

RAZPRAVE

PRESOJA UPORABNOSTI RASTLINSKIH ČISTILNIH NAPRAV PRI PLANINSKIH POSTOJANKAH TRIGLAVSKEGA NARODNEGA PARKA

AVTOR

Bojan Erhartič

Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Gosposka ulica 13, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
bojaner@zrc-sazu.si

UDK: 502:628.32(234.323.6)

COBISS: 1.01

IZVLEČEK

Presoja uporabnosti rastlinskih čistilnih naprav pri planinskih postojankah Triglavskega narodnega parka

Prispevek presoja možnosti reševanja vodnoekološke problematike: čiščenja odpadnih vod planinskih postojank v Triglavskem narodnem parku s pomočjo rastlinskih čistilnih naprav, ki imajo številne prednosti pred »klasičnimi« čistilnimi napravami. Zaradi nekaterih omejitvenih dejavnikov smo od 36 planinskih postojank raziskali 18. Na podlagi ocene stopnje ranljivosti smo predlagali prioritete reševanja vodnoekološke problematike. Analiza je pokazala, da način odvajanja in čiščenja odpadne vode pri nobeni koči ne ustreza zakonskim določilom in da se lahko ta problematika učinkovito reši z izgradnjo rastlinskih čistilnih naprav pri 12 planinskih postojankah, od tega je pri 6 planinskih postojankah čiščenje odpadnih vod s tovrstno tehnologijo zelo priporočljivo.

KLJUČNE BESEDE

geografija, varstvo okolja, Triglavski narodni park, planinske postojanke, odpadne vode, rastlinske čistilne naprave

ABSTRACT

Estimation of constructed wetlands applicability in the Triglav national park mountain huts

This paper discusses the applicability of constructed wetlands at Triglav national park mountain huts as the way of tackling hydro-ecological problems. This process has many advantages in comparison to the use of classic wastewater treatment plants. Due to some limiting factors there were 18 out of 36 mountain huts suitable to be included in the research. In this paper the priorities in the process of solving hydro-ecological problems with the use of constructed wetlands are stated, based on the evaluation of the degree of vulnerability. The analysis shows that present draining and purifying wastewater is not in compliance with the law at none of the mountain huts. This problem can only be solved efficiently by building the constructed wetlands at 12 mountain huts, at 6 of these this process is highly recommended.

KEY WORDS

geography, environmental protection, Triglav national park, mountain huts, waste water, constructed wetlands

Uredništvo je prispevek prejelo 14. oktobra 2008.

1 Uvod

Ob razširitvi in posodobitvi številnih planinskih koč sredi osemdesetih let prejšnjega stoletja smo spoznali, da postaja vpliv planinskih postojank na pitno vodo v Alpah resen problem. Planinska zveza Slovenije in posamezna planinska društva se z ekološko sanacijo planinskih postojank načrtno ukvarjajo od leta 1991, ko je bil organiziran prvi posvet o tej problematiki in so bile sprejete usmeritve glede prehoda na čiste vire energije, odstranjevanja odpadkov, varčevanja z vodnimi viri in čiščenja odpadnih voda. V zadnjih letih je bilo v gorah narejenega veliko, pohvalno je zlasti nadomeščanje dizelskih agregatov s fotovoltaičnimi sistemi; tudi akcija »Ondesimo smeti v dolino« je bila kar uspešna, tako da se je problem odstranjevanja odpadkov v planinskih kočah močno zmanjšal.

Najmanj je bilo do sedaj narejenega na področju varčevanja z vodo (zmanjševanje porabe) in čiščenja odpadnih voda. Največji problem je čiščenje odpadnih voda s planinskih postojank, kar je v visokogorskem kraškem svetu še posebej pomembno. Prve čistilne sisteme so začeli nameščati šele po letu 2004. Med njimi prevladujejo male biološke čistilne naprave.

Potencialnih in aktualnih onesnaževalcev vodnih virov je v Julijskih Alpah veliko, a so pretežno vezani na doline, kotline in nižje uravnave (planote). Pomemben onesnaževalec, v visokogorju praktično edini, so planinske postojanke, teh je v Triglavskem narodnem parku 36. Gradnja kanalizacije med razpršenimi kočami seveda ni smiselna, postavitve malih čistilnih naprav pa je draga in pogosto pomeni grob poseg v prostor. V zadnjih letih so se pojavili nekateri novi sistemi za čiščenje odpadnih voda, med njimi rastlinske čistilne naprave, ki predstavljajo nov pristop k reševanju vodnoekološke problematike.

2 Metodologija

Raziskava presoja možnosti reševanja vodnoekološke problematike, čiščenja odpadnih voda planinskih postojank v Triglavskem narodnem parku s pomočjo rastlinskih čistilnih naprav, in to na podlagi statističnih podatkov, značilnosti planinskih postojank, geografskih značilnosti okolja (nadmorska višina, mikrolokacija, kamninska sestava, prst, rastje), kjer stojijo, ter dosedanjega načina odvajanja in čiščenja odpadne vode. Raziskava ugotavlja, ali je možna in smotrna postavitve rastlinskih čistilnih naprav za rešitev vodnoekološke problematike. Ker ima vsaka planinska postojanka in njena okolica specifične lastnosti, smo morali analizirati vsako posebej in poiskati rešitve zanjo.

Izmed specifičnih lastnosti posameznih postojank so pomembni zlasti naslednji podatki: število nočitev in število enodnevnih obiskovalcev, čas obratovanja (sezona, vse leto), število ležišč, dostop do postojanke, oskrba z vodo in njena poraba, ravnanje z odpadno vodo in varčevalni ukrepi (suha stranišča). Večino teh podatkov smo dobili s terenskim delom, z ogledom postojank in s pomočjo vprašalnika, ki smo ga pripravili in izpolnjevali z oskrbniki posameznih planinskih postojank. Podatke smo zbrali jeseni leta 2003 ter spomladi leta 2004, zato se tudi celotna analiza nanaša na stanje iz leta 2004.

