

УСПОСТАВЉАЊЕ ОДРЖИВОГ УПРАВЉАЊА ОТПАДНИМ ВОДАМА ОД ПРАЊА ФИЛТЕРА ИЗ ПП „БЕЖАНИЈА“ ПРОЈЕКТОВАЊЕМ ППОВ-а

Ђорђе Симовић, маг.инж.технол.
др Владимир Павићевић, дипл.инж.технол.
Мр Душан Крстић, дипл.инж.технол.
Петар Исаковић, дипл.грађ.инж.
Бојан Станаћевић, дипл.маш.инж.
Немања Ковчин, дипл.грађ.инж.

BMD BAU d.o.o. Beograd

□ УВОД - Опис постојећег комплекса, циљ пројекта

□ ПРИКАЗ ИЗВЕДЕНИХ ИСТРАЖНИХ РАДОВА

□ ПРИКАЗ ПРЕДЛОЖЕНИХ ВАРИЈАНТНИХ РЕШЕЊА

□ ЗАКЉУЧАК

- Одређивање начина пречишћавања отпадних вода од прања филтера до нивоа који подразумева поновно искоришћење у процесу припреме воде за пиће, при чему се не сме реметити правилно вођење основног процеса припреме воде за пиће. Прерађивати воду мутноће изнад 10 NTU
- У потпуности сагледати постојеће стање управљања отпадним водама и отпадним муљем
- Испитивање физичко-хемијских, хемијских и бактериолошко-биолошких карактеристика отпадних вода од прања филтера у склопу истражних радова и доношење закључака битних за предлагање варијантних решења за пречишћавање
- Сагледати ресурсне и просторне могућности и ограничења за изградњу објекта (активности на изградњи објекта не смеју угрозити несметан рад постојећих система-делова постројења на ПП Бежанија)
- Разрадити и дефинисати варијанте теничког решења, предвидети просторни распоред будућих објекта са потребном инфраструктуром



- 3 филтерске инсталације за пречишћавање подземне воде из Рени бунара
- 10 пешчаних филтера у оквиру сваке инсталације
- Укупни капацитет: 3000 l/s
- Снабдевање питком водом потрошача на левој обали Саве – Нови Београд, Земун, Сурчин

Технолошки поступак прераде подземне воде:

АЕРАЦИЈА → РЕТЕНЗИЈА → ФИЛТРАЦИЈА → ДЕЗИНФЕКЦИЈА

Тренутни систем управљања отпадном водом од прања филтера:

Технолошка канализација → Скретно-преливни шахт → Канализација

Узорковање отпадних вода од прања филтера

Прање филтера: 10 мин продувавање ваздухом + испирање чистом (пијаћом) водом 20-25 мин

Узорковање на два мерна места:

1. Директно изнад базена - бочна цевна галерија
2. Шахт збирног вода технолошке канализације DN 800

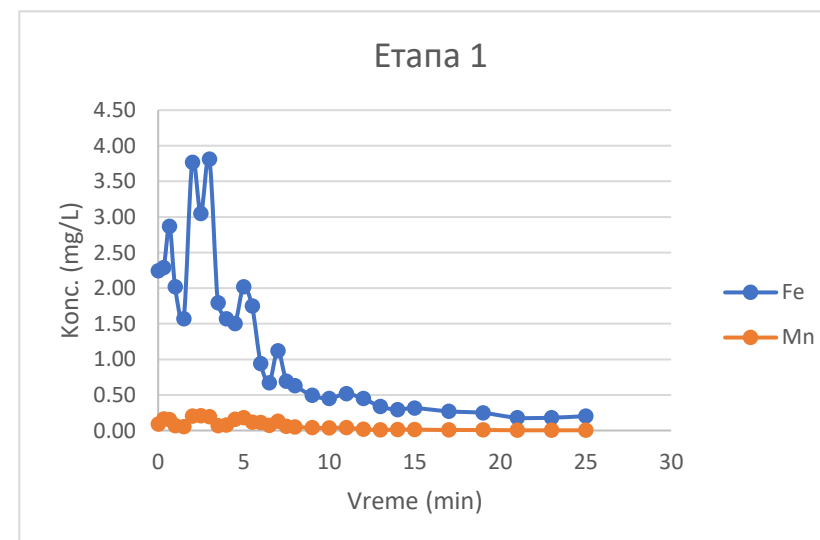
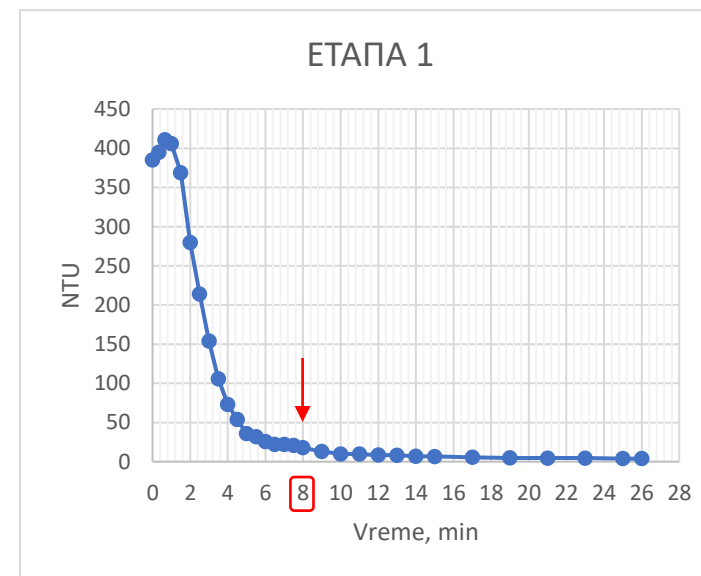


