

Prof. dr. Milenko Roš
Ziherlova ulica 6
1000 Ljubljana

JAVNI ZAVOD TRIGLAVSKI NARODNI PARK
Ljubljanska cesta 27
4260 Bled

Ljubljana, 8. 11. 2019

Poročilo

o sodelovanju pri projektu Omilitve vpliva odpadnih vod iz planinske koče (Dvojno jezero) z optimizacijo in nadgradnjo obstoječega sistema čiščenja odpadne vode.

1 Uvod

Dne 23. 5. 2019 je bila imenovana strokovna komisija skupino za določitev ravnanja z odpadno vodo na Koči pri Triglavskih jezerih, kot podpora Javnemu zavodu TNP pri projektu Vrh Julijcev, v sestavi: Meta Levstek, Milenko Roš, Katja Gregorič (TNP), Drago Dretnik (PZS), Miro Eržen (PZS), Dušan Prašnikar (PZS), Drago Rozman (PD Ljubljana Matica). Pri delu komisije sem vključen v naslednje aktivnosti:

1.2. Izdelava projektne naloge podprojekta

1.2.1.2. Simulacije in prognoze (**dr. Levstek, dr. Roš**)

1.2.1.4. Izdelava navodil študentom za terensko delo (**dr. Levstek, dr. Roš, TNP, PZS, PD Ljubljana-Matica**)

1.2.2. Opredelitev vsebinskih in terminskih ciljev (**člani strokovne skupine**)

1.2.3. Določitev metodologije dela strokovne skupine (**člani strokovne skupine**)

1.3. Operativne aktivnosti glede na projektno nalogo in metodologijo dela strokovne skupine

1.3.2. Nabor obstoječih raziskovalnih in analitičnih podatkov za področje naloge projekta (**dr. Levstek, dr. Roš**)

1.3.4. Nabor drugih obstoječih podatkov, primernih za uporabo glede na cilje projekta (**člani strokovne skupine**)

1.3.5. Opredelitev metodologije in vsebine zbiranja podatkov na terenu (**člani strokovne skupine**)

1.3.6. Povzetek že razpoložljivih podatkov in prve ugotovitve (**člani strokovne skupine**)

1.3.7. Idejna zasnova tehnologije čiščenja (člani strokovne skupine)

1.4. Izdelava prvega vmesnega poročila za vodstvo projekta (člani strokovne skupine).

Mag. Dretnik (D. Dretnik, 2011; Drago Dretnik, 2019) je v svojih delih opozoril na vrsto dejstev, na katera moramo paziti pri izbiri čistilnih naprav v planinskih kočah. Osnovnih kriterijev, ki jih je opredelil v predavanju (D. Dretnik, 2011) bi se morali nujno držati in upoštevati tudi izkušnje drugih, predvsem alpskih držav. Tako je Layman v svojem poročilu (Leyman, 2019) primerjal tehnologije čiščenja odpadnih vod v planinskih področjih, v Alpah. Preučevali so 15 čistilnih naprav 46 mesecev. Ugotovili so, da so za različne čistilne naprave investicijski in ostali stroški različni pri posameznih čistilnih napravah. Avstrijsko društvo za vode in odpadke je v študiji (OEWAV, 2000) obdelalo možnosti čiščenja odpadnih vod v gorskih območjih. Priporočajo dobro mehansko čiščenje, ki mu sledi biološko čiščenje in nato obdelava trdnih suspendiranih snovi (blata). Za biološko čiščenje priporočajo enega od sistemov z aktivnim blatom ali s pritrjeno biomaso. Za normalno vzdrževanje čistilne naprave priporočajo stalno spremljanje delovanja čistilne naprave ter stalni notranji in zunanji monitoring čistilne naprave. Rödel s sodelavci (Rödel, Platschek, & Kolbitsch, 2016) je objavil vodila za odstranjevanje ostankov iz čistilnih naprav z občutljivih gorskih območij. Predvidevajo odvoz odpadkov v dolino z vozili, žičnico ali helikopterjem, odvisno od možnosti oz. dostopa posameznih predelov. Nekateri avtorji (Erhatic, 2008; Miloš Rozkošný, Michal Kriška, Jan Šálek, Igor Bodík, & Istenič, 2014; Zuanon, 2014) predlagajo za čiščenje odpadnih vod naravne sisteme, predvsem rastlinske čistilne naprave. Menim, da rastlinske čistilne naprave v visokogorju ne pridejo v poštev, predvsem zaradi neustreznega prostora in temperature.

2 Splošno o čistilni napravi

Čistilno napravo ob koči pri Triglavskih jezerih je dobavilo podjetje 2PR, v avgustu 2010. Vgrajena je bila mala komunalna čistilna naprava "2PR do 50 P. E."

