



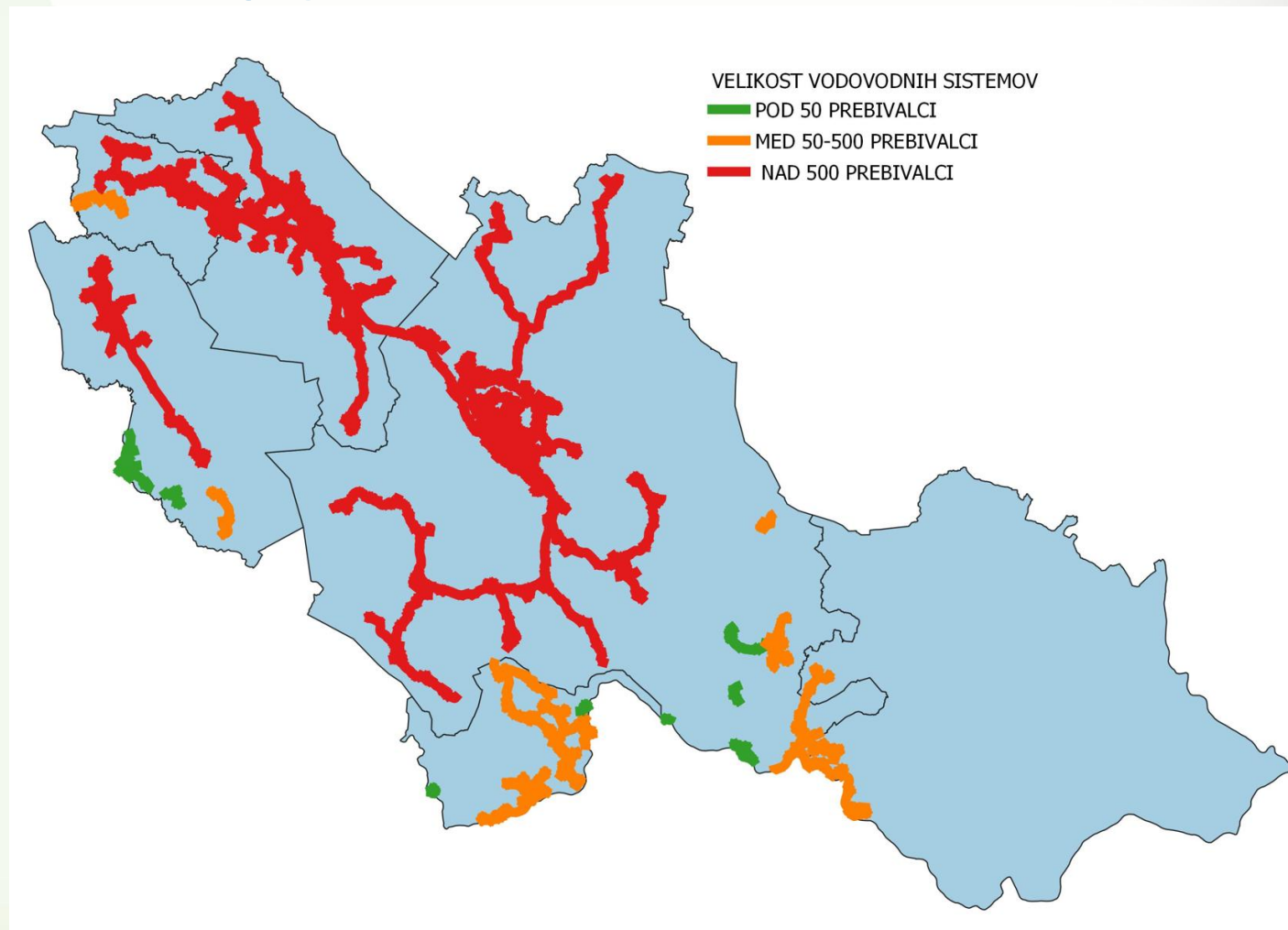
Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Nataša Jordan Justin, Hydrovod Kočevje
Mag. Ludvik Mekuč, KOLEKTOR Sisteh



