

Pilot istraživanja uklanjanja arsena – naša iskustva

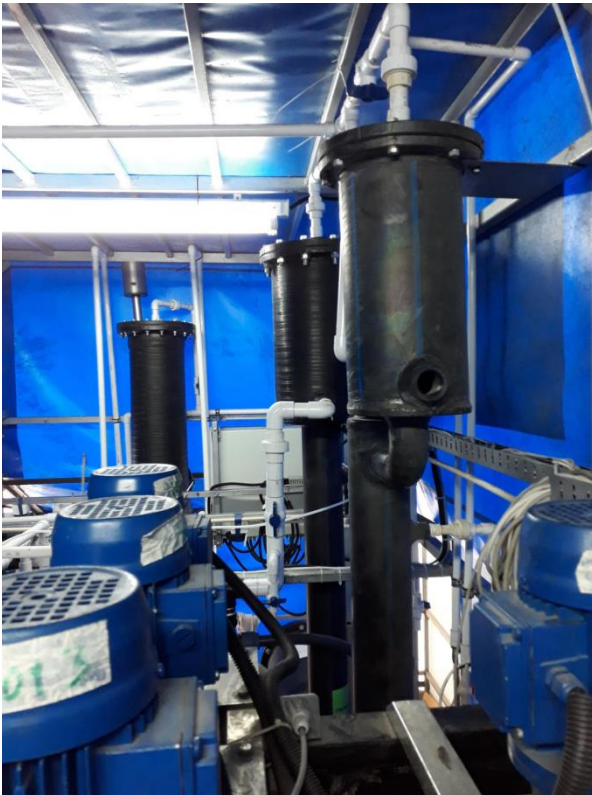
Malcolm Watson

Šta je pilot (*pilot scale*) istraživanje?

- Premostite jaz između laboratorijskih ispitivanja (možda 15 l/dan) i pravog postrojenja za prečišćavanje vode (1500 l/s): razlika od 8 redova veličine
- Mobilne jedinice postavljene na lokaciji, na terenu
- U realnim uslovima mogu se isprobati različite tehnologije:
 - Neprekidan tok
 - Sveža bunarska voda
 - Pravi režim rada

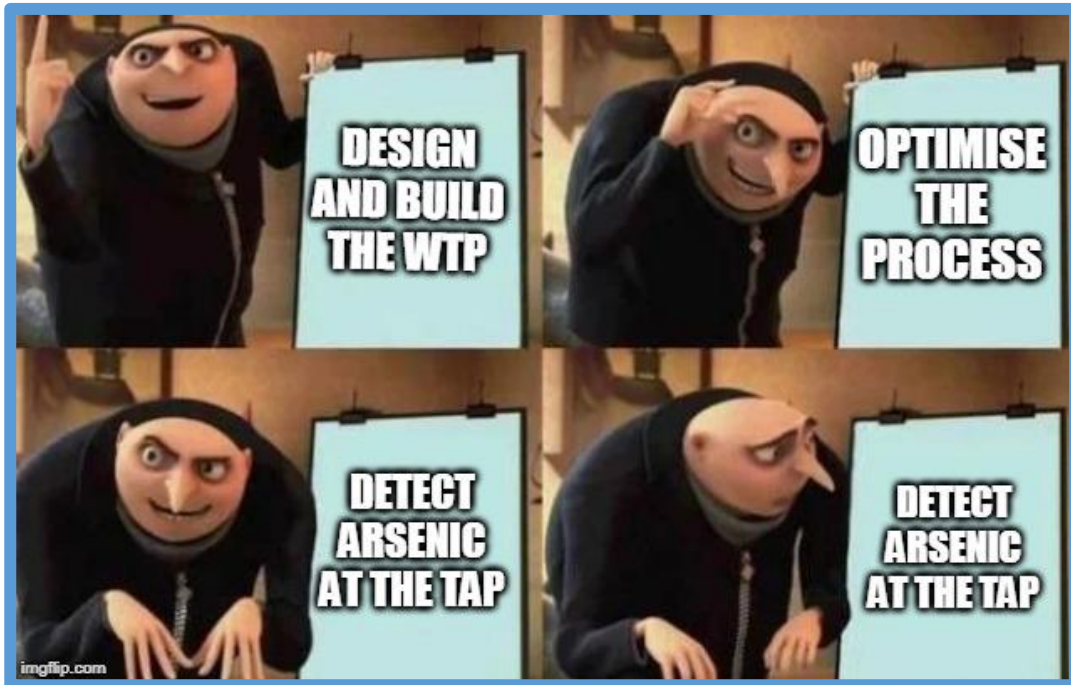


Zašto su nam potrebna pilot istraživanja?



- Detaljni laboratorijski eksperimenti su veoma skupi
 - Kampanje uzorkovanja
 - Potpuna karakterizacija sirove vode
 - Preliminarni eksperimenti u odgovarajućim tehnologijama
 - Više posla na optimizaciji svake tehnologije
 - Potencijalno 1000 analiza pre konačne odluke
- Zašto nam treba pilot? Pa zato što...

... je alternativa još skuplja



- Postrojenja za prečišćavanje vode zahtevaju ozbiljna kapitalna ulaganja – u zavisnosti od kapaciteta, možda će biti potrebni milioni evra
- Rekonstrukcija postojećih tehnoloških linija bi tada mogla da zahteva 100,000 evra - veoma skupa greška
- Potrošnja nekoliko procenata očekivane kapitalne investicije na pilot može zapravo značajno smanjiti ukupne troškove

