



ARSENICPLATFORM

HUSRB/1002/121/075



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

MOBILNA PILOT JEDININICA ZA TRETMAN VODE ZA PIĆE

(Mobilis pilot egység ivóvíz kezelésre)

Profesor dr Božo Dalmacija

Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine

Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu

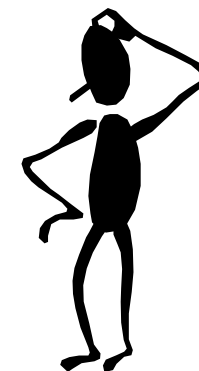
Újvidéki Tudományegyetem, Természettudományi-matematikai Kar



Projekat sufinansira
Evropska unija

Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

Šta su to pilot istraživanja? (Melyek a pilot kutatások ?)



Sama engleska reč "pilot" (izgovara se "pajlot") predstavlja tehnički termin za poluindustrijski opit. U našem govornom području odomaćio se, verovatno zbog lakšeg izgovora, "vukovski" izgovor pilot, te se u komunikacijama mogu čuti izrazi "pilot istraživanja", "pilot postrojenje", i slično.



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

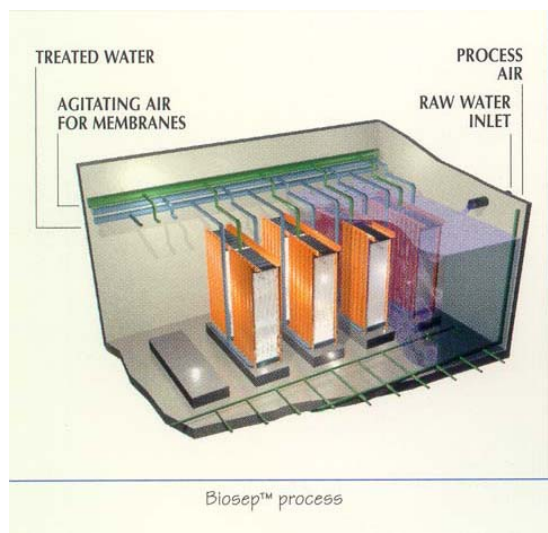
"Pilot" istraživanja su izuzetno korisna za: (A pilot kutatások nagyon fontosak a következőkre):

- **utvrđivanje procesnih parametara** u uslovima koji su slični realnim;
- **proveru efekata tehnologije** osmišljene na bazi prethodnih istraživanja;
- **upoređenje dve ili više tehnologija** odabranih u prethodnom postupku;
- **definisanje efekata i optimizovanje** pojedinih procesnih faza;
- **proveru efekata dva ili više procesa** u okviru iste tehnološke linije;
- **proveru efekata različitih konfiguracija tehnološke linije** komponovane od istih procesnih faza;
- **definisanje i optimizovanje procesnih parametara** uređaja i opreme;
- **utvrđivanje dejstva pojedinih (ili grupe) procesnih supstanci** ili procesnih medijuma;
- **proveru i optimizovanje rada** uređaja i postrojenja u funkciji;
- **edukaciju, usavršavanje i transfer "now-how".**



Osim nespornog značaja u oblasti istraživanja, osvajanja i usvajanja novog, "pilot" istraživanja, posebno u našim uslovima, **imaju ogroman značaj**

- ❑ u procesu realizacije novih ili i
- ❑ noviranja postojećih kapaciteta za pripremu vode za piće.



Mali troškove (reda 0,5 do 1 % investicija u stvarna postrojenja) kroz "pilot" istraživanja najrealnije mogu

- ✓ proveriti koncepcijske zamisli,
- ✓ uporediti više mogućih varijanti rešenja,
- ✓ optimizovati delove procesa ili cele tehnološke linije i
- ✓ **egzaktno definisati podloge za projektovanje.**



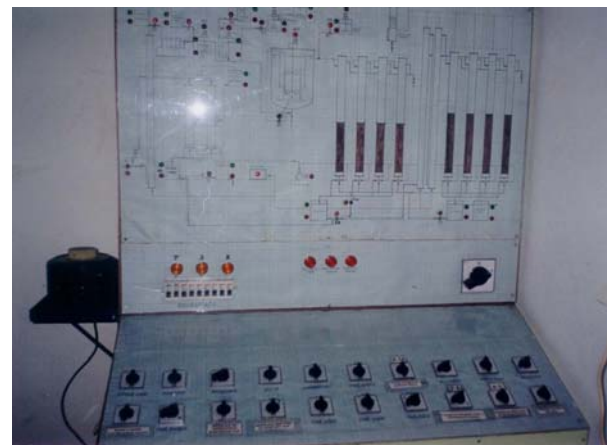
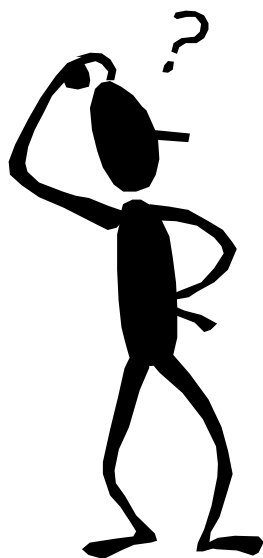
Svetska iskustva ukazuju :

- **da male investicije u "pilot" istraživanja donose velike koristi** i u kvalitativnom smislu (izbor optimalnog rešenja i dokaz njegove valjanosti) i
- u kvantitativnom smislu (značajne uštede kako u fazi investiranja tako i u fazi operativnog rada).

Prvu fazu svakako čine fundamentalna istraživanja koja predstavljaju bazu za nove pomake i otvaraju puteve za kreaciju novih rešenja u tehnici i tehnologiji pripreme vode za piće.

Drugu fazu čine laboratorijska istraživanja koja predstavljaju neophodan korak u proveru ideja za celovita rešenja

Treća faza, tzv. "pilot" istraživanja koja predstavljaju sinteznu proveru, u prethodnom postupku osmišljenih rešenja, pre njihove finalizacije.





Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Jedino pilot istraživanjima moguće je dobiti pravi odgovor u smislu optimalne tehnologije imajući u vidu **investicione i operative troškove** i postignuti rezultat u smislu kvaliteta vode i krajnje ciljeve u pogledu upravljanja postrojenjem i otpadom koji je nastao na postrojenju.

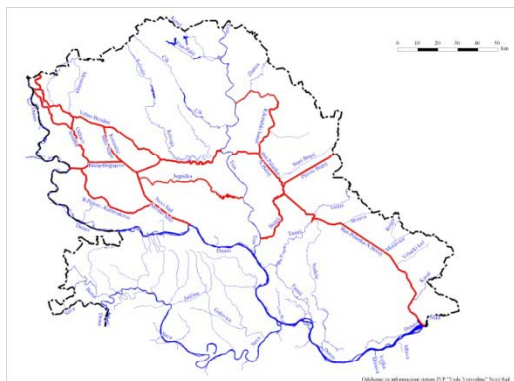
(Egyedül a pilot kutatásokkal van lehetőség valóságghű feleleteket kapni arra a kérdésre melyik technológiát kell alkalmazni tekintettel az invesztációs és operatív költségeket.....)



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

I FAZA: Laboratorijska ispitivanja (Fázis:laboratóriumi kutatás)



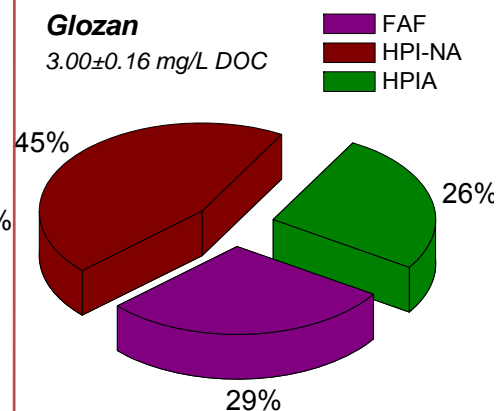
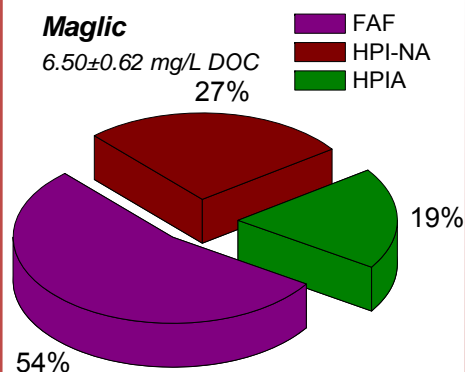
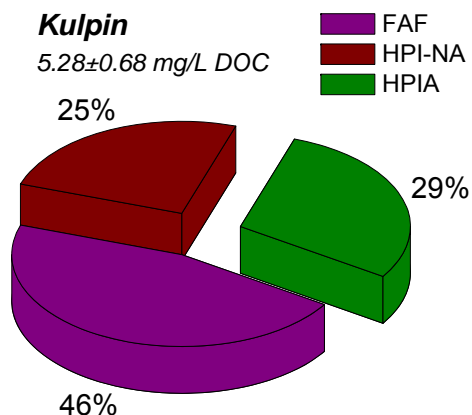
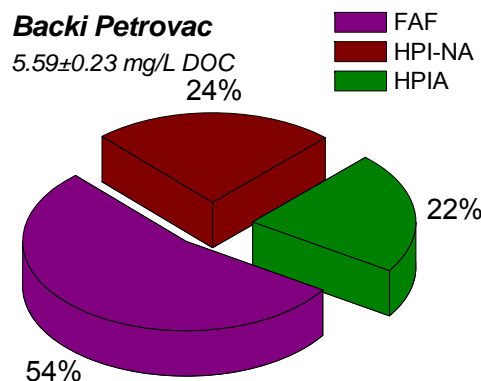
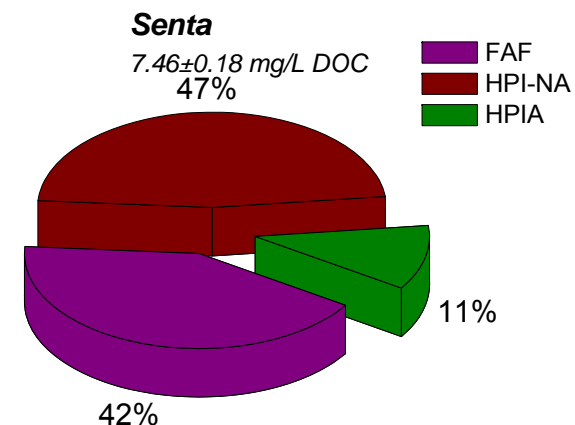
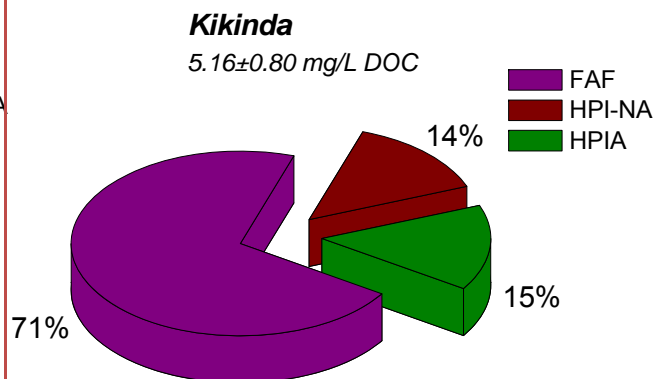
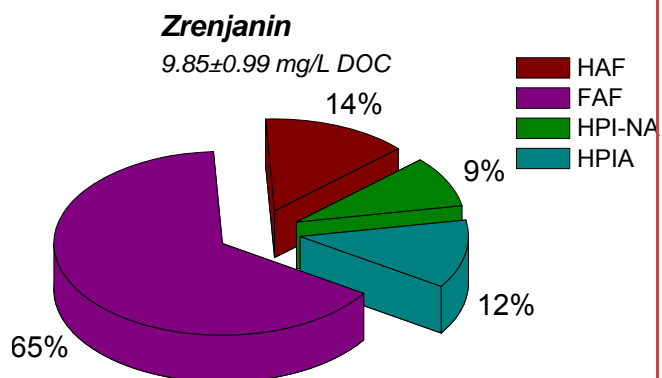


PRIMER: Karakteristike podzemne vode sa odabranih lokaliteta u Vojvodini
(Talajvizke jellemzői Vajdaság válogatott lokalitásairól)

Parametar	Jedinica mere	Vrednost±sd						
		<i>Kulpin</i>	<i>Bački Petrovac</i>	<i>Maglić</i>	<i>Gložan</i>	<i>Zrenjanin</i>	<i>Kikinda</i>	<i>Senta</i>
DOC	mg/l	5,28±0,65	5,59±0,23	6,50±0,62	3,00±0,16	9,44 ± 2,34	5,16±0,80	7,46±1,18
UV ₂₅₄	cm ⁻¹	0,131±0,002	0,169±0,006	0,224±0,043	0,082±0,016	0,430 ± 0,04	0,224±0,013	0,288±0,011
SUVA	m ⁻¹ lmg ⁻¹	2,45±0,42	3,03±0,01	2,37±1,86	2,76±0,71	5,36 ± 1,10	4,34±0,27	3,86±0,60
Utrošak KMnO ₄	mg KMnO ₄ /l	14,9±0,40	15,5±2,70	25,8±1,90	10,0±2,0	37,7±0,60	19,0 ± 1,4	-
PFTHM	μg/l	275±39,0	327±120	330±32,0	183±37,0	455 ± 59,7	270±69,0	263±48,0
PFHL		112±6,0	115±84,0	144±7,0	131±28,0	419 ± 57,5	257±35,0	219±39,0
PFBDM		82,1±5,0	100±62,0	99,5±9,2	38,5±5,50	34,3 ± 3,96	16±5,32	40,7±7,20
PFBDMH		72,1±24,9	94,6±14,8	77,3±17,5	13,5±2,50	2,30 ± 0,75	<MDL	2,82±1,70
PFBDM		8,17±2,87	16,8±12,4	9,25±1,92	0,412±0,379	< mdl	<MDL	<MDL

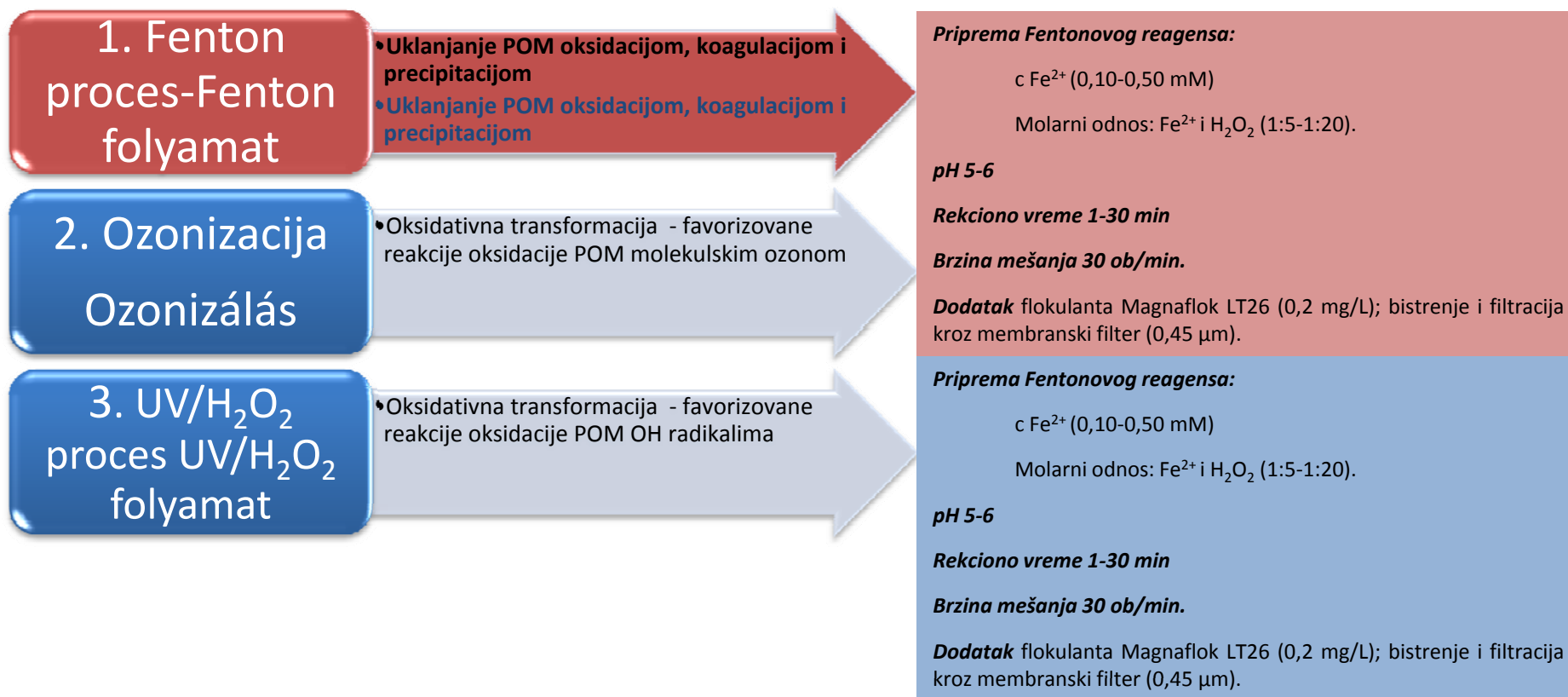
sd - standardna devijacija
mdl – limite detekcije metode

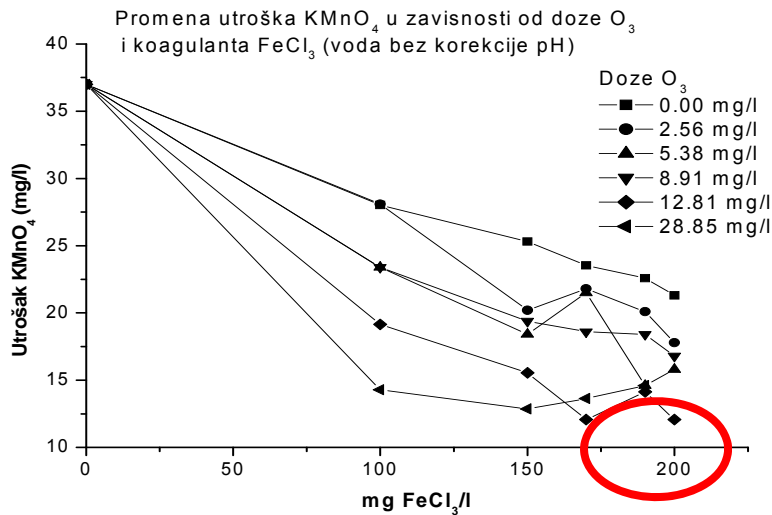
Primena XAD smole u karakterizaciji POM (XAD gyanta alkalmazása TSZA jellemzésére)



UKLANJANJE PRIRODNIH ORGANSKIH MATERIJA IZ VODE PRIMENOM RAZLIČITIH OKSIDACIONIH TRETMANA

(Természetes szerves anyag eltávolítása a vízből
különböző oxidációs kezeléssel)

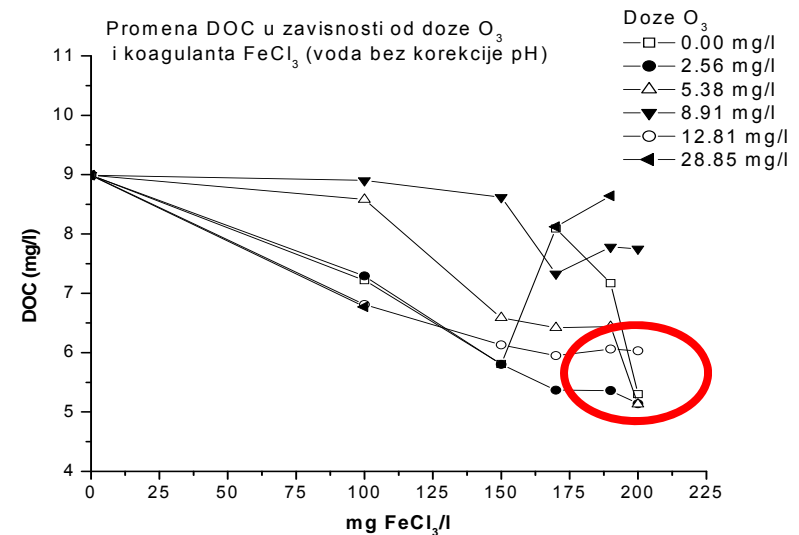
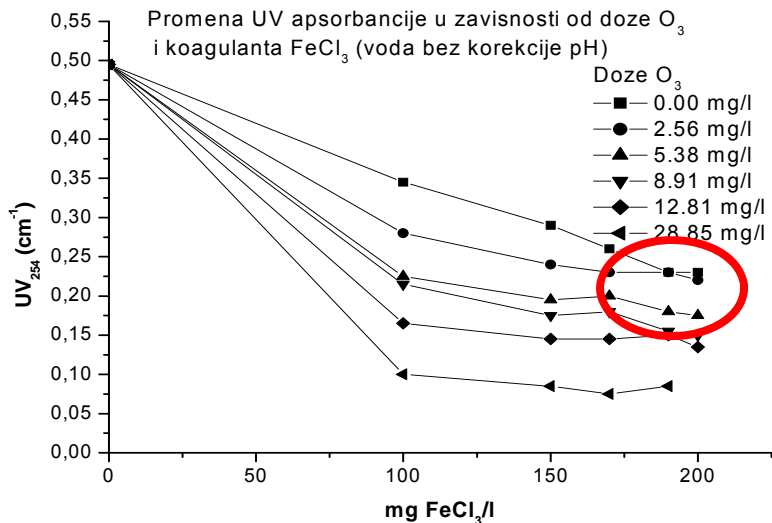