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

- Pravica do varne pitne vode je univerzalna
- Uredba o pitni vodi velja za vse
 - Do 50 ljudi
 - 50 ljudi = 0,1 l/s
 - 500 ljudi = 1,0 l/s
 - Nad 25.000 ljudi
- Zahteve za kakovost so enake
- Samo obseg nadzora je nekoliko manjši



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Značilnosti malih vodnih virov

- Kakovost vode
 - Podvrženost vplivom vremena
- Nihanje izdatnosti
- Rezervni vir?

Značilnosti vodvodnega sistema

- Razpršena poseljenost
- Predimenzionirani cevovodi
 - Število prebivalcev se manjša
 - Število porabnikov niha
 - Poraba je majhna – „mnogo cevovodov malo porabe“
 - Zagotavljanje požarne vode

Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Izzivi upravljalcev

- Neenakomerna poraba vode
 - Vikendi
- Dostop do vira
- Razpoložljivost elektrike
- Pokritost s komunikacijsko povezavo

Izzivi upravljalcev

- Slabšanje virov
 - Okoljske razmere
 - Težki stroji v gozdu
- Iskanje rešitev za pripravo
 - Učinkovitost
 - Zanesljivost
 - Primernost
- Rentabilnost

Priprava pitne vode –

Priprava vode – majhni viri

- Zelo malo je virov, kjer priprava ni potrebna
- Kemijska onesnaženost je redka
- Viri so večinoma kraški
 - Priprava - filtracija
 - Dezinfekcija



Priprava pitne vode –

Metode filtracije – odstranjevanje motnosti

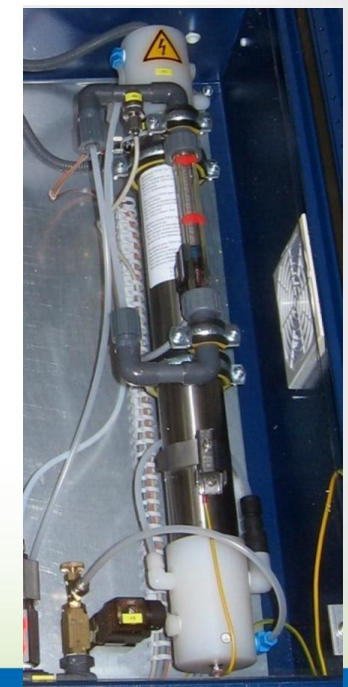
- Peščena filtracija – filtracija skozi nasut sloj filtrnega medija
 - Klasična
 - Kontinuirana
- Membranska filtracija – filtracija skozi membrane



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Dezinfekcija

- Kloriranje
- Dodajanje klorovega dioksida
- Ozoniranje
- Dezinfekcija z UV svetlobo
- Membranske filtracije



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Klasična peščena filtracija

- Filtriramo navzdol, občasno peremo navzgor
- Manjša hitrost boljši efekt filtriranja
 - **5 - 15 m/h**
- Filtrni mediji – različne velikosti znotraj sloja
 - Kremenčev pesek, antracit
 - Zeolit, ekspanzirana glina, steklo

Primernost za male vire

- Klasična peščena filtracija je primerna za male vire
 - Upoštevati je treba, da je dovolj učinkovita do neke motnosti
- Pomanjševanje filtrov je enostavno
- Električna energija je potrebna