MKČN-komunalna čistilna naprava deluje na osnovi aktivnega blata kot šaržni biološki reaktor, SBR (Slika 1, Vir:

[https://www.google.si/search?newwindow=1&sxsrf=ACYBGNRLwLsso6gtyEgH0XnbQewXeLGtlw%3A1568786020246&source=hp&ei=ZMaBXb_nC7HqrgTPv5aoDw&q=čistilna+naprava+koča+pri+triglavskih+jezerih&oq=čistilna+naprava+koča+pri+triglavskih+jezerih&gs_l=psy-ab.1.0.33i160.2235.16208..19589...0.0..0.131.4386.27j18.....0....1..gws-wiz.....0j35i39j0i203j0i22i30j33i22i29i30j33i21j33i10j33i13i21.w0cdvka3T3g\).](https://www.google.si/search?newwindow=1&sxsrf=ACYBGNRLwLsso6gtyEgH0XnbQewXeLGtlw%3A1568786020246&source=hp&ei=ZMaBXb_nC7HqrgTPv5aoDw&q=čistilna+naprava+koča+pri+triglavskih+jezerih&oq=čistilna+naprava+koča+pri+triglavskih+jezerih&gs_l=psy-ab.1.0.33i160.2235.16208..19589...0.0..0.131.4386.27j18.....0....1..gws-wiz.....0j35i39j0i203j0i22i30j33i22i29i30j33i21j33i10j33i13i21.w0cdvka3T3g).)



Slika 1: Vgradnja MKČN ob Koči pri Triglavskih jezerih

3 Meritve na čistilni napravi

3.1 Parametri onesnaženja odpadnih vod in prečiščenih vod

Iz podatkov, ki so na razpolago, in meritev, opravljenih v zadnjem času, lahko sklepamo, da je stanje na čistilni napravi slabo. Rezultati meritev iz avgusta 2019, so naslednji (Tabela 1 in Tabela 2).

Tabela 1: Meritve virov odpadne vode (Analize vzorčenja Koča pri triglavskih jezerih.xlsx)

Čas vzorč.	Opombe	pH	Prevodnost (μS/cm)	NH ₄ -N (mg/L)	N-cel. (mg/L)	P-cel. (mg/L)	KPK (mg/L)
8/27/2019	kuhinja + notr. wc	8,3	2000	202	208	17,1	779
8/25/2019	kuhinja + notr. wc	5,6	280	1,7	15,2	2,5	821
8/24/2019	kuhinja + notr. wc	8,4	1551	147	152	10,9	375
8/23/2019	kuhinja + notr. wc	5,3	272	1	19,4	3,5	1363
8/22/2019	kuhinja + notr. wc	5,1	286	1	14	2,2	1092
8/20/2019	kuhinja + notr. wc	5	318	1,2	17,6	3,8	1507
8/15/2019	kuhinja + notr. wc	8,1	1176	123	207	13,4	382
	AVG	6,5	840	68	90	7,6	903
	MIN	5,0	272	1	14	2,2	375
	MAX	8,4	2000	202	208	17,1	1507
8/14/2019	zun.wc + tuš	8,8	1592	157	158	10,1	501
7/25/2019	zun.wc + tuš	9	1721	210	218	13,8	537

Vrednosti prevodnosti so v mejah normale za vse vzorce. Vrednost pH je občasno relativno nizka, ni pa kritična, saj se pomešajo odpadne vode iz kuhinje še z drugimi odpadnimi vodami. Nekoliko izstopajo odpadne vode z dne 27. 8. 2019, saj imajo zelo visoko vrednost za dušikove spojine, ki so verjetno posledica večja uporaba čistil v kuhinji.

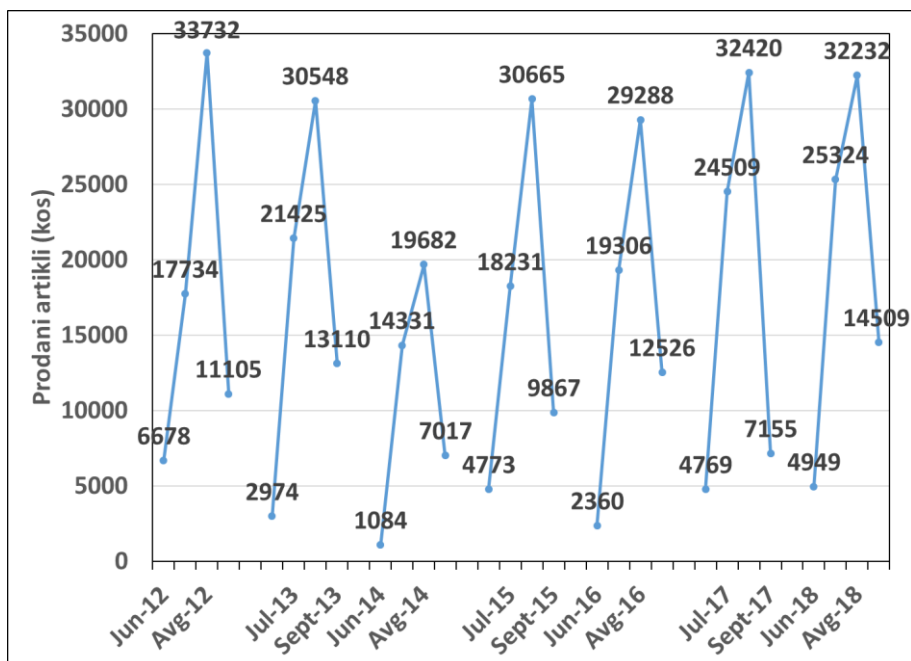
Tabela 2: Iztok iz čistilne naprave (Analize vzorčenja Koča pri triglavskih jezerih.xlsx)