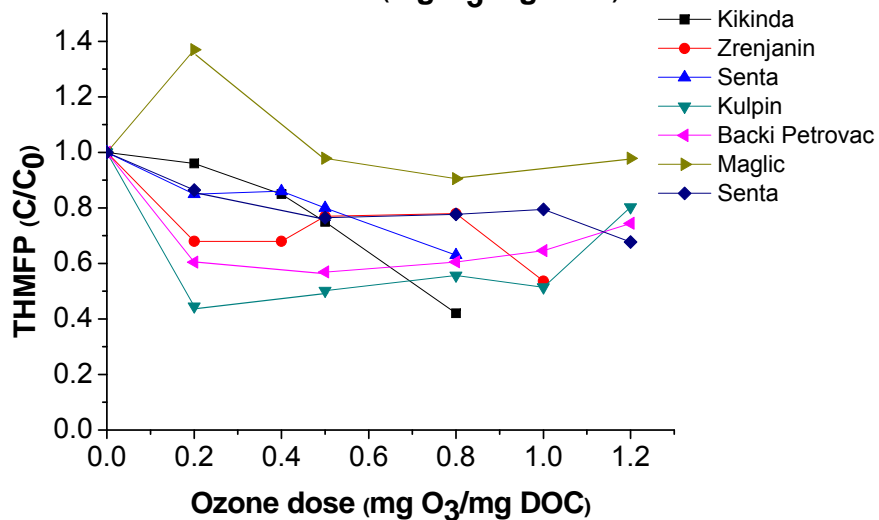
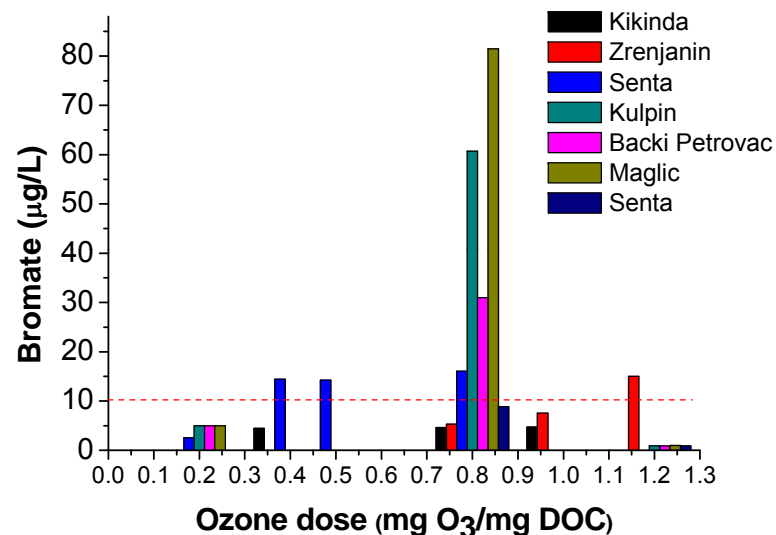
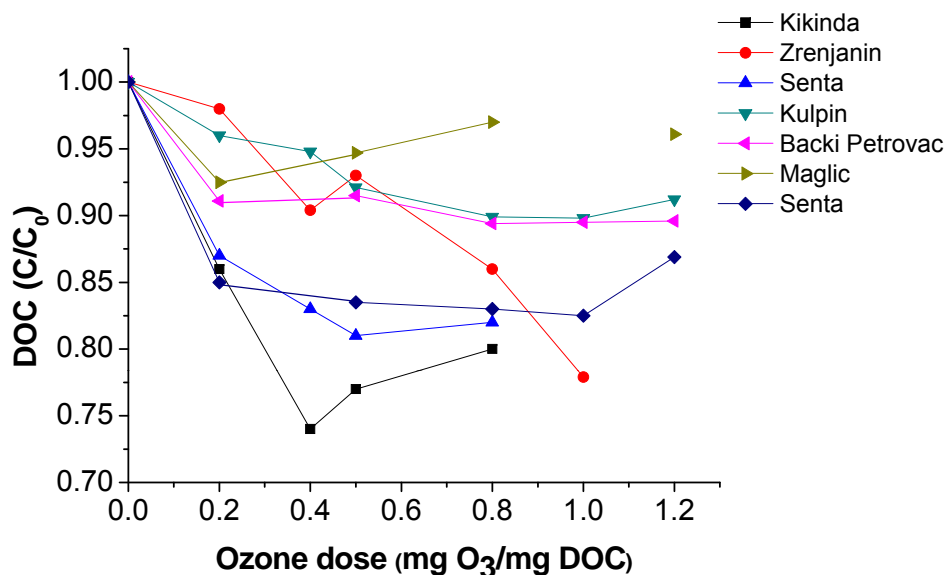
Primer: Optimizacija procesa predozonizacije i koagulacije (Példa: előózonozás folyamatának optimalizálása és koaguláció)

Predozonizacija-előózonozás: 2,6-29 mg O_3 /l
 Koagulacija-koaguláció: 100-200 mg FeCl_3 /l

Predozonizacija (előózonozás): 5,4 mg O_3 /l
 Koagulacija (koaguláció): 200 mg FeCl_3 /l



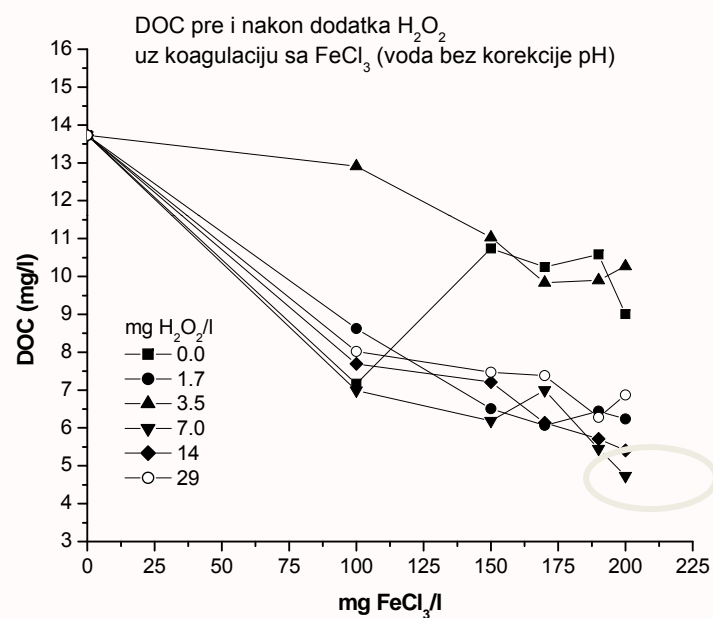
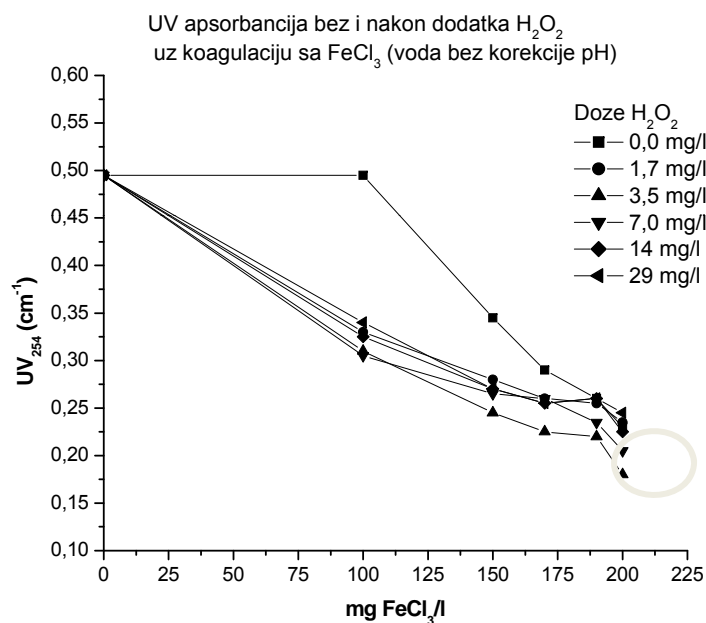
Uticaj ozonizacije na promenu sadržaja POM u vodi i formiranje bromata (TSZA tartalmának változása ozonizálás hatására és bromátok kialakulása)



*Tubić A., Agbaba J., Dalmacija B., Molnar J., Maletić S., Watson M., Ugarčina Perović S. (2013) Insight into changes during coagulation in NOM reactivity for trihalomethanes and haloacetic acids formation, *Journal of Environmental Management*, **118**, 153-160.
 Agbaba J., Molnar J., Tubić A., Dalmacija B., Maletić S., Watson M., Krčmar D. (2012) Effects of matrix and ozone dose on trihalomethanes precursors content in groundwater, *6th IWA Specialist Conference – Oxidation Technologies for water and wastewater treatment*, Book of Abstracts, 7-9 May, Goslar, Germany, pp 23.

Optimizacija procesa oksidacije vodonik-peroksidom

(Oxidációs folyamat optimalása hidrogén peroxiddal)



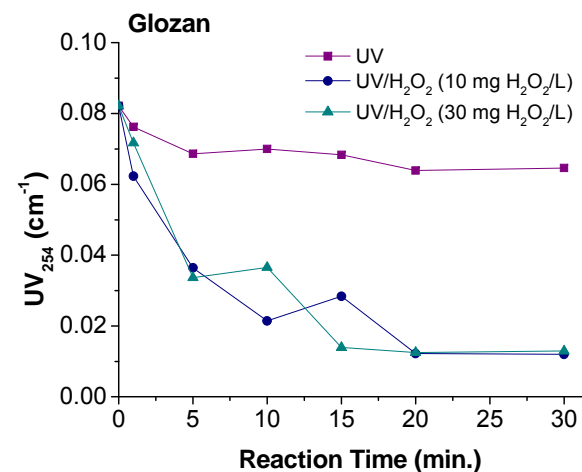
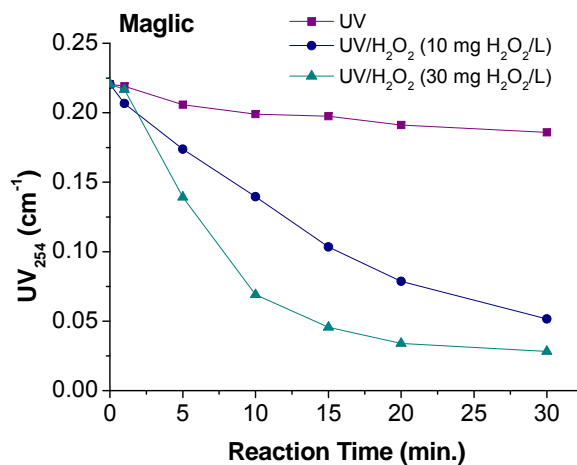
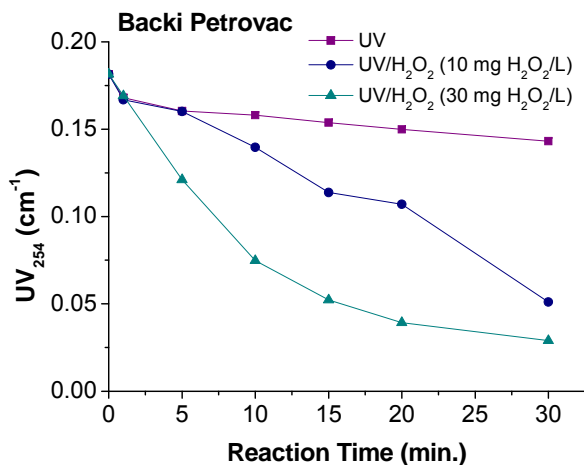
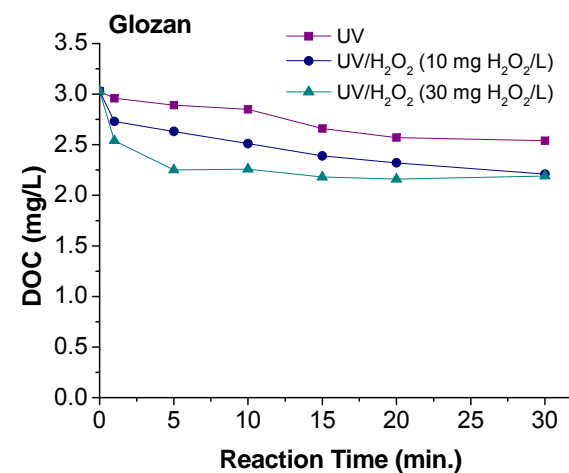
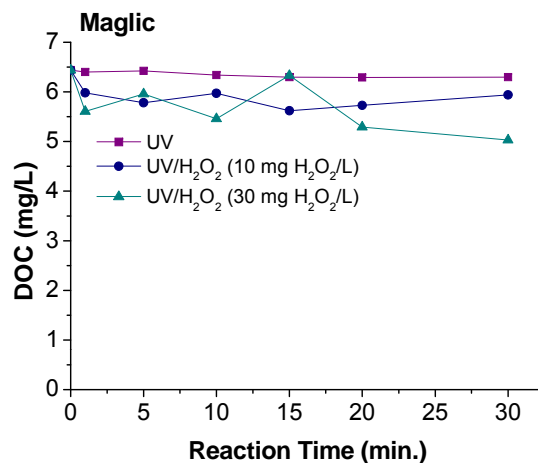
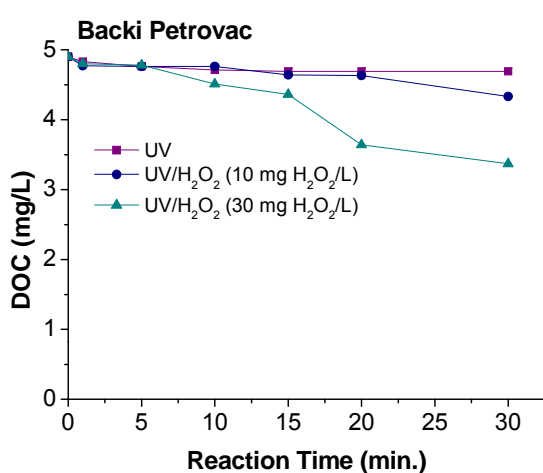
Vodonik-peroksid: 1,7-29 mg H_2O_2 /l
Koagulacija: 100-200 mg $FeCl_3$ /l

Vodonik-peroksid: 3,5-7,0 mg H_2O_2 /l
Koagulacija: 200 mg $FeCl_3$ /l



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

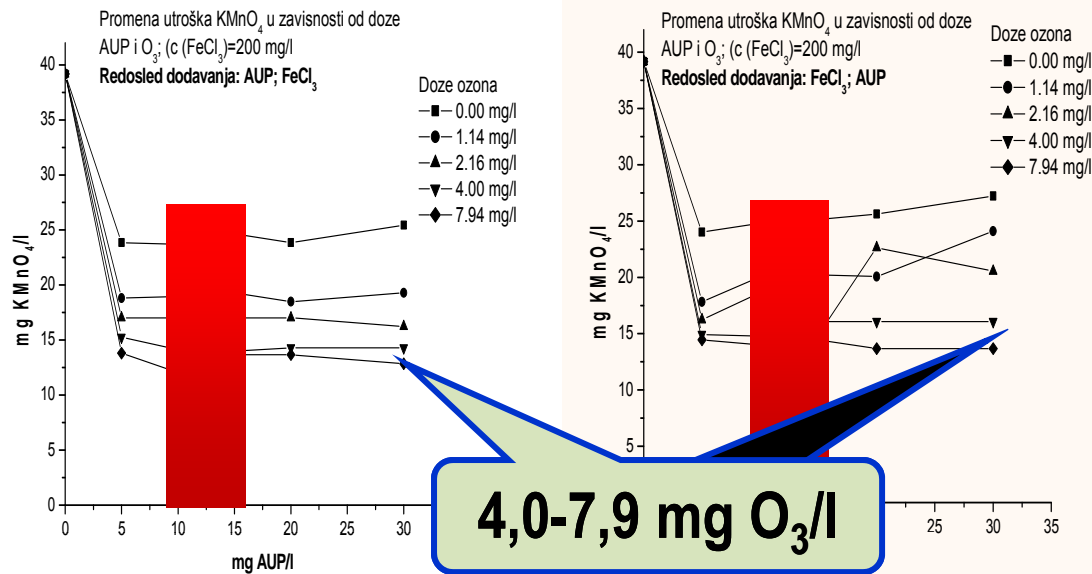
Uticaj UV/H₂O₂ na promenu sadržaja POM u vodi (UV/H₂O₂ hatása a TSZA mennyiségének változására a vízben)



Ne dolazi do formiranja bromata
Nem jön létre bromátképzés

Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

Proces predozonizacije i adsorpcije na aktivnom uglju u prahu (előózonozás és adszorpció aktív szénporon)



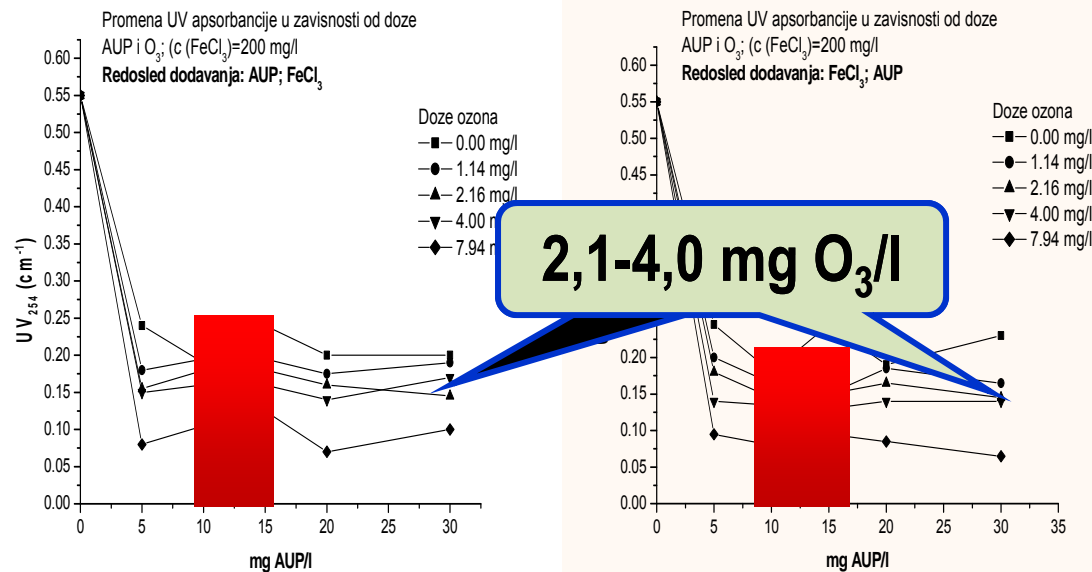
? 10-15 mg AUP/l

?? 7,9 mg O_3 /l

? 2,2-4,0 mg O_3 /l

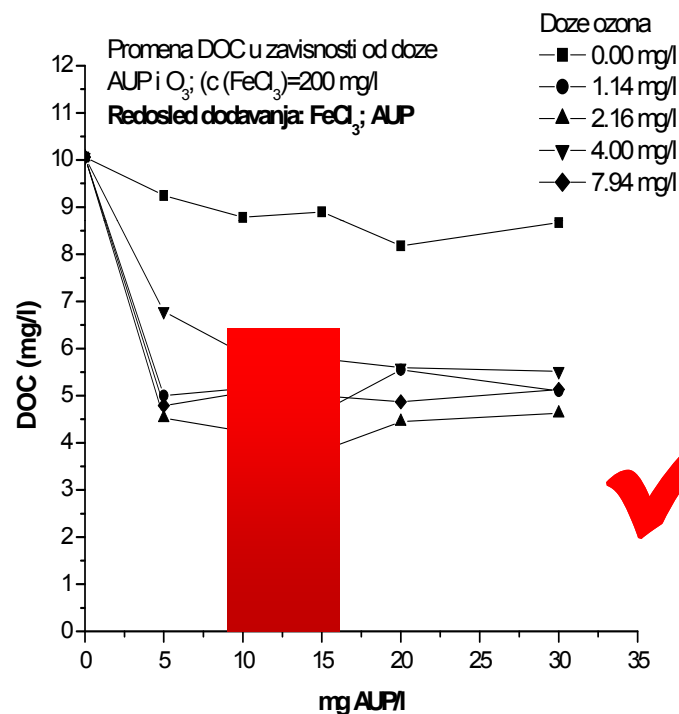
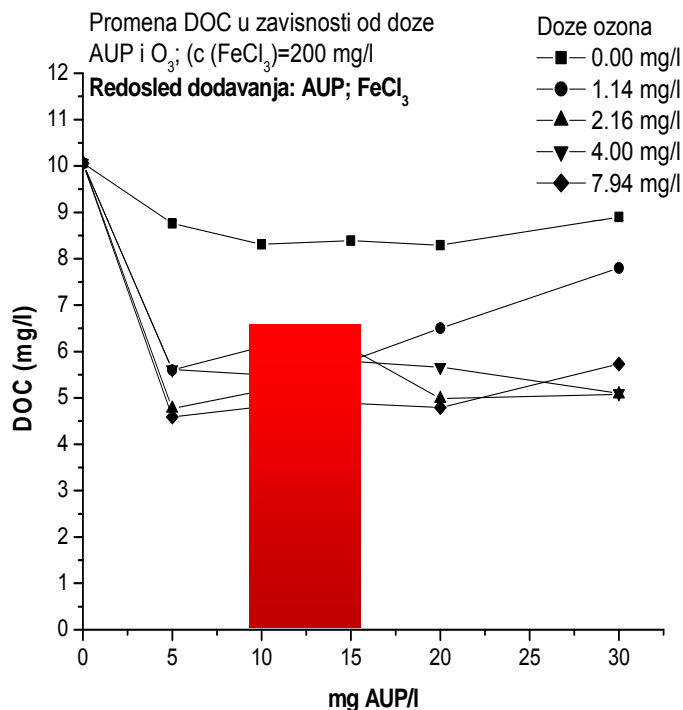
Uz korekciju pH

? 2,0-6,3 mg O_3 /l



Proces predozonizacije i adsorpcije na aktivnom uglju u prahu

(Előózonozás és adszorpció aktív szénporon)



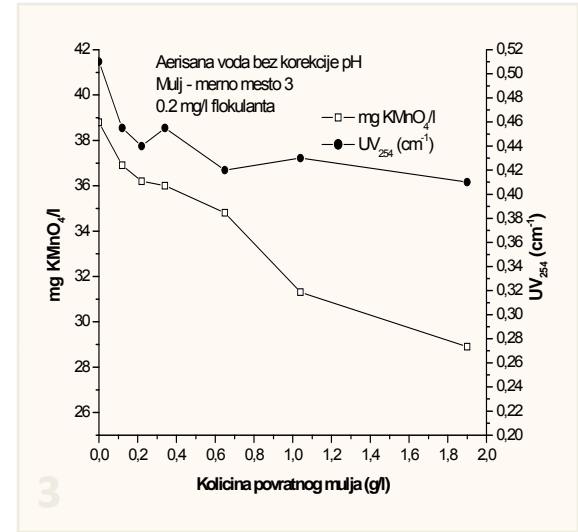
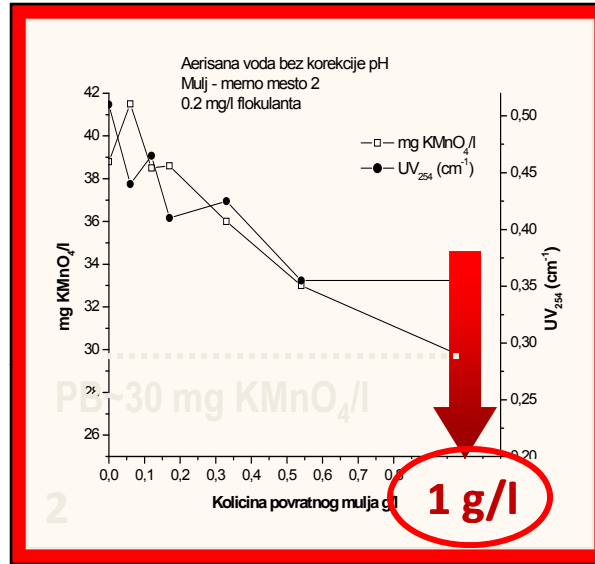
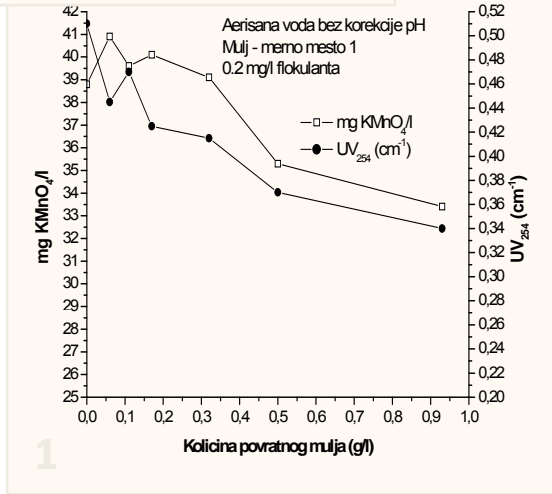
! 10-15 mg AUP/l