Формирани композитни узорци

Испитивање отпадних вода од прања филтера

- Физичко-хемијски параметри отпадних вода од прања филтера
- Испитивања су вршена на тренутним узорцима.

Испитиване карактеристике узорка	Метода
Мутноћа	SMEWW 23 rd 2130 B:2017
Садржај суспендованих честица	SMEWW 23 rd 2540 D:2017
Концентрација гвожђа	SRPS EN ISO 11885:2011
Концентрација мангана	SRPS EN ISO 11885:2011



Испитивање отпадних вода од прања филтера

- **Детаљна испитивања физичко-хемијских и хемијских параметри отпадних вода од прања филтера**

Композитни узорци (КУ):

КУ1 - за први минут прања филтера

КУ2 - мутноћа отпадне воде: >10 NTU

КУ3 - мутноћа отпадне воде: <10 NTU

КУ4 - за цео процес прања филтера

Анализа КУ је извршена од стране акредитоване лабораторије



ПАРАМЕТАР	МЕТОДА
pH	EPA 150.1:2001
SPECIFIČNA PROVODLJIVOST	EPA 120.1:1982
TALOŽNE MATERIJE	SM 2540 F
UKUPNE SUSPENDOVANE MATERIJE (TSS)	SM 2540
UKUPNE RASTVORENE MATERIJE	SM 2540c
FLUORIDI	ISO 10304-1: 2007
HLORIDI	ISO 10304-1: 2007
BROMIDI	ISO 10304-1: 2007
SULFATI	ISO 10304-1: 2007
FOSFATI	ISO 14911:1998
NITRITI	ISO 10304-1: 2007
NITRATI	ISO 10304-1: 2007
UKUPNI SULFIDI	SMEWW 22nd:SM4500 SF
AMONIJAČNI AZOT	ISO 14911:1998
Ba	SRPS EN ISO 11885:2011
V	SRPS EN ISO 11885:2011
Li	SRPS EN ISO 11885:2011
Hg	SRPS EN 1483:2008
K	SRPS EN ISO 11885:2011
Se	SRPS EN ISO 11885:2011
UKUPAN FOSFOR	SRPS EN ISO 11885:2011
HPK	EPA 410.4:1993
BPK ₅	EN 1899.2:2009
UKUPAN ORGANSKI UGLJENIK	EN 1484:1997
Cu	SRPS EN ISO 11885:2011
Fe	SRPS EN ISO 11885: 2011
Mn	SRPS EN ISO 11885: 2011
Ni	SRPS EN ISO 11885: 2011
Pb	SRPS EN ISO 11885: 2011
Al	SRPS EN ISO 11885: 2011
Zn	SRPS EN ISO 11885: 2011
As	SRPS EN ISO 11885: 2011
Cd	SRPS EN ISO 11885: 2011
Cr	SRPS EN ISO 11885: 2011
Co	SRPS EN ISO 11885:2011
Si	SRPS EN ISO 11885
Sr	SRPS EN ISO 11885
Ti	SRPS EN ISO 11885:2011
B	SRPS EN ISO 11885:2011
Be	SRPS EN ISO 11885:2011
Sn	SRPS EN ISO 11885:2011
Na	SRPS EN ISO 11885:2011
Ca	SRPS EN ISO 11885:2011

Испитивање отпадних вода од прања филтера

- Бактериолошко-биолошке карактеристике отпадних вода

Завод за јавно здравље Београд
(акредитована лабораторија):

Параметар
Колиформне бактерије фекалног порекла у 100 ml
Укупне колиформне бактерије у 100 ml
Стрептокок фекалног порекла у 100 ml

Отпадне воде након третмана (таложење) одговарају квалитету улазних силових вода.



Погонска лабораторија ПП „Бежанија“
(неакредитована лабораторија):

Параметар
Cyanobacteria
Amoebozoa
Flagellata apochromatica
Ciliata
Nematoda
Cista Protozoa
Chlorophyta
Bacillariophyta
Gastrotricha
Rotatoria
Euglenophyta

Испитивање отпадних вода од прања филтера

УЗИМАЊЕ УЗОРКА → ФИЛТРАЦИЈА УЗОРКА → ИСПИТИВАЊЕ ФИЛТЕРСКЕ ПОГАЧЕ

У складу са критеријумима из Правилника о категоријама, испитивању, и класификацији отпада („Сл. гласник РС”, бр. 56/2010, 93/2019 и 39/2021), муљ нема токсичне карактеристике и може се одлагати на депонију неопасног отпада.

