



PROCESI PROČIŠĆAVANJA PITIKIH VODA

Dr. sc. Laszlo Sipos, red. prof.
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog
inženjerstva i tehnologije, Zagreb

POKAZATELJI KAKVOĆE VODA

Karakteristični primjeri pokazatelja kakvoće podzemnih voda

Pokazatelj	Lokacija				
	Ivanić G	Ravnik	Požega	Vinkovci	MDK
Temperatura, C	13.6	13.4	11.2	13.1	< 25
pH	7.05	7.34	7.29	7.24	6.5-8.5
CO ₂ , mg/L	95	43	30	39	
Utr. KMnO ₄ , O mg/L	4.50	2.21	0.91	0.88	3
Alkal., CaCO ₃ mg/L	440	330	240	405	
Uk. tvrd., CaCO ₃ , mg/L	367	277	248	273	
Ca, CaCO ₃ , mg/L	262	189	225	159	
Mg, CaCO ₃ , mg/L	105	88	23	114	
Fe, mg/L	5.0	1.48	0.01	0.53	0.20
Mn, mg/L	0.11	0.23	1.02	0.15	0.050
NH ₄ , mg/L	6.70	0.87	0.026	0.38	0.50
N-Kjeldahl, N, mg/L	>6.70	>0.87	0.16	>0.38	1.0
As, mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	0.18	0.010
IS	0.78	0.88	0.63	0.74	>1

KARAKTERISTIKE I SASTAV OTPADNIH VODA GRADOVA

Pokazatelj	Vrijednost	MDK
Protok, Q,	m ³ /h	
Susp. tvar	mg/L	220
Taloživa tvar,	mL/L	10
BPK ₅ , O ₂	mg/L	220
KPK, O ₂	mg/L	500
Ukupni N	mg/L	40
Org-N	mg/L	15
NH ₃ -N	mg/L	25
NO ₂ -N	mg/L	0
NO ₃ -N	mg/L	0
Ukupni P	mg/L	8
Org-P	mg/L	3
Anorg-P	mg/L	5
Kloridi, Cl ⁻	mg/L	50
Alk., CaCO ₃	mg/L	100
Masnoće	mg/L	100
INDUSTRIJA		
KPK, O ₂	mg/L	500-10000

Temeljni fizičko-kemijski pokazatelji kakvoće

Temperatura vode

Određuje se termometrom na terenu
neposredno pri uzorkovanju

Mutnoća

Određuje se na terenu instrumentalno (turbidometar).
Izražava se u novije vrijeme u jedinicama NTU, a ranije u mg/L SiO₂

Boja vode

Određuje se na terenu fotometrom. Skala Pt-Co

Električna provodnost

Određuje se na određnoj temperaturi u jedinicama uS/cm

pH vode

Određuje se pH-metrom na terenu neposredno pri uzorkovanju vode, najbolje u protočnoj vodi u zatvorenom sustavu

Suspendirane tvari

Membranska filtracija, sušenje na 105 °C, mg/L
Žareni ostata, mg/L

Taloživa tvar

Taloženje u Inhoff-ovom lijevku od 1 L 2 sata

Potrošnja KMnO_4

Oksidacija organskih i anorganskih supstancija s KMnO_4 u kiselom mediju, kuhanjem 10 minuta. Izražava se u mg/L O_2

BPK₅

Potrošnja kisika za biološku oksidaciju nečistoća prisutnih u vodi. Izražava se u mg/L O_2

KPK

Kemijska potrošnja kisika. Određuje se oksidacijom nečistoća u vodi kalijevim bikromatom ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) u kiselom mediju, a izražava se u jedinicama mg/L O_2 ekvivalentnog potrošenom bikromatu

**RAVNOTEŽE KARBONATNIH IONA
U PRIRODNIM VODAMA**

RAVNOTEŽE KARBONATNIH IONA U PRIRODNIM VODAMA



$$K_1 = \frac{[\text{H}^+] * [\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+] * [\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]}$$

$$K_w = [\text{H}^+] * [\text{OH}^-]$$

$$K_{PT} = [\text{Ca}^{2+}] * [\text{CO}_3^{2-}]$$

RAVNOTEŽE KARBONATNIH IONA U PRIRODNIM VODAMA

$$K_1 = 4,45 \cdot 10^{-7}$$

$$pK_1 = 6,35$$

$$K_2 = 4,69 \cdot 10^{-11}$$

$$pK_2 = 10,33$$

$$K_W = 10^{-14}$$

$$pK_W = 14$$

$$K_{PT}(\text{CaCO}_3) = 1,6 \cdot 10^{-8}$$

$$pK_{PT} = 7,80$$

$$TIC = [H_2CO_3] + [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}]$$

$$ALK = [HCO_3^-] + 2 * [CO_3^{2-}] + [OH^-] - [H^+]$$

$$ACD = 2 * [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] + [H^+] - [OH^-]$$

RAVNOTEŽE KARBONATNIH IONA U PRIRODNIM VODAMA

α - Stupanj disocijacije

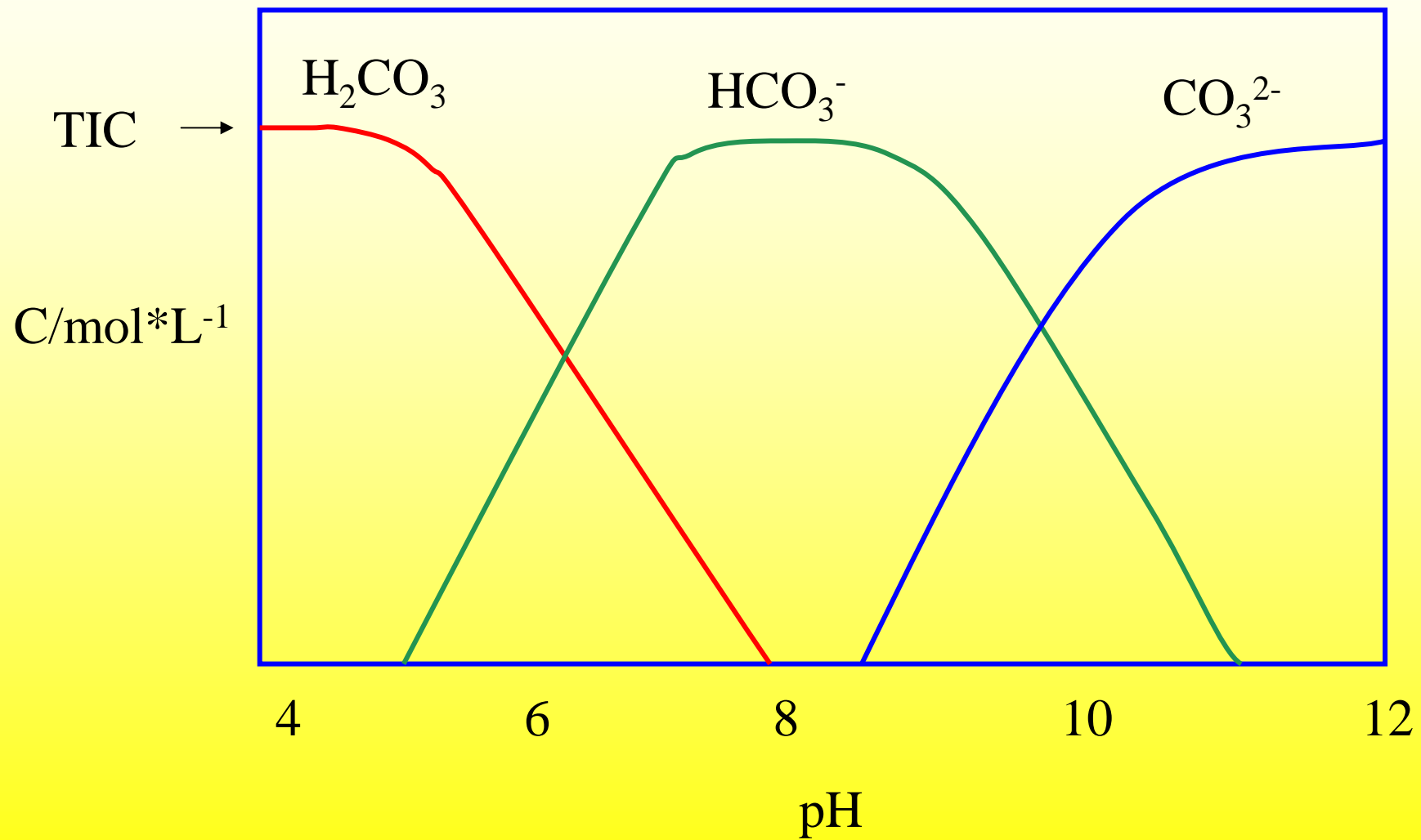
$$\alpha_0 = \frac{[H_2CO_3]}{TIC} \quad \alpha_1 = \frac{[HCO_3^-]}{TIC} \quad \alpha_2 = \frac{[CO_3^{2-}]}{TIC}$$

$$F = 1 + \frac{K_1}{[H^+]} + \frac{K_1 * K_2}{[H^+]^2}$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{F} \quad \alpha_1 = \frac{\frac{K_1}{[H^+]}}{F} \quad \alpha_2 = \frac{\frac{K_1 * K_2}{[H^+]^2}}{F}$$

Računaju se vrijednosti $[H_2CO_3]$, $[HCO_3^-]$ i $[CO_3^{2-}]$ za određeni TIC te različite zadane vrijednosti $[H^+]$ odnosno pH

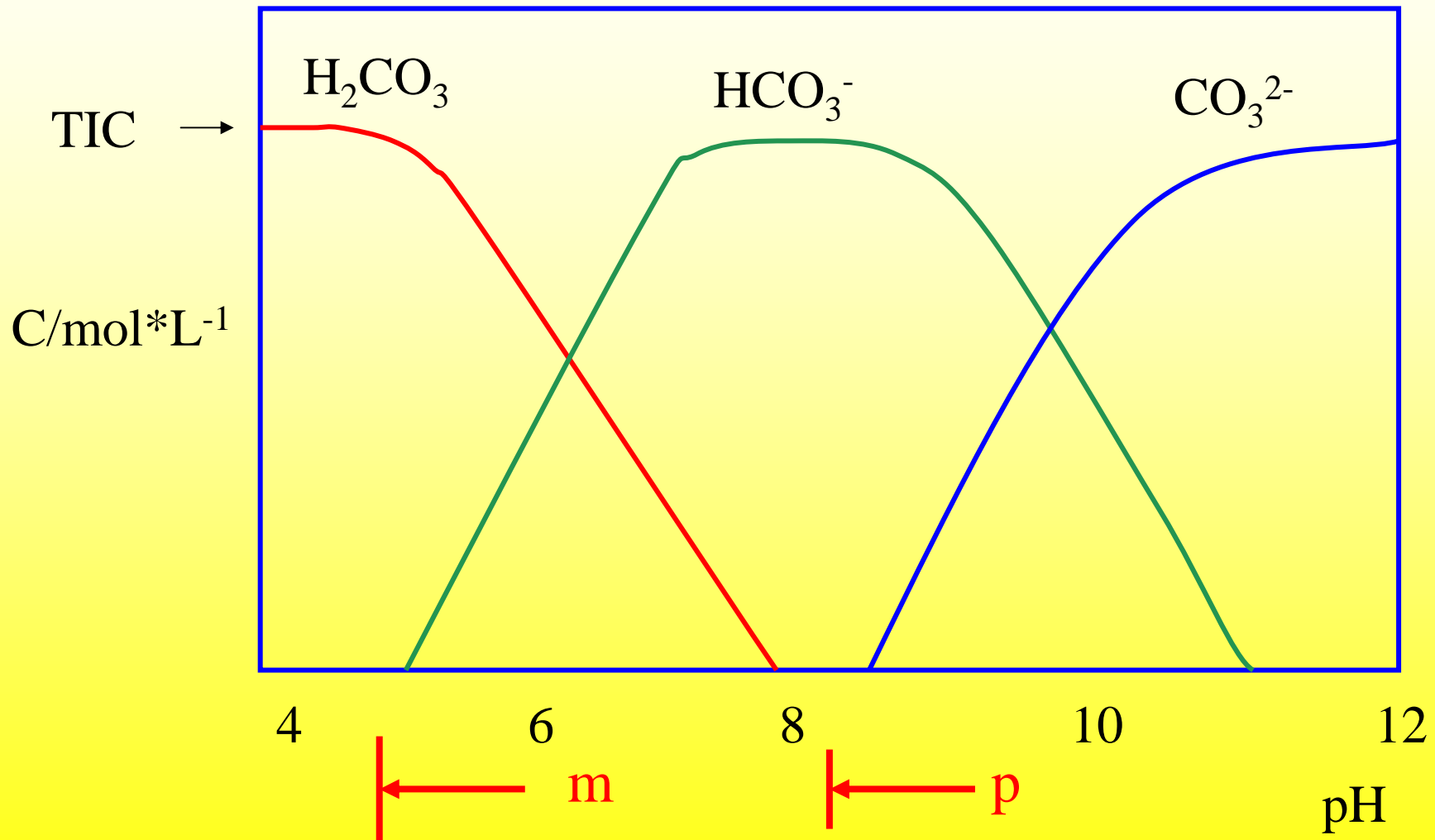
RAVNOTEŽE KARBONATNIH IONA U PRIRODNIM VODAMA



Alkalitet

p-vrijednost

m-vrijednost



Tvrdoća vode

Njemački stupanj tvrdoće: 10 mg/L CaO

Francuski stupanj tvrdoće: 10 mg/L CaCO₃

Američki stupanj tvrdoće: 1 mg/L CaCO₃

Ukupna tvrdoća (UT)

Ca + Mg

Karbonatna tvrdoća (KT)

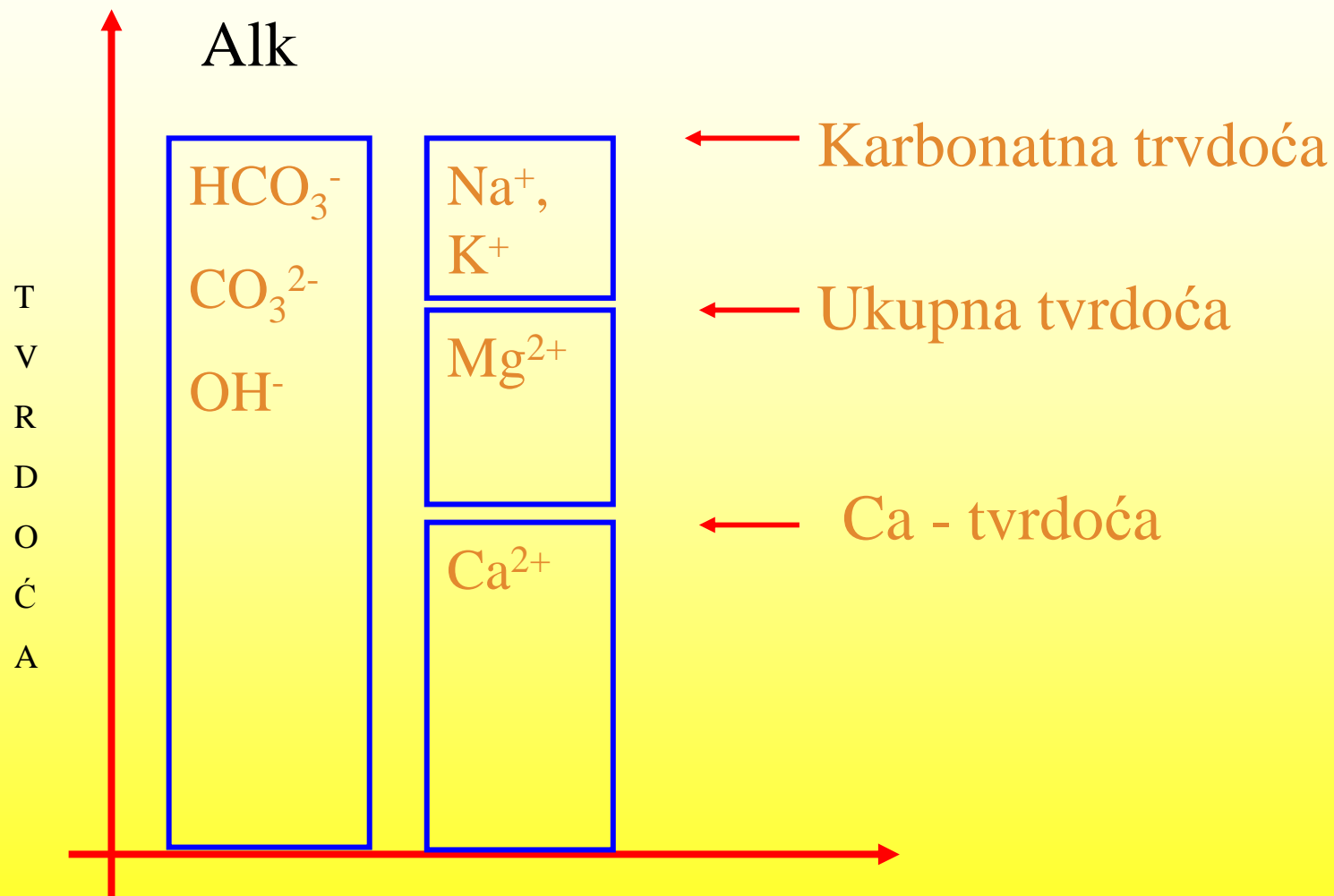
CaCO₃ + MgCO₃

Nekarbonatna tvrdoće (NT)

