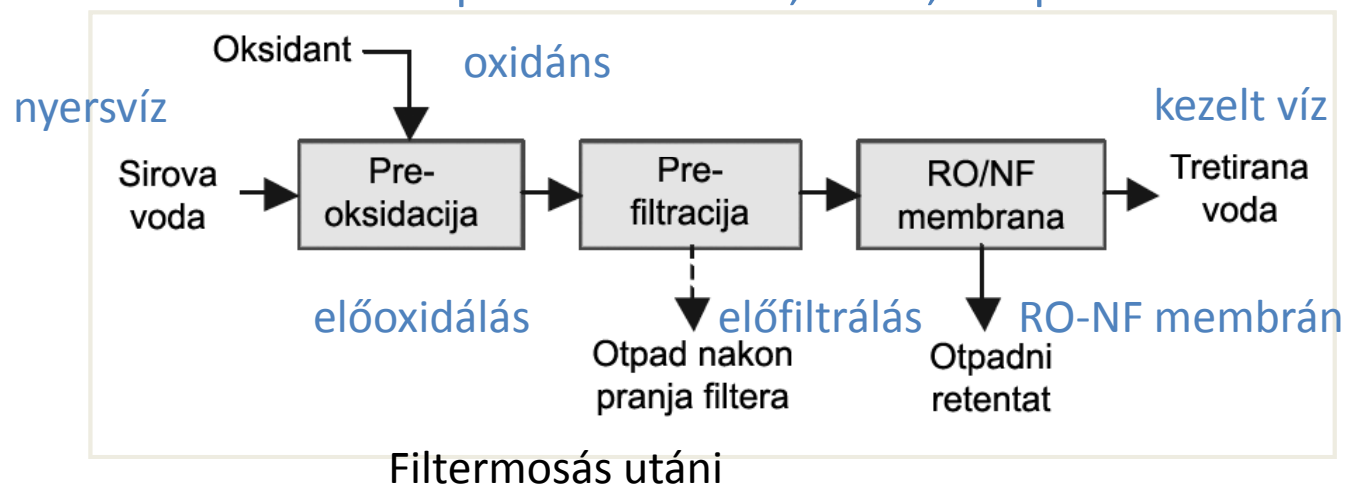
reverz ozmózis-pórusméret $\sim 0,0005 \mu\text{m}$

- nanofiltracija (NF) - veličina pora $0,001-0,003 \mu\text{m}$



>90%

nanofiltrálás-pórusméret $\sim 0,001-0,003 \mu\text{m}$



Dijagram toka RO membranskog procesa
RO membrános folyamat diagrammja

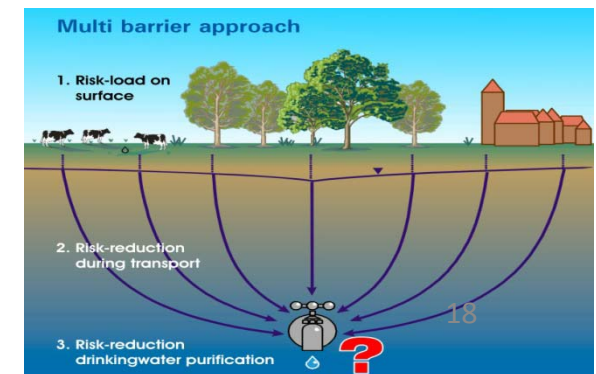
Kikinda, 23-24.02.2012.

Uklanjanje amonijaka iz vode za piće

Ammónia eltávolítása az ivóvízből

- Prisustvo amonijaka može biti izvor nekoliko problema vezanih za kvalitet vode za piće: ammónia az ivóvíz minőségét befolyásolhatja
 - ponovni rast bakterija - baktériumok újratelepülése
 - stvaranje nitrita nepotpunom oksidacijom amonijaka i - nitrit keletkezés
 - pojava nepoželjnog ukusa i mirisa - kellemetlen íz és szag.
- Za uklanjanje amonijaka prisutnog u vodi za piće mogu se primenjivati: ammónia eltávolítás folyamatai
 - fizičko-hemijski i (fizikai-kémiai)
 - biološki procesi (biológiai folyamatok)

Kikinda, 23-24.02.2012.

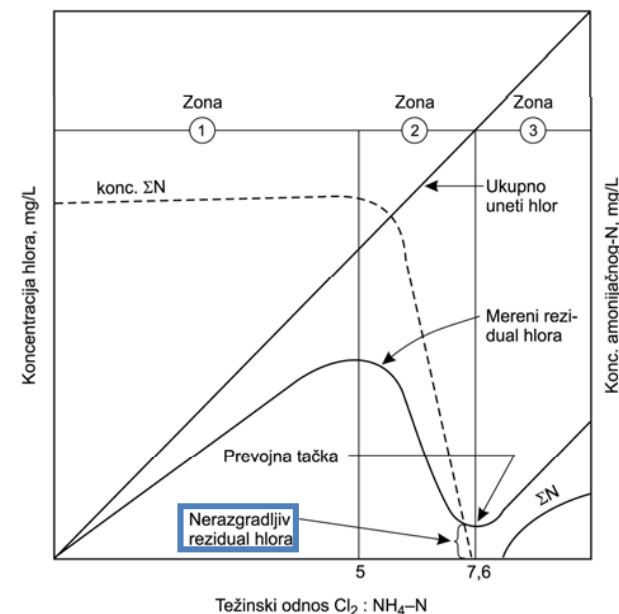


Fizičko-hemijski procesi uklanjanja amonijaka

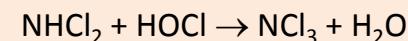
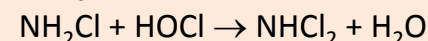
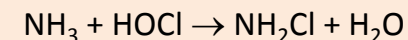
Ammónia eltávolítás fizikai-kémiai folyamatai

- U fizičko-hemijske procese uklanjanja amonijaka spadaju:
 - **izmena jona (prirodni zeolit) i (ióncsere-természetes zeolit) és**
 - **hemijska oksidacija (kémiai oxidáció).**
- Najčešće se primenjuje metoda hlorisanja preko prevojne tačke (klórozás a törésponton keresztül)
- Međutim, pri ovim uslovima često nastaju nepoželjni dezinfekcioni nusproizvodi, kao što su trihalometani. (keletkezhetnek káros fertőtlenítő származékok)
- **Primenjuje se samo za vode sa niskim sadržajem prekursora (csakis alacsony prekursor tartalmú vizeknél alkalmazott)**
 - vode sa niskim sadržajem organske materije i
 - na kraju tretmana, za prečišćene vode.
- **Primenjuje se naročito kao nadoknada nedostatka biološkog tretmana za uklanjanje amonijaka.**

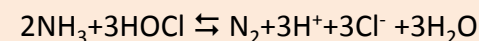
Kikinda, 23-24.02.2012.



- ▶ **Fenomen prekidne tačke javlja kada je odnos hlora prema amonijačnom azotu težinski 9:1 ili veći.**



- ▶ **krajnji produkt oksidacije je azot u gasovitom stanju**



Biološki procesi uklanjanja amonijaka

Ammóniaeltávolítás biológiai folyamatai

- **Nitrifikacija predstavlja mikrobni proces pri kojem se redukovana azotova jedinjenja uzastopno oksiduju do nitrita i nitrata** (A nitrifikálás mikrobiális folyamat, melyben a redukált formában vegyületekbe beépült nitrogén fokozatosan nitritté majd nitráttá oxidálódik)
- Proces nitrifikacije se primarno odvija uz pomoć dve grupe autotrofnih nitrifikacionih bakterija (Nitrifikáció két autotróf nitrifikáló baktérium segítségével történik).
- U prvoj fazi nitrifikacije, amonijak-oksidujuće bakterije oksiduju amonijak do nitrita, kao što je prikazano u jednačini (nitrifikálás első fázisa, ammónia oxidáló baktériumok ammóniát nitritté oxidálják):



- U drugoj fazi procesa, nitrit-oksidujuće bakterije oksiduju nitrite do nitrata po sledećoj jednačini (második fázis, nitrit-oxidáló baktériumok nitritet nitráttá oxidálják) :



