

Adszorpció arzén eltávolítás félüzemi és laboratóriumi vizsgálata in situ vasoxid bevonatú szűrőközegben

Uklanjanje arsena in situ gvožđe oksidom prekrivenim filtrima pri laboratorijskim i poluindustrijskim uslovima

Experiments on arsenic removal in filter media coated "in situ"
with iron hydroxide
(model and laboratory scale)

Salamon Endre
Tanszéki mérnök

EJF Vízellátás-csatornázás szakcsoport

6500 Baja, Bajcsy-Zs. u. 14.

Tel.: 06-79-523-900 / 125-ös vagy 169-es mellék



A projekt az Európai Unió
társfinanszírozásával valósul meg

Előzmények- **Predhodno iskustvo**

- Az 50 µg/l-es határérték teljesítésére már a '90-es évektől sikeresen működtették a koagulációs szűrést alkalmazó technológiákat.- **50 µg/l granična vrednost je uspešno postignuta tokom '90-tih primenom tehnologije zasnovane na koagulacionim filtrima**
- Ezért erről már volt üzemelési tapasztalat- **Bila su iskustva na industrijskom nivou**
- A 10 µg/l-re való szigorítás kapcsán a koagulációt befolyásoló tényezőket már vizsgálták és megismerték- **poznati su efekti koji utiču na koagulaciju da bi postigli novo od 10 µg/l**
- Ezért alternatív módszerként az adszorpció lehetőségeit vizsgáltuk- **zbog toga kao alternativno rešenje mogućnosti adsorpcionih procesa su proučavani**

Előzmények- Prethodna iskustva

- Amit az adszorpciós technológiák hátrányairól tudtunk:-
mane adsorpcionih tehnologija:
 - Zavaró komponensek (főként foszfát) jelenlétében az adszorbens kapacitása hamar kimerül- u prisustvu smetajućih komponenti(pre svega fosfata) kapacitet adsorbensa se lako iscrpi
 - A nagy kapacitású adszorbensek ártalmatlanítása éppen a nagy megkötött arzén mennyiség miatt költséges- adsorbensi sa velikim kapacitetom posle zahtevaju i finansijska ulaganj zbog tretiranja takvih adsorbenasa

A tervezett kísérleti célok- **Ciljevi eksperimentata**

- A kísérletben alkalmazott adszorbenssel szemben a következő követelményeket támasztottuk:- **za primenjene adsorbense imali smo sledeće zahteve**
 - Olcsón előállítható legyen-**jeftno se može proizvesti**
 - Megszokott, egyszerű anyagokból készüljön-**da bude od jednostavnih, uobičajenih, lako pristupačnih materija**
 - Egyszerű, hulladékmentes legyen a **regenerálása- regeneracija može da bude jednostavna i bez otpada**

A tervezett kísérleti célok- **Ciljevi eksperimenata**

- A feltételeket a szűrőrétegen mesterségesen létrehozott $\text{Fe}(\text{OH})_3$ bevonat teljesíti, mert: **navedene uslove zadovoljava veštačko pripremljena jer prevalaka od jer $\text{Fe}(\text{OH})_3$ jer:**
 - A szükséges FeCl_2 és FeSO_4 a vízkezelésben engedélyezett, olcsón beszerezhető **Potrebni FeCl_2 i FeSO_4 su dozvoljeni u tretiranju voda i jeftini su**
 - A töltet bedolgozása (a bevonat létrehozása) egyszerűen, a mangántalanító szűrők bedolgozásához használt technológiával megvalósítható.- **Postavljanje punjenja (priprema prevlake) se može jednostavno sprovesti sličnom tehnologijom kao kod manganskih prevlaka**

A kísérleti modellberendezés

Eksperimentalni model sistem

- A köröztetétleni vízműbe telepített modell:
- Ø80 mm
- Töltetmagasság: 80 cm
- Halmaztérfogat: 4 dm³
- Tömeg: 6 kg
- Hidraulikai terhelés: 20 dm³/h
- Szűrési sebesség: 4 m/h