Izmed geografskih značilnosti okolja sta najpomembnejša dejavnika nadmorska višina in relief oziroma primerna mikrolokacija, saj imajo rastlinske čistilne naprave (RČN) dva ključna omejitvena dejavnika: **nadmorsko višino** (naprave so učinkovite približno do 2000 m nadmorske višine) in **velikost prostora** (naprave zahtevajo relativno veliko prostora, okoli 2 do 2,5 m²/PE) (Bulc, Maher in Vrhovšek 1997).

Za vse obravnavane postojanke smo ocenili stopnjo ranljivosti okolja za odpadne vode. Ranljivost smo določili na podlagi ocene občutljivosti okolja za odpadne vode in ocene obremenjevanja okolja z odpadnimi vodami iz planinskih postojank s pomočjo izbranih kazalcev.

Za vse planinske postojanke smo izračunali porabo vode oziroma količino odpadnih voda, kakor tudi največji populacijski ekvivalent (PE), ki ni le pokazatelj stopnje onesnaževanja vode, temveč je pomemben tudi pri določanju velikosti čistilne naprave. Pri rastlinskih čistilnih napravah velja preprosta predpostavka, da 1 PE zaseda približno 2,5 m². Tako smo pri nekaterih kočah, ki imajo manj

primerne prostora, lahko potrdili oziroma ovrgli možnost postavitve rastlinske čistilne naprave šele po izračunu PE.

V zadnji fazi raziskave smo presodili oziroma določili planinske postojanke, kjer bi bila gradnja rastlinske čistilne naprave možna, smiselna, smotrna in upravičena. Na podlagi onesnaževanja in ranljivosti okolja je bila podana ocena primernosti ter prioriteta lestvica reševanja vodnoekološke problematike posameznih planinskih postojank z rastlinsko čistilno napravo.

3 Rastlinske čistilne naprave

Glede na odstranjevanje različnih komponent iz odpadne vode razdelimo postopke čiščenja na mehan-sko (primarno) čiščenje, biološko (sekundarno) čiščenje in kemijsko (terciarno) čiščenje. Čistilna naprava je navadno sestavljena iz mehanskega in biološkega dela, celovite imajo še kemijski del.

Biološki način čiščenja odpadnih vod temelji na dejavnosti mikroorganizmov, ki razgrajujejo razgra-dljive organske snovi. Proces je identičen procesu samočiščenja, ki poteka v naravi, le da je koncentracija mikroorganizmov v bioloških čistilnih napravah mnogo večja. Načinov biološkega čiščenja je veliko. Med njimi se pojavljajo nekateri novi, ki poskušajo kar najbolj posnemati naravne procese (Vrhov-šek 1998, 43). To velja zlasti za rastlinske čistilne naprave, umetna močvirja, skozi katera se pretaka odpadna voda. Zasnovana so tako, da posnemajo procese, ki potekajo v naravnih močvirjih, le da je okolje tukaj nadzorovano ter da so procesi pospešeni tako, da se dosežejo čim večje učinkovitosti čiš-čenja na čim manjšem prostoru. Odpadna voda se čisti med počasnim pretakanjem skozi 0,5 do 0,8 m



BOJAN ERHARTIČ

Slika 1: Rastlinska čistilna naprava Ponikva (za 350 PE, površina: 600 m²) spominja na nekoliko zaraščeno gredo.

globoke bazene (grede), zapolnjene s substratom (mešanico prsti, peska), kjer pride v stik z rastlinami in mikroorganizmi. Fizikalno, biološko in kemično čiščenje poteka v mikroekosistemu, kjer se na koreninah rastlin naselijo mikroorganizmi, ki predstavljajo učinkovito čistilno »napravo«. Pazljiva izbira rastlin, substrata in mikroorganizmov nadomešča drago tehnično opremo. Grede imajo blag naklon, da lahko voda počasi (gravitacijsko) pronica proti iztoku.

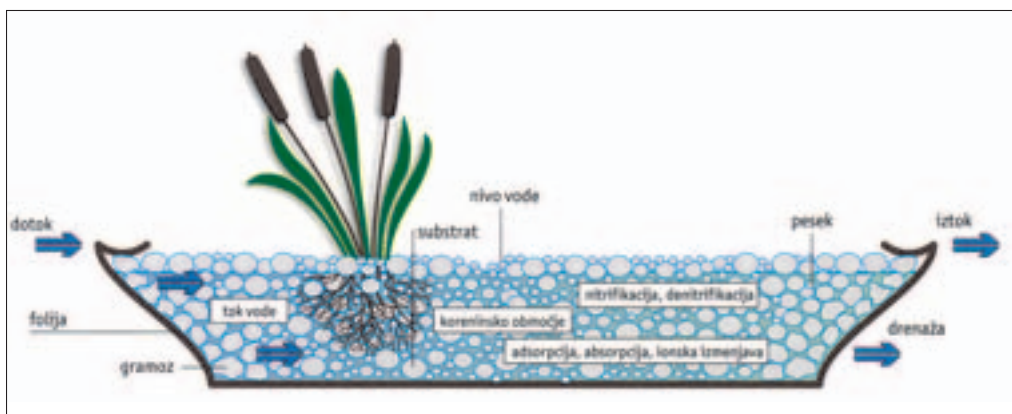
Najpogostejše uporabljene rastlinske vrste so navadni trst, sitec in rogoz (Babič 2002, 10). Zaradi večje nadmorske višine pri večini planinskih postojank odpade uporaba močvirskega trsta, ki sicer raste tudi v Julijskih Alpah (Bohinjska kotlina, dolina Radovne), a le do nadmorske višine okoli 800 m. V Triglavski narodni park je prepovedan vnos tujerodnih vrst, zato je treba uporabiti tiste avtohtone vrste, ki v parku že uspevajo. Med njimi so mnoge vrste trav, šašev, ločja, muncev, vrbovcev, kislica in kopri-va ter druge, ki so s svojo učinkovitostjo čiščenja povsem zadovoljive (Bulc, Maher in Vrhovšek 1997, 71).

V raziskavi smo uporabili predpostavko, da pri sistemih s tokom vode pod površino za učinkovito čiščenje rabimo 2 do 2,5 m²/PE (Vrhovšek in Zupančič 1999). Za večje sisteme lahko uporabimo več manjših gred, kar omogoča boljšo prilagodljivost terenu in izboljša prehajanje vode skozi sistem. Rastlinska čistilna naprava mora biti oblikovana tako, da zadrži vodo tudi ob maksimalnih obremenitvah (PE) in večjih količinah padavin.

