

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo

Jamova 2, p.p. 3422
1115 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si



UIVERZITETNI ŠTUDIJ
VODARSTVA IN KOMUNALNEGA
INŽENIRSTVA

Kandidat

BLAŽ PETERLIN

**ČIŠČENJE ODPADNIH VODA V TRIGLAVSKEM
NARODNEM PARKU**

Diplomska naloga št.: **179**

**WASTE WATER TREATMENT IN TRIGLAV
NATIONAL PARK**

Graduation thesis No.: **179**

Mentor:
prof. dr. Boris Kompare

Predsednik komisije:
doc. dr. Dušan Žagar

Somentorica:
doc. dr. Tjaša GriesslerBulc

Ljubljana, 2012

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

STRAN Z IZJAVAMI

Podpisani **Blaž Peterlin** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom
»**Čiščenje odpadnih voda v Triglavskem narodnem parku**«.

Izjavljam, da je elektronska različica enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem izdajo v elektronskem repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 9. 2. 2012

(podpis)

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	351.777.61(497.4)(043.2)
Avtor:	Blaž Peterlin
Mentor:	prof. dr. Boris Kompare
Somentorica:	doc. dr. Tjaša Griessler Bulc
Naslov:	Čiščenje odpadnih voda v Triglavskem narodnem parku
Tip dokumenta	Diplomska naloga
Obseg in oprema:	70 str., 40 sl., 12 pregl., 3 gr.
Ključne besede:	Triglavski narodni park, zaščiteni območja, planinske postojanke, male čistilne naprave, postopki čiščenja, komunalna odpadna voda

Izvleček

V diplomski nalogi je predstavljen problem onesnaženja zaščitenega območja Triglavskega narodnega parka z odpadnimi komunalnimi vodami. Čeprav večina ljudi problema ne zaznava, so posledice onesnaženja vod na zaščitenem območju nazorno vidne na visokogorskih jezerih in v nižinskih izviri. Vodni viri v bližini planinskih postojank ali kmetijskih zemljišč kažejo očitne znake prenasičenosti s hranili. Prav tako pa v visokogorskih jezerih predstavljajo ogroženost naravnih sistemov neavtohtone rastlinske in živalske vrste, ki jih je človek nepremišljeno izpustil v naravno okolje. V diplomski nalogi so podana zakonska določila, ki vsebujejo tematiko odpadnih vod, predstavljeni so sistemi za obdelavo odpadnih vod na območjih razpršene poselitve in pri planinskih postojankah. Ker enotni sistem za čiščenje odpadnih vod na celotnem območju ni mogoč, sem tekom raziskovanja oblikoval najprimernejše sisteme za obdelavo odpadnih vod tako iz ekološkega kot iz trajnostnega vidika.

BIBLIOGRAPHIC AND DOCUMENTARY INFORMATION

UDC:	351.777.61(497.4)(043.2)
Autor:	Blaž Peterlin
Supervisor:	prof. dr. Boris Kompare,
Co- advisor:	doc. dr. Tjaša Griessler Bulc
Title:	Wastewater treatment in Triglav national park
Document type:	Graduation Thesis
Notes:	70 pgs., 40 pic., 12 tab., 3 ch.
Key words:	Triglav National Park, protected areas, mountain hut, small wastewater treatment plants, technological treatment procedures, wastewater

Abstract

The thesis presents the pollution problems caused by municipal waste water in the protected area of the Triglav National Park. Although most people are not detecting the problem, the consequences of water pollution in the area are clearly visible in the mountain lakes and downstream springs. Water resources near the mountain huts and agricultural land show obvious signs of nutrient overload. Non-native plant and animal species recklessly placed into the natural environment also pose a threat to the natural systems. The thesis includes legal provisions concerning waste water and gives a presentation of wastewater treatment systems in the areas of dispersed settlement and mountain huts. Since a unified wastewater treatment system for the whole area is not possible, I developed, in the course of my exploration, the most appropriate systems for treating waste water from both, the ecological and sustainable perspectives.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	- 1 -
2 ZAŠČITENA OBMOČJA.....	- 3 -
2.1 ZAKON O VARSTVU OKOLJA.....	- 3 -
2.2 ZAKON O VARSTVU NARAVE	- 4 -
2.2.1 Zavarovana območja.....	- 4 -
2.2.2 Ožja zavarovana območja.....	- 4 -
2.2.3 Širša zavarovana območja	- 5 -
2.3 NATURA 2000	- 5 -
2.3.1 Ekološko pomembna območja	- 6 -
2.3.2 Zavarovana območja po Vodni direktivi.....	- 7 -
2.4 TRIGLAVSKI NARODNI PARK.....	- 10 -
2.4.1 Prebivalstvo.....	- 12 -
2.4.2 Vodovarstveno območje.....	- 14 -
2.5 ZAKON O TRIGLAVSKEM NARODNEM PARKU	- 15 -
2.6 DRUGI ZAKONI, KI POSEGAJO NA PODROČJE ČIŠČENJA ODPADNIH VODA NA OBMOČJIH DISPERZNE POSELITVE... -	18 -
3 ODPADNE VODE.....	- 21 -
3.1 PARAMETRI ODPADNE VODE	- 21 -
3.2 POTEK ČIŠČENJA ODPADNE VODE V NARAVI	- 26 -
4 SISTEMI ZA OBDELAVO ODPADNE VODE PRI DISPERZNI POSELITVI	- 28 -
4.1 RASTLINSKE ČISTILNE NAPRAVE	- 28 -
4.1.1 Opis.....	- 28 -
4.1.2 Oblike	- 28 -
4.2 ČISTILNE NAPRAVE Z LEBDEČO BIOMASO (AKTIVNIM BLATOM)	- 31 -
4.2.1 Opis.....	- 31 -
4.2.2 Delovanje.....	- 31 -
4.3 PRECEJALNIKI	- 33 -
4.3.1 Opis.....	- 33 -
4.3.2 Delovanje.....	- 33 -
4.4 POTOPNIKI.....	- 35 -
4.4.1 Opis.....	- 35 -
4.4.2 Delovanje.....	- 35 -
4.5 MEMBRANSKA FILTRACIJA	- 36 -
4.5.1 Opis.....	- 36 -
4.5.2 Delovanje.....	- 36 -
4.6 GREZNICE	- 38 -
4.6.1 Opis.....	- 38 -
4.6.2 Dimenzioniranje	- 38 -
4.7 DVOETAŽNI USEDALNIK (EMŠER, IMHOFFOV USEDALNIK).....	- 39 -
4.7.1 Opis.....	- 39 -
4.7.2 Delovanje.....	- 39 -

4.7.1 Dimenzioniranje.....	- 39 -
4.8 LAGUNE.....	- 40 -
4.8.1 Opis.....	- 40 -
4.8.2 Delovanje.....	- 40 -
4.9 PONIKOVALNI VODI.....	- 42 -
4.9.1 Opis.....	- 42 -
4.10 TALNI FILTRI	- 43 -
4.10.1 Opis.....	- 43 -
4.11 PONIKOVALNICE.....	- 44 -
4.11.1 Opis.....	- 44 -
5 OBDELAVA BLATA.....	- 45 -
5.1 UPORABA BLATA ZA GNOJENJE.....	- 46 -
5.2 MEDSEBOJNA PRIMERJAVA SISTEMOV ZA ČIŠČENJE ODPADNE VODE PRI DISPERZNI POSELITVI	- 47 -
6 ODPADNE VODE IZ PLANINSKIH POSTOJANK	- 50 -
6.1 OPIS PROBLEMA.....	- 50 -
6.1.1 Onesnaževalci.....	- 50 -
6.1.2 Planinske postojanke.....	- 52 -
7 OBDELAVA ODPADNIH VODA VISOKOGORSKIH POSTOJANK.....	- 55 -
7.1 SANBOX.....	- 55 -
7.1.1 Opis.....	- 55 -
7.1.2 Delovanje.....	- 55 -
7.2 SUHA STRANIŠČA.....	- 57 -
7.2.1 Opis.....	- 57 -
7.2.2 Delovanje.....	- 57 -
7.3 VREČASTI FILTRI	- 59 -
7.3.1 Opis.....	- 59 -
7.3.2 Delovanje.....	- 59 -
7.4 MOBILNE KOMPACTNE WC-KABINE.....	- 61 -
7.4.1 Opis.....	- 61 -
7.5 ODVOZ FEKALNIH ODPADKOV	- 62 -
7.6 MEDSEBOJNA PRIMERJAVA	- 64 -
8 PREDLAGANE REŠITVE	- 65 -
8.1 PREDLAGANA OBLIKA SUHEGA STRANIŠČA.....	- 65 -
8.2 PREDLAGANA REŠITEV ZA ČIŠČENJE ODPADNIH VODA PRI DISPERZNI POSELITVI	- 68 -
9 SKLEPI	- 71 -
VIRI	- 72 -
PRILOGE:	- 76 -

KAZALO SLIK

Slika 1: Območja Nature 2000 (SCI, SPA ter kombinacije).....	- 6 -
Slika 2: Ekološko pomembna območja.....	- 7 -
Slika 3: Območja kopalnih voda in vodovarstvena območja.....	- 9 -
Slika 4: Vodovarstvena območja virov pitne vode.....	- 9 -
Slika 5: Triglavski narodni park razdeljen na varstvena območja.....	- 11 -
Slika 6: Vodovarstvena območja.....	- 14 -
Slika 7: Prikaz komunalnih čistilnih naprav ter območja občutljiva za eutrofikacijo ter prispevalna območja.....	- 15 -
Slika 8: Nitratni cikel.....	- 27 -
Slika 9: Rastlinska čistilna naprava.....	- 29 -
Slika 10: Shema kombinirane rastlinske čistilne naprave.....	- 30 -
Slika 11: Čistilna naprava z aktivnim blatom z lokalnim kompostiranjem odvečnega blata.....	- 32 -
Slika 12: Precejalnik.....	- 34 -
Slika 13: Polnilo precejalnika.....	- 34 -
Slika 14: Potopnik.....	- 35 -
Slika 15: shematski prikaz delovanja sistema MBR.....	- 37 -
Slika 16: Velikostni prikaz elementov v odpadni vodi.....	- 37 -
Slika 17: Tri- prekatna biološka greznica.....	- 38 -
Slika 18: Dvoetažni usedalnik.....	- 39 -
Slika 19: Praxair – plovni ozračevalnik/mešalnik v prerezu (uporaba v čistilnih lagunah).....	- 40 -
Slika 20: Skica poteka naravnih procesov v umetno vzpostavljenih mokriščih.....	- 41 -
Slika 21: Delovanje ozračevalnikov /mešalnikov v zimskih razmerah.....	- 41 -
Slika 22: Ponikovalni vodi.....	- 42 -
Slika 23: Talni filtri.....	- 43 -
Slika 24: Ponikovalnica.....	- 44 -
Slika 25: Model obdelave blata.....	- 45 -
Slika 26: Lega planinskih postojank v TNP, glede na nadmorsko višino.....	- 52 -
Slika 27: Prikaz vseh planinskih objektov v Triglavskem narodnem parku.....	- 54 -

Slika 28: Shematski prikaz delovanja čistilnega sistema Sanbox	56 -
Slika 29: Primer suhega stranišča s fizičnim odstranjevanjem.....	58 -
Slika 30: Primer suhega stranišča z zračenjem in kompostiranjem.....	58 -
Slika 31: Prikaz vrečastega filtra	60 -
Slika 32: Primer mobilne, kompaktne sanitarne enote	61 -
Slika 33: Primer uporabe mobilne kompaktne sanitarne enote	61 -
Slika 34: Vozilo za odvoz fekalij	62 -
Slika 35: Helikoptersko oskrbovanje.....	63 -
Slika 36: Predlagana oblika suhega stranišča s kompostiranjem in rastlinsko čistilno napravo	66 -
Slika 37: Detajl s prikazom delovanja shranjevanja toplote v zemeljski kolektor, ogrevanja gnilišča ter mehanizma za prenos blata v gnilišče in smradna zapora	67 -
Slika 38: Predlagana oblika čiščenja odpadnih voda pri visokogorski kmetiji	69 -
Slika 39: Detajl vtoka z lovilcem olj, greznice z vpihovalnim prekatom ter priključitvijo na rastlinsko čistilno napravo	70 -

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Preglednica prebivalcev TNP	- 13 -
Preglednica 2: Zakonodaja, ki se posredno ali neposredno nanaša na področje malih čistilnih naprav ..	- 19 -
Preglednica 3: Odtok odpadne vode iz gospodinjstva.....	- 23 -
Preglednica 4: Mejne vrednosti parametrov odpadne vode za odvajanje neposredno v vode	- 24 -
Preglednica 5: Povprečno onesnaževanje ene odrasle osebe na dan.....	- 25 -
Preglednica 6: Mejne vrednosti parametrov odpadnih vod za nove komunalne čistilne naprave in za čistilne naprave v rekonstrukciji	- 25 -
Preglednica 7: Postopki čiščenja odpadnih voda na čistilnih napravah	- 47 -
Preglednica 8: Učinek čiščenja posameznih sistemov za obdelavo odpadne vode.....	- 48 -
Preglednica 9: Količina odpadne vode nastale v planinski postojanki na dan	- 51 -
Preglednica 10: Računski populacijski ekvivalent.....	- 51 -
Preglednica 11: Odvajanje odpadnih voda v planinskih postojankah.....	- 53 -

KAZALO GRAFIKONOV

Graf 1: Grafikon prikaza učinkovitosti čiščenja posameznega sistema za glavne parametre	48 -
Graf 2: Diagram celotnih stroškov preračunanih na populacijski ekvivalent (€/PE)	49 -
Graf 3: medsebojna primerjava različnih oblik čiščenja	64 -

OKRAJŠAVE IN KLJUČNE BESEDE

Biofilm - plast mikroorganizmov na površini nosilnega materiala.