- **Uklanjanje amonijaka pre hlorisanja** (ammónia eltávolítása klórozás előtt)
 - smanjuje pojavu neželjenih hlornih nus-proizvoda, kevesebb a klórozott melléktermék
 - u značajnoj meri će smanjiti kratkoročnu potrebu hlrom.- kisebb klórfogyás

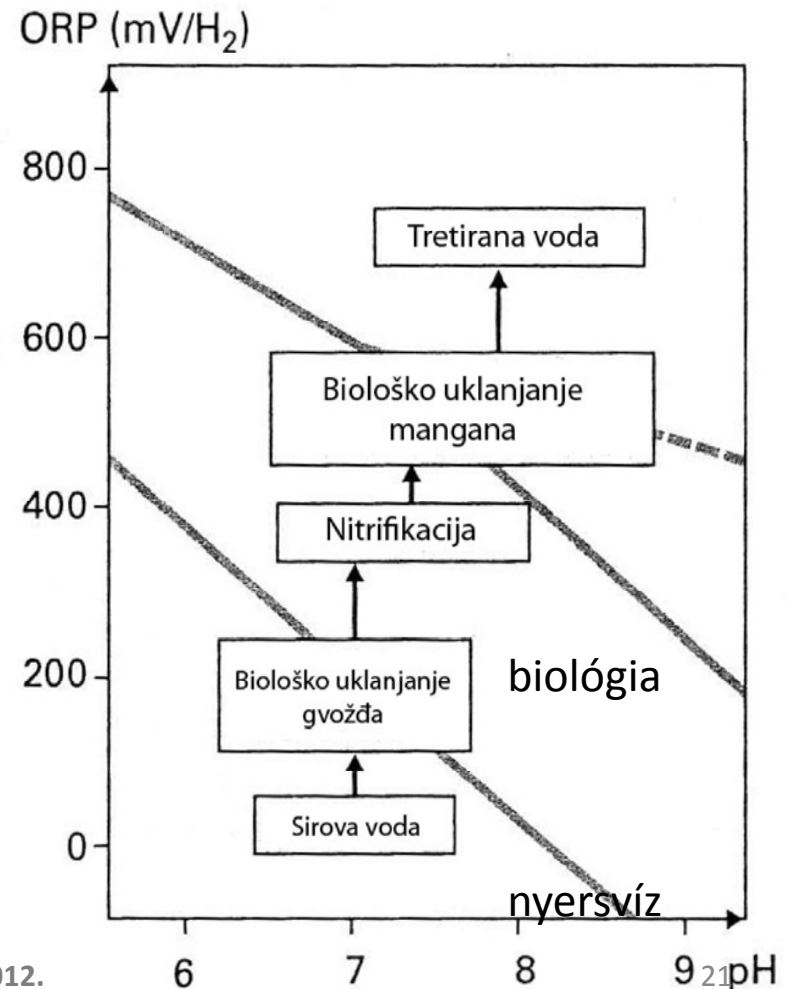


Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

Biološki tretman vode koja sadrži amonijak, gvožđe i/ili mangan

Biológiai vízkezelés ammónia, vas és/vagy mangántartalon estén

- Redosled tretmana je prikazan dijagramom stabilnosti na slici
- Smatra se da gvožđe može biti uklonjeno biološkim putem bez nitrifikacije, ali ne i mangan (biológiai kezeléssel nitrifikálás nélkül a vas eltávolítható, a mangán viszont nem.)



Kikinda, 23-24.02.2012.

UKLANJANJE GVOĐŽA I MANGANA IZ VODE ZA PIĆE

Vas és mangán eltávolítása az ivóvízből



- Uklanjanje gvožđa po pravilu nije problem, konvencionalna tehnologija deferizacije se svodi na oksidaciju gvožđa kiseonikom iz vazduha i separaciju nastalog ferihidroksida, najčešće na peščanom filtru.
- Mangan se znatno teže uklanja iz vode, jer je oksidacija mangana kiseonikom *nepotpuna* na uobičajenim pH vrednostima vode;
- Demanganizacija se poboljšava na više različitih načina, na primer:
 - (i) oksidacijom sa kalijumpermanganatom,
 - (ii) katalitičkom oksidacijom na zrcima filtarskog medijuma prekrivenim slojem mangandioksida;
 - (iii) stimulacijom mikrobiološkog uklanjanja mangana u filtrima

Odvajanje gvožđa iz podzemnih voda se radi na sledeće načine:

A vas eltávolítása a talajvízekből a következő módszerekkel történik:

- **Aeracijom vode, ponekad uz dodatak kreča**
Vízaerációval néha mész hozzáadással.
 - Uslov je da voda sadrži male količine amonijaka, vodoniksulfida, ugljendioksida i organskih materija, sa oksidativnošću od 2 do 2,5 mg/l O₂ (6—8 mg/l KMnO₄), što, praktično, znači odvajanje gvožđa koje je u obliku bikarbonata.
- **Aeracijom, a potom hlorisanjem i dodavanjem kreča.**
Aerációval, klórozással majd mész hozzáadásával
 - Ovo samo za slučaj da podzemna voda sadrži soli amonijaka i sulfide.

- **Koagulacijom u kombinaciji sa ozonom ili permanganata, ponekad uz aeraciju. (koaguláció ózonnal vagy permanganáttal kombinálva, néha aerációval is).**
 - Ovaj se postupak primenjuje za odgvoždavanje površinskih ili podzemnih voda kod kojih je **gvožđe vezano za huminske ili druge organske materije.**
 - Primena metode zavisi i od vrste hemijske veze Fe i Mn, pH vrednosti, koncentracija CO₂, Fe i Mn.
- **Filtrovanjem na filtrima sa ispunom koja vezuje Fe (zeoliti). Filtrálás vasat megkötni képes töltettel (zeolitok)**
 - Metoda je pogodna za meke i vrlo meke vode, sa malom ali karbonatnom tvrdoćom i malim sadržajem Fe i Mn.
- **Oksidacijom na filtrima sa piroluzitnom ispunom uz aeraciju. Piroluzitos töltettel rendelkező filtereken oxidáció, aeráció kíséretében**
 - Primenjuje se za preradu podzemnih voda kod kojih je, posle aeracije, pH ispod 7, a dodavanje kreča nije ekonomično.
 - Ovaj način se koristi isključivo u sistemima pod pritiskom.
- **Jonskom izmenom. Ióncsere**
 - Metoda se primenjuje kod onih podzemnih voda koje pored odstranjivanja Fe treba i da se omekšaju.
 - Ceo sistem treba da bude izolovan od pristupa kiseonika.