A kísérleti modellberendezés

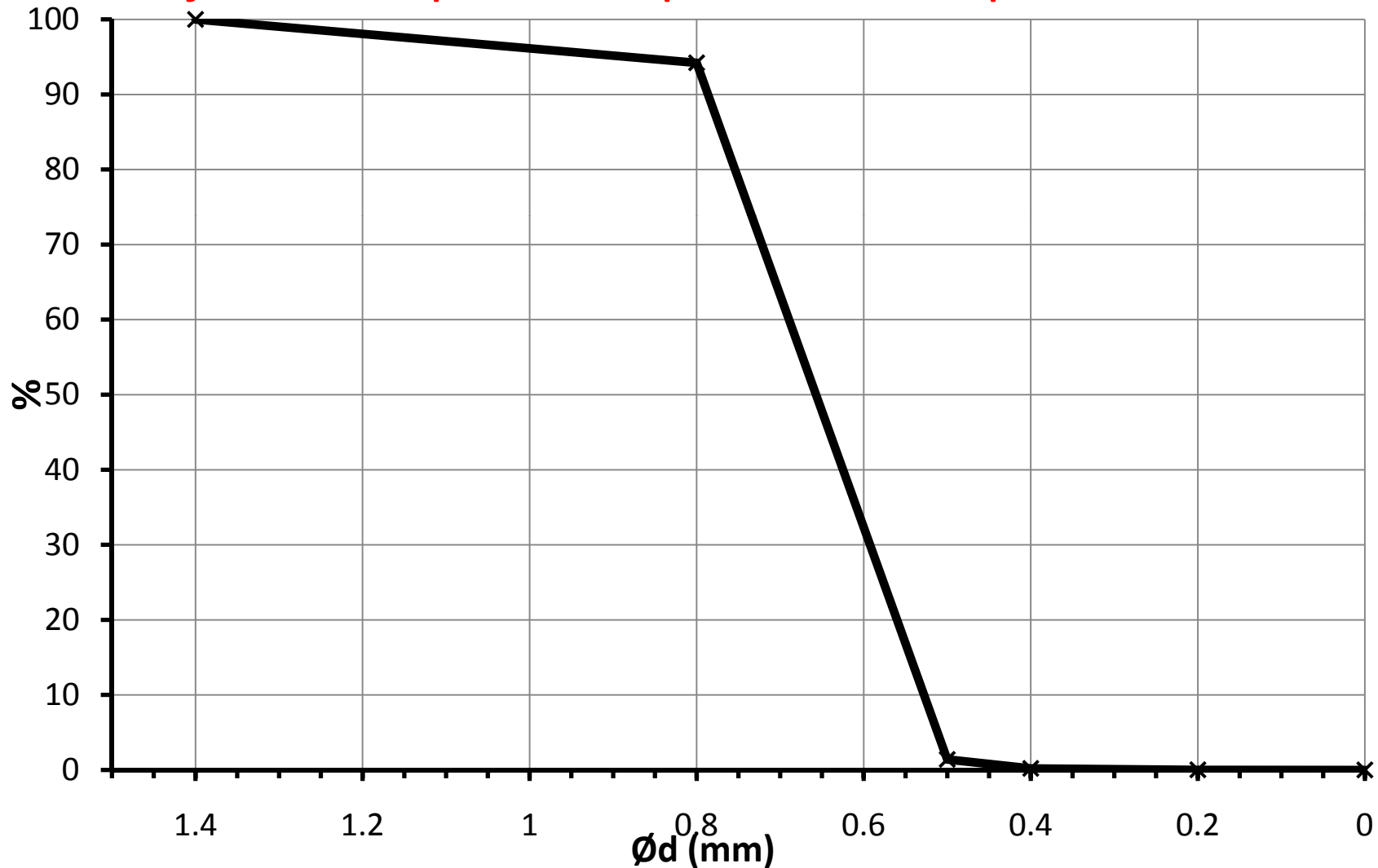
Eksperimentalni model sistem

- A köröztetétleni vízműbe telepített modell:
 - Bevonat létrehozás módja:
 - 4 w% töménységű FeSO_4 oldat átszűrése a tölteten
 - A pórusokban maradt oldat oxidációja hipoklóros savval (HOCl) vagy KMnO_4 -el