BPK_t - biokemijska potreba po kisiku - masna koncentracija raztopljenega kisika, ki se pri določenih pogojih, po določenem času, porabi za biološko oksidacijo organskih in anorganskih snovi.

Celotna potreba po kisiku – količina kisika, potrebnega za kemijsko in biokemijsko oksidacijo onesnaženja v odpadni vodi.

Celotni ogljik - kvantitativni delež celotnega organskega in anorganskega ogljika.

Čistilna zmogljivost - največji pretoki in obremenitve toka odpadne vode, ki jo obstoječa naprava lahko očisti do te mere, da jo je dovoljeno izpuščati v odvodnik v skladu z zahtevanimi pogoji za izpuščanje.

Ekoremediacija - uporaba ekosistemov oziroma naravnih procesov za obnovo degradiranega okolja in zaščito ekosistemov.

Gospodinjska odpadna voda - odpadna voda iz kuhinj, pralnic, kopalnic, stranišč in podobnih dejavnosti.

KPK - kemijska potreba po kisiku - masna koncentracija ekvivalenta kisika za količino porabljenega dikromata pri določenih pogojih.

Kompaktna čistilna naprava - industrijsko predizdelana čistilna naprava.

P - število prebivalcev - število prebivalcev nekega poseljenega območja.

PE - populacijski ekvivalent - primerjalna vrednost, dobljena s primerjavo tehnološke odpadne vode z gospodinjsko odpadno vodo, pri čemer se upošteva dnevna količina odpadne vode ali odpadnih snovi.

PP – planinska postojanka; stavba v gorskem svetu, ki nudi zavetje, pa tudi prenočišče, oskrbo.

Polutant - onesnaževalo. Snov, sredstvo, ki poslabša kakovost okolja.

RČN- rastlinska čistilna naprava.

Rizodepozicija - proces sproščanja organskih snovi skozi korenine v rastline z namenom mobilizacije za rast potrebnih snovi ter stimuliranja in/ali zaviranja rasti določenih mikroorganizmov.

TNP – Triglavski narodni park.

1 UVOD

Geografsko leži Slovenija v srednji Evropi na zelo razgibanem terenu. Nadmorska višina se prek Sredozemlja povzpne od morske gladine do nadmorske višine 2.864 m v alpskem svetu ter se nato preko dinarskega gorstva spušča do panonske nižine. Slovenija leži na stičišču germanske, romanske in slovanske kulture. Zaradi raznolikosti terena in vplivov sosednjih kultur ima značilno razpršeno poselitve. V Sloveniji živi v naseljih, manjših od 2000 PE, 52,3 % prebivalstva. Največ ljudi ima stalno prebivališče v naseljih, manjših od 1000 prebivalcev. Samo 15 % populacije ima urejeno sekundarno čiščenje odpadnih vod, 3 % primarno čiščenje, 42 % populacije za čiščenje uporablja greznice, 25 % pa ne uporablja nobenega čiščenja (*Kompare, B., et al., 2007*).

Zaradi razpršene poselitve ter razgibanega terena je potrebno problem sanirati na kraju izvora, in sicer v smislu čim optimalnejšega sistema odvajanja in čiščenja odpadnih vod v sistemih majhnih in mikro čistilnih naprav. Cilji obravnavanja odpadne vode omogočajo zmanjševanje negativnih vplivov na okolje, povečevanje okoljske učinkovitosti, zmanjševanje porabe naravnih virov in ohranjanje biotske raznovrstnosti. V Sloveniji je zakonsko zaščitena približno 8 % ozemlja, 36 % površine je zaščitena z Naturo 2000, 22 % slovenskega ozemlja pa je zaščitena kot vodovarstveno območje virov pitne vode. V smislu biotske raznovrstnosti je Slovenija v samem vrhu Evrope, saj se lahko pohvali tudi s številnimi živalskimi in rastlinskimi endemiti (*Urad RS za prostorsko planiranje, 2007*). Ravno zaradi tega je problematika odpadnih voda še toliko bolj pereča in aktualna, pa tudi zato, ker nas zakonsko vežejo obveznosti do Evropske unije glede ravnanja z odpadnimi vodami. Kar se tiče slovenske zakonodaje o ravnanju z odpadnimi vodami, so država oziroma javne službe, zavezane za čiščenje odpadnih voda v naseljih oziroma območjih poselitve, večjih od 50 PE. Vsa gospodinjstva, kmetijski in gospodarski obrati, ki ne spadajo v to skupino in niso v občinskem prostorskem planu za urejanje zemljišč s kanalizacijo, so za odpadne vode odgovorni sami (*Kompare, B., et al., 2007*).

Triglavski narodni park je na slovenskem ozemlju izjemnega naravnega, ekološkega in vodno gospodarskega pomena. Njegova lega obsega jugo-vzhodni del Alp in je stičišče jadranskega in celinskega podnebja. Zaradi svoje razgibanosti, podnebnih, geoloških in hidroloških značilnosti daje prostoru poseben pečat tudi s svojo ekološko raznoličnostjo in vodnim potencialom. Zaradi teh in številni drugih lastnosti je Triglav že stoletja simbol slovenstva, ki ga moramo ohraniti za prihodnje rodove.

Triglavski narodni park obsega 838 km². V parku in vplivnem območju stalno prebiva 8.982 prebivalcev, v turistični sezoni pa prebivalstvo naraste tudi na dvakratno vrednost. Območje parka je zanimivo predvsem za planinarjenje, plezanje, v zimskem času smučanje, pa tudi za vse oblike vodnih športov in zdravilišnega turizma. Območje je zaščiteno z najrazličnejšimi vodnimi, ekološkimi, kulturnimi in ostalimi uredbami, vendar je nadzor prepovedi in priporočil zelo pomanjkljiv. V zadnjem stoletju pa je tudi narava pokazala na resnost nekaterih obremenitev, katere je zakrivil človek. To se največkrat kaže na občutljivih ekosistemih, kot so gorska jezera ali ogroženi habitati. Evtrofikacija Bohinjskega jezera in oligotrofnost in mezotrofnost triglavskih jezer kažejo na preobremenjenost ekosistema s hranili, ki so v vodni sistem prišle preko nekontroliranih izpustov komunalne odpadne vode. Dejstvo, da hidrogeološka sestava parka omogoča velike vodne zaloge, primerne za zajetje za vodooskrbni sistem, nam pove, da smo sami odgovorni, kakšno vodo dobimo iz vodovoda. Celotno območje parka se je s sprejetjem Alpske konvencije ter z občinskimi odloki o Gospodarskih javnih službah odvajanja in čiščenja odpadnih in padavinskih voda zavezalo za ureditev problematike odpadnih voda. Žal pa je problem obsežen, poleg tega pa so tudi rezultati rešitev vidni

še v prihodnosti. Med najbolj obremenjujoče dejavnike na kvaliteto voda uvrščamo: kmetijske obrate in pašniško živinorejo na vodovarstvenih območjih, nekontrolirane izpuste iz počitniških in stanovanjskih objektov na območjih, ogroženih za eutrofikacijo, ter planinske postojanke nad gozdno mejo ter v bližini vodnih virov (*Lah, A., 2003, TNP, 2011*).

Celotno območje Julijskih Alp ima zelo velik vodni potencial. Tu letno pade tudi do 3000 mm padavin. Večina vode takoj odteče v obliki hudournikov, nekaj pa se jo akumulira in se pojavlja v obliki izvirov. Onesnaženje v visokogorju se tako pokaže v zajetjih, v dolinskih jezerih ali pa celo preko vodovoda v naših domovih. Strateško je zelo pomembno reševati onesnaženja na izvoru samem. S tem se zmanjšajo škodni učinki v dolini in poceni priprava pitne vode. Reševanja se lahko lotimo celostno, in sicer z omejevanjem obiskovanja občutljivih območij in s čiščenjem odpadnih voda na kraju nastanka. Ozaveščeni gorniki in napredne planinske organizacije težijo k samoomejevanju v gorah. Planinske postojanke in turistične kmetije v visokogorju obiskovalcem prinašajo udobje iz doline. S tem pa se izgubi pristen čar gora in povezanost z naravo. Potrošniško udobje pa s sabo prinaša velike škodne učinke naravi. Povečana uporaba vode za higieno, pestra ponudba neavtohtonih jedi in pijač, sodobni energetske potratni športi, kvarni vizualni učinki internetnih in mobilno-telefonijskih anten, asfaltirane poti in masovni turizem so odgovorni obremenjevanja naravnega okolja. Zato so avstrijsko in nemško Planinsko društvo Južne Tirolske, skupnost planinskih organizacij Alpe-Adria in Evropski svet sprejele naslednje koncepte in usmeritve za gorski svet:

- v gorah ima ekologija prednost pred ekonomijo; posegi v naravo in okolje morajo biti ovrednoteni, ekologija ima svojo ceno, ki jo mora ekonomija upoštevati,
- drastično zmanjševanje udobja v postojankah (manj ponudbe in manj uporabe) ob ustrezni stalni akciji v javnih medijih,
- nobene nove postojanke,
- zmanjševanje standarda postojank v preprosto ponudbo in osnovne potrebe,
- odvoz smeti dosledno v dolino,
- sanacija sistemov odpadnih voda,
- zmanjševanje energetske porabe,
- nobenih novih poti,
- obstoječe ceste do postojank so samo za oskrbo postojank in za odvoz smeti, vsak drug promet je izključen,
- postojanke morajo dobiti prvotno funkcijo - dom in zavetišče za planince; subvencionirane so le tiste, ki takšno funkcijo ohranjajo in obratujejo v smislu okoljevarstvenega koncepta; gostilne je treba črtati s seznama planinskih postojank,
- zamenjava dizelskih agregatov z drugimi viri (sonce, veter ...) (*Baraga, I., 2002, povzeto po Bizjak, 1991*).

V svoji diplomski nalogi bom predstavil problem onesnaženja območja Triglavskega narodnega parka z odpadnimi vodami, podal zakonska določila in obveznosti, ki se nanašajo na problem, opisal sisteme, primerne za čiščenje odpadnih voda tako v območjih disperzne poselitve kot tudi v planinskih postojankah. Tekom raziskave pa bom poskušal najti najprimernejši model za obdelavo odpadnih voda na tem občutljivem območju.

2 ZAŠČITENA OBMOČJA

Slovenija je zaradi svojih geografskih in podnebnih značilnosti zelo biotsko raznolika. Več kot polovica države je prekrita z gozdovi, po naravovarstveni zakonodaji pa je zaščitena približno 8 % ozemlja. V Sloveniji živi približno 15.000 živalskih, 6.000 rastlinskih in 5.000 vrst iz sveta gliv, kar je za območje z velikostjo 20.273 km² zelo veliko. Zaradi sodobnega načina življenja in poseganja človeka v naravni prostor pa je biotska raznovrstnost ogrožena. Ogroženih je 36 % sesalcev, 49 % vrst ptic, 16 od 22 vrst dvoživk, 48 % vrst domorodnih rib in 10 % višjih rastlin. Večino vrst je ogroženih zaradi krčenja njihovega naravnega habitata. Najbolj so ogroženi habitati vlažnih travnišč, suhih travnišč, alpskih in subalpskih travnišč, barja, stoječe in tekoče vode, morski in obalni habitati, gozdovi in podzemeljski habitati (*Globevnik, L. 2006*).

Kot ukrep varovanja in ohranjanja rastlinskih in živalskih vrst države zakonsko zavarujejo habitate ogroženih vrst. Območja so kategorizirana po pomembnosti, v njih pa veljajo predpisani pogoji delovanja in upravljanja. V Sloveniji sta dva krovna zakona, ki posegata na področje varovanja okolja, in sicer Zakon o varstvu okolja in Zakon o varovanju narave (*Ur. l. RS, št. 41/2004, Ur. l. RS, št. 56/99*).

2.1 Zakon o varstvu okolja

Zakon o varstvu okolja ureja varovanje okolja pred obremenjevanjem in je temeljni pogoj za trajnostni razvoj. V zakonu so opisana temeljna načela varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja ter javne službe varstva okolja.