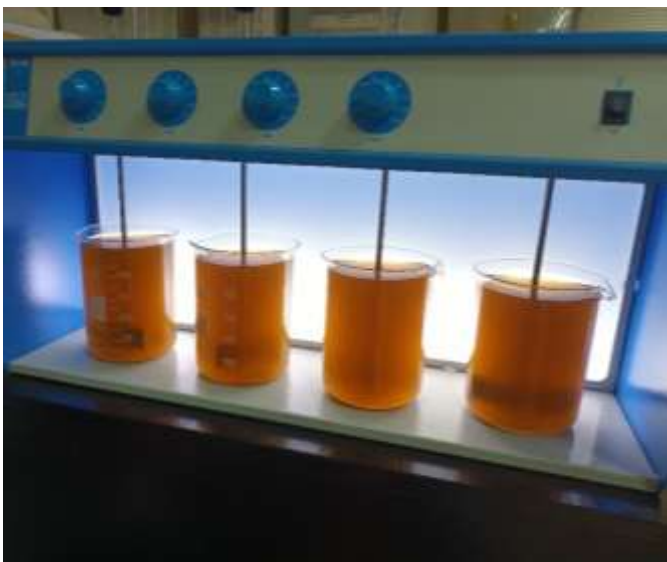


Параметар
Процент влаге (105°C), %
Губитак жарењем, %
Садржај метала, mg/kg
Полициклични ароматични угљоводоници, mg/kg
Лако испарљиве органска једињења, mg/kg
Садржај полихлорованих бифенила, mg/kg
Халогени елементи и сумпор, mg/kg
Анализа ЕР екстракта (L/S=10/1)
Садржај метала из TCLP екстракта, (L/S=20/1), mg/l
Капацитет неутрализације киселине, ANC, meq/l
Топлотна моћ, MJ/kg
Минерална уља C10-C40, %

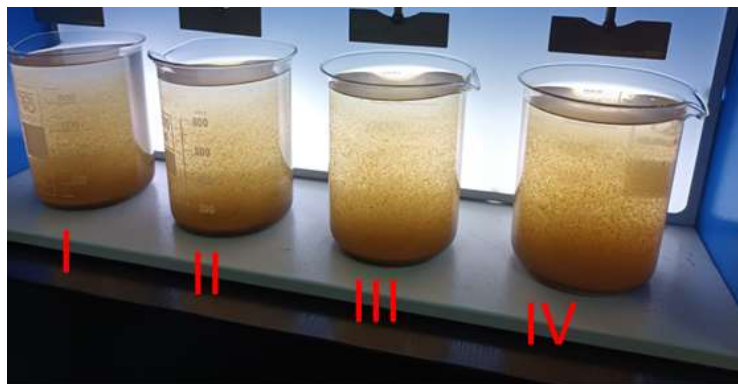
Џар ("JAR") тестови

- Вршени су тестови са различитим концентрацијама коагуланта и флокуланта, различито време и брзина мешања

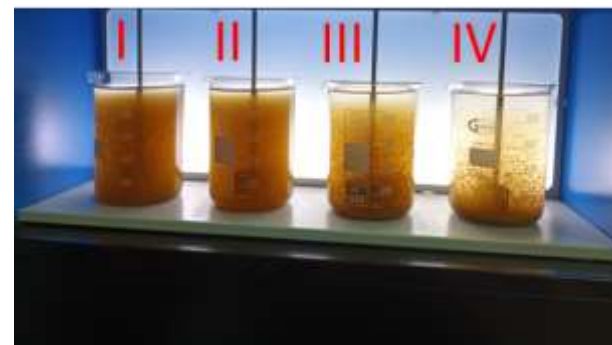
1. Почетни узорак 10 l → 242 NTU



1. серија: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (коагулант)



2. серија: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ + полиакриламид (коагулант + флокулант)

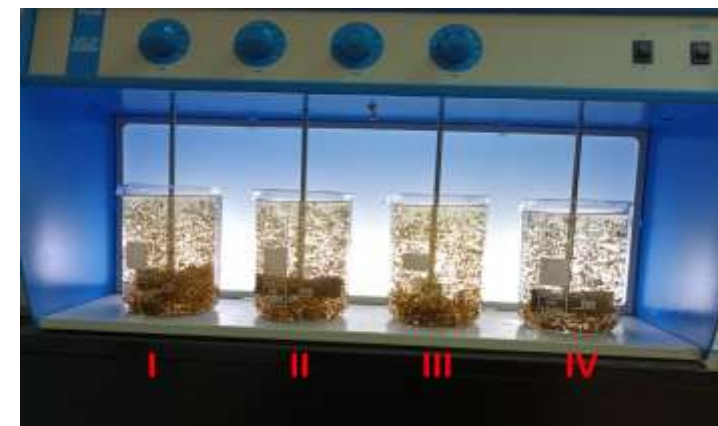
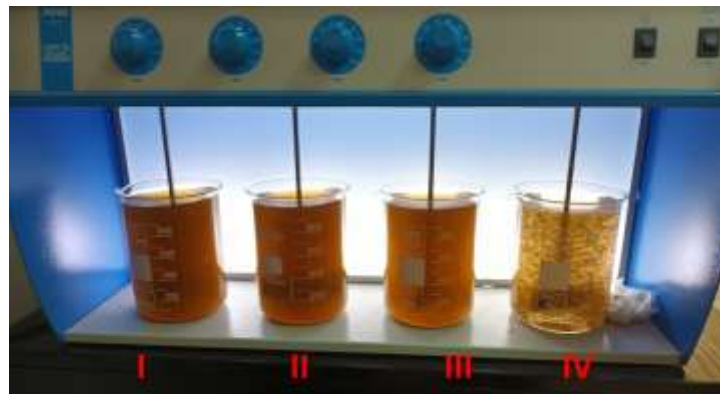


