

Mnenje o pripravi variante B izhodišč projektne naloge z vključitvijo notranjih vakuumskih in zunanjih suhih stranišč

Eden od zaključkov zadnjega sestanka strokovne skupine PZS (Omilitev vpliva odpadnih vod iz koč pri Triglavskih jezerih na stanje Dvojnega jezera), dne 11. 3. 2020, je bil, da dopolniva izhodišča projektne naloge in narediva še varianto B izhodišč projektne naloge z vključitvijo notranjih vakuumskih in zunanjih stranišč. Pregledala sva literaturo [1-9], ki je povezana s čiščenjem odpadnih vod, v primeru, da bi nastajala odpadna voda iz različnih sistemov stranišč.

Na trgu dobimo vrsto stranišč, najpogostejša pa so:

- stranišča na splakovanje (Water Closet, WC),
- kompostna stranišča (tudi suha stranišča),
- kemijska stranišča,
- vakuumska stranišča (V-WC).

Pri vsaki skupini stranišč je na voljo več variant, v principu pa jih lahko opišemo z gornjimi nazivi.

Stranišča na splakovanje, ki se v svetu trenutno največ uporabljajo, imajo slabost, da porabljajo veliko vode za splakovanje (6-9 L v Evropi in 12-16 L v ZDA). Prednost teh stranišč je, da pri normalni uporabi ne povzročajo večjih težav in ne potrebujejo veliko vzdrževanja. Slabost pa je, da porabijo vod za splakovanje.

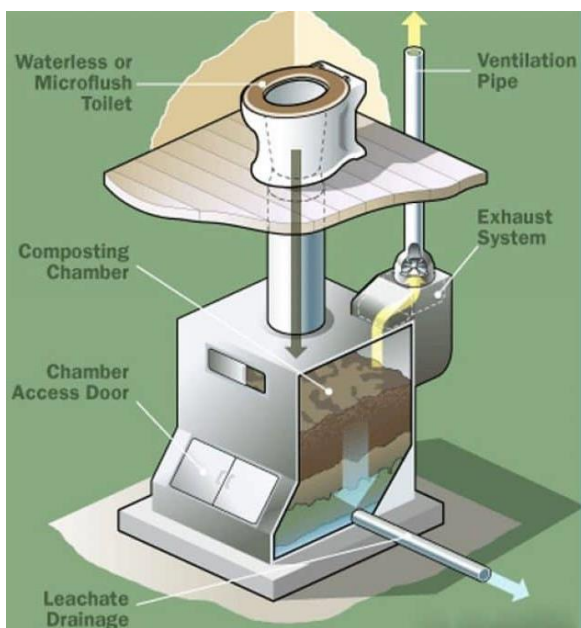


Slika 1: Stranišče na splakovanje (Vir:

https://www.google.com/search?q=water+closet&client=safari&rls=en&source=lnms&tbnm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiyqOLi_5boAhVkpYsKHXkGA14Q_AUoAXoECAwQAw#imgrc=0mRdufStwc67vM)

Kompostna stranišča (tudi suha stranišča) imajo to prednost, da ne porabljajo vode za splakovanje, se običajno ne mašijo, slabosti pa so naslednje: potrebujejo več prostora, običajno so

vkopana v zemljo, v njih nastaja neprijeten vonj, ki ga je treba posebej odvajati in da potrebujejo pa posebno obdelavo nastalega blata, ko se stranišča napolnijo. Tako stranišče je gradbeni objekt.