Ob pravilnem vzdrževanju in upravljanju so rastlinske čistilne naprave učinkovite, zanesljive in poceni tehnologija. Tuje izkušnje govorijo v prid učinkovitemu delovanju teh sistemov tudi v visokogorskih predelih. Celo pozimi, ko so »naprave« prekrte s snegom, dosegajo zaradi ohranjene talne mikrobne aktivnosti visoko učinkovitost čiščenja. Glavna omejitev je razpoložljiva velikost potrebnega zemljišča ter nadmorska višina, do katere uspevajo večje vodne rastline.

Prednosti uporabe rastlinskih čistilnih naprav, zlasti v turističnih in zavarovanih območjih, je veliko (Bulc in Vrhovšek 2002; Vrhovšek 1998, 43):

- naprava je naravna, nemoteča in popestri okolje; grede lahko oblikujemo razgibano, da se lepo vključijo v pokrajino in pomenijo nastanek novega ekosistema;
- enostavna postavitve, ki ne zahteva velikih posegov v prostor; enostavno obratovanje in vzdrževanje; nizki stroški izgradnje in vzdrževanja; za delovanje nista potrebni električna energija in strojna oprema;
- izredno velika učinkovitost čiščenja, 80–95 %;
- sposobne so zadrževanja hidravličnih viškov;
- ob razgradnji se del hranilnih snovi (fosfor, dušik, ogljik), težkih kovin, pesticidov in drugih toksičnih snovi vgradi v rastlinsko biomaso, ki pri drugih čistilnih napravah brez dodanih kemikalij za obarjanje (terciarno čiščenje) odtečejo v okolje;



Slika 2: Shematski prerez skozi gredo rastlinske čistilne naprave (medmrežje).

- ob izpadu ali popravilu strojnega dela pri drugih čistilnih napravah potrebuje mikrobná populaci-ja za svojo obnovitev nekaj dni, pri čemer odpadna voda odteka in onesnažuje okolje, do česar pri rastlinski čistilni napravi ne prihaja;
- energija, ki se je vgradila v rastlinsko biomaso, se lahko ponovno uporabi (briketi, kompost, krma).

4 Vpliv planinskih postojank na okolje

Alpska pokrajina Triglavskega narodnega parka zaradi svoje raznolikosti in naravnih lepot že vsaj dve stoletji privablja obiskovalce. Prve preproste kočé, katerih namen je bil takratnim gornikom ponu-diti skromno okrepčilo in streho nad glavo, so začeli graditi v drugi polovici 19. stoletja. V naslednjih desetletjih je hoja v gore postajala vse bolj namenjena širšim množicam; na območju Triglavskega narod-nega parka je zrastle 36 planinskih postojank. Število obiskovalcev parka je ocenjeno na dobra dva milijona (Šolar 1997a, 15).

Planinarjenje je načeloma »mehka« oblika rekreacije, kljub vsemu pa prihaja do čezmernega obreme-njevanja okolja zaradi množičnosti pojava. Bolj kot samo gibanje planincev sta problematična zadrževanje v kočah in množični obisk. V zadnjih letih ni bilo v Triglavskem narodnem parku zgrajene nobene nove kočé, vendar pa so stare zlasti do začetka devetdesetih let večali in bogateje opremljali, tako da so se iz zato-čišč spreminjala v restavracije s pestro ponudbo in dobro opremljenimi prenočišči, kar je seveda vodilo v večjo porabo energije in vode ter v večjo količino odpadkov in odpadnih vod (Rejec Brancelj in Smrekar 2000).

V parku so vir onesnaževanja tudi naselja, počitniške hiše in domovi (vikendi), živinoreja (pašniš-tvo) in kemično gnojenje travnikov, a so vsi ti onesnaževalci omejeni predvsem na doline in kotline, delno na planote in planine. V večjem delu Triglavskega narodnega parka so največja grožnja pitni vodi še vedno planinske postojanke, saj je planinstvo najbolj množična dejavnost v parku, v visokogorju prak-tično edina. Viri odpadnih vod v planinskih postojankah so trije:

- pralnice,
- sanitarije in
- kuhinje.

Iz tega je razvidno, da je količina odpadnih vod odvisna predvsem od udobja, ki ga nudi koča.

Pri ugotavljanju najugodnejših procesov čiščenja odpadnih voda iz bolj oddaljenih objektov, med katere prištevamo tudi planinske postojanke, moramo upoštevati posamezne kriterije, katerih pomemb-nost se razlikuje od tistih, ki veljajo za čiščenje večjih količin mestnih odplak (Brezigar 1997):

- učinkovit in zanesljiv način čiščenja pri različnih obremenitvah čez vse leto, zlasti v sezoni (sezon-ska nihanja!),
- varčevanje z energijo (čim manjša poraba energije),
- nezahtevno in poceni vzdrževanje,
- čim manjša proizvodnja blata in čim redkejšé odstranjevanje le-tega,
- čim večja skladnost z okoljem (hrup, smrad, vizualno onesnaževanje),
- minimalen poseg v prostor.

Dokazano je, da se lahko marsikateri zgoraj navedeni problem odpravi z izgradnjo rastlinskih čistil-nih naprav.

5 Analiza planinskih postojank v Triglavskem narodnem parku

Vseh 36 planinskih postojank v Triglavskem narodnem parku seveda ni primernih za postavitev rastlinske čistilne naprave.

