



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

Nikolaja Podgoršek Selič, univ. dipl. inž. kem.inž., spec.,
Članica Uprave - tehnična direktorica, Cinkarna Celje

mag. Ludvik Mekuč, univ. dipl. inž. kem. inž.,
Vodja Sistema ravnanja z okoljem, Kolektor Sisteh

UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE



$$Q < Q_{es}$$



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

Kako obvladati tveganje – preverjene možne rešitve

- Viri površinske in podzemne vode v neposredni okolici?
- Rezervoarji za čas sušnega obdobja?
- Napajanje iz obstoječih akumulacij Šmartinsko in Slivniško jezero?
- Ponovna raba vode?
- Študija za določitev ekološko sprejemljivega pretoka, ki bi nam omogočila ugodnejši Q_{es} ?
- Hudinja kandidat za močno preoblikovano vodno telo?

Z vsem navedenim nismo našli univerzalne rešitve obstoječega izziva.

UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

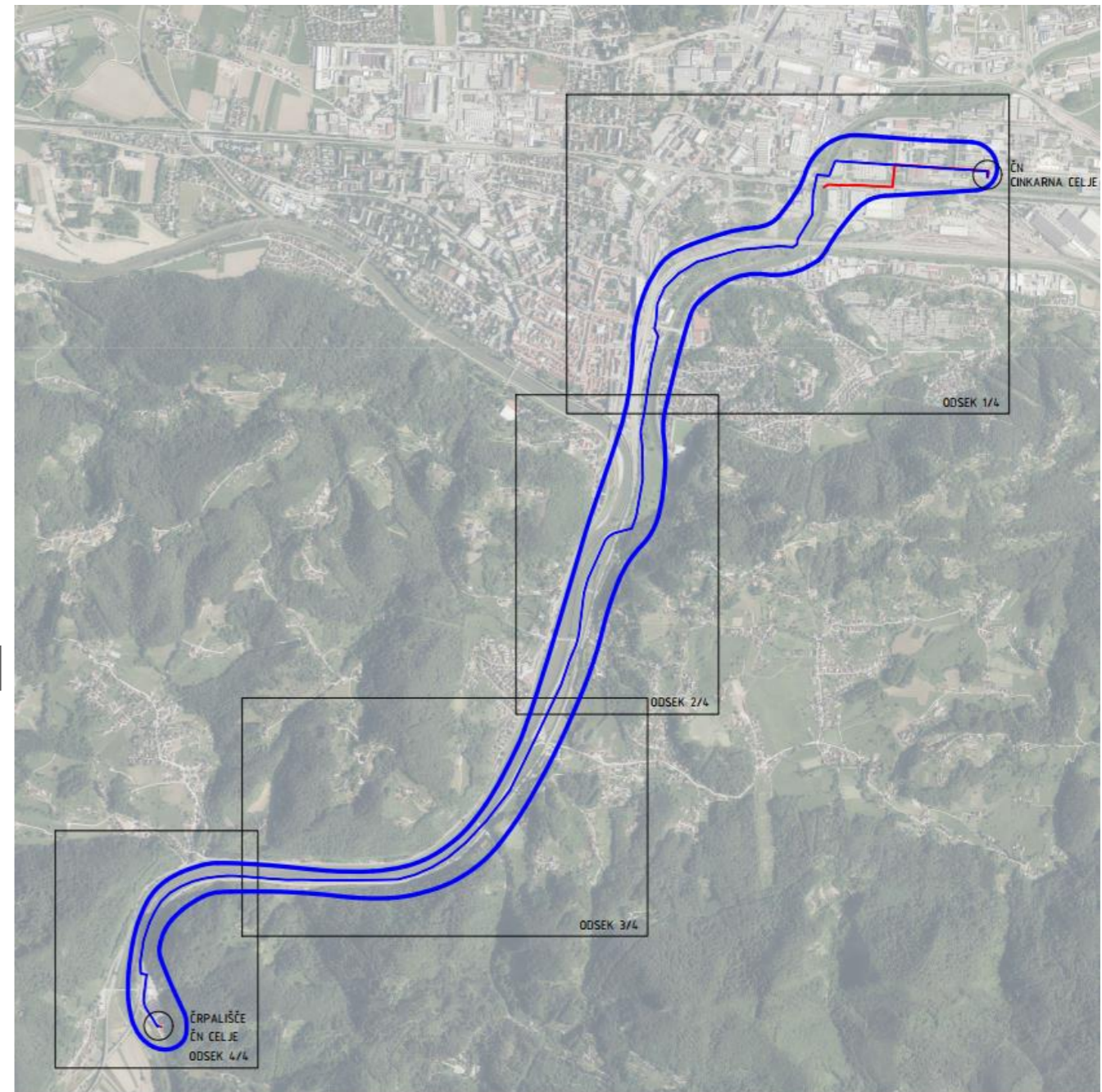
- Rešitev s trajnostno noto



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

Rešitev ni brez izzivov:

- Nepreizkušena tehnologija
- 7 km cevovoda
- Potreben OPPN
- Delno ni možen izogib priobalnemu
- Bližina železnice