Zakon o varstvu okolja je napisan z namenom varstva okolja ter usmerjanjem takšnega družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja ter ohranjanje biotske raznovrstnosti.

Cilji varstva okolja so:

- preprečitev in zmanjšanje obremenjevanja okolja,
- ohranjanje in izboljšanje kakovosti okolja,
- trajnostna raba naravnih virov,
- zmanjšanje rabe energije in večja uporaba obnovljivih virov energije,
- odpravljanje posledic obremenjevanja okolja, izboljšanje porušenega naravnega ravnovesja in ponovno vzpostavljanje njegovih regeneracijskih sposobnosti,
- povečanje snovne učinkovitosti proizvodnje in potrošnje ter
- opuščanje in nadomeščanje uporabe nevarnih snovi (*Ur. l. RS, št. 41/2004*).

2.2 Zakon o varstvu narave

Zakon o varstvu narave določa ukrepe ohranjanja biotske raznovrstnosti in sistem varstva naravnih vrednot.

Ukrepi za ohranjanje biotske raznovrstnosti posegajo na področje varstva prosto živečih rastlinskih in živalskih vrst, vključno z njihovim genskim materialom in habitatami ter ekosistemi. Omogoča trajnostno rabo naravnih surovin ter zagotavlja ohranjanje naravnega ravnovesja. Za namen ohranjanja in varovanja naravnih vrednot se ustanovi Sistem varstva naravnih vrednot, ki določa postopke in načine podeljevanja statusa naravnih vrednot ter izvajanje njihovega varstva (*Ur. L. RS, št. 56/1999*).

2.2.1 Zavarovana območja

Zavarovana območja so geografska območja, opredeljena z Zakonom o ohranjanju narave (*ZON*), ki preko akta o zavarovanju določa naravne vrednote, ki so lokalnega ali državnega pomena. Z namenom varstva naravnih vrednot in ohranitve naravnih habitatov država ali lokalna skupnost glede na pomembnost zavarovanega območja določajo ukrepe varstva, upravljanja ali zaščite naravnih območij. Akt o zavarovanju določa naravno vrednoto z njenim obsegom in sestavinami, namen zavarovanja, pravila ravnanja oziroma varstveni režim in razvojne usmeritve ter določitev varstvenih nalog za uresničitev namena zavarovanja. Zavarovana območja delimo na ožja in širša zavarovana območja. Državna in regionalna zavarovana območja se lahko med seboj prekrivajo, vendar ukrepi varstva med njimi ne smejo biti v nasprotju (*Ur. l. RS, št. 56/1999*).

2.2.2 Ožja zavarovana območja

Med ožja zavarovana območja uvrščamo:

- naravni spomenik, ki je območje z eno ali več naravnih vrednot, ki imajo izjemno obliko, velikost, vsebino ali lego ali so redki primer naravne vrednote (*ZON, 64. člen*),
- strogi naravni rezervat, to je območje, ki ima naravno ohranjene geotope, življenjske prostore ogroženih, redkih ali značilnih rastlinskih ali živalskih vrst ali območje, pomembno za ohranjanje biotske raznovrstnosti, kjer naravni procesi potekajo brez človekovega vpliva (*ZON, 65. člen*),
- naravni rezervat, ki pa je območje geotopov, življenjskih prostorov ogroženih, redkih ali značilnih rastlinskih ali živalskih vrst ali območje, pomembno za ohranjanje biotske raznovrstnosti, ki se z uravnoteženim delovanjem človeka v naravi tudi vzdržuje (*ZON, 66. člen*).

Na takih zavarovanih območjih je prepovedano opravljati dejavnosti s sredstvi na način, ki bi lahko povzročil bistvene spremembe biotske raznovrstnosti, naravnih vrednot, strukture in funkcije ekosistemov in opravljati dejavnosti, ko je lahko ogrožen obstoj rastlin ali živali ali spreminjati podobo naravnih vrednot.

2.2.3 Širša zavarovana območja

V širša zavarovana območja uvrščamo območja narave, kjer je velika abiotska, biotska in krajinska raznovrstnost ter velika gostota in raznolikost naravnih vrednot, ki so lahko kompleksno ali funkcionalno med seboj povezane (*ZON, 67. člen*).

Med širša zavarovana območja uvrščamo:

- narodni park je območje s številnimi naravnimi vrednotami ter veliko biotsko raznovrstnostjo. V pretežnem delu parka je ohranjena pristna in prvobitna narava in ni zaznati vplivov človeka, vendar je lahko v manjšem delu parka zaznati večji vpliv človeka, vendar skladno povezanega z naravo (*ZON, 79. člen*),
- regijski park, ki je definiran kot obsežno območje značilnih ekosistemov in krajine z večjimi deli prvobitne narave in območij naravnih vrednot, ki se prepletajo z deli narave, kjer je človeški vpliv prisoten, vendar uravnotežen (*ZON, 70. člen*),
- krajinski park je območje, ki je kakovostno in dolgotrajno prepleteno z vplivi človeka in narave ter ima veliko ekološko, biotsko in krajinsko vrednost (*ZON, 71. člen*).

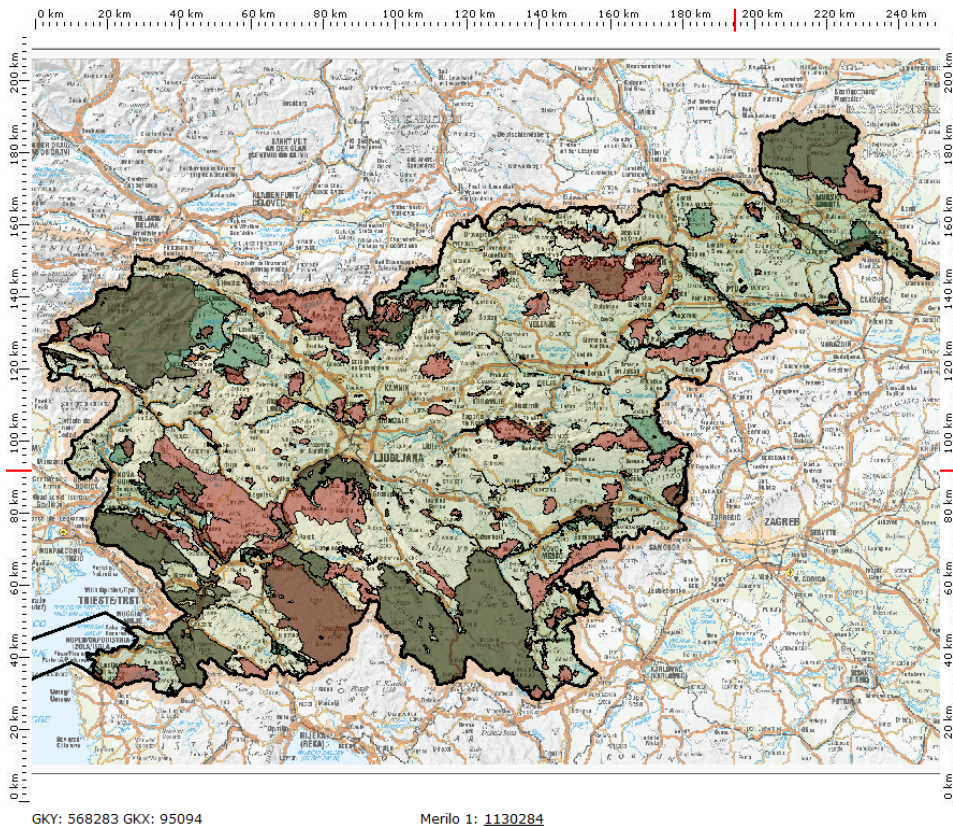
V vseh oblikah širše zavarovanih območij je z aktom o zavarovanju določeno podrobnejše delovanje in varovanje na območju parka.

2.3 Natura 2000

Slovenija je kot pridružitveno obveznost do Evropske unije, z Uredbo o posebnih varstvenih območjih, (*Ur. l. RS, št. 49/2004*) aprila 2004, sprejela sodelovanje v Naturi 2000. Natura 2000 je omrežje varstvenih območij v članicah Evropske unije, njihov namen pa je ohranjanje biotske raznovrstnosti in obvarovanje ogroženih naravnih habitatov. Urbanizacija, razvoj infrastrukture, intenzivno kmetijstvo in gozdarstvo ter druge človekove aktivnosti so privedle do izgube nekaterih in bistveno zmanjšanje drugih rastlinskih in živalskih vrst ter habitatov. Zaradi tega se je zmanjšal delež mokrišč, poplavnih gozdov in travnikov, kar je privedlo do izumrtja 64 endemičnih vrst v Evropi. Pomembna mehanizma pri varovanju okolja v okviru Nature 2000 sta Direktiva o pticah in Direktiva o habitatih (*Council Directive 79/409/EEC on the Conservation of Wild Birds- 1997 in The Council Directive 92/43/EEC on the Conservation of Natural Habitats and Wild Fauna and Flora-1992*)(*CD, 79/409/EEC, CD, 79/43/EEC*). V zaščitena območja Direktive o pticah so vključena gnezdišča in pa tudi prezimovališča in počivališča, v zaščitena območja Direktive o habitatih pa spadajo območja ogroženih naravnih habitatov.

Zaščitena območja Nature 2000 obsegajo 36 % površine Slovenije. Zajemajo 260 območij, določenih na podlagi direktive o habitatih, in 26 na podlagi direktive o pticah. Velik del območij je poraščen z gozdom ali pa je območje visokogorsko, brez vegetacije. Pomemben pa je tudi delež suhih in mokrih travnišč ter mokrišč. Na teh območjih domuje 111 ogroženih rastlinskih in živalskih vrst in 56 evropsko pomembnih habitatnih tipov, med katerimi je veliko vrst in habitatnih tipov prioritarnih, med njimi so tudi velike zveri (*Globevnik, L. 2006*).

Natura 2000 ni sistem strogih naravnih rezervatov, ki bi omejevali vse človekove aktivnosti in dejavnosti na teh območjih. Gre za varovana območja, kjer naj se opravljajo takšne aktivnosti, ki omogočajo ohranjanje biotske raznovrstnosti in upoštevajo načela obeh direktiv (*Nose, Marolt, M. et al., 2005*). Na Sliki 1 so prikazana območja, vsebovana v Naturi 2000.



Slika 1: Območja Nature 2000 (SCI, SPA ter kombinacije)

(http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso)

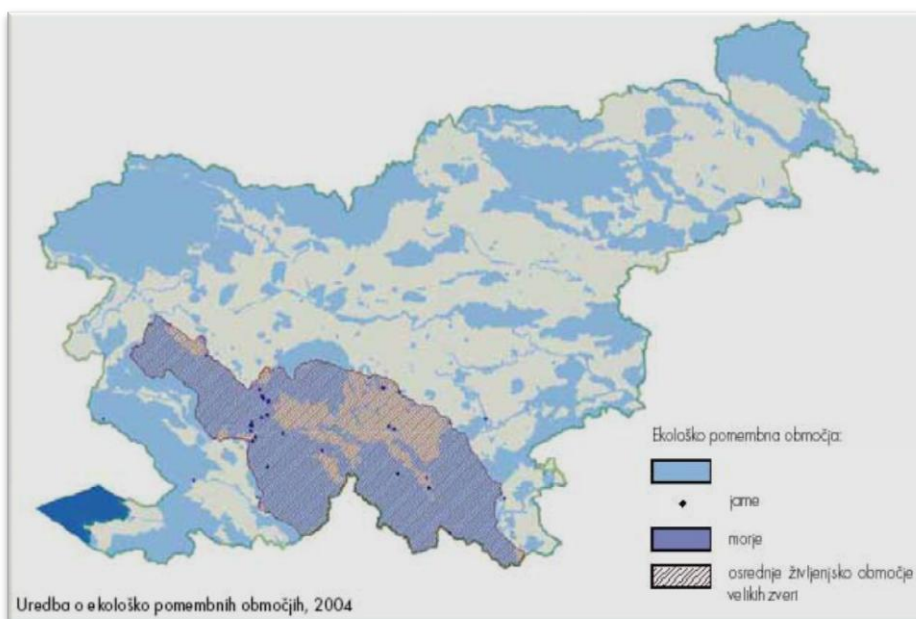
2.3.1 Ekološko pomembna območja

Ekološko pomembna območja so strokovno priznana območja, za katere velja varstveni režim glede načrtovanja rabe prostora, izkoriščanja naravnih dobrin in ukrepi za spodbujanje, ki bi koristili biotski raznovrstnosti. Območja se največkrat pokrivajo z območji Nature 2000.