!! 2,2 mg O₃/l

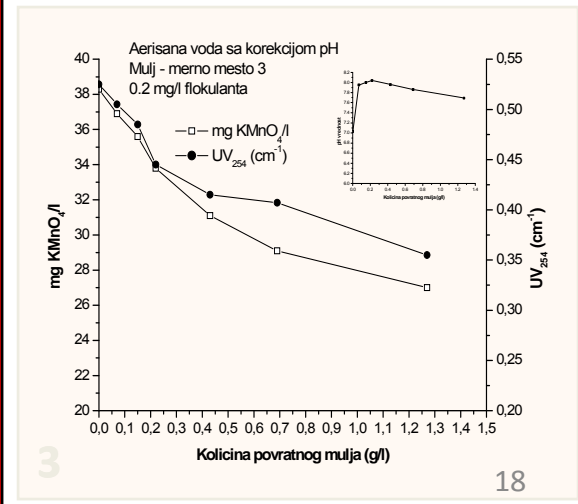
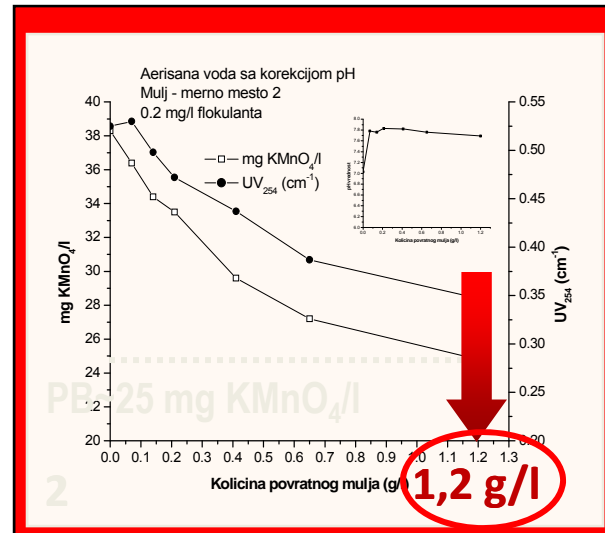
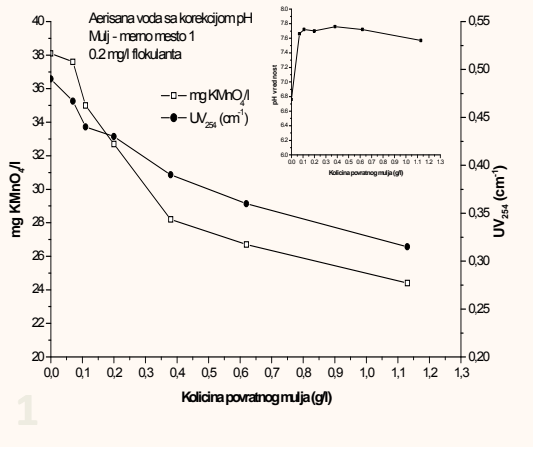
!!! FeCl₃ + AUP

Recirkulacija mulja – aerisana voda (Iz zap recirkulálása-aerált víz)

Bez korekcije pH



Sa korekcijom pH

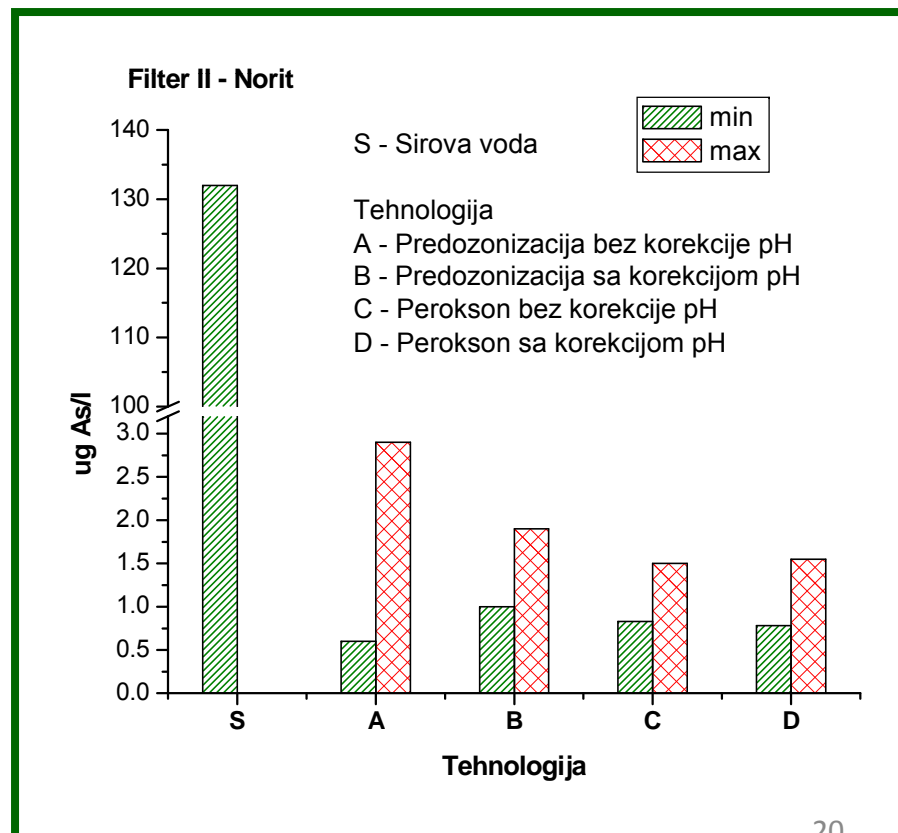
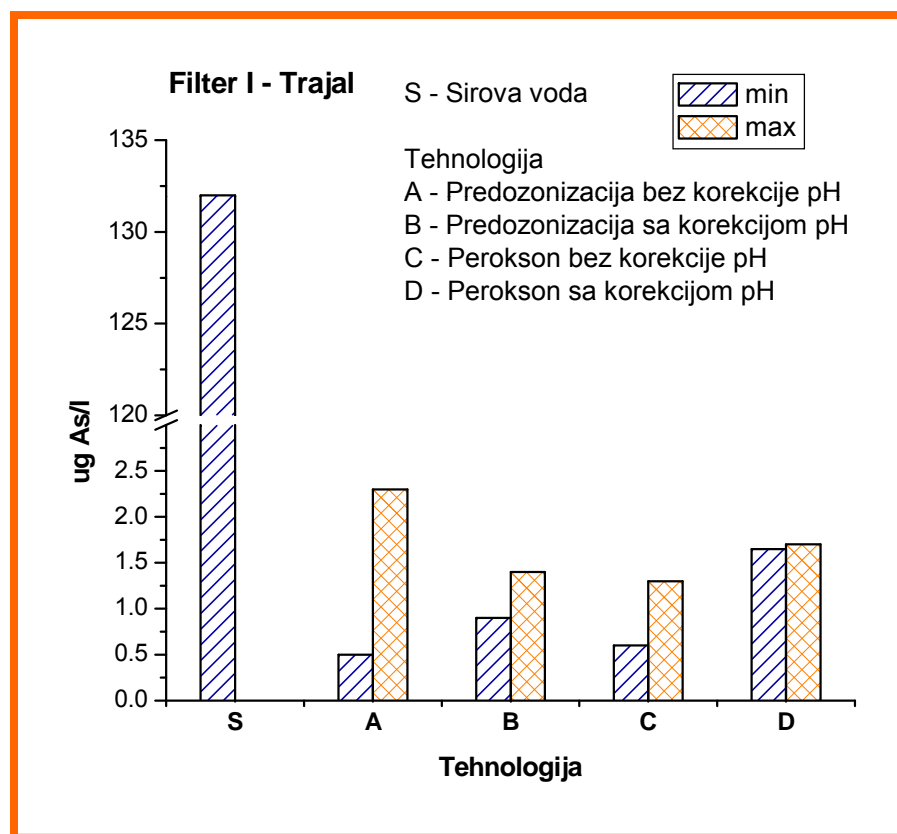


Recirkulacija mulja (Iszap recirkulálása)

PREDTRETMAN VODE	Korekcija pH sirove vode	
	NE	DA
Aeracija	1,0 g/l	1,2 g/l
Predozonizacija	0,8 g/l	0,4 g/l
Aeracija + vodonik-peroksid	g/l	1,4 g/l
Perokson	-	g/l
Aeracija + AUP	-	1,3 g/l
Predozonizacija + AUP	-	0,5 g/l
Aeracija + koagulacija	150 mg FeCl ₃ /l	
Predozonizacija + koagulacija	150 mg FeCl ₃ /l	

Sadržaj arsena u sirovoj vodi i vodi nakon primene različitih tretmana (Arzén mennyisége a nyersvízben és különböző kezelések után).

MDK za As: 10 $\mu\text{g/l}$



Primer: Projektovanje PILOT postrojenja za ispitivanje
pripreme vode

(Példa: PILOT berendezés tervezése a vízelőkészítés céljából)

PROJEKTOVANJE PILOT POSTROJENJA (Pilot berendezés tervezése)



PRORAČUN POSTROJENJA ZA PRIPREMU VODE I IZBOR OPREME- (ÍZELŐKÉSZÍTÉS ÉS MEGFELELŐ FELSZERELÉS BIZTOSÍTÁSA)

Kapacitet :

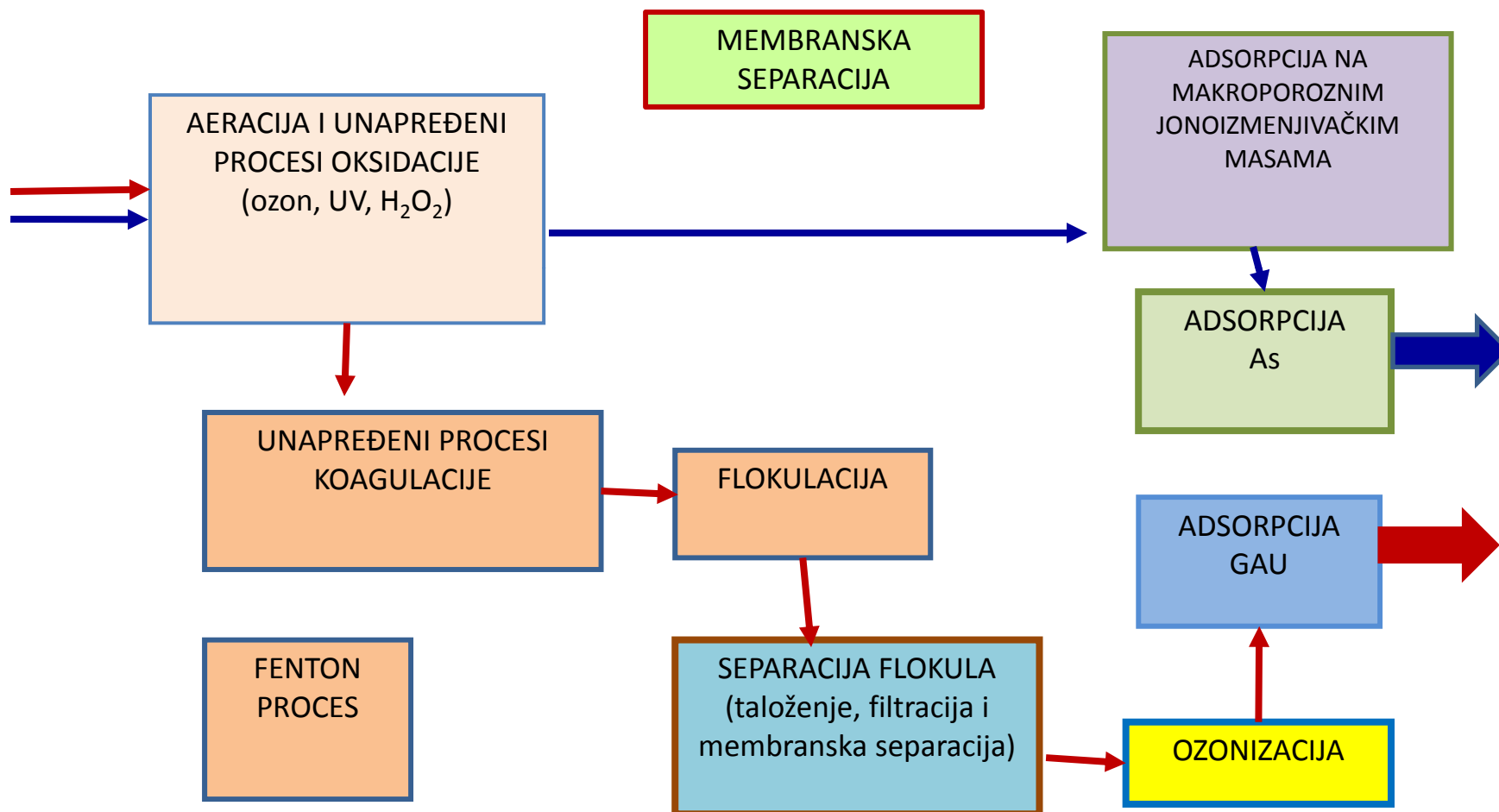
- (i) **minimalni kapacitet od 1 m³/h** za sledeće procese: unapređeni procesi oksidacije, poboljšana koagulacija/flokulacija, taloženje;
- (ii) **maksimalni kapacitet od 1 m³/h** za procese filtracije i adsorpcije, u zavisnosti od tehnološkog plana pripreme vode koji će se definisati tokom projektovanja Pilota;
- (iii) **maksimalni kapacitet od 0,5 m³/h** za membranski proces i hibridni membranski proces, u zavisnosti od tehnološkog plana pripreme vode koji će se definisati tokom projektovanja Pilota.

Proces pripreme vode za piće na Pilotu treba da obuhvati i konvencionalne procese i savremene procese.

- **Od konvencionalnih procesa obuhvatiti:**
 - (i) koagulaciju/flokulaciju;
 - (ii) taloženje;
 - (iii) filtraciju na peščanom ili antracitno-peščanom filtru;
 - (iv) adsorpciju na granulovanom aktivnom uglju (tzv. GAU filtracija).

- **Od savremenih procesa obuhvatiti:**
 - (i) unapređenu koagulaciju/flokulaciju (odnosno, koagulaciju/flokulaciju kombinovanu sa: dodatkom aktivnog uglja u prahu – AUP, prethodnom ozonizacijom, prethodnim unapređenim postupcima oksidacije);
 - (ii) ozonizaciju;
 - (iii) unapređene postupke oksidacije (različite kombinacije ozona, vodonikperoksida i UV zračenja; Fenton-ov proces);
 - (iv) adsorpciju na specifičnim adsorbentima (za uklanjanje arsena); jonsku izmenu i adsorpciju na jonoizmenjivačkoj smoli (za uklanjanje prirodnih organskih jedinjenja);
 - (v) membranski proces i hibridni membranski proces (koji će se izvoditi na prefabrikovanom membranskom uređaju, i za koji su predviđena odgovarajuća moguća mesta priključenja na osnovnu instalaciju Pilota).

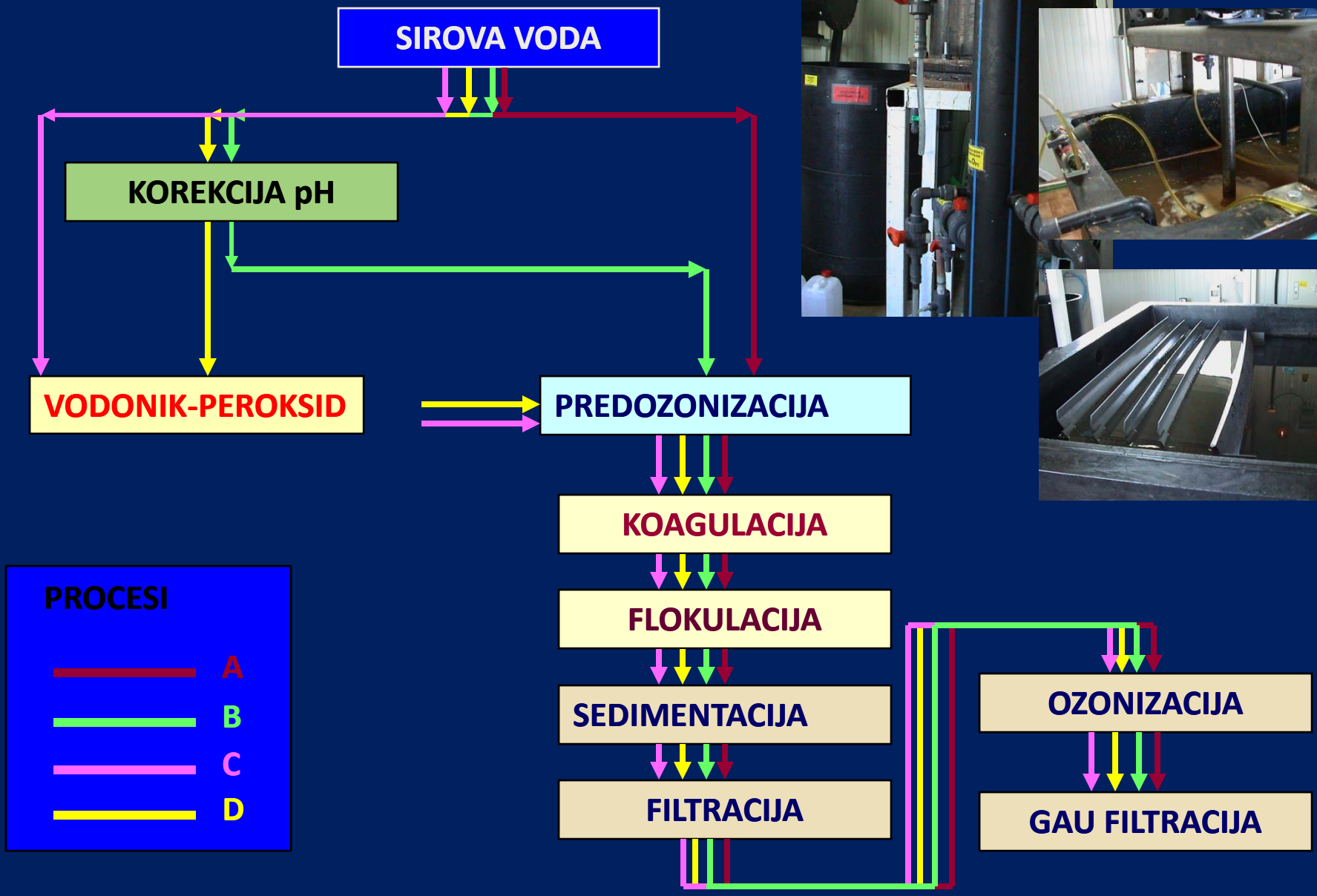
Moguće varijante koje se mogu ispitivati na PILOT-u (Lehetőségek melyek a pilot berendezésen vannak kipróbálva)



Pilot je tako konstruisan da može ispitati više varijanti procesa pripreme vode (u odnosu na kvalite vode potencijalnog izvora vodosnabdevanja, iz koga će se voda ispitivati na pilotu, definisaće se varijante koje će se realizovati na Pilotu), na primer:

- **Korekcija pH → aeracija/predozonizacija** → koagulacija i flokulacija → sedimentacija → **filtracija**
- **Korekcija pH → aeracija/predozonizacija** → koagulacija i flokulacija → sedimentacija → **filtracija → ozonizacija → adsorpcija na GAU**
- Korekcija pH → aeracija/predozonizacija → koagulacija i flokulacija → membranska tehnika separacije
- Korekcija pH → aeracija/predozonizacija → koagulacija i flokulacija → sedimentacija → membranska tehnika separacije
- Korekcija pH → unapređeni postupci oksidacije → filtracija
- **Korekcija pH → unapređeni postupci oksidacije → filtracija → adsorpcija na specifičnom adsorbentu**
- Korekcija pH → aeracija/predozonizacija → koagulacija i flokulacija → sedimentacija → filtracija → jonska izmena i adsorpcija na jonoizmenjivačkoj smoli → adsorpcija na specifičnom adsorbentu
- Korekcija pH → aeracija → jonska izmena i adsorpcija na jonoizmenjivačkoj smoli → adsorpcija na specifičnom adsorbentu.

Primer istraživanja na pilotu (Pilot kutatás példája)

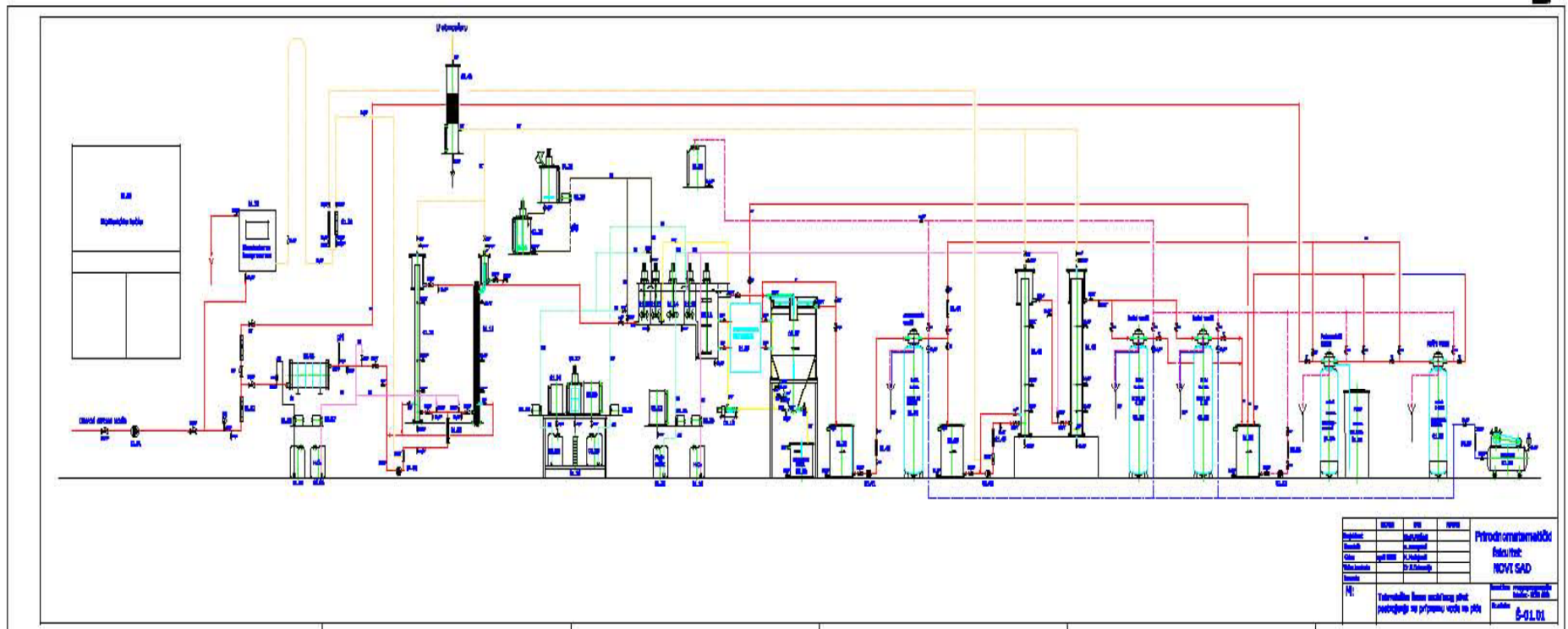


Na osnovu laboratorijskih ispitivanja, moguće faze pripreme vode na Pilotu sastojala bi se od sledećih faza/postupaka-:

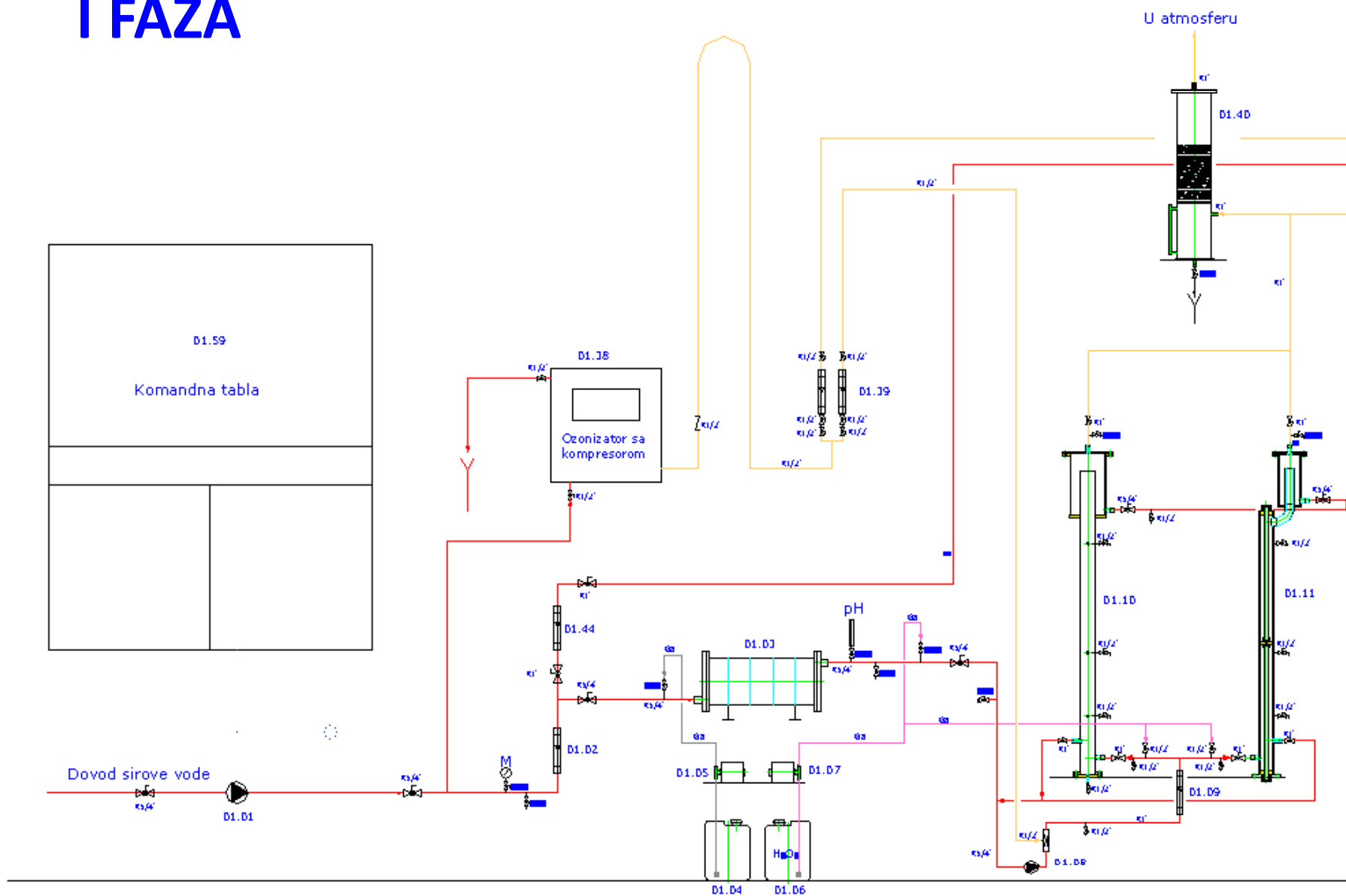
- **prethodna obrada vode** (priprema vode za dalju obradu) korekcijom pH, aeracijom i/ili predozonizacijom;
- **uklanjanje dela prirodnih organskih materija (POM) i mikropolutanata iz vode** (1) koagulacijom i flokulacijom, i (2) dodatkom aktivnog uglja u prahu (AUP);
- **separacija flokula i AUP iz vode** (1) taloženjem, (2) filtracijom (3) membranska separacija;
- **oksidaciona degradacija dela POM i modifikacija preostalih POM** u vodi ozonizacijom;
- **uklanjanje modifikovanih POM adsorpcijom i biološkom razgradnjom** na granulovanom aktivnom uglju (GAU);
- **biološko uklanjanje amonijaka** na peščanom filtru ili filtru sa GAU;
- **uklanjanje arsena adsorpcijom** na ferioksidu (filtri sa peskom prevučeni slojem ferioksida; u daljem tekstu: gvožđeviti pesak);
- **uklanjanje preostalih POM jonskom izmenom** i adsorpcijom na anjonskoj jonoizmenjivačkoj smoli;
- **uklanjanje POM i ostalih nepoželjnih materija** – preostalih u vodi posle prethodne obrade, koagulacije i flokulacije, i separacije flokula i AUP – završnom obradom vode membranskom tehnikom (ili kombinacijom membranskih tehnika).