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

- **Prednosti**

1. **Izboljšanje hidromorfologije**

- jez bo vsaj 96% časa spuščen
- v Hudinji bo ostajalo 350 m³/h vode +/-10%

2. **Zmanjšanje količine emisij**

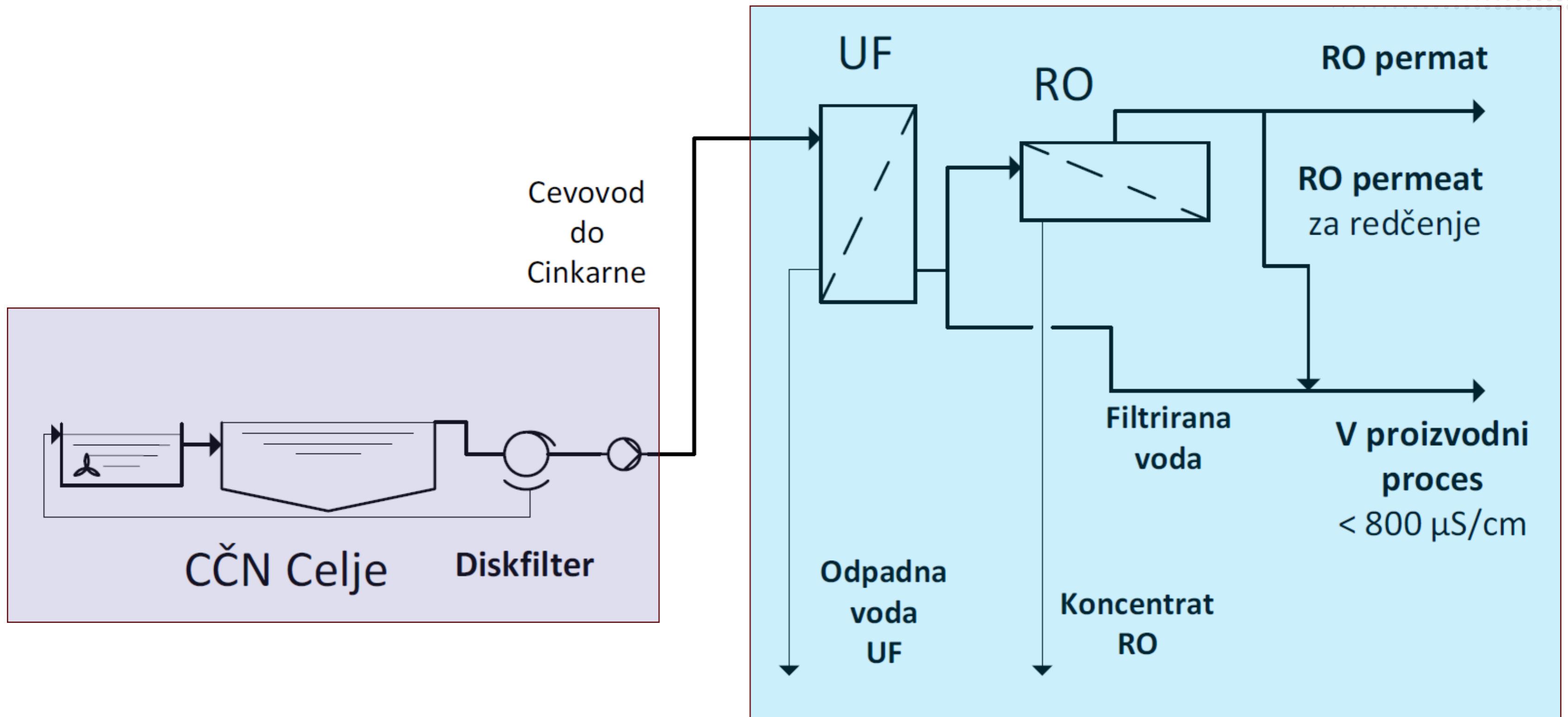
- zmanjšanje količine suspendiranih snovi
- zmanjšanje emisij fosfata
- zmanjšanje emisij sulfatov
- zmanjšanje emisij natrija

- **Slabosti**

1. Izpust koncentrata iz reverzne osmoze



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

Pilotna naprava UF+RO

- Prefilter
- Ultrafiltracijska naprava (UF)
- Naprava za reverzno osmozo (RO)
- Stoji na CČN Celje v Tremerjah