Slika 2: Princip delovanja kompostnega stranišča (Vir:

https://www.google.com/search?q=composting+toilet&tbm=isch&ved=2ahUKEwigz9_H6ZXoAhVDtKQKHanlA8YQ2-cCegQIABAA&oq=composting+toilet&gs_l=img.3..0i19110.16404.18506..22430...0.0..0.174.963.8j2.....0....1..gws-wiz-img.....0i7i30i19j0i7i30j0i8i30.flmRs8WoYkw&ei=KqJqXqCSKsPokgWpy4-wDA&client=safari#imgrc=qXIaoCb9Ga6NgM&imgdii=bMC3KkrEnm4OQM)



Slika 3: Kompostno stranišče (vir: <https://www.clivusmultrum.com.au>)



Slika 4: Suho stranišče ob bivaku (Vir: M. Roš)



Slika 5: Suho stranišče na prostem (Foto: M. Roš)

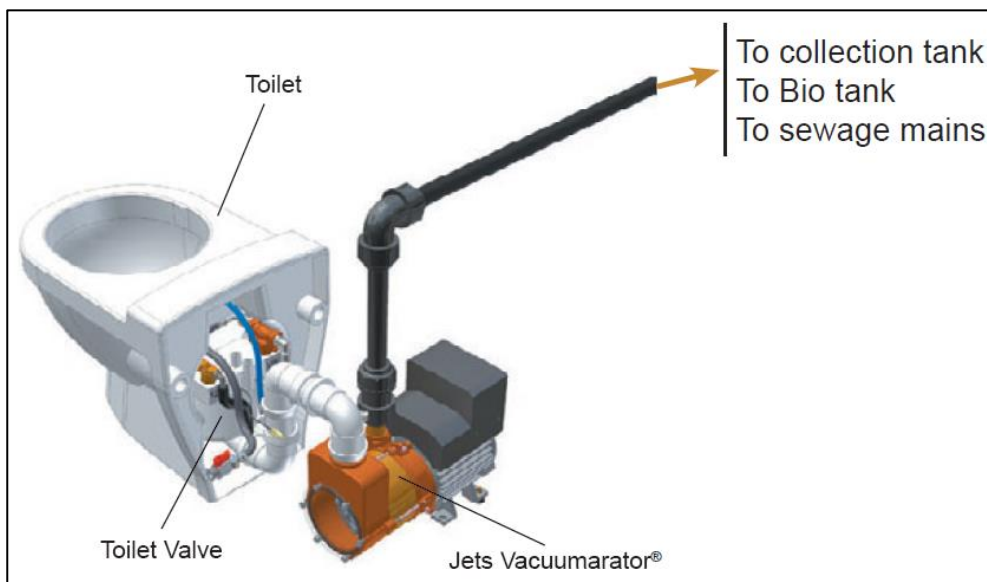


Slika 6: Suho stranišče na prostem (Foto: M. Roš)

Kemična stranišča so praktična, ker so prenosljiva, njihova slabost pa je, da jih je treba redno prazniti, ko se napolnijo, ostanek pa je posebni odpadki, ki ga je treba odpeljati v dolino v nadaljnjo obdelavo. Taka stranišča v visokogorju redko pridejo v poštev.

Vakuumska stranišča porabljajo zelo majhne količine vode v primerjavi s klasičnimi (0,5 do 1,5 L na splakovanje), morajo pa imeti poseben sistem za ustvarjanje podtlaka, ki je vezan na porabo električne energije. Odpadek se obdeluje posebej v anaerobnih razmerah, v nobenem primeru se ne sme vsebine, ki nastaja v takem stranišču, odvajati na aerobno biološko čistilno napravo.

Vakuumska stranišča je smiselno vgrajevati v novogradnje, pri katerih se predvidi posebna napeljava, ki jo zahtevajo taka stranišča (ožje cevi, električna napeljava, umeščanje v prostor).