Aeracija i filtracija bez sedimentacije

Üllepítés nélküli aerálás és filtrálás



fontanska aeracija-szökőkutas aeráció

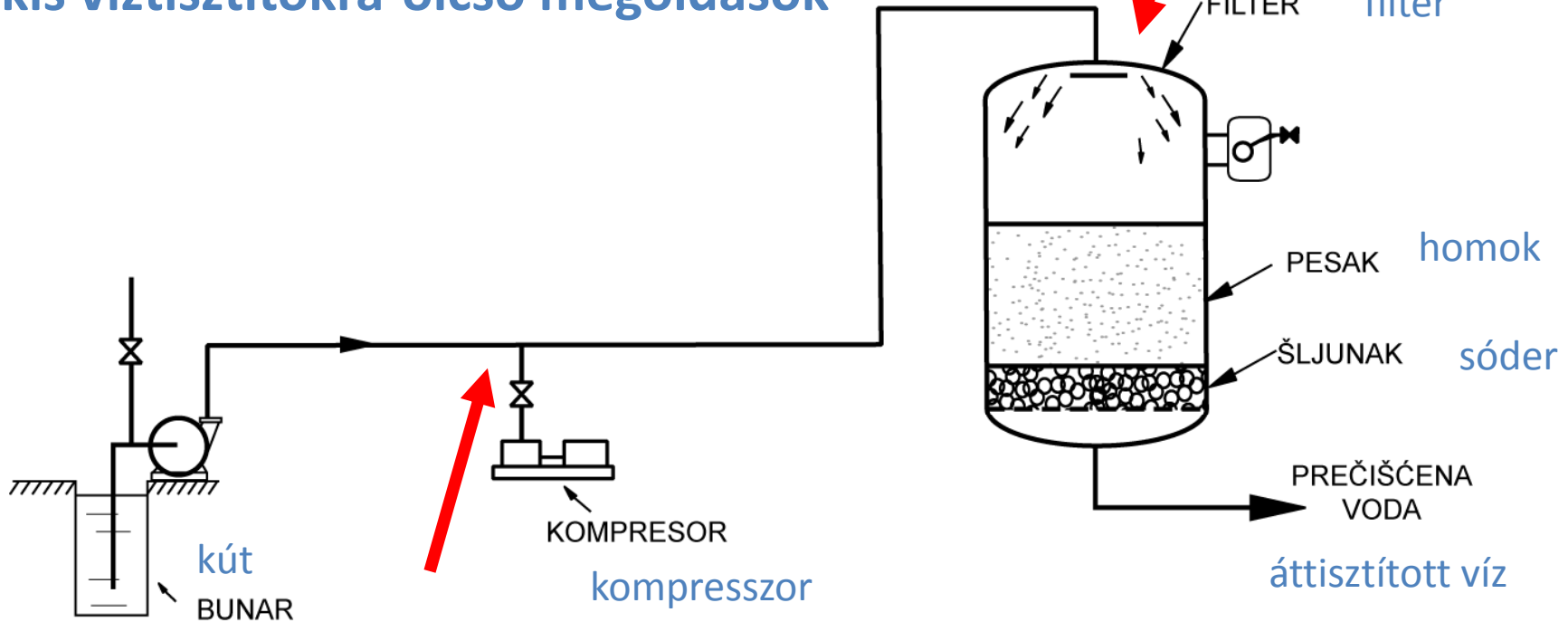
retencija: 1-2 sata –retenció: 1-2 óra

peščani filtri: homokfürdő:

katalitička oksidacija Mn na zrcima peska koja su obložena oksidom Mn
az Mn katalitikus oxidálása Mn oxiddal bevont homokszemcsékkel

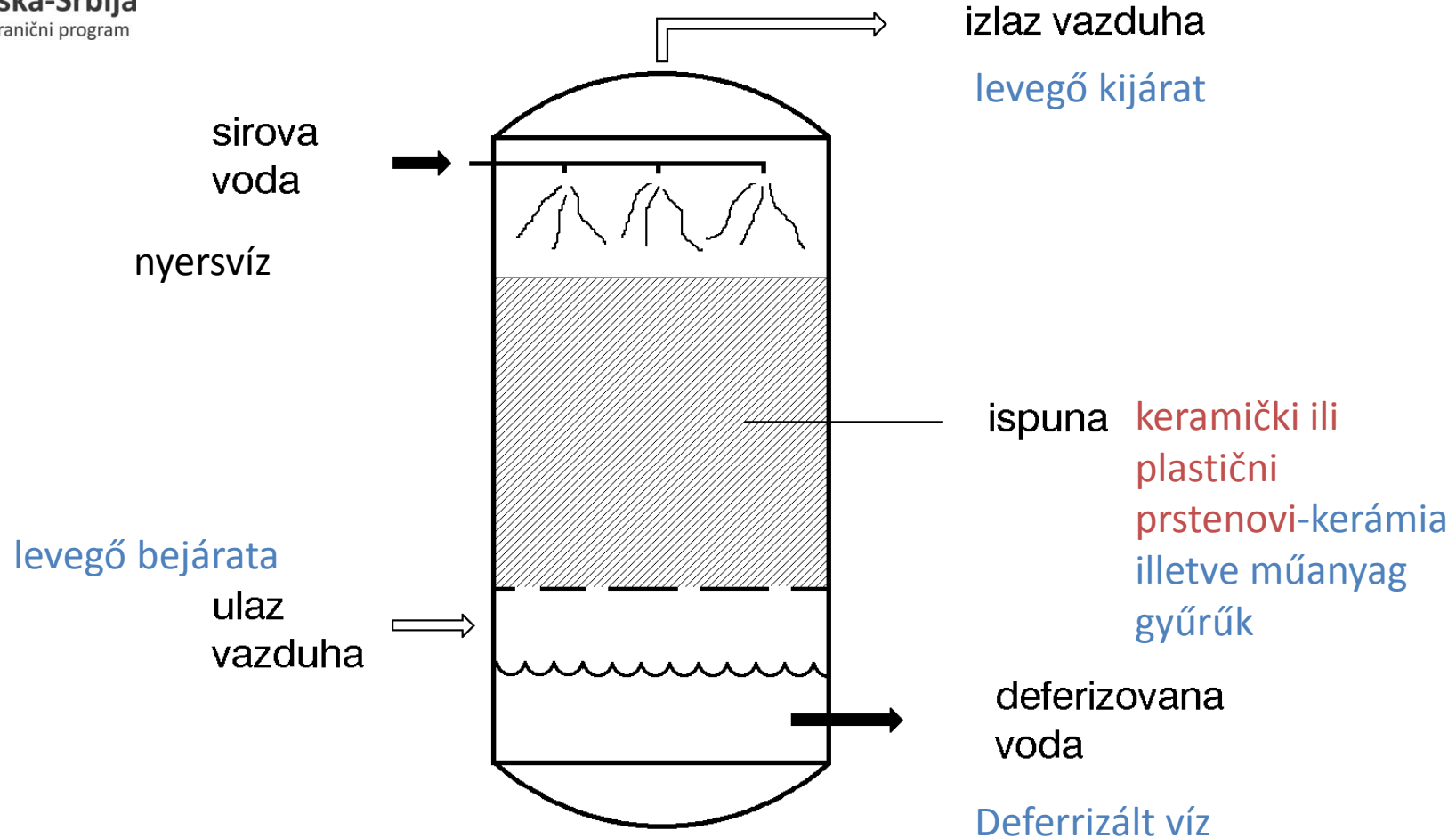


- **za mala postrojenja - jeftiniji postupci**
kis víztisztítókra-olcsó megoldások



injektiranjem komprimovanog vazduha u dovodnu cev zatvorenog filtra (sűrített levegő injektálásával a zárt filterhez vezető csőben)

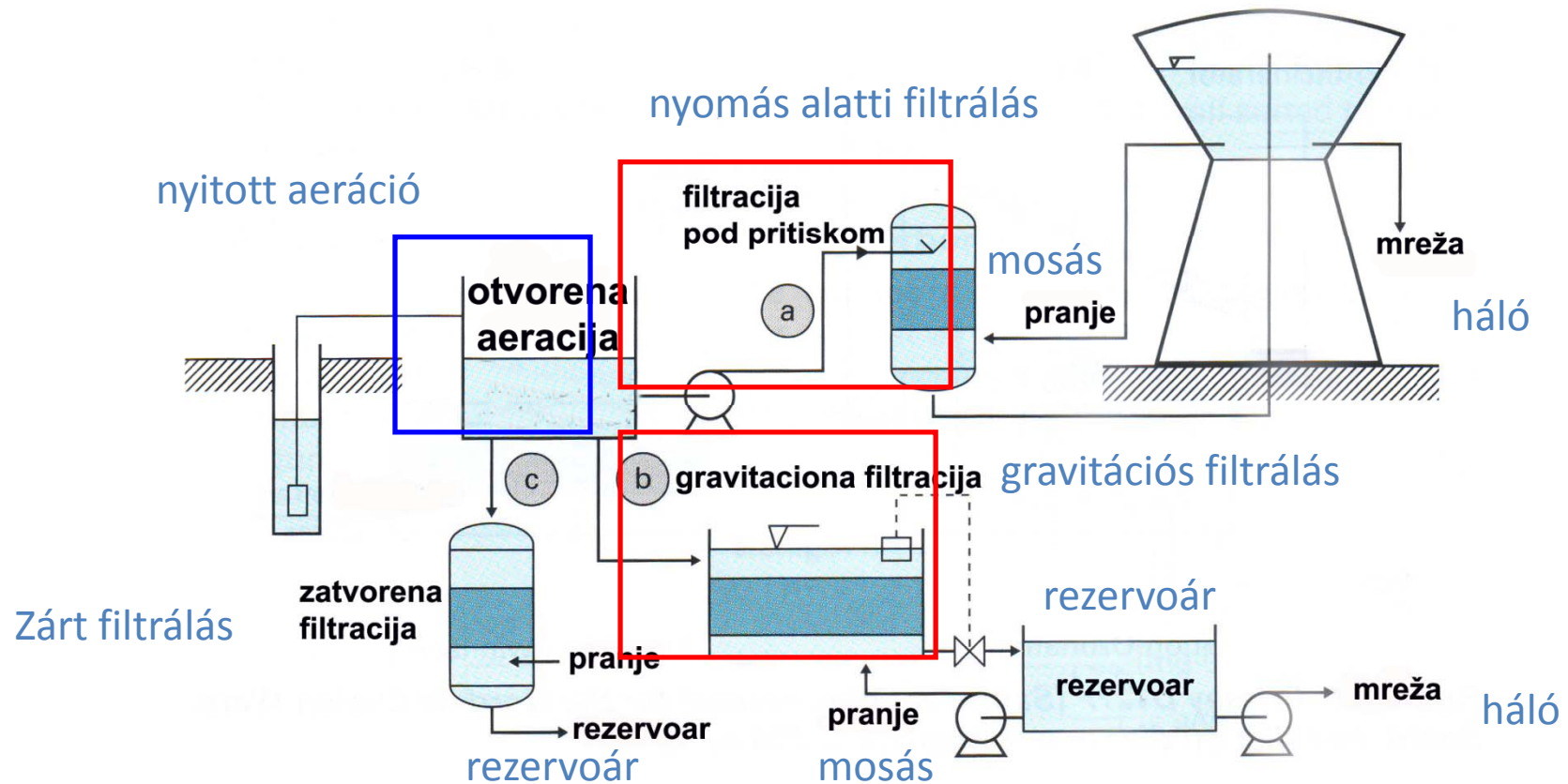
- deferizacija u koloni sa inertnom ispunom**
 inert töltetű kolonnán történő deferrizáció
 (vastalanítás)