Ekološko pomembna območja se določijo s predpisom vlade na podlagi naslednjih kriterijev:

- habitatni tipi so na ravni države redki ali ogroženi (se prednostno ohranjajo v ugodnem stanju) ali so na Dodatku Bernske konvencije in visoko reprezentativni, obsežno razširjeni ali dobro ohranjeni;
- habitati ali deli habitatov rastlinskih ali živalskih vrst, ki so ogrožene, navedene v Dodatkih Bernske, Bonnske, Barcelonske konvencije ali v dodatkih sporazumov na podlagi teh konvencij ali so endemiti ali relikti in je populacije vrste velika (glede števila in gostote), habitat vrste ohranjen, ali gre za habitat izolirane populacije;
- raznolika območja, na katerih je na določeni površini nadpovprečno veliko število različnih habitatnih tipov oz. habitatov vrst;
- pomembne selitvene poti živali;
- območja, pomembna za zagotavljanje genske povezanosti populacij;
- območja, ki s svojo uravnoteženo biogeografsko razporejenostjo pomembno prispevajo k celovitosti ekološkega omrežja in s tem k ohranjanju naravnega ravnovesja (Berginc, M., 2007)

Na Sliki 2 so prikazana ekološko pomembna območja, ki so po Zakonu o ohranjanju narave območje habitatnega tipa, dela habitatnega tipa ali večje ekosistemske enote, ki pomembno prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti (ARSO, 2011).



Slika 2: Ekološko pomembna območja (Berginc, M., 2007)

2.3.2 Zavarovana območja po Vodni direktivi

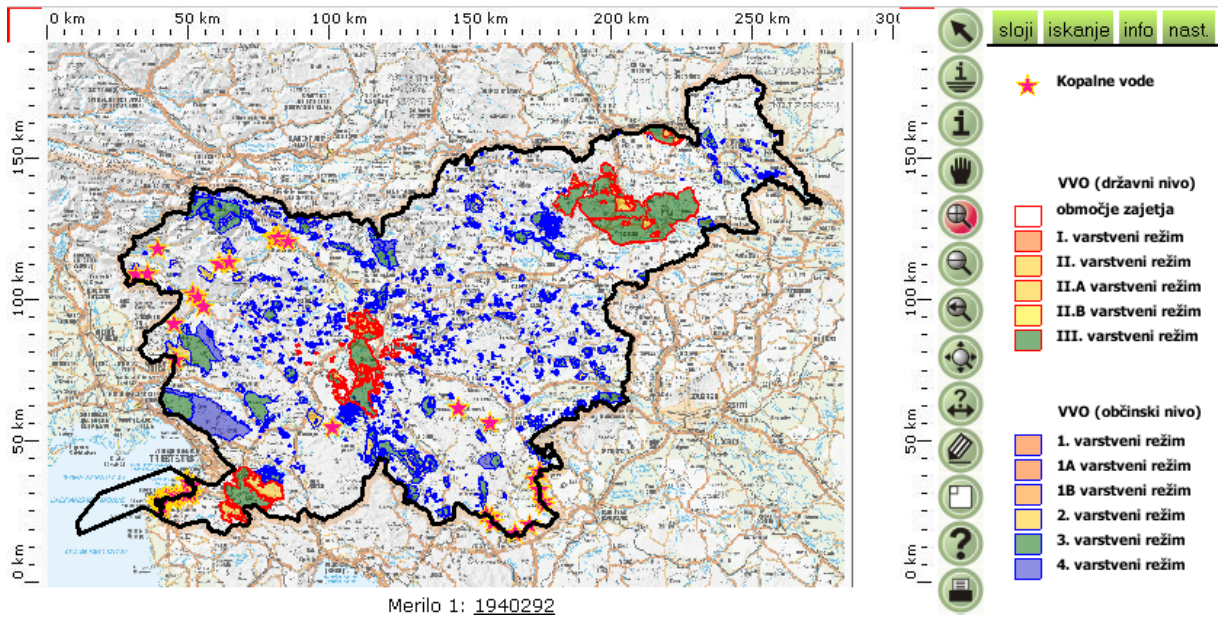
Vodna direktiva daje državam članicam Evropske unije pravna in strokovna izhodišča za skupno upravljanje čezmejnih vodotokov, vodonosnikov in morja. Zato so pravno zavezujoče tudi za nacionalne varstvene dokumente. Po mednarodni direktivi morajo biti načrti varstva usklajeni s sosednjimi državami glede na določeno povodje, ki jih povezuje. To omogoča monitoring vodotokov in skrb za zmanjšanje onesnaženja in izboljšanje ekološke lastnosti, preprečevanje poslabšanja oz. izboljšava kemijskih lastnosti voda, kot so jezera, morje, vodotoki ter vsa njihova prispevna območja. V Sloveniji za pripravo strokovnih osnov in načrtov upravljanja z vodami skrbi Inštitut za vode Republike Slovenije (Golobevnik, L., et al., 2006).

Vodovarstvena območja so območja, zavarovana z akti Vlade RS z namenom, da se čim bolj prepreči oz. omeji točkovne in razpršene vire onesnaženja, ki lahko predstavljajo tveganje za onesnaženje virov pitne vode (slika 3 in 4). Zaščitni ukrepi, prepovedi in omejitve se nanašajo na gradnjo objektov, pa tudi na ravnanje s kmetijskimi in drugimi zemljišči in so na posameznem notranjem varstvenem območju različno strogi. Za celotno območje RS je vzpostavljen Register o vodovarstvenih območjih virov pitne vode, ki ga vodi MOP - Agencija RS za okolje (*Erhatic, B., 2004*).

Območja kopalnih vod so določena območja, kjer se običajno kopa večje število ljudi in kopanje ni prepovedano (slika 3). Na teh območjih je predpisan monitoring kakovosti vod. V Sloveniji je bilo v letu 2004 določenih 20 območij kopalnih voda in evidentiranih 17 naravnih kopalnišč. Največ naravnih kopalnišč je na območju Jadranskega morja, ostala območja pa se nanašajo na kopalne reke in jezera. Na kopalnih območjih monitoring kakovosti voda izvaja Agencija RS za okolje, na naravnih kopalniščih pa so za izvajanje monitoringa pristojni upravljalci kopalnišč (*Erhatic, B., 2004*).

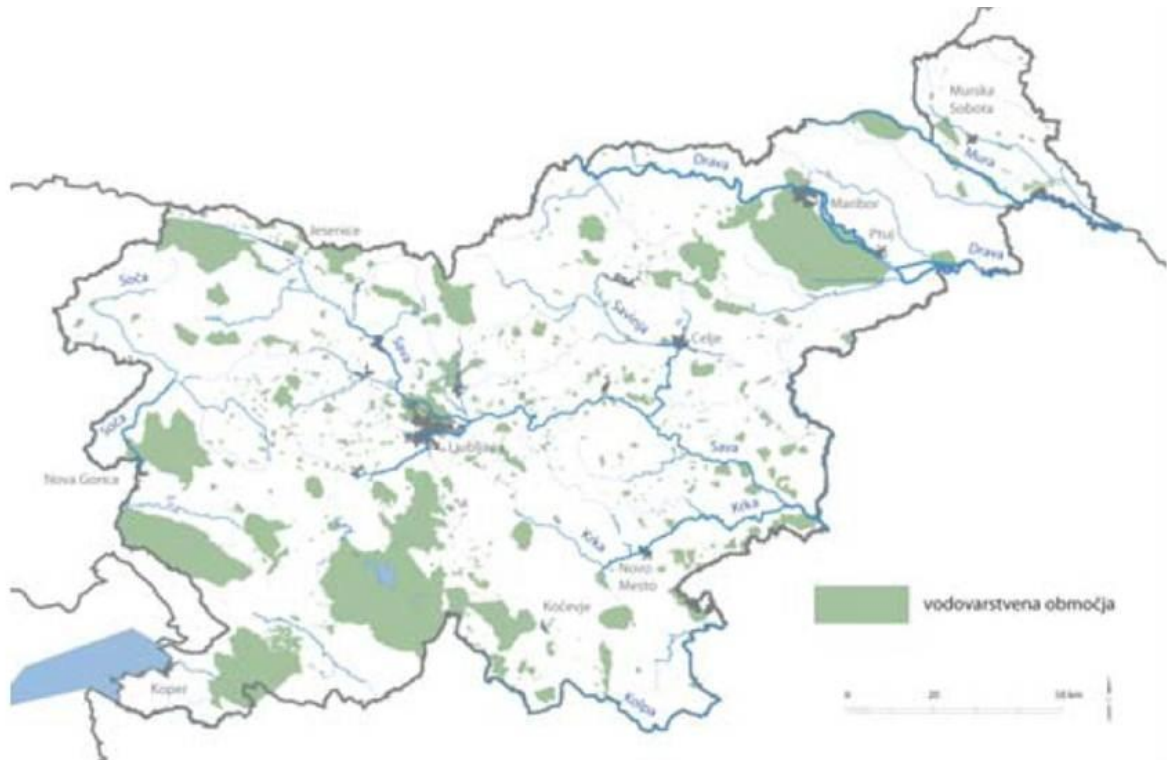
Območja, določena za zaščito ekonomsko pomembnih vodnih vrst so odseki rek ali deli morja, kjer je kakovost vode primerna za življenje določenih živalskih vrst, namenjenih za lov. Za ta območja so bili sprejeti predpisi o emisijskem monitoringu kakovosti površinske vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev ter predpisi o emisijskem monitoringu kakovosti površinske vode za življenje sladkovodnih vrst rib. Prav tako pa so za ta območja pripravljene ekonomske analize, preko katerih se sprejemajo odločitve o ohranjanju območij kot ekonomsko pomembnih območij za vodne organizme (*Erhatic, B., 2004*).

Občutljiva in ranljiva območja so območja ekosistemov, ki so občutljivi na vnose hranil. Cilj Nitratne direktive je omejitev nitratnih obremenitev iz kmetijstva in preprečevanje nadaljnega onesnaževanja. Pomembne pa so tudi posebne zahteve v zvezi z emisijami snovi pri odvajanju odpadnih voda iz komunalnih čistilnih naprav. Občutljivo območje je vodno telo ali del vodnega telesa, če je zanj mogoče ugotoviti ali pričakovati evtrofikacijo, če je namenjen oskrbi s pitno vodo in presega mejne emisijske vrednosti nitratov ali če je na območju, kjer je zaradi izpolnjevanja obveznosti iz predpisov s področja varstva okolja potrebno nadaljnje čiščenje. Kot ranljivo območje je obravnavano celotno območje Slovenije, dopusten vnos dušika z gnojili pa ne sme presegati 170 kg/ha, prav tako pa za celotno območje velja operativni program za varstvo voda pred onesnaževanjem z nitriti iz kemijske proizvodnje (*povzeto po Globevnik, L., 2006*).



Slika 3: Območja kopalnih voda in vodovarstvena območja

(vir: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso)



Slika 4: Vodovarstvena območja virov pitne vode (Golobevnik, L., 2006)

2.4 Triglavski narodni park

Triglavski narodni park (TNP) je edini narodni park v Sloveniji. Ime je dobil po najvišjem slovenskem vrhu, ki je upodobljen tudi na državnem grbu in tako predstavlja simbol slovenstva. TNP je bil ustanovljen leta 1981 s površino 838 km^2 , vendar pa je bilo del območja prvotno zaščitenega že leta 1924, kar ga uvršča med najstarejše evropske parke. Površino parka prekriva 96 % visokogorskega sveta in gozdnih tal, 3,6 % kmetijskih površin in 0,4 % vodnih površin (Lah, A. 2003). Leži na skrajnem severozahodnem delu Slovenije in obsega skoraj celoten slovenski del Julijskih Alp. Na območju leži 33 naselij z 2.500 prebivalci, in sicer v občinah: Bled, Bohinj, Jesenice, Kranjska gora, Bovec, Kobarid in Tolmin (TNP, 2011).

Območje Triglavskega narodnega parka je reliefno zelo razgibano. Nadmorska višina se preko Bohinja s 493 m dvigne vse do Triglava z 2864 m. Večina površja je prekrita s karbonatnimi kamninami, kot so apnenec in lapor, kar je površju omogočilo značilno obliko. Največje naravne sile, ki so površje izoblikovale, pa so poleg tektonskih premikov in ledenikov tudi vode. Ta je značilni kraški teren skozi tisočletja oblikovala v obliko, ki jo poznamo danes (Erhatic, B., 2004).

Po oceni Mednarodne zveze za varstvo narave in naravnih bogastev (IUCN, 1994 in 2001) je TNP vseevropskega pomena zaradi posebnega bogastva rastlinskih in živalskih vrst. V parku najdemo nekatere endemite pa tudi neavtohtone ribe, ki zaradi nepremišljenega človekovega delovanja v preteklosti povzročajo veliko škodo naravnim habitatom v visokogorskih jezerih (IUCN, 1994 IN 2001).