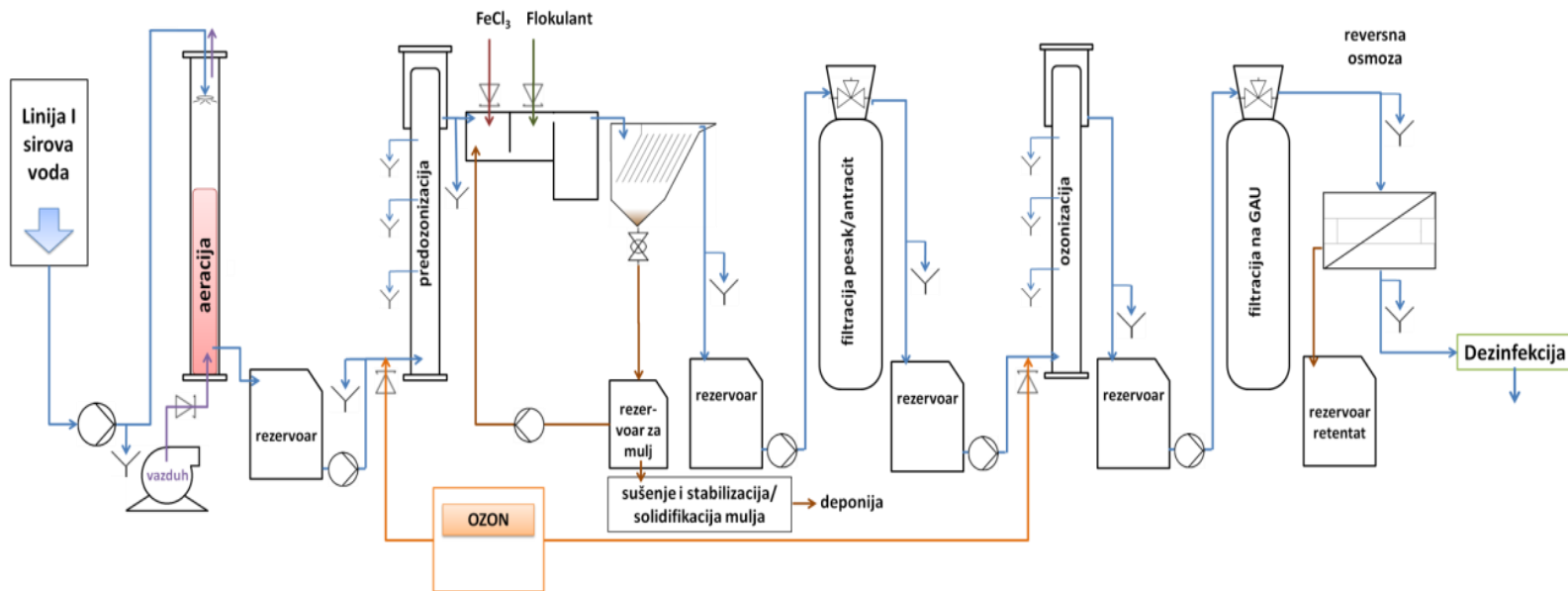
Ostale prednosti pilota



- Potvrđiva rezultata laboratorijskih eksperimenata u stvarnim uslovima tretmana
- Optimizacija uslova procesa pre završne faze projektovanja
- Dobijanje značajnih informacija o specifičnim parametarima u zavisnosti od primenjene tehnološke jedinice-dimenzije tehnološke jedinice, optimizaciju vrste koagulanta...
- Povećava poverenje investitora u ekonomsku i tehnološku izvodljivost konačnog projekta

Naš mobilni pilot

Aeracija, predozonacija, koagulacija / flokulacija / sedimentacija, pesak/antracit dvostruki filtera, ozonizacija, GAC filtracija, adsorpcija arsena, anjonska izmena, membrane



Mobilni pilot aktivno učestvuje u realizaciji projekata uklanjanja arsena u poslednjih 10 godina

- Temerin (2016) **250 $\mu\text{g As/l}$**
- Višnjićevo (2018) **120 $\mu\text{g As/l}$**
- Novi Bečej (2019) **225 $\mu\text{g As/l}$**
- Temerin (2022) **novi bunari 40 $\mu\text{g As/l}$**