Čas vzorč.	Opombe	pH	Prevodnost (μS/cm)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	N-cel. (mg/L)	P-cel. (mg/L)	KPK (mg/L)
8/27/2019	iztok mkčn	7,9	2120	219	0,7	228	14,3	306
8/25/2019	iztok mkčn	8,1	1972	189	0,7	213	14,6	295
8/24/2019	iztok mkčn	8	2450	240	0,8	293	17,6	360
8/23/2019	iztok mkčn	7,9	2480	241	0,7	259	45,4	331
8/22/2019	iztok mkčn	7,9	2440	237	0,7	247	15,4	316
8/20/2019	iztok mkčn	7,9	2470	233	0,7	260	17,3	350
8/14/2019	iztok mkčn	8	2620	244		262	27,8	480
7/25/2019	iztok mkčn	7	2710	255			26,6	598
	AVG	7,8	2408	232	0,7	252	22,4	380
	MIN	7,0	1972	189	0,7	213	14,3	295
	MAX	8,1	2710	255	0,8	293	45,4	598

Vsi parametri onesnaženja (KPK, N in P) so za iztok iz čistilne naprave izredno visoki, kar kaže, da čistilna naprava ne deluje pravilno.

3.2 Število prodanih artiklov

Eden od kriterijev je število prodanih artiklov in število ljudi, ki so prenočili v koči.

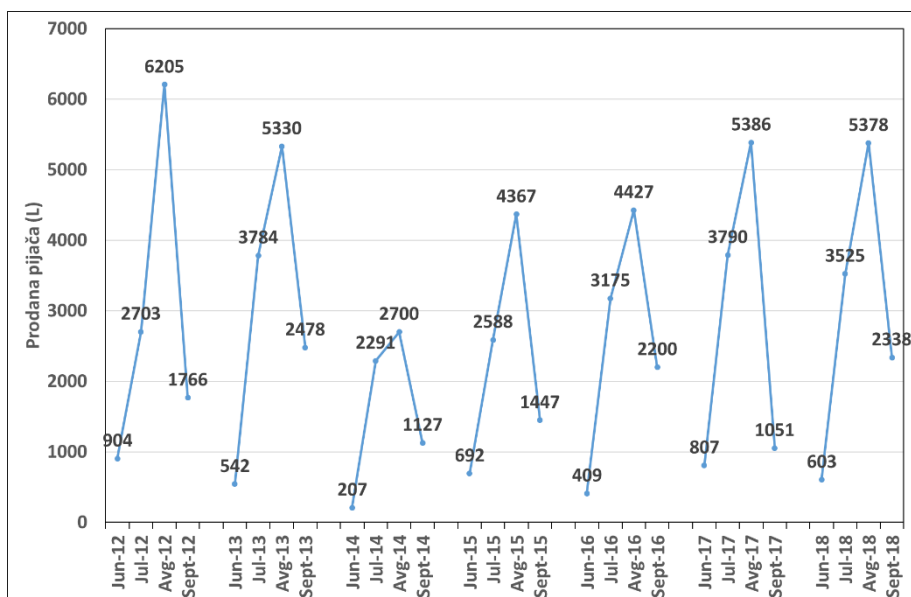


Slika 2: Število prodanih artiklov v zadnjih letih (PZS: 7j_sumarno_avg_2019.xlsx)

Razvidno je, da se največ artiklov proda v avgustu (med 30000 in 34000).

Po podatkih ZRSVN (Škvarč & Rogelj, 2019) obišče dnevno do 400 obiskovalcev, ki povzročijo onesnaženje za 230 do 250 PE.