Poleg zakona o TNP varujejo narodni park tudi Ustava RS (členi 71,72 in 73), zakon o varstvu okolja, zakon o ohranjanju narave, zakon o vodah, kmetijsko-gozdarski in drugi zakoni, alpska konvencija in njeni protokoli ter Natura 2000. Območje Slovenskih Alp je prav tako pomembno zaradi izjemnega kulturnega prostora, saj se tu stikajo tri različne kulture, ki dajo prostoru svetovljansko naravnost. S podpisom Alpske konvencije smo skupaj s sedmimi drugimi državami sklenili ohranjanje narave ter urejanje turizma in prometa. Varstveni režim parka ne postavlja samo omejitve za tam živeče prebivalce, ampak jim nudi pogoje za trajnostni razvoj, vlogo pri upravljanju, nadzorovanju in reševanju ter edinstvene priložnosti za razvoj sonaravnega turizma. Pri vseh parkih pa je potrebno upoštevati celovitost okolja, saj gre tu za geološke, geomorfološke, podzemne, hidrološke in biotske znamenitosti, ki skupaj s svojim podnebjem zaokrožuje edinstveno celoto.

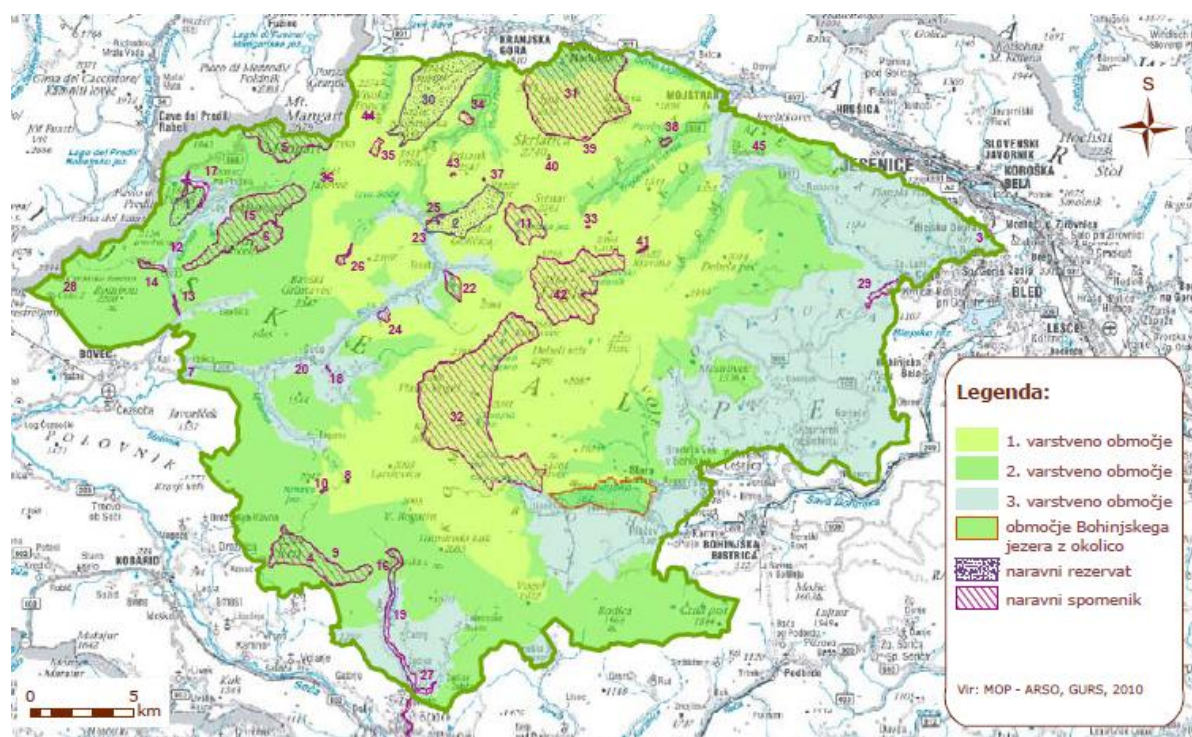
Ozemlje TNP je sestavljeno iz treh varstvenih območij (slika 5), kar omogoča boljše varovanje in upravljanje parka.

Osrednji del obsega vsealpske, evropske in državne znamenitosti in biotske raznovrstnosti. V tem delu parka se nahaja veliko gorskih koč, planinskih pašnikov in stanov ter najbolj obiskane visokogorske poti. Zaradi tega je potrebna izjemna skrb upravljalca TNP in odgovornost vseh, ki pridejo v to okolje. Nujni pa so tudi preventivni varnostni ukrepi zaradi hudournikov, plazov, požarov in raznih nesreč (Lah, A. 2003).

Okoli osrednjega dela parka se oklepa robni del parka, kjer je nekaj manjših vasi in zaselkov in tudi hribovske kmetije, ki pomembno vplivajo na potek naravnih procesov v naravi. Kmetije so večinoma usmerjene v živinorejo in so krmsko navezane na gorsko pašo. Ukvarjajo pa se tudi z gozdarstvom in turizmom.

K funkcionalni celoti parka pa moramo prišteti še vplivno območje okoli TNP, kjer se nahajajo turistični kraji in hotelska naselja z rekreativno - razvedrilnimi vsebinami. Ta prostor je namenjen izhodišču obiskov TNP, ustavljanju prometa in osveščanju obiskovalcev (slika 5).

TNP kot celota skrbi za varstvo narave, ohranitev izjemnih naravnih in kulturnih vrednot, varstvo avtohtonih, redkih in ogroženih rastlinskih in živalskih vrst, naravnih ekosistemov in značilnosti nežive narave ter ohranitev kulturne krajine. Prizadeva si za trajnostni razvoj tradicionalnih gospodarskih panog. Obiskovalcem nudi ozaveščanje, razne delavnice in vodene izlete ter rekreacijo v sonaravni obliki. V parku prav tako poteka raziskovalno delo na različnih področjih in pridobivanje podatkov za podajanje strokovnih nasvetov in usmeritev za nadaljnji razvoj parka, tudi s pomočjo priprave raznih publikacij in načrtnega komuniciranja z javnostjo. Naloga TNP je strokovno varovanje narave in razvoj prostora. Omogoča varno in celovito ohranjanje vrednot, ki bodo nam in prihodnim generacijam omogočale duhovno bogatitev in sprostitev.



Slika 5: Triglavski narodni park razdeljen na varstvena območja (vir: MOP-ARSO)

2.4.1 Prebivalstvo

Meja Triglavskega narodnega parka ne poteka natanko po mejah naselij, zato števila prebivalcev ne moremo posplošiti na število prebivalcev naselij v TNP, ampak se prebivalce šteje za območje Triglavskega narodnega parka. Na območju TNP je po prostorskem registru kar 75 naselij, vendar je naselij, ki imajo stalne prebivalce v TNP, skoraj polovico manj. Podatke o številu prebivalcev znotraj TNP je pripravil statistični urad RS na podlagi evidenc hišnih števil za leta 1995, 2000, 2005 in 2010. Vendar zaradi netočnih podatkov vseh prebivalcev ni bilo možno zajeti v to raziskavo.

V obdobju od leta 1995 do leta 2010 je bilo 37 naselij, kjer je v enem izmed časovnih presekov živel vsaj en prebivalec v TNP. Teh prebivalcev je bilo leta 2011 8.982. Zaradi specifikacije podatkov so naselja razdelili na tista, ki so v celoti znotraj parka, na tista, ki niso v celoti znotraj TNP, vendar imajo pomemben del naselja v parku, in tista, kjer sta v parku zgolj domačija ali dve oz. gre za vikende, kjer so osebe stalno ali začasno prijavljene. Pri analizi gibanja števila prebivalcev pa je potrebno upoštevati novo definicijo prebivalca (1. 1. 2008), ki ga definira z upoštevanjem enoletnega bivanja na določenem naslovu (*TNP, 2011*).

Znotraj meje TNP je leta 2010 živelo 2.444 ljudi v 33 naseljih. V celoti je znotraj parka 21 naselij (87 % prebivalcev), ostalih 12 naselij leži v parku zgolj z delom svoje površine, na katerem so registrirani stalni prebivalci (13 % prebivalcev) (*TNP, 2011*).

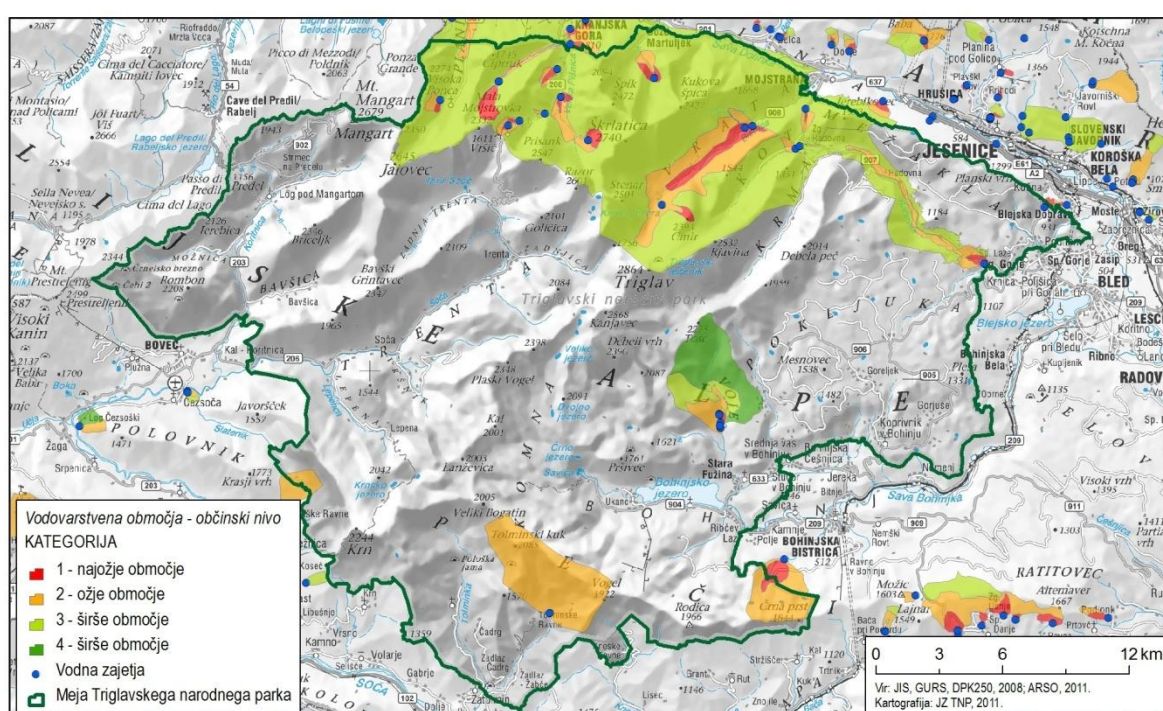
V Preglednici 1 je prikazano število prebivalcev v TNP glede na naselja in opazovano časovno obdobje.

Preglednica 1: Preglednica prebivalcev TNP (Vir: TNP: 2011; Podatki o prebivalcih: Statistični urad RS, stanje na dan 1. 10. 2011; podatki o naseljih: GURS, RPE, 2006; podatek o meji TNP: ARSO 2011)