Џар ("JAR") тестови

2. Почетни узорак 10 l → 248 NTU

1. серија: I и II: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
III и IV: полиакриламид

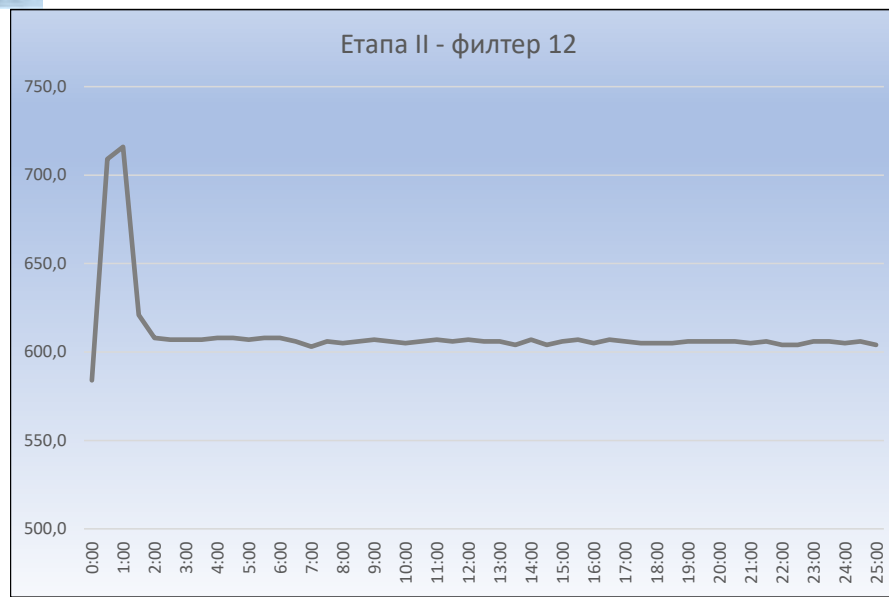
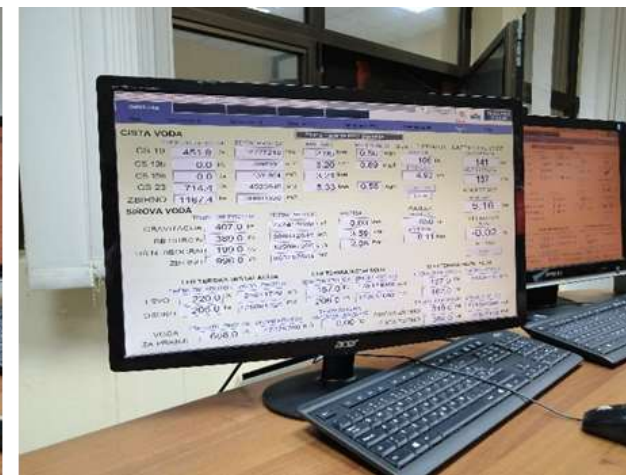
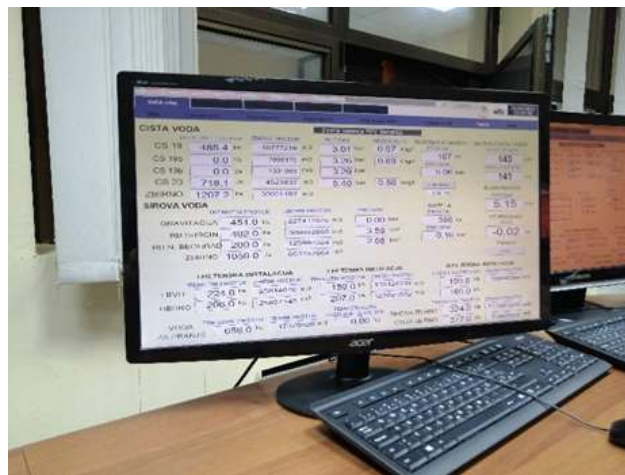
2. серија: полиакриламид



Закључак

Оптимална доза флокуланта
полиакриламида за успешан
процес пречишћавања отпадних
вода од прања филтера
таложењем: $c \approx 0,7 \text{ mg/l}$