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

Pilotna naprava UF

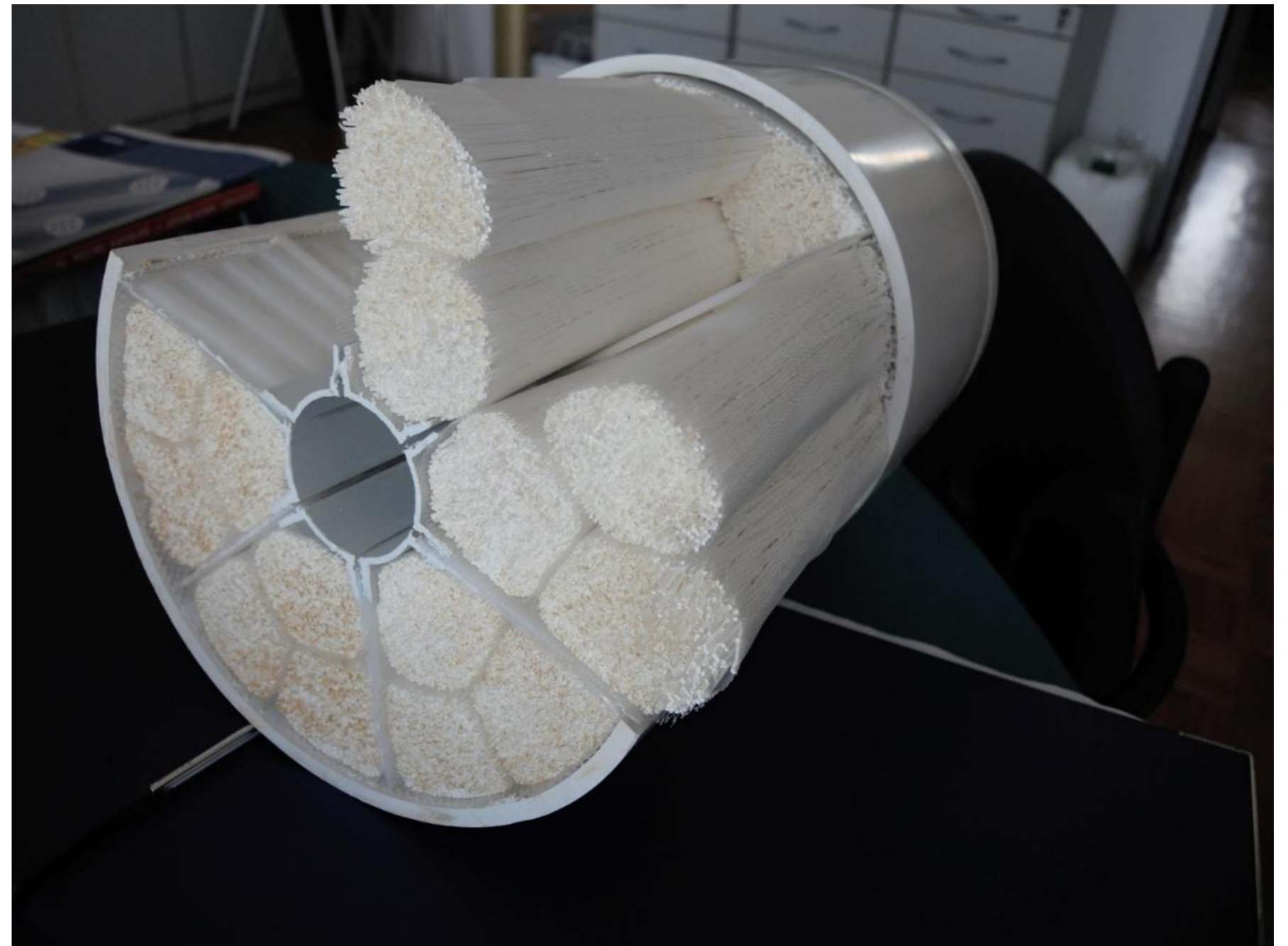
- UF naprava z enim industrijskim UF modulom
- Funkcionalnost kot industrijska naprava
- Procesna spektrofotometrična meritev
- Nevtralizacija odpadne vode pranja UF – za odpadne vode pranja UF z dodatkom kemikalij