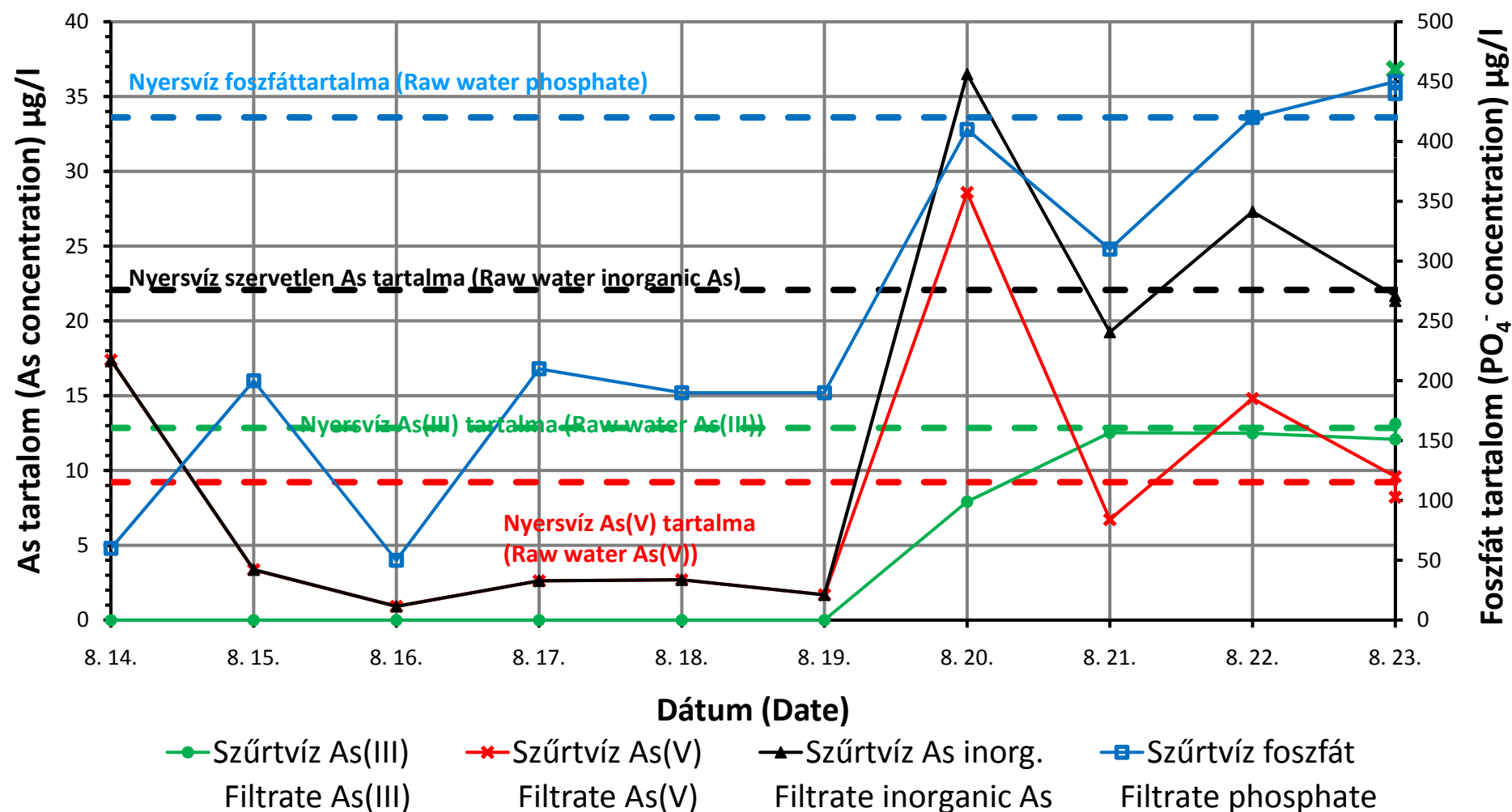
A kísérleti modellberendezés-Eksperimentalni model sistem