Мерење протока отпадних вода од прања филтера



Усвојени проток:
650 l/s

Закључак – усвојени параметри за пројектовање решења

- **Укупно време трајања прања једног филтера износи 15 min.**
- **Гранична вредност мутноће отпадне воде је 10 NTU**, што значи да ће се вода мутноће веће од граничне вредности одводити на предметно постројење за третман отпадне воде.
- Отпадна вода чија је мутноћа већа од граничне вредности 10 NTU, генерише се током првих 8 min прања филтера. Након 8 минута отпадне воде се природно избистравају до мутноће мање од 10 NTU и њихов физичко-хемијски квалитет је такав да се могу вратити на ток сирове воде без третмана.
- **Проток** отпадне воде приликом прања једног филтера износи **650 l/s**.
- Количина отпадне воде од прања једног филтера коју је потребно пречистити износи:
$$V = 650 \text{ l/s} * 8 \text{ min} * 60 \text{ s/min} = 312.000 \text{ l} = \mathbf{312 \text{ m}^3}.$$
- С обзиром на то да се у ПП Бежанија на дневном нивоу опере десет филтера, укупна количина отпадних вода коју је неопходно пречистити на предметном постројењу износи **3.120 m³/дан.**

У циљу билансирања постројења разматрани су различити режими прања филтера:

- Режим 1: Прање једног филтера се врши 15 минута након чега се прави пауза од 1 h и 45 min када се започиње са прањем следећег филтера – прање једног филтера на 2 h (5 филтера дању и 5 ноћу).
- Режим 2: Процес прања филтера започиње прањем 3 филтера у серији један за другим након чега се прави пауза од 5 h, затим се перу још 3 филтера један за другим, па пауза од 5 h, након тога прање 2 филтера у серији један за другим, па пауза од 6 h, након чега се врши прање преостала 2 филтера.

прање 3 филт.	пауза 5 h	прање 3 филт.	пауза 5 h	прање 2 филт.	пауза 6 h	прање 2 филт.	пауза 5,5 h -истек 24 h
---------------------	-----------	---------------------	-----------	------------------	-----------	---------------------	-------------------------

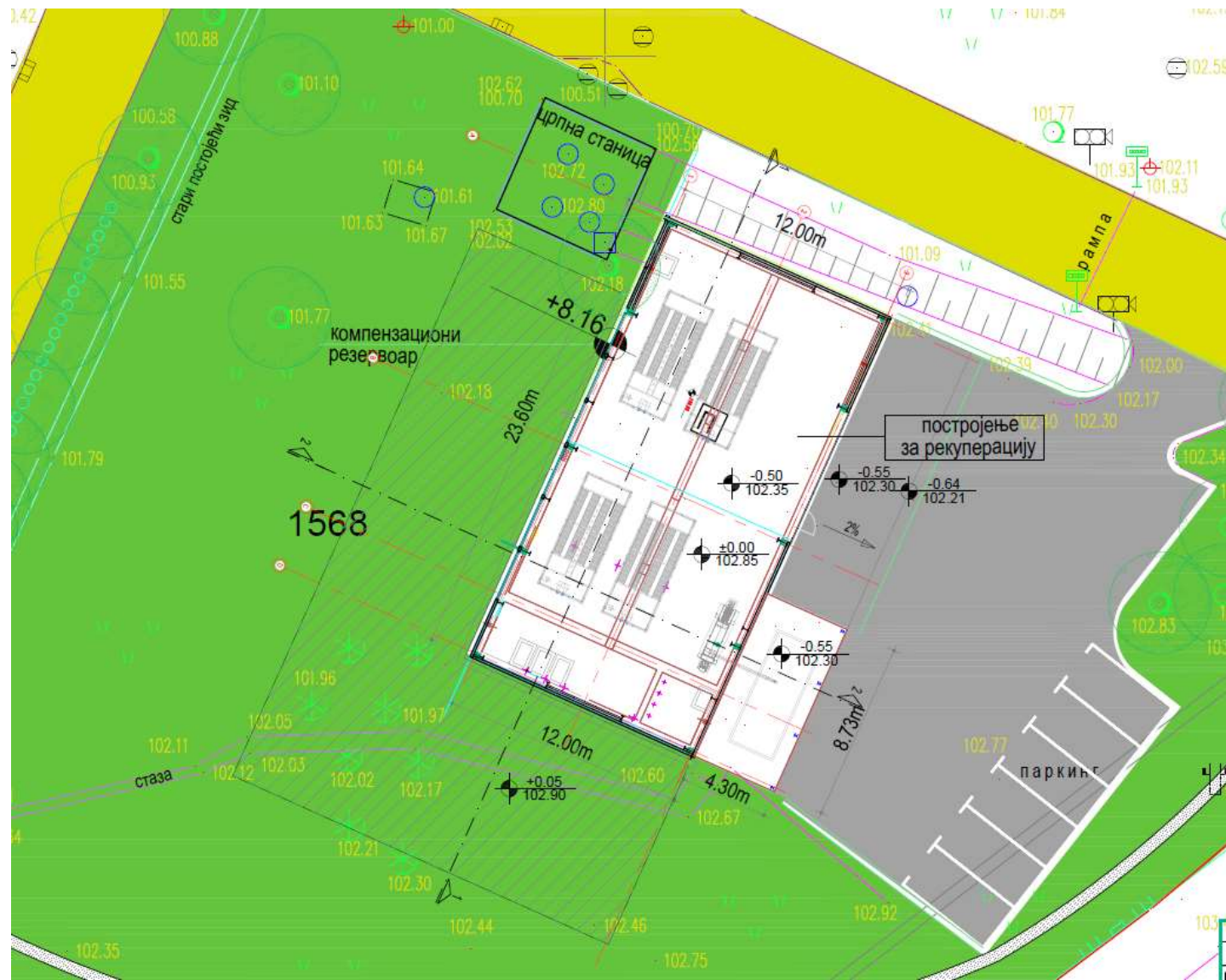
Варијантно решење 1 – ЛАМЕЛАРНО ТАЛОЖЕЊЕ