NT = UT - KT

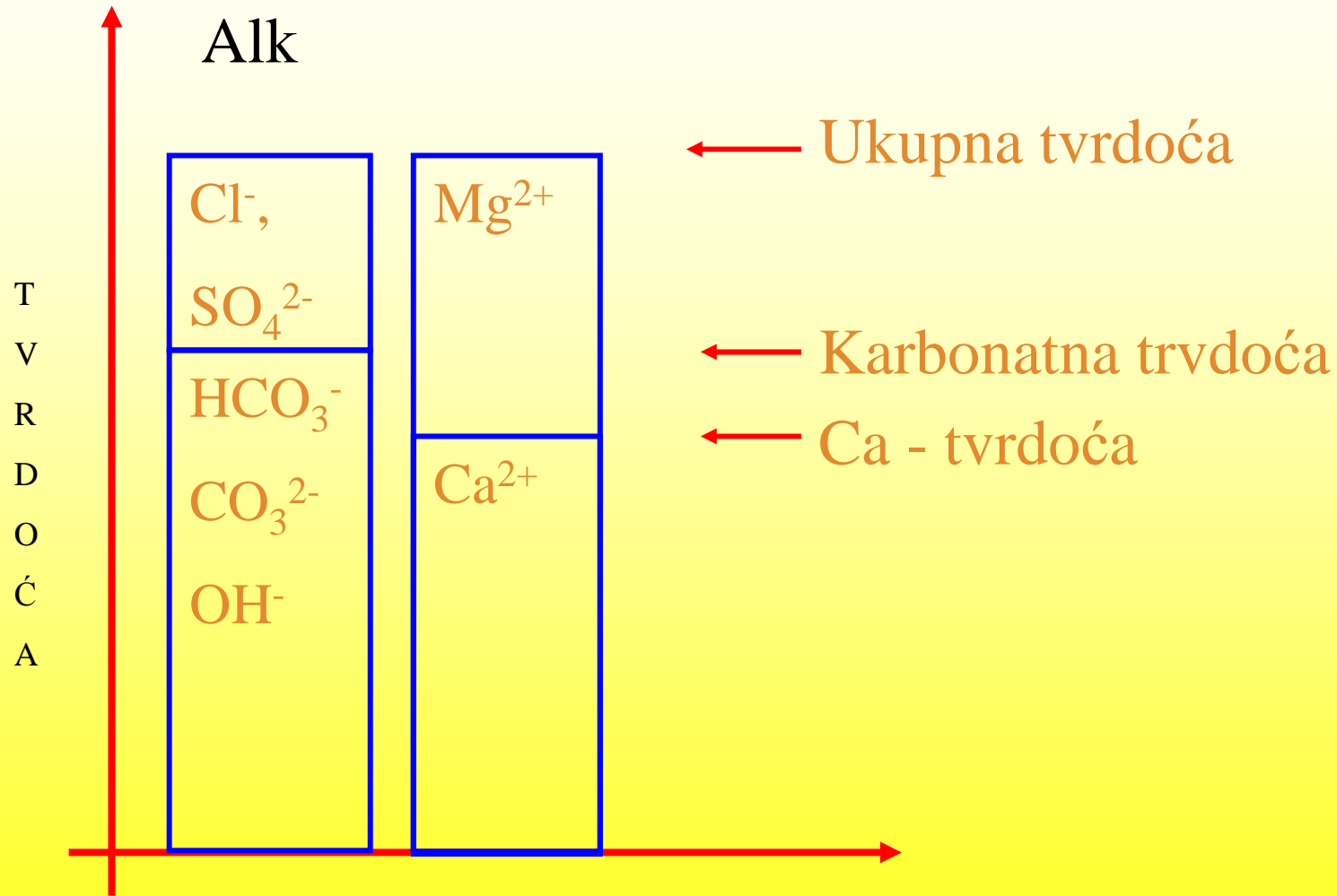
TVRDOĆA VODE

Karbonatna tv. > Ukupne tv.



TVRDOĆA VODE

Karbonatna tv. < Ukupne tv.



Stabilnost vode

Indeks stabilnosti (IS)

$$IS = \frac{[Ca_{analitična}]}{[Ca_{ravnotežni}]}$$

IS < 1 voda otapa CaCO_3

IS > 1 voda taloži CaCO_3


Procesi pročišćavanja podzemnih voda

Karakteristični primjeri vrijednosti pokazatelja kakvoće voda

Pokazatelj	Lokacija				
	Ivanić G	Ravnik	Požega	Vinkovci	MDK
Temperatura, C	13.6	13.4	11.2	13.1	< 25
pH	7.05	7.34	7.29	7.24	6.5-8.5
CO ₂ , mg/L	95	43	30	39	
Utr. KMnO ₄ , O mg/L	4.50	2.21	0.91	0.88	3
Alkal., CaCO ₃ mg/L	440	330	240	405	
Uk. tvrd., CaCO ₃ , mg/L	367	277	248	273	
Ca, CaCO ₃ , mg/L	262	189	225	159	
Mg, CaCO ₃ , mg/L	105	88	23	114	
Fe, mg/L	5.0	1.48	0.01	0.53	0.20
Mn, mg/L	0.11	0.23	1.02	0.15	0.050
NH ₄ , mg/L	6.70	0.87	0.026	0.38	0.50
N-Kjeldahl, N, mg/L	6.70	0.87	0.16	0.38	1.0
As, mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	0.18	0.010
IS	0.78	0.88	0.63	0.74	>1

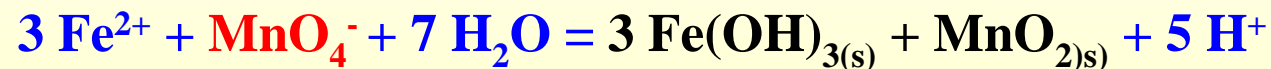
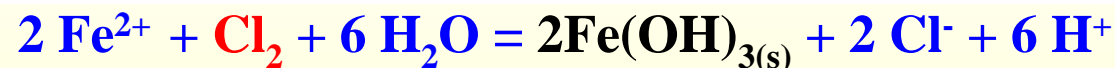
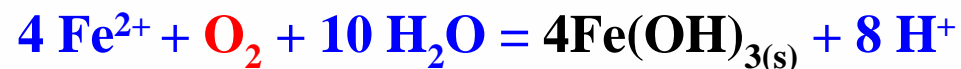


Problematika

- 1..... **Uklanjanje željeza**.....•
 - 2..... **Uklanjanje mangana**.....•
 - 3..... **Uklanjanje amonijaka**.....•
 - 4..... **Uklanjanje arsena**.....•
 - 5..... **Uklanjanje organskih tvari**.....•
 - 6..... **Uklanjanje koloidnih čestica**.....•
 - 7..... **Dezinfekcija i stabilizacija vode**
- 

Uklanjanje željeza iz podzemnih voda

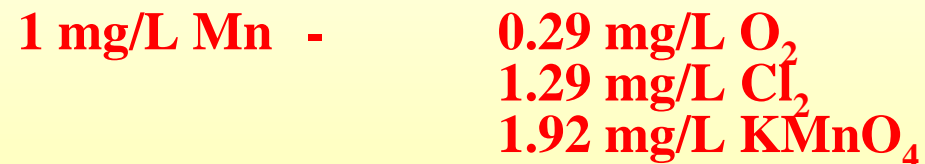
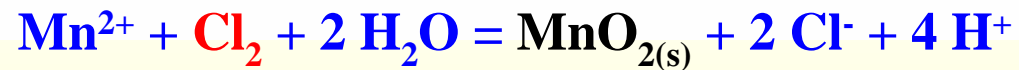
$$\frac{d(\text{Fe}^{2+})}{dt} = -k(p_{\text{O}_2})^* (\text{OH}^-)^2 * (\text{Fe}^{2+})$$



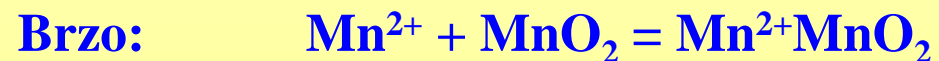
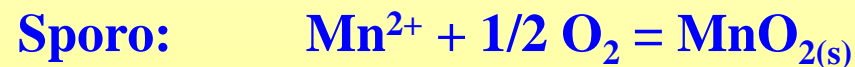
1 mg/L Fe	-	0.14 mg/L O₂
	-	0.64 mg/L Cl₂
	-	0.94 mg/L KMnO₄

$$\frac{d[\text{Fe}^{2+}]}{dt} = -k * (p_{\text{O}_2}) * [\text{OH}]^2 * [\text{Fe}^{2+}]$$

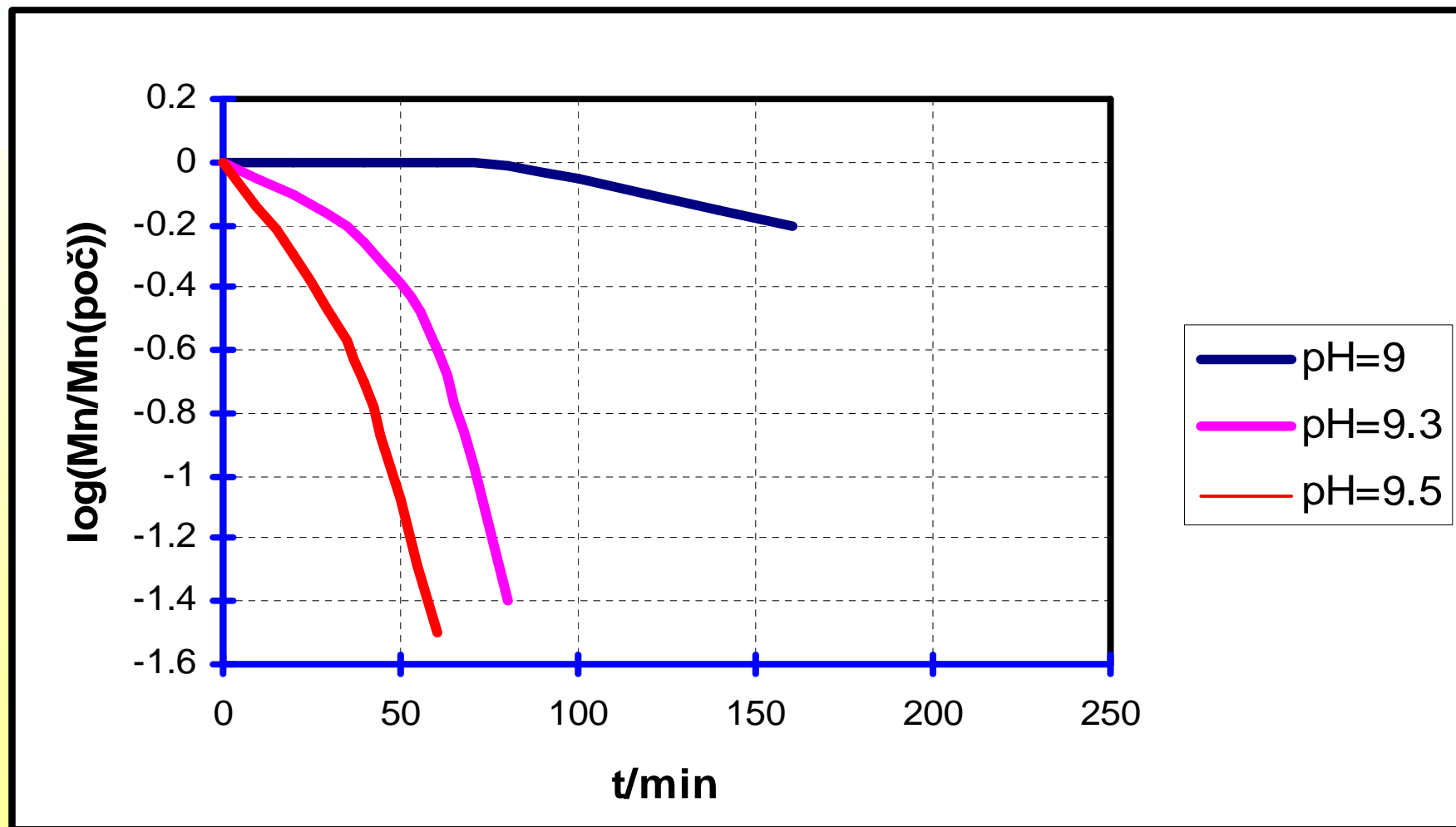
Uklanjanje mangana iz podzemnih voda



Oksidacija s kisikom: **autokatalitički proces:**



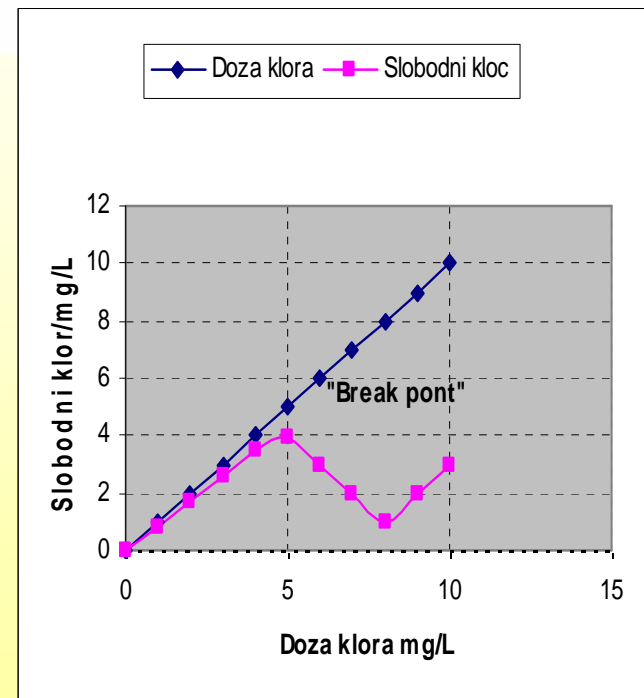
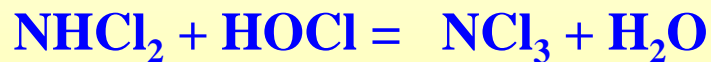
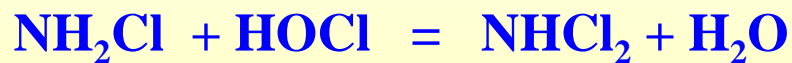
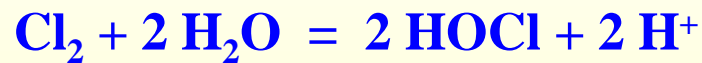
Brzina oksidacije Mn^{2+} kisikom pri različitim vrijednostima pH