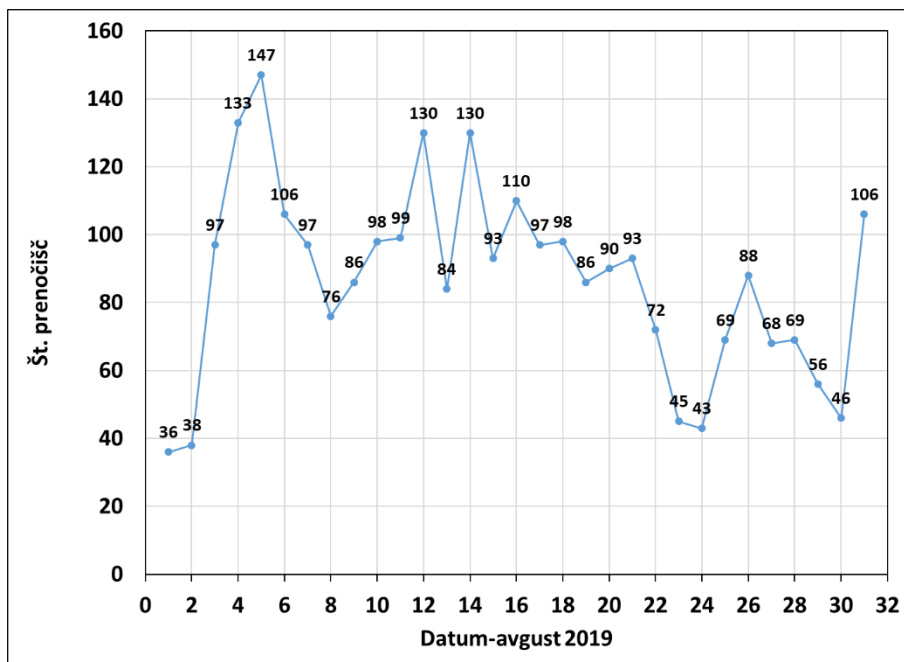
3.3 Prodana pijača v Koči, po mesecih v letih 2012-2018



Slika 3: Prodana pijača (v litrih) po mesecih (PZS: 7j_sumarno_avg_2019.xlsx)

Tudi pijače največ prodajo v mesecu avgustu (do 6200 L na mesec oz. 200 L na dan).

3.4 Število prenočitev v avgustu 2019



Slika 4: Število prenočitev v avgustu 2019

V visokogorju je značilno, da je obisk večji konec tedna in v lepem vremenu. V prvih dneh meseca je deževalo, kar se je ponovilo po 24. avgustu

(<https://www.accuweather.com/sl/si/bled/297278/avgust-weather/297278?year=2019&view=list>).

3.5 Koncentracija aktivnega blata v čistilni napravi

Dne 26. 7. 2019 so predstavniki CCN Domžale-Kamnik odvzeli vzorce suspenzije aktivnega blata v prezračevalniku čistilne naprave. Koncentracija aktivnega blata je bila 0,23 g/L, kar je izredno malo. V čistilni napravi bi moralo biti vsaj 2-3 g/L aktivnega blata.

Na osnovi podatkov ugotavljam, da obstoječa čistilna naprava ni primerna za ustrezno čiščenje odpadnih vod, ki nastajajo v Koči pri Triglavskih jezerih (in ob njej). Čistilna naprava ne deluje zaradi različnih vzrokov, in sicer:

- čistilna naprava je premajhna – najvišje obremenitve so na 100 PE,
- v čistilni napravi je premalo aktivnega blata – ni dovolj mikroorganizmov, ki so glavni nosilec čiščenja,
- čistilna naprava ni dovolj prezračevana – pomanjkanje raztopljenega kisika v čistilni napravi,
- večji mehanski delci se ne odstranjujejo redno itd.

3.6 Dnevna poraba vode

Največja poraba vode je vsako leto v avgustu. V naslednjih dveh tabel so predstavljeni podatki za dnevno porabo vode za avgust 2018 in avgust 2019.

Tabela 3: Dnevna poraba vode za avgust 2018 (vir: 7j_poraba vode.xlsx)

Datum	Dan	Dnevna poraba vode (m³)
31-Jul	tor.	7
1-Aug	sre.	6
2-Aug	čet.	6
3-Aug	pet.	8
4-Aug	sob.	9
5-Aug	ned.	6,5
6-Aug	pon.	6,5
7-Aug	tor.	8
8-Aug	sre.	8
9-Aug	čet.	7
10-Aug	pet.	6
11-Aug	sob.	6
12-Aug	ned.	7
13-Aug	pon.	2
14-Aug	tor.	6
15-Aug	sre.	6
16-Aug	čet.	7
17-Aug	pet.	7
18-Aug	sob.	5
19-Aug	ned.	6
20-Aug	pon.	6
21-Aug	tor.	5
22-Aug	sre.	8
23-Aug	čet.	6

Tabela 4: Dnevna poraba vode za avgust 2019 (vir: 7j_poraba vode.xlsx)

Datum	Dan	Dnevna poraba vode (m³)
14-Aug	sre.	5,6
15-Aug	čet.	5,8
16-Aug	pet.	7,2
17-Aug	sob.	8,0
18-Aug	ned.	7,8
19-Aug	pon.	5,6
20-Aug	tor.	6,2
21-Aug	sre.	7,2
22-Aug	čet.	4,7
23-Aug	pet.	5,5
24-Aug	sob.	1,3
25-Aug	ned.	3,7
26-Aug	pon.	4,8
27-Aug	tor.	5,5
28-Aug	sre.	4,7
29-Aug	čet.	5,0

Iz podatkov v gornjih tabelah (Tabela 3, Tabela 4) je razvidno, da dnevna količina porabljene vode niha, najvišja pa je 9 m³ na dan.