- Усвојени капацитет постројења: 150 m³/h
- Предвиђена су укупно 4 ламеларна таложника, сваки капацитета 50 m³/h (3 радна, 1 резервни)



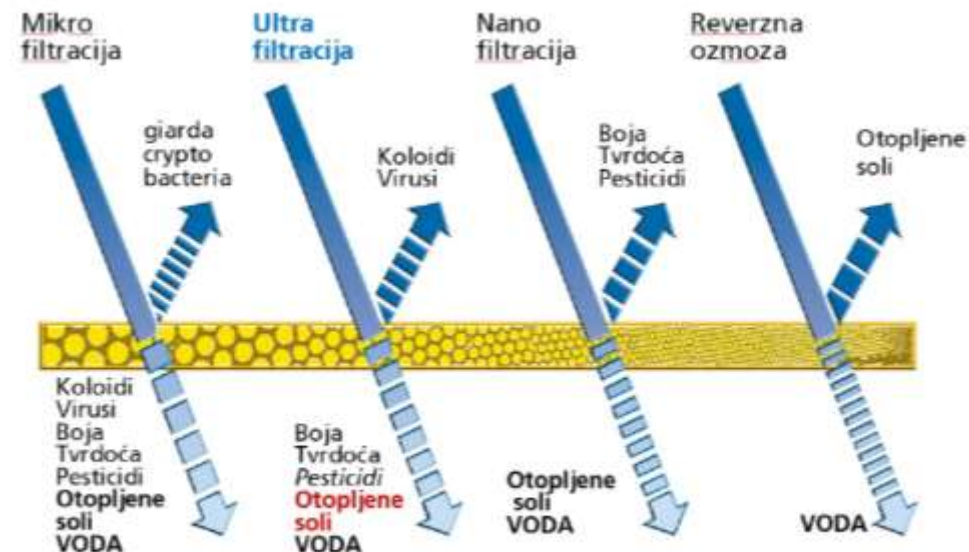
- За ефикасан процес таложења неопходно додавање флокуланта – полиакриламид
- Линија за обраду муља: центрифугални декантер капацитета 7 m³/h