Zaradi velike nadmorske višine smo v prvem koraku iz analize izločili 5 najvišje ležečih postojank: štiri v okolici Triglava ter Gomiščkovo zavetišče na Krnu. To ne pomeni, da je vodnoekološka problematika

teh postojank ustrezno rešena, pač pa da so koče zaradi velike nadmorske višine neprimerne za izgradnjo rastlinskih čistilnih naprav. V drugem koraku smo predvideli mejni pas za postavitev rastlinske čistilne naprave med 1900 in 2100 m ter sklepali, da na primernost vpliva zlasti mikrolokacija z mikroklimo oziroma dovolj primerne (razpoložljivega) prostora. Med 1900 in 2100 m ležijo štiri postojanke: Zavetišče pod Špičkom, Pogačnikov dom na Kriških podih, Zasavska koča na Prehodavcih in Koča na Mangartskem sedlu. Vse postojanke smo obiskali in ocenili, da so naravne razmere (med njimi na prvem mestu primeren prostor) neugodne za čiščenje odpadne vode z rastlinsko čistilno napravo, zato so bile izključene iz analize. V naslednjem koraku smo zaradi pomanjkanja prostora za postavitev čistilnih gred v okolici postojanke iz analize izločili še 7 nižje ležečih koč: Kočo pri izviru Soče, Tičarjev in Mihov dom na Vršiču, Dom Z. Jelinčiča na Črni prsti, kočo Merjasec na Voglu, Kočo pri Savici in Dom na Komni. V zadnjem koraku smo izločili postojanke, pri katerih so leta 2004 začeli graditi male čistilne naprave. To so Aljažev in Šlajmerjev dom v Vratih ter Dom na Komni (izločen že v prejšnjem koraku).

Na podlagi naravnogeografskih značilnosti območja (nadmorske višine in reliefa oziroma mikroreliefa), kjer stojijo planinske postojanke, smo ocenili, da je preostalih 18 koč potencialno primernih za čiščenje odpadnih vod z rastlinsko čistilno napravo. Zajete so bile v analizo, obravnavana je bila vsaka posebej.

Ker porabe vode (v raziskavi jo enačimo s količino odpadne vode) nikjer ne merijo, smo jo izračunali na podlagi obiska planinskih postojank. Poleg celoletnega oziroma sezonskega obiska smo ugotavljali tudi maksimalni dnevni obisk, ki ga beležimo ob koncih tedna v avgustu in je najpomembnejši za dimenzioniranje čistilnih naprav.

S pomočjo teh podatkov smo izračunali maksimalno porabo vode, maksimalne obremenitve in maksimalno onesnaževanje okolja z odpadno vodo. Višek smo določili s tremi komponentami: največjim številom osebja, nočitev in dnevnih gostov.

Porabo vode (oziroma količino odpadne vode) smo izračunali na podlagi modificiranega obrazca Normativi za ureditev koč (Baraga 2002; Brezigar 1997).

Preglednica 1: Poraba vode oziroma količina odpadne vode po kategorijah (Baraga 2002, 32; Brezigar 1997, 2–3).

kategorija	poraba vode oziroma količina odpadne vode (l/dan)	populacijski ekvivalent (PE)
osebje	50–100	1
nočitev	25–60	0,5
dnevni obiskovalec	5–15	0,25

Za vse planinske postojanke smo izračunali tudi največji populacijski ekvivalent (PE), ki je pomemben kazalec stopnje onesnaževanja vode in odločilen pri določanju velikosti čistilne naprave. Ker v planinskih kočah razen oskrbnika in pomočnikov ni stalnih prebivalcev, smo za izračun PE v planinskih postojankah prav tako uporabil Normative za ureditev koč (preglednica 1).

Po pričakovanjih sta izmed obravnavanih postojank najbolj obiskani Koča pri Triglavskih jezerih (čez 30.000 letnih obiskovalcev, leta 2003 nad 8200 nočitev; maksimalni dnevni obisk nad 300 enodnevnih obiskovalcev in 250 nočitev) in Planinski dom pri Krnskih jezerih (okoli 40.000 letnih obiskovalcev, leta 2003 slabih 3800 nočitev; maksimalni dnevni obisk 600 enodnevnih obiskovalcev in 170 nočitev). Letna poraba vode je pri obeh postojankah ocenjena na okoli 850 kubičnih metrov, maksimalna dnevna na skoraj 20 m³. Maksimalne obremenitve obeh koč so ocenjene na približno 240 PE. Razlike med največjim PE, ki je povsod julija in avgusta, in najnižjim (zunaj sezone, večinoma je celo nič oziroma ga sploh ni) so v vseh postojankah zelo velike. »... Vendar pa mora biti vsaka čistilna naprava prilagojena prav največjim obremenitvam ...« (Baraga 2002).

Na drugi strani imamo veliko manjših koč, ki stojijo v dolinah ali na planinah (Kovinarska koča v Krmi, Koča na planini Kuhinja; glej preglednico 2) in so izrazito izletniško usmerjene. Poraba vode je praviloma manjša, zato tudi manj onesnažujejo okolje.

Preglednica 2: Ocene števila gostov ter izračunana poraba vode in onesnaževanje (PE).

planinska postojanka	število obiskovalcev planinskih postojank				poraba vode (m ³)		onesnaževanje (PE)	
	enodnevni gosti		nočitve					
	maksimalno	letno	maksimalno	letno	maksimalna	povprečna	maksimalno	povprečno
	število	povprečje	število na noč	povprečje	dnevna	letna	dnevno	letno
Koča na Planini pri Jezeru	300	20.000	90	2.200	10,0	450	125	45
Koča pri Triglavskih jezerih	400	35.000	250	7.500	17,6	825	236	91
Pl. dom pri Krnskih jezerih	600	39.000	170	3.000	19,9	885	242	85
Dom dr. Klementa Juga v Lepeni	450	20.000	59	850	8,3	288	145	41
Poštarski dom na Vršiču	200	11.000	50	850	4,8	145	78	30
Erjavčeva koča na Vršiču	300	18.000	76	2.200	9,5	490	117	18
Koča na gozdu	200	3.300	60	1.300	5,4	232	70	10
Dom v Tamarju	400	8.000	70	880	10,7	287	140	10
Koča v Krnici	150	8.000	27	450	4,3	220	55	13
Kovinarska koča v Krmi	200	7.200	25	100	3,0	95	52	14
Blejska koča na Lipanci	400	30.000	50	1.000	6,9	440	116	22
Planinska koča na Uskovnici	200	10.500	50	1.100	6,3	274	78	20
Vodnikov dom na Velem polju	500	22.000	60	2.500	9,0	370	159	61
Planinska koča na Vojah	200	7.000	40	350	5,6	151	72	15
Kosijev dom na Vogarju	150	7500	40	380	5,0	173	60	14
Koča pod Bogatinom	200	11.000	53	2.100	3,0	140	56	28
Koča na planini Razor	250	13.500	80	1.600	6,0	222	85	34
Koča na planini Kuhinja	150	2.200	24	650	3,1	81	50	8

6 Ocena ranljivosti okolja za odpadne vode iz planinskih postojank

Za vse obravnavane planinske postojanke smo ocenili stopnjo ranljivosti okolja za odpadne vode ter na podlagi tega določili prioriteto lestvico planinskih koč za reševanje problema čiščenja odpadnih vod.