Uklanjanje amonijaka

Kemijski postupak

"Breakpoint" klorinacija



Uklanjanje amonijaka

Biološki postupak



1 mg/L NH₄ - N - 4.57 mg/L O₂

7.60 mg/L Cl₂

Uklanjanje amonijaka, željeza i mangana

BIOLOŠKI POSTUPAK

Amonijak:

Nitrosomonas

Nitrobacter

Željezo i mangan:

Gallionella

Leptothrix

Siderocapsa

Kritični uvjeti:

Temperatura

pH

Koncentracija kisika

Hranjive tvari

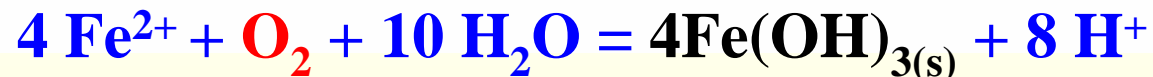
Biološka filtracija:

Granulacija pjeska: 0.5/2 mm

Brzina filtracije: 5 - 20 m/h

Uklanjanje amonijaka, željeza i mangana

BIOLOSKI POSTUPAK



1 mg/L NH_4 - N - 4.57 mg/L O_2

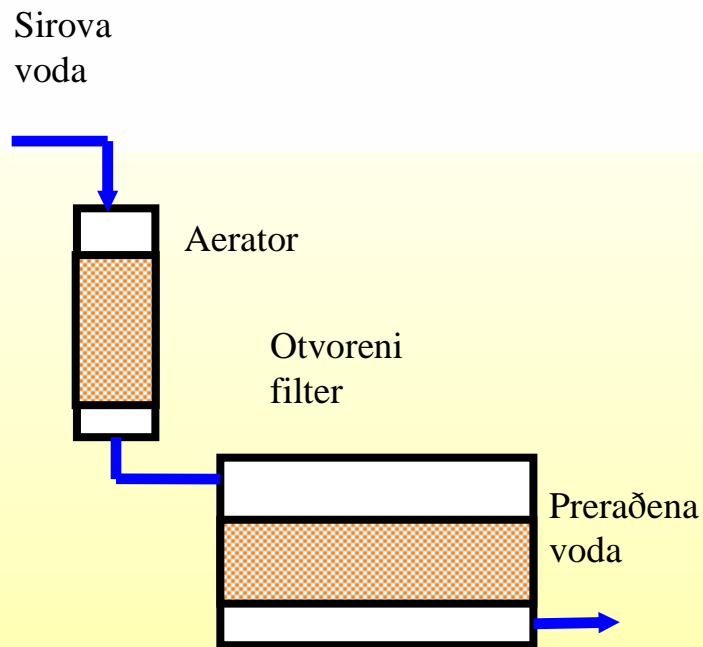
1 mg/L Mn - 0.29 mg/L O_2

1 mg/L Fe - 0.14 mg/L O_2

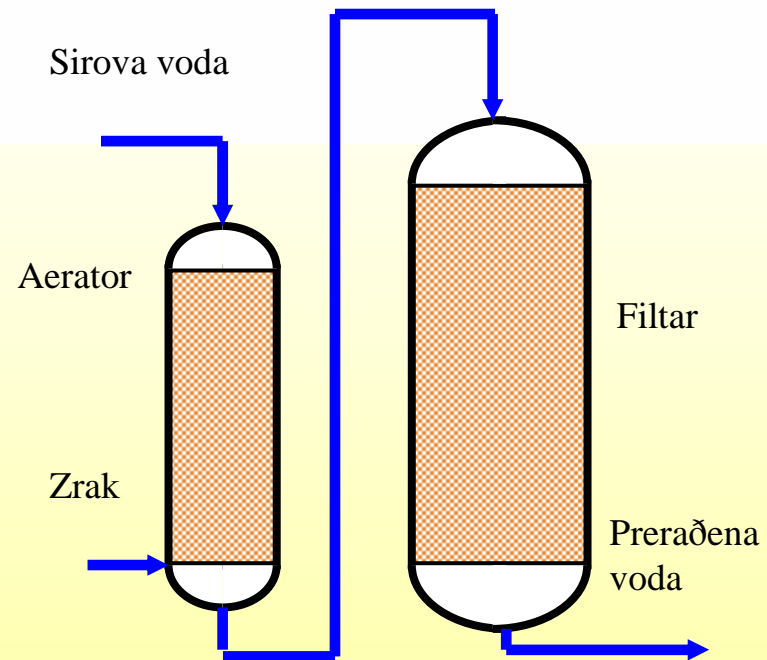
NH_4 -N < 1 mg/L - OTVORENI SUSTAV

NH_4 -N > 1 mg/L - ZATVORENI SUSTAV

Uklanjanje amonijaka, željeza i mangana

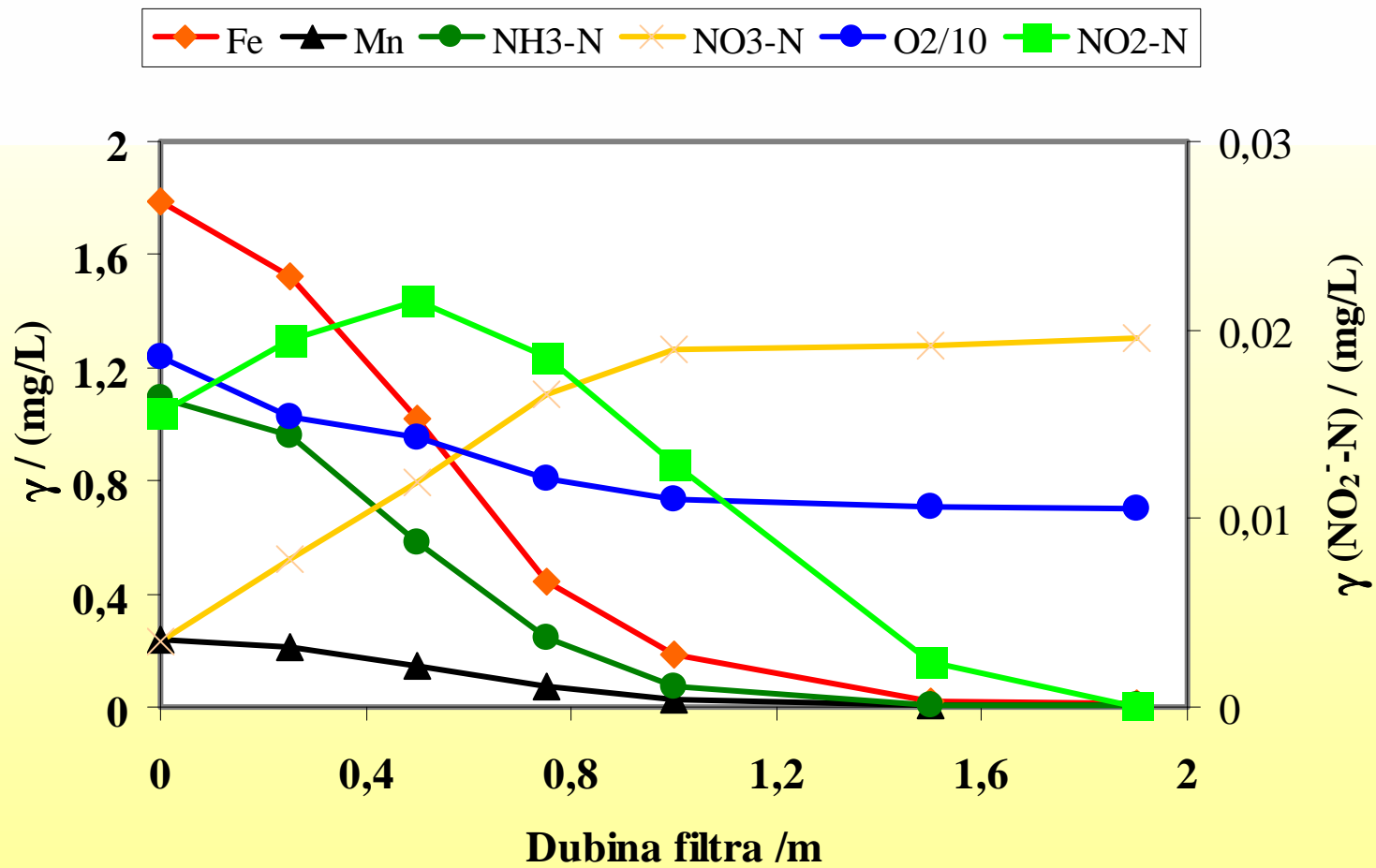


Otvoreni sustav za preradu vode



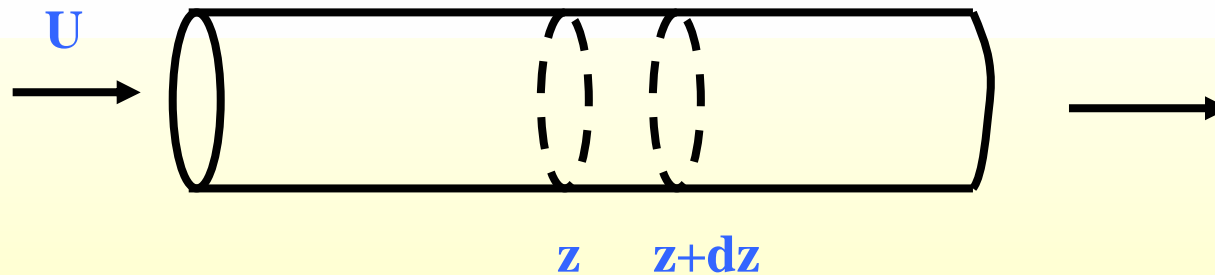
Zatvoreni sustav za preradu vode

Profili koncentracija u bioloskom filtru



Profili koncentracija u bioloskom filtru

Koncentracijski profil supstrata u biološkom filtru



$$-U * \frac{dC_A}{dz} + r_A'' * \alpha = 0$$

C_A - koncentracija A na dubini z

U - brzina filtracije u m/h

r_A'' - brzina uklanjanja A na površini
filtarske ispune mol/(m² s)

α - specifična površina ispune m²/m³

Profili koncentracija u bioloskom filtru

Koncentracijski profil supstrata u biološkom filtru

$$-U * \frac{dC_A}{dz} + r_A'' * \alpha = 0$$

$$-r_A'' = k_c * (C_A - C_{As})$$

$$-U * \frac{dC_A}{dz} - k * \alpha (C_A - C_{As}) = 0$$

$$C_{As} \ll C_A$$

$$-U \frac{C_A}{dz} = k_c * \alpha * C_A$$

C_A - koncentracija A na dubini z

C_{As} - koncentracija A na površini filt. ispune

U - brzina filtracije u m/h

r_A'' - brzina uklanjanja A na površini
filtarske ispune mol/(m² s)

α - specifična površina ispune m²/m³

Integrirajući u području od C_{A0} do C_A i od $z=0$ do $z=L$, dobivamo:

Profili koncentracija u bioloskom filtru

Koncentracijski profil supstrata u biološkom filtru

$$\frac{C_A}{C_{A_0}} = \exp\left(-\frac{k_c * \alpha * L}{U}\right)$$

C_{A_0} - početna koncentracija supstrata A

C_A - koncentracija A na dubini L

U - brzina filtracije u m/h

K_C - konstanta prijenosa mase u m/s

α - specifična površina ispune m^2/m^3

Preuređenjem ove jednadžbe dobivamo:

$$\frac{C_A}{C_{A_0}} = \exp\left(-\frac{k}{U^n} * L\right)$$

K i n - konstante

Profili koncentracija u bioloskom filtru

Logaritmiranjem dobivamo jednadžbu pravca:

$$\ln\left(\frac{C_A}{C_{A_0}}\right) = -\frac{k}{U^n} * L$$

Prema tome, na temelju eksperimentalnih podataka o promjeni koncentracije supstancije A po dubini filtra L, možemo pri različitim brzinama filtracije U, odrediti vrijednosti konstanti k i n.