- rasterećuje se peščani filter postavljen iza kolone -
 kolonna után helyezett homokfürdő tehermentesítése

- **PROBLEM:** jedan deo gvožđa oksidiše već ispred filtra i pri tome prelazi u formu koja se loše filtrira
Probléma: a vas egy része a filter előtt átalakul olyan formává, amely nehezen filtrálható

filtracija - kritičan korak procesa
filtrálás-a folyamat kritikus lépése





Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

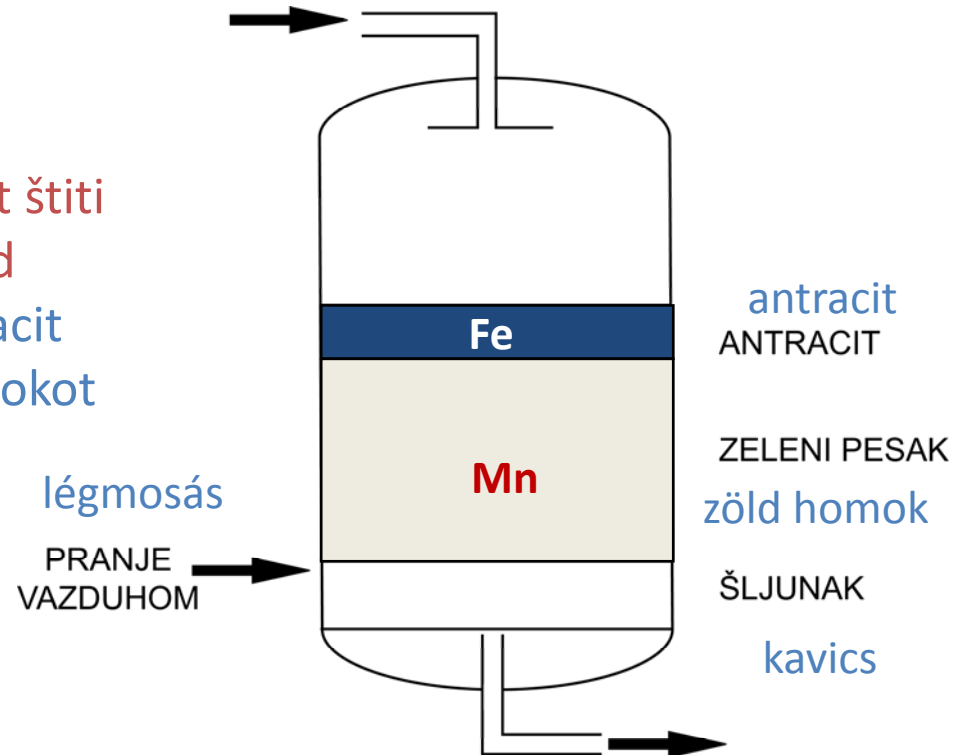
Medijum za filtraciju filtrációs közeg

- Fe: antracit ili pesak (Fe: antracit vagy homok)
- Mn: manganizovani zeleni pesak (Mn: mangánzott zöld homok)

(pesak koji je tretiran sa kalijum-permanganatom kako bi se formirao mangan-oksidi apsorbuje mangan(II) jone koji se zatim vremenom dalje oksiduju)

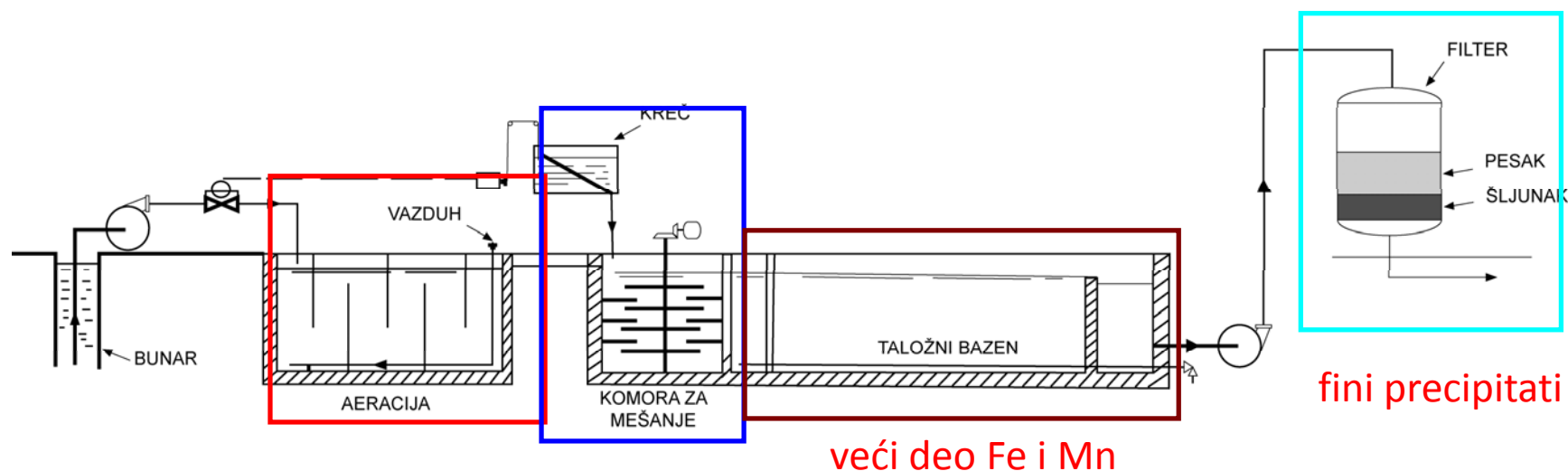
- zajedno Fe+Mn: antracit štiti manganizovani pesak od precipitata gvožđa antracit óvja a manganizált homokot a vas precipitáltól

- ne koristiti male pore
- veličine pora: 0,6 - 1 mm
- brzine filtracije: 5 - 15 m/h
- redovno protivstrujno ispiranje od precipitata Fe i Mn