Priprava pitne vode – kaj pa

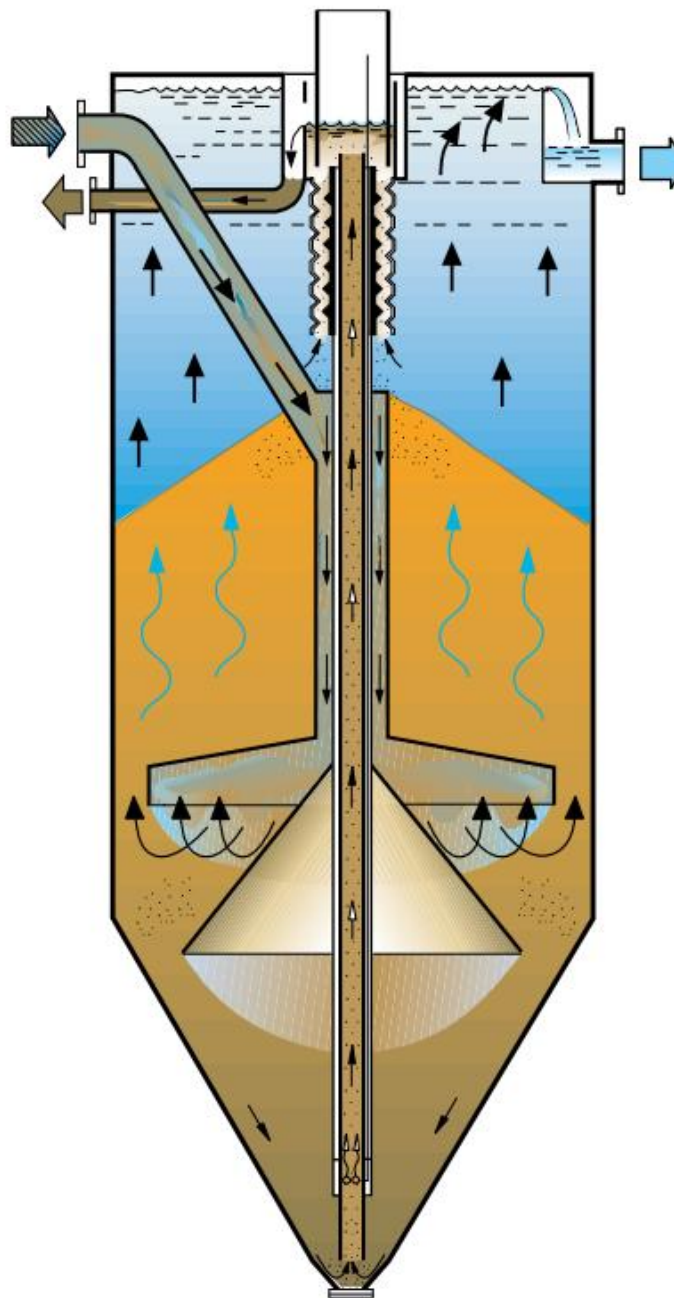
Klasična
peščena
filtracija



Priprava pitne vode -

Kontinuirana peščena filtracija

- Filtriramo navzgor (8-11 m/h), filtrni pesek peremo stalno
- Razvoj se je začel 1974 na Švedskem
- Filtrni medij v sloju je enake velikosti
 - Kremenčev pesek
 - Drugi mediji v preizkušanju



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Kontinuirana peščena filtracija

- Stalen pretok filtriranja – tudi med pranjem
- Ni konic pretoka pralne vode
- Mikrobiološka aktivnost na filtrnem mediju je stalna
 - Odstranjuje nitrat, amonij,
 - Težke kovine - Hg iz 0,021 µg/l na 0,003 µg/l

Primernost za male vire

- Najmanjši serijsko dobavljiv filter na trgu ima premer 0,9 m

Premer filtra	m	0,30	0,50	0,90	2,50
Površina filtra	m ²	0,07	0,20	0,64	4,9
Pretok pri hitrosti filtriranja 8 m/h	l/s	0,12	0,33	1,1	8,2
Pretok pri hitrosti filtriranja 11 m/h	l/s	0,22	0,60	1,9	15,0
Pretok pranja pri 40 m/h	l/s	0,79	2,18	7,1	54,53

Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Kontinuirana peščena filtracija