Kinetika uklanjanj željeza, mangna i amonijaka u biološkom filtru

Koncentracijski profil supstrata u biološkom filtru

$$\frac{C_A}{C_{A_0}} = \exp\left(-\frac{k}{U^n} * L\right)$$

C_{A_0} - početna koncentracija supstrata A

C_A . Koncentracija A na dubini L

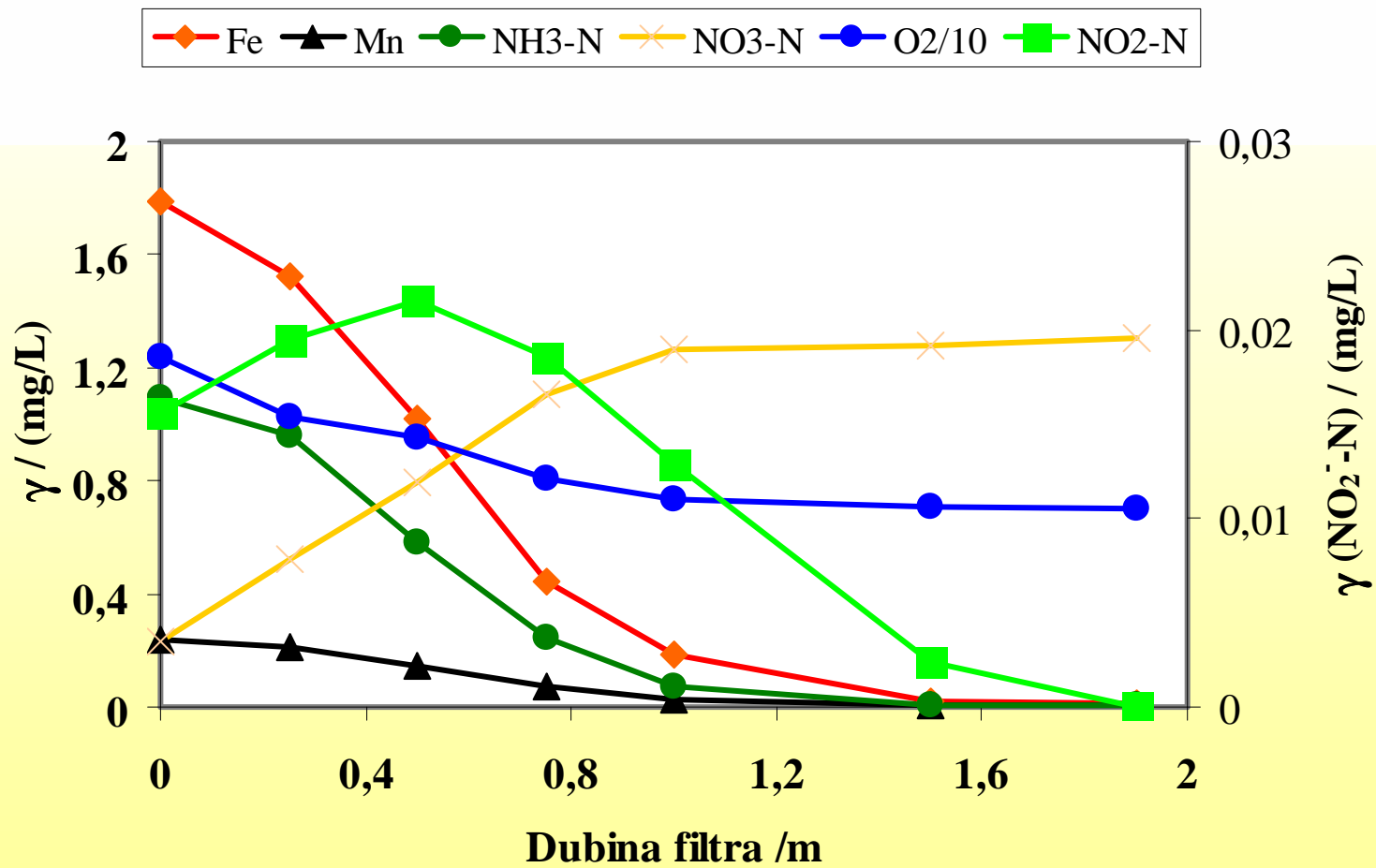
U – brzina filtracije u m/h

K i n - konstante

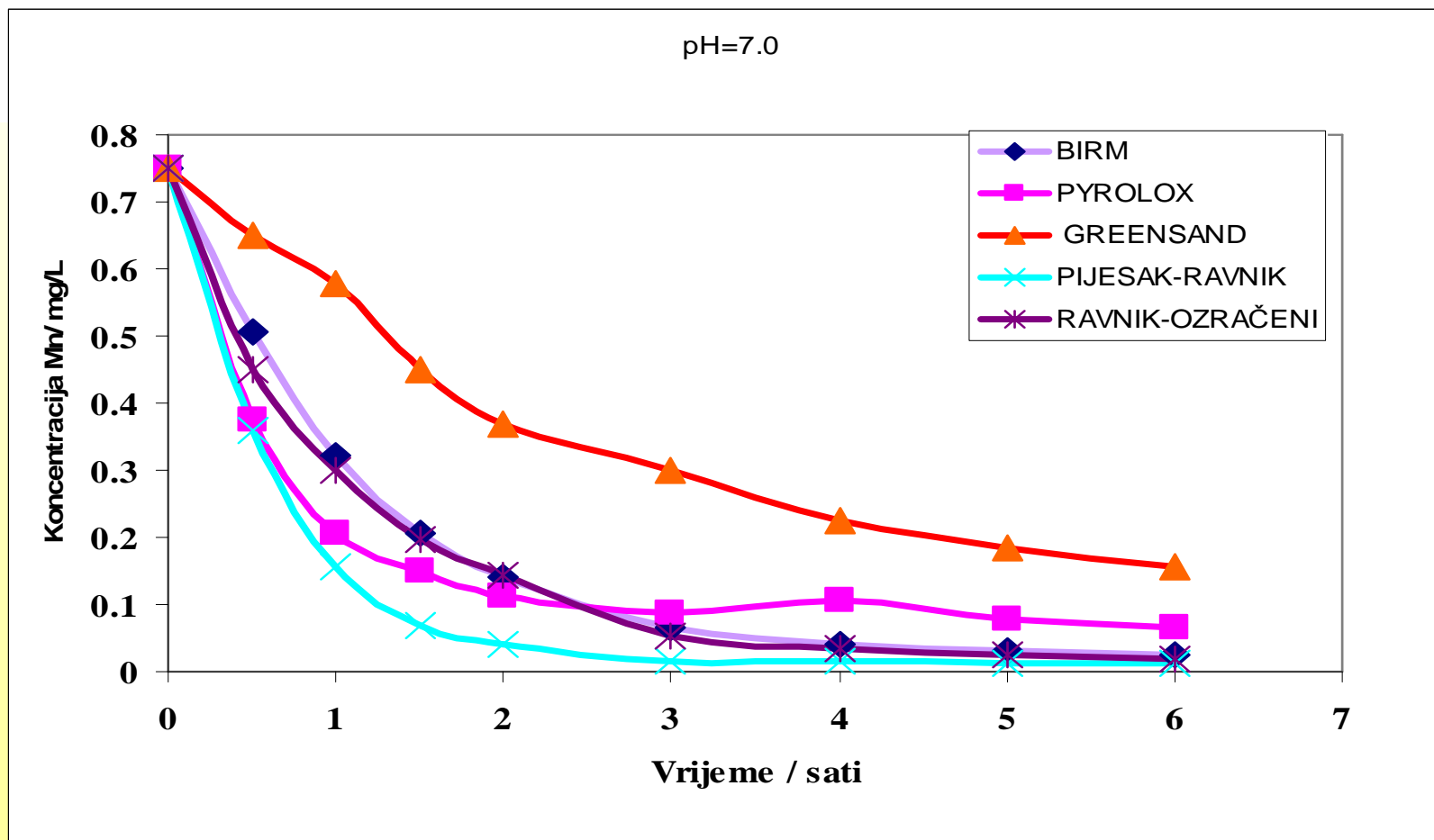
Vrijednosti konstanti k i n za željezo, mangan i amonijak:

<i>Supstrat:</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>NH₃</i>
<i>k/h⁻¹</i>	294	30,2	27,9
<i>n</i>	1,53	0,74	0,65

Profili koncentracija u bioloskom filtru



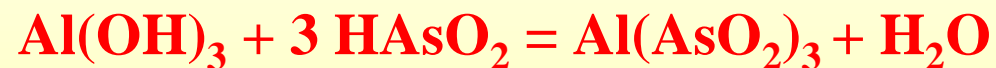
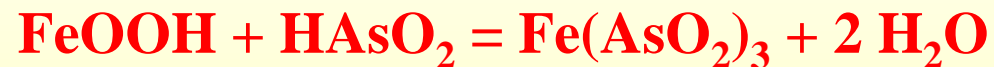
Kinetika uklanjanje mangana na različitim filtarskim materijalima (T. Štembal)





Uklanjanje arsena

Djeluju mehanizmi adsorpcije i koprecipitacije s $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ i drugih specija.

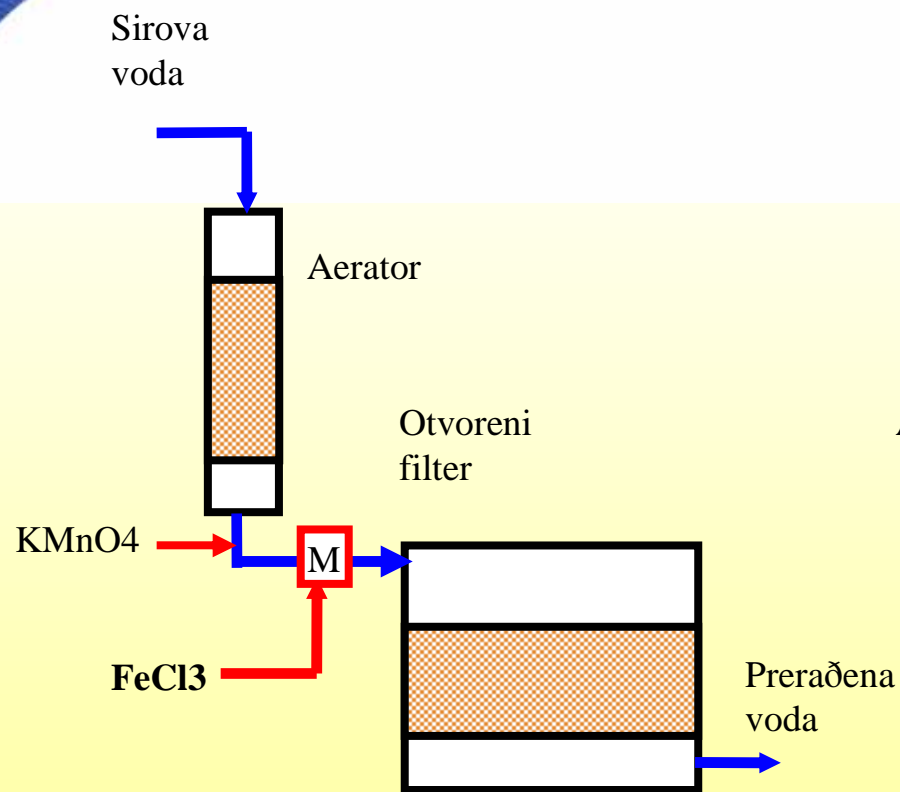


Učinkovitije se uklanja As(V) od As(III). Zbog toga se As(III), prije dodavanja FeCl_3 , oksidira u As(V) dodatkom KMnO_4 , ozona ili drugih oksidacijskih sredstava.

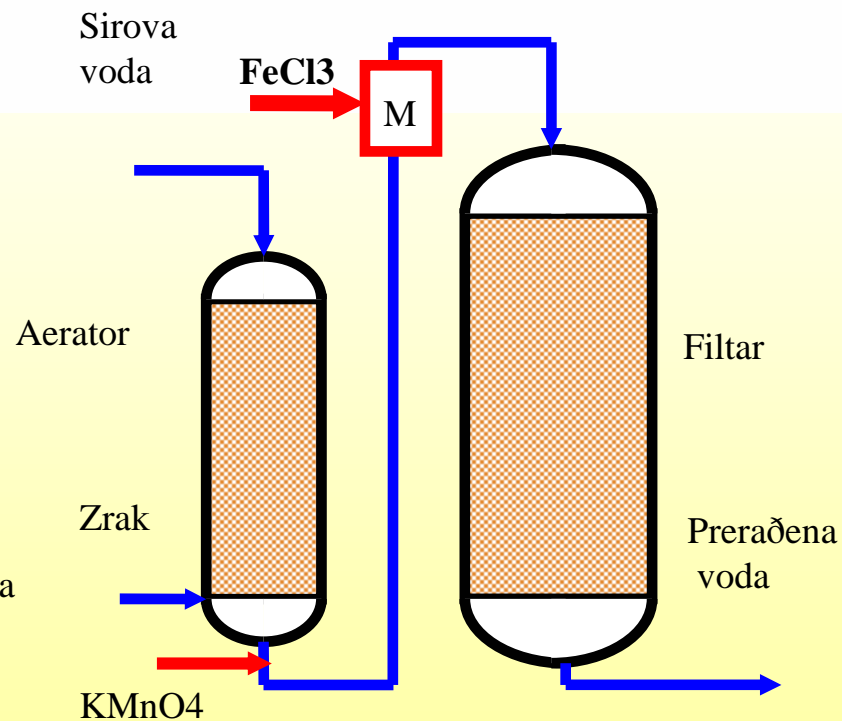
Intenzivnije mješanje povećava učinak uklanjanja arsena.

Dodatak FeCl_3 , osim što uklanja As, djelomično uklanja i organsku tvar iz vode.

Uklanjanje amonijaka, željeza, mangana i arsena



Otvoreni sustav za preradu vode



Zatvoreni sustav za preradu vode

Primjena ozona umjesto KMnO_4 kod postupka uklanjanja arsena

(KMnO_4)
+ O_3
+ FeCl_3

AERACIJA

**Sirova
voda**

As 100-300 ug/L

TALOŽENJE

BIOLOŠKA FILTRACIJA

❖ **Pročišćena voda**

As 30 - 50 ug/L

Koje su mogućnosti daljnjeg smanjenja koncentracije As?

Hot Tip

$$X_{As} = K * m_{Fe} * C_{As}$$

Freundlichova izoterma:

$$\frac{X_{As}}{m_{Fe}} = K * (C_{As})^{1/n}$$

X_{As} / μg – masa uklonjenog As

m_{Fe} / mg - masa Fe^{3+} za adsorpciju

C_{As} / ($\mu\text{g/L}$) – masena koncentracija As u otopini nakon adsorpcije

K /($\text{L}/\mu\text{g}$) – konstanta

Hot Tip

Freundlichova izoterma:

$$\frac{X_{As}}{m_{Fe}} = K * (C_{As})^{1/n}$$

Sirova voda

$C_{As,s}$
 $m_{Fe,1}$

1. Stupanj adsorpcije na $Fe(OH)_3$

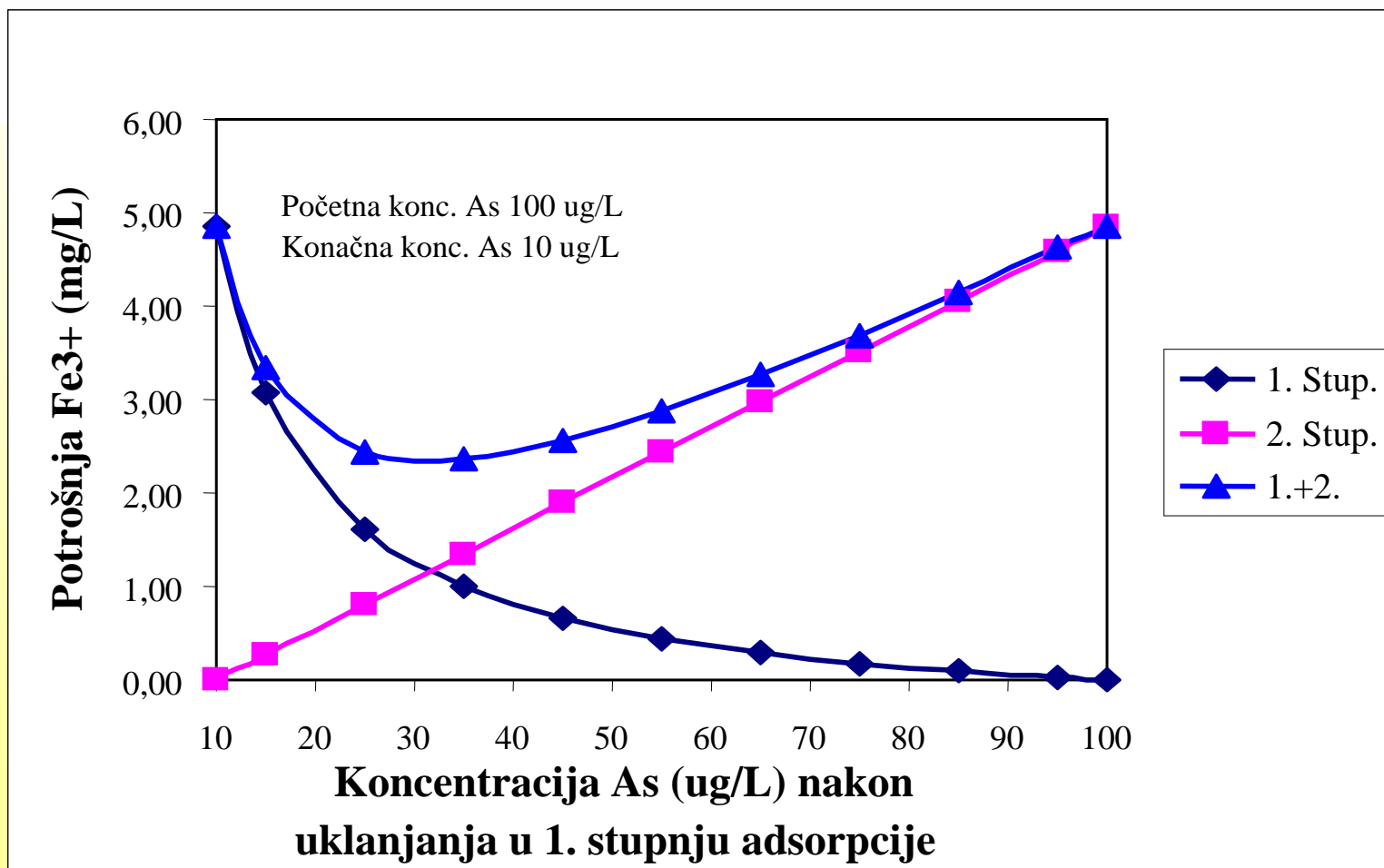
$C_{As,1}$
 $m_{Fe,2}$

2. Stupanj adsorpcije na $Fe(OH)_3$

$C_{As,2}$

Pročišćena voda

Potrošnja Fe^{3+} (mg/L) za uklanjanje As u dva stupnja adsorpcije



Uklanjanje arsena višestupanjskom adsorpcijom na željezov hidroksid

Freundlichova adsorpcijska izoterma

$$\frac{X_{As}}{m_{Fe}} = K * [C_{As}]^{1/n}$$

$K=0,00186 \text{ L/ug}$

$n=1$

X_{as}/ug – masa adsorbiranog As

m_{Fe}/mg – masa Fe hidroksida

$C_{As}/\text{mg/L}$ – koncentracija As u otopini

Doza željeza (mg/L) potrebnog za uklanjanje As od početnih 300 na 10 ug/L:

Stupnjevi adsorpcije	Ukupna doza Fe^{3+}	Omjer Fe/As
1	15,6	53,9
2	4,82	16,6
3	3,4	11,7

A photograph of laboratory glassware, including beakers and test tubes, with a blue and yellow color scheme. The text "Hot Tip" is overlaid in white.