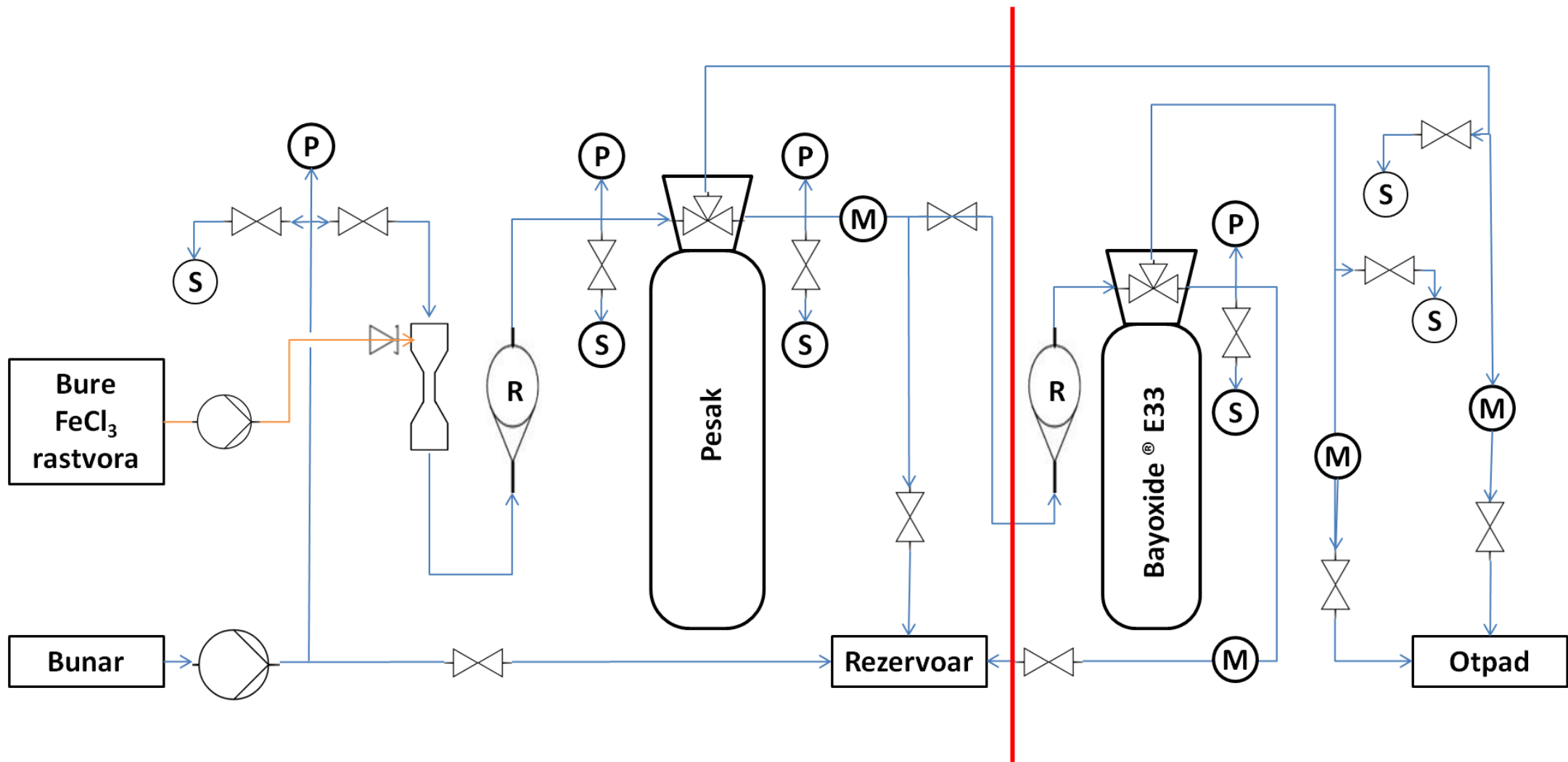
Višnjićevo

Inline koagulacija i adsorpcija

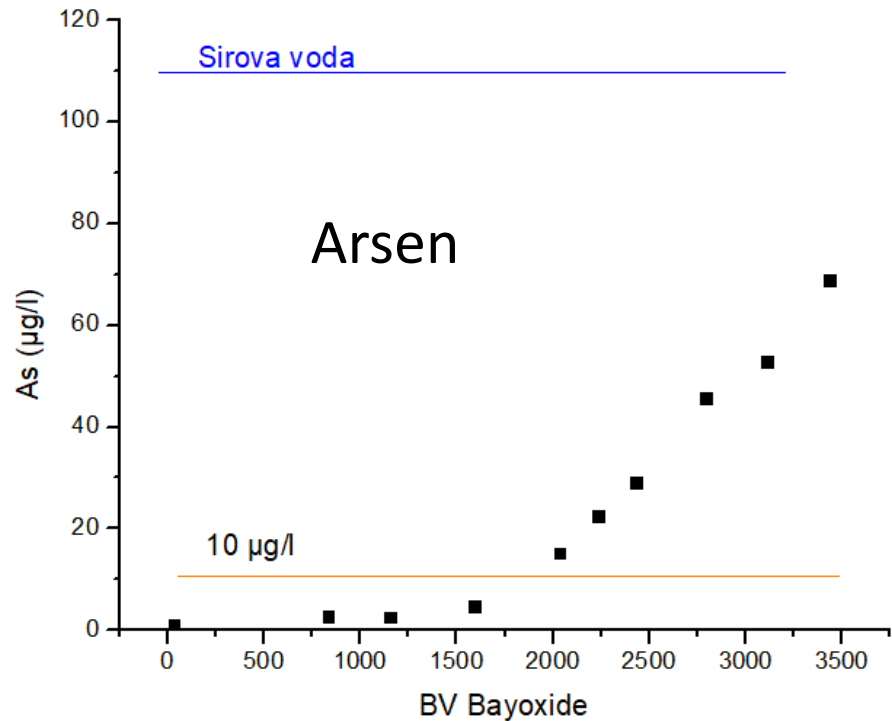


Parameter	Jedinice	Sirova vode
pH		8.22
Provodljivost	μS	660
Arsen	$\mu\text{g/l}$	120
DOC	mg C/l	2.45
KMnO ₄ kons.	mg KMnO ₄ /l	11.5
Fosfati	mg P/l	1.33
Gvožđe	mg/l	0.450
Mangan	mg/l	0.026