Šema pilota (pilot shémája)

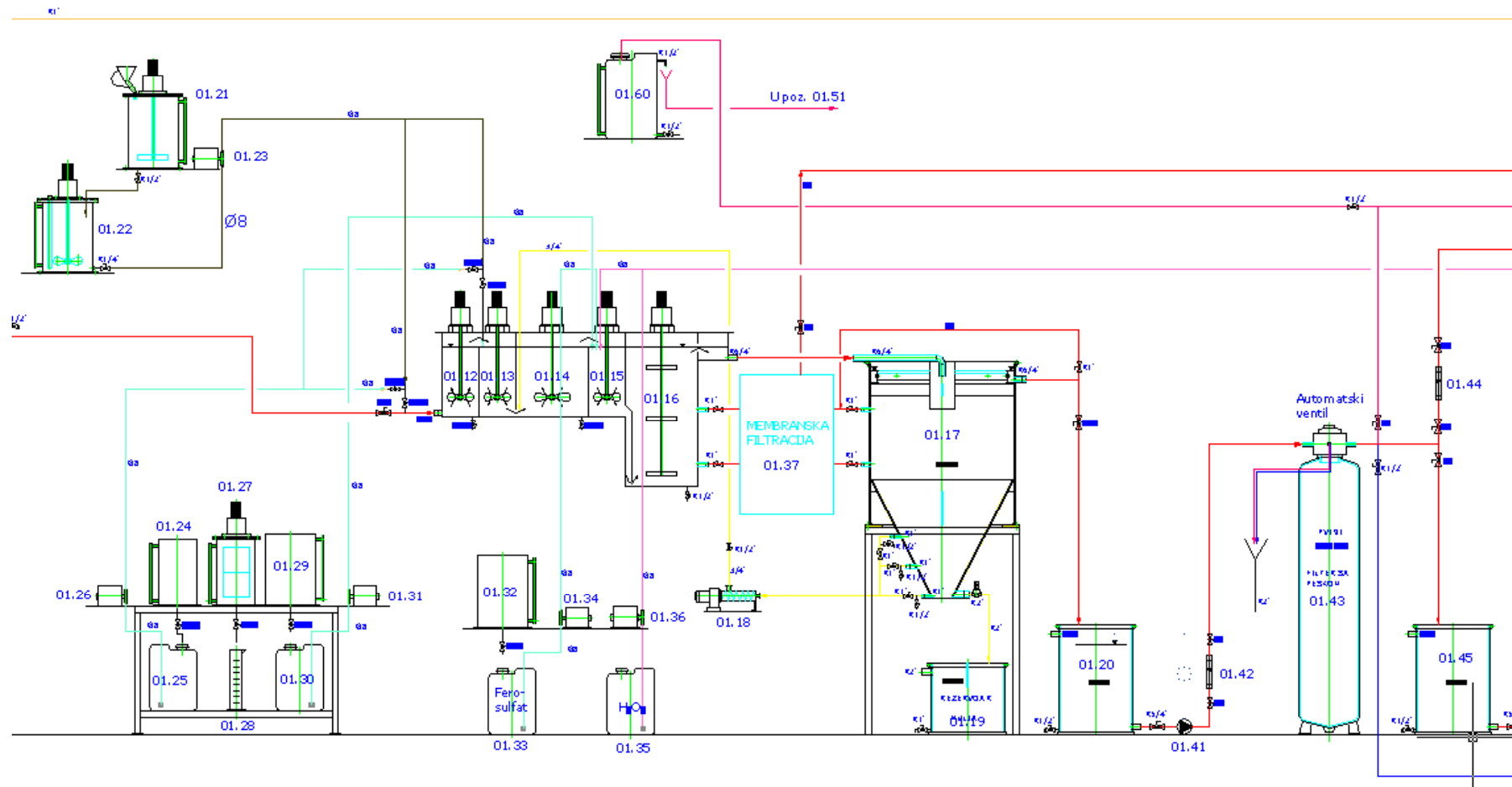


I FAZA



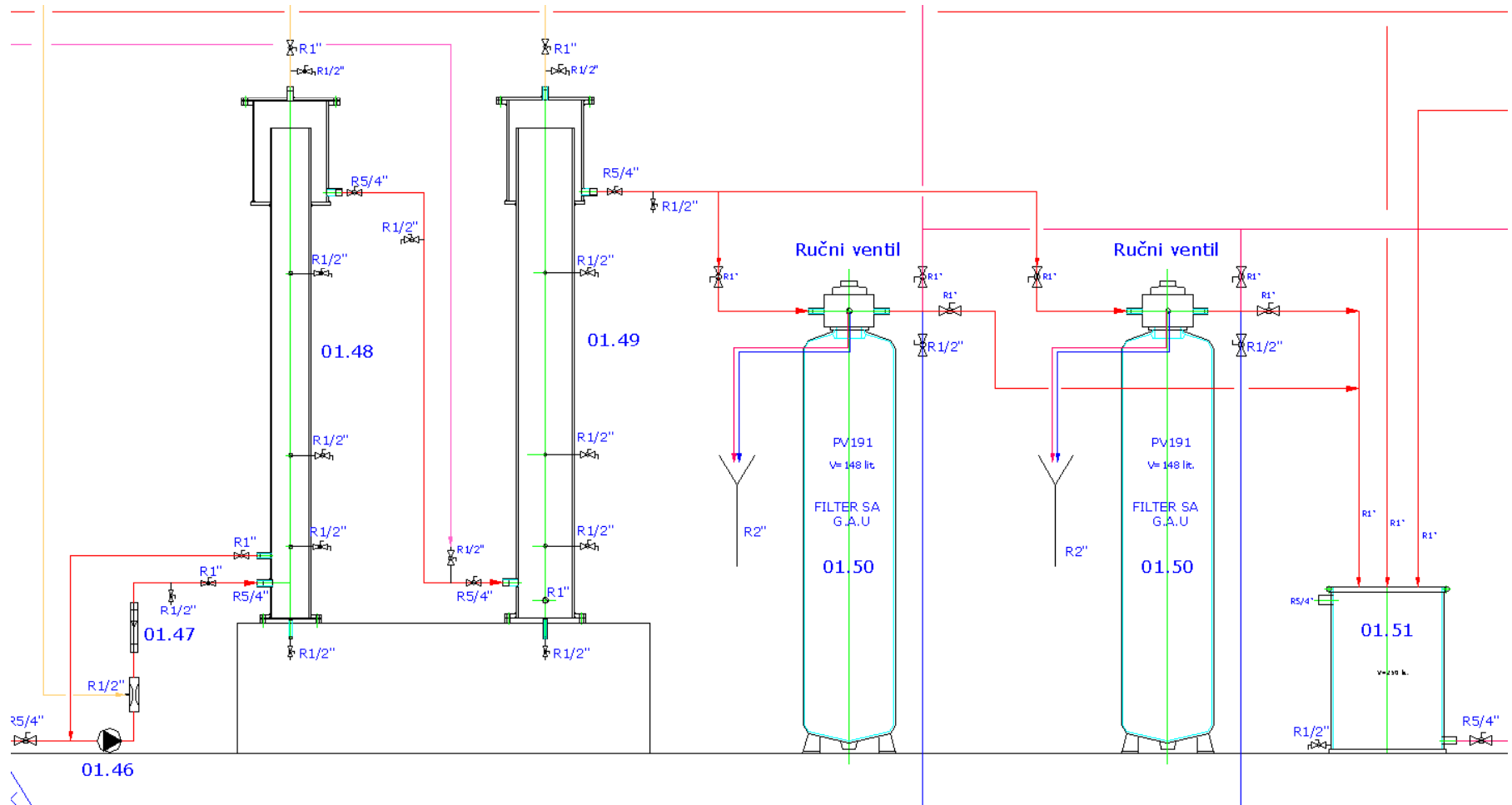


II FAZA



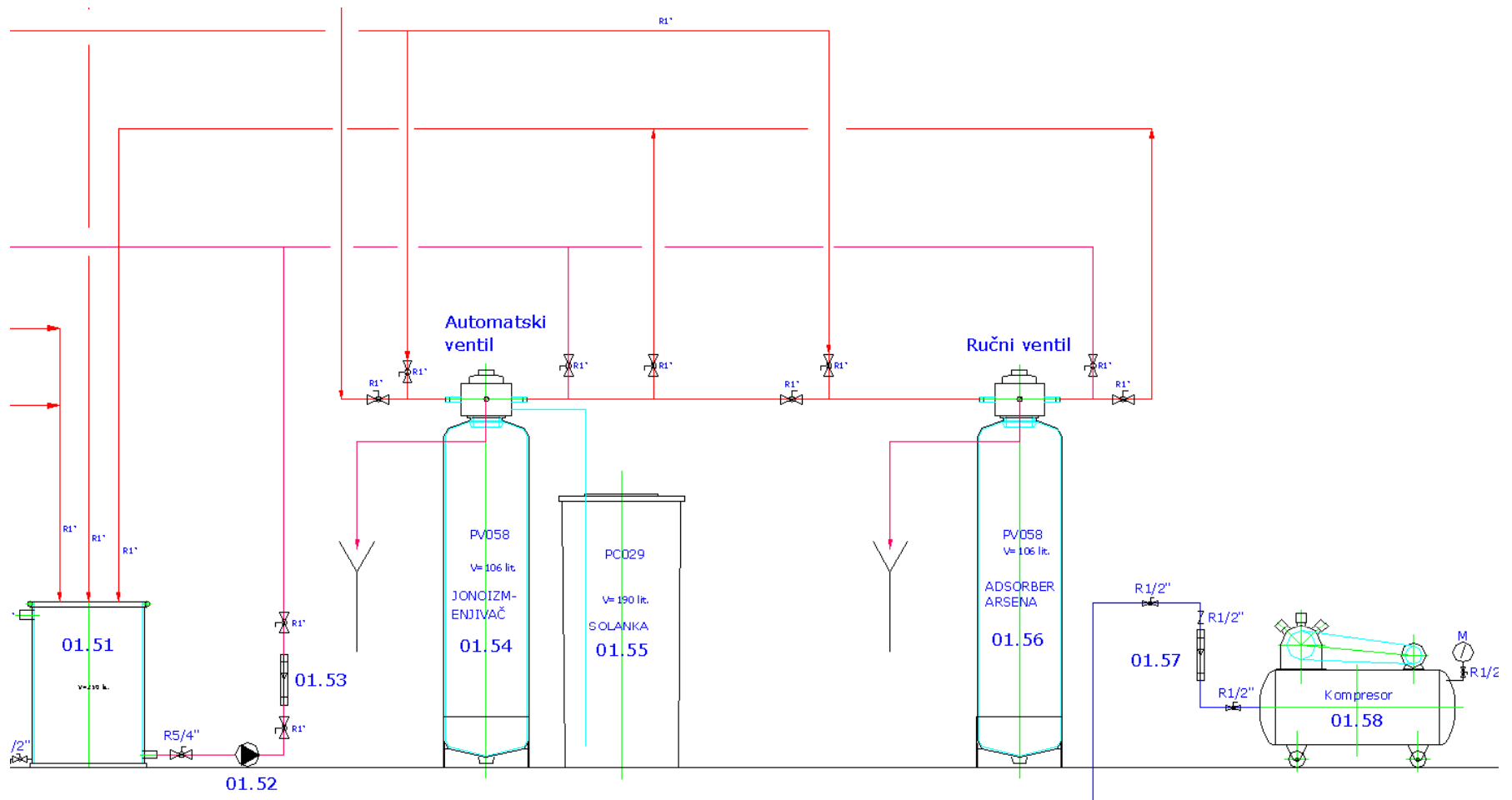


III FAZA





IV FAZA

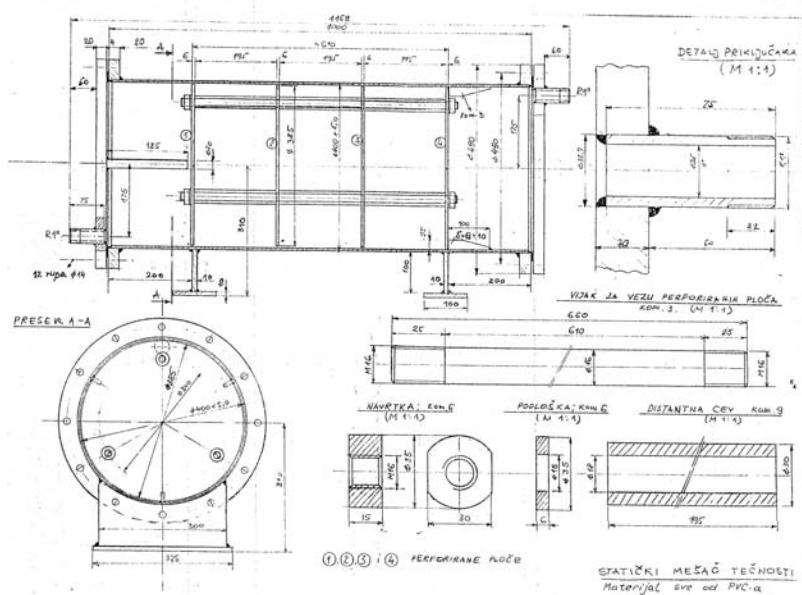


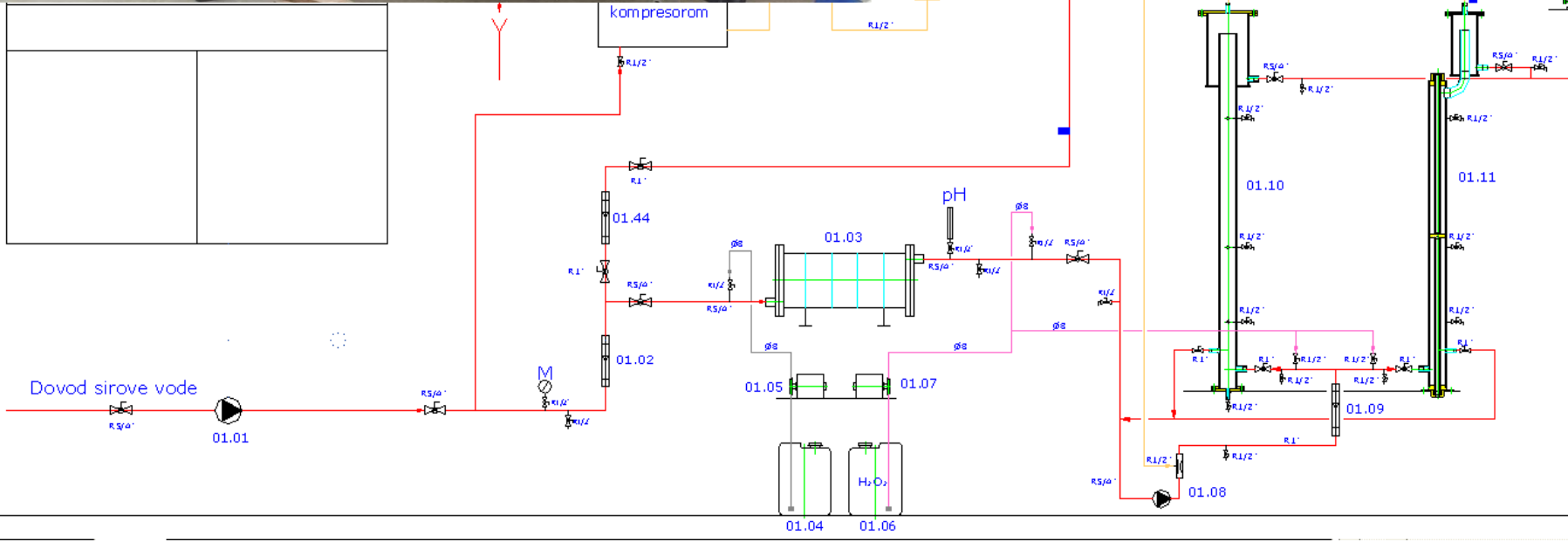
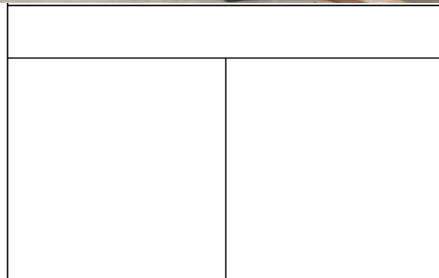


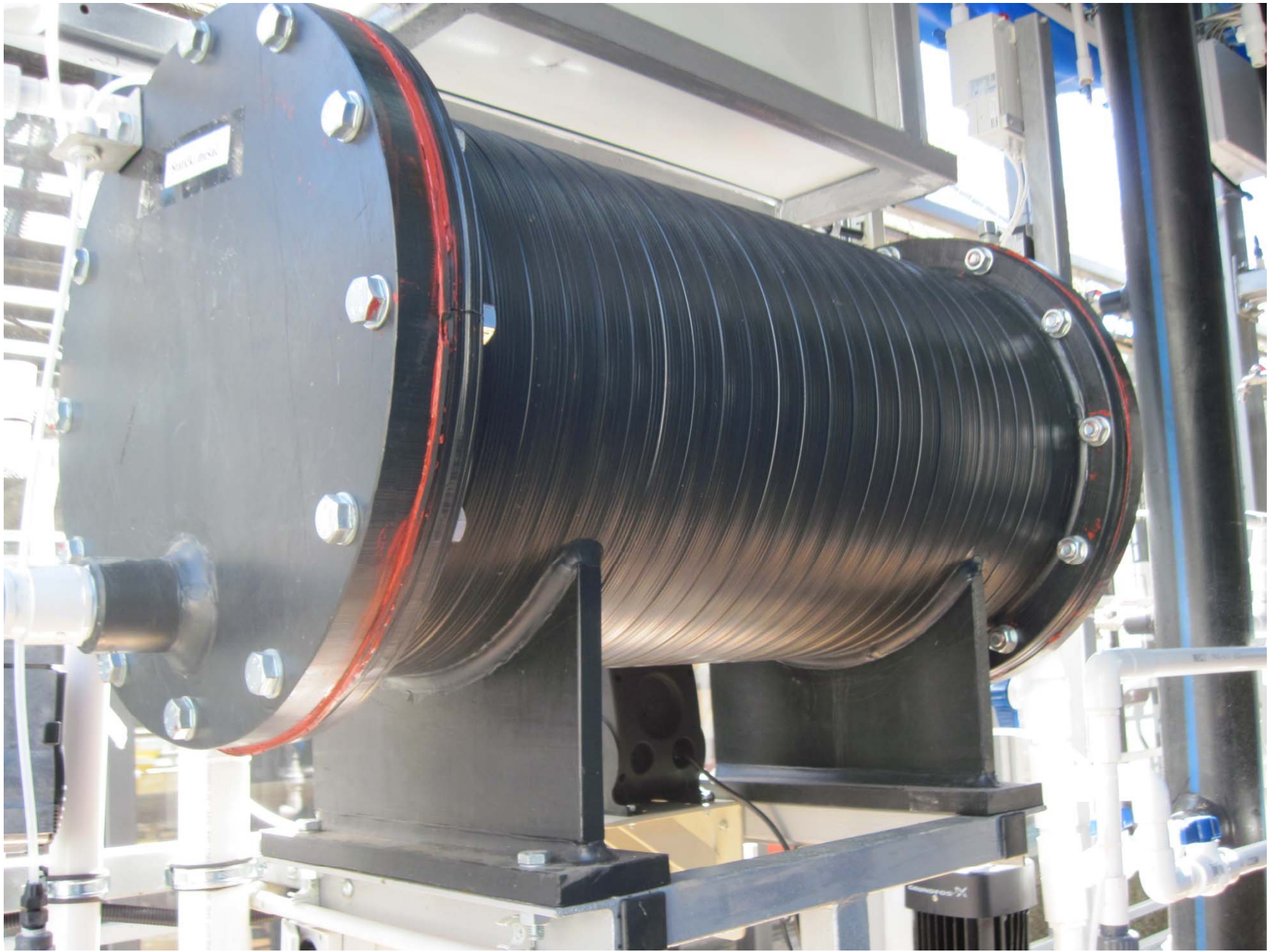
Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

Korekcija pH kiselinama (pH korekció savakkal)