Hot Tip

POSTUPCI KOAGULACIJE I FLOKULACIJE

Pročišťavanie površinskih voda

Karakteristična onečistenja:

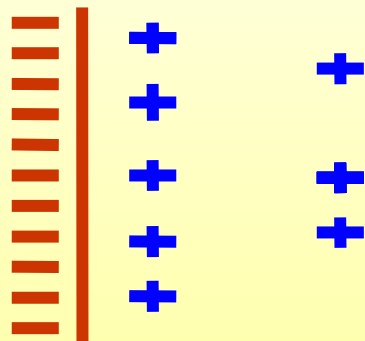
Mutnoća

Boja

Organska tvar

Biološki materijal (alge, plankton itd.)

Nedefinirana potencijalna onečisten

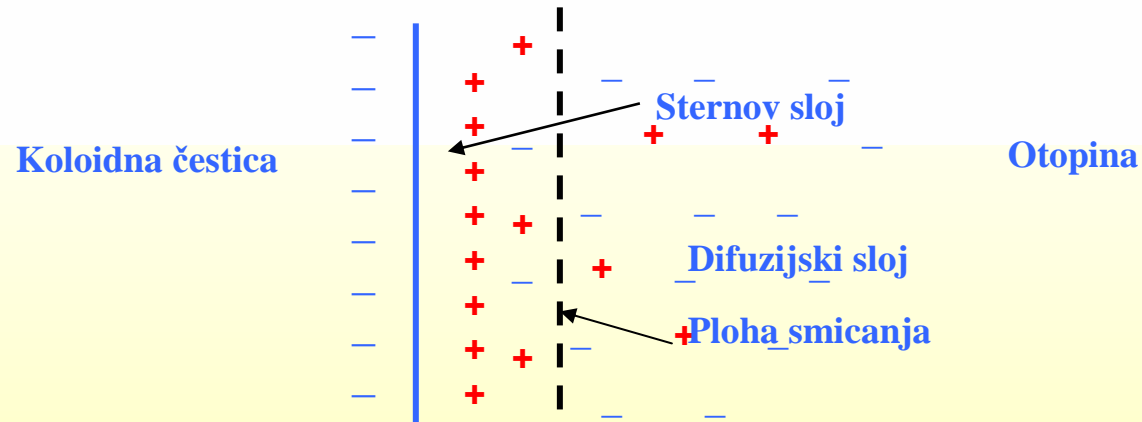


**Koloidna
čestica**

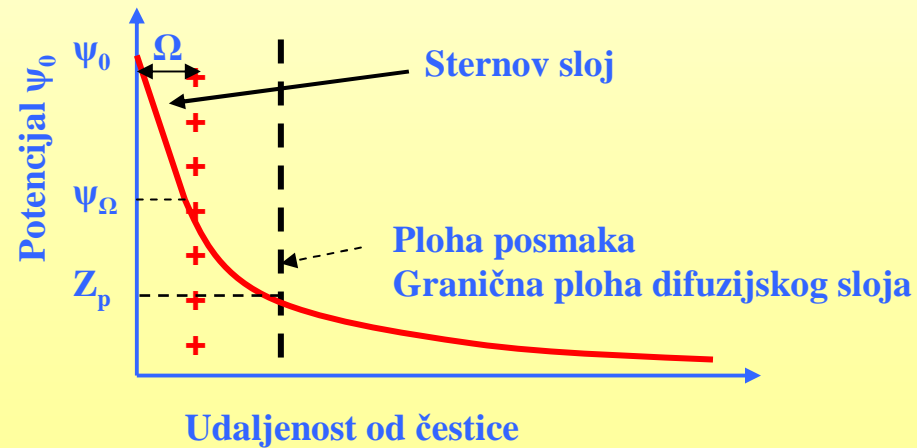
Otopina

Električni dvosloj

Model elektrokemijskog dvosloja



Raspodjela naboja u elektrokemijskom dvosloju



$$Z_p = \frac{4 \pi q \delta}{D}$$

Z_p - Zeta potencijal

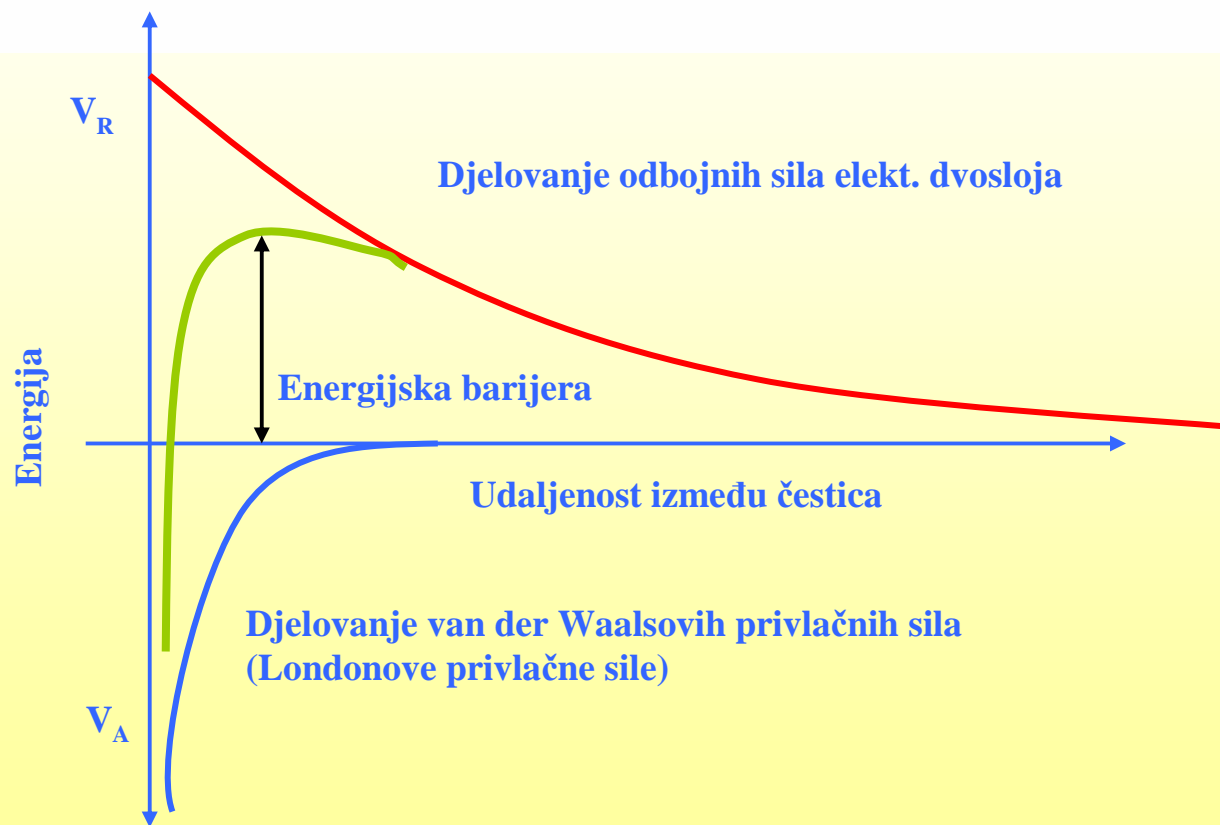
q - Naboj čestice

δ - Rdiju utjecaj naboja

D - Dielektrična konstanta medija

POSTUPCI KOAGULACIJE I FLOKULACIJE

ENERGIJA ODBIJANJA I PRIVLAČENJA NABIJENIH ČESTICA

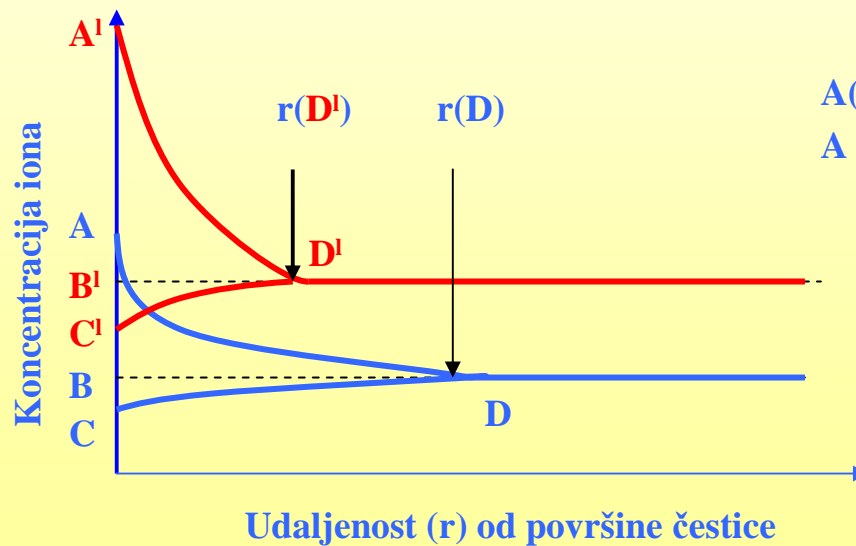


POSTUPCI KOAGULACJE I FLOKULACIJE

DESTABILIZACIJA KOLOIDNIH ČESTICA

- a) Kompresija električnog dvosloja
- b) Smanjenje površinskog potencijala adsorpcijom i neutralizacijom naboja
- c) Destabilizacija koloida su-taloženjem (koprecipitacijom)
- d) Destabilizacija koloida adsorpcijom i spajanjem čestica

a) Kompresija električnog dvosloja



$$A(A,B,D) = A(A', B', D')$$

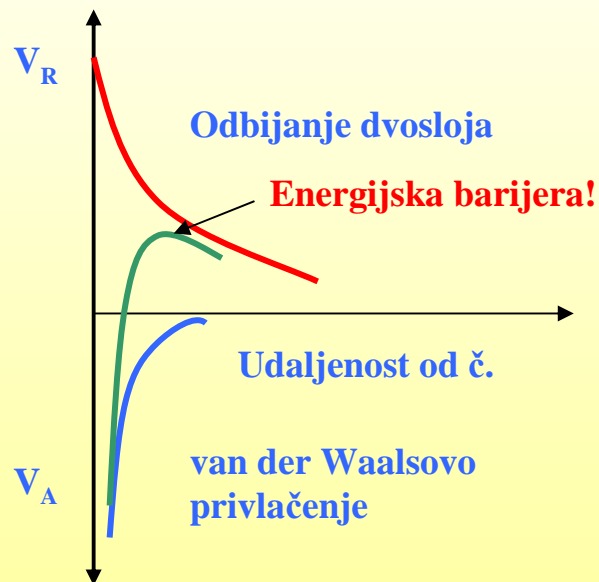
A - Površina

$$r(D') < r(D)$$

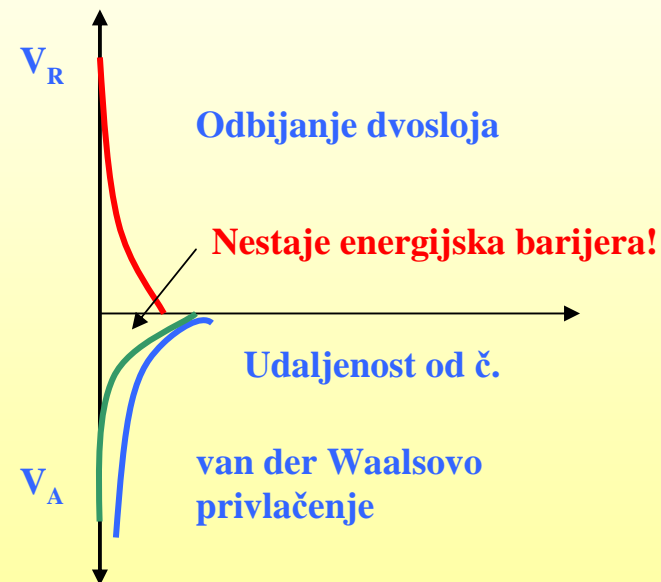
POSTUPCI KOAGULACIJE I FLOKULACIJE

DESTABILIZACIJA KOLOIDNIH ČESTICA

Kompresija električnog dvosloja



Mala koncentracija elektrolita
- Nema kompresije dvosloja



Velika koncentracija elektrolita
- Komprimira se dvosloj

POSTUPCI KOAGULACJE I FLOKULACIJE

DESTABILIZACIJA KOLOIDNIH ČESTICA

b) Smanjenje površinskog potencijala adsorpcijom i neutralizacijom naboja



Adsorpcijom hidratiziranih pozitivno nabijenih Al^{3+} , Fe^{3+} , $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$, $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$, a i niza drugih ionskih vrsta, na površinu koloidne čestice dolazi do neutralizacije naboja i destabilizacije koloida.

U ovom procesu učestvuje čitav niz različitih ionskih vrsta. Djelovanje je posebno izraženo pri koncentracijama ispod granice njihove topljivosti.

Konstante nastajanja hidrolitiških vrsta aluminijevih iona pri 25 °C i ionske jakosti, I = 0 M. *) log K_s

	REAKCIJA	log K
1	$\text{Al}^{3+} = \text{Al}(\text{OH})^{2+} + \text{H}^+$	-5.02
2	$2\text{Al}^{3+} = \text{Al}_2(\text{OH})_2^{4+} + 2\text{H}^+$	-6.27
3	$6\text{Al}^{3+} = \text{Al}_6(\text{OH})_{15}^{3+} + 15\text{H}^+$	-47.00
4	$8\text{Al}^{3+} = \text{Al}_8(\text{OH})_{20}^{4+} + 20\text{H}^+$	-68.7
5	$13\text{Al}^{3+} = \text{Al}_{13}(\text{OH})_{34}^{5+} + 34\text{H}^+$	-97.39
6	$\text{Al}^{3+} = \text{Al}(\text{OH})_4^- + 4\text{H}^+$	-23.57
7	$\text{Al}(\text{OH})_{3(s)} = \text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3\text{OH}^-_{(aq)}$	-32.34 *

POSTUPCI KOAGULACJE I FLOKULACIJE

DESTABILIZACIJA KOLOIDNIH ČESTICA

c) Destabilizacija koloida su-taloženjem (koprecipitacijom)

Dodavanjem metalnih iona (npr. Fe^{3+} , Al^{3+}) u dovoljnim količinama dolazi do brzog taloženja njihovih hidrolitičkih vrsta. Koloidne čestice mogu u tom slučaju služiti kao centri njihove kristalizacije ili ih “pokupi” nastali talog prilikom sedimentacije.

Proces se naziva “sweep-floc” koagulacija

d) Destabilizacija koloida adsorpcijom i spajanjem čestica

Mnoge prirodne, a i sintetske supstancije, poput škroba, celuloze, sintetskih polimera, itd., poznati su kao učinkoviti koagulant. To su velike molekule s više električnog naboja uzduž lančaste strukture ugljikovih atoma. Ovakvi pozitivni (kationski) ili negativni (anionski) polimeri (plielektroliti) mogu mehanizmom premošćivanja destabiliziraju koloidne čestice.