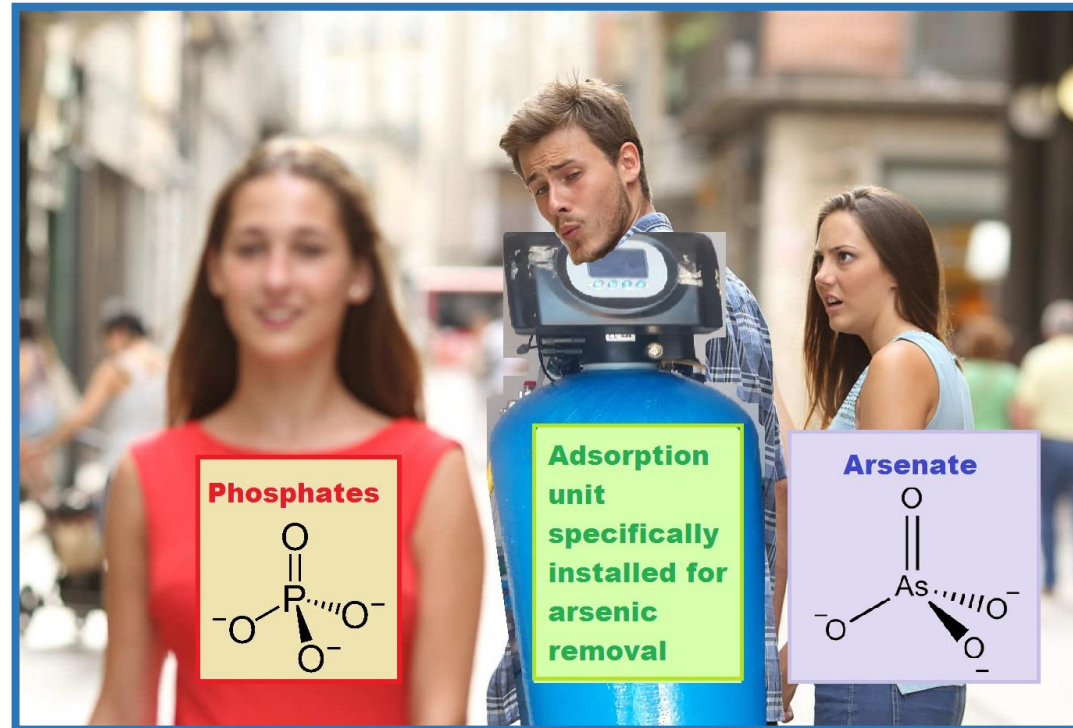




Samo adsorpcija



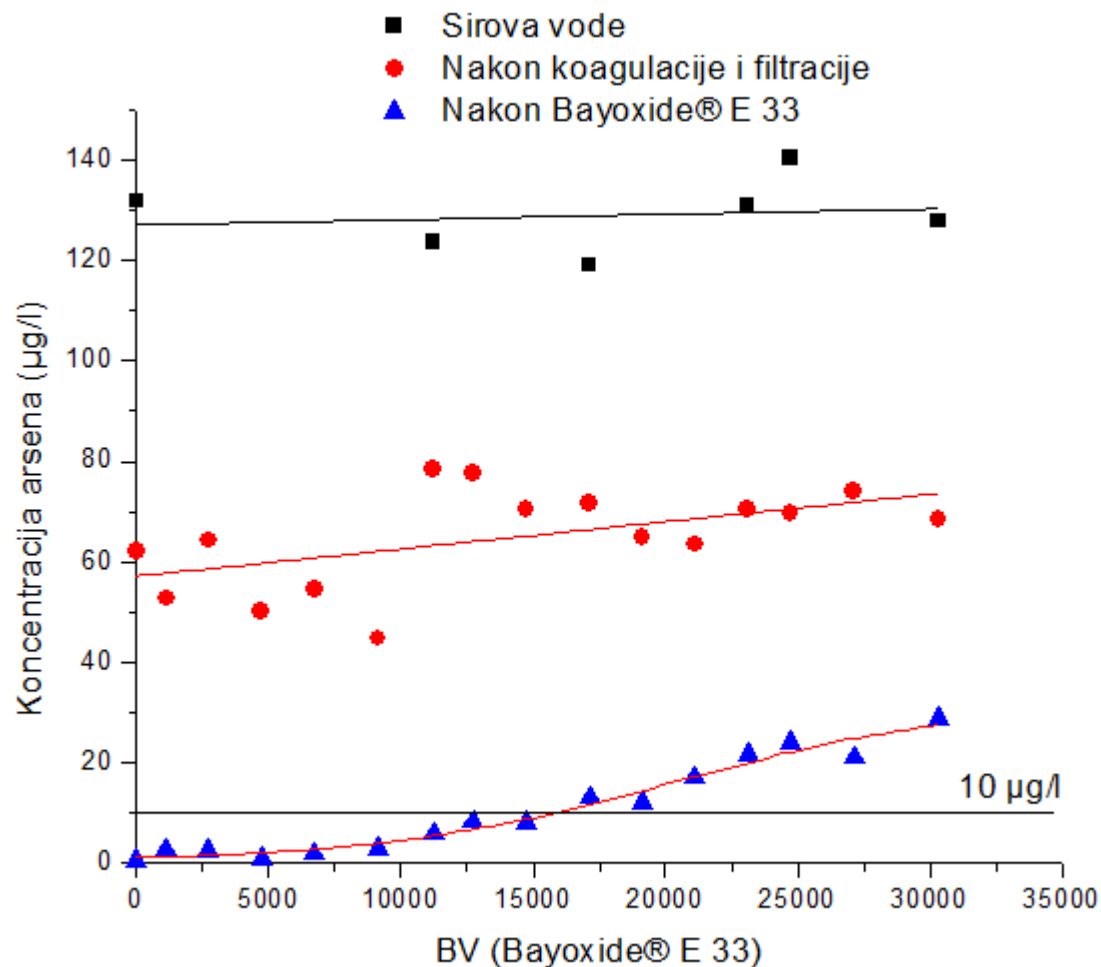
- Proboj posle 2.000 BV
- Za efikasan tehnološki proces, nadamo se za više od 20.000 BV
- Zašto je došlo do proboja tako brzo?



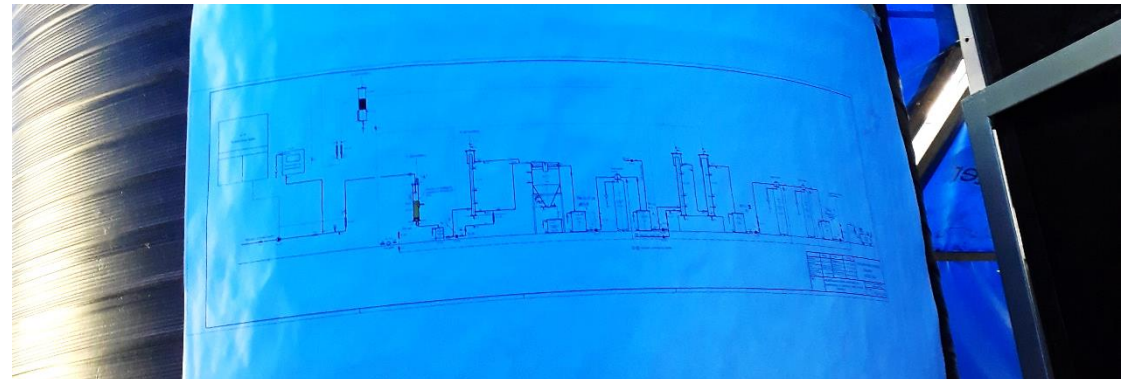
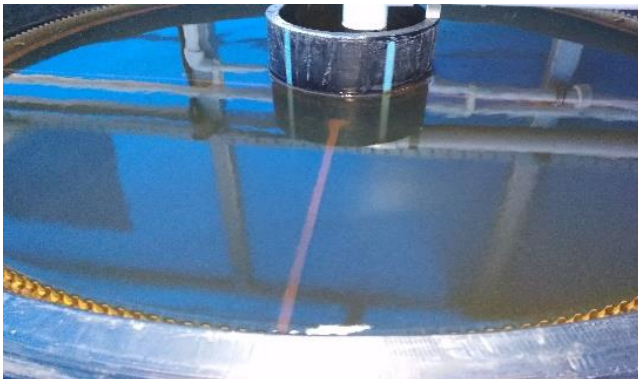
Kompeticija fosfata na površini sorbenta značajno smanjuje efikasnost procesa adsorpcije uklanjanja As.

Rešenje?