- Az alkalmazott szűrőhomok szemeloszlása: raspored dimenzije čestice peska na peščanom kupatilu



Modell berendezésen végzett kísérlet eredményei a körösterítleni vízműben-Model eksperimenti sprovedeni na mestu körösterítlen pri prečiščenju vode

- A töltet kimerülését kísérő jelenségek:
 - As(III) oxidációjának megszűnése
 - Foszfát megjelenése a szűrt vízben
- When adsorption capacity depleted:
 - As(III) oxidation stops
 - Phosphate reappears in filtrate



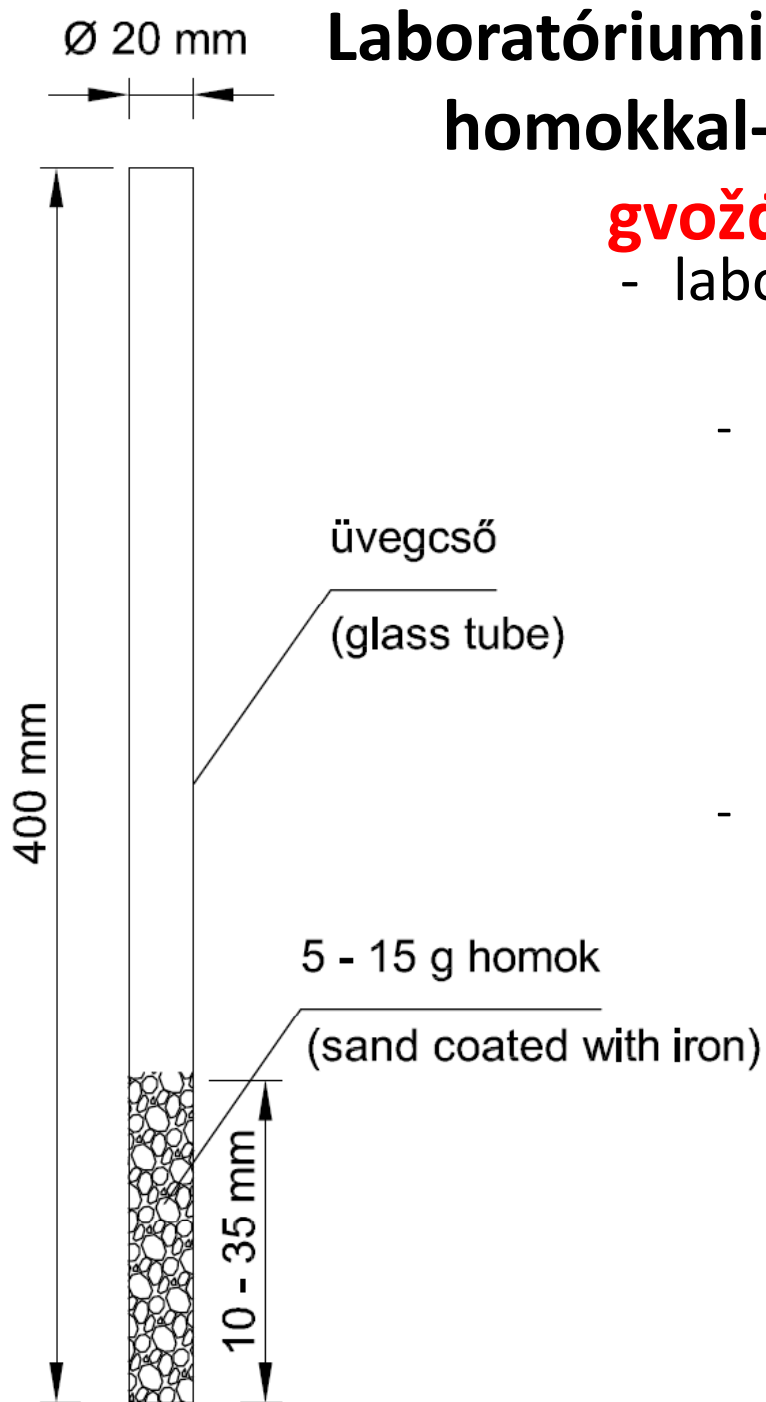
A modellberendezésen mért eredmények-**Rezultati dobijeni u model sistemu**