Sample code	Laboratory sample code	THg [ng/L]	Date analysis performed
SAMPLE 1 (raw water)	Hg-562-2023/0	21,6 22,3	14.07.2023
SAMPLE 2 (after sand filtration, no. 1)	Hg-562-2023/0	3,09 3,29	14.07.2023
SAMPLE 3 (after sand filtration, no. 2)	Hg-562-2023/0	3,30 3,33	14.07.2023
SAMPLE 4 (after chlorination)	Hg-562-2023/0	3,22 3,20	14.07.2023

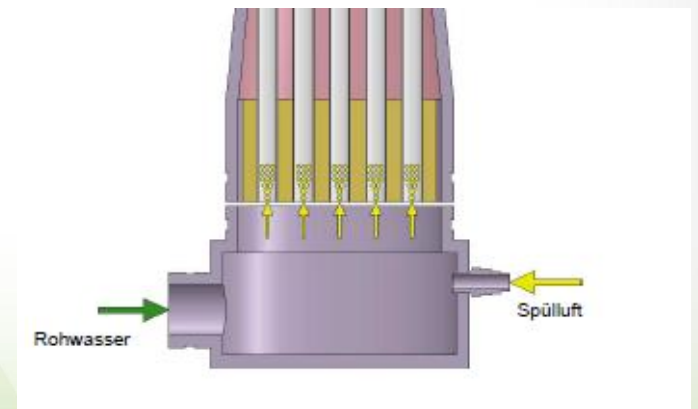
Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Membranska filtracija

- Za pripravo pitne vode je glede stopnje odstranjevanja neraztopljenih snovi najbolj ustrezna ultrafiltracija
 - Odstranjuje neraztopljen snovi v celoti
 - Zadrži viruse in bakterije
 - S koagulacijo tudi raztopljene organske snovi - obarvanost
- Membrane delujejo stabilno in zanesljivo
- Membrane se mašijo, ne spuščajo
- Mikrobiološke aktivnosti **ne sme** biti

Primernost za male vire

- Mala naprava potrebuje enake komponente kot velika naprava
- Brez občasnega pranja s kemikalijami na kraških virih zaenkrat ne gre



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Peščena in membranska filtracija

Skupne lastnosti

- Učinkovita koagulacija pomaga obema
 - Učinek je pri peščeni bolj izrazit in odvisen od koagulacije
- Z manjšimi specifičnimi pretoki obratujeta bolje
 - Peščeni filter – nižja hitrost=boljša filtracija
 - Membrane – nižji flux=manjše mašenje, učinek filtracije ostane

Skupni problemi

- Odpadne vode – naprava ima status industrijske čistilne naprave
 - Monitoring
- Opomba t splošne uredbe
 - < 10 km² - 10x nižje meje
- Pri membranski filtraciji je problem odpadnih vod še bolj izrazit

Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Metode dezinfekcije

- Kloriranje
- Dodajanje klorovega dioksida
- Ozoniranje
- Dezinfekcija z UV svetlobo
- Membranske filtracije



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Kloriranje

- Najbolj pogosta metoda dezinfekcije
 - Plinski klor (iz jeklenke ali elektrolize)
 - Raztopina natrijevega hipoklorita
- Slabosti
 - Stranski produkti
 - Nižja aktivnost pri višjem pH-ju
- Prednosti
 - Enostavnost dodajanja
 - Stabilnost reziduala

Primernost za male vire

- Če je potreben rezidual zelo uporabna
- Dodajanje kot raztopina Natrijevega hipoklorita
 - Kontinuirane dozirne črpalke

Pretok	Koncentracija	Poraba klora	Poraba hipoklorita
l/s	ppm	g/h	l/h
0,1	0,5	0,18	0,0015
1,0	0,5	1,8	0,015