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

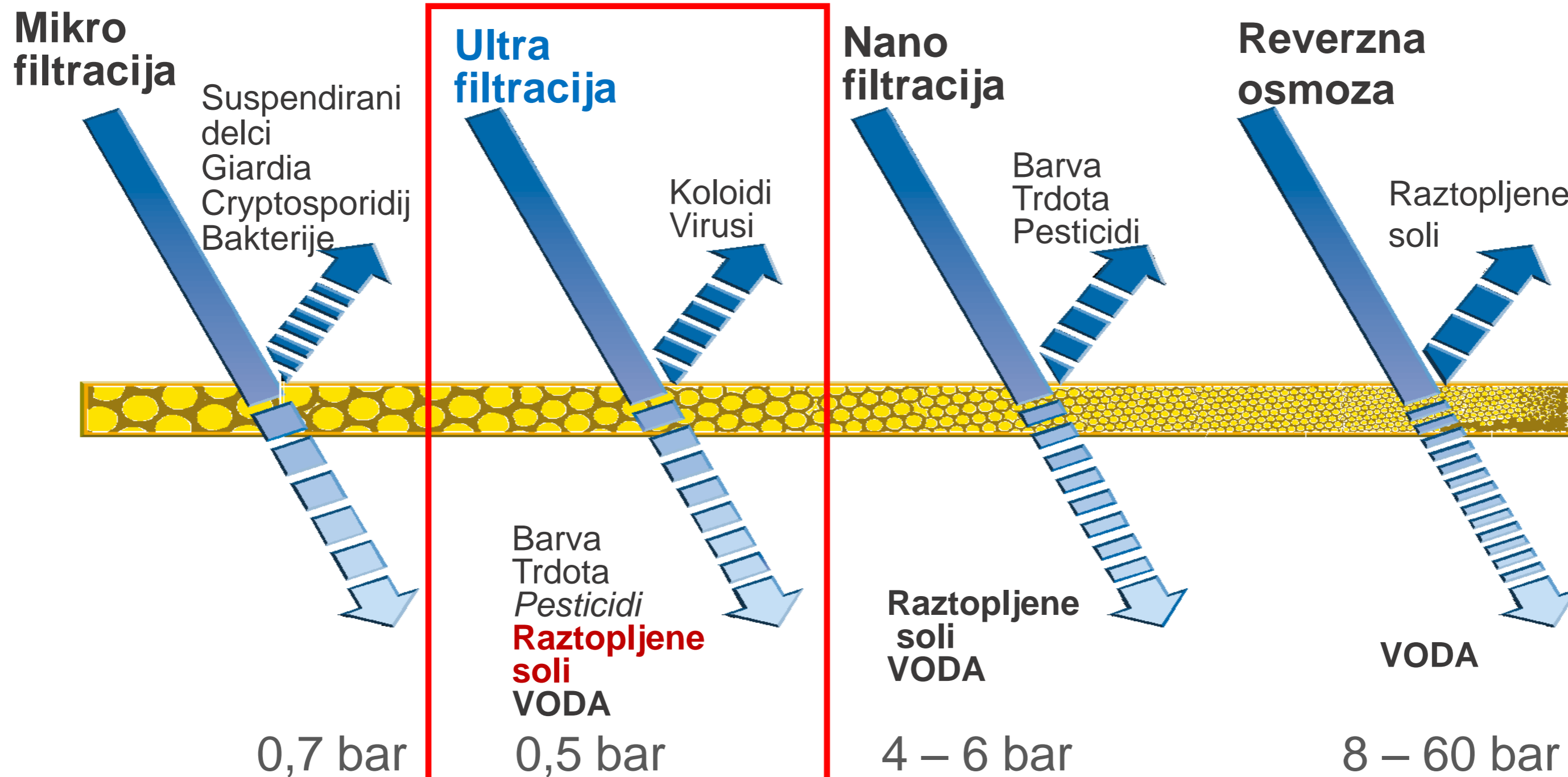
Prerez membranskega modula

- Kapilarne membrane iz Polietersulfona (PES)
- ca. 16 tisoč kapilar s porozno steno
- pore **0,020 mikronov** (20 nanometrov) – zadržijo delce, bakterije, viruse
- Obratuje kot „dead end“ – prefiltrira vso vodo