Ranljivost okolja smo določili na podlagi ocene občutljivosti okolja za odpadne vode in ocene obremenjevanja okolja z odpadnimi vodami iz planinskih postojank. Oceno ranljivosti podajamo opisno (majhna, srednja, velika), za vsako postojanko posebej. Kazalce pretežno povzemamo po I. Baraga (2002).

Glavna kazalca občutljivosti okolja za odpadne vode planinskih postojank sta geološka podlaga ter rastlinska odeja z debelino prsti (preglednica 3). Kazalca sta pomembna zlasti z vidika nevtralizacijskih sposobnosti narave. Večje so, manjša je občutljivost okolja. Geološko podlago, vegetacijo in prst smo določili s pomočjo kartografskega gradiva in terenskega dela. Pomemben kazalec občutljivosti okolja je tudi potencialno ogrožanje vodnih virov zaradi odpadnih voda planinskih postojank.

Glavna kazalca obremenjevanja okolja z odpadnimi vodami s planinskih postojank sta število nočitev in dnevnih gostov ter količina odpadne vode (preglednica 4). Ti kazalci so neposredni in kažejo aktualno obremenjevanje okolja z odpadnimi vodami. So kvantitativno ovrednoteni, čeprav so števila le grobe ocene dejanskega stanja. Velja preprosta predpostavka, da nižje kot je število nočitev in dnevnih

gostov, manjša je količina odpadne vode, manj planinska postojanka obremenjuje okolje. Kot dodatni kazalec smo upoštevali morebitne ukrepe za zmanjševanje porabe vode (suha stranišča, varčne pipe) ter podatke o tem, ali vode na koči kdaj primanjkuje in kakšen je dosedanji način čiščenja odpadne vode (greznica brez prekatov, večprekatna greznica, ponikovalnica, čistilna naprava).

Preglednica 3: Kazalci občutljivosti okolja.

občutljivost	geološka podlaga	rastlinska odeja, debelina prsti	potencialno ogrožanje vodnih virov
majhna	fluvioglacialni nanosi	bukov gozd s trilistno vetrnico na plitvi do srednje globoki rendzini	izvir, vmes fluvioglacialno gradivo
zmerna	nekarbonatne kamnine, dolomit	alpski bukov gozd z macesnom ali smreko na plitvi rendzini, ruševje	površinski vodotok
velika	apnenec	združba slečnika in ruševja na plitvi rendzini, prst nesklenjena	kraški izvir, vodno zajetje

Preglednica 4: Kazalci obremenjevanja okolja.

obremenjevanje	število nočitev	število gostov	količina odpadne vode (v litrih)
majhno	1000 in manj	8000 in manj	200.000 in manj
zmerno	1001 do 2000	8001 do 12.000	200.000 do 400.000
veliko	2001 in več	12.000 in več	400.000 in manj

Ranljivost okolja za odpadne vode je najvišja pri planinskih postojankah, ki stojijo v neposredni bližini vodnih virov. Med obravnavanimi kočami vode najbolj ogrožajo (obremenjujejo) tiste ob visokogorskih jezerih. Tako je okoljska ureditev (sanacija) najnujnejša v Koči pri Triglavskih jezerih zaradi neposrednega vpliva odpadnih voda na Dvojno jezero (in kraškega odtoka proti izviru Savice, ki je zajeta za vodovod) ter v Planinskem domu pri Krnskih jezerih in v Koči na Planini pri Jezeru, ki sta neustrezno postavljena nad Dupeljsko jezero oziroma nad Jezero na Planini pri Jezeru.

Visoka ranljivost je značilna še za območje okoli Vodnikovskega doma, ki stoji nad občutljivim okoljem Velega polja in je nadpovprečno obiskan (veliko obremenjevanje okolja z odpadnimi vodami). Zmerna do visoka ranljivost spremlja nekatere vršiške postojanke ter Kočo pod Bogatinom, ki se nahaja na zakraseli Komni.

Glede na obremenjevanje okolja sledijo koče ob cesti čez Vršič ter nekatere dolinske postojanke, ki so dostopne po cesti, imajo veliko (enodnevni) obiskovalcev, izdaten vir vode in sanitarije na splakovanje: Dom dr. Klementa Juga v Lepeni, Dom v Tamarju. Občutljivost dolinskih planinskih postojank je praviloma majhna.

Dokaj ranljivo je tudi okolje pri nekaterih postojankah, ki so na alpskih pašnikih (Lipanča, Uskovnica, Vogar). Tukaj je visoka ocena ranljivosti predvsem posledica velike občutljivosti okolja (kraški odtok), manj velikega obremenjevanja.

Z relativno majhno porabo vode (tudi zaradi suhih sanitarij) so okoljsko manj obremenjujejoče: Koča na planini Kuhinja, Kovinarska koča v Krmi (analiza je pokazala, da sta ti dve postojanki najprimernejši za izgradnjo rastlinske čistilne naprave), deloma tudi Koča v Krnici in Koča pod Bogatinom.

Preglednica 5: Ocena občutljivosti, obremenjevanja in ranljivosti okolja za odpadne vode iz planinskih postojank.