Slika 7: Vakuumsko stranišče (vir:

https://www.google.com/search?q=vacuum+toilet+flush&tbm=isch&ved=2ahUKEwjPiJ-6JXoAhWQu6QKHcruD6kQ2-cCegQIABAA&oeq=vacuum+toilet&gs_l=img.1.6.0i19110.17428.18970..25027...0.0..0.78.335.5.....0....1..gws-wiz-img.....0i8i30i19.jGJE0L43pLo&ei=DKFqXs_SGZD3kgXK3b_ICg&client=safari#imgrc=9D6JeWQPRPdcvM)

V Koči pri Triglavskih jezerih in ob njej bi bilo možno nadomestiti obstoječa stranišča z vakuumskimi (v notranjosti) in kompostnimi oz. suhimi stranišči (izven koče), vendar bi to potegnilo za seboj vrsto ukrepov oziroma dodatnih del in s tem stroškov. Spremenil bi se tudi celoten sistem do zdaj predvidenega čiščenja:

1. Za kompostna oz. suha stranišča je treba pripraviti poseben gradbeni načrt, po katerem se bo vgradilo tako stranišče, vključno z izkopom jame, pripravo odzračevalnega sistema in obdelavo nastalih suspendiranih snovi [10-13]. Potrebovali bomo vsa potrebna dovoljenja za postavitve takega objekta. Kompostna oz. suha stranišča ne bodo imela nobene povezave z obstoječo aerobno čistilno napravo.
2. Če želelimo zamenjati obstoječa stranišča z vakuumskimi, bo to zahtevalo izdelavo posebnega sistema, ki je vezan na porabo električne energije. Razen tega se pri vakuumskih straniščih vgrajujejo ožje cevi (da se lahko vzpostavi ustrezen podtlak), ki se lahko posledično pogosteje mašijo. Snov, ki nastaja v takem stranišču, je gošča, ki se v nobenem primeru **ne sme spuščati v aerobno čistilno napravo**, ampak se mora posebej obdelati v anaerobnem reaktorju [2-4, 6, 9]. Če želimo v koči pri Triglavskih jezerih nadomestiti klasična stranišča z vakuumskimi, bomo morali predelati projekt obstoječe čistilne naprave tako, da se bo vgradilo dvojne cevi (posebej za gošče iz vakuumskih stranišč, posebej za odpadno vodo iz vakuumskih stranišč in posebej cevi za odpadno vodo iz kuhinje, tušev in umivalnikov), postaviti pa bo treba dve čistilni napravi:
 - **aerobno čistilno napravo** z aktivnim blatom, v kateri se bodo čistile odpadne vode iz kuhinje in kopalnice (tuši, umivalniki) – sanirana obstoječa čistilna naprava in
 - **anaerobno čistilno napravo**, v kateri se bodo čistili odpadki iz vakuumskih stranišč.
3. Iz obeh naprav pa bo treba ločeno obdelovati nastalo suspendirano snov (blato).

PREGLED PORABE VODE IN OBREMENTITVE

Ob razmišljanju o vgradnji vakuumskih in suhih stranišč sta predvideni dve izhodišči, kot je predstavljeno v spodnji tabeli (Tabela 1). Pri porabi vode je navedena največja dnevna količina. Nihanja pretoka in obremenitve po dnevni so odvisne od obiskovalcev v koči.

Pri varianti A se mora del prečiščene vode vračati za splakovanje stranišč (WC-jev). Pri varianti B smo tako za notranja (V-WC) kot za zunanja stranišča (suhi WC) predvideli še eno stranišče na splakovanje (WC) za primer izpada električne energije, ki je potrebna za delovanje vakuumskih stranišč (V-WC). Vsa odpadna voda se odvaja v malo komunalno čistilno napravo (MKČN).

Tabela 1: Vodna bilanca za varianti A in B

Varianta A – ponovna uporaba vode		Varianta B – vakuumška stranišča	
Viri vode	Poraba vode (m ³ /dan)	Viri vode	Poraba vode (m ³ /dan)
Dnevna poraba vode iz zajetja	4,5		3,3
1. Kuhinja + pranje + zaposleni	2,7	1. Kuhinja + pranje + zaposleni	2,7
2. Notranji WC (5 x) + 2 pisuarja: na izplakovanje	1,8 (177 oseb * 10 L/osebo)	2. Notranji WC: -Vakuumski (5 x) -Na izplakovanje (1x - varnostni)*	0,18 (177 oseb * 1 L/osebo)
3. Zunanji WC (1 x) na izplakovanje Voda iz MKČN	4 (400 oseb * 10 L/osebo)	3. Zunanji WC: Vakuumski (1 x) Na izplakovanje (1x - varnostni)*	0,4 (400 oseb * 1 L/osebo)
Dnevna količina vode na MKČN	8,5	Dnevna količina vode na MKČN	3,3
Dnevna količina čiščene vode v okolje	4,5	Dnevna količina čiščene vode v okolje	3,3