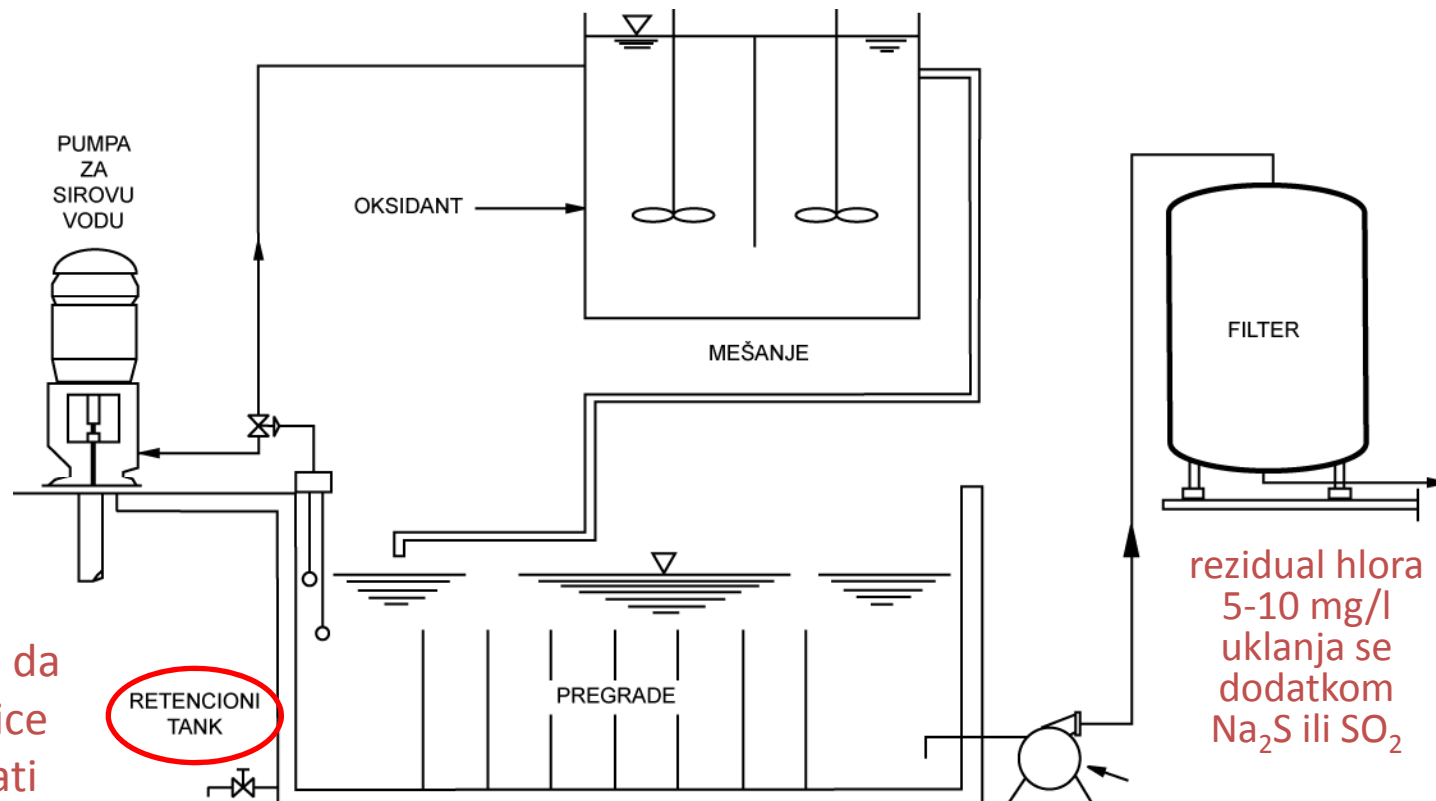
U slučajevima kada voda ima:

- visok sadržaj nerastvornih oblika gvožđa
- prisustvo boje, huminskih kiselina, mutnoća, helatirajući agensi što u značajnoj meri utiče na brzinu oksidacije gvožđa i taloženja



Hemijska oksidacija: *Oksidacija hlорom* Kémiai oxidálás: *oxidálás klórral*

- najekonomičniji oksidant
- za koncentracije veće od 10 mg/l
- pH: 8,0 (Fe) i 8,5 (Mn)
- baktericidno dejstvo - uklanjanju se i gvoždenvite bakterije, problem začepljenja sistema eliminisan
- POM - produkuju se trihalometani - filtriracija preko aktivnog uglja



20 minuta kontakta da bi se formirale čestice koje se mogu filtrirati

- alternativa: natrijum-hipohlorit i hlор-dioksid
- reakcija hlор-dioksida i Mn je relativno spora reakcija, i u prisustvu POM mogu nastati hlорiti

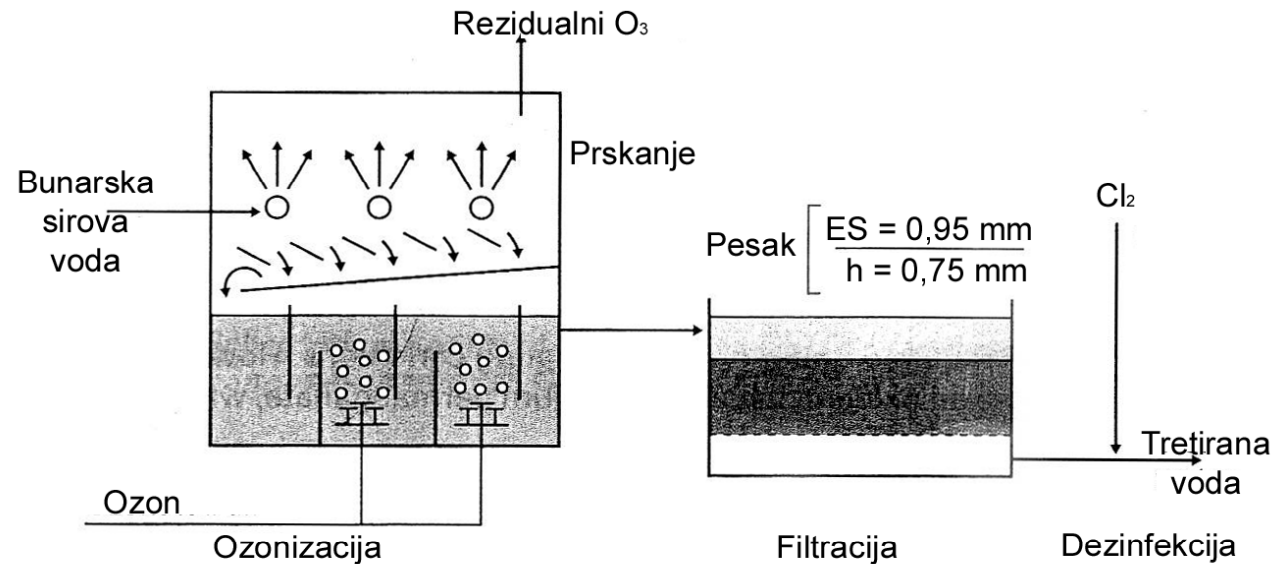


Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

Hemijska oksidacija: *Oksidacija ozonom* Kémiai oxidálás: Ózonos oxidálás

- veoma jak oksidacioni agens - veoma kratko vreme oksidacije
- znatno skuplji i tehnološki zahtevniji

*postrojenja za
tretman vode za
piće u Jonchay
(Francuska)*



- količina injektovanog ozona mora biti takva da se Mn^{2+} oksiduje samo do MnO_2 , a ne do permanganata, da ne bi nastalo rozo obojenje vode

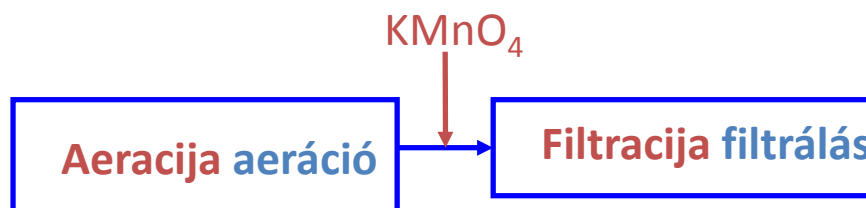
Hemijska oksidacija: *Oksidacija kalijum-permanganatom*