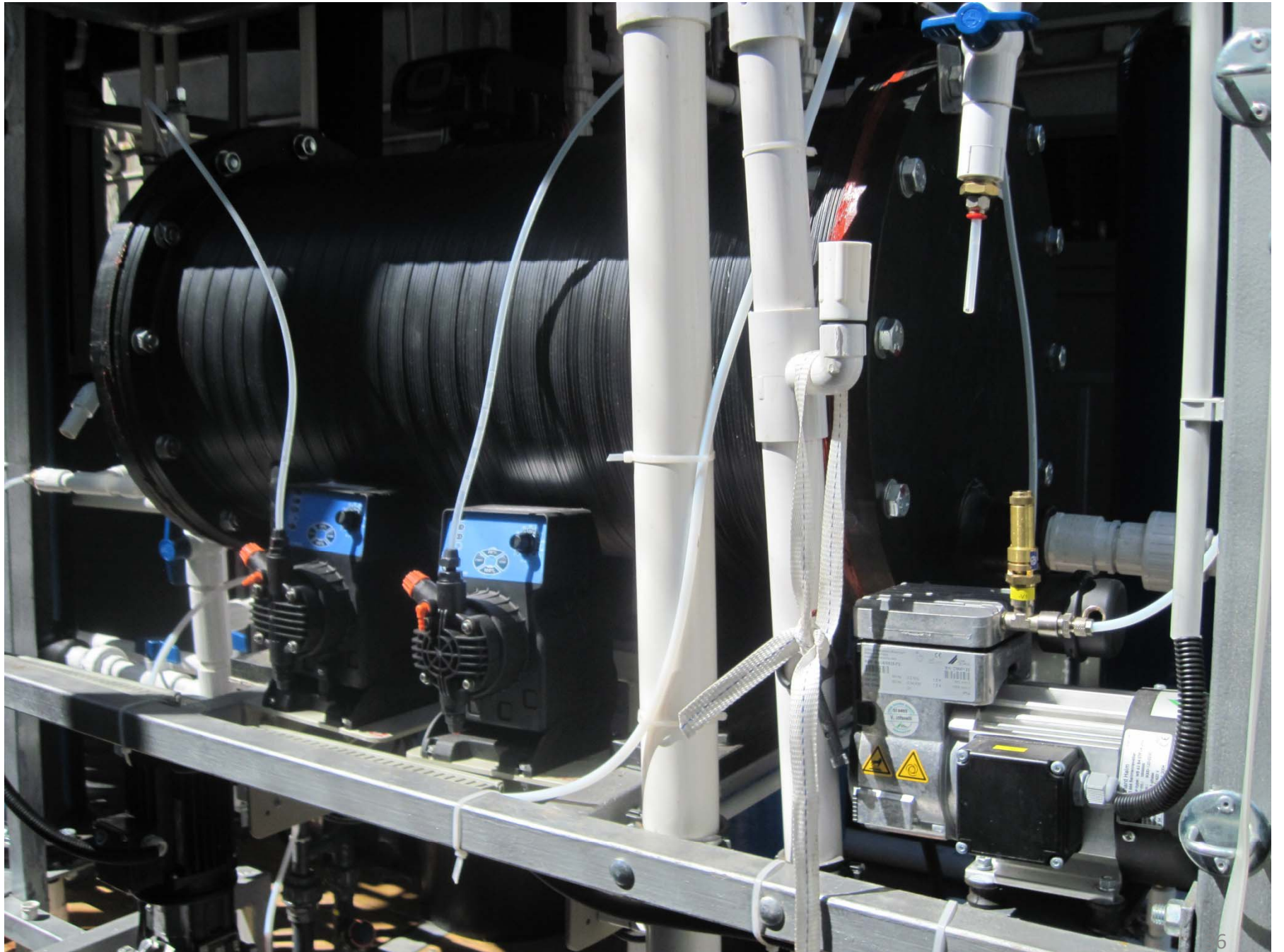
- Zakišeljavanje se izvodi tako što se rastvor kiseline dozir-pumpom ubacuje u cevovod neposredno pre **statičkog mešača**.
- Iza statičkog mešača je mesto za merenje pH, signal sa pH-senzora se obrađuje u analizatoru pH i regulatornoj jedinici, iz koga se šalje signal za korekciju doze kiseline na dozir-pumpu.







Novi Sad, 05-06 septembar 2013.



Aeracija (**Aeráció**)

- **Primarni cilj aeracije je uklanjanje rastvorenih gasova iz vode: ugljendioksida, vodoniksulfida i metana.**
 - Ugljendioksid je jedan od uzročnika korozivnog delovanja vode;
 - vodoniksulfid se uklanja zbog popravljavanja organoleptike vode;
 - metan je potencijalno opasan zbog mogućnosti njegovog nakupljanja u instalacijama vodovoda i stvaranja eksplozivne smeše sa vazduhom.
- rastvoreni kiseonik je potreban i za reakcije deferizacije i demanganizacije, kao i za biološko uklanjanje amonijaka.
- **Uklanjanje gasova iz vode se izvodi stripingom sa vazduhom koji se uvodi tokom aeracije, barbotiranjem vode vazduhom u koloni za aeraciju/predozonizaciju**



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

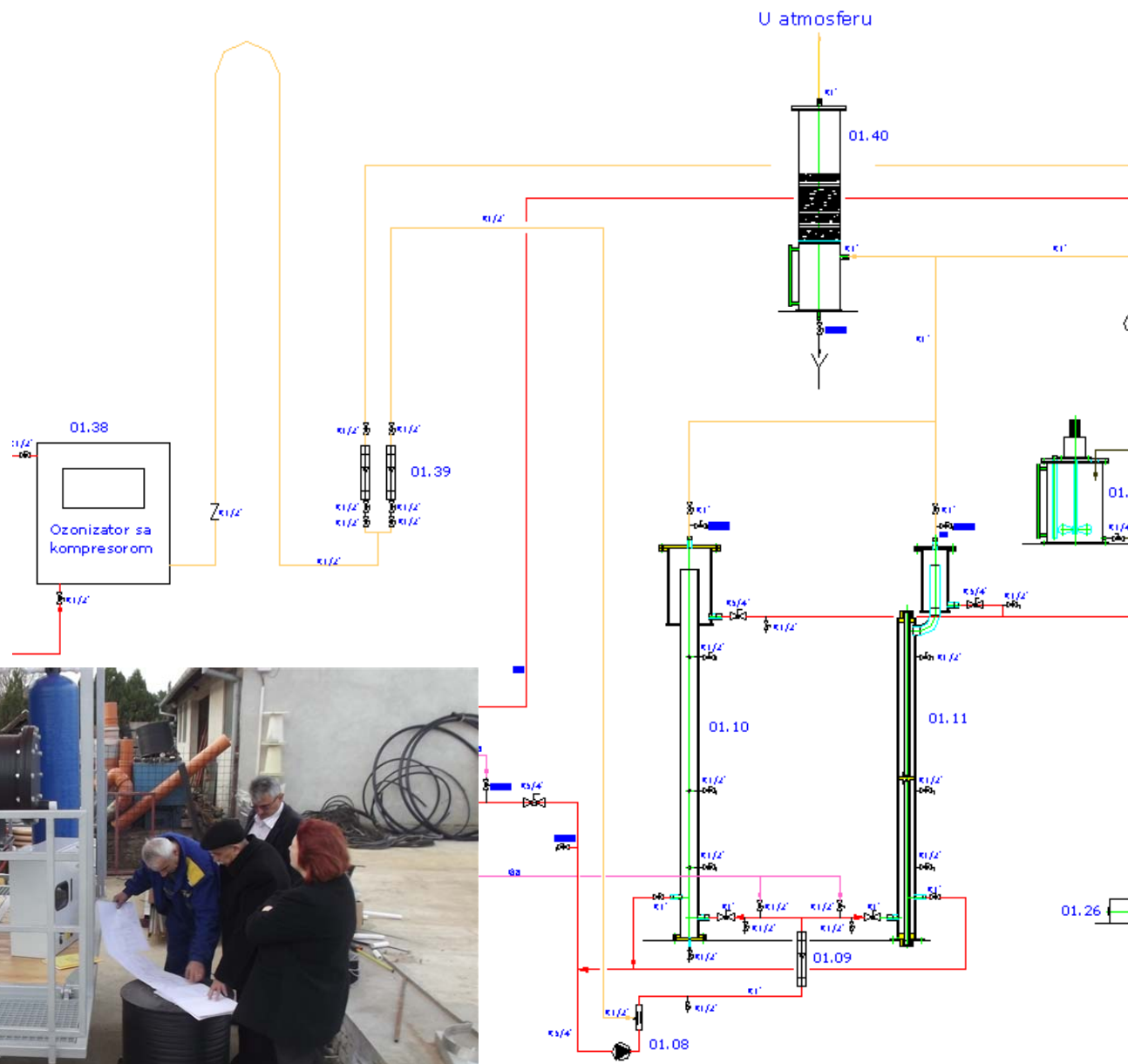
39

Preozonizacija (Előózonozás)

- Od preozonizacije vode očekuje se u prvom redu uticaj na hemijsku strukturu prirodnih organskih materija (POM), čime će se poboljšati efekat koagulacije i flokulacije u uklanjanju POM.
- Voda se u kolonu za aeraciju/preozonizaciju uvodi pri dnu. Ozon se u vodu neposredno pre kolone unosi odgovarajućim injektorom.
- Na koloni za preozonizaciju predviđena je mogućnost dovođenja **vodonikperoksida (H_2O_2)**, čime se preozonizacija može prevesti u *unapređeni postupak oksidacije* – kombinacijom ozona i vodonikperoksida ($O_3 + H_2O_2$)



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program





Novi Sad, 05-06 septembar 2013.





Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

UNAPREĐENI PROCESI OKSIDACIJE

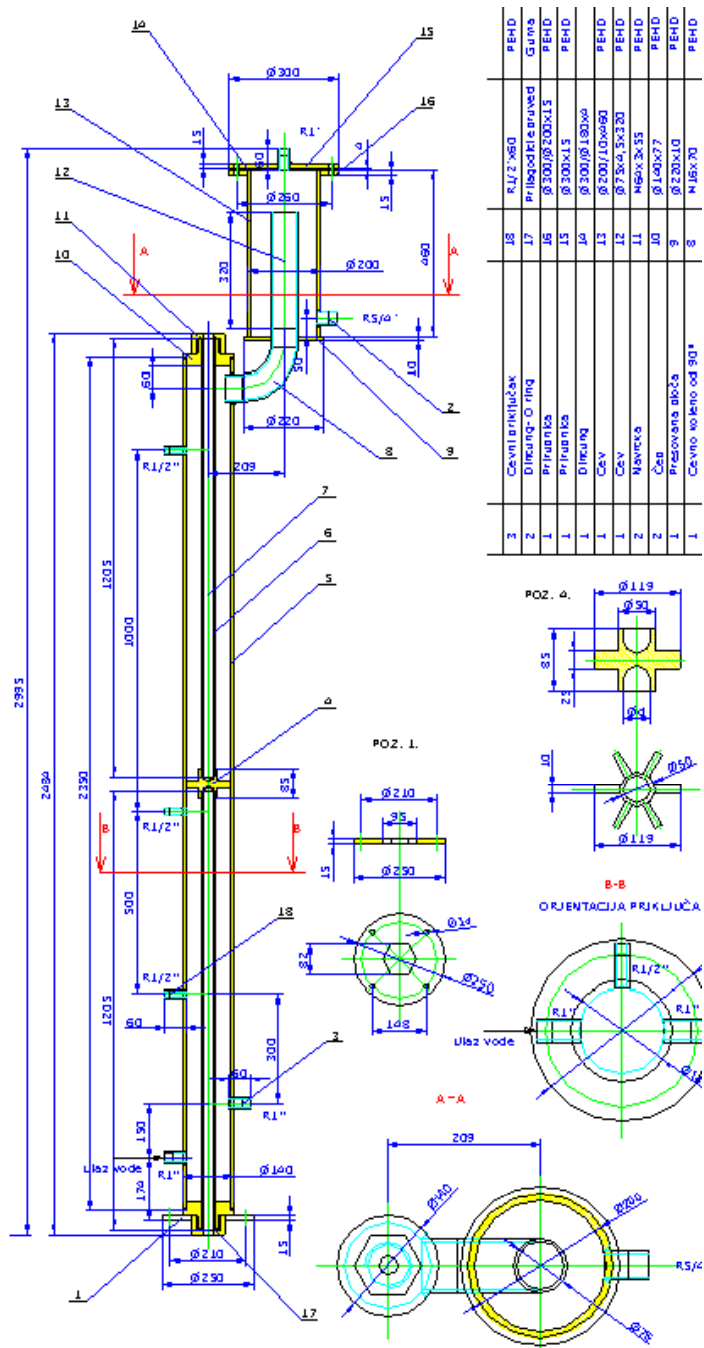
(Magasabb rendű oxidációs folyamatok)

- Unapređeni procesi oksidacije (na engleskom: Advanced Oxidation Processes), akronim: AOPs, **zasnivaju se na generisanju visoko reaktivnih intermedijera kao što su hidroksil radikali ($\cdot\text{OH}$)**, koji mogu putem lančanih reakcija oksidacije dovesti do destrukcije organskih materija (i ne samo njih) u vodi.
- Hidroksil radikali su sposobni da reaguju sa velikim brojem organskih molekula uz konstantu brzine reakcije reda veličine 10^6 - 10^9 mol l⁻¹s⁻¹.
- **Karakteriše ih takođe i mala selektivnost**, što ih čini veoma efikasnim oksidacionim sredstvom, jer veoma brzo reaguju sa organskim i neorganskim materijama. Zbog izrazitog potencijala u obradi organskih materija u vodi u različitim koncentracijama, ovi procesi su našli primenu kako u prečišćavanju otpadnih voda, tako i u pripremu vode za piće.

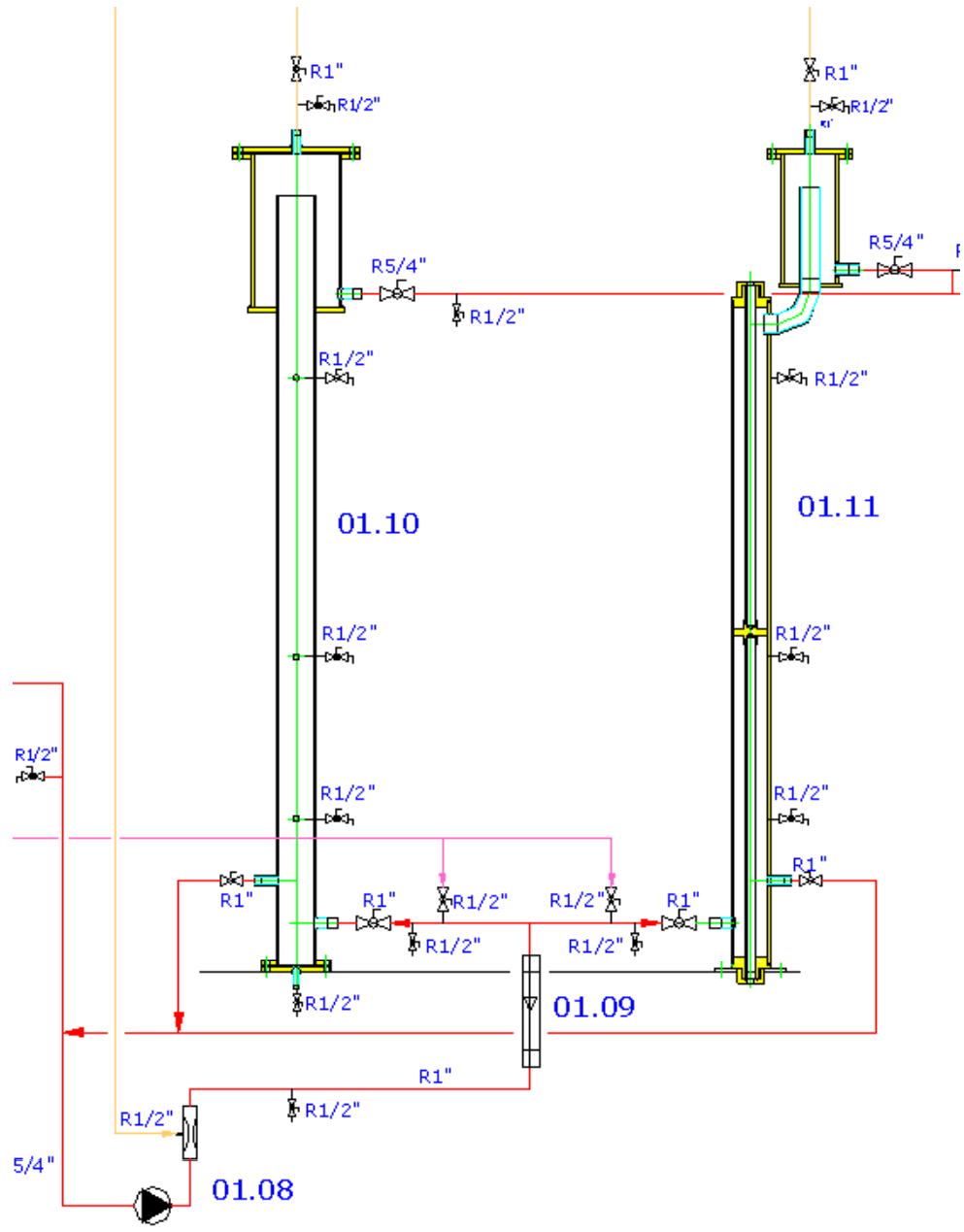
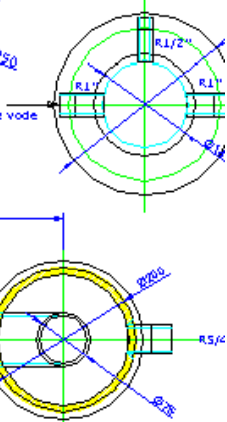
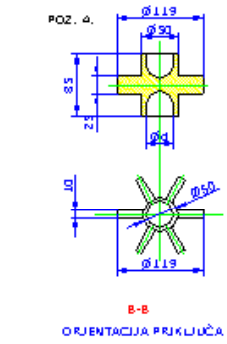
Najviše ispitivani unapređeni procesi oksidacije za pripremu vode

(Legtöbbbet kutatott oxidációs folyamatok víztisztításnál)

Ne-fotohemijski procesi	Fotohemijski procesi
Ozonizacija u baznoj sredini (pH > 8,5)	Procesi oksidacije na bazi UV zračenja
O ₃ /H ₂ O ₂	H ₂ O ₂ /UV ($\lambda \leq 300$ nm)
Fenton (Fe ²⁺ /H ₂ O ₂)	O ₃ /UV ($\lambda \leq 320$ nm)
Fenton-slični procesi („Fenton-like“)	O ₃ /H ₂ O ₂ /UV ($\lambda \leq 320$ nm)
Ultrazvuk (US)	Foto-Fenton (Fe ²⁺ /H ₂ O ₂ /UV) ($\lambda \leq 550$ nm)
H ₂ O ₂ /US	Fotoelektro-Fenton ($\lambda \leq 550$ nm)
O ₃ /US	Heterogena fotokataliza (TiO ₂ /UV)
Fenton/US	Sonofotokataliza
Elektrohemijska oksidacija	Fotoliza vode u ultravakuumu (VUV)
Oksidacija u superkričnoj vodi	($\lambda \leq 190$ nm)
Jonizacija	Mikrotalasi
Oksidacija vlažnim vazduhom	



18	PEHD
17	PEHD
16	PEHD
15	PEHD
14	PEHD
13	PEHD
12	PEHD
11	PEHD
10	PEHD
9	PEHD
8	PEHD
7	PEHD
6	PEHD
5	PEHD
4	PEHD
3	PEHD
2	PEHD
1	PEHD