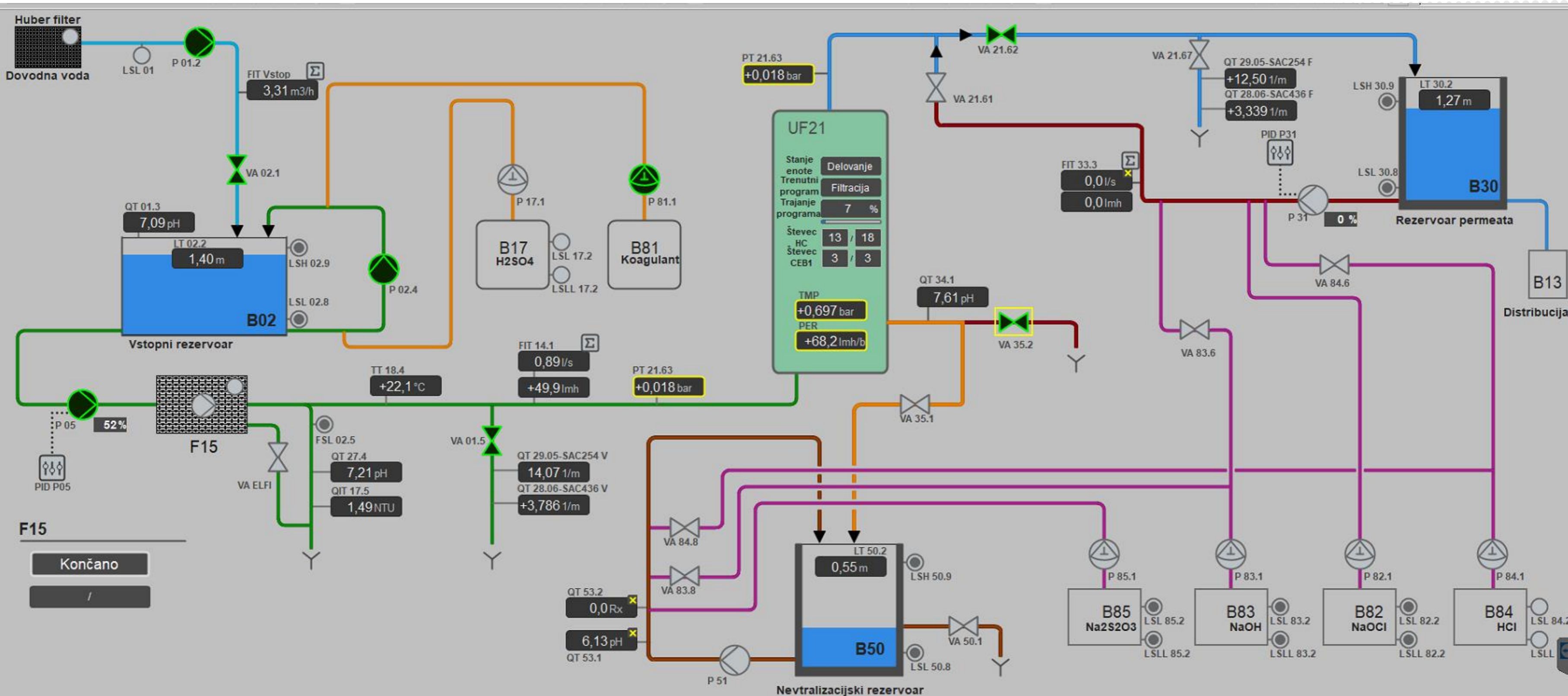


UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

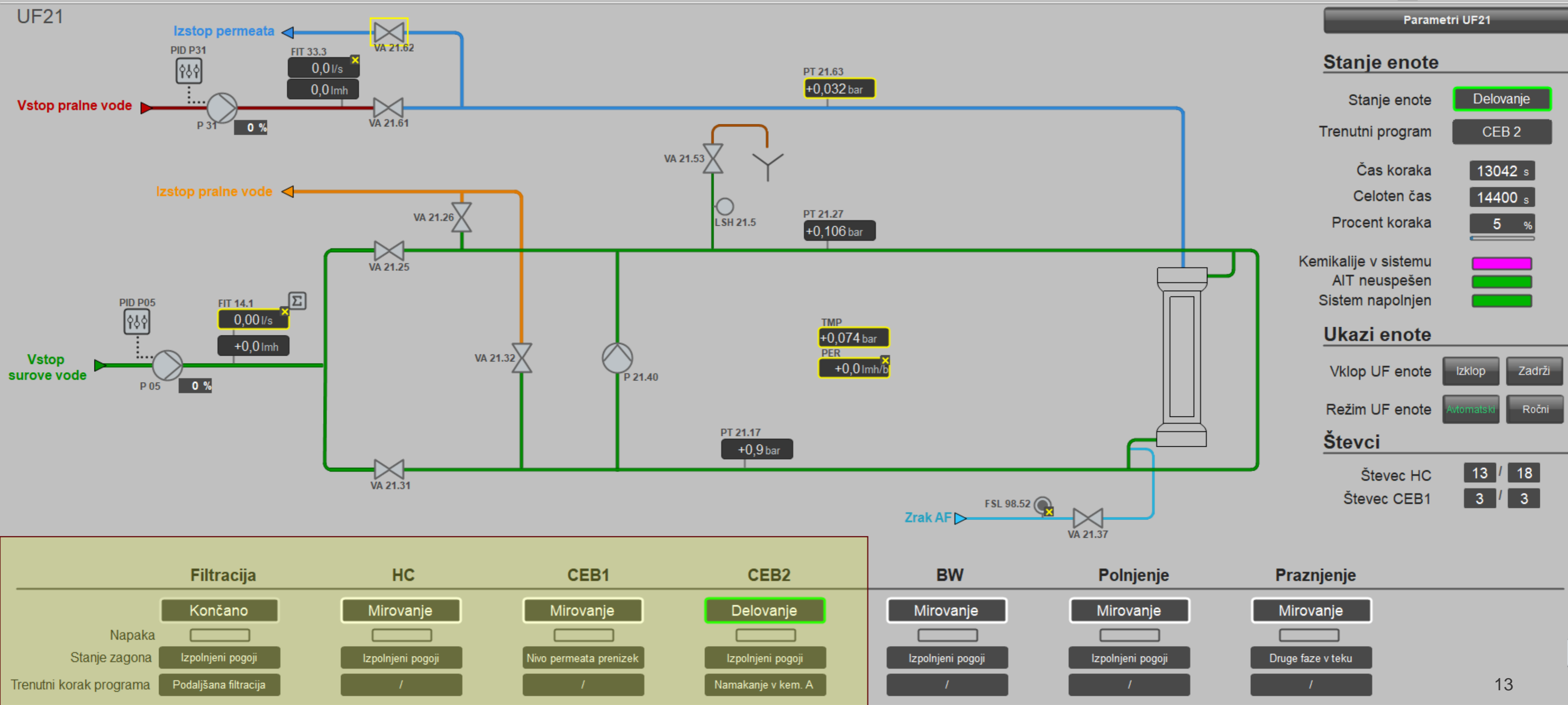
Membranske filtracije



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE



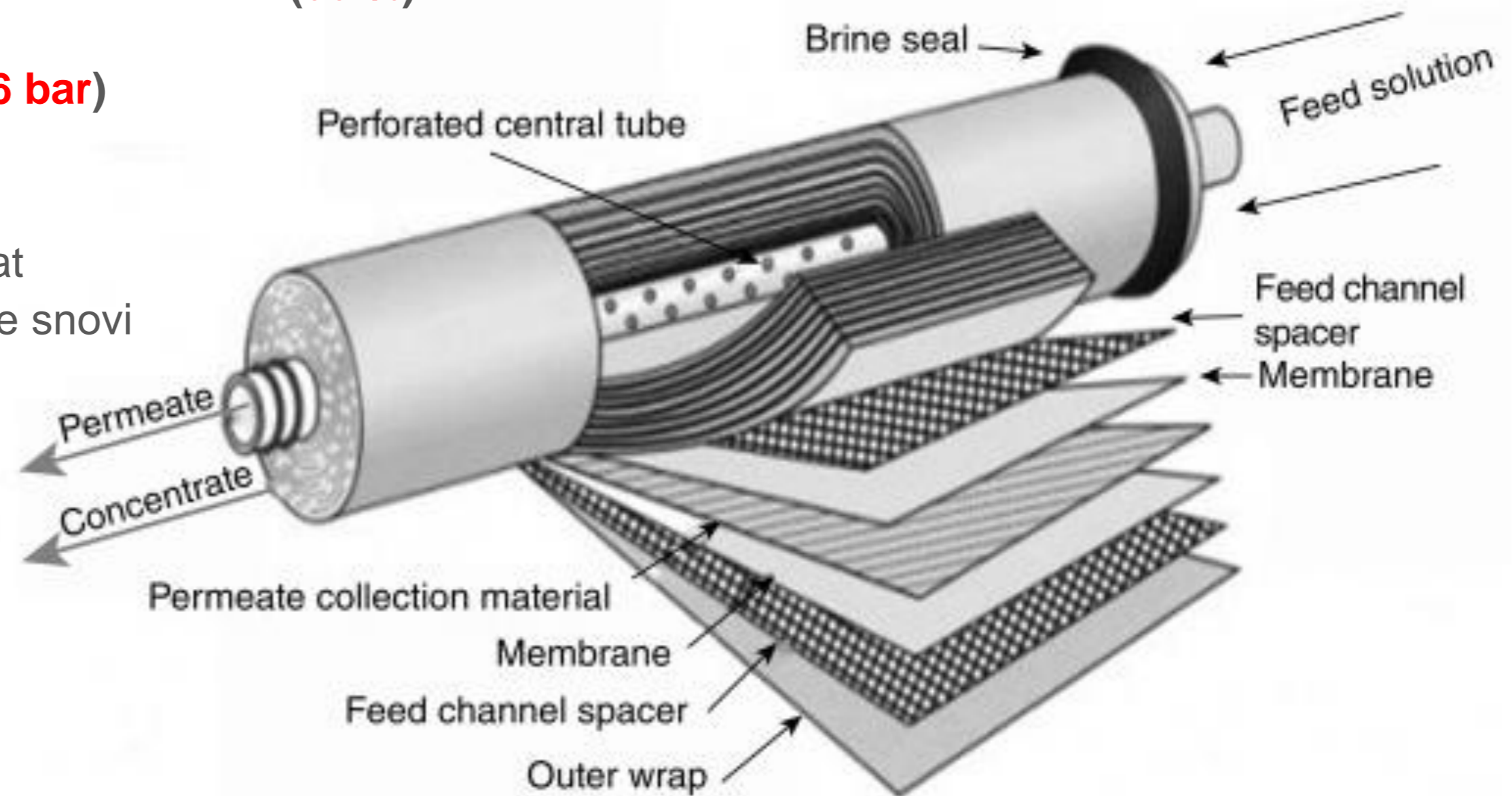
UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

Reverzna osmoza (RO)

- Odstrani do 99 % raztopljenih snovi iz vode (**95 %**)
- Delovni tlak: 8 – 60 bar (**10 –16 bar**)
- „Cross flow“ filtracija
 - Prefiltriramo del vode - permeat
 - Koncentrat odnaša raztopljene snovi
 - Izkoristek: 40 – 90 % (**75 %**)
- Prevodnost permeata:
5 – 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**12 – 25 $\mu\text{S}/\text{cm}$**)



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

Pilotna naprava RO

- 500 – 600 l/h permeata
- 70 - 75 % izkoristek
- 1 tlačna cev
- 3 moduli



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

Laboratorijske analize

- Rezultati analiz kažejo, da je kakovost prefiltrirane vode primerna za uporabo v proizvodnji

UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

- Izzivi UF
 - Stabilno obratovanje v vseh pogojih
 - Zadostno odstranjevanje organskih snovi in fosforja
 - Optimalna raba energije
 - Čim manj odpadnih vod



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

UF naprave za pitno vodo KOLEKTOR SISTEH

- Vse naprave so obratovale v času letošnjih prekomernih nalivov – Poplav 2023
- Naprave so se razen dveh samodejno prilagajale ekstremnim vstopnim obremenitvam
- Pri eni še saniramo posledice ekstremnih obremenitev