Kémiai oxidáció: oxidáció kálium-permanganáttal

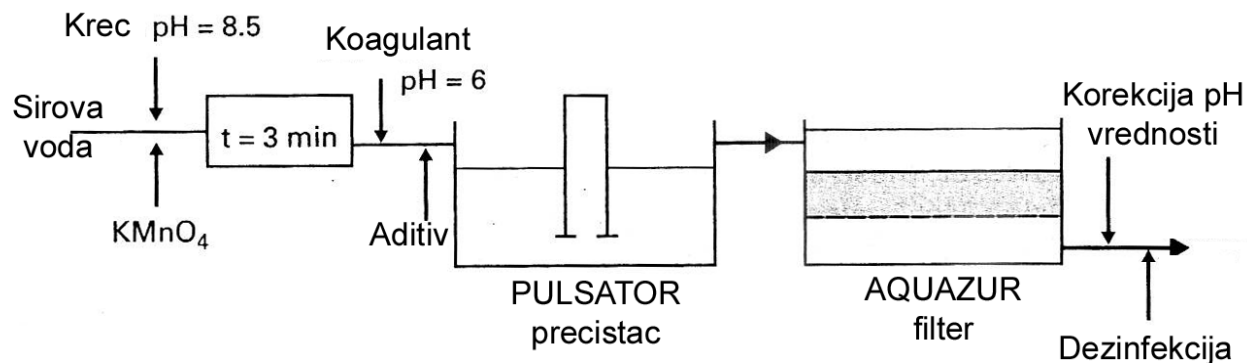
- jači oksidant od hlora i ne nastaju trihalometani (erősebb oxidáns a klórnál és nem kelezkeznek trihalometánok)
- višak boji vodu u rozo (többlete rózsaszínre festi va vizet)



- Mn nije kompleksiran (Mn nincs komplexben): pH 7,2 – 7,3, kontaktno vreme (kontakt idő) <5 min
- Mn kompleksiran sa POM (Mn TSZA komplexben van): pH>8,5, reakciono vreme (rea.idő) <20 min
- prerada podzemne vode: talajvíz kezelése:



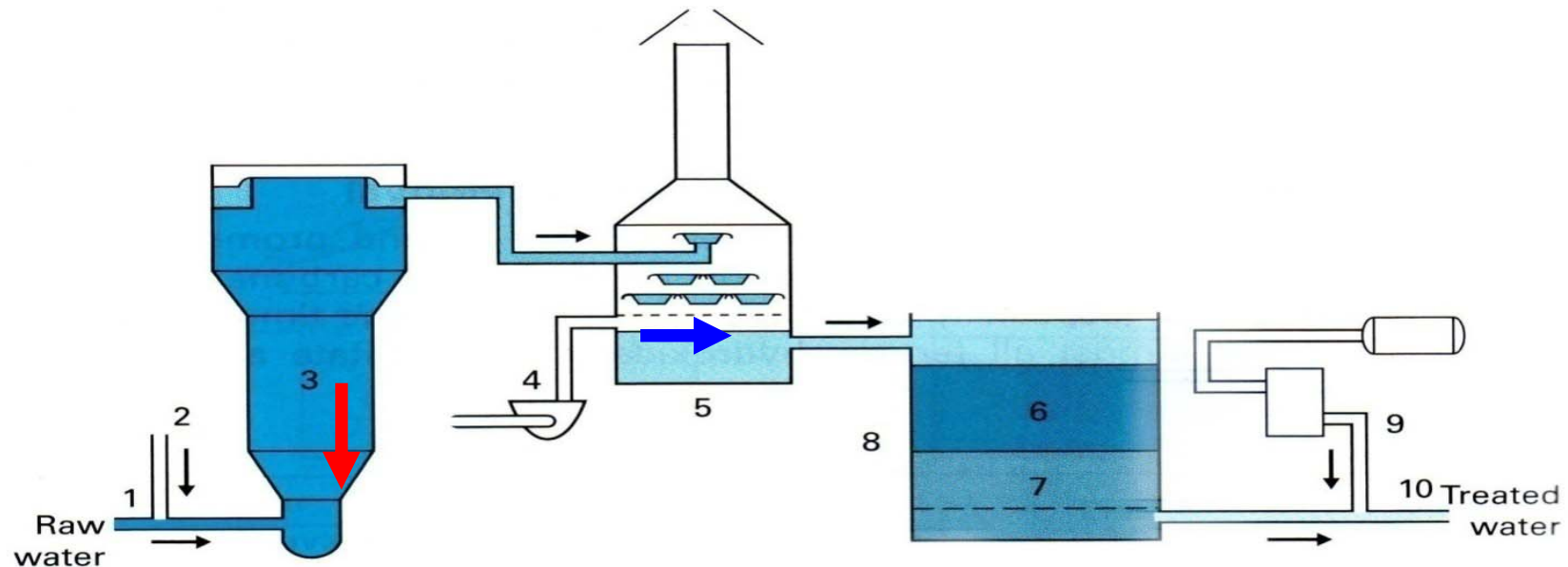
- u mekim, obojenim površinskim vodama sa puno POM lágy, színnel rendelkező, magas TSZA tartalmazó felszíni vizeknél:



Kikinda, 23-24.02.2012.

Korigovanje pH vrednosti- pH érték beállítása (uklanjanje karbonata, gvožđa i mangana) (karbonát, vas és mangán eltávolítása)

- visoka pH vrednost podesi se pomoću kreča što rezultuje uklanjanjem kako karbonata tako i gvožđa i mangana magas pH meszet segítségével érhető el és ez a karbonát, vas és mangán eltávolítását eredményezi



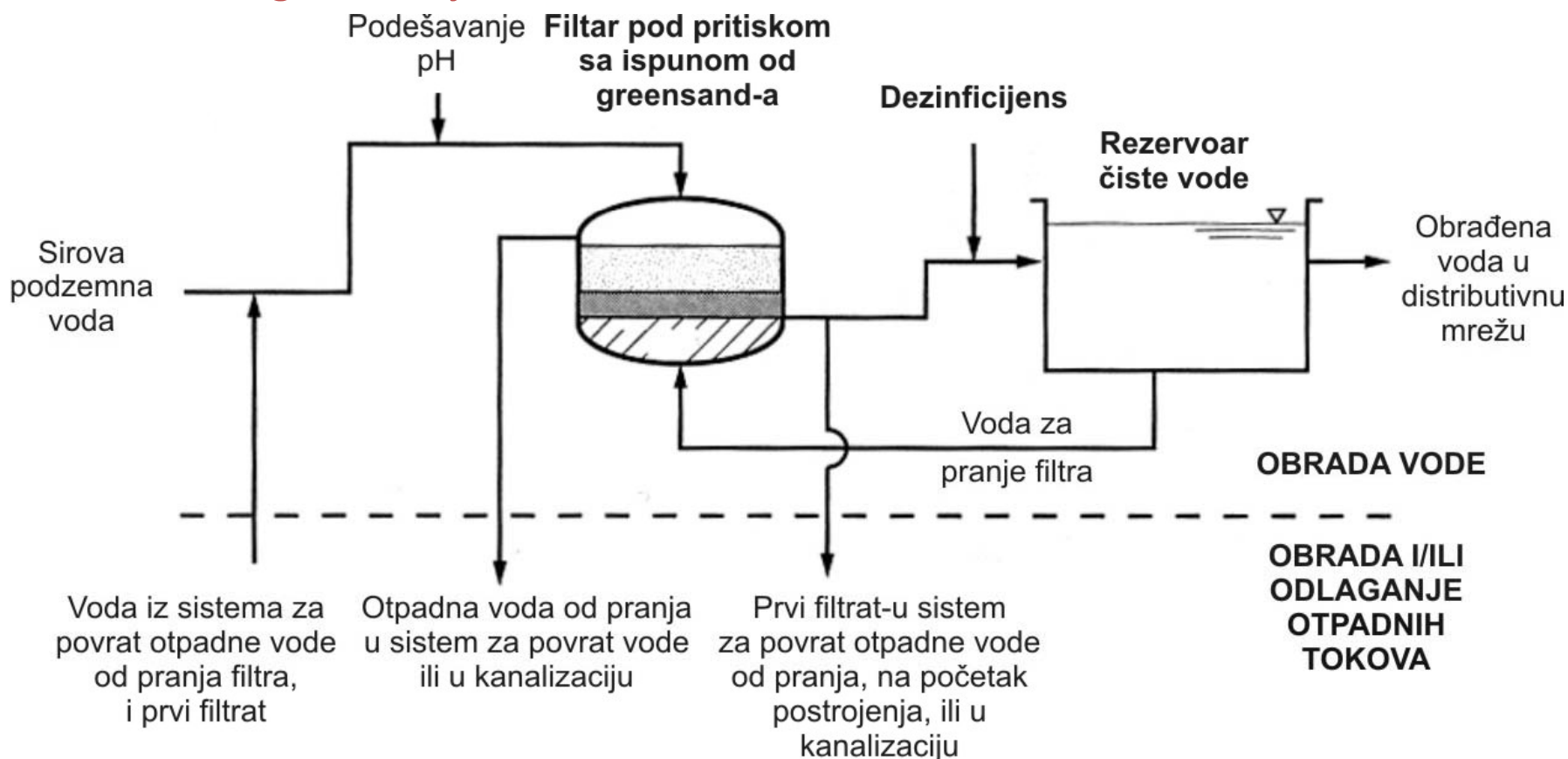
1. Incoming raw water
2. Ca(OH)_2
3. Gyrasur (carbonate removal)
4. Blower (air)
5. Aeration