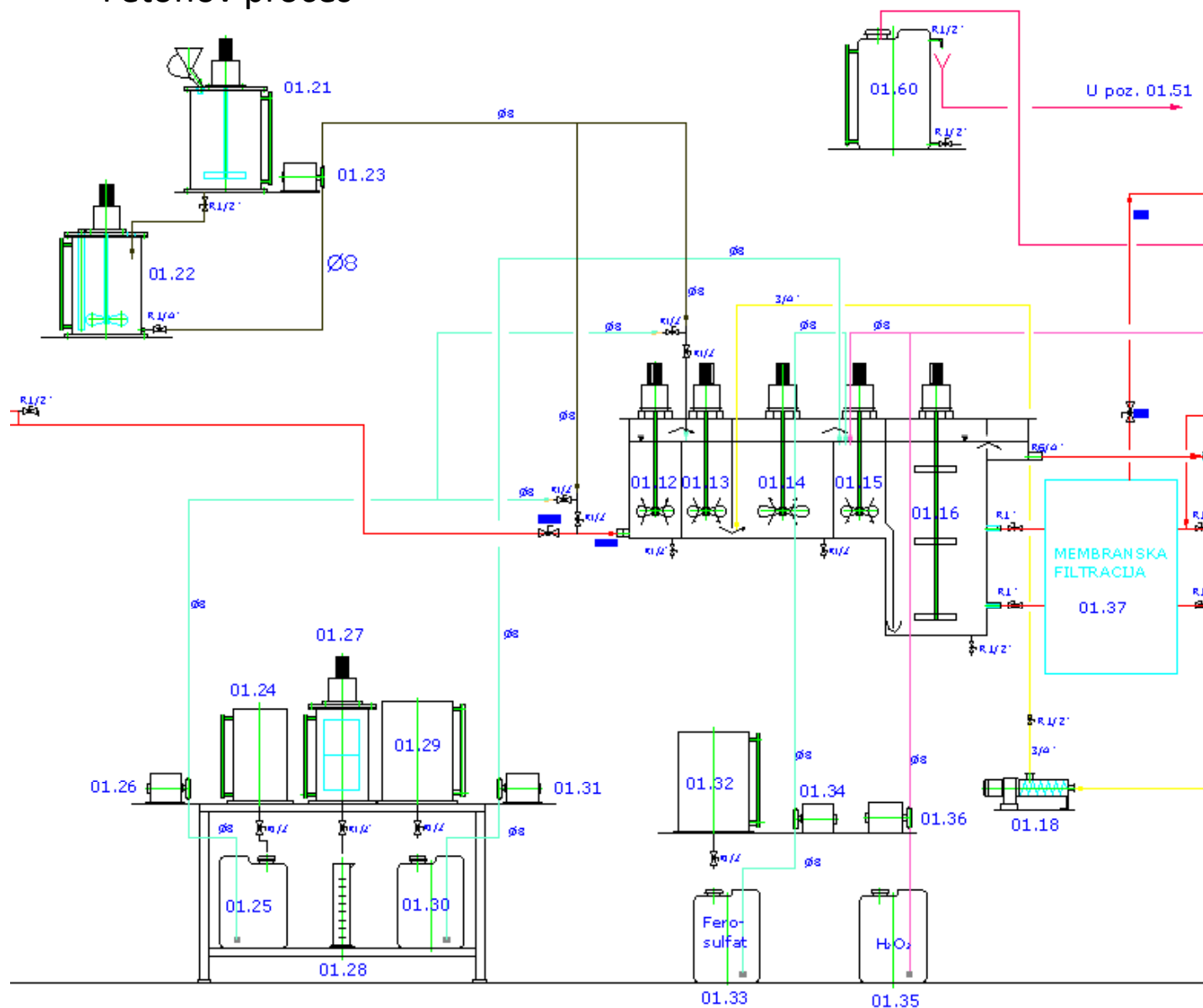






Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

Fetonov proces





Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

**KOAGULACIJA, DODAVANJE AKTIVNOG UGLJA U PRAHU,
RECIRKULACIJA FLOKULACIONOG MULJA, DODAVANJE FLOKULANTA,
FLOKULACIJA**

**(KOAGULÁCIÓ, AKTÍV SZÉNPOROS KEZELÉS, A FLOKULÁCIÓS ISZAP
KEZELÉSE, FLOKULÁNS HOZZÁADÁSA, FLOKULÁCIÓ)**

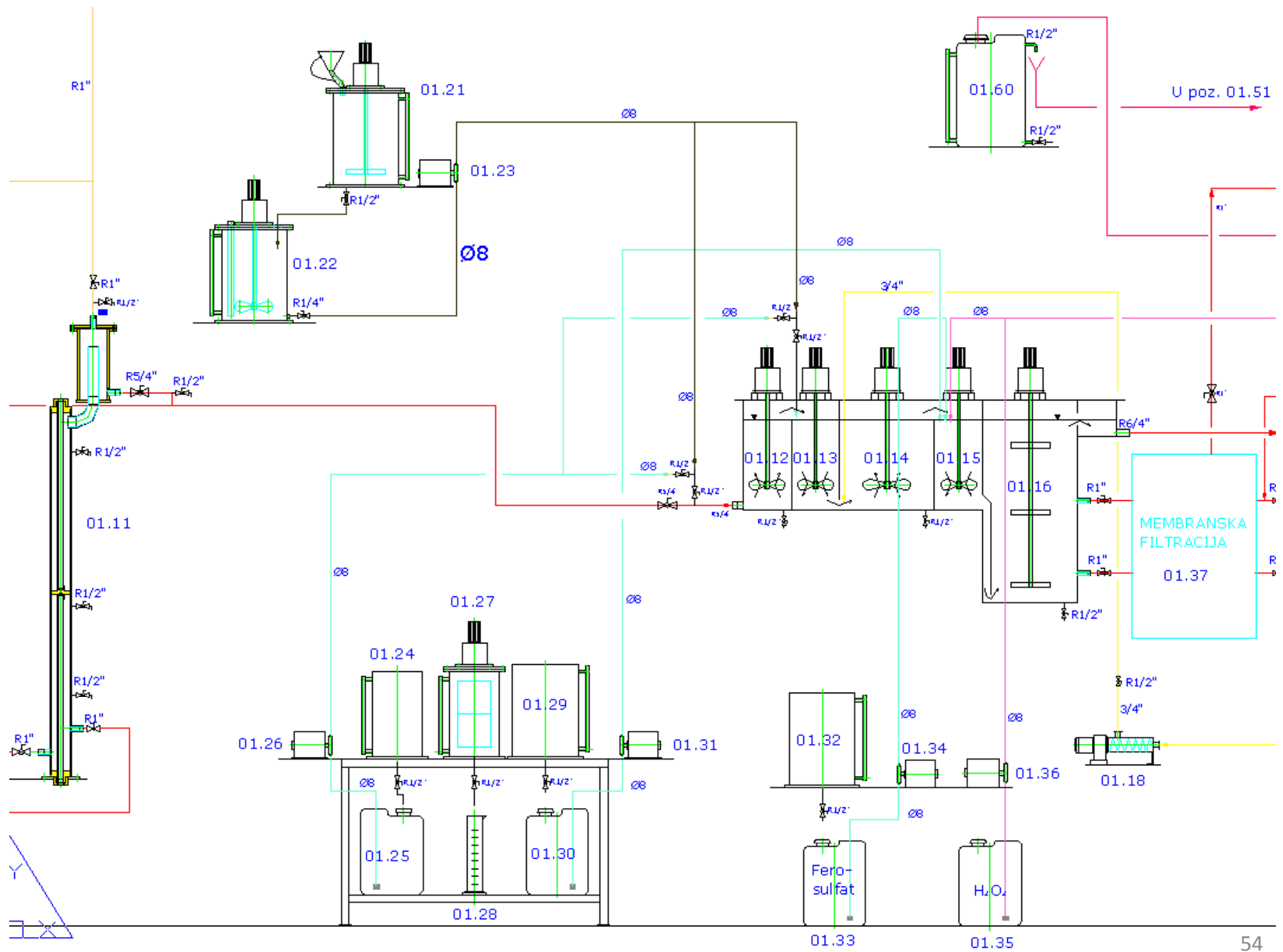
- **Unapređen proces koagulacije i flokulacije prvenstveno je usmeren na smanjenje sadržaja prirodnih organskih materija (POM) u vodi:** direktnom precipitacijom dela POM i adsorpcijom POM na prethodno formiranim flokulama koagulanta; **ali i na uklanjanje dela arsena iz vode.**
- Efikasnost uklanjanja POM koagulacijom i flokulacijom, odnosno prevođenje konvencionalnog postupka koagulacije i flokulacije u **unapređeni** proces, može se poboljšati dodavanjem aktivnog uglja u prahu (AUP), pri čemu aktivni ugalj u prahu i flokule koagulanta uklanjaju različite tipove organskih materija iz vode, tako da ne konkurišu jedno drugom.
- Od dodavanja AUP se očekuje smanjenje doze koagulanta. Aktivni ugalj u prahu se uklanja zajedno sa flokulama.

Predviđeno je da se faza koagulacije i flokulacije (podsklop na Pilotu) izvodi u pet podfaza (A koaguláció és flokuláció folyamata öt alfázisban van végrehajtva):

- (1) koagulacija** – dodavanje koagulanta i kontakt koagulanta sa vodom;
- (2) dodavanje AUP** i kontakt AUP sa vodom;
- (3) recirkulacija flokulacionog mulja** i kontakt mulja sa vodom;
- (4) dodavanje flokulanta** i njegovo mešanje sa vodom; i
- (5) flokulacija.**

Recirkulacija flokulacionog mulja u koagulaciju i flokulaciju je dobro poznata tehnika, kojom se obezbeđuje bolja flokulacija. Dodatak flokulanta je obično neophodan kada se koagulacija i flokulacija obavlja sa vodom u kojoj je visok sadržaj POM.

Svaka podfaza izvodi se u zasebnoj komori snabdevenom mešalicom. Komore se nalaze u direktnoj hidrauličkoj vezi.





Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



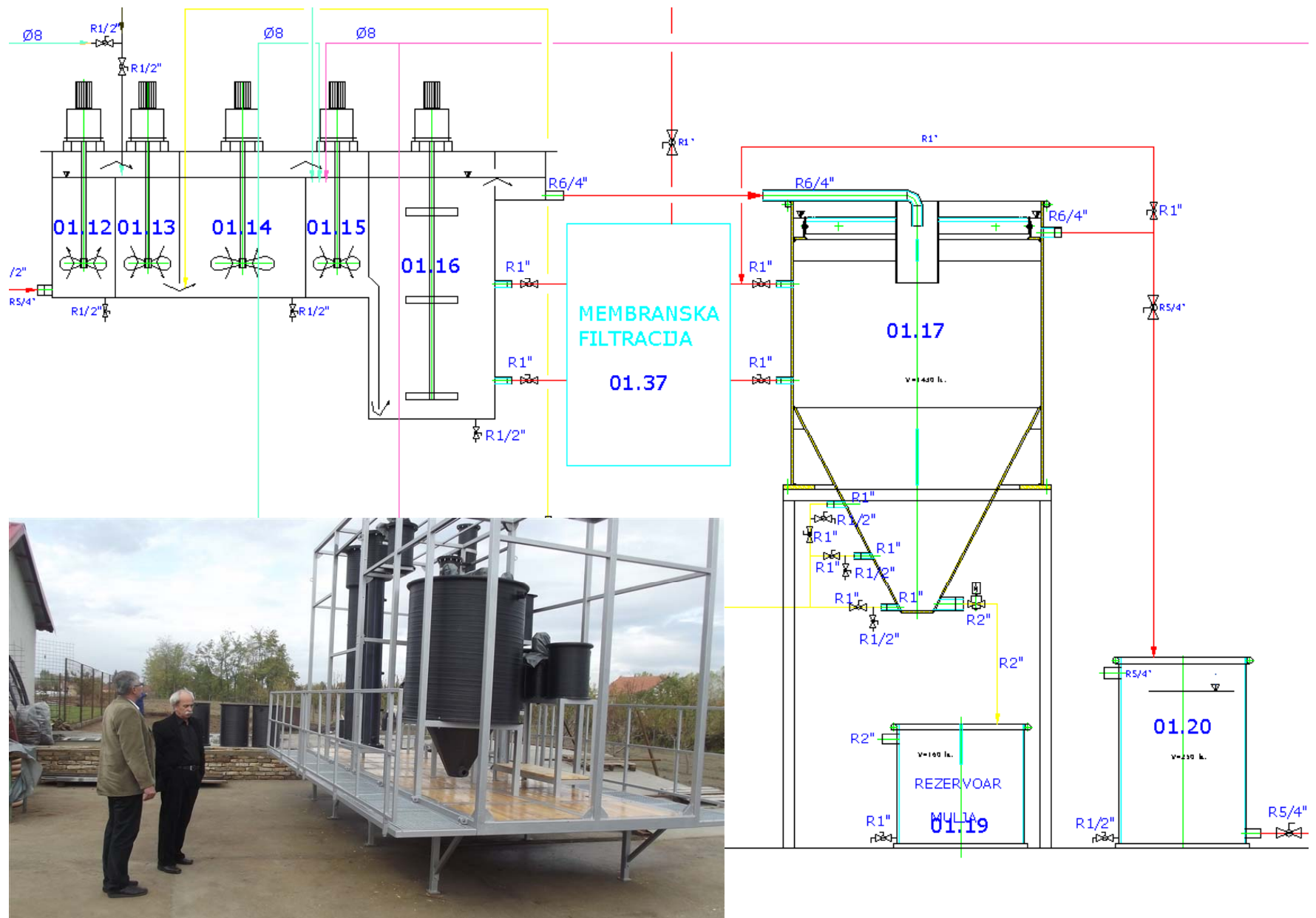
Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

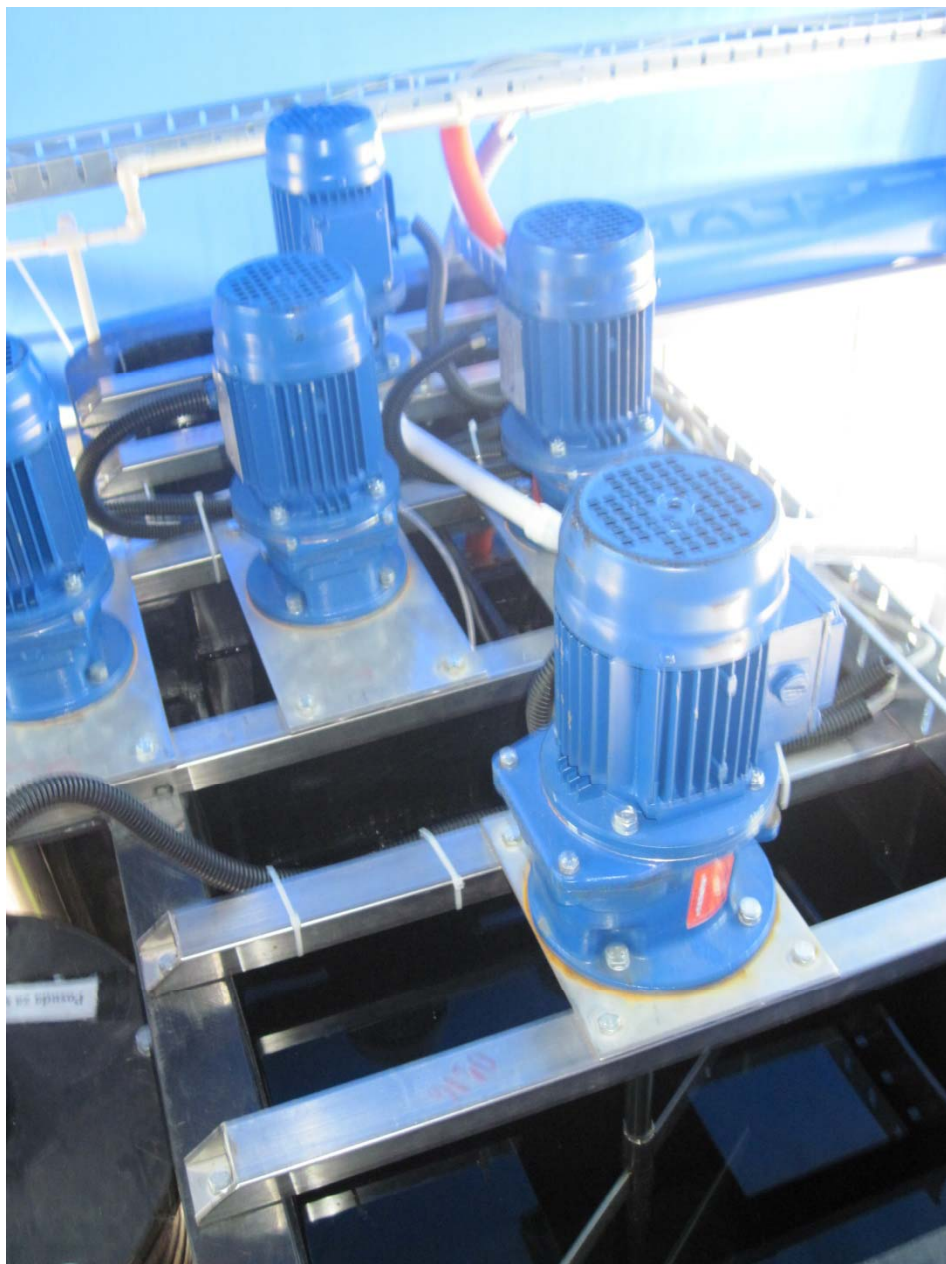
55



SEDIMENTACIJA FLOKULA, ČESTICA AKTIVNOG UGLJA U PRAHU, I PRECIPITATA KOD FENTON-OVOG PROCESA (A FLOKULÁK SZEDIMENTÁLÁSA, AKTÍV SZÉNPOR SZEMCSÉKEN ÉS PRECIPITÁCIÓ A FENTON FOLYAMATNÁL)

- Nakon završene faze flokulacije mora da se obavi separacija flokula i čestica AUP iz vode, odnosno separacije nastalog precipitata prilikom izvođenja Fenton-ovog procesa.
- Osnovni proces separacije, glavno bistrenje, se izvodi **gravitacionom taloženjem**, sa čime se uklanja najveći deo flokula i čestica AUP; a završno bistrenje vode se izvodi filtracijom.
- Za glavno bistrenje vode je **na Pilotu predviđen konvencionalni gravitacioni taložnik**, izveden kao radialni taložnik, odnosno kao cilindro-konusni sud, sa zonom taloženja u cilindričnom delu, i prihvatanja i delimičnog ugušćivanja mulja u konusnom delu.
- Sa dna konusa se višak mulja povremeno izbacuje; a mala količina mulja (3-5% na količinu vode koja se obrađuje na Pilotu) se recirkulacionom pumpom vraća **u sud za kontakt vode sa flokulacionim muljem**.
- Ispod taložnika je sud za prihvatanje viška mulja. Iz tog suda se uzimaju uzorci mulja za ispitivanja u laboratoriji.





Novi Sad, 05-06 septembar 2013.



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

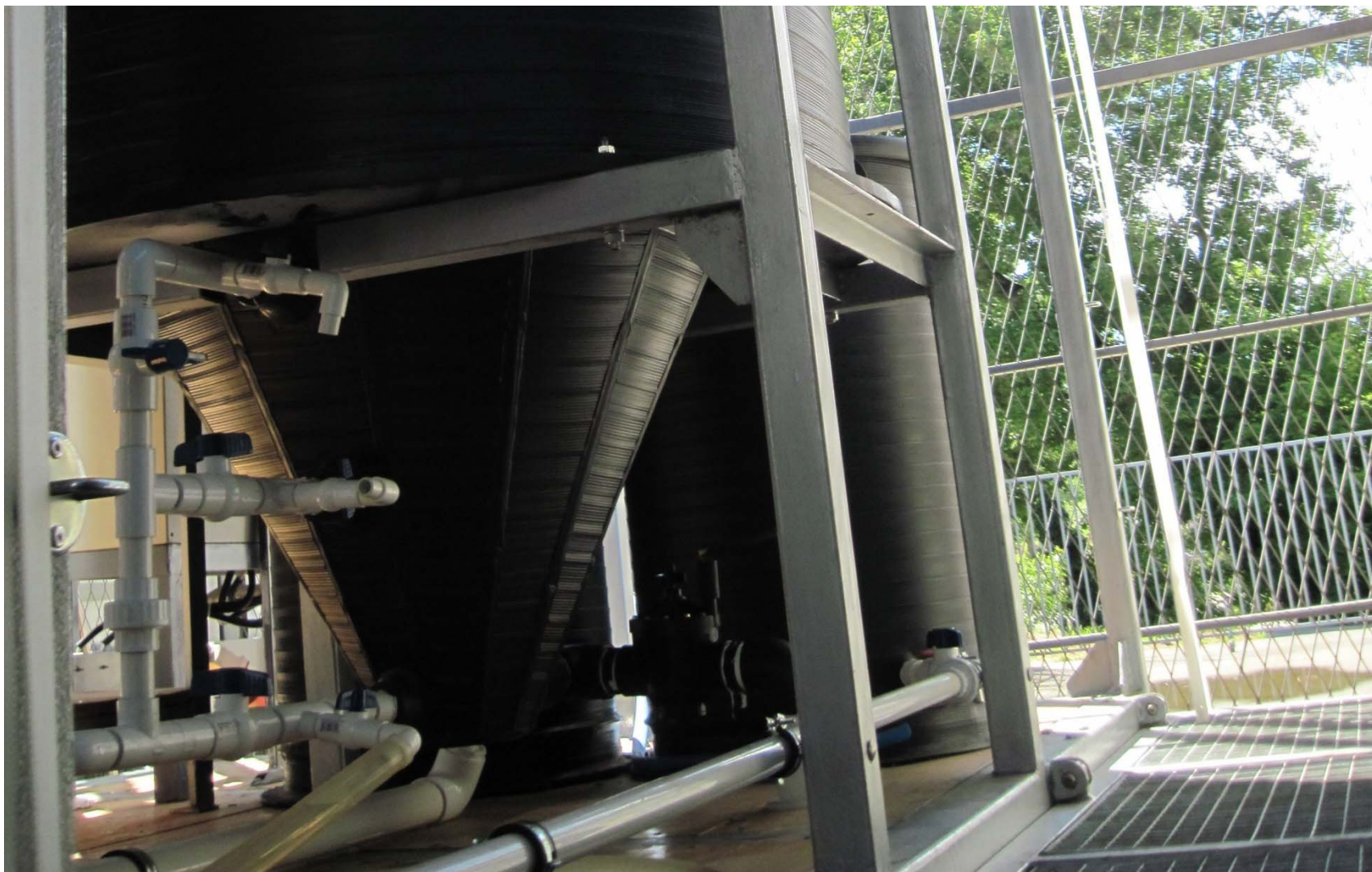


Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

61

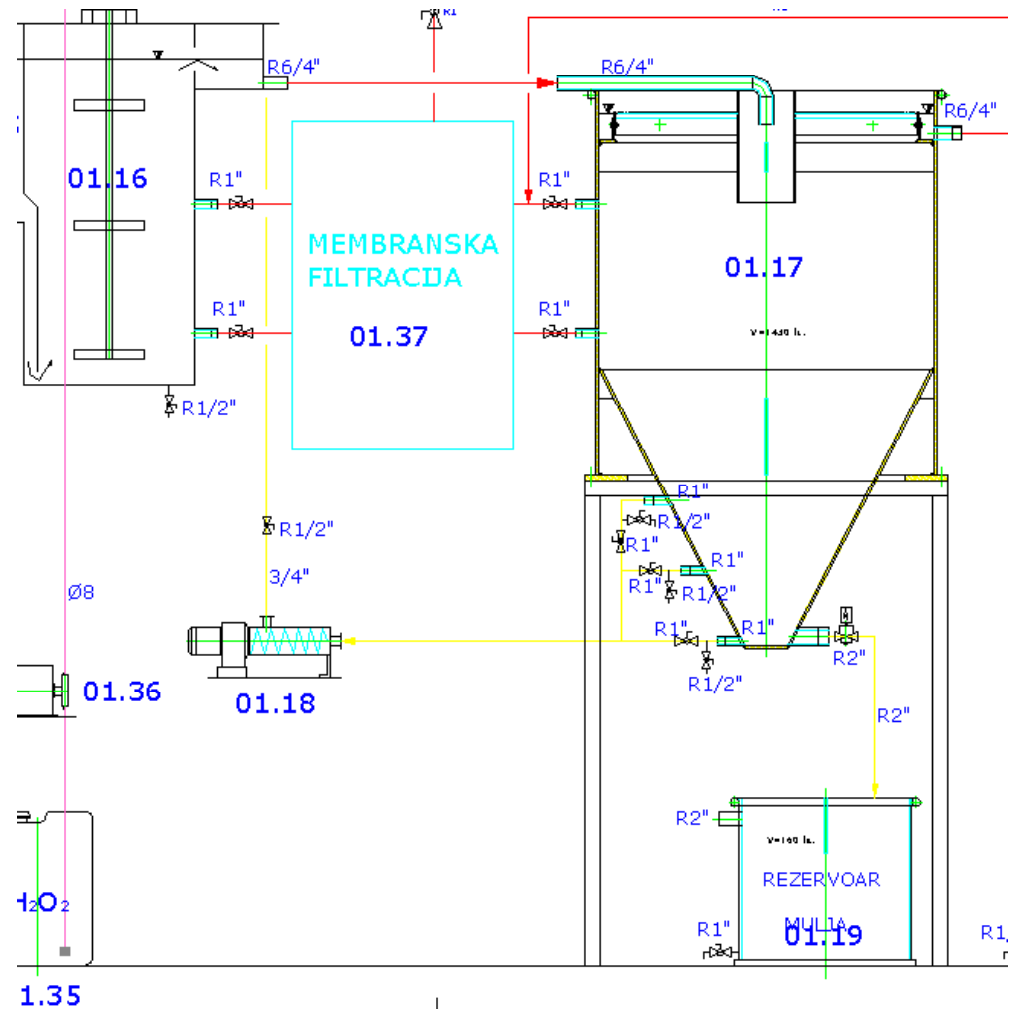


Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



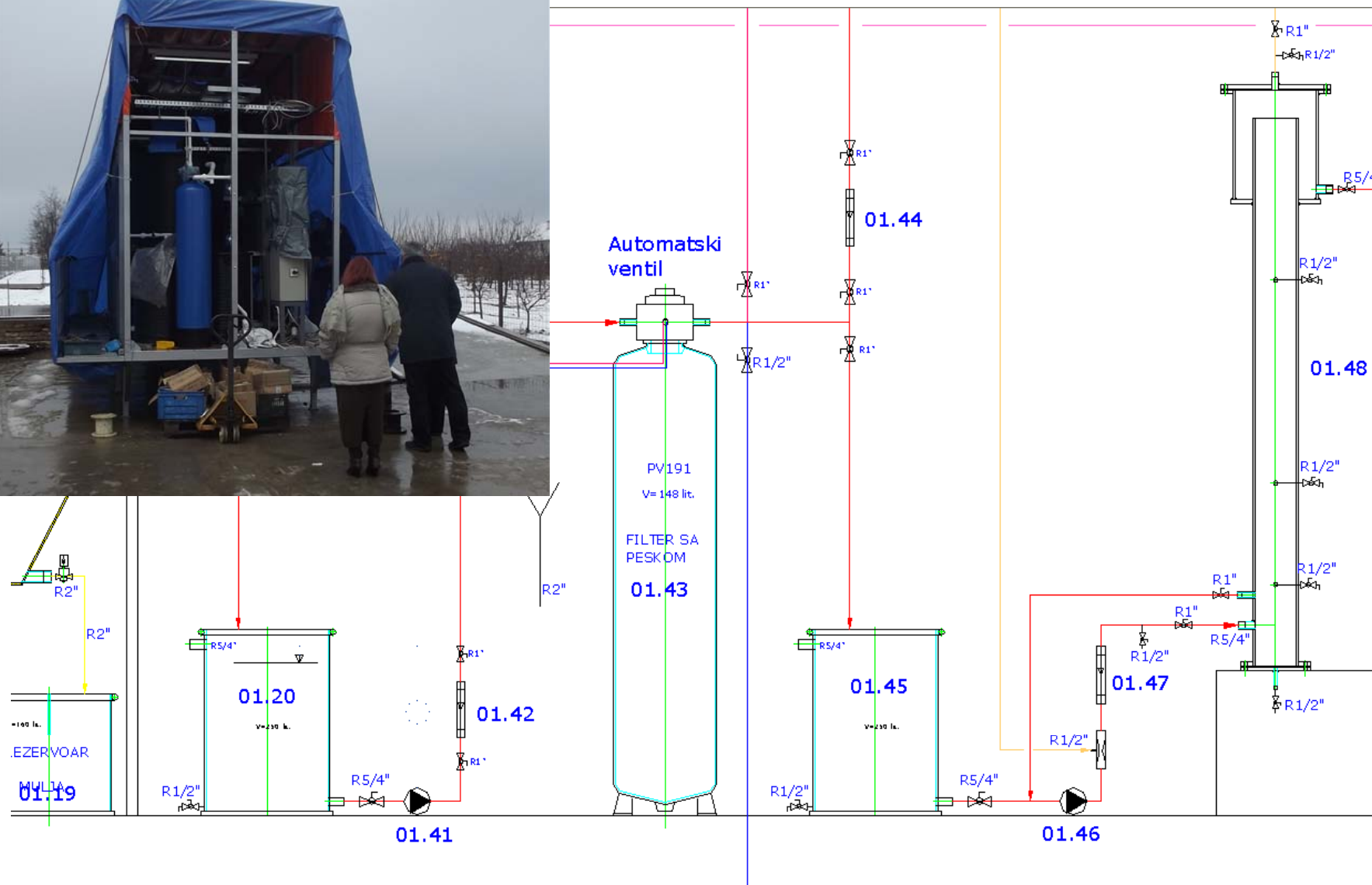
Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

Na taložniku, u zoni izbistrene vode, i u zoni taloženja, su izvedeni priključci kojim se deo vode može izvoditi na uređaj za membransku (separaciju-Az üllepítőben, az víz üllepítésének zónájában, és a csapadék zónában található elvezető részek melyek a membrán szeparációs zónába vezetnek)



ZAVRŠNO BISTRENJE FILTRACIJOM (Befejező üllepítés szűréssel)

- Delom izbistrena voda, sa preliva taložnika, vodi se na zatvoreni filter, u kome se uklanjaju preostale (neistaložene) flokule, čestice AUP, i precipitat od Fenton-ovog procesa.
- Na filteru se može, podešavanjem odgovarajućih uslova, ili **modifikovanjem ispune** (zamenom dela filteranskog medijuma sa medijumom kolonizovanim nitrifikujućom mikroflorom) **izvoditi i uklanjanje amonijaka biološkom nitrifikacijom**.
- Povratno pranje filtera se izvodi filtriranom vodom. Voda od pranja filtera se odvodi u kanalizaciju. Predviđena je mogućnost pranja filtera vodom i vazduhom, komprimovanim vazduhom koji se obezbeđuje kompresorom u okviru Pilota.





Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.



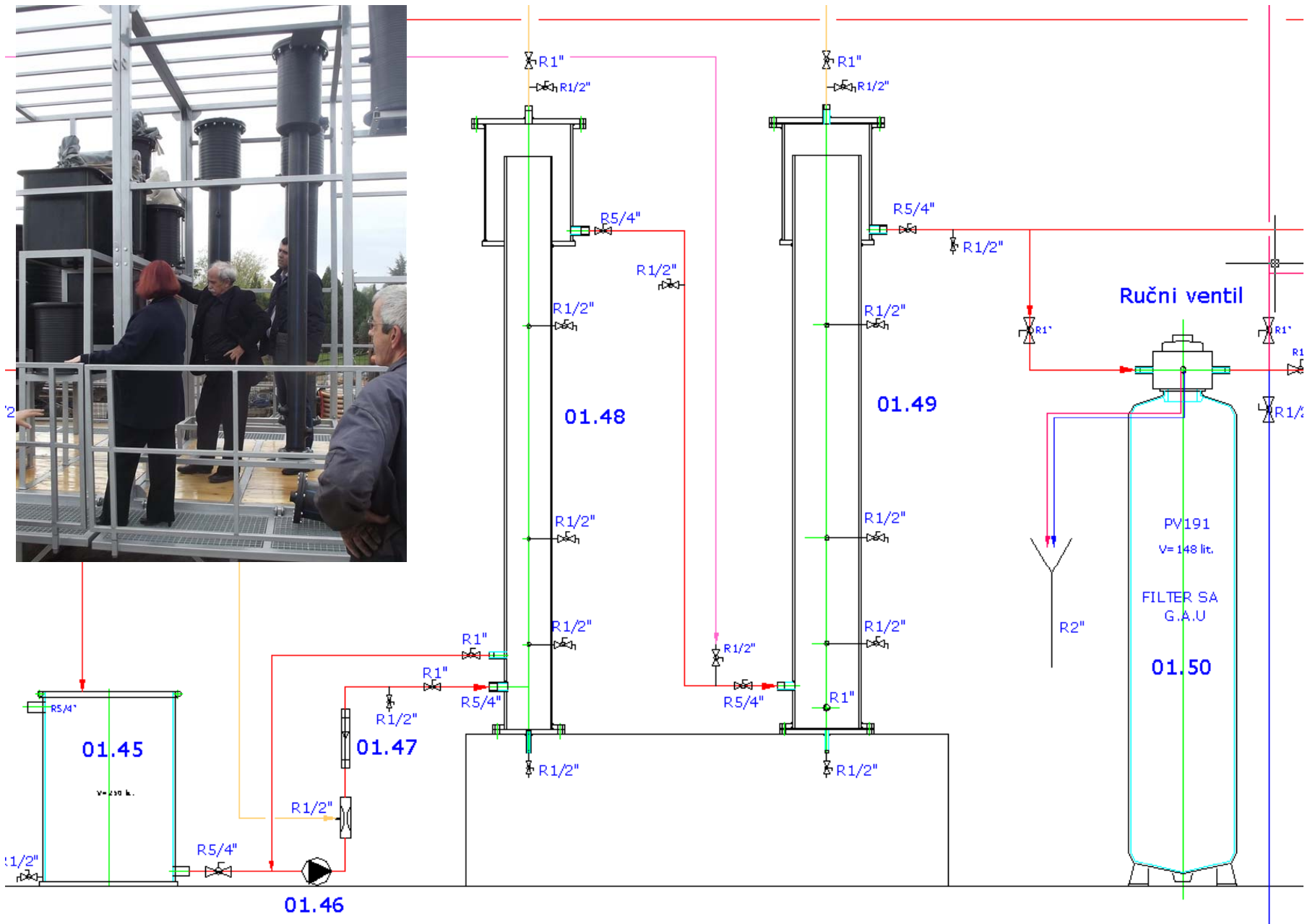
Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

OZONIZACIJA (ÓZONIZÁLÁS)

- Deo izbistrene vode se upućuje na ozonizaciju.
- **Zadatak ozonizacije je da oksiduje i modifikuje preostale prirodne organske materije u vodi.**
- Ozonizacija se izvodi **u koloni**.
- Raspad nepromenovanog ozona se odvija u tzv. **retencionoju koloni**, redno vezanoj sa ozonizacionom kolonom.
- Ozon se u vodu neposredno pre ozonizacione kolone unosi odgovarajućim injektorom.
- Off-ozon se izvodi sa vrha ozonizacione i retencione kolone i odvodi u destruktora ozona





Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

70



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

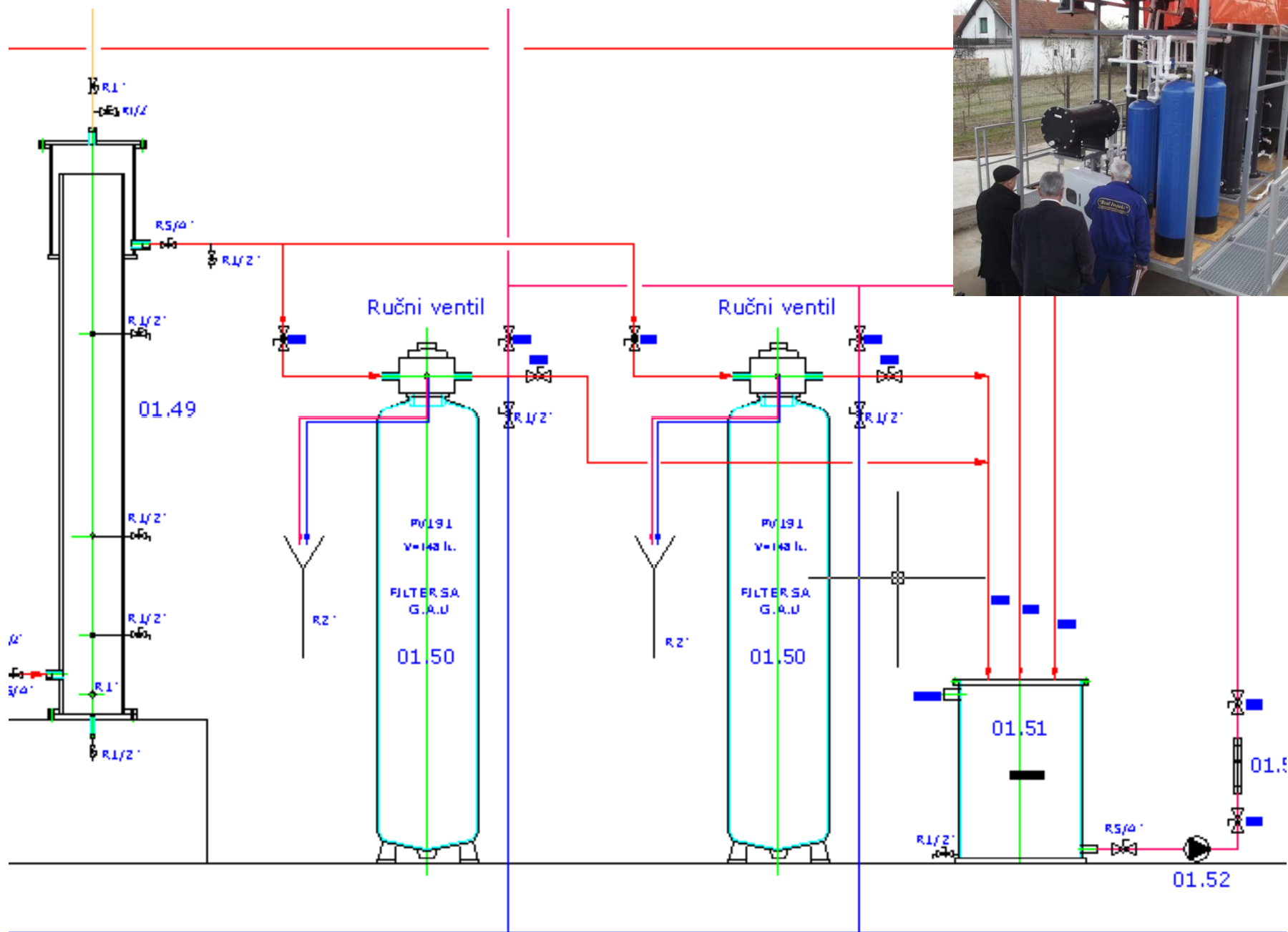


Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

72

ADSORPCIJA NA AKTIVNOM UGLJU (**ADSORPCIÓ AKTÍV SZÉNPORON**)

- **Većina proizvoda oksidacije prirodnih organskih materija iz vode ozonom su biorazgradljivi**, tako da se nakon ozonizacije u vodi povećava sadržaj biorazgradljivog rastvorenog organskog ugljenika. Kontrola sadržaja ovakve vrste materija u vodi, koje su supstrat za mikroorganizme u vodovodnoj mreži, obavlja se propuštanjem vode posle glavne ozonizacije kroz kolonu sa granulisanim aktivnim ugljem (GAU).
- Voda se sa preliva retencione kolone dovodi na adsorbere sa GAU. Adsorberi su izvedeni kao zatvoreni sudovi sa slojem GAU i silaznim tokom vode. Postavljena su dva adsorbera. Obradena voda se sakuplja u rezervoaru.
- **Povratno pranje adsorbera sa GAU se izvodi obrađenom vodom iz rezervoara.** Voda od pranja adsorbera se odvodi u kanalizaciju. Predviđena je i mogućnost pranja adsorbera vodom i vazduhom, komprimovanim vazduhom koji se obezbeđuje kompresorom u okviru Pilota.





Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

75



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

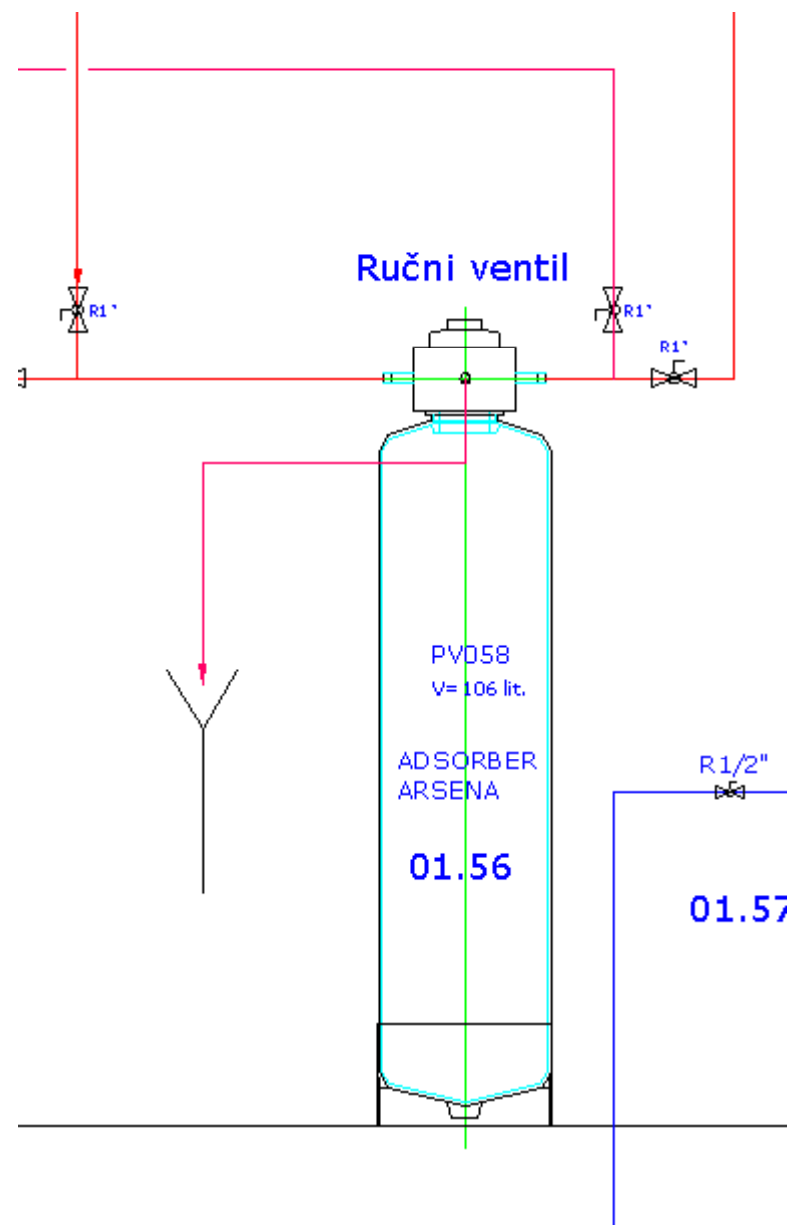


Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

76

ADSORPCIJA NA SPECIFIČNOM ASORBENTU (**ADSORPCIÓ SPECIFIKUS ADSORBENSEN**)

- Arsen se može ukloniti iz vode specifičnim adsorbentima, komercijalno raspoloživim adsorbentima, ili adsorbentima koji će se pripremiti u okviru istraživačkih aktivnosti na Pilotu.
- U okviru istraživanja na Pilotu predviđena su i ispitivanja kojim bi se utvrdilo da li se i koliko u okolinu otpušta arsen adsorbovan na specifičnom adsorbentu, bilo da se radi o komercijalnom adsorbentu, bilo o adsorbentu koji će se pripremiti u okviru istraživanja na Pilotu.
- Uklanjanje arsena se na Pilotu obavlja provođenjem vode kroz sloj adsorbenta. Na Pilotu se postavlja zatvoreni sud, sa ispunom od odabranog specifičnog adsorbenta. **Obrađena voda se može prihvatati u rezervoar ili odbacivati.** Povremeno povratno pranje adsorbera se obavlja filtriranom vodom, ili vodom obrađenom na adsorberima sa GAU.





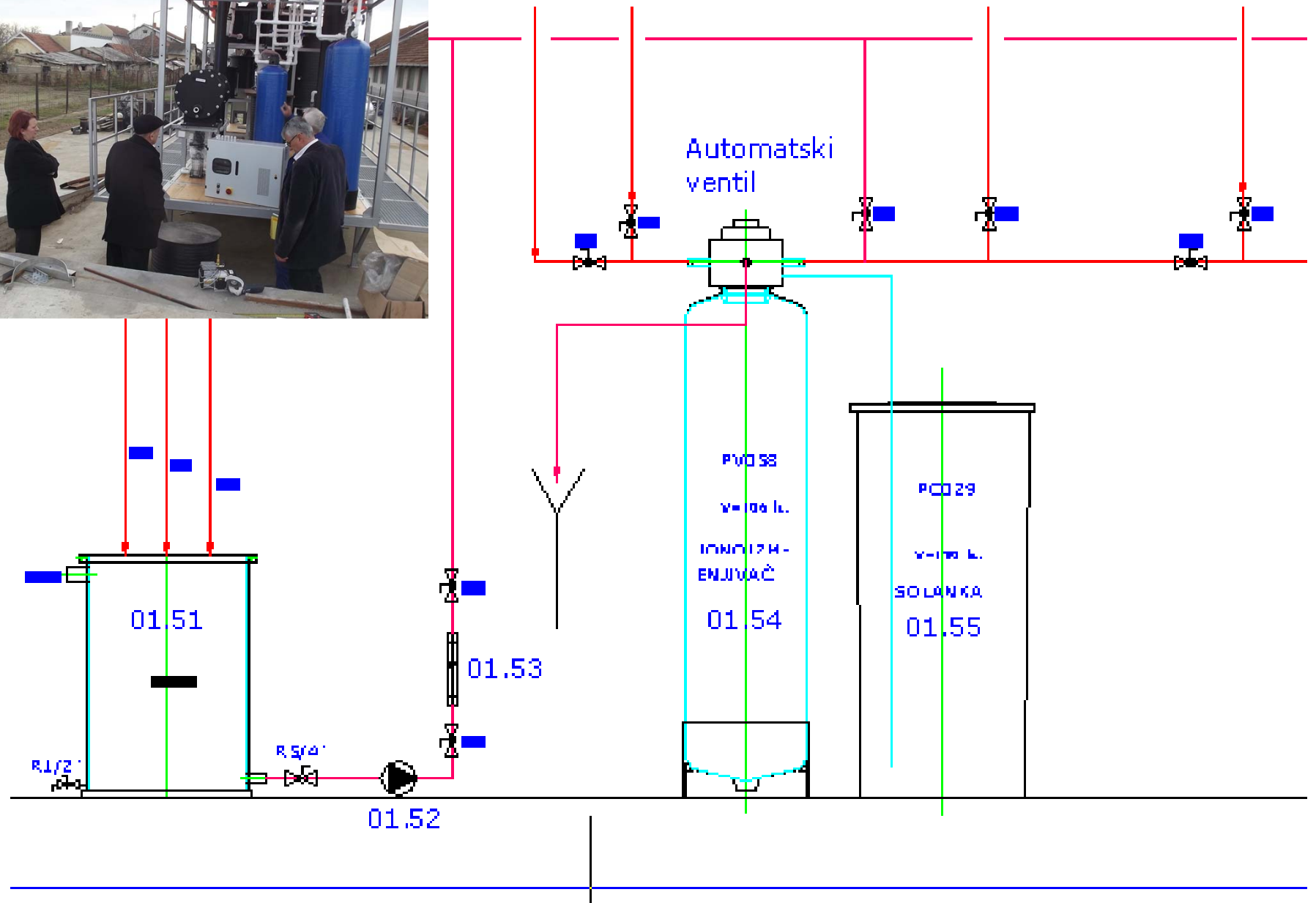
Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

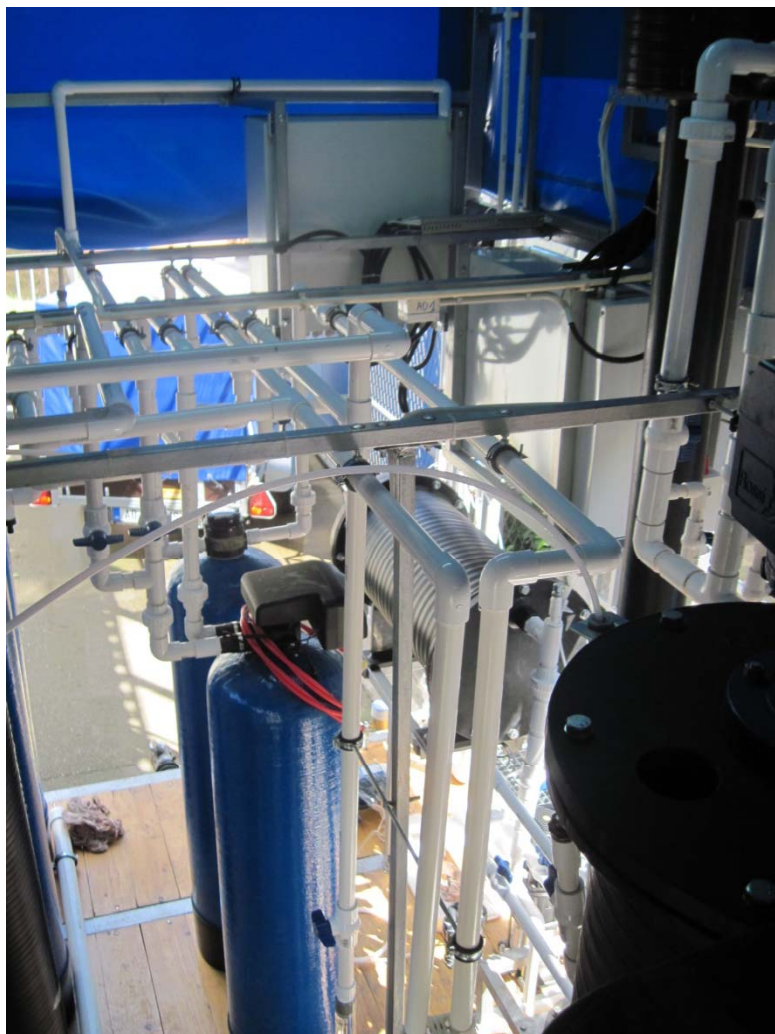
JONSKA IZMENA I ADSORPCIJA NA JONOIZMENJIVAČKOJ SMOLI- (IONCSERÉLÉS ÉS ADSZORPCIÓ AZ IONCSERÉLŐ GYANTÁN)

- Na Pilotu se postavlja jonoizmenjivač kojim se mogu, zavisno od koncepcije istraživanja,
 - **(i) uklanjati prirodne organske materije (POM) direktno** iz sirove vode, koja se u baj-pasu dovodi do jonoizmenjivača, ili se
 - **(ii) iz vode obrađene u prethodnim stepenima Pilota** uklonja najveći deo preostalog sadržaja POM.
- Regeneracija jonoizmenjivačke smole se izvodi odgovarajućim rastvorom za regeneraciju. Rastvor za regeneraciju (rastvor natrijumhlorida ili smeša rastvora natrijumhlorida i rastvora natrijumhidroksida) se uvodi iz odgovarajućeg rezervoara. Iskorišćeni rastvor od regeneracije se izbacuje u kanalizaciju.
- **Pranje i rahljenje (rastresanje)** sloja smole, pre regeneracije, se izvodi protivstrujno, filtriranom vodom. Voda od pranja se odvodi sa vrha kolone u kanalizaciju.





Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Novi Sad, 05-06 septembar 2013.