POSTUPCI KOAGULACJE I FLOKULACIJE

DESTABILIZACIJA KOLOIDNIH ČESTICA

d) Destabilizacija koloida adsorpcijom i spajanjem čestica

Mehanizmi adsorpcije i premošćivanja
koloidnih čestica polielektrolitima

Anionski

kationski i

Neutralni polielektroliti

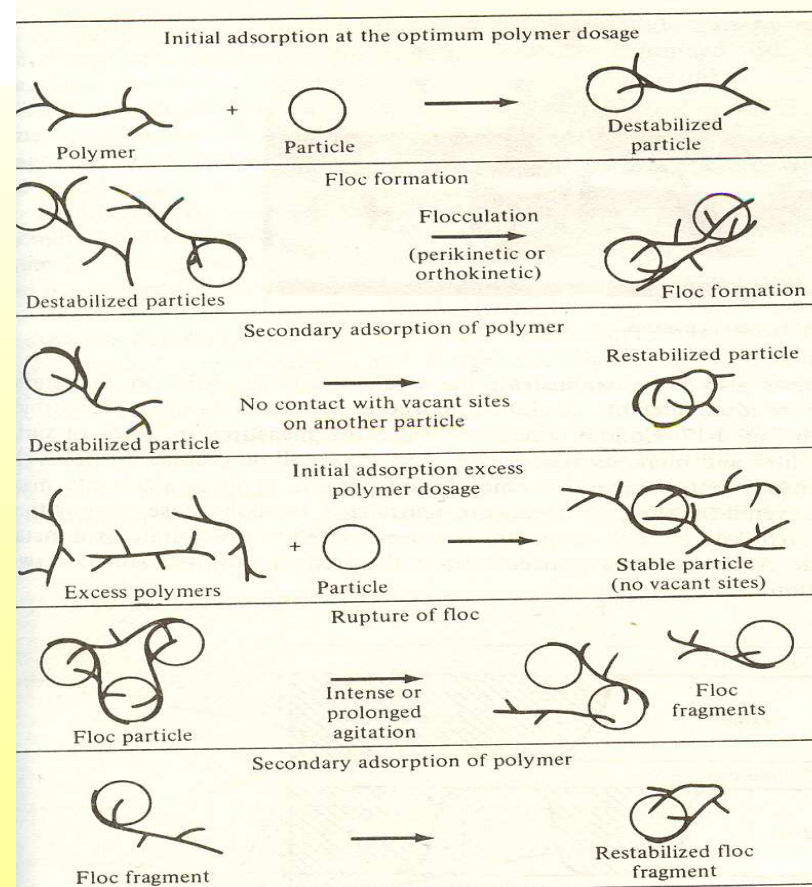


Figure 4-15 Interparticle bridging with polymers. (After O'Melia [4-41].)

POSTUPCI KOAGULACJE I FLOKULACIJE

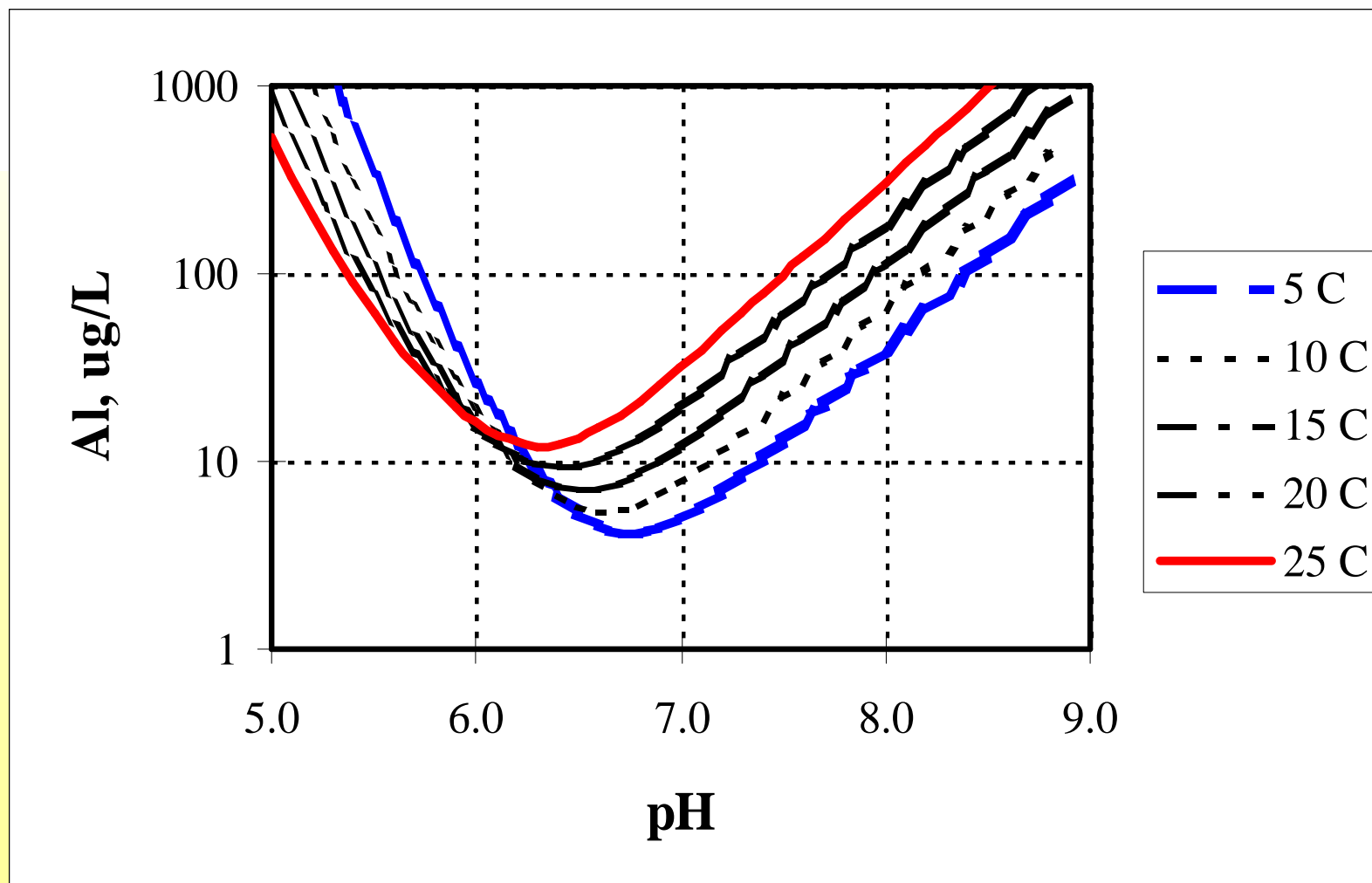
Postupak koagulacije i flokulacije u praksi

Postupak koagulacije flokulacije odvija se u pravilu kombinacijom više mehanizama

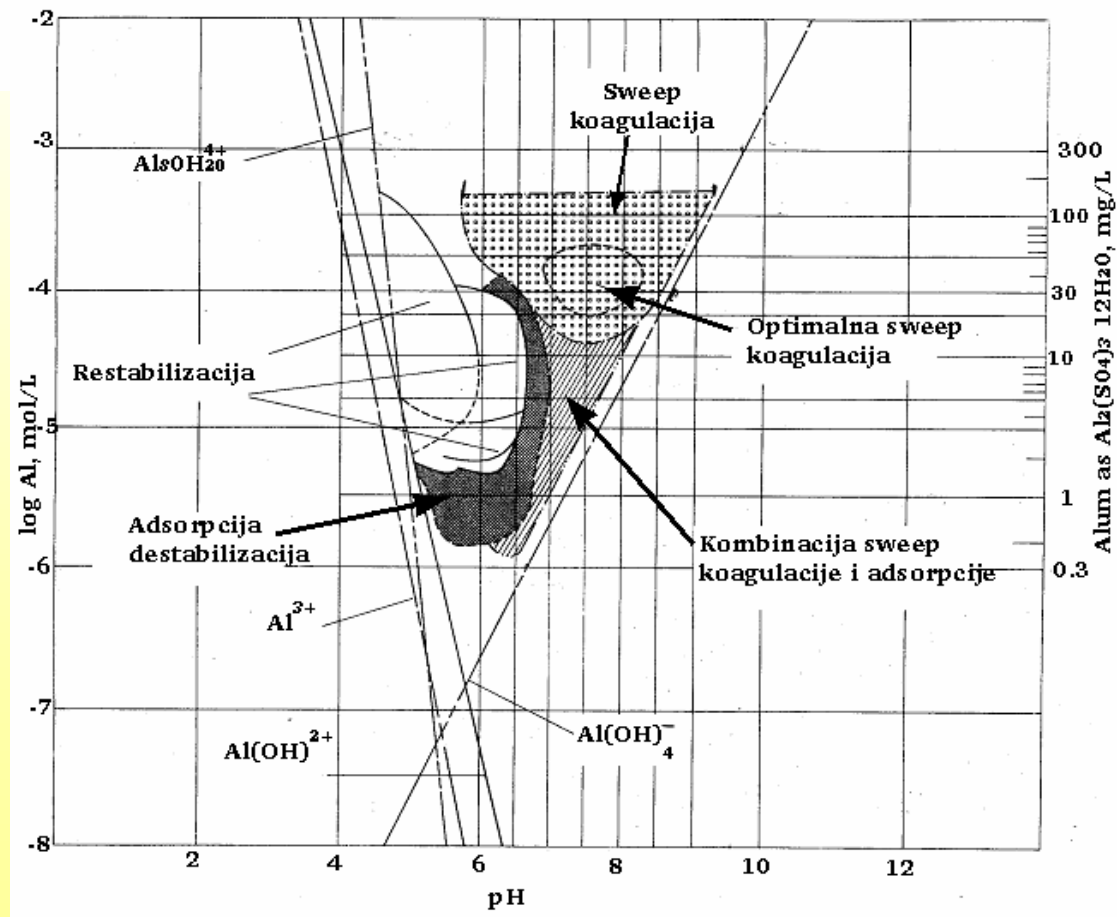
Značajnu ulogu igraju uvjeti, kao što su:

- koncentracija koagulanta
- sastav vode
- pH
- temperatura
- intenzitet miješanja
- itd.

Krivulje topljivosti aluminija



Područja s različitim mehanizmima djelovanja koagulanta Al^{3+}



POSTUPCI KOAGULACJE I FLOKULACIJE

Utvrđivanje optimalnih uvjeta za odvijanje procesa koagulacije i flokulacije

- Snimanje radnih krivulja

Snimanje krivulja mutnoća – doza koagulanta na postojećim postrojenjima u realnim uvjetima

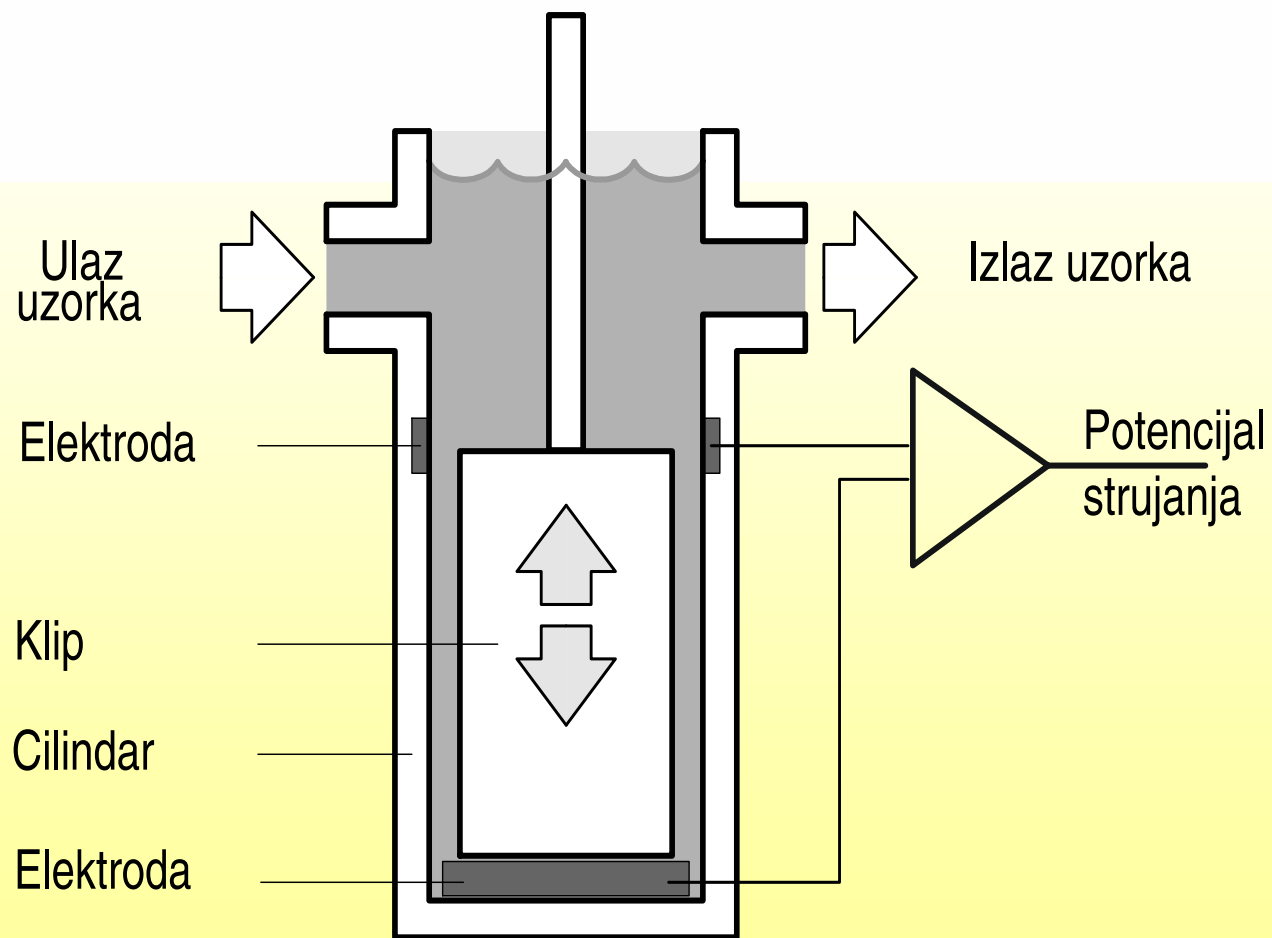
- JAR testovi

Laboratorijski pokusi paralelno u 5-6 čaša s različitim dozama koagulanta/flokulanta ali pri identičnim uvjetima miješanja