Варијантно решење 1 – ЛАМЕЛАРНО ТАЛОЖЕЊЕ



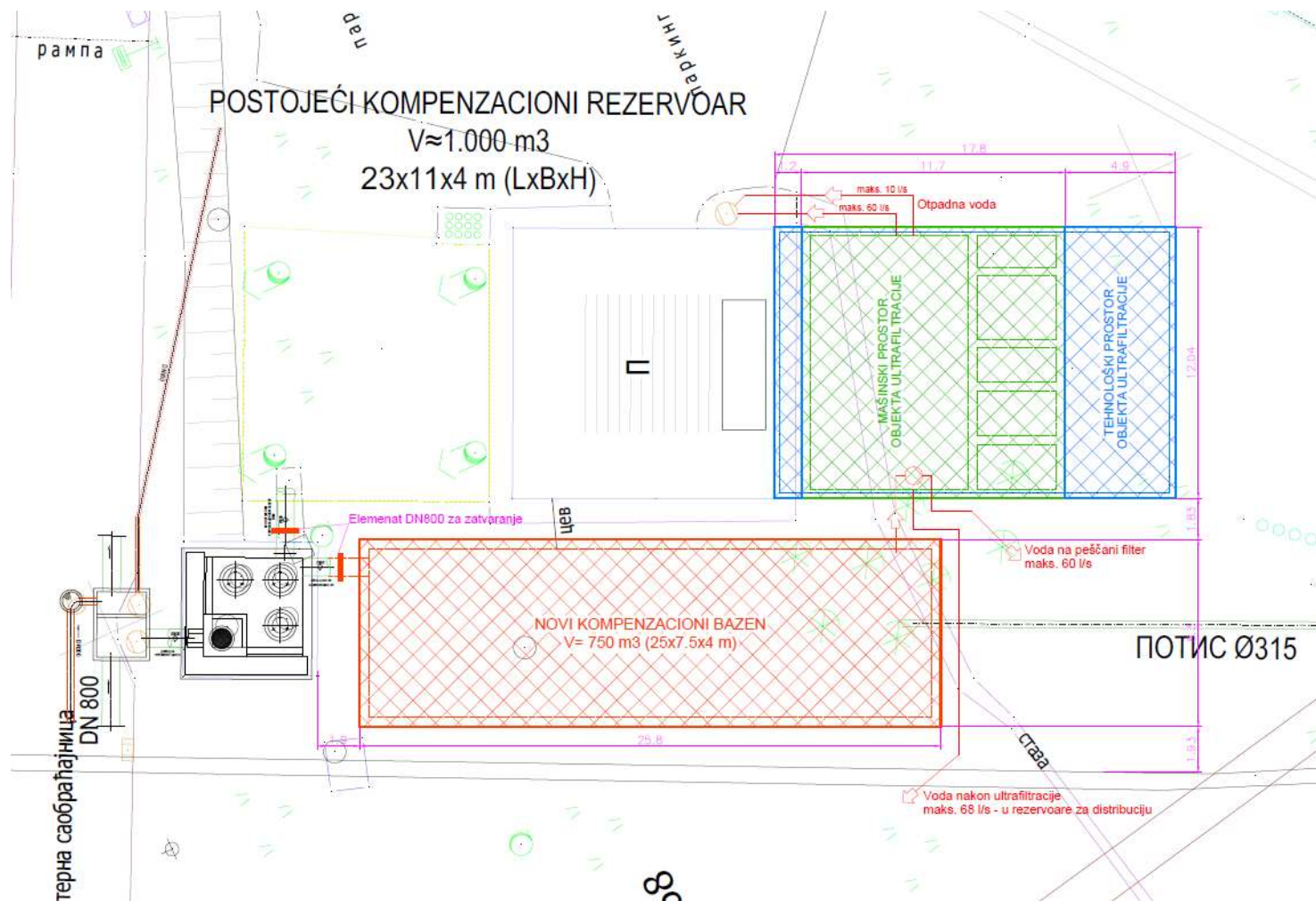
Варијантно решење 2 – УЛТРАФИЛТРАЦИЈА

- Технологија мембранске филтрације, величина отвора пора 30 nm
- Пројектни критеријуми:
 - Укупно време трајања прања филтера: 15 min
 - Проток: 650 l/s
 - Отпадне воде са мутноћом > 10 NTU – првих 8 min прања
- Усвојени капацитет ултрафилтрације: $Q = 51 \text{ l/s} = 183,6 \text{ m}^3/\text{h}$
- Предвиђене 4 линије UF (3 радне + 1 резервна)
- Пречишћена вода након ултрафилтрације води се у резервоар чисте воде → дезинфекција → дистрибутивна мрежа
- Пречишћавање отпадних вода од прања мембрана неутрализацијом и таложењем (таложници 2 x 20 m³/h)
- Линија за третман муља – вијчана филтер преса