MEMBRANSKA TEHNIKA SEPARACIJE (MEMBRÁN ELVÁLASZTÁSI TECHNIKÁK)

- U okviru Pilota je predviđen membranski separacioni uređaj (**ultrafiltarske membrane**) za obradu dela vode iz
 - (i) **faze flokulacije**, ili iz
 - (ii) **faze Fenton-ovog procesa**, ili iz
 - (iii) **taložnika, iz taložnog prostora**, ili iz
 - (iv) **taložnika, iz sloja izbistrene vode**.
- Ispitivaće se mogućnost korišćenja membranske separacije za glavno bistrenje vode, **umesto gravitacionog taloženja**.
- ispitivaće se mogućnost korišćenja membranske **separacije za obradu mulja**;
- mebranska separacija se ispituje kao **alternativa završnom bistrenju vode peščanim ili antracitno-peščanim filtrom**.



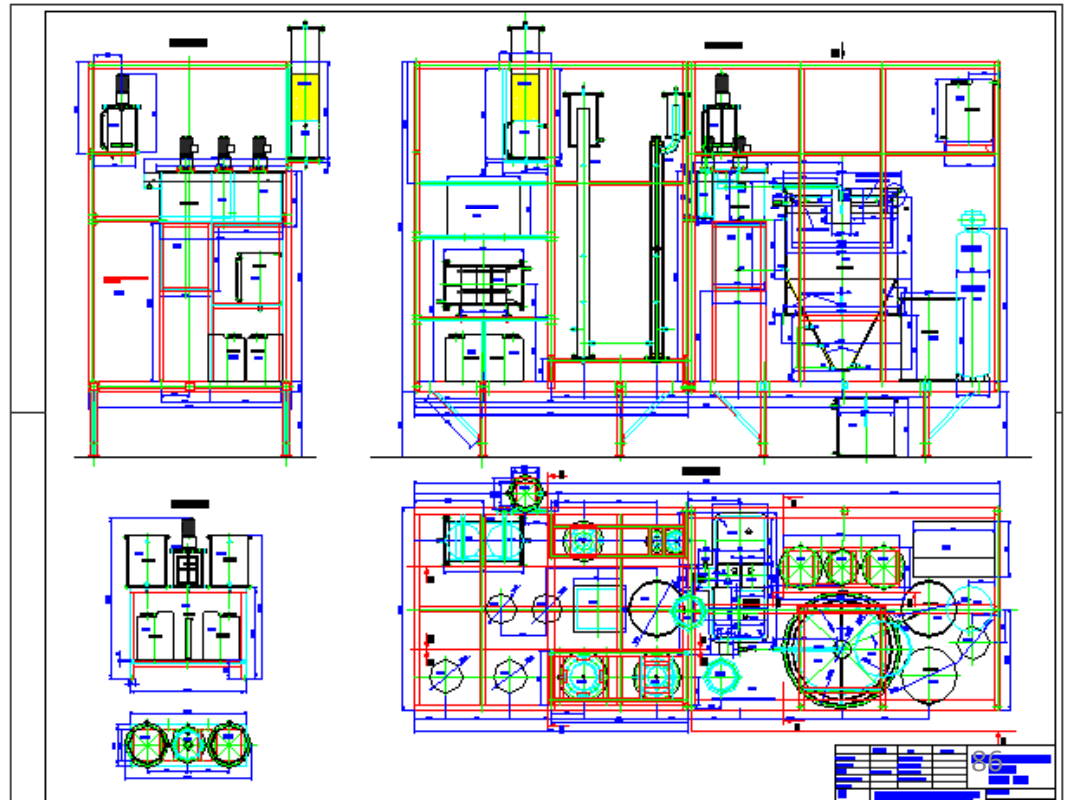
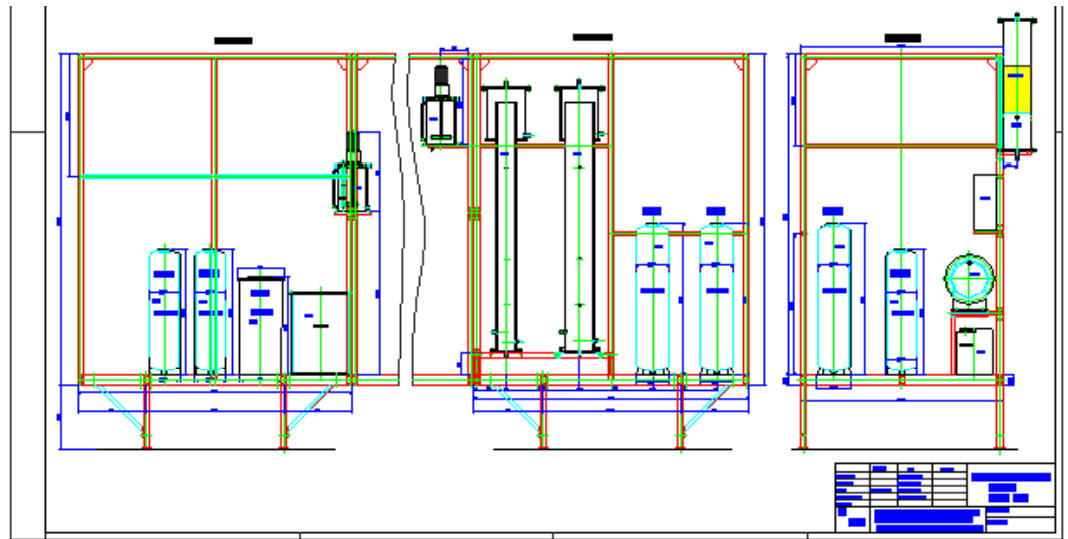
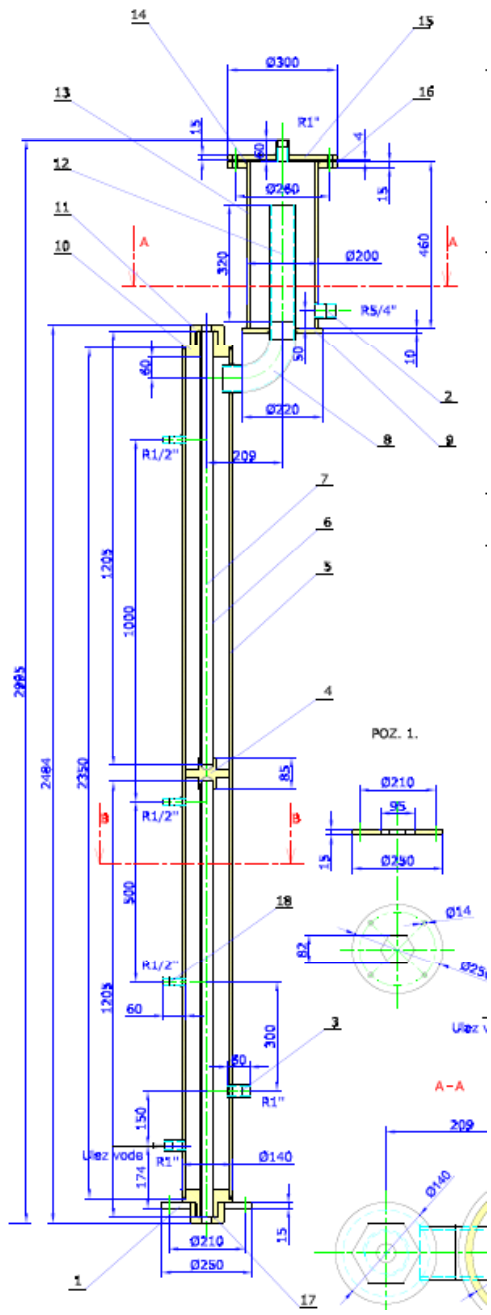
Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

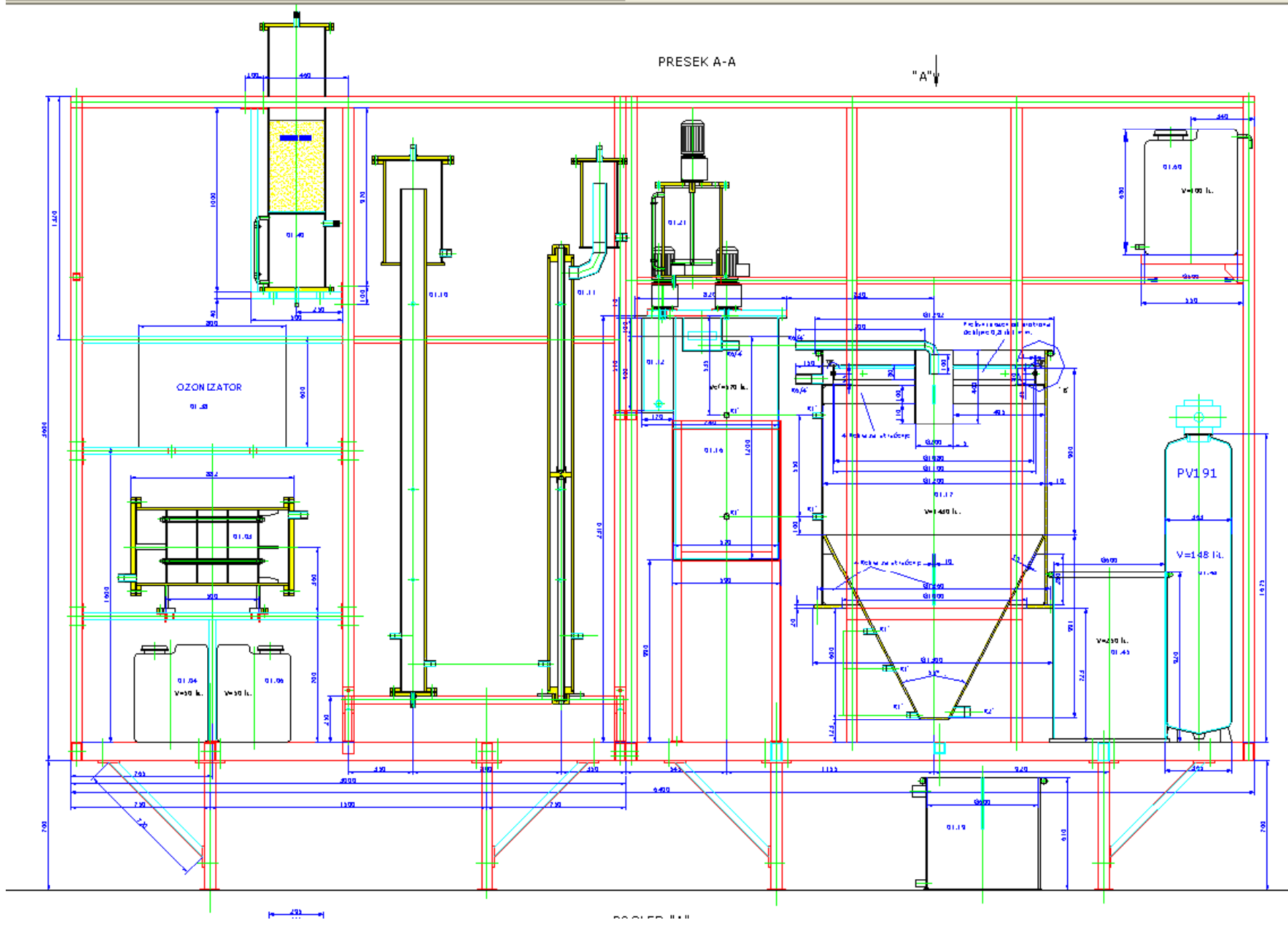


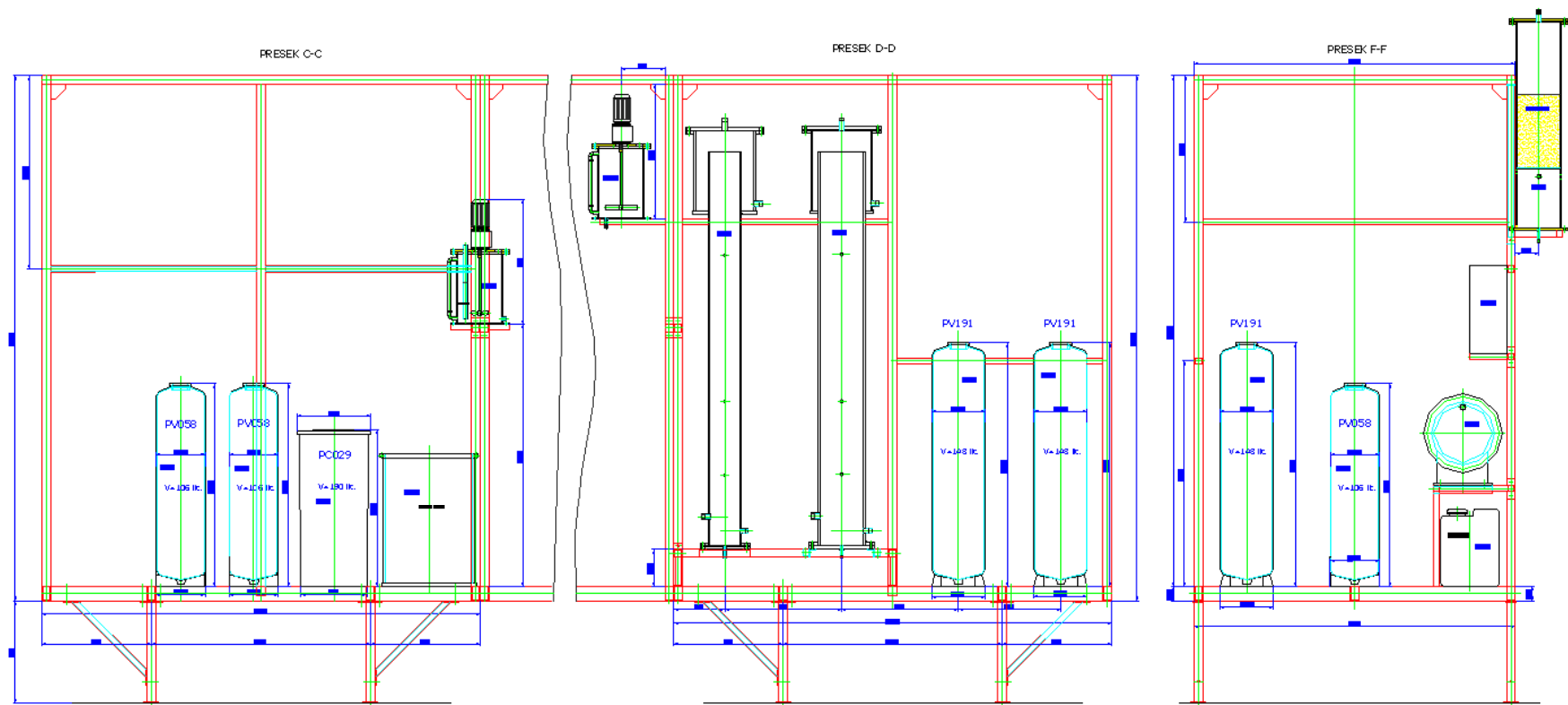
Novi Sad, 05-06 septembar 2013.



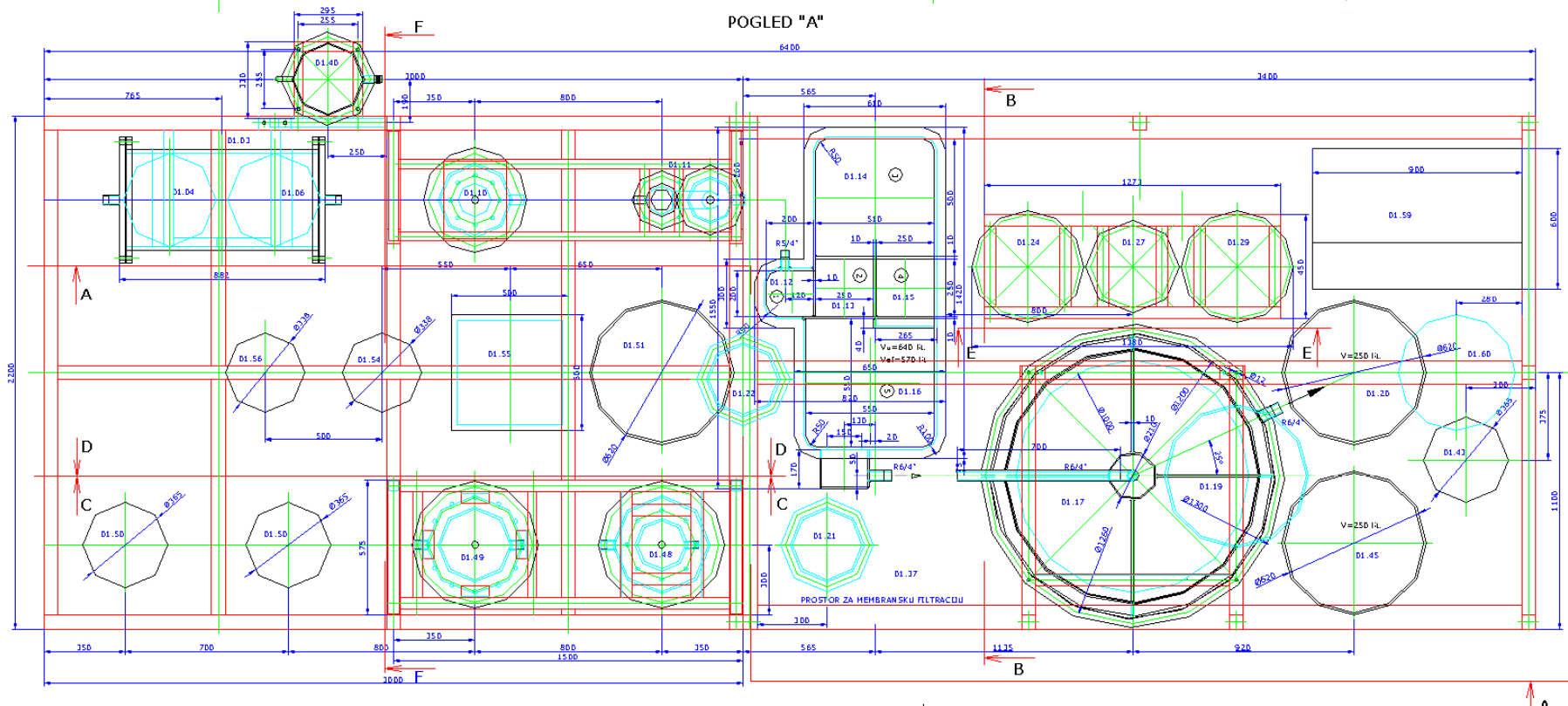
Novi Sad, 05-06 septembar 2013.







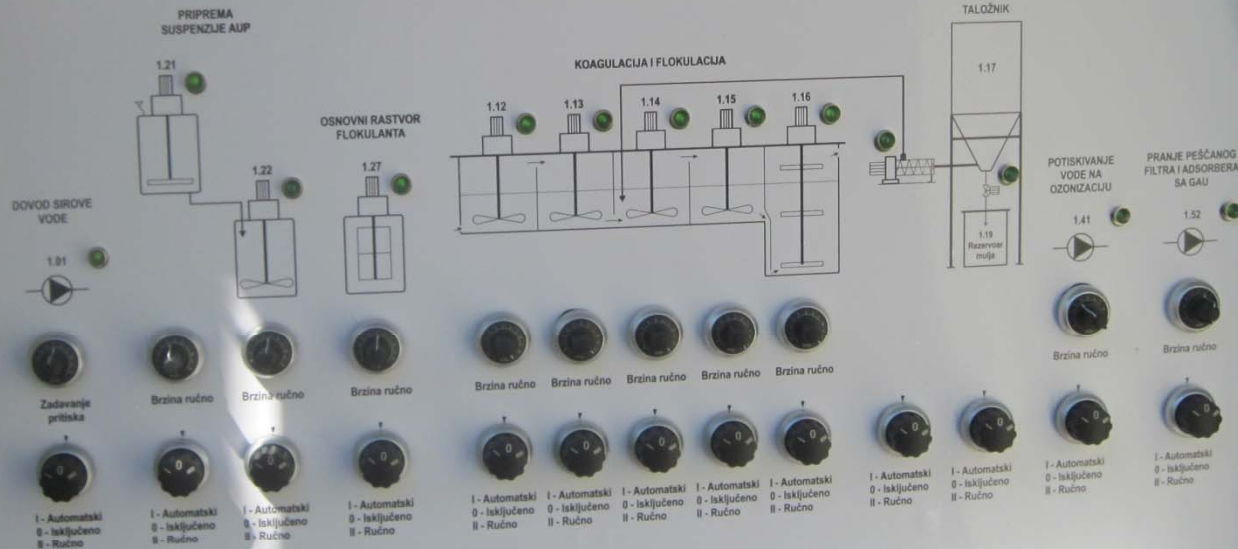
POGLED "A"





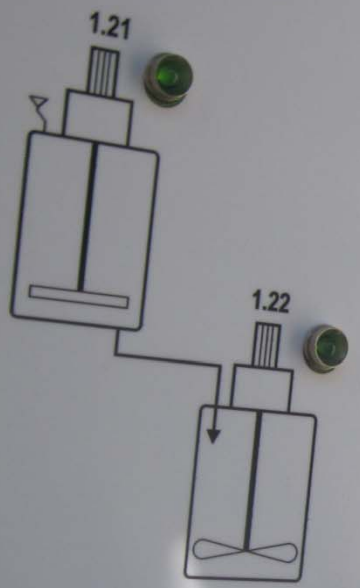
Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



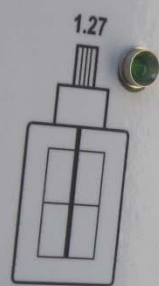




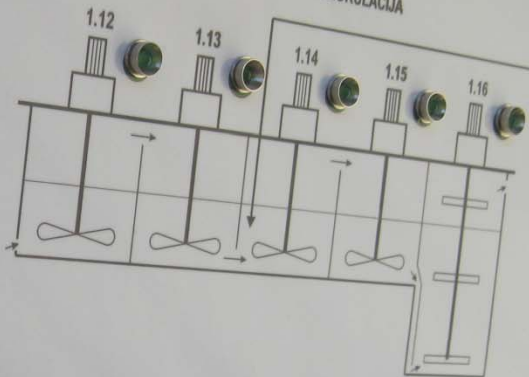
PRIPREMA SUSPENZIJE AUP



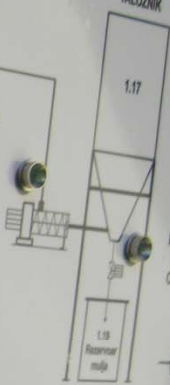
OSNOVNI RASTVOR FLOKULANTA



KOAGULACIJA I FLOKULACIJA



TALOŽNIK



DOVOD SIROVE VODE



POTISKIVANJE VODE NA OZONIZACIJU



PRANJE PEŠČANOG FILTRA I ADSORBERA SA SAU



Zadavanje pritiska



I - Automatski
0 - Isključeno
II - Ručno



Brzina ručno



I - Automatski
0 - Isključeno
II - Ručno



Brzina ručno



I - Automatski
0 - Isključeno
II - Ručno



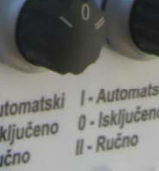
Brzina ručno



I - Automatski
0 - Isključeno
II - Ručno



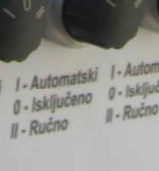
Brzina ručno



I - Automatski
0 - Isključeno
II - Ručno



Brzina ručno



I - Automatski
0 - Isključeno
II - Ručno



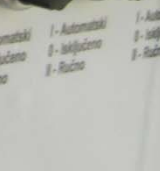
Brzina ručno



I - Automatski
0 - Isključeno
II - Ručno



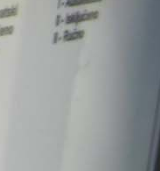
Brzina ručno



I - Automatski
0 - Isključeno
II - Ručno



Brzina ručno



I - Automatski
0 - Isključeno
II - Ručno


Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

Projekt sufinansira
Evropska unija



ARSENIC PLATFORM
Arsenic and ammonium in drinking water.
Implementation of a cross-border Platform for safe

HUSRB/1002/121/075





Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

Hvala na pažnji!
Köszönöm a figyelmet!

Dobri susedi
zajedno stvaraju
budućnost