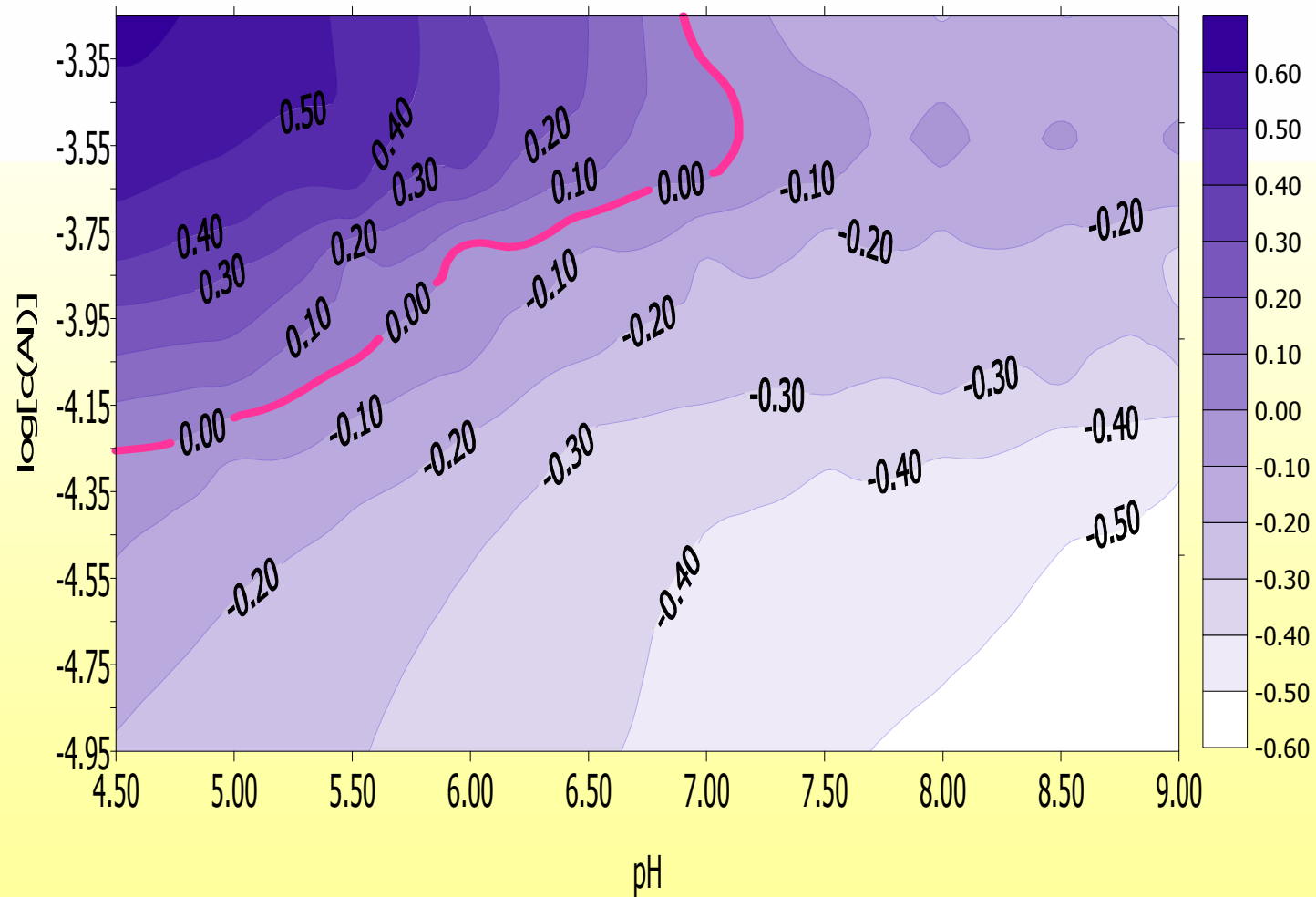
- Mjerenje elektrokinetičkog potencijala

Vrijednost ZETA potencijala ili elektrokinetičkog potencijala (potencijal strujanja, struja strujanja) kao mjerilo za podešavanje optimalnih uvjeta koagulacije

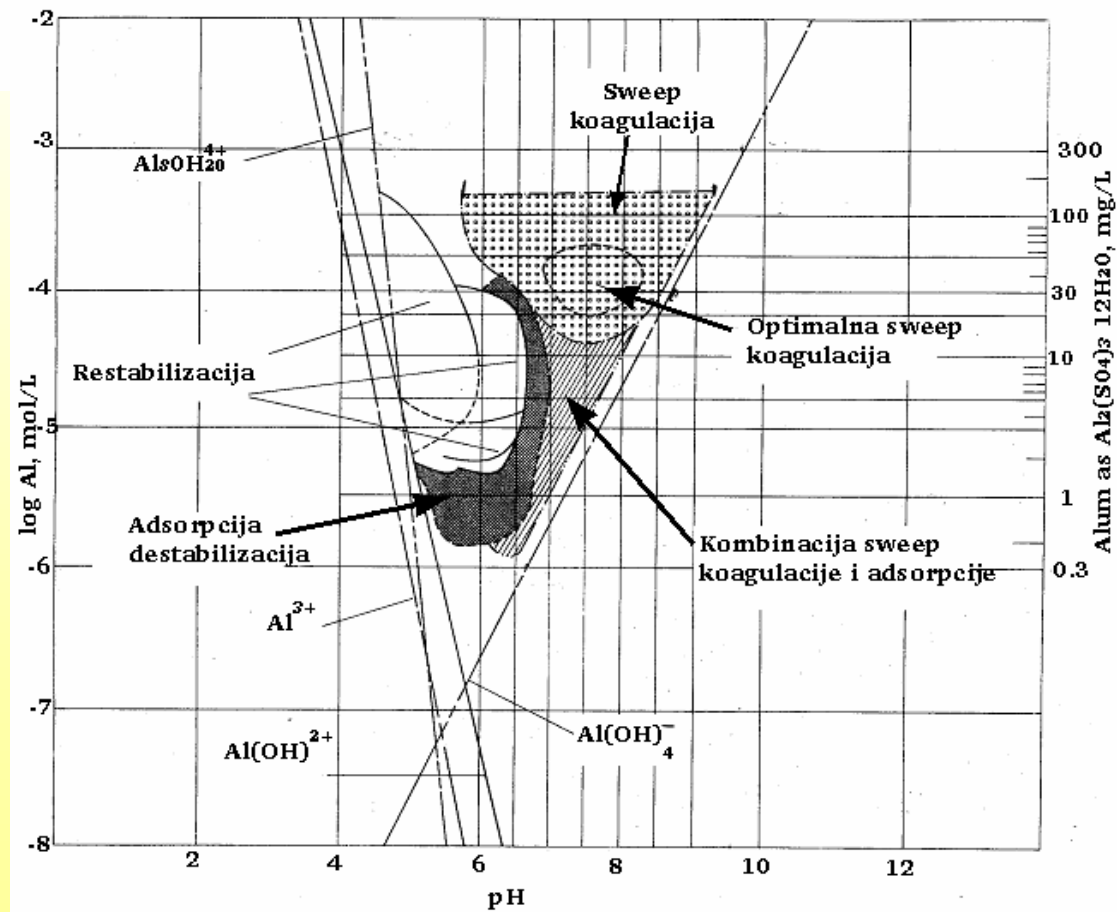
Mjerenje potencijala strujanja



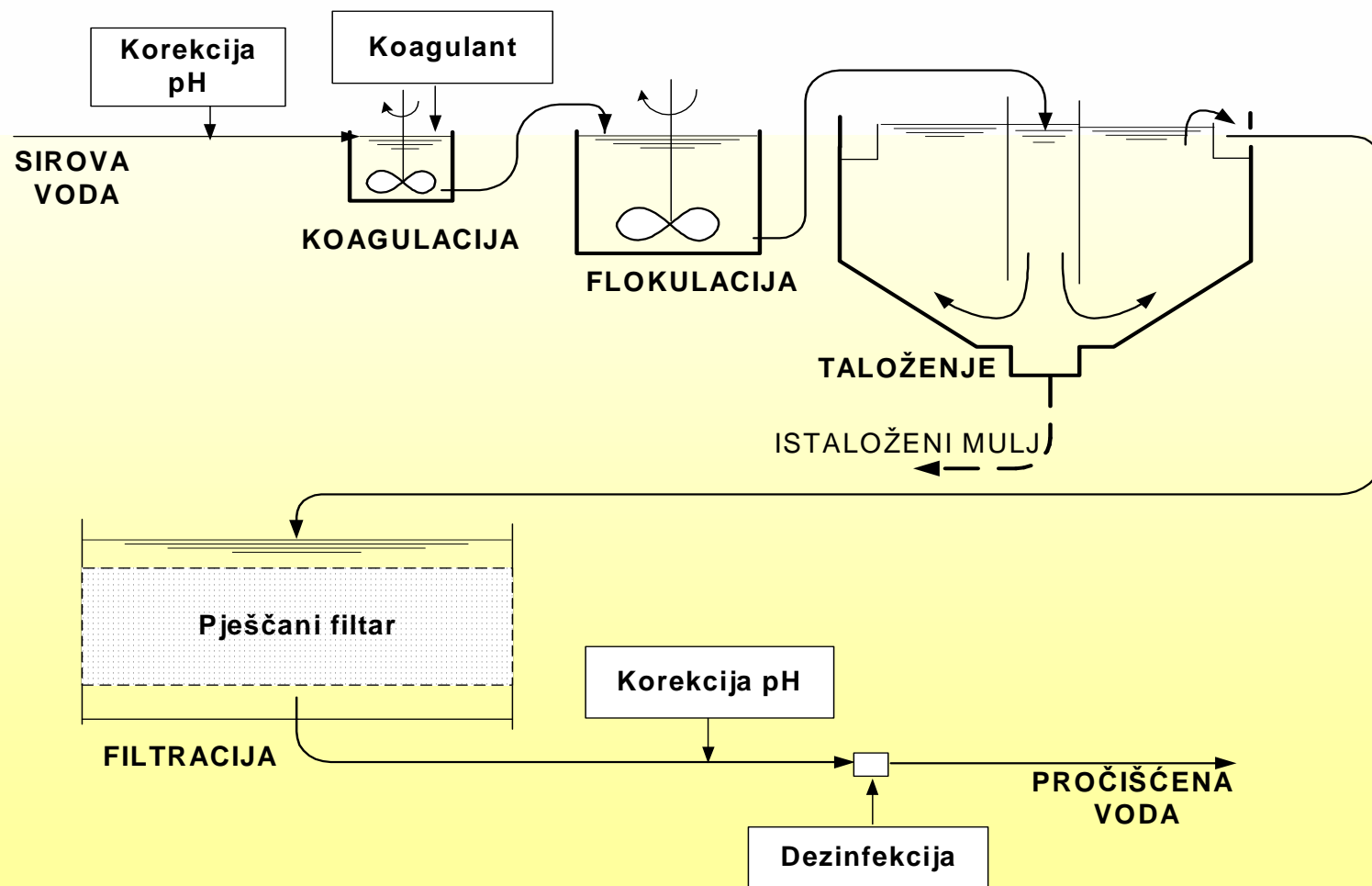
Potencijal strujanja u funkciji pH i koncentracije Al^{3+}



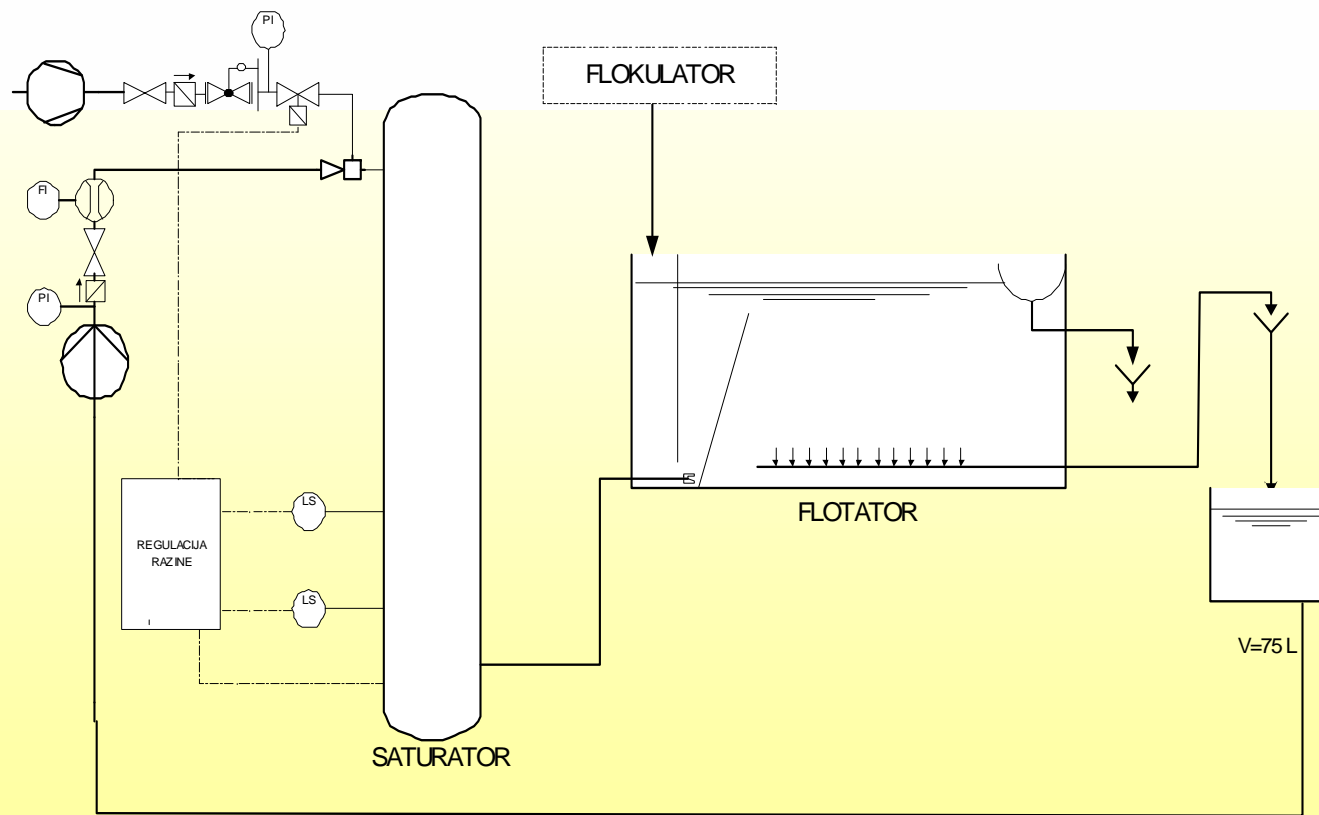
Područja s različitim mehanizmima djelovanja koagulantata Al^{3+}



Shematski prikaz sustava za preradu vode postupkom koagulacije i flokulacije



Shematski prikaz postupka flotacije





Prerada vode postupkom koagulacije i flokulacije

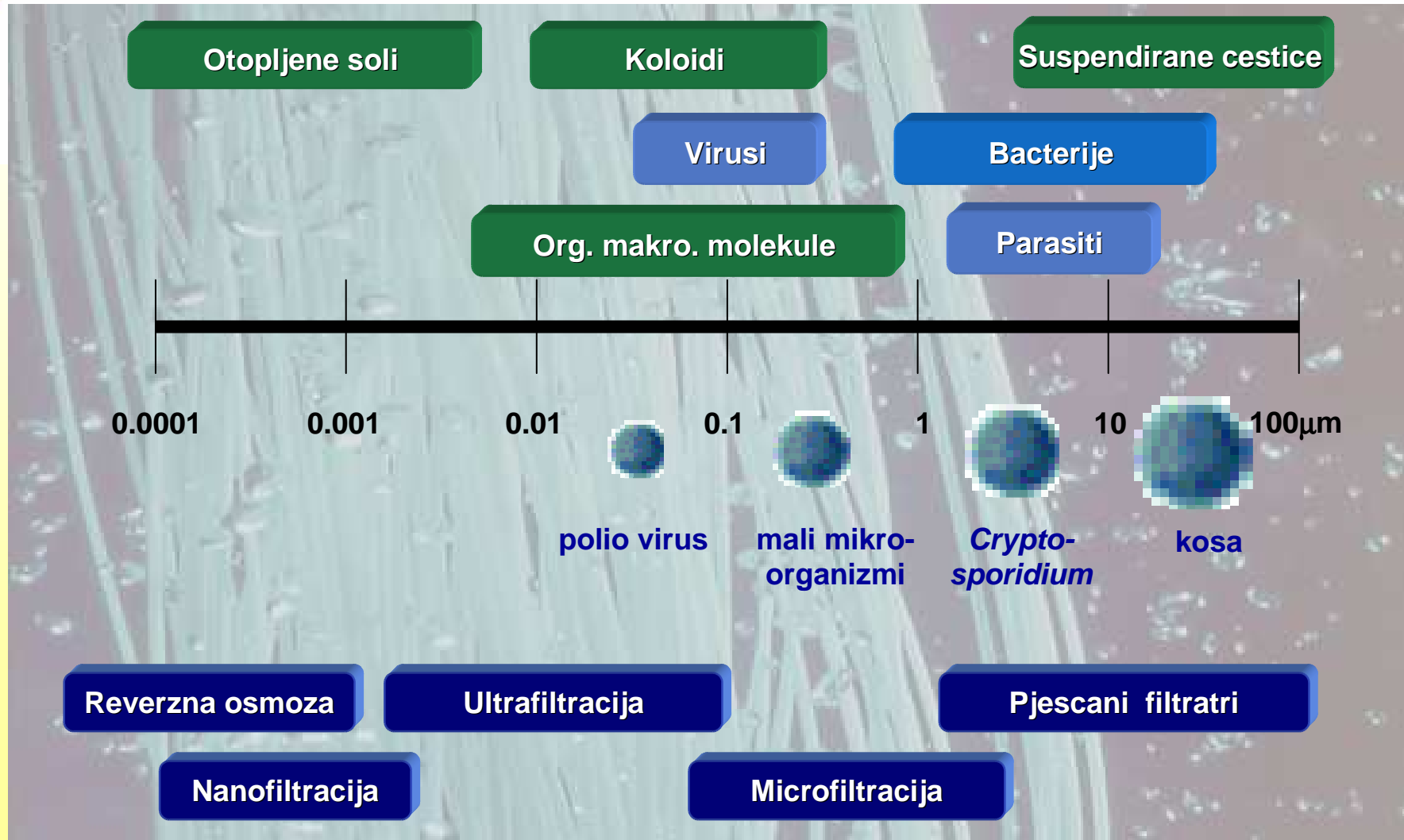
Glavni nedostaci postupka koagulacije i flokulacije