- Az As határérték túllépés (áttörés, töltet kimerülése) **Prekoračenje granične vrednosti za As**
 - 6 napos szűrési ciklus **után-posle cilusa filtriranja od 6 dana**
 - ≈ 600 ágytérfogatnyi víz átszűrése után következett be-**dešava se posle filtriranja ≈ 600 kreveta voda**
- A vasbevonat telítésekor megszűnt az As(III) oxidációja is -**Sa zasićenejm filma od gvožđa prekida se oksidacija As(III)**
- A foszfát a töltetben együtt mozgott az arzénnel- **Fosfat se kreće zajedno sa arsenom u puniocu**
- Az As(V) koncentráció változása alapján a foszfát le is szorított már megkötött arzént a töltet kimerülésekor- **Vezano za promenu koncentracije As(V) u slučaju zasićenog punjenja fosfat može čak da istisne As(V)**
- Fontos következmény lehet az üzemeltetés szempontjából, ha a foszfáttal jelezni tudnánk a töltet kimerülését.- **Bila bi važna posledica u slučaju prečišćavanja voda da se može signalizirati ona tačka pri kojoj dolazi do zasićenje punejnja**

Laboratóriumi kísérletek vasbevonatú homokkal-

Laboratorijski eksperimenti sa gvožđem prekrivenim peskom

- A laboratóriumi kísérletek célja: **Ciljevi eksperimenta**
 - A bevont homok kapacitásának meghatározása, azaz hogy 1 g bevont homok hány μg arzént köt **meg-kapacitet prevlake se definiše na μg -e arsena koje se mogu vezati na 1g prekrivenog peska.**
- A kísérletekben csak az As(III) eltávolítást vizsgáltuk, mert a modellen mért eredmények alapján feltételeztük, hogy az As(III) oxidáció megszűnésekor merül ki a bevont homok kapacitása- **kod eksperimenta proučavano je samo uklanjanje As(III) pošto na osnovu model eksperimenta pretpostavili smo da kod prekida oksidacije As(III) dolazi do zasićenja kapaciteta prekrivenog peska**