Ker je delovanje MKČN močno odvisno od sestave odpadne vode, smo izračunali teoretično obremenitev odpadne vode, ki nastaja v koči po 4 različnih scenarijih:

1. Varianta A – odpadna voda nastaja pri uporabi v kuhinji in WC na splakovanje (dosedanje stanje);
2. Varianta B – odpadna voda nastaja pri uporabi v kuhinji, vsa stranišča se nadomestijo z vakuumskimi WC (V-WC);
3. Varianta C – v aerobno MKČN se odvaja le odpadna voda iz kuhinje;
4. Varianta D – v anaerobno MKČN se odvaja le odpadna voda iz V-WC.

Tabela 2: Izračunana vhodna obremenitev na MKČN

Parameter	Enota	Varianta A	Varianta B	Varianta C (brez odpadne vode iz V-WC)	Varianta D (samo odpadna voda iz V-WC)
Pretok	m ³ /dan	8,5	3,3	2,7	0,6
PE pretok	(1 PE = 150 L/dan)	56	22	18	4
BPK ₅	mg/L	359	931	486	3000
breme BPK ₅	kg/dan	3,0	3,0	1,3	1,7
PE BPK ₅	(1 PE = 60 g BPK ₅ /dan)	50,6	50,6	21,8	28,9
NH ₄ -N	mg/L	175	452	120	2000
breme NH ₄ -N	kg/dan	1,5	1,5	0,3	1,2
PE NH ₄	(1 PE = 8 g N/dan)	184	184	40	144

Iz tabele (Tabela 2) je razvidno, da je odpadna voda tako za varianto A in varianto B enako obremenjena (PE), da pa je zaradi varčnejše uporabe vode v V-WC in s tem zmanjšanje skupne dnevne količine iz 8,5 na 3,3 m³/dan, koncentracija odpadne vode povišana, in sicer: BPK₅ iz 359 mg/L na 931 mg/L in NH₄-N iz 175 mg/L na 452 mg/L. Iz tega razloga potrebujemo enako velikost čistilne naprave, to je 50 PE, ki pa bo imela zaradi povišane koncentracije organskih snovi (BPK₅) in dušikovih snovi (NH₄-N) močno oteženo delovanje.

V primeru, da se celotna vsebina V-WC preusmeri v ločeno anaerobno ČN, le ta predstavlja visok vir NH₄-N (okoli 2000 mg/L), ki se pri anaerobni presnovi ne bo razgradil (pri anaerobnih razmerah ne poteka nitrifikacija in denitrifikacija).

Ostali organski odpadki se bodo čistili na manjši anaerobni čistilni napravi velikosti 22 PE.

ZAHTEVANI REZULTATI

Čistilna naprava mora v vsakem primeru čistiti odpadne vode do zahtevnih vrednosti, ki so zapisane v spodnji tabeli (Tabela 3). Priporočljivo je doseganje zelenih vrednosti.

Tabela 3: Zahtevani parametri za iztok iz čistilne naprave.