Kuenzi navaja (Kuenzi, 2019), da je načrt za porabo vode v koči Lämmeren (2507 m) 20 do 50 litrov na turiste, ki prenočijo v koči in 10 litrov za prehodne goste.

4 Stanje čistilnih naprav v drugih kočah v Sloveniji

Koča pri Triglavskih jezerih ni edini primer slabega čiščenja naprav v naših gorah. Čepon s sodelavci (Čepon, Babič, Kompare, & Griessler Bulc, 2013) navaja vrsto čistilnih naprav, kjer je KPK za iztoke mnogo nad dovoljeno mejo.

Tabela 5: KPK, N-celot. in P-celot. za iztoke čistilnih naprav (Čepon et al., 2013)

Čistilna naprava	KPK (mg/L)	N-celotni (mg/L)	P-celotni
Gospodična	6-35	48-84	5,3-14,4
Lisca	63-179	15,6-96	3,1-13,7
Lubnik	147-486	105-170	2,1-23,9
Ratitovec	57-682	50,6-209	7,7-24,3
Valvasor	74-149	111-147	15,5-17,4
Ermanovec	72-757	23-175	10,2-28,2
Planina	177-386	107-284	11,1-21,1

Razlogov za tako stanje je lahko več:

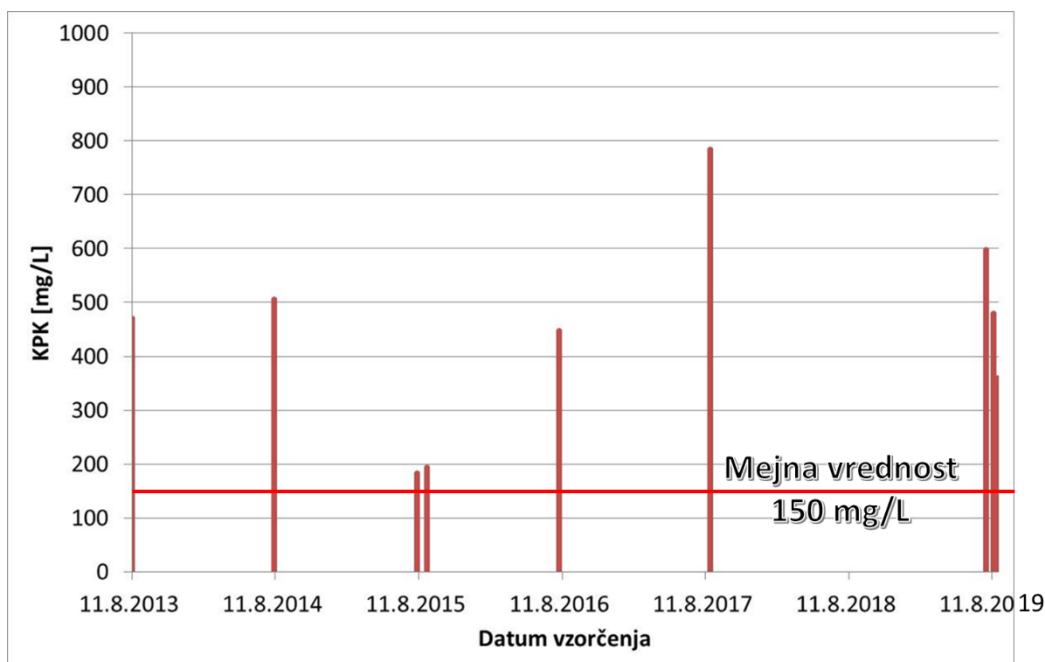
- premajhna kapaciteta čistilne naprave,
- neustrezno izbrana oprema čistilne naprave,
- slabo vodenje in vzdrževanje čistilne naprave,
- neenakomerne obremenitve čistilne naprave itd.

5 Projekt za sanacijo čistilne naprave

Za novo čistilno napravo Koča pri Triglavskih jezerih je bila predložena ponudba za sanacijo čistilne naprave Koča pri Triglavskih jezerih (Ponudba št.: 18-2018, Ilar Consulting d. o. o., Novo mesto; vir: 17-2018 TNP.docx), ki predvideva 2 zadrževalna bazena (za kuhinjo in sanitarije), modificirano obstoječo čistilno napravo SBR 50 PE, v kateri se prilagodi strojno in elektro-opremo, defosfatizacija s pomočjo FeCl₃, MBR modul filtracije, kapacitete 25 m³/dan, obdelavo odvečnega blata v odcejalni gredi in pridobivanje električne energije s pomočjo sončnih celic in dopolnitev s plinskim agregatom. Predvidena kapaciteta čistilne naprave je 166 PE, računajoč iz predpostavke, da se prečisti 25 m³ odpadne vode na dan. Cena za predvideno sanacijo čistilne naprave je 108 000 evrov.