Laboratóriumi kísérletek vasbevonatú homokkal

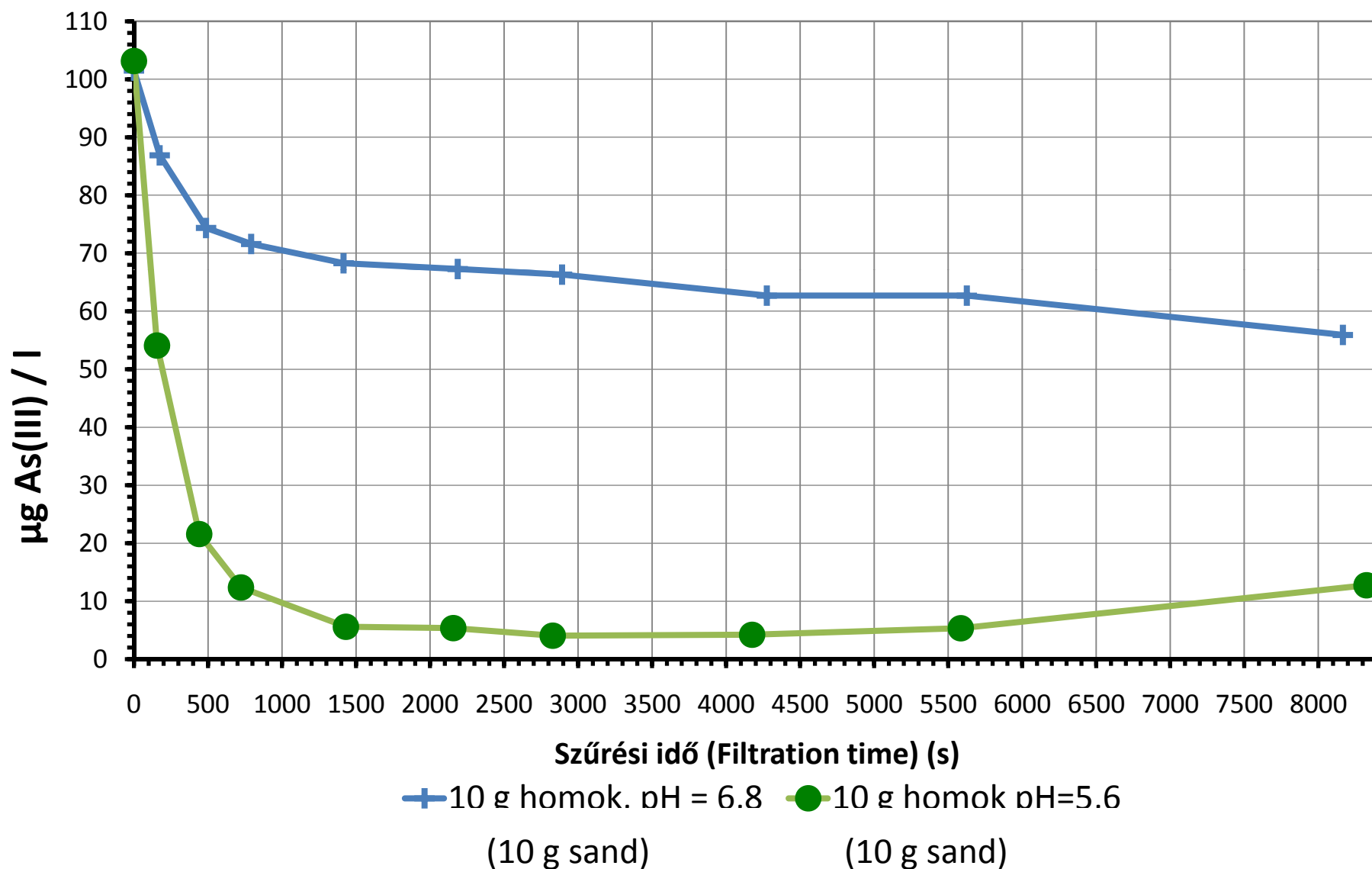
homokkal-Laboratorijski eksperimenti sa gvoždem prekrivenim peskom

- laboratóriumi kísérletek mente:

- Ugyanazt az 1 dm³ , ismert As tartalmú oldatot többször átszűrtük a csőben elhelyezett homokon-istu zapreminu od 1 dm³ rastvora sa poznatom koncentracijom arsena smo više puta filtrirali kroz cev sa punjenjem
- Mértük:-merili smo
 - Az átszűrésekhez szükséges időtartamokat-vreme potrebno za filtriranje
 - Az egyes átszűrések után az oldatban maradó As(III) tartalmat-Merili smo sadžaj arsena u rastvoru posle svakog ciklusa merenja