- Predoksidacija sa hlorom
- Inline koagulacija i filtracija na pesku
- Adsorpcija na Bayoxide E 33



Novi Bečej



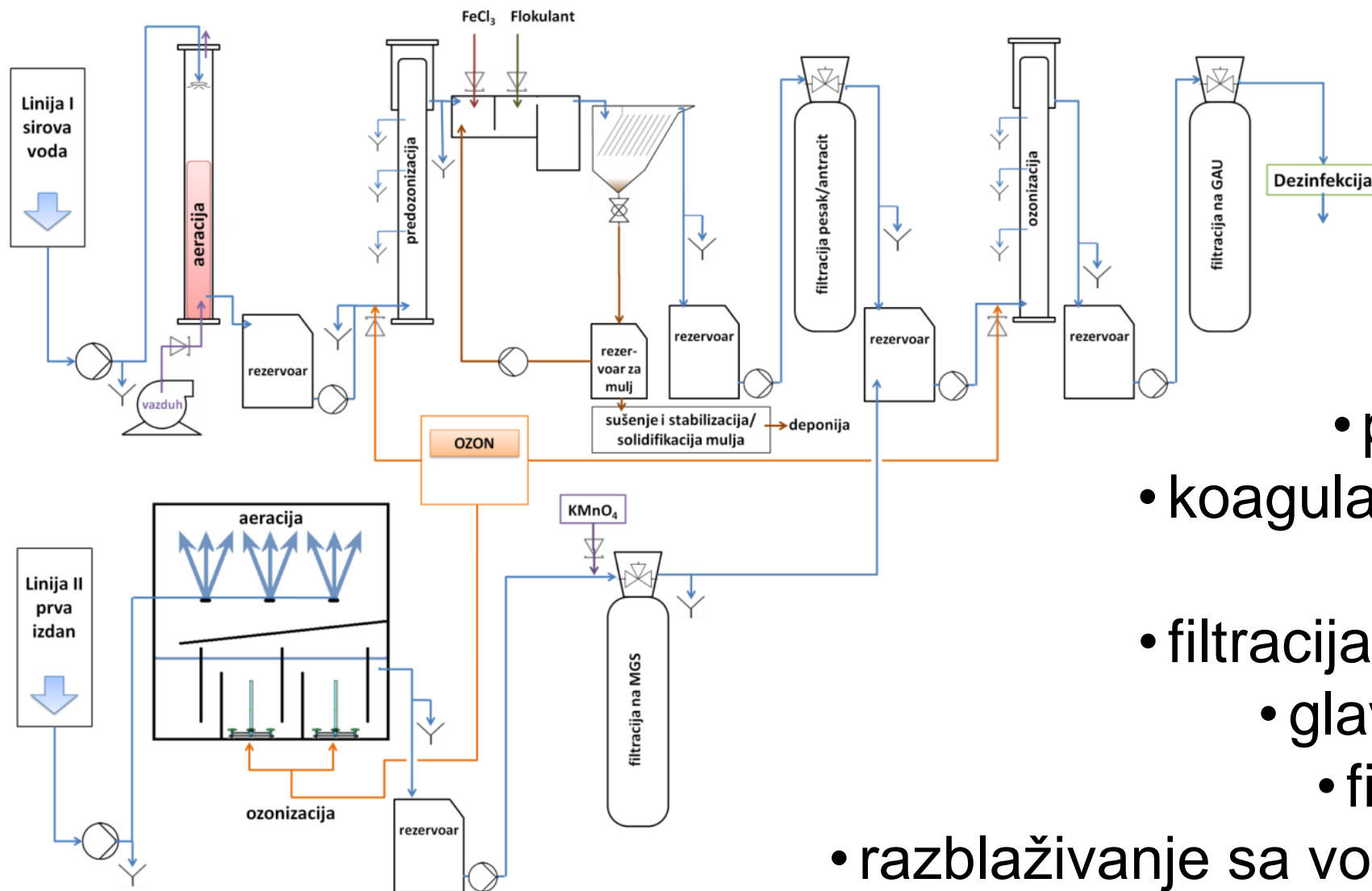
Novi Bečej

KMnO₄
Arsen
Natrium
Amoniak

Fosfati

Parametar	Jedinica mere	Srednja vrednost ± sd ¹	Opseg merenja	MDK prema Pravilniku ²
Mutnoća	NTU	0,51±0,33	0,13-1,28	do 1 NTU ³
pH	-	8,04±0,13	7,80-8,30	6,5-8,5
Provodljivost	µS/cm na 20°C	1043±43	952-1150	2500
Tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	87,6±3,02	85,5-89,4	-
m-alkalitet	mmol/l	10,8±0,36	10,6-11,1	-
Sulfati	mg/l	22,1	-	250 ⁴
Sulfidi	mg S ²⁻ /l	<0,5	-	bez
Ukupan organski azot	mg/l	0,486±0,003	0,441-0,530	-
Oksidabilnost	mg KMnO ₄ /l	30,5±2,5	27,5-36,3	12
TOC	mg C/l	6,88±1,04	5,63-8,69	-
Ukupan arsen	µg/l	223±27	167-272	10
Mangan	mg/l	0,017±0,001	0,017-0,018	0,05 ³
Gvožđe	mg/l	0,114±0,072	<0,1-0,208	0,3
Aluminijum	mg/l	0,0102	-	0,2
Natrijum	mg/l	262±55	204-350	200,0
Nikl	mg/l	<0,0022	-	0,02
Olovo	mg/l	<0,0059	-	0,01
Živa	mg/l	<0,0005	-	0,001
Amonijak	mg NH ₄ ⁺ /l	0,516±0,016	0,504-0,527	0,5 ⁴
Nitrati	mg NO ₃ ⁻ /l	2,36	-	50,0
Nitriti	mg NO ₂ ⁻ /l	<0,016	-	0,03 ³
Hloridi	mg/l	<12	-	250
Bromidi	µg/l	77,8±1,1	-	-
Ortofosfati	mg PO ₄ ²⁻ /l	1,54±0,34	1,21-2,52	-