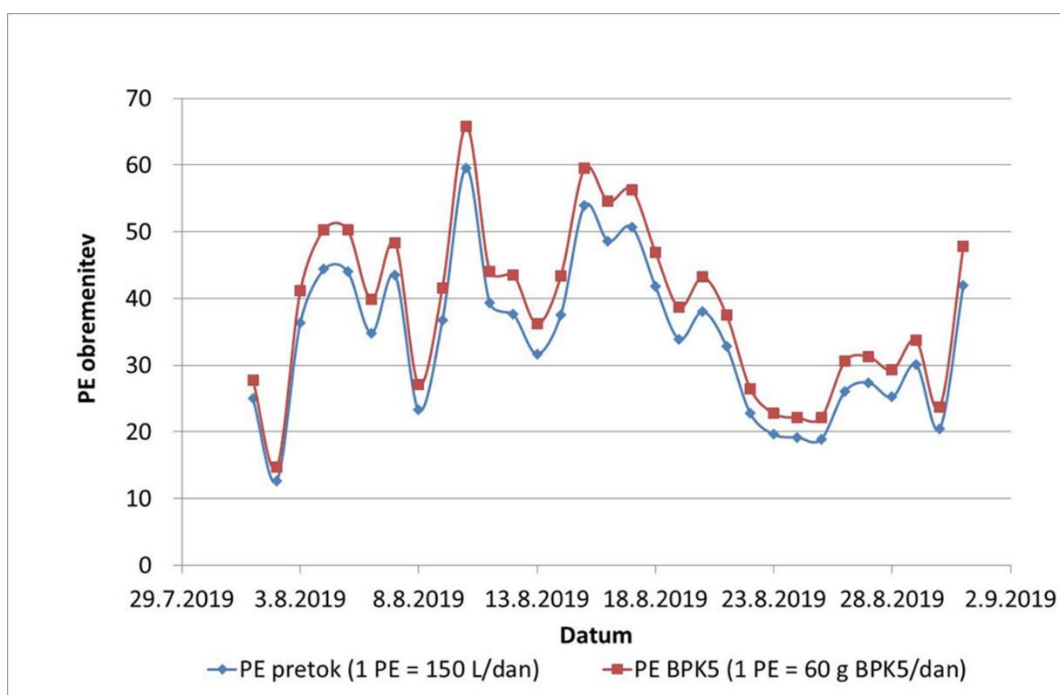
6 Povzetek meritev in predlog za izboljšanje delovanja čistilne naprave

Večletni rezultati analiz kemijske potrebe po kisiku (KPK) na iztoku iz čistilne naprave kažejo, da je čistilna naprava vsa leta slabo delovala (Slika 5).