- Postrojenja velikih dimenzija
- Učestalo pranje filtara zbog probijanja Al i/ili drugih koagulantata
- Neučinkovitost pri uklanjanju mnogih onečišćenja

Moguća poboljšanja:

- - Membranske tehnologije

Membranske tehnologije



Membranska vlakna ZW[®] - Zenon

Filtrat prema gornjem kolektoru

Membrana

Nosivi sloj

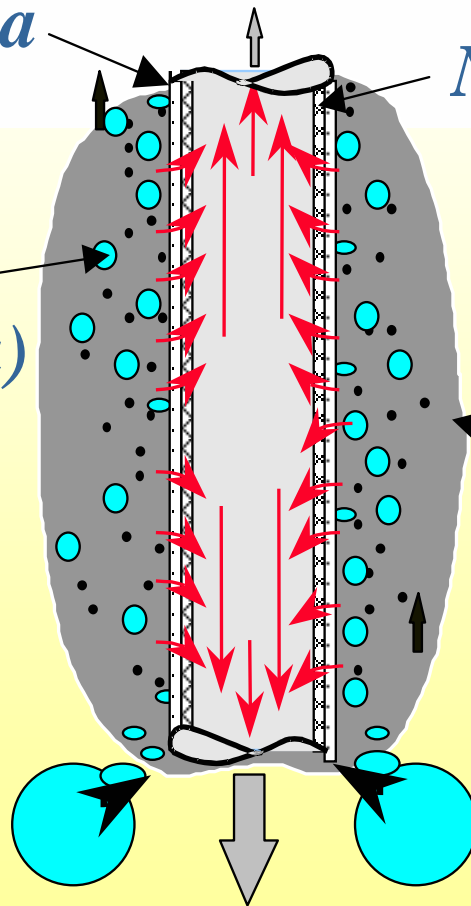
*Aeracija
Mjehuri
(za mješanje fluida)*

Biomasa

*Veliki mjehuri
Difuzor*

*Veliki mjehuri
Difuzor*

Filtrat prema donjem kolektoru



Različiti tipovi membrana

*Membrane sa
šupljim vlaknima*

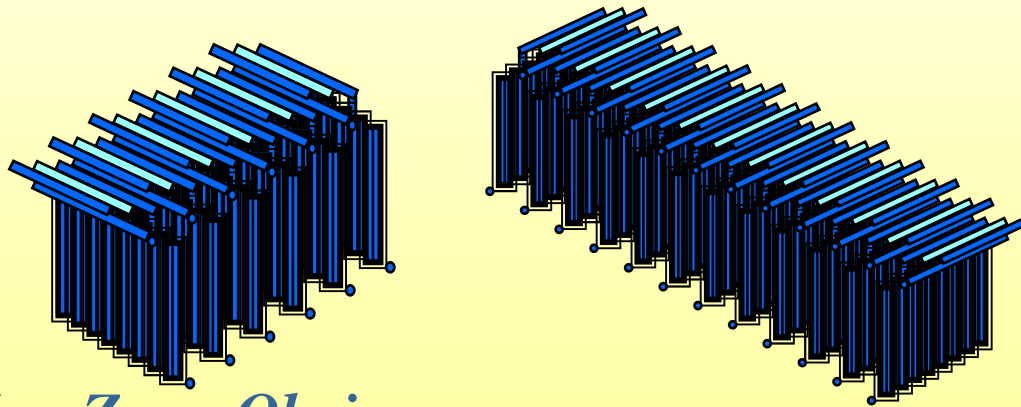


Pločaste membrane



Membranska vlakna ZeeWeed® ZW500 tvrtnke Zenon

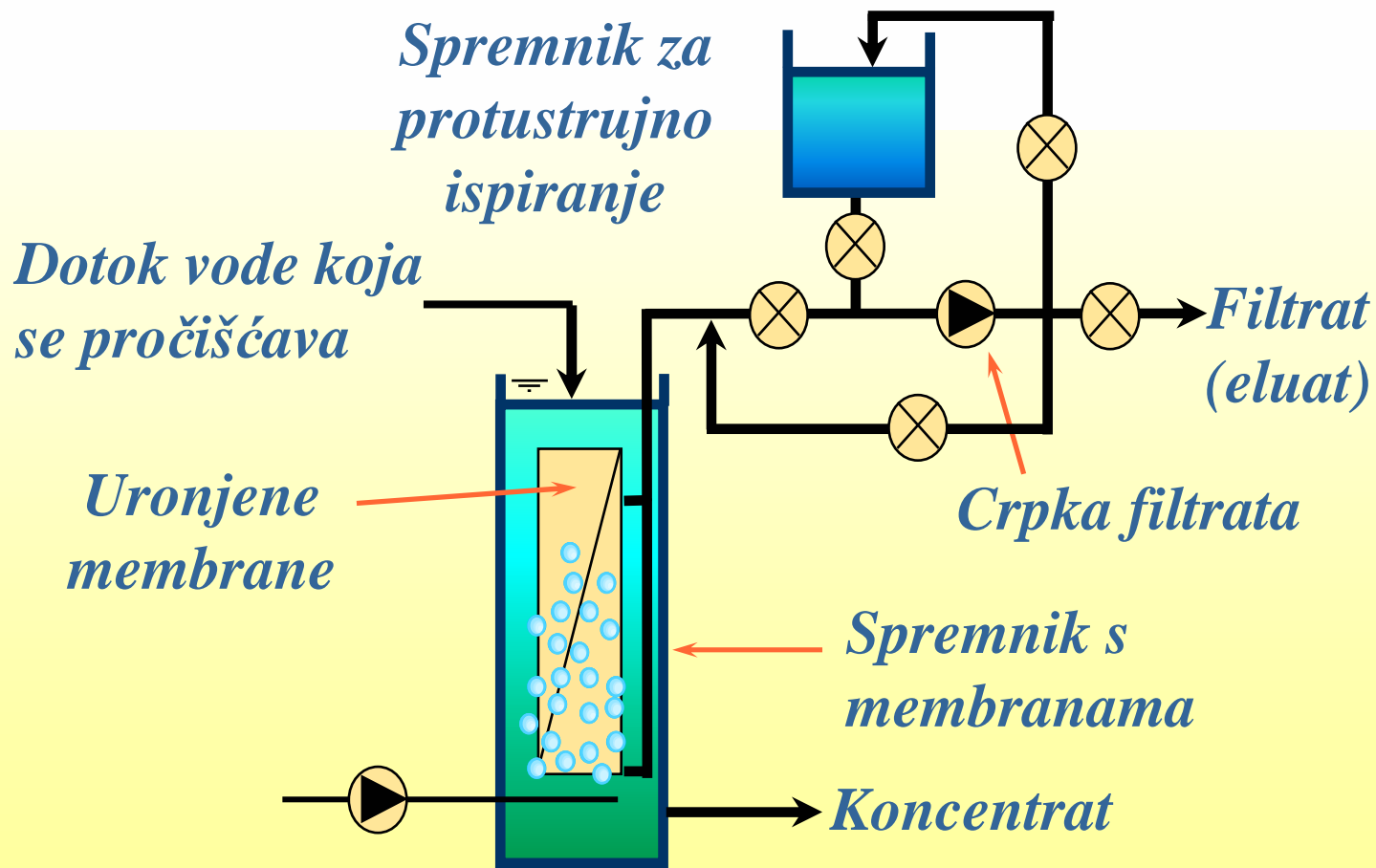
*1 Kasetna sa
8 ZeeWeed® modula
484 m² površine filtracije*



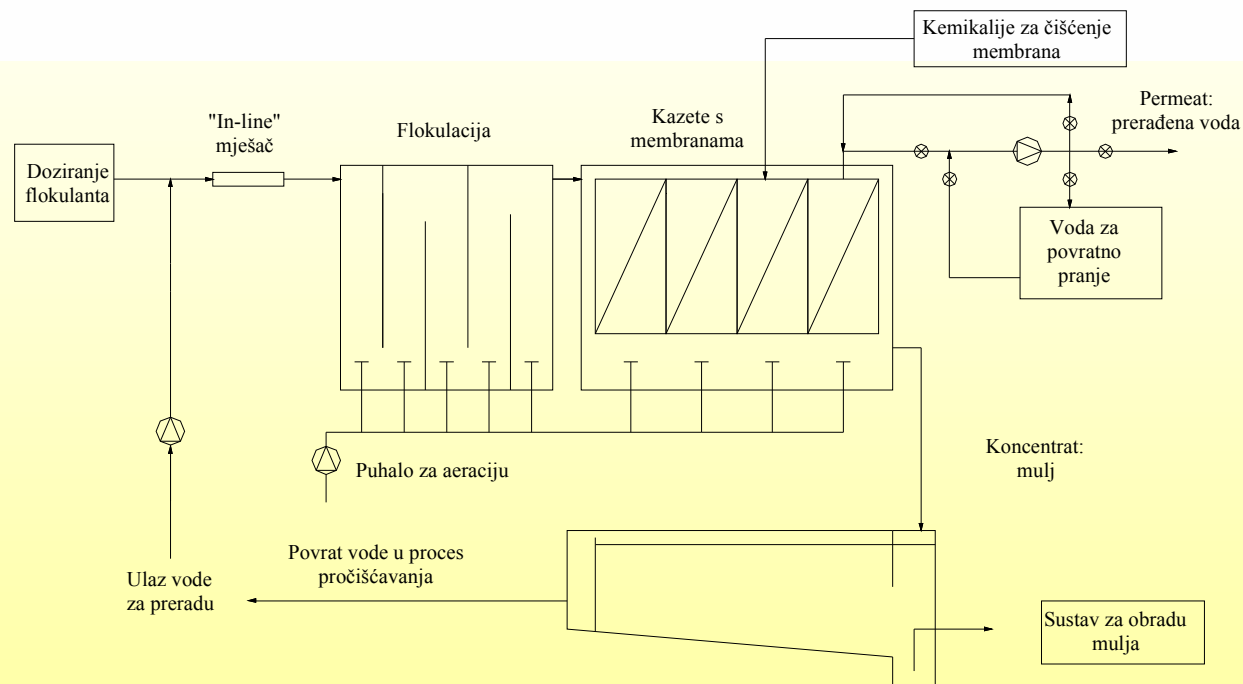
*6 m Zeno Okvir sa
6 Kasetna - 48 modula 12 m Zeno Okvir sa
12 Kasetna - 96 modula*



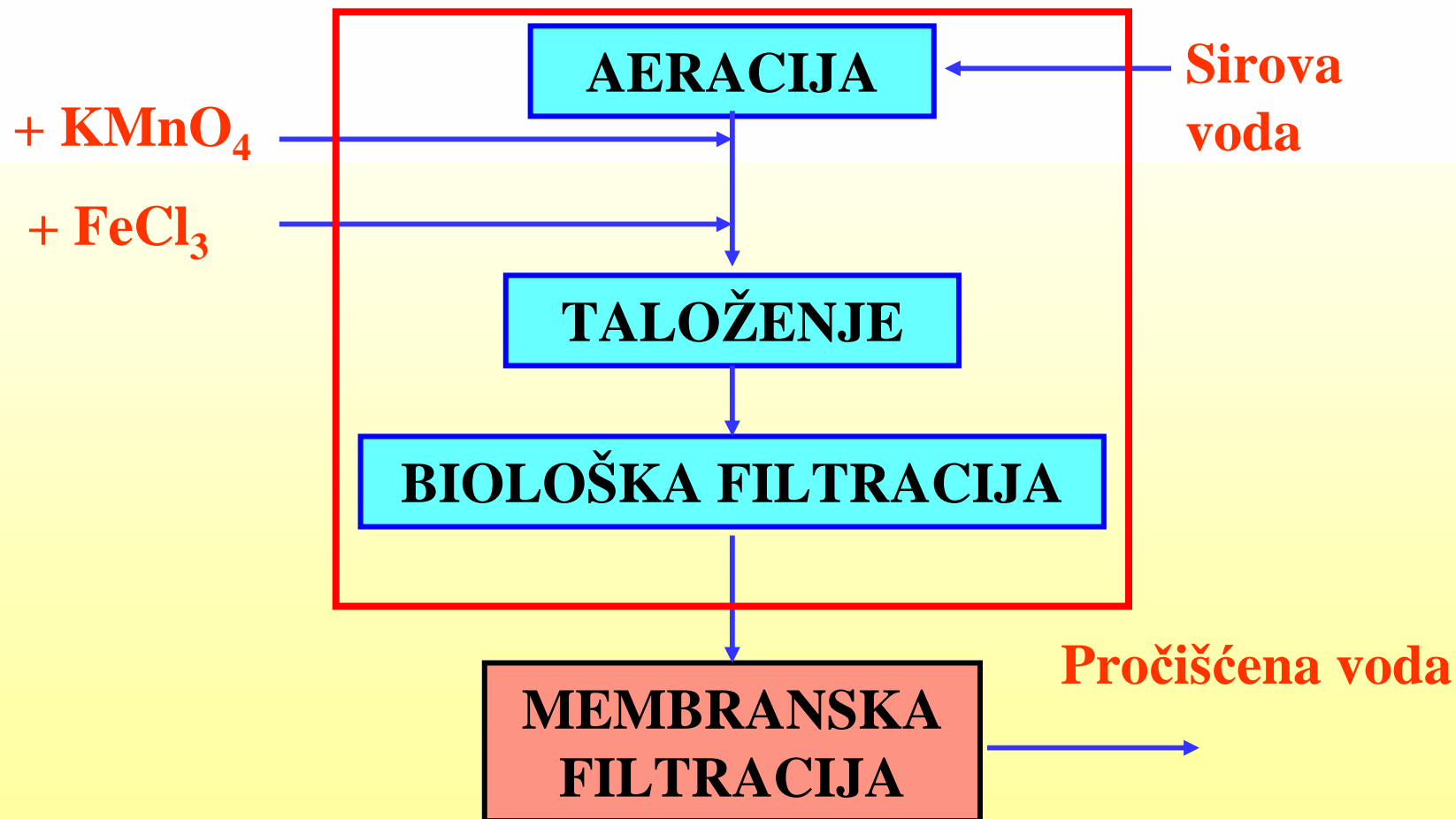
Shematski prikaz sustava za pročišćavanje vode uronjenim membranama



Koagulacija flokulacija i membranska filtracija



Membranske tehnologije kod prerade podzemnih voda



A photograph of laboratory glassware, including test tubes and beakers, with a blue and yellow color scheme. The title 'Stabilizacija vode' is overlaid in white text.

Stabilizacija vode

KEMIJSKA STABILIZACIJA VODE

Stabilnost karbonata

Stabilnost dezinfekcijskog sredstva

BIOLOSKA STABILIZACIJA VODE

Uklanjanje biolosko razgradivih supstancija

Prisutnost dezinfekcijskog sredstva