Konačno rešenje

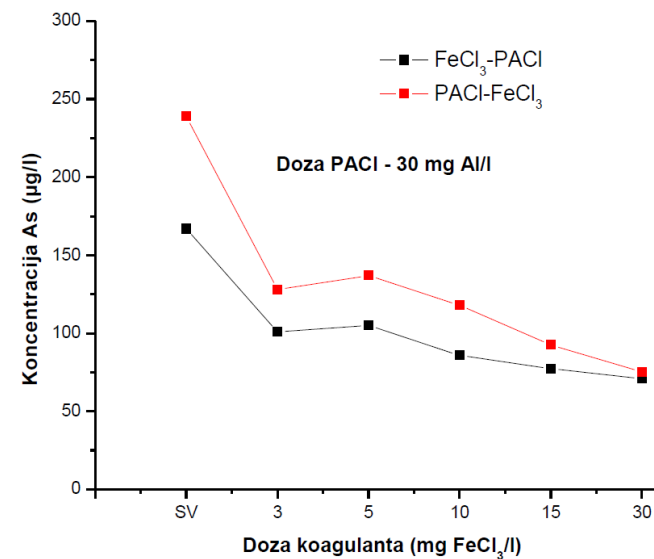
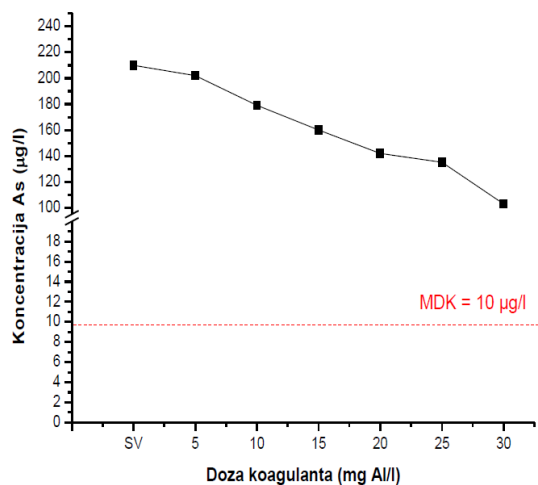
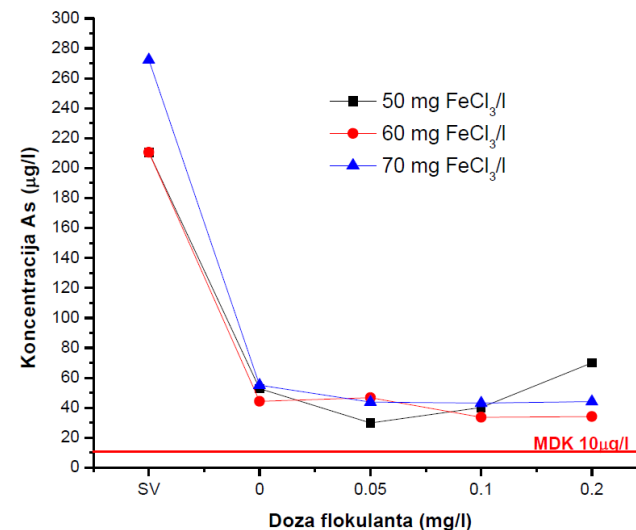
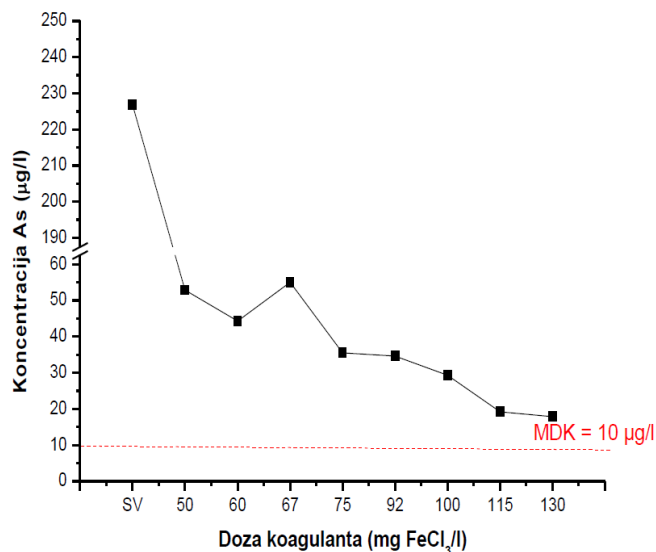


- aeracija,
- predozonizacija,
- koagulacija i flokulacija,
- sedimentacija,
- filtracija pesak/ antracit,
- glavna ozonizacija,
- filtracija na GAU,
- razblaživanje sa vodom prve izdani