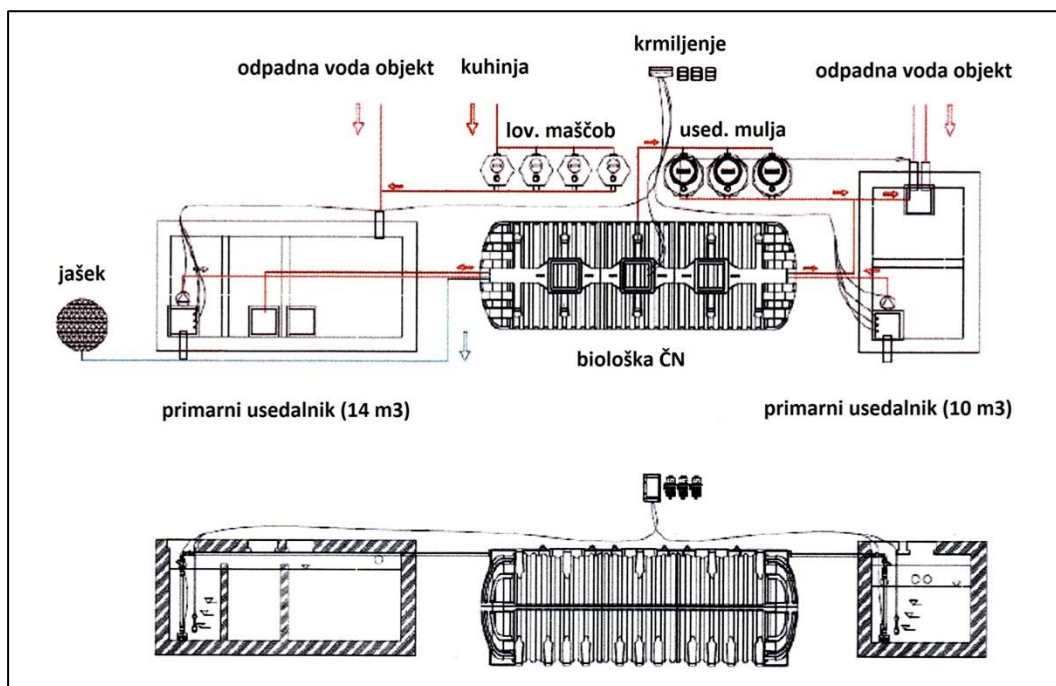


Slika 5: Rezultati KPK po letih

Glede na meritve pretokov in analize parametrov onesnaženja je kapaciteta čistilne naprave le občasno nad 50 PE (Slika 6).



Slika 6: Kapaciteta čistilne naprave v sezoni leta 2019



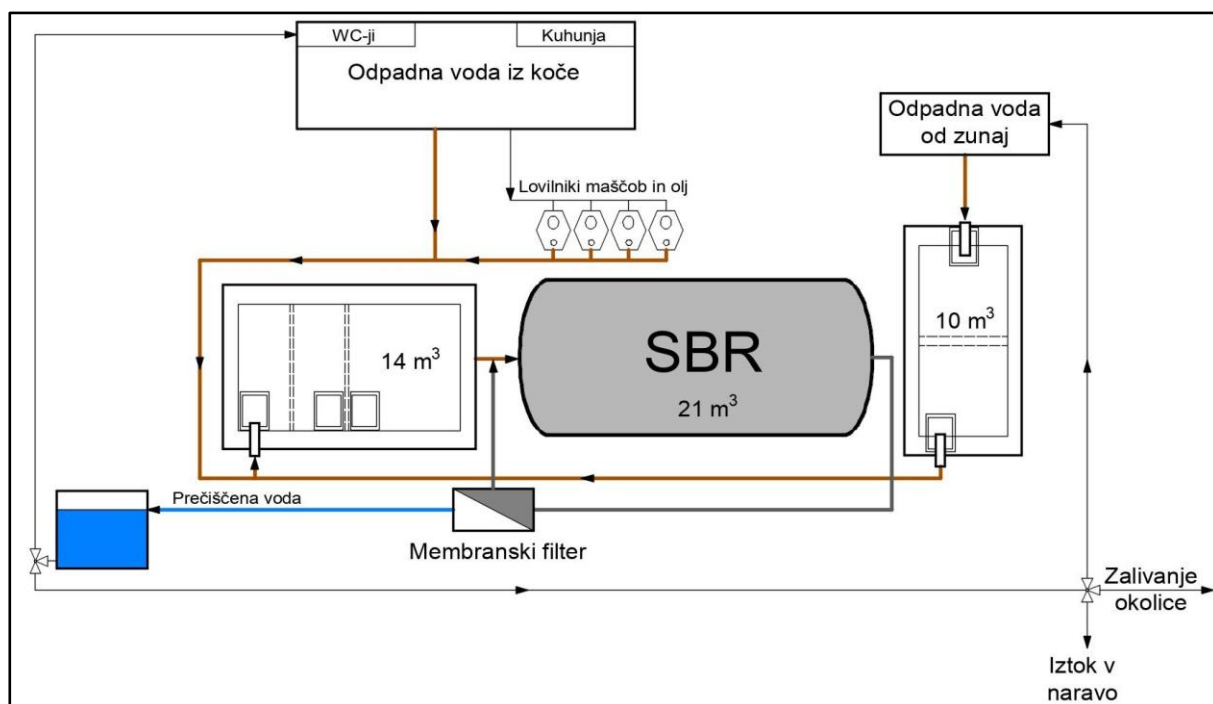
Slika 7: Shema čistilne naprave ob koči pri Triglavskih jezerih

Čistilna naprava (Slika 7) je delovala slabo iz več razlogov:

- aktivno blato se je odvezovalo po vsaki šarži, tako da je bila koncentracija aktivnega blata v reaktorju izredno nizka (0,26 g/L), zato je bil reaktor (SBR) preobremenjen in ni mogel dati predvidenega učinka.
- Dotok odpadne vode je bil iz dveh greznic, kaj je dajalo še dodatno neenakomerno obremenitev SBR in s tem slabše čiščenje.
- Faze čiščenja so bile neustrezne, glede odstranjevanja organskih snovi ter dušikovih in fosforjevih spojin.

Na osnovi pregleda delovanja čistilne naprave, obstoječih meritev in razpoložljivih delov čistilne naprave predlagamo naslednje (Slika 8):

1. ukine se sistem za usedanje blata,
2. za ločevanje blata se vgradi membranski filter, ki bo izboljšal kakovost prečiščene vode, predvsem suspendiranih snovi,
3. odpadna voda, ki se zbira v dveh greznicah, se združi tako, da se iz manjše greznice vodo prečrpa v večjo in od tu prečrpava v SBR,
4. iztok iz SBR se zbira v novi posodi, volumna pribl. 50 m³,
5. iz zbirne posode se del vode lahko uporabi za spiranje notranjih in zunanjih stranišč, del vode se lahko porabi za zalivanje okolice, del pa se spusti preko ponikovalnice v naravo.