Варијантно решење 2 – УЛТРАФИЛТРАЦИЈА

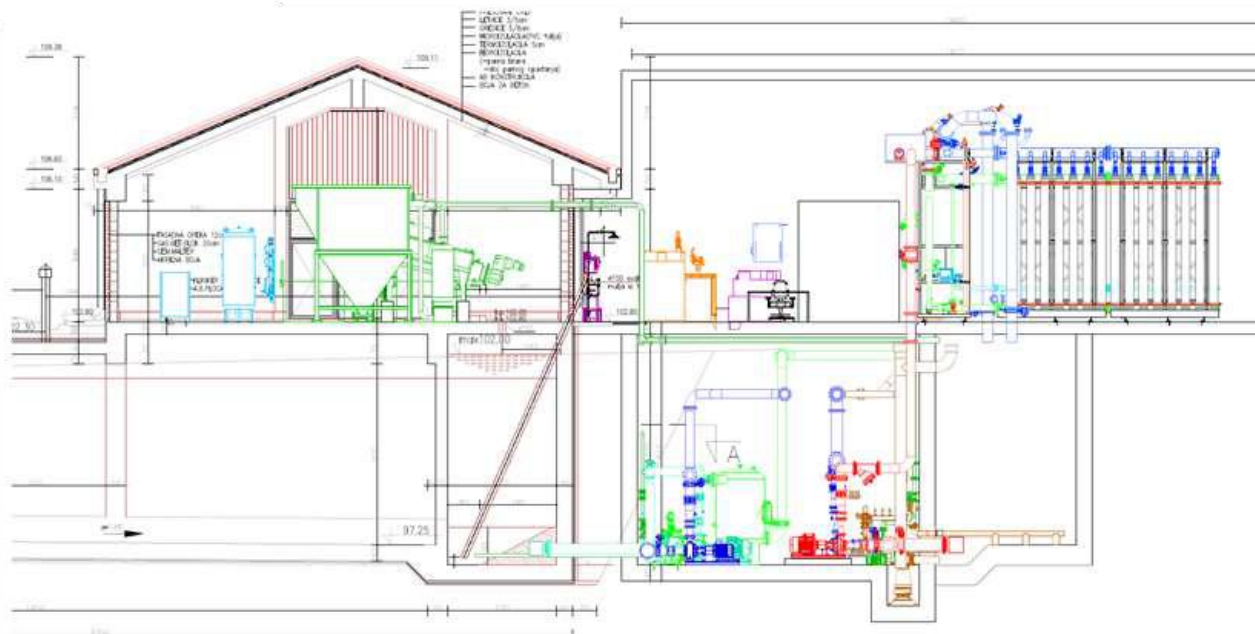
-ситуациони приказ-



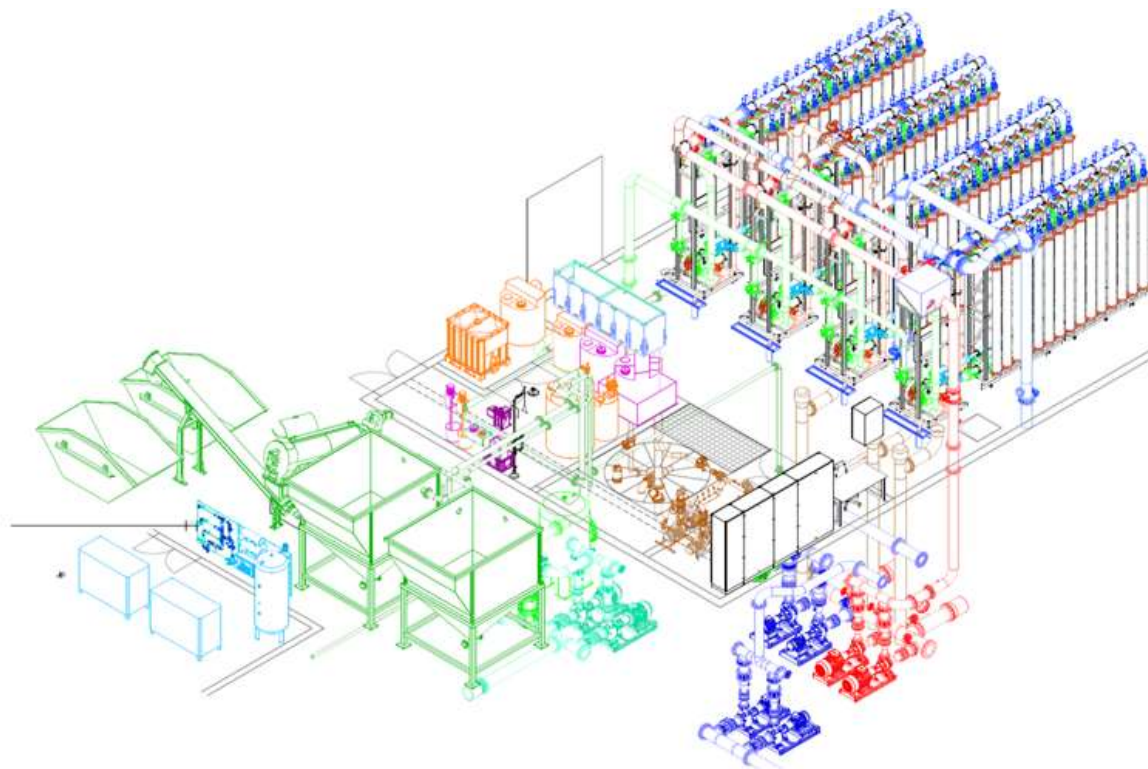
Варијантно решење 2 – УЛТРАФИЛТРАЦИЈА

-распоред опреме-

Поглед са стране



3D приказ



Поређење варијантних решења

	ВАРИЈАНТА 1 ЛАМЕЛАРНО ТАЛОЖЕЊЕ	ВАРИЈАНТА 2 УЛТРАФИЛТРАЦИЈА
Инвестиционо улагање	мања инвестициона улагања	већа инвестициона улагања
Оперативни трошкови	мањи	већи
Одржавање система	лакше	компликованије
Крајњи продукт	сирова вода	вода за пиће
Негативан утицај на оперативни рад осталих система у оквиру ПП Бежанија	нема	нема
Сигурност рада система	нижа (могући "пробоји" мутноће и заостатак флокуланта у пречишћеној води)	виша
Уклањање биолошких индикатора	делимично	потпуно

ВАРИЈАНТА 1. ЛАМЕЛАРНО ТАЛОЖЕЊЕ



1.139.000,00 m³/god (сирова вода)

ВАРИЈАНТА 2. УЛТРАФИЛТРАЦИЈА



968.418,00 m³/god (вода за пиће)

Природно избистрене воде од прања филтера са мутноћом мањом од 10 NTU, које се враћају на ток сирове воде (за обе варијанте) = 996.450,00 m³/god

ХВАЛА НА ПАЖЊИ!