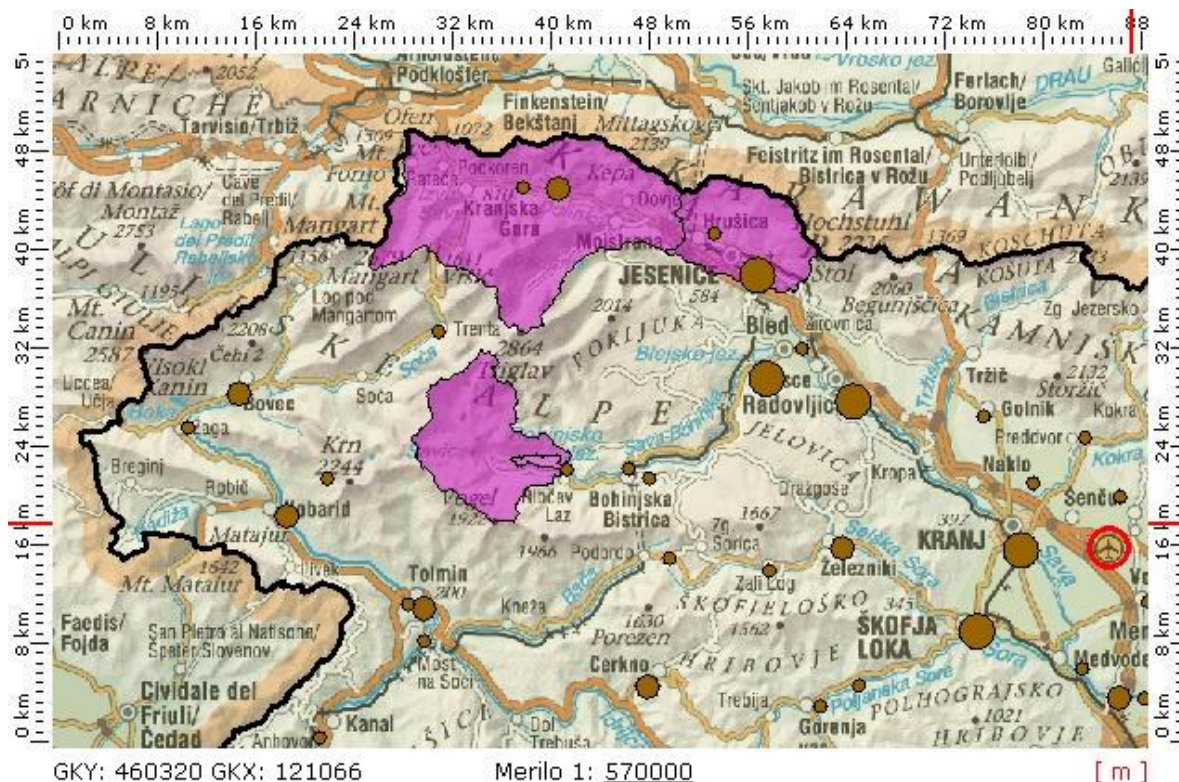
NASELJE	Podatki o dejanskem številu prebivalcev znotraj meje TNP						
	OBČINA	TIP	opomba	PREB_1995	PREB_2000	PREB_2005	PREB_2010
004 005 Goreljek	BOHINJ	3	Vikendi	1	3	5	7
004 006 Gorjuše	BOHINJ	1		151	157	159	150
004 009 Koprivnik v Bohinju	BOHINJ	1		219	217	216	218
004 014 Podjelje	BOHINJ	2		59	57	59	45
004 017 Ribčev Laz	BOHINJ	1		133	146	145	145
004 019 Srednja vas v Bohinju	BOHINJ	3	Uskovnica	6	8	8	6
004 020 Stara Fužina	BOHINJ	1		568	576	593	590
004 021 Studor v Bohinju	BOHINJ	1		113	108	111	120
004 022 Ukanc	BOHINJ	1		26	34	42	55
006 001 Bavšica	BOVEC	1		11	13	10	8
006 003 Čezsoča	BOVEC	3	Kršovec	3	3	2	2
006 004 Kal - Koritnica				2	1	1	0
006 005 Lepena	BOVEC	1		34	42	40	35
006 007 Log pod Mangartom	BOVEC	1		156	156	142	137
006 009 Soča	BOVEC	1		170	169	166	154
006 011 Strmec na Predelu	BOVEC	1		16	12	17	16
006 012 Trenta	BOVEC	1		121	118	119	118
053 001 Belca	KRANJSKA GORA	3	2 kmetiji	10	10	12	10
053 003 Gozd Martuljek				0	0	1	0
053 004 Kranjska Gora	KRANJSKA GORA	3	Erika	8	8	8	8
053 006 Mojstrana	KRANJSKA GORA	3	planinske	19	21	24	22
053 010 Zgornja Radovna	KRANJSKA GORA	1		61	72	70	72
128 004 Čadrg	TOLMIN	1		21	30	34	47
128 024 Kneške Ravne	TOLMIN	2		12	10	9	9
128 061 Tolminske Ravne	TOLMIN	1		15	14	14	10
128 067 Zadlaz-Čadrg	TOLMIN	1		30	30	30	33
128 068 Zadlaz-Žabče	TOLMIN	1		30	26	31	35
128 070 Zatoľmin	TOLMIN	3	Zastenar	2	2	1	5
128 072 Žabče				1	2	0	0
207 001 Grabče	GORJE	2		39	37	36	45
207 002 Krnica	GORJE	2		59	66	76	77
207 004 Perniki	GORJE	1		15	14	15	16
207 005 Podhom				1	1	0	0
207 007 Radovna	GORJE	1		15	11	13	15
207 008 Spodnje Gorje	GORJE	2		87	97	97	90
207 009 Spodnje Laze	GORJE	1		57	57	66	67
207 012 Zgornje Laze	GORJE	1		71	67	77	77

2.4.2 Vodovarstveno območje

Območje Triglavskega narodnega parka zaradi svoje tektonske strukture in geografske lokacije predstavlja pomemben vir pitne vode. Voda za oskrbo s pitno vodo na območju TNP se črpa iz 47 zajetij, ki jih oskrbuje gospodarska javna služba. Območja (slika 6) so občinsko vodovarstveno zaščitena, niso pa še zaščitena z Zakonom o vodah. Zaradi zaščite območij ima varovanje vodnih virov prednost pred poselitvijo in drugimi posegi v prostor. Površina vodovarstvenih območij z najstrožjim vodovarstvenim režimom meri 1 % TNP-ja, v ožje območje varovanja spada 5 % TNP-ja, v širše vodovarstveno območje pa 17 % TNP-ja. Za vsako območje posebej so definirane omejitve in dovoljeni posegi v prostor. Velik delež prebivalstva se s pitno vodo oskrbuje iz lastnih zajetij (216 dovoljenj za lastno oskrbi z vodo), kar potencialno ogroža uporabnike zaradi nestalnega nadzora nad zajetji (TNP, 2011). Na območju so 3 večje in več manjših komunalnih čistilnih naprav, ki so prednostno postavljene ob večjih naseljih in občutljivih območjih za eutrofikacijo (slika 7).



Slika 6: Vodovarstvena območja (ARSO, 2011b).



Slika 7: Prikaz komunalnih čistilnih naprav ter območja občutljiva za evtrofikacijo ter prispevalna območja (http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso)

2.5 Zakon o Triglavskem narodnem parku

S tem zakonom se je ustanovil narodni park, določen z območjem, načinom varstva in upravljanja, sodelovanja prebivalcev parka, razvojne usmeritve ter nadzor in sankcije, povezane s cilji in nameni zakona. Temeljni nameni zakona so ohranjanje izjemnih naravnih, kulturnih, krajinskih in duhovnih vrednot. Prednostno se ohranjajo ekosistemi in kulturna dediščina, zgodovinski in simbolni pomen območja, omogočanje pogojev za trajnostni razvoj področja ter preprečevanje obremenjevanja okolja. Na območju parka pa se prav tako omogoča raziskovanje, ozaveščanje, obiskovanje ter doživljanje narodnega parka. Narodni park je kategoriziran na tri varstvena območja, kjer so pogojno dovoljeni posegi v prostor.

Razvojne usmeritve parka so predvsem naravnane v:

- ekološko kmetovanje, razvojem dopolnilnih dejavnosti na kmetijah, pridelovanjem in gojenjem avtohtonih rastlinskih in živalskih vrst in gojenjem avtohtonih pasem domačih živali,
- zagotovitev ustrezne komunalne opreme in druge gospodarske javne infrastrukture,
- spodbujanje aktivnosti, ki prispevajo h krepitvi ekoloških in socialnih funkcij gozda v narodnem parku,
- spodbujanje domače obrti in načina gradenj in ekoturizma,
- spodbujanje proizvodov z označbo geografskega porekla,
- povečan obseg podpore družbenih dejavnosti in lokalnih javnih služb,
- spodbujanje ohranjanja naravne in kulturne dediščine,
- spodbujanje trajnostne mobilnosti in preskrbe z energijo,
- spodbujanje aktivnosti za blažitev podnebnih sprememb,
- razvoj parkovne infrastrukture in predstavitvijo, ozaveščanje in izobraževanje javnosti ...

Prav tako se prebivalcem oz. pravnim osebam s sedežem v območju narodnega parka prednostno dodeljuje spodbude in sofinanciranja in praviloma za 25 % več kot na drugih območjih. Seveda pa to velja le za specifične dejavnosti in primere, ko se investicije porabi za trajnostni razvoj. Upravičeni pa so tudi do 30 % višjih sredstev ob primeru naravnih nesreč.

Prednosti bonificiranega financiranja se zmanjšajo z nastopom varstvenega režima, saj je v TNP prepovedano:

- izvajati posege in dejavnosti, ki bi lahko poslabšali ekološke razmere na območju narodnega parka,
- izvajati posege na vrednotah na način, da se te uničijo, poškodujejo ali bistveno spremenijo lastnosti,
- izvajati posege, ki bi lahko spremenili gradnike in značilne poselitvene vzorce,
- odvezemati ali naseljevati živali ali rastline prostoživečih vrst,
- v komercialne namene odvezemati rastline prostoživečih vrst,
- delati z gensko spremenjenimi organizmi,
- odvezemati minerale ali fosile, razen v znanstvene namene,
- uporabljati fitofarmacevtska sredstva zunaj obdelovalnih površin,
- dodajati kemikalije za umetno zasneževanje,
- umetno osvetljevanje naravnega prostora,
- graditi nove ali povečevati počitniške enote,
- graditi nove planinske in lovske kočje zunaj naselij,
- graditi nove objekte za kratkotrajno nastanitev zunaj naselij,
- graditi odlagališča odpadkov in odlagati odpadke v naravno okolje,
- graditi objekte za hranjenje nevarnih snovi, razen enostavnih objektov za lastne potrebe v skladu s predpisi, ki urejajo graditev objektov,
- graditi površinske vodne zbiralnike, razen zbiralnikov za napajanje živine,
- graditi nove objekte ali postavljati naprave za proizvodnjo energije zunaj naselbin, razen iz obnovljivih virov za samooskrbne potrebe,
- izvajati ukrepe ali gradnje, ki bi spreminjali vodni režim, obliko struge ali kakor koli vplivali na naravne razmere vodnih in priobalnih zemljišč, razen za potrebe oskrbe s pitno vodo ali zaradi varstva pred škodljivim delovanjem voda,
- in mnoge druge prepovedi, ki skrbijo za izvajanje zaščite parka.

Dopolnila za posamezen naravni spomenik določajo oz. prepovedujejo določene aktivnosti ali delovanja na posameznih območjih. Na primer v naravnem spomeniku je prepovedano graditi objekte vseh vrst, postavljati prenosno žičnico, smučati od 1. junija do 1. decembra ter pridobivati vodo iz ledu. Vendar ne glede na prepovedi iz zakona se lahko v narodnem parku v skladu z varstvenimi cilji in načrtom upravljanja izvaja ukrepe varstva okolja. Za upravljanje narodnega parka je odgovoren upravljalec, ki se kategorizira kot javni zavod, ki upravlja narodni park in parkovne lokalne skupnosti, prebivalce narodnega parka in lastnike zemljišč v narodnem parku ter vso zainteresirano javnost. Javni zavod sestavljajo: direktor, strokovni svet in svet zavoda. Svet zavoda predstavlja najvišji organ upravljanja in je sestavljen iz predstavnikov Vlade, parkovnih lokalnih skupnosti, predstavnik zaposlenih v zavodu ter predstavniki zainteresirane javnosti. Vsake dve leti svet zavoda skliče forum, kjer lahko vsaka pravna ali fizična oseba javno izrazi svoje mnenje oz. predloge glede vodenja in upravljanja zavoda. Naloge javnega zavoda so: priprave predlogov upravljanja, sprejemanje letnih programov dela, sodelovanje z lokalnimi skupnostmi, spremljanje in analiziranje stanja narave, sodelovanje s stroko, izvajanje ukrepov varstva in predstavitev razvojnih načrtov, sodelovanje z vzgojno izobraževalnimi institucijami ter sodeluje z mednarodnimi projekti in programi, ki se navezujejo na narodni park. Javni zavod se v večini financira iz državnega proračuna, z vstopninami in donacijami, z sredstvi pridobljenimi z upravljanjem nepremičnin, s prihodki od prodaje blaga in storitev ter iz različnih mednarodnih programov. Za nadzor na območju narodnega parka so pristojni naravovarstveni nadzorniki, prostovoljni nadzorniki in inšpektorski nadzor. Naravovarstveni nadzorniki imajo pristojnost opozarjanja in kaznovanja prekrškarjev, kar je zapisano v 62., 63., 64. in 65. členu o prekrških (*ZTNP- 1, Ur. l. RS, št. 52/2010*).

V Zakonu o Triglavskem narodnem parku so opredeljene pristojnosti upravljalca parka, ministrov in Vlade ter jim nalaga skrb in odgovorno upravljanje in varovanje našega edinega narodnega parka.

2.6 Drugi zakoni, ki posegajo na področje čiščenja odpadnih voda na območjih disperzne poselitve

- Zakon o vodah (ZV-1, Ur. l. RS, št. 67/2002, 110/2002, 2/2004, 41/2004, 57/2008)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (Ur.l. RS, št. 45/2007, 63/2009, 105/2010)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav (Ur.l. RS, št. 98/2007, 30/2010)
- Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod v ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur.l. RS, št. 74/2011)
- Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode (Ur.l. RS, št. 88/2011)
- Zakon o varstvu okolja (ZVO-1, Ur.l. RS, št. 41/2004)
- Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla (Ur.l. RS, št. 55/1997)
- Zakon o graditvi objektov (ZGO-1, Ur.l. RS, št. 110/2002)
- Zakon o gradbenih proizvodih (Ur.l. RS, št. 52/2000)
- Odredba o seznamu standardov, katerih uporaba ustvari domnevo o skladnosti gradbenih proizvodov z zahtevami Zakona o gradbenih proizvodih (Ur.l. RS, št. 103/2011)
- Pravilnik o potrjevanju skladnosti in označevanju gradbenih proizvodov (Ur.l. RS, št. 54/2001)
- Zakon o standardizaciji (Ur.l. RS, št. 59/1999)
- Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (Ur.l. RS, št. 17/2011)
- Evropski zakoni ki se nanašajo na male čistilne naprave (SIST EN 12566-1 do 12566-5)

V preglednici 2 so opisani najpogosteje uporabljeni zakoni v okviru odpadnih voda.