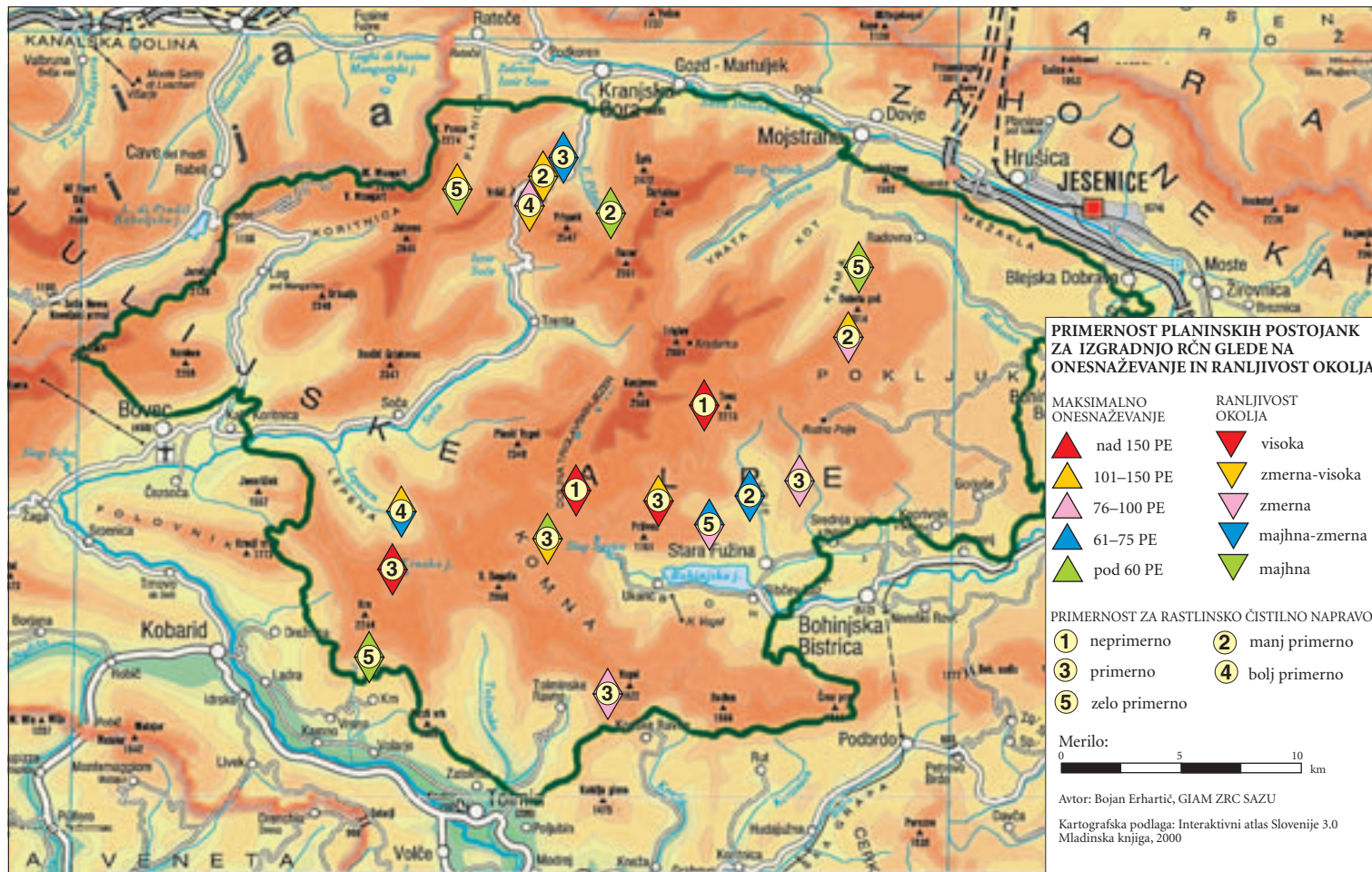
planinska postojanka	občutljivost	obremenjevanje	ranljivost
Koča na Planini pri Jezeru	zmerna do velika	veliko	visoka
Koča pri Triglavskih jezerih	velika	veliko	visoka
Planinski dom pri Krnskih jezerih	velika	veliko	visoka
Dom dr. Klementa Juga v Lepeni	majhna	zmerno	majhna do zmerna
Poštarski dom na Vršiču	zmerna do velika	zmerno	zmerna do visoka
Erjavčeva koča na Vršiču	zmerna	veliko	zmerna do visoka
Koča na gozdu	majhna do zmerna	majhno do zmerno	majhna do zmerna
Dom v Tamarju	majhna	majhno do zmerno	majhna
Koča v Krnici	majhna	majhno	majhna
Kovinarska koča v Krmi	majhna	majhno	majhna
Blejska koča na Lipanci	zmerna	zmerno do veliko	zmerna
Planinska koča na Uskovnici	zmerna	zmerno	zmerna
Vodnikov dom na Velem polju	velika	veliko	visoka
Planinska koča na Vojah	majhna do zmerna	majhno do zmerno	majhna do zmerna
Kosijev dom na Vogarju	zmerna	majhno do zmerno	zmerna
Koča pod Bogatinom	velika	majhno do zmerno	zmerna do visoka
Koča na planini Razor	majhna do zmerna	zmerno	zmerna
Koča na planini Kuhinja	majhna	majhno	majhna

7 Predlog reševanja problema z rastlinskimi čistilnimi napravami

Za vsako planinsko postojanko smo izdelali **oceno primernosti** za izgradnjo rastlinske čistilne naprave za čiščenje odpadnih vod ter **predlog reševanja** problema z rastlinsko čistilno napravo. Kategorije ocene primernosti so podane številčno, od 1 (neprimerno) do 5 (zelo primerno) (slika 3). V rezultatih raziskave so navedene tudi lokacije, kjer bi lahko stale čistilne grede. Zavedati se je treba, da je izgradnja rastlinske čistilne naprave sestavljena iz več delov oziroma faz, med katerimi so ureditev sedimentacijskega bazena (usedalnika, greznice), namestitve lovilca maščob za kuhinjske odpadne vode, po potrebi tudi izgradnja izravnalnega bazena ter seveda ureditev ustreznega iztoka iz čistilnih gred. Tudi na iztoku je več možnosti ureditve: kal, ponikovalnica ali izpust v površinski vodotok oziroma stoječo vodo.

Analiza je pokazala, da so bolj obremenjene planinske postojanke praviloma manj primerne za čiščenje odpadnih vod z rastlinsko čistilno napravo, predvsem zaradi pomanjkanja primerne prostora. Pri koči pri Triglavskih jezerih in na Vodnikovem domu na Velem polju je izgradnja rastlinskih čistilnih naprav zaradi velikega obremenjevanja okolja in s tem velike potrebne površine za učinkovito čiščenje odpadnih vod neprimerna. Pri Krnskih jezerih in na Planini pri Jezeru je izgradnja čistilnih gred izvedljiva, a bodo zaradi velikih obremenitev ter zelo občutljivega okolja nujne nadaljnje študije. Ocenjujemo, da bi lahko dobil Planinski dom pri Krnskih jezerih največjo rastlinsko čistilno napravo (za 240 PE, površina: 500 do 600 m²).

Raziskava je pokazala, da je pri 12 planinskih postojankah možno zgraditi rastlinske čistilne naprave za čiščenje odpadnih vod. Najprimernejše so: Koča na planini Kuhinja, Kosijev dom na Vogarju, Kovinarska koča v Krmi in Dom v Tamarju. Za te postojanke ocenjujemo, da bi bila izgradnja rastlinskih čistilnih naprav najboljša možna rešitev. Žal so to postojanke, ki manj onesnažujejo okolje (so manj problematične, razen Doma v Tamarju), zato sanacija teh objektov ni tako nujna.



Slika 3: Primernost planinskih postojank za izgradnjo rastlinskih čistilnih naprav glede na onesnaževanje (PE) in ranljivost okolja.

BOJAN ERHARTIČ



Slika 4: Poštarski dom na Vršiču (1688 m) bi lahko dobil najvišje ležečo rastlinsko čistilno napravo (za 80 PE, površina: 180 do 200 m²). Romb prikazuje možno lego čistilnih gred.

BOJAN ERHARTIČ



Slika 5: Kovinarska koča v Krmi. V ospredju je shematsko prikazano, kje bi lahko stale čistilne grede.

V naslednjo kategorijo (bolj primerno) se uvrščata Dom dr. Klementa Juga v Lepeni in Poštarski dom na Vršiču. Naravne danosti za gradnjo rastlinske čistilne naprave so ugodne in ne predstavljajo velikega posega v prostor. Koči razmeroma močno onesnažujeta okolje, zato je nujna takojšnja sanacija.

Primerne planinske postojanke za izgradnjo rastlinskih čistilnih naprav so še: Koča na Planini pri Jezeru, Planinski dom pri Krnskih jezerih, Koča na Gozdu, Planinska koča na Uskovnici, Koča pod Bogatinom in Koča na planini Razor. V tej kategoriji so koče, ki se med seboj zelo razlikujejo. Najnujnejša je sanacija pri obeh kočah ob jezerih, saj ležita postojanki v najbolj ranljivem okolju ter močno onesnažujeta okolje. Pri Koči na Gozdu in na Uskovnici bodo nujne nadaljnje študije, saj je iz obstoječih podatkov težko zanesljivo sklepati o primernosti omenjenih postojank za postavitev rastlinskih čistilnih naprav. Koča pod Bogatinom je z izgradnjo suhih stranišč močno zmanjšala negativni vpliv na okolje, a stoji v zelo ranljivem okolju, zato jo bo treba čim prej sanirati.

Predvsem zaradi pomanjkanja prostora so **manj primerne** koče: Erjavčeva koča, Koča v Krnici, Blejska koča na Lipanci in Planinska koča na Vojah. **Neprimerni** za izgradnjo rastlinskih čistilnih naprav sta že omenjeni postojanki, ki stojita v zelo ranljivem okolju ter ga tudi najbolj onesnažujeta: Koča pri Triglavskih jezerih in Vodnikov dom na Velem polju.

8 Sklep

Ustrezno odvajanje in čiščenje odpadnih voda v visokogorju je izjemnega pomena za ohranjanje narave v gorskem svetu in varstvo vodnih virov. Zahteva celosten in dodelan pristop ter učinkovito reševanje. Ker emisije odpadnih voda, ki izhajajo iz planinskih postojank, predstavljajo potencialno in v nekaterih primerih tudi že aktualno ogroženo zajetje pitne vode, ki ležijo pod njimi, je ustrezno čiščenje odpadnih voda pri planinskih postojankah v številnih primerih nujna zahteva.

Raziskava je pokazala, da se planinske postojanke v vseh pogledih med seboj močno razlikujejo. Za vsako posebej je treba izdelati koncept in podroben načrt vodnoekološke sanacije. V mnogih primerih je smiselna uporaba kompostnih (suhih) stranišč, vendar iz tega ne moremo izpeljati splošne uporabnosti. Podobno velja za rastlinske čistilne naprave.

Nedvomno je pri sanaciji odpadnih vod iz planinskih postojank treba dajati prednost sistemom, ki so enostavni in robustni, ki porabijo malo energije in jih lahko vzdržuje oskrbnik koče sam. Kot takšne so rastlinske čistilne naprave ena izmed najprimernejših tehnologij, ki pa vendarle ima tudi dva pomembna omejitvena dejavnika, ki močno zožujeta uporabo: nadmorsko višino in velikost prostora.

Analiza obravnavanih 18 planinskih koč je pokazala, da način odvajanja in čiščenja odpadne vode pri nobeni postojanki ne ustreza zakonskim določilom. Postojanke nimajo urejene čistilne naprave, zato odpadna voda iz greznic odteka v okolje.

Objekti imajo večinoma lastna zajetja in jim zato ni treba varčevati z vodo. To vodi v neracionalno porabo vode, posledica pa so ogromne količine odplak. Za zmanjšanje količine odpadne vode bo treba predvsem zmanjšati ponudbo v planinskih postojankah, saj so le-te postale v zadnjih desetletjih »gorske gostilne« in s tem izgubile prvotno funkcijo (skromnih) zavetišč.

Treba je poudariti, da čistilne naprave v gorah niso optimalna rešitev (neenakomerna obremenitev, nizke temperature, pomanjkanje električne energije). Mnogo pomembnejše je sprejetje preventivnih ukrepov. V prvi vrsti bo treba zmanjšati porabo vode in s tem količino odplak. To pa bomo lahko dosegli samo z zmanjševanjem udobja (ponudbe) v planinskih postojankah. Ključno vlogo bo morale odigrati ozaveščanje prebivalcev in obiskovalcev ter sprememba miselnosti (zavestno samoomejevanje in samoodpovedovanje). Kjer zmanjšanja porabe vode s preventivnimi ukrepi ne bo mogoče doseči, bo nujna izgradnja čistilnih naprav.

9 Viri in literatura

- Babič, J. 2002: Rastlinska čistilna naprava tovarne Šampionka. Diplomaska naloga, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Baraga, I. 2002: Vodnoekološka problematika odpadnih voda planinskih postojank občine Kranjska Gora (v TNP). Diplomaska naloga, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Brezigar, B. 1997: Čiščenje odpadnih vod kože pri Triglavskih jezerih. Elaborat, Vodnogospodarski inštitut. Ljubljana.
- Bulc, T., Vrhovšek, D. 2002: Development of the Constructed Wetlands in Slovenia. International Conference Small Wastewater Technologies and Management for Mediterranean area. Seville.
- Bulc, T., Maher, I., Vrhovšek, D. 1997: Z rastlinami do čiste vode v gorah. Zbornik referatov s posveta Planinstvo in Triglavski narodni park. Bled.
- Duhovnik, J., Sbrizaj, D. 1997: Okoljska sanacija planinskih postojank. Zbornik referatov s posveta Planinstvo in Triglavski narodni park. Bled.
- Erhartič, B. 2004: Presoja uporabnosti rastlinskih čistilnih naprav pri planinskih postojankah Triglavskega narodnega parka. Diplomaska naloga, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Janež, J. 1997: Možnost onesnaženja podzemne vode z nekaterih planinskih postojank v TNP. Zbornik referatov s posveta Planinstvo in Triglavski narodni park. Bled.
- Medmrežje: <http://www.limnos.si/> (13. 8. 2008)
- Rejec Brancelj, I., Smrekar, A. 2000: Gorska ranljiva območja – primer Triglavskega narodnega parka. *Geographica Slovenica* 33-1. Ljubljana.
- Šolar, M. 1997a: Gorniška dejavnost v Triglavskem narodnem parku. Zbornik referatov s posveta Planinstvo in Triglavski narodni park. Bled.
- Šolar, M. 1997b: Okoljevarstvena analiza planinskih postojank v Triglavskem narodnem parku. Zbornik referatov s posveta Planinstvo in Triglavski narodni park. Bled.
- Vrhovšek, D. 1998: Načini čiščenja odpadnih voda. *Panorama* 50. Slovenska Bistrica.
- Vrhovšek, D., Zupančič, M. 1999: The use of constructed wetland for wastewater treatment in the mediterranean area. *Public Enterprise* 16. Ljubljana.

10 Summary: Estimation of constructed wetlands applicability in the Triglav national park mountain huts

(translated by the author)

There are many potential and actual polluters of water sources in the karst areas of the Triglav national park but they are mainly concentrated in valleys and basins. The only polluters in high mountain areas are mountain huts. There are 36 of them in the Triglav national park. All mountain huts have to deal with three ecological problems: solid waste, power supply and wastewater. While the first two have been successfully solved, wastewater still remains a problem. Water use is increasing due to increasing comfort in huts and number of visitors (in some huts there are more than 8,000 overnight guests and at least 30,000 day visitors per season). The main wastewater sources are: kitchens, toilets and laundries. Building wastewater treatment plant is not the best solution. First we should try to reduce the amount of consumed water and then choose an appropriate cleaning method. Building sewage system between dispersed huts does not make sense. Furthermore, building small wastewater treatment plants is too expensive and also represents large scale intrusion in the environment. Therefore new wastewater systems have been developed in recent years.

Constructed wetlands are artificial marshes or swamps, created for anthropogenic discharge such as wastewater, stormwater runoff or sewage treatment. Wetlands act as biofilters, removing sediments and pollutants such as heavy metals from the water, and constructed wetlands can be designed to emulate

these features. Physical, chemical, and biological processes combine in wetlands to remove contaminants from wastewater. Vegetation in a wetland provides a substrate (roots, stems, and leaves) upon which microorganisms can grow as they break down organic materials. Constructed wetlands imitate natural processes as much as possible. Compared to conventional treatment methods, they tend to be simple, inexpensive, and environmentally friendly. Constructed wetlands also provide food and habitat for wildlife and create pleasant landscapes (greater biodiversity). However they also have some disadvantages. Most important limiting factors are the altitude which should be below 2000 m and the lack of the appropriate space around mountain huts (at least $2.5 \text{ m}^2/\text{PE}$).

The research discusses the applicability of constructed wetlands at the Triglav national park mountain huts as the way of tackling hydro-ecological problems in highly vulnerable Alpine karst. The study consists of many different methods: field survey, fulfilled questionnaire, processing of statistical data etc. An attempt was made to analyze hydro-ecological conditions as well as the location of the mountain huts in order to determine the most suitable ones for the use of the constructed wetlands. Due to above mentioned limiting factors there were only 18 out of 36 Triglav national park mountain huts chosen to be included in the research. This paper states the priorities in the process of solving hydro-ecological problems with the use of constructed wetlands. They are based on the evaluation of the degree of vulnerability. The analysis shows that the process of the present draining and purifying wastewater is not in compliance with the law at any of the mountain huts. This problem can only be solved efficiently by building the constructed wetlands at 12 mountain huts, among them for 6 this process is highly recommended: Dom v Tamarju, Kovinarska koča v Krmi, Kosijev dom na Vogarju, Koča na planini Kuhinja, Dom dr. Klementa Juga v Lepeni, Poštarski dom na Vršiču. On the other hand, the analysis shows that these mountain huts do not represent real danger to the environment due to small amount of wastewater. Unfortunately the constructed wetlands are not suitable for the biggest polluters among mountain huts (Koča pri Triglavskih jezerih, Koča na Planini pri Jezeru, Vodnikov dom na Velem polju) and thus some other methods have to be introduced.