6. Anthracite
7. Sand
8. Filtration-nitrification (twin-layer)
9. Cl_2
10. Treated water

- ako je sadržaj gvožđa visok pre tretmana se vrši aeracija u cilju uklanjanja veće količine gvožđa magas vastartalom esetén aeráció is szükséges

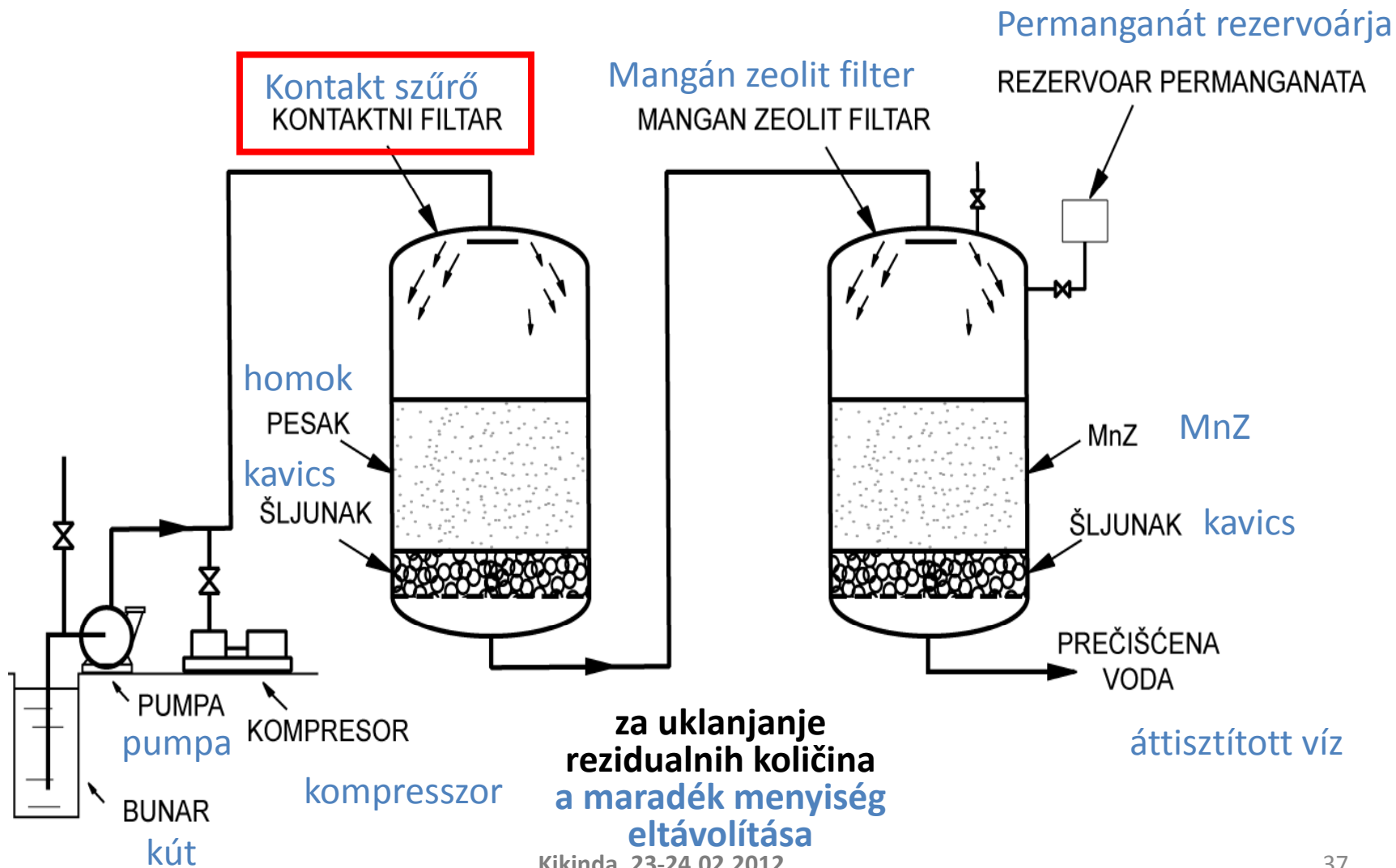
Oksidacioni filteri-Oxidációs filter

- ukoliko nema rastvorenih gasova - samo filter sa specifičnom ispunom
- **zeleni pesak (eng. greensand)**, samleveni mangandioksid, mediji koji imaju zrnca od nekog lakog materijala obložena slojem manganoksida i sl.
- za male koncentracije Fe i Mn dovoljne su i vrlo niske koncentracije kiseonika rastvorenog u sirovoj vodi