Preglednica 2: Zakonodaja, ki se posredno ali neposredno nanaša na področje malih čistilnih naprav

Dokument	Ime dokumenta	Vsebina
Uradi list RS, št. 67/02, 110/02, 2/04, 41/04, 57/08	Zakon o vodah	Zakon ureja upravljanje z morjem, celinskimi in podzemnimi vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči. Zakon obsega varstvo voda, urejanje voda in odločanje o rabi voda. Ureja pa tudi javno dobro, javne službe na področju voda ter vodne objekte.
Uradi list RS, št.103/02, 41/04, 98/07	Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav	Uredba zapoveduje mejne vrednosti parametrov odpadne vode, posebne ukrepe pri odvajanju odpadnih voda na občutljivih območjih vodnega okolja, posebne zahteve v zvezi z nadzorom obratovanja ter izvajanjem prvih meritev ter obratovalnega monitoringa pri malih čistilnih napravah.
Uradi list RS, št. 47/05, 45/07, 79/09	Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo	Uredba določa mejne vrednosti emisije snovi v tekoče površinske vode in v obalno morje ali kanalizacijo, mejne vrednosti emisije toplote ter prepovedi in druge ukrepe zmanjševanja emisije v vode in tla v zvezi z odvajanjem odpadnih voda.
Uradi list RS, št.68/1996, 35/01, 2/04, 29/04, 41/04, 84/05	Uredba o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla	Uredba določa vnos snovi v tla pri vnašanju blata iz čistilnih naprav, komposta ali mulja iz rečnih strug in jezer ter vnos snovi pri namakanju rastlin in pri gnojenju, zlasti pa mejne vrednosti letnega vnosa nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla ali na tla, stopnje zmanjševanja vnosa ter druge ukrepe v zvezi z vnosom.
SIST DIN 4261-1, 1996	Male čistilne naprave brez ozračevanja - uporaba, dimenzioniranje, izvedba	Prevzet nemški standard v zvezi z malimi čistilnimi napravami, ki definira splošne pojme, pogoje uporabe, delovanja, dimenzioniranja in izvedbe.
DIN 4261-3, 1996	Male čistilne naprave- naprave z ozračevanjem - obratovanje in vzdrževanje	Nemški standard, ki določa pogoje obratovanja in vzdrževanja za posamezne tipe čistilnih naprav z ozračevanjem.

ATV-A 123	Odstranjevanje in obdelava blata iz malih čistilnih naprav	Nemški predpis združenja za odpadne vode, ki obravnava: sestavo in količine blata iz večprekatnih greznic, pogoje za čiščenje grezničnega blata na komunalnih čistilnih napravah, ravnanje z odvečnim blatom iz malih čistilnih naprav z ozračevanjem, še nekatere druge možnosti za obdelavo in dispozicijo blata.
Uradni list RS, št.35/96, 29/00, 103/01, 74/07	Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter o pogojih za njegovo izvajanje	Pravilnik določa vrste parametrov, ki se vzorčijo v prvi meritvi, metodologijo vzorčenja, merjenja parametrov, količin odpadnih vod, vsebina poročila o prvih meritvah in emisijskem monitoringu ter način podajanja podatkov pristojnim službam.
Uradni list RS, št.98/07	Strokovno navodilo o urejanju gnojišč in greznic	Pravilnik se nanaša na Uredbo o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav in predpisuje pogoje gradnje in obratovanja objektov.

3 ODPADNE VODE

Pojem odpadne vode se nanaša na mešanico čiste vode ter organskih in mineralnih primesi, ki so v vodi prisotne kot suspendirane in raztopljene snovi, pri čemer so lahko suspendirane snovi usedljive ali neusedljive (*Kolar, J., 1983*).

Odpadno vodo ločimo na:

- Gospodinjsko odpadno vodo: odtok iz sanitarij, kuhinj, čiščenja oblek, prostorov.
- Industrijsko odpadno vodo: odtoki iz industrijske in obrtne proizvodnje.
- Kmetijsko odpadno vodo: odtok iz živinorejske in poljedelske proizvodnje.
- Komunalno odpadno vodo: odtok, ki nastaja zaradi komunalnih dejavnosti (pranja cest ter drugih javnih objektov in naprav).
- Melioracijsko vodo: odtok izcednih in drenažnih vod.
- Padavinsko vodo: dež.

3.1 Parametri odpadne vode

Kakovost odpadne vode nadzorujemo s fizikalnimi, kemijskimi, bakteriološkimi in biološkimi parametri, ki nam omogočajo čim bolj smotno čiščenje odpadne vode. Kemijska analiza nam poda trenutno stanje raztopljenih in neraztopljenih snovi. Biološka analiza nam poda vpogled v količino organskih snovi v odpadni vodi, le-te pa vplivajo na način čiščenja odpadnih voda.

Med fizikalne parametre uvrščamo: temperaturo, barvo, motnost, raztopljene in neraztopljene snovi, sušino filtrirane in nefiltrirane vode, žarilni ostanek filtrirane in nefiltrirane vode, usedljive, plavajoče, lebdeče in suspendirane snovi.

Parametri odpadne vode, potrebni za nadaljnjo obdelavo:

- Kislost ali alkalnost, ki je posledica prisotnosti vodikovih oziroma OH-ionov.
- Potreba kisika v odpadni vodi, ki je merilo za onesnaženost z organskimi snovmi.
- Kemijska potreba kisika KPK je količina kisika, ki je potrebna za kemijsko oksidacijo primesi v vodi.
- Biokemijska potreba po kisiku BPK je količina elementarnega kisika, ki ga porabijo mikroorganizmi v procesu razkroja.
- Organski ogljik TOC je količina ogljika, kovalentno vezanega v organski spojini v vodnem vzorcu.
- Dušik: celotna količina dušika, razdeljenega v organski dušik, amonijak, nitrite in nitrate.
- Skupni fosfor: v vodi se nahaja kot ortofosfat ali kondenzirani fosfat.
- Redukcijski oksidacijski potencial Redox r-H: razlika napetosti med elektrodo v odpadni in primerjalni vodi.
- Bakteriološke preiskave ugotavljamo s številom klic in koloformnih bakterij.
- Usedljivost po Imhoffu: informacija o usedanju suspendiranih snovi.
- Razgradljivost nam poda sposobnost razgrajevanja s pomočjo mikroorganizmov v oksičnih ali anoksičnih razmerah.
- Test strupenosti: zaznavanje snovi, ki povzročajo bolezni, nenormalno obnašanje, kancerogene in genetske spremembe, fiziološke in fizične reakcije.

Izhodišče za dimenzioniranje malih in mikročistilnih naprav je Populacijska enota oziroma Populacijski ekvivalent (PE), ki se izraža v gramih petdnevne biokemijske potrebe po kisiku na dan ($g \cdot BPK_5/dan$) 1PE je $60 g \cdot BPK_5/dan$, ter kemijske potrebe po kisiku ($g \cdot KPK/dan$) 1PE je $120 g \cdot KPK/dan$. Biokemijsko potrebo po kisiku določamo tako, da ugotavljamo zmanjšanje koncentracije kisika po 5 dneh (BPK_5) in je odvisna od količine in koncentracije organskih snovi, števila in aktivnosti mikroorganizmov, temperature in turbulence. Kemijsko potrebo po kisiku določamo tako, da organske nečistoče v odpadni vodi oksidiramo in iz porabljenega kisika sklepamo količino organskih snovi. V Sloveniji upoštevamo, da je poraba vode na prebivalca, priključenega na vodovodno omrežje, $150 l/dan$ in za skupnost, ki prebiva v stanovanjski površini, večji od $50 m^2$, računamo 4 člane, na površini manjši od $50 m^2$ pa 2 člana (Kolar, J., 1983).

V Preglednici 3 je predstavljena količina odpadne vode, ki nastane pri vsakodnevnih opravilih v gospodinjstvu, povprečno onesnaževanje odrasle osebe na dan je opisano v Preglednici 5. Mejni parametri za odvajanje odpadne vode neposredno v vode so opisani v Preglednici 4, mejne vrednosti parametrov prečiščene odpadne vode glede na kapaciteto komunalne čistilne naprave pa so predstavljene v Preglednici 6.

Preglednica 3: Odtok odpadne vode iz gospodinjstva (*Kolar, J., 1983*)

Poraba	Poraba vode (l)	Odtok odpadne vode (l)
Pomivanje posode (enkrat za eno osebo)	1,5 - 8	1,5 - 8
Pranje (za eno osebo na dan)	6 - 15	6-15
Prhanje	30 - 100	30 - 100
Kopel v kadi	150 - 400	150 - 400
Ščetkanje zob (na osebo na dan)	1 - 5	1 - 5
Izplakovanje WC-ja	6 - 20	6 - 20
Zalivanje vrta na m ² Ponavadi	1	-
Zalivanje vrta na m ² Ob sušnih dnevih	do 5	-
Pranje osebnega avtomobila	50 - 300	-
Netesna vodovodna pipa (na dan)	do 240	do 240
Izgube zaradi netesne izplakovalne omarice	do 1000	do 1000
Povprečna izguba (na osebo na dan)	4 - 6	4 - 6

Preglednica 4: Mejne vrednosti parametrov odpadne vode za odvajanje neposredno v vode
(http://www.uradni-list.si/files/RS_-2007-045-02454-OB~P001-0000.PDF)

Parameter odpadne vode	Izražen kot	Enota	Odvajanje neposredno vode	Odvajanje v javno kanalizacijo
I. SPLOŠNI PARAMETRI				
Temperatura		°C	30	40
pH-vrednost			6,5 – 9,5	6,5 – 9,5
Neraztopljene snovi		mg/l	35	(a)
Usedljive snovi		ml/l	0,3	20
II. BIOLOŠKI PARAMETRI				
Strupenost za vodne bolhe	S _D		2	-
III. ANORGANSKI PARAMETRI				
Klor – prosti * (b)	Cl ₂	mg/l	0,05	0,2
Celotni klor *	Cl ₂	mg/l	0,4	0,4
Amonijev dušik *	N	mg/l	5	(c)
Celotni dušik	N	mg/l	10	-
Celotni fosfor	P	mg/l	1,0	-
Sulfat	SO ₄	mg/l	(d)	200
Sulfid (e)	S	mg/l	0,1	1
Sulfit (f)	SO ₃	mg/l	1	20
IV. ORGANSKI PARAMETRI				
Celotni organski ogljik (TOC)	C	mg/l	30	-
Kemijska potreba po kisiku (KPK)	O ₂	mg/l	125	-
Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅)	O ₂	mg/l	25	-
Težkohlapne lipofilne snovi (maščobe, mineralna olja)		mg/l	10	50
Adsorbiljivi organski halogeni * (AOX)	Cl	mg/l	0,1	0,5

Oznaka * označuje nevarno snov, i, druge oznake v preglednici pa pomenijo naslednje:

- (a) mejna vrednost koncentracije neraztopljenih snovi v industrijski odpadni vodi se določi v okoljevarstvenem dovoljenju na podlagi mnenja upravljavca javne kanalizacije in komunalne ali skupne čistilne naprave, in sicer kot vrednost, pri kateri ni negativnega vpliva na kanalizacijo ali čistilno napravo;
- (b) uporablja se za odvajanje odpadne vode iz naprav za obdelavo sadja, zelenjave in kmetijskih rastlin, za proizvodnjo in embaliranje trdnih in tekočih sadnih in zelenjavnih proizvodov, proizvodnjo in embaliranje suhih ali globoko zamrznjenih proizvodov na pretežno sadni ali zelenjavni podlagi in za proizvodnjo in embaliranje pripravljene hrane za prehrano ljudi;
- (c) za odpadno vodo, ki odteka na čistilne naprave z zmogljivostjo, manjšo od 2.000 PE, je mejna vrednost 100 mg/l, za odpadno vodo, ki odteka na čistilne naprave z zmogljivostjo, enako ali večjo od 2.000 PE, je mejna vrednost 200 mg/l;
- (d) mejna vrednost se določi v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo;
- (e) uporablja se za odvajanje odpadne vode iz naprav za proizvodnjo kisle zelenjave;
- (f) uporablja se za odvajanje odpadne vode iz naprav za obdelavo kmetijskih rastlin, kakor so pranje, lupljenje in prebiranje;
- (g) meritev parametra BPK₅ je treba izvajati z inhibicijo nitrifikacije.