Parameter	enota	Zahtevana vrednost za ČN > 100.000 PE	Želena vrednost
KPK	mg/L	100	40
BPK ₅	mg/L	20	5
TSS	mg/L	35	8
TP	mg/L	1	1
TN	mg/L	10	10
NH ₄ -N	mg/L	10	3
Enterokoki	cfu/100 mL	400	50
<i>Escherichia coli (E. coli)</i>	cfu/100 mL	1000	100

ZAKLJUČEK

Ugotavljamo, da se mora pred zamenjavo stranišč v Koči pri Triglavskih jezerih investitor pred pripravo kakršne koli variante (B, C ali D; glej podatke Tabela 1 in Tabela 2) odločiti:

- ali se bo šlo v zamenjavo klasičnih stranišč z vakuumskimi, kar potegne za sabo napeljavo novih cevi in nekoliko večjo porabo električne energije,
- ali bo narejen projekt za suha stranišča (cena stranišč, cena predelave cevodov za nova stranišča v koči, pridobivanje dovoljenja za postavitve suhega stranišča, vkop straniščne jame itd.),
- ko bo narejen projekt za anaerobno čiščenje odpadkov iz vakuumskih stranišč (prostor, cena, dovoljenja itd.),
- Ko bi bil narejen projekt za kompostna (suha) stranišča (prostor, cena, izkop itd.).

Dokler ne bo znana odločitev o gornjih vprašanjih, je nesmiselno preračunavanje sedanjega sistema na drugačne razmere glede na dnevno količino odpadne vode, saj bi bil to le del celotnega projekta reševanja čiščenja odpadnih vod pri koči pri Triglavskih jezerih, s katerim bi želeli izboljšati trenutno stanje.

Menimo, da lahko pripravimo izhodišča za aerobno čistilno napravo, medtem ko bi moral vse, kar je povezano z anaerobno čistilno napravo, ki je v neposredni povezavi z vgradnjo vakuumskih stranišč in obdelavo blata iz anaerobne naprave, pripraviti nekdo drug.

Viri

1. A.P., F., et al., *Separate Discharge and Treatment of Urine, Faeces and Greywater Pilot Project*. 2003.
2. Backlund, A. and A. Holtzem, *Vacuum Toilets and Treatment of the Collected Material at Biogas Works or by Wet Composting*. 2015, Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning.
3. EPA, *Managing vessel wastewater for black and/or grey water*. 2010, EPA, Southern Australia: Adelaide. p. 1-10.
4. Gao, M., et al., *Performance of anaerobic treatment of blackwater collected from different toilet flushing systems: Can we achieve both energy recovery and water conservation?* J Hazard Mater, 2019. **365**: p. 44-52.
5. Jensen, P., et al., *Ecological Sanitation and Reuse of Wastewater*. 2004, ECOSAN: Oslo. p. 1-17.
6. Muench, E. *Overview of anaerobic treatment options for sustainable sanitation systems*. Coupling Sustainable Sanitation and Groundwater Protection, 2008. 22.
7. Otterpol, R., U. Braun, and M. Oldenburg, *Innovative technologies of decentralised wastewater management in urban and peri-urban areas*, in *5th Specialised Conference on Small Water and Wastewater Treatment Systems*. 2002, IWA Publisher: Istanbul. p. 27-36.
8. Stauffer, B. *Vacuum Toilet*. 2020 12. 3. 2020]; Available from: <https://sswm.info/water-nutrient-cycle/water-use/hardwares/toilet-systems/vacuum-toilet>.
9. Wendland, C., et al., *Anaerobic digestion of blackwater from vacuum toilets and kitchen refuse in a continuous stirred tank reactor (CSTR)*. Water Sci Technol, 2007. **55**(7): p. 187-194.
10. Morgan, P., *Toilets That Make Compost*. 2007, Stockholm: Stockholm Environment Institute.
11. Rieck, C., E. Muench, and H. Hoffmann, *Technology Review of Urine-diverting dry toilets*. 2013: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
12. Berger, W., *Basic overview of composting toilets (with or without urine diversion)*, D.G.f.T.Z.G. GmbH, Editor. 2009, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH: Eschborn.
13. Aalto, A. and E.M. Bodjavah, *From Waste to Wealth: Overcoming the Barriers to Sanitation Development with Co-Design of Low-Cost Urine-Diversion Dry Toilet Technology*, in *5th International Dry Toilet Conference*. 2015, DRY TOILET 2015, Tampere, Finland: Tampere, Finland.