Laboratorijska ispitivanja

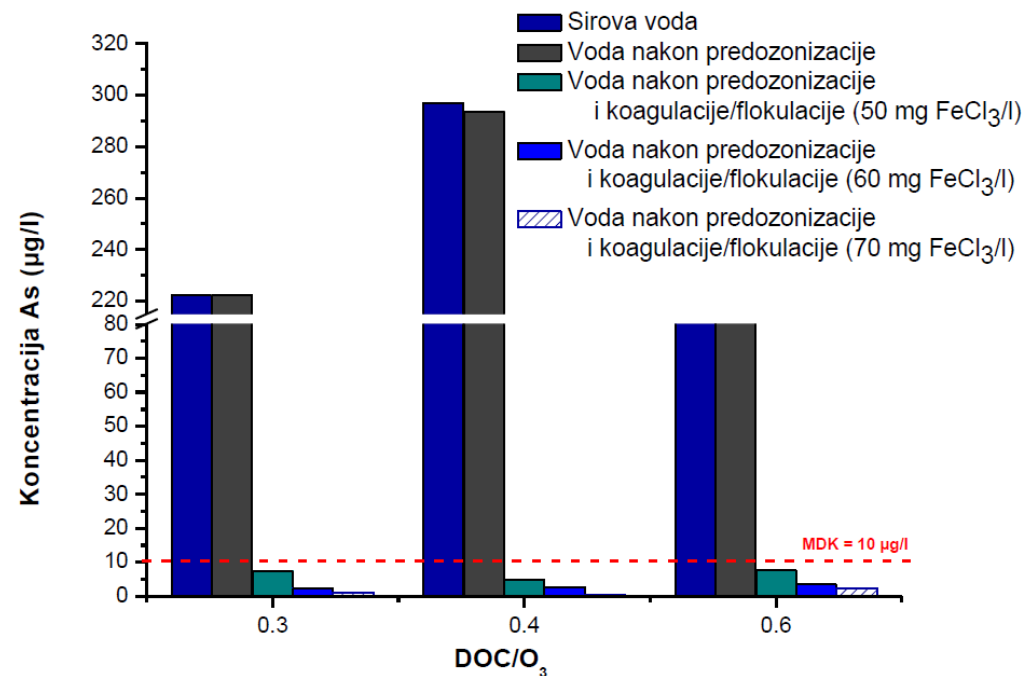
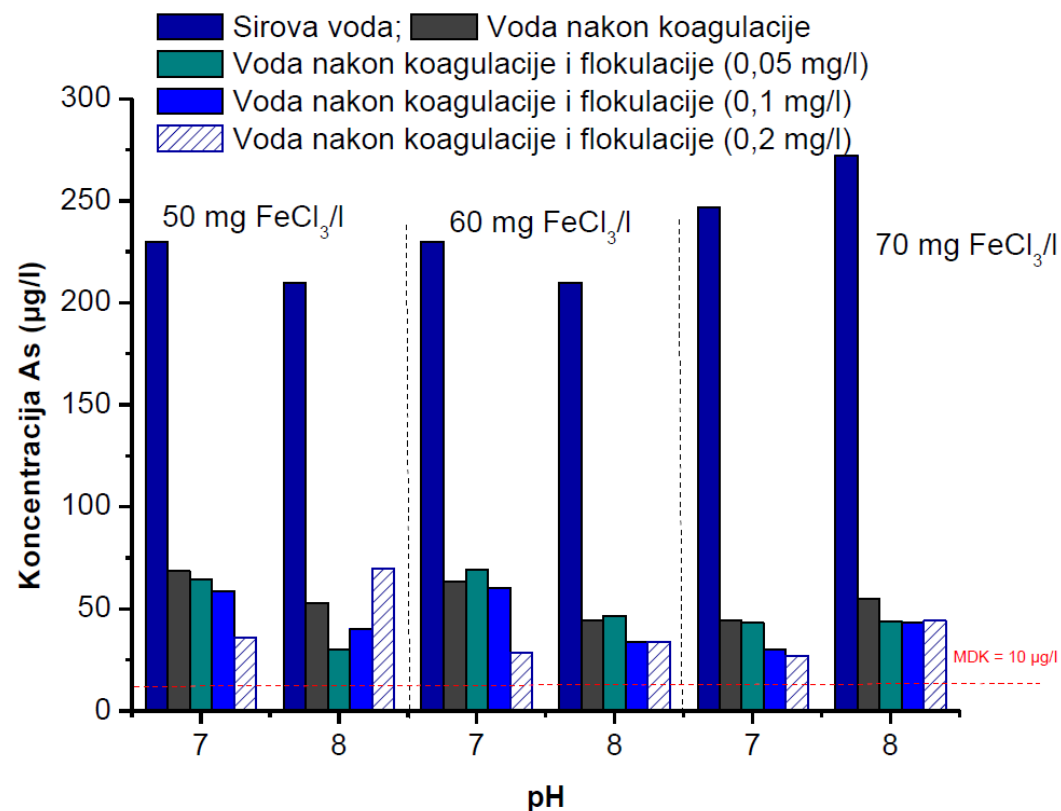
Koagulacija

Različiti koagulant, sami i u kombinaciji, u različitim dozama koagulant i flokulanta



Laboratorijska ispitivanja

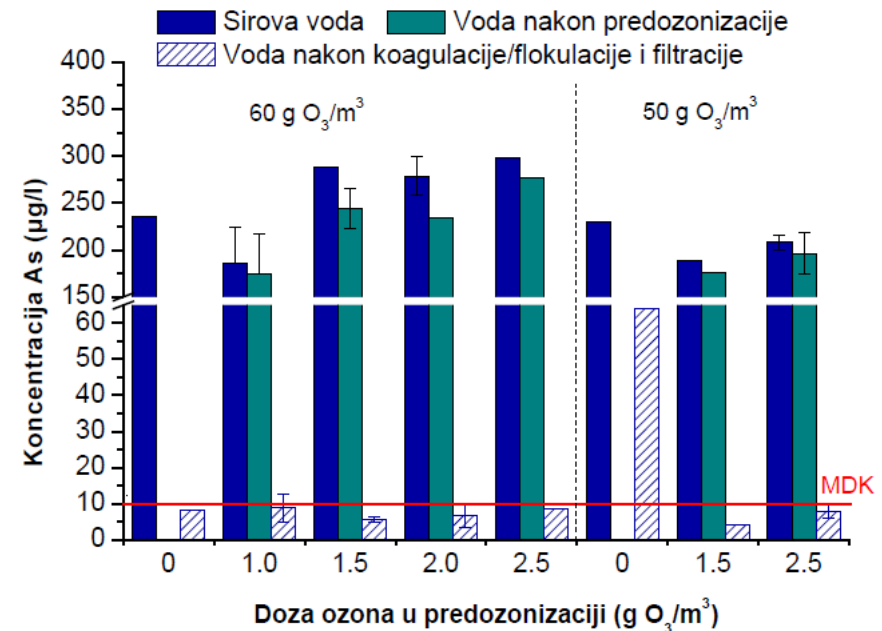
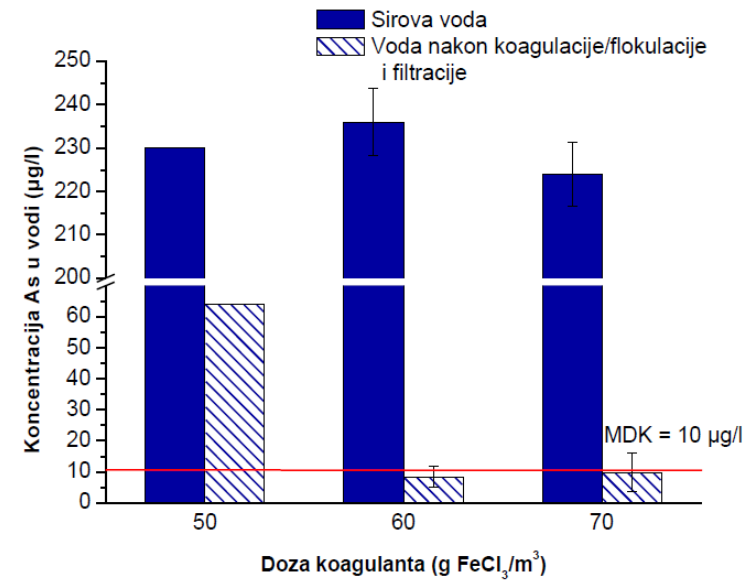
Uticaj pH i predozonacije na koagulaciju