- Potrebno je skrbeti za zadosten obrat zaloge hipoklorita

DVGW W 229



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Klorov dioksid

- Močno dezinfekcijsko sredstvo
- Slabosti
 - Težje ohraniti rezidual
 - Potrebna je sinteza na licu mesta
 - Možni so stranski produkti sinteze
- Prednosti
 - Neodvisen od pH-ja
 - Ne tvori stranskih produktov s snovmi iz vode
 - Razbija biofilme

Primernost za male vire

- Primeren tudi za majhne vire
- Kontinuirano dodajanje je možno z napravami, ki šaržno proizvajajo klorov dioksid

DVGW W 224

Priprava pitne vode – kaj pa mali

Kontinuirano

Klorov
dioksid -
šaržno



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Ozoniranje

- Ozon je zelo močno oksidacijsko sredstvo
- Slabosti
 - Ne sme biti kot rezidual
 - Potrebna je sinteza na licu mesta
- Prednosti
 - Odstranjuje obarvanost vode
 - Praktično ne tvori stranskih produktov
 - Razbija biofilme

Primernost za male vire

- Za majhne vire skoraj ni primeren
 - Zahtevna oprema za sintezo in dodajanje

DVGW W 225



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

Ozoniranje

Generator ozona 5 g/h



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

UV svetloba

- Metoda brez uporabe kemikalij
- Slabosti
 - Ni reziduala
 - Majhna moč nizkotlačnih žarnic na enoto dolžine
 - Analiza lahko zadene onesposobljene a žive mikroorganizme
- Prednosti
 - Ni kemikalij
 - Ni stranskih produktov
 - Razbija biofilme