visoke koncentracije Fe i Mn

magas Fe és Mn koncentráció





Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

Tehnološke šeme uklanjanja gvožđa i mangana

Vas és mangán eltávolításának technológiai shémái

Nyersvíz
pumpálás,
esetleges
előzetes
klórozás

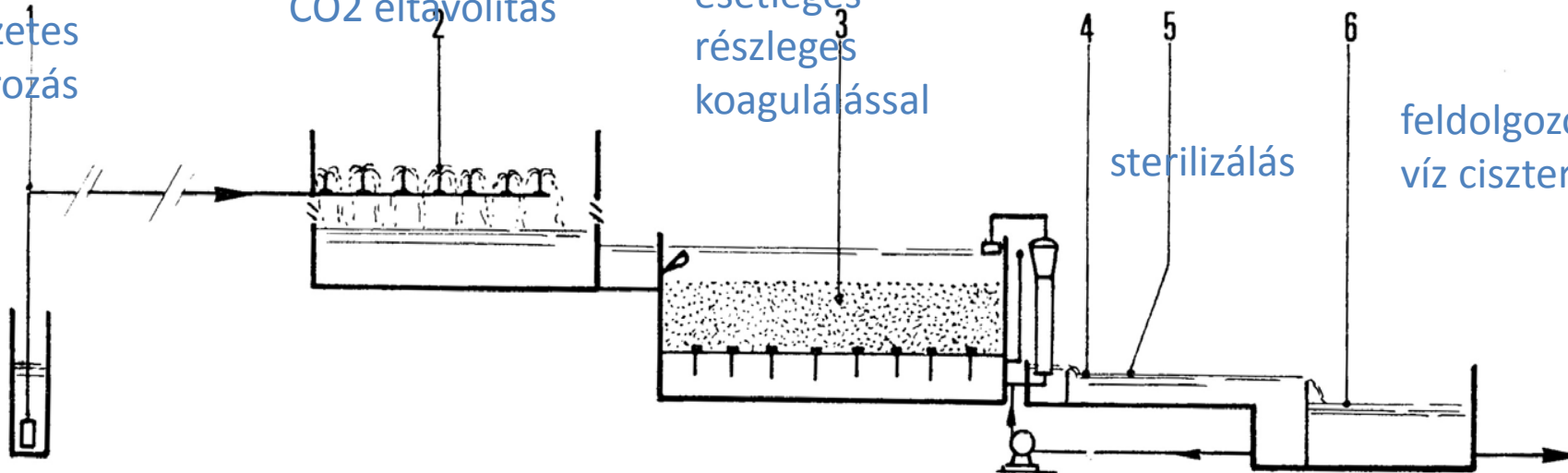
aeráció,
CO₂ eltávolítás

nyitott filtrálás
esetleges
részleges
koagulálással

pH korrigálás

sterilizálás

feldolgozott
víz ciszternája



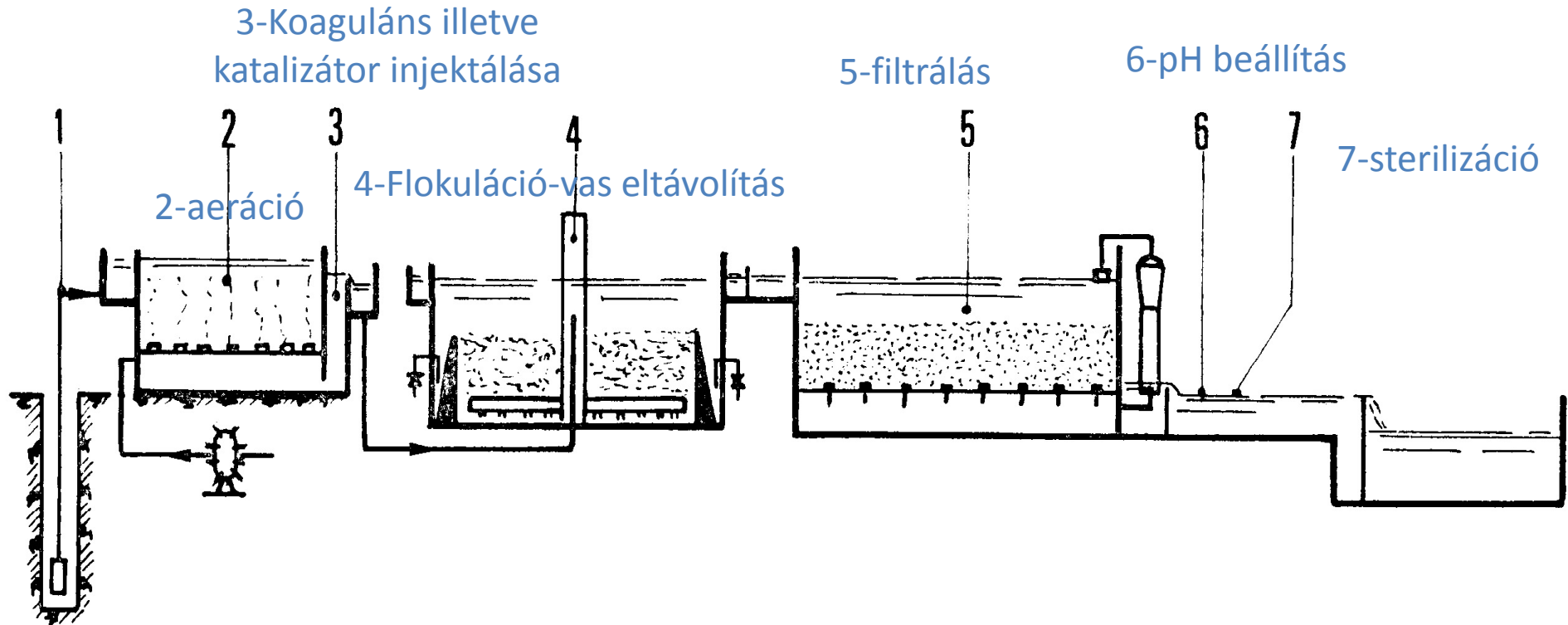
- 1 – Pumpanje nepreradene vode na veću udaljenost i eventualno prethodno hlorisanje.
- 2 – Aeracija, eliminisanje CO₂.

- 3 – Otvoreno filtrovanje sa ili bez prethodne parcijalne koagulacije.
- 4 – Eventualno korigovanje pH.
- 5 – Sterilisanje.
- 6 – Cisterna prerađene vode.



Mađarska-Srbija

IPA prekogranični program



1-Nyersvíz
pumpálása

3-Koaguláns illetve
katalizátor injektálása

2-aeráció

4-Flokuláció-vas eltávolítás

5-filtrálás

6-pH beállítás

7-sterilizáció

- 1 – Pumpanje neprerađene vode.
- 2 – Aeracija.
- 3 – Injektiranje koagulantá i eventualno katalizatora.

- 4 – Flokulacija – izbistravanje – otklanjanje gvožđa.
- 5 – Filtrovanje.
- 6 – Popravka pH.
- 7 – Sterilizacija.



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

Uklanjanje Fe membranskom separacijom Fe eltávolítása membrános elválasztással

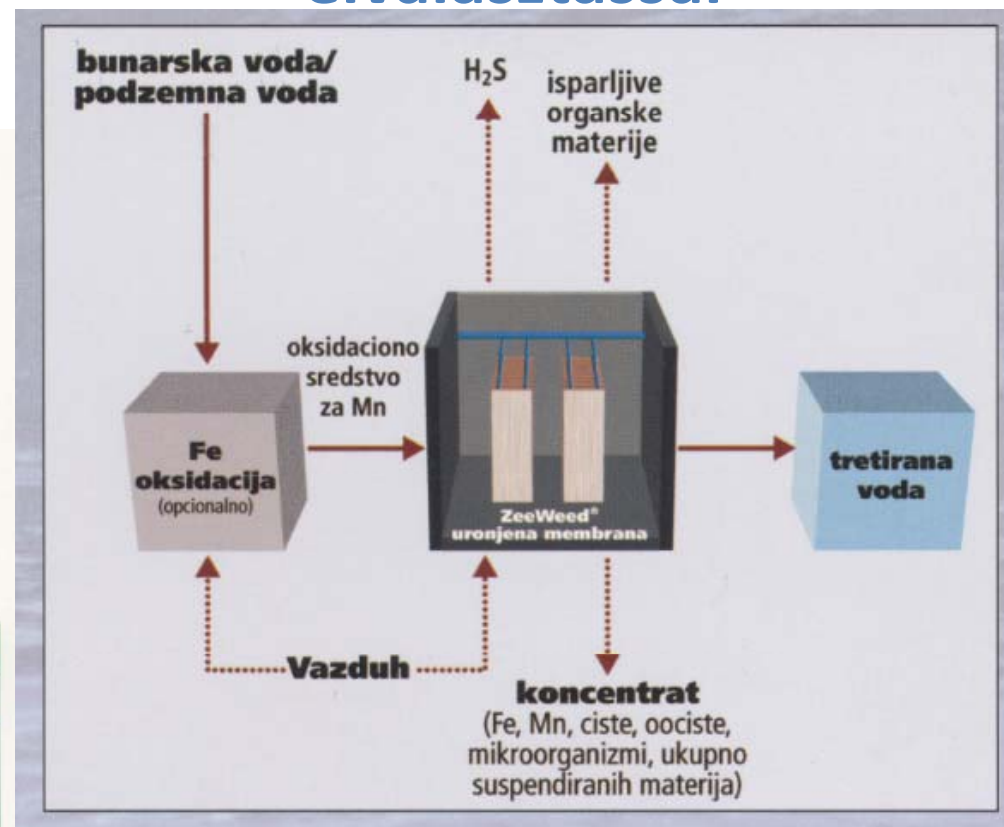
Odstranjenje gvoždja i mangana iz bunarskih voda

ZeeWeed® je otporan na oksidaciona sredstva i dobro funkcioniira i pri visokim vrednostima suspendiranih materija. Iz ovog razloga, ova tehnologija je efikasna i pri takvim sirovim vodama, koja imaju visoku mutnoću odnosno sadrže velike količine gvoždja i mangana.

ZeeWeed® tehnologija za odstranjenje gvoždja i mangana se sastoji od jednostavne predoksidacije, kojega prati membranska filtracija. Ova tehnologija je idealna za tretman voda iz bunara ili podzemlja, koji imaju visoku mutnoću i sadržaj gvoždja i mangana.

Odstranjenje gvoždja i mangana

	Sirova voda	Tretirana voda
Fe	>10 mg/L	<0.1 mg/L
Mn	>5 mg/L	<0.05 mg/L
Mutnoća	10-500 NTU	<0.01 NTU



Hvala na pažnji!
Köszönöm a figyelmet!

*Dobri susedi
zajedno stvaraju
budućnost*