Pilot

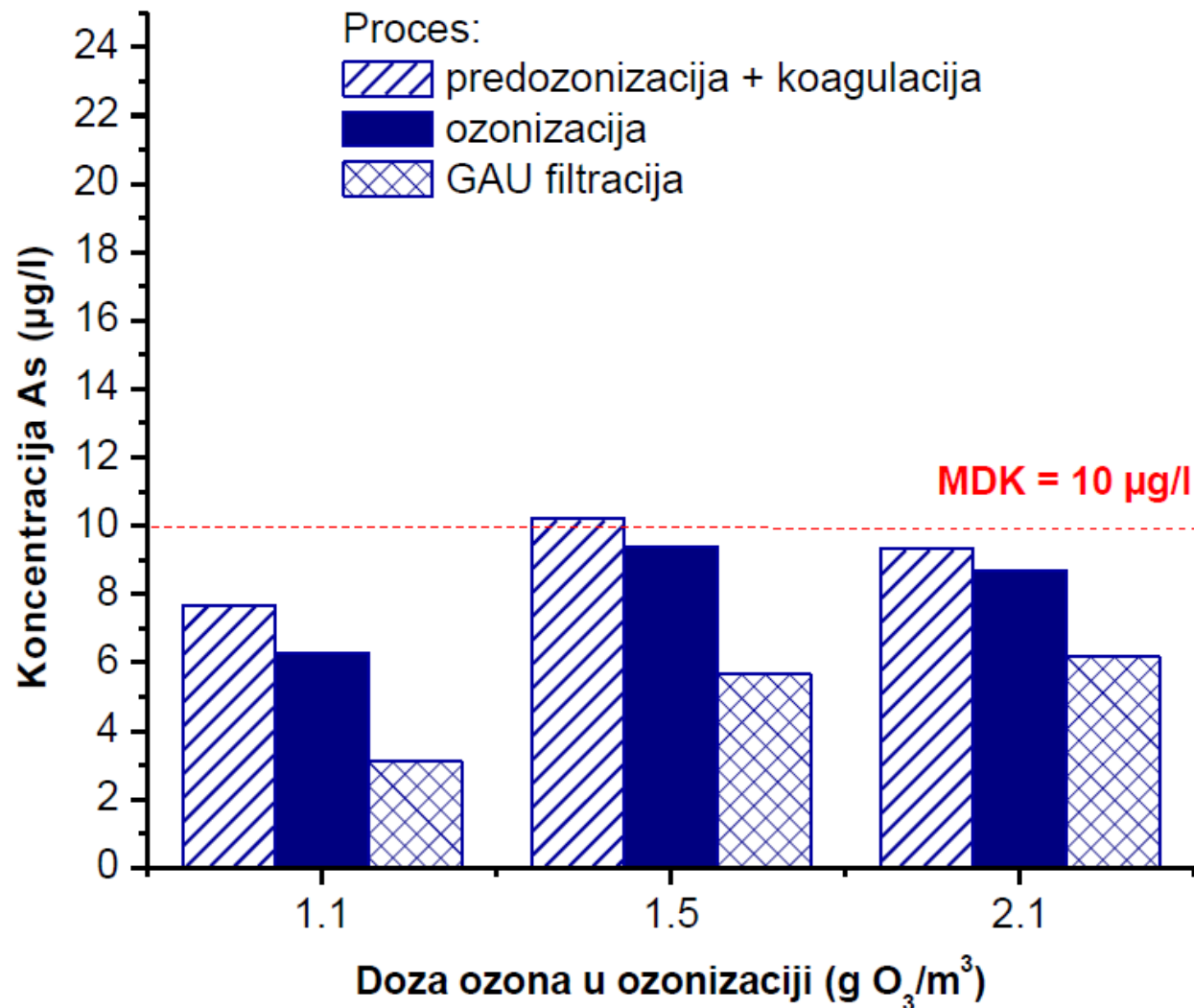
Za postizanje prihvatljive koncentracije arsena potrebno je $60 \text{ g FeCl}_3/\text{m}^3$

Performanse koagulacije su značajno poboljšane predozonacijom



Pilot

- Dodavanje glavne ozonizacije i GAU filtracije poboljšalo je uklanjanje arsena – veća granica sigurnosti
- GAU se generalno ne smatra jednim od najboljih dostupnih adsorbenata za As
- Moguće je da je deo rezidual arsena nakon koagulacije bio u kompleksu sa organskim jedinjenjima, njihovim uklanjanjem je takođe uklonio As.



Zaključci

- Iz Višnjićeva
 - Oksidacija As(III) hlorom odličan izbor gde je Cl već dostupan na licu mesta (dezinfekcija)
 - In-line koagulacija je održiva alternativa konvencionalnoj koagulaciji/flokulaciji ako je važno minimiziranje otiska
 - Sama adsorpcija nije dovoljna ako su prisutni i fosfati
- Iz Novog Bečeja
 - Opsežna laboratorijska ispitivanja važna kada se istražuju tretmani vode sa više tehnoloških procesa
 - Za veća postrojenja za prečišćavanje vode za piće, poboljšana koagulaciona održiva tehnologija za uklanjanje arsena



NanoCompAs team



Hvala na pažnji



NanoCompAs



NanoCompAs Project



@nanocompas_project

Istraživanje je sprovedeno uz podršku Fonda za nauku Republike Srbije, Broj 4858 "Scale up of bifunctional Fe-Mn binari okide nanocomposite filter media: an innovative approach for vater purification" – NanoCompAs

Ova prezentacija je sačinjena uz finansijsku podršku Fonda za nauku Republike Srbije. Za sadržinu ove publikacije isključeno je odgovorna dr Jasmina Nikić i ta sadržina ne izražava stavove Fonda za nauku Republike Srbije.