Primernost za male vire

- Za majhne vire zelo primerna metoda
- Upoštevati je treba, da ni reziduala

Zahtevana doza	400 J/m ²
Certificirane naprave	Test z Bacilis Suptilis

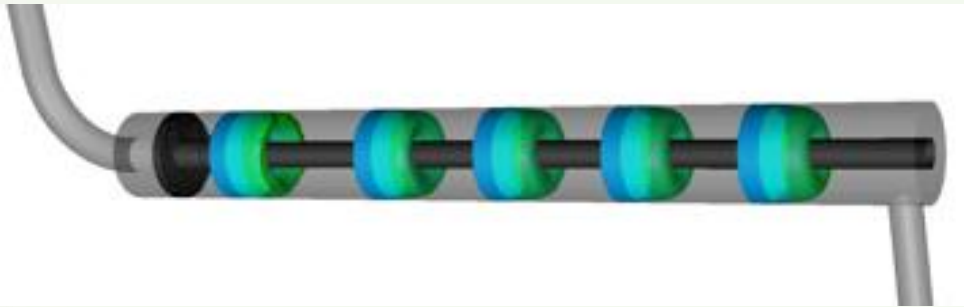
DVGW 294/1/2/3



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

UV svetloba - dimensioniranje

- 400 J/m² – simulacija



- 1x80 W
- UVT = 95 %
- Pretok 8,1 m³/h

DVGW test – certificirana naprava

- 1x80
- Test z Bacilis Suptilis
- 5,8 m³/h
- Po metodi levo skoraj 600 J/m²

Priprava pitne vode – kaj pa mali viri

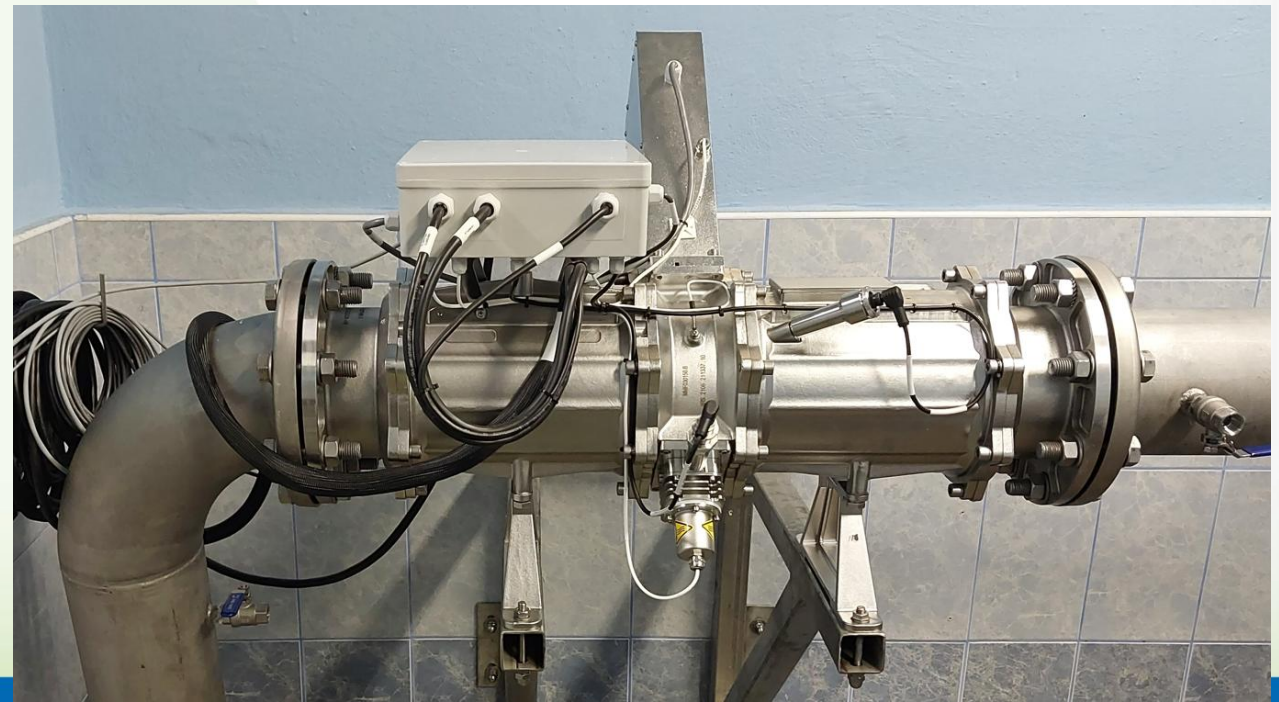
UV svetloba - žarnice

Nizkotlačne

- Monokromatske – 254 nm
- 40 % izkoristek elektrike
- Življenska doba do 14.000 ur
- 300 W/m

Srednjetlačne

- 200 – 600 nm
- 10 % izkoristek
- 3.000 – 5.000 ur
- 1,5 kW/dm



Priprava pitne vode – kaj pa mali viri – ZAKLJUČKI

- Integracija v večji sistem je najboljša rešitev
- Obvezna je elektrika in komunikacija
- Ustrezna filtracija je velik izziv
- Membranska filtracija je bolj zanesljiva
 - Zaradi uporabe kemikalij še bolj pod nadzorom glede odpadnih vod
 - Nadzor integritete membran je mogoč (test z zrakom)
 - Efektivno pranje z zrakom je poenostavitev, ki veliko obeta
 - Poenostaviti bi bilo treba vsaj obdelavo in nadzor odpadnih vod
 - Smiselno je začeti nov (3.krog) razgovorov z ministrstvom

Priprava pitne vode – kaj pa mali viri – VIRI

- DVGW delovni listi

W225	Dezinfekcija z ozonom
W/294/1	Dezinfekcija z UV svetlobo
W/294/2	Dezinfekcija z UV svetlobo
W/294/3	Dezinfekcija z UV svetlobo
W229	Dezinfekcija s klorom in hipokloritom
W296	Problem trihalometanov
W623	Doziranje klora in hipoklorita
W224	Dezinfekcija s klordioksidom

- Pravilniki

- Tehnični pravilnik za vodovod, april 2025, JP VOKA SNAGA Ljubljana

- Zakonodaja

- Uredba o pitni vodi
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz objektov in naprav za pripravo vode
- Zakon o oskrbi s pitno vodo ter odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode