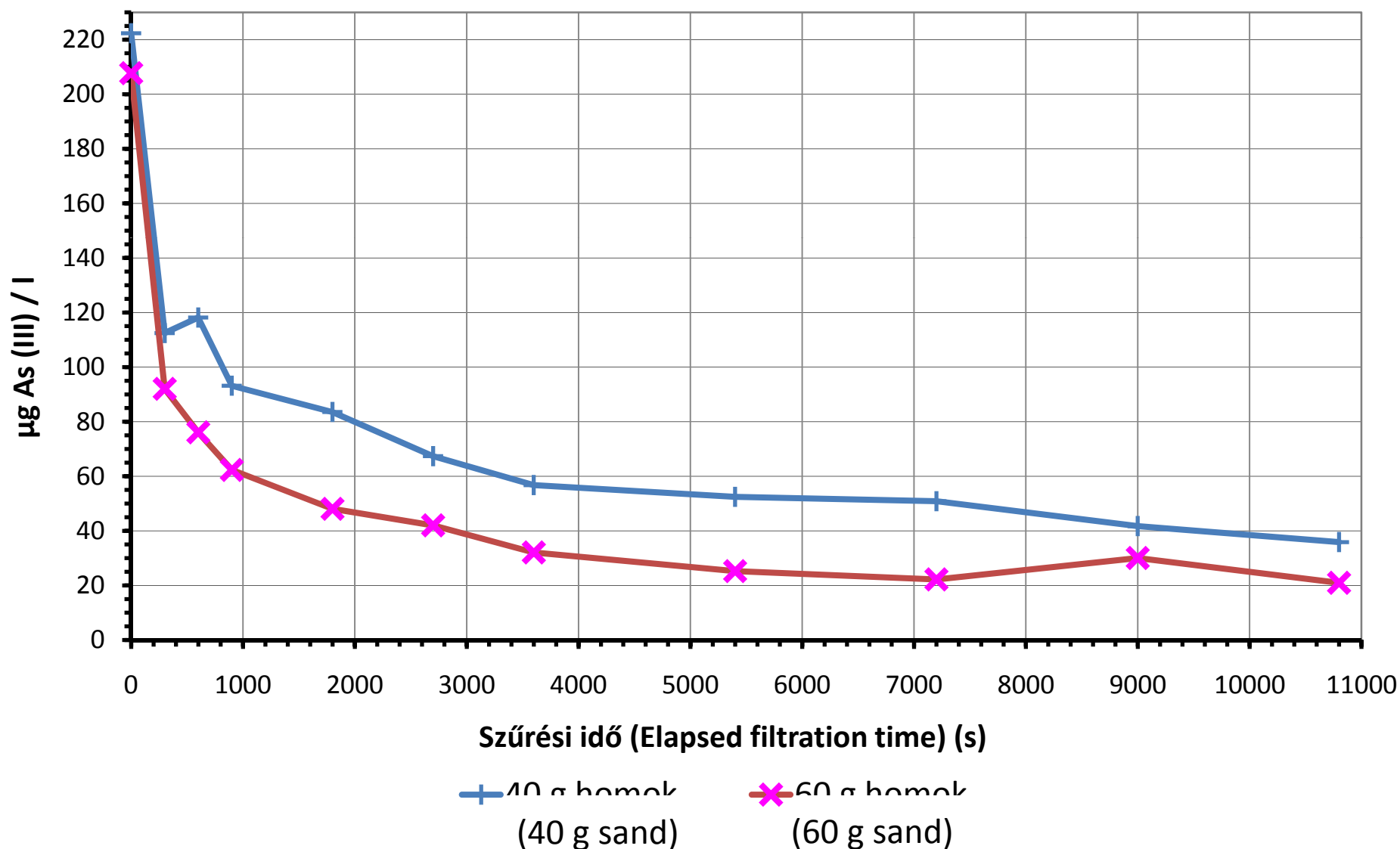
Laboratóriumi kísérletek eredményei-Laboratorijski eksperimentalni uslovi

- 1 dm³ 100 µg/l-es As(III) oldat többszöri átszűrése:



Laboratóriumi kísérletek eredményei-Laboratorijski eksperimentalni uslovi

- 2 dm³ 200 µg/l-es As(III) oldat keringetése a szűrőn:



Homok tömege Masa peska	Szűrt arzén oldat jellemzői Osobine filtriranog rastvor arsena	Szűrési sebesség Brzina filtriranja	Számított kapacitás $\mu\text{g As /g homok-}$ računati kapaciteti μg As /g pesak
20 g	1 dm ³ ; 219 $\mu\text{g/dm}^3$ As(III); pH=6,8	24 m/h	6,00
20 g	1 dm ³ ; 216 $\mu\text{g/dm}^3$ As(III); pH=6,8	24 m/h	5,98
5 g	1 dm ³ ; 103 $\mu\text{g/dm}^3$ As(III); pH=6,8	200 m/h	11,96
10 g	1 dm ³ ; 120 $\mu\text{g/dm}^3$ As(III); pH=6,8	130 m/h	8,26
15 g	1 dm ³ ; 114 $\mu\text{g/dm}^3$ As(III); pH=6,8	75 m/h	6,97
40 g	2 dm ³ ; 222 $\mu\text{g/dm}^3$ As(III); pH=6,8	20 m/h	9,41
60 g	2 dm ³ ; 208 $\mu\text{g/dm}^3$ As(III); pH=6,8	20 m/h	6,23
10 g	1 dm ³ ; 102 $\mu\text{g/dm}^3$ As(III); pH=6,8	120 m/h	5,56
10 g	1 dm ³ ; 103 $\mu\text{g/dm}^3$ As(III); pH=5,6	120 m/h	9,07
40 g	2 dm ³ ; 139 $\mu\text{g/dm}^3$ As(III); pH=5,6	20 m/h	6,58

Laboratóriumi kísérletek összehasonlítása a modellel-

Upoređivanje laboratorijskih eksperimenata sa modelom

- A laboratóriumi kísérletekből a homok számított kapacitása:

$$6 - 12 \mu\text{g As} / \text{g} = 0,00008 - 0,00016 \text{ mmol As} / \text{g}$$

- Foszfátra nézve- u odnosu na fosfat:

$$40 \mu\text{g PO}_4 / \text{g} = 0,00042 \text{ mmol PO}_4 / \text{g}$$

- A modellberendezés adatai alapján a homok kapacitása-
kapacitet peska na osnovu podataka dobijenih na model
uređaju:

$$\approx 14 \mu\text{g As} / \text{g}$$

$$\approx 240 \mu\text{g PO}_4 / \text{g}$$

Összefoglalás- **Zaključak**

- A vas bevonatú homok az ivóvíztisztításban alkalmazott szűrési feltételek mellett képes a $10 \mu\text{g/l}$ -es határérték elérésére-**U procesu prečiščavanja pijaće vode gvoždem prekriveni pesak je pogodan za uklanjanje arsena do $10 \mu\text{g/l}$ granične vrednosti**
- A szűrő bedolgozása egyszerűen megvalósítható-jednostavno se može pripremiti filter
- A szűrési ciklus hossza kellően hosszú lehet- **ciklus filtriranja može da bude zadovoljavajuće dužine**
- A viszonylag alacsony kapacitást ellensúlyozhatja, hogy a felhasznált anyag és technológia olcsó és egyszerű.-relativni mali kapacitet može da se uzbalansira sa jeftinom i jednostavnom tehnologijom.
- Várhatóan a regenerálás minimális hulladék keletkezéssel jár-**može se očekivati da regenerisanje proizvodi minimalne količine otpada**

További kutatási irányok-**dalji pravci istraživanja**

- Az in situ bedolgozás különböző megvalósítási módjait vizsgálni (különös tekintettel az alkalmazott oxidálószerre)
Proučavani su različite metode in situ pripreme modifikovanog punejnja (sa posebnim osvrtom na in situ pripreme modifikovanog punejnja)
- Az arzén és a foszfát együttes mozgását vizsgálni a szűrőtölteten
Proučavanje zajedničkog kretanja arsena i fosfata na puniocu filtera
- Kritikus, arzén leválást eredményező szűrési sebesség vizsgálata
ispitivanej kritične brzine filtriranja koji prouzrokuje skidanje arsena
- Vasbevonat esetleges levása a **homokról-eventualno skidanje prevlake gvožđa sa peska**
- Optimális regenerálási módszerek kidolgozása- **ispitivanje optimalnih metoda regenerisanja**