Slika 8: Shema predlaganega delovanja čistilne naprave

7 Zaključek

Na osnovi obstoječih podatkov in dostopnih virov menim, da bi bilo treba čiščenje odpadnih vod v Koči pri Triglavskih jezerih gledati kompleksno, skupaj z jezери, v katera se lahko potencialno stekajo prečiščene vode. Treba bo:

- preurediti čistilno napravo po sistemu, opisanem zgoraj. Podrobnosti (vgradnja membranskega filtra, preureditev SBR, faze delovanja SBR, povezava greznic itd.) bo moral pripraviti projektant.
- Ob začetku sezone bo treba pripeljati določeno količino aktivnega blata.
- Določiti bo treba odgovorno osebo, ki bo skrbela za normalno delovanje čistilne naprave (upravljalavec naprave).
- Zagotoviti bo treba, da bo dovolj električnega toka za stalno delovanje čistilne naprave.
- Zagotoviti bo treba, da bo ČN maksimalno odstranjevala razgradljive organske snovi (BPK), N in P spojine ter odstranila suspendirane snovi v iztoku (MBR). Za to bo moral poskrbeti projektant in izvajalec čistilne naprave.
- Zagotoviti bo treba redno kontrolo čistilne naprave in greznice.
- Zagotoviti bo treba redni servis čistilne naprave.
- Ob koncu sezone bo treba poskrbeti, da se proizvedeno dehidrirano blato odpelje v dolino na nadaljnjo obdelavo.

8 Uporabljeni viri

- Čepon, U., Babič, R., Kompare, B., & Griessler Bulc, T. (2013). ANALIZA DELOVANJA MALIH ČISTILNIH NAPRAV ZA ODPADNO VODO PRI PLANINSKIH KOČAH. *Acta hydrotechnica*, 26, 71-84. Retrieved from <ftp://ksh.fgg.uni-lj.si/acta/a45uc.pdf>
- Dretnik, D. (2011). KRITERIJI ZA ČIŠČENJE ODPADNIH VOD IZ VOD PLANINSKIH KOČ. Retrieved from [https://www.pzs.si/javno/dokumenti/Konferenca%20o%20planinskem%20gospodarstvu%202011/2011-11-26-4-Cistilne naprave-Drago Dretnik.pdf](https://www.pzs.si/javno/dokumenti/Konferenca%20o%20planinskem%20gospodarstvu%202011/2011-11-26-4-Cistilne%20naprave-Drago%20Dretnik.pdf)
- Dretnik, D. (2019). Priročnik za planinske koče. In P. z. Slovenije (Ed.). Ljubljana.
- Erhatic, B. (2008). PRESOJA UPORABNOSTI RASTLINSKIH ČISTILNIH NAPRAV PRI PLANINSKIH POSTOJANKAH TRIGLAVSKEGA NARODNEGA PARKA. *Geografski vestnik*, 80(2), 53–66.
- Kuenzi, R. (2019). Alpine huts face paradoxical water shortage. Retrieved from https://www.swissinfo.ch/eng/dry-zones_alpine-huts-face-paradoxical-water-shortage/33348946
- Leyman. (2019). *Comparison of technology, costs and environmental benefit of wastewater treatment plants in mountainous areas in the Alps*. Retrieved from
- Miloš Rozkošný, Michal Kriška, Jan Šálek, Igor Bodík, & Istenič, D. (2014). *Natural Technologies of Wastewater Treatment*. Retrieved from
- OEWAV. (2000). *Wastewater Treatment in Mountain Regions*. Retrieved from http://www.hydro-it.com/extern/life/regelblatt/re_english.pdf
- Rödel, S., Platschek, C., & Kolbitsch, R. (2016). Guideline for Disposal of Residues from Wastewater Treatment in Sensitive Mountain Regions. *International Journal of Water and Wastewater Treatment*, 2(3). doi:10.16966/2381-5299.123
- Škvarč, A., & Rogelj, M. (2019). *Prijava nedovoljenih ravnanj na območju nature 2000, zavarovanih območjih, naravne vrednote in ekološko pomembnega območja - onesnaževanje Dvojnega jezera v Triglavskem narodnem parku*. Retrieved from Ljubljana:
- Zuanon, A. (2014). *THE AQUANOVA CONCEPT APPLIED IN A MOUNTAIN HUT: MODELLING OF A PILOTS-SCALE CONSTRUCTED WETLAND UNIT*. (MSc). UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA, Padova.



Pripravil: Milenko Roš