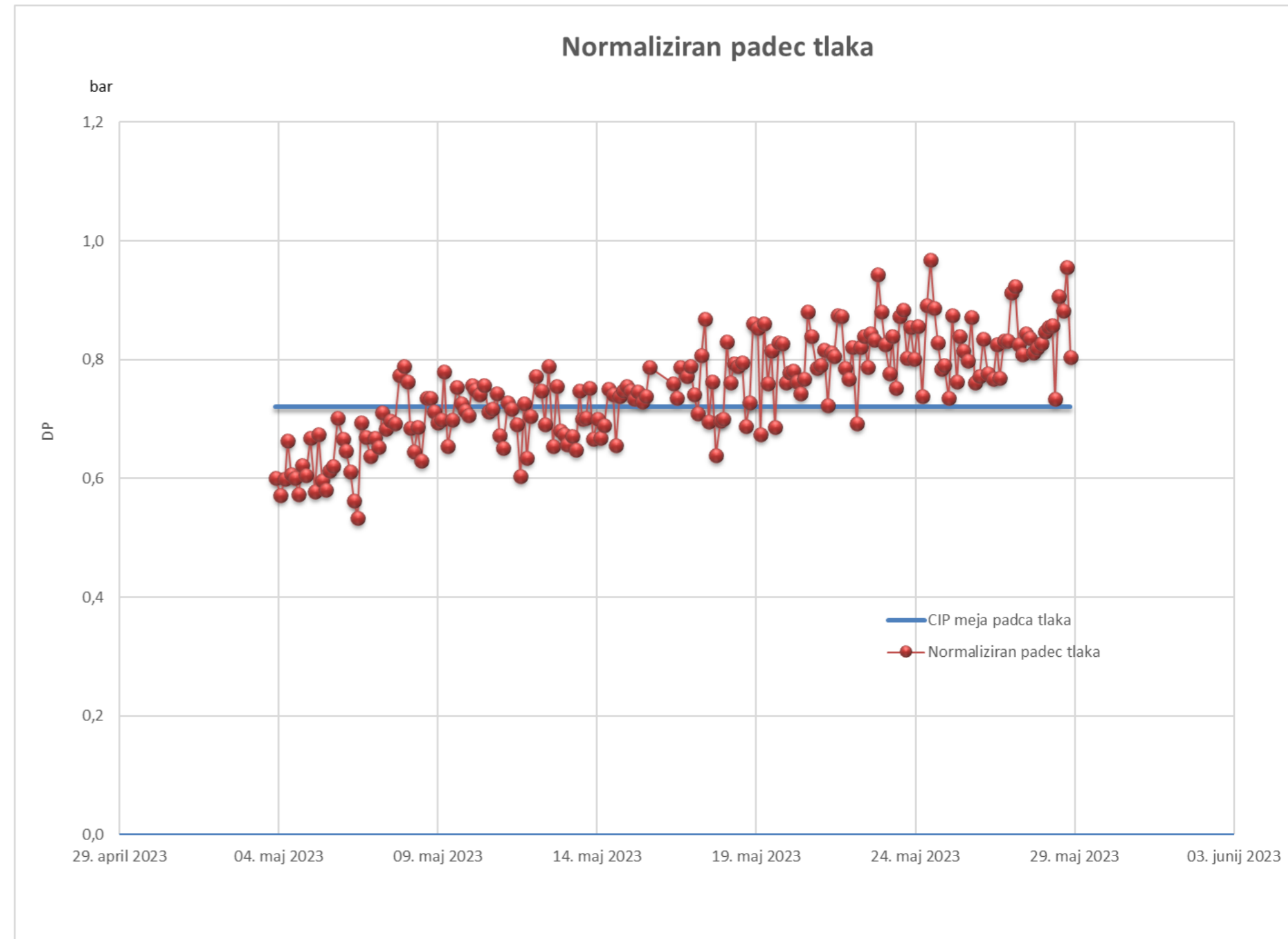
20 delujočih UF

Št.	Naprava	Vrsta vode	Leto izgradnje	Motnost (največja) (NTU)	Nazivna kapaciteta (l/s)
1	UF Kostak	Kraški izvir	2005	10	18
2	UF Pekel	Kraški izvir	2007	10	12
3	UF Zgornja Bistrica	planinski potok	2008	20 (>50)	60
4	UF Hubelj	Kraški izvir	2009	30	150
5	UF Žegnan	Kraški izvir	2012	3	40
6	UF Cerknica	Kraški izvir	2010	10	40
7	UF Probištip (MK)	Reka z jezom / potok	2012	70 (>100)	100
8	UF Bašelj	Kraški izvir	2014	12	130
9	UF Virje	Kraški izvir / vrtina	2017	20 (60)	30 (40)
10	UF Korotan	Kraški izvir	2017	20	20
11	UF Malni	Kraški izvir	2017	20	150
12	UF Blate	Kraški izvir / vodnjak	2018	20 (35;65)	80 (100)
13	UF Slovenska vas	Kraški izvir / vodnjak	2018	20 (65;105)	80
14	UF Globel	Kraški izvir	2018	20 (110;10)	25
15	UF Štip (MK)	Reka z jezom / potok	2021	70 (>100)	300
16	UF Krvavec	Kraški izvir	2022	70	100
17	UF Močila	Reka z jezom	2022	200 (400)	12
18	UF Suhi dol	Kraški izviri	2023	70 (72)	60
19	UF Jepihovec	Kraški izviri	2023	20	5
20	UF Ilirska Bistrica	Kraški izvir	2023	10	150
21	UF Belišče	Reka Drava	2023	110	55

UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

- Izzivi RO:

- Stabilno obratovanje
 - Podatki za nadzor morajo biti normalizirani
- Zasoljenost vode bistveno vpliva na delovanje RO – delovni tlak
- Ob dežju po soljenju cest se pričakuje velika zasoljenost
- Čim večji izkoristek



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

Izzivi Predobdelave – mehanska filtracija

- Filter namenjen dodatnemu čiščenju očiščene komunalne odpadne vode
- Filter z mrežico 15 μm
- Pranje z visokotlačnimi šobami



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE



UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

- Test s polno kapaciteto je pokazal ustrezno delovanje do 90 % nazivne kapacitete



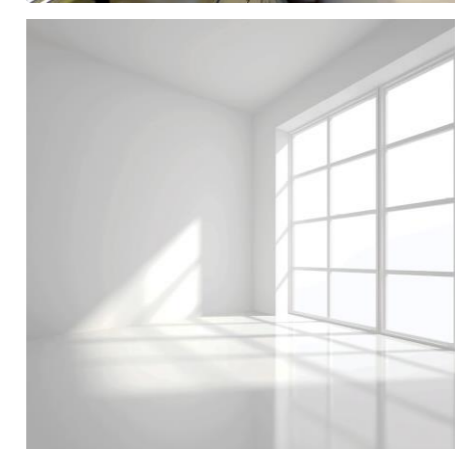
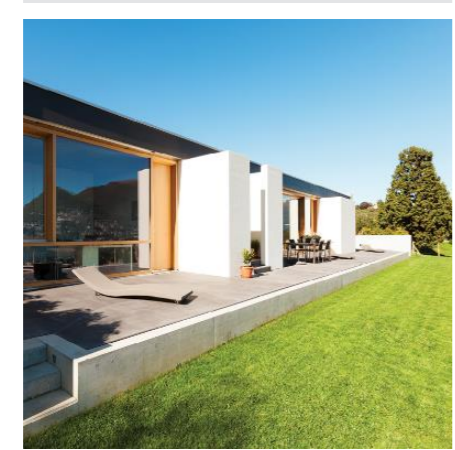
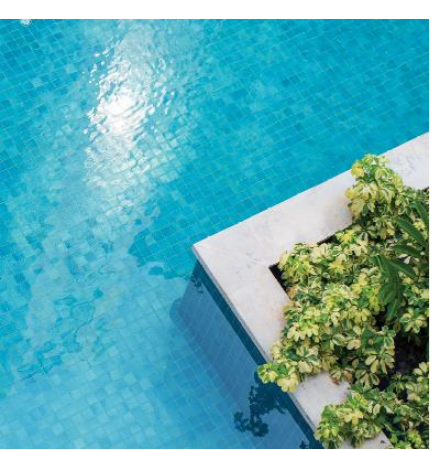
UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE



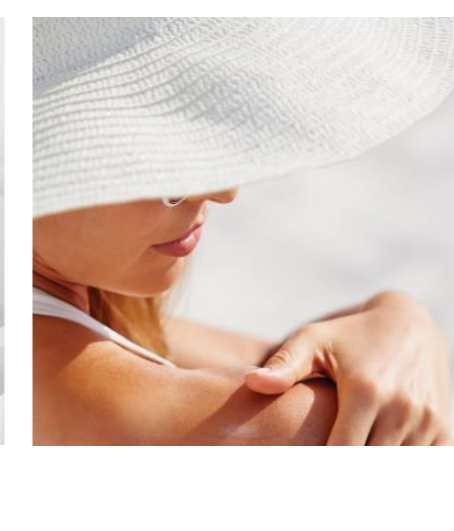
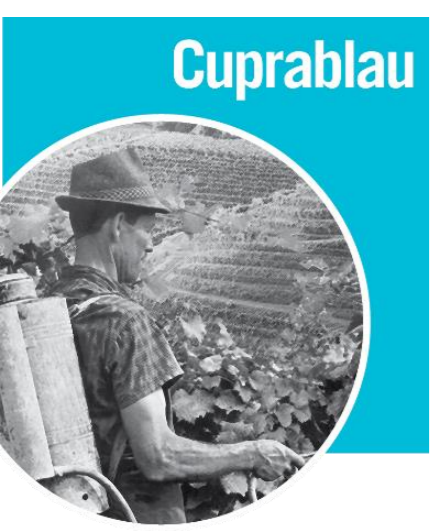
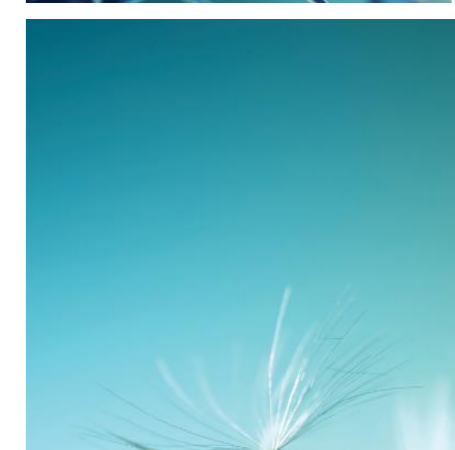
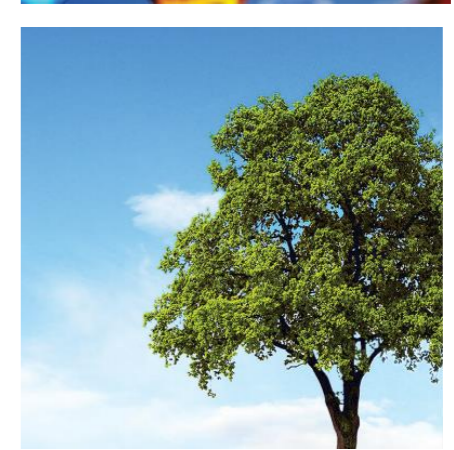
UPORABA OČIŠČENE VODE IZ CČN CELJE KOT TEHNOLOŠKE VODE V CINKARNI CELJE

Zaključek

- ✓ Pripravljena voda ustreza zahtevam za proizvodnjo
- ✓ Membranska tehnologija ima minimalen vpliv na okolje
- ✓ Izzivi povezani s stabilnim obratovanjem ostajajo



Hvala za pozornost



@CinkarnaCelje
 @Cinkarna
 www.cinkarna.si