Preglednica 5: Povprečno onesnaževanje ene odrasle osebe na dan (*vir:ATV-DVWK-A 131E, povzeto po B. Kompare, 2007*)

Parameter	Oznaka	Vrednost za 1PE	Enota
Kemijska potreba po kisiku	KPK	120	g O ₂ /dan
Biokemijska potreba po kisiku	BPK ₅	60	g O ₂ /dan
Suspendirane snovi	SS	70	g/dan
Organski dušik z amonijakom	TKN	11	g/dan
Od tega amonijev dušik	NH ₄ -N	75 %	
Organski dušik	N org	25 %	
Celotni fosfor	P	1,8	g/dan

Preglednica 6: Mejne vrednosti parametrov odpadnih vod za nove komunalne čistilne naprave in za čistilne naprave v rekonstrukciji (*Baraga, I., 2002, povzeto po: Gerbec, 2002*)

			Zmogljivost čistilne naprave glede na PE			
Parameter	Izražen kot	Enota	<2.000	2.000<10.000	10.000<100.000	>=100.000
Neraztopljene snovi		mg/l	-	60	35	35
Amonijev dušik	N	mg/l	-	10	10	10
KPK	O ₂	mg/l	150	125	110	100
BPK₅	O ₂	mg/l	30	25	20	20

3.2 Potek čiščenja odpadne vode v naravi

Ljudje smo za lastne potrebe že od nekdaj posnemali naravne procese. Prav tako je čiščenje odpadne vode del naravnih procesov, ki smo jih analizirali, razčlenili in izboljšali tako, da čim bolj služijo našemu cilju – odpadno vodo očistiti in varno vrniti v okolje.

Za zgled vzemimo dogajanje v vodotoku. Pod samočistilno sposobnostjo vodotoka upoštevamo splet fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov, ki vodijo v usedanje težkih neraztopljivih delcev, porabe biorazgradljivih snovi in vračanje elementov v naravni krog.

Fizikalni procesi v okviru samočistilne sposobnosti vodotoka se nanašajo predvsem na suspendirane snovi, ki jih delimo na usedljive, lebdeče in plavajoče snovi. Poleg tega pa so procesi odvisni tudi od viskoznosti, toka in osončenja vodotoka. Usedljive snovi se usedajo na dno vodotoka in postanejo substrat za rastline, lebdeče snovi so neugodne, saj povzročajo kalnost vodotoka in lahko poškodujejo dihala rečnih organizmov, skupaj s plavajočimi snovmi pa tudi zmanjšujejo prehod sončne energije v globino. Sončna energija je za samočistilne procese zelo pomembna, saj je od nje odvisna temperatura vodotoka ter osončenost. Količina osončenosti rečnih rastlin vpliva na fotosintezo in količino kisika v vodotoku, kar je posledično pomembno za vse biološke procese v vodotoku (*Premzl, B., 2001*).

Splet prejšnjih procesov vpliva na biološke procese v vodotoku, in sicer čim več je organizmov, tem večja je samočistilna sposobnost. Biološki procesi lahko potekajo na dva načina, in sicer aerobni in anaerobni procesi. Pri aerobnih procesih sodelujejo organizmi, ki za preživetje potrebujejo kisik. Pri anaerobnih procesih pa so organizmi prilagojeni na odsotnost kisika. Na splošno velja, da je aerobni proces razkrajanja snovi hitrejši in da poteka brez slabega vonja, ki je značilen in spremlja anaerobne procese. Pri anaerobnih procesih se pojavljajo končni produkti, kot so: vodikov sulfid, amonijak in metan. Pri aerobnih procesih navadno sodeluje večje število različnih rastlinskih in živalskih organizmov, medtem ko pri anaerobnem le izbrane družbe mikroorganizmov. Kisik se v vodo navzema prek atmosfere z mešanjem in prek fotosinteze. Odvisen je od nasičenja, temperature, slanosti, zračnega tlaka in toka. Do pomanjkanja kisika v vodi pride zaradi prevelikih količin hranljivih snovi, ki v vodi pospešijo rast mikroorganizmov pri enakem ali znatno povečanem vnosu kisika. To privede do anaerobnih procesov, ki tvorijo vmesne produkte in skupaj s pomanjkanjem kisika privede do množičnega odmiranja višje razvitih organizmov. V mrzlih obdobjih je biološka produkcija močno zmanjšana, tako da je glavni vir navzemanja kisika atmosfera. V toplejših obdobjih pa je zaradi osončenja biogena presnova povečana, kar lahko pri povečanem vnosu hranil privede do nezaželenih gibanj v oskrbi s kisikom. Podnevi, ko je največje osončenje, prihaja do prenasičenja s kisikom, ponoči pa zaradi celičnega dihanja do deficita količine kisika v vodi (*Roš, M., 2001*).

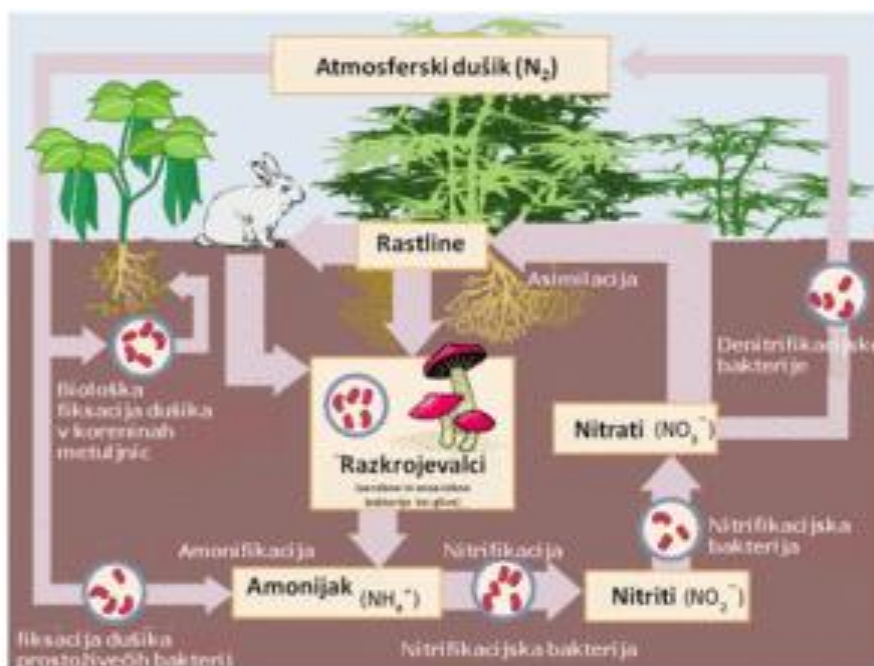
Organska snov je v pretežni meri sestavljena iz ogljika, kisika in vodika, elementi, kot so dušik, fosfor in žveplo se pojavljajo v manjših količinah. Vrsta ostalih elementov je prisotna v sledih ali pa komaj merljivih količinah (*Kolar, J., 1983 in Roš, M., 2001*).

Elementarni ogljik se v organsko obliko pretvarja s pomočjo respiratorne aktivnosti mikroorganizmov, in sicer v ogljikov dioksid, s procesom fotosinteze se ogljikov dioksid vgrajuje v rastline. Ogljik, ki ga asimilirajo živali, pa se od njih sprošča kot ogljikov dioksid pri dihanju, se pretvarja v sečnino ali druge organske spojine ali se od njih sprošča po smrti.

Dušik v neživi organski snovi pretvarjajo mikroorganizmi najprej v amonijak, nato v nitrite in končno v nitrate. Dušik v obliki amonijaka ali nitratov asimilirajo rastline in ga pretvarjajo v beljakovine. Živali po presnovi rastlinskih beljakovin tvorijo živalske beljakovine. Dušik v največji meri zapusti

živali v obliki sečnine, ta se s pomočjo mikroorganizmov pretvori v amonijak, nitrite in nitrate (slika 8).

Vse to ponazarja naravno kroženje elementov med organsko in anorgansko naravo. Seveda so v kroženje poleg ogljika in dušika vključeni tudi ostali elementi. Kroženje elementov pa je odvisno od prisotnosti kisika. Če ga ni dovolj, se začnejo procesi odvijati anaerobno.



Slika 8: Nitratni cikel (http://sl.wikipedia.org/wiki/Kro%C5%BEenje_du%C5%A1ika, pridobljeno 18.7.2011)

4 SISTEMI ZA OBDELAVO ODPADNE VODE PRI DISPERZNI POSELITVI

4.1 Rastlinske čistilne naprave

4.1.1 Opis

Rastlinske čistilne naprave izhajajo iz raziskovanja mokrišč in zavedanja o njihovih edinstvenih ekoloških funkcijah. Prve znanstvene raziskave, so pokazale, da imajo nekatere močvirske rastline sposobnost odstranjevanja fenolov, patogenih bakterij in drugih onesnaževal. Rast teh rastlin v odpadni vodi pa je izkazala presenetljivo raznolike fiziološke in morfološke spremembe, ki so pripomogle k čiščenju. Rastlinska čistilna naprava je torej umetno vzpostavljen sistem, ki je načrtovan tako, da omogoča nadzorovane in intenzivne interakcije med rastlinami, mikroorganizmi in substratom s primarno funkcijo čiščenja biološko obremenjenih odpadnih voda (slika 9 in 10). Glede na veliko vrst odpadnih voda in njihovo različno sestavo, so RČN ciljno oblikovane, tako da je učinkovitost čiščenja na omejenem prostoru največja (Griessler, Bulc, T., 2009).

Delovanje RČN je odvisno od mikroorganizmov, ki skupaj s koreninskim sistemom vodnih rastlin in substratom tvorijo simbiozo, ki predstavlja glavino čiščenja odpadnih snovi. Koreninski sistem jim skupaj s substratom zagotavlja primerno podlago in zadostno oskrbovanje s kisikom. Nasprotni naboj koloidnih delcev in korenin privlači mikroorganizme, ti pa razgrajujejo organske snovi, s tem pa zagotavljajo dovolj hranil za višje razvite rastline, ki jim nudijo zavetje. Rastline pa kisik skozi koreninski sistem dovajajo v vodo in s tem omogočajo razmere za razvoj aerobnih mikroorganizmov. Glavni mikroorganizmi pri razgradnji organskih snovi so: bakterije, plesni, alge in virusi. Proces razgradnje teče v dveh stopnjah. V prvi stopnji se oksidirajo ogljikove, v drugi stopnji pa dušikove organske spojine. Zimsko znižanje temperatur povzroča mikroorganizmom le okoli 20 % slabše čiščenje odpadne vode. Višje razvite rastline iz odpadne vode črpajo tudi nekatere strupene snovi, težke kovine in pesticide, jih vključijo v lasten metabolizem in s tem izničijo njihov škodni učinek. Najpogostejše rastline, ki se uporabljajo za zasaditev rastlinskih čistilnih naprav, so: trsje, rogoz, sitec, šaš in rumex. Za te rastline je pomembna: dolga letna rastna doba, globina in obseg koreninskega sistema, sposobnost navzemanja velikih količin hranil, velika kapaciteta transporta kisika, adaptacija in toleranca na različne klimatske pogoje in visoka fotosintetska aktivnost. Pomembna je žetev rastlin enkrat do dvakrat letno. V jeseni se požeto biomaso položi po gredi, jo tako toplotno izolira in s tem omogoča večjo aktivnost mikroorganizmov pozimi. Prav tako ima velik učinek pri filtraciji, sedimentaciji, obarjanju in ionski izmenjavi, substrat. Zato je izbira substrata, njegova velikost in tok skozi njega zelo pomembna za dobro čiščenje odpadne vode. Največkrat se za substrat uporablja mešanica gramoza, peska, mivke in prsti ali šote. Pri rastlinskih čistilnih napravah z vertikalnim vodnim tokom se navadno uporablja granulacija peska 0,06- 4 mm (Griessler, Bulc, T., 2007, Vrhovec, S., 2005, Wissing, F., 1995).

4.1.2 Oblike

Najpogostejše so rastlinske čistilne naprave s podpovršinskim vodnim tokom (SSF - subsurface flow), kjer so grede v celoti napolnjene s substratom. Največkrat sta to grobozrnat pesek ali prod, skozi katerega se pretaka odpadna voda. Voda se lahko v takih sistemih pretaka horizontalno ali vertikalno. Sistemi s horizontalnim podpovršinskim tokom so praviloma sestavljeni iz več zaporednih, s poroznim substratom zapolnjenih gred, skozi katere teče neprekinjen horizontalen tok. Učinkoviti so pri odstranjevanju organskih in suspendiranih snovi, težave pa lahko povzročajo hranila in mašenje substrata. Za sisteme z vertikalnim podpovršinskim tokom je značilen pulzirajoč pretok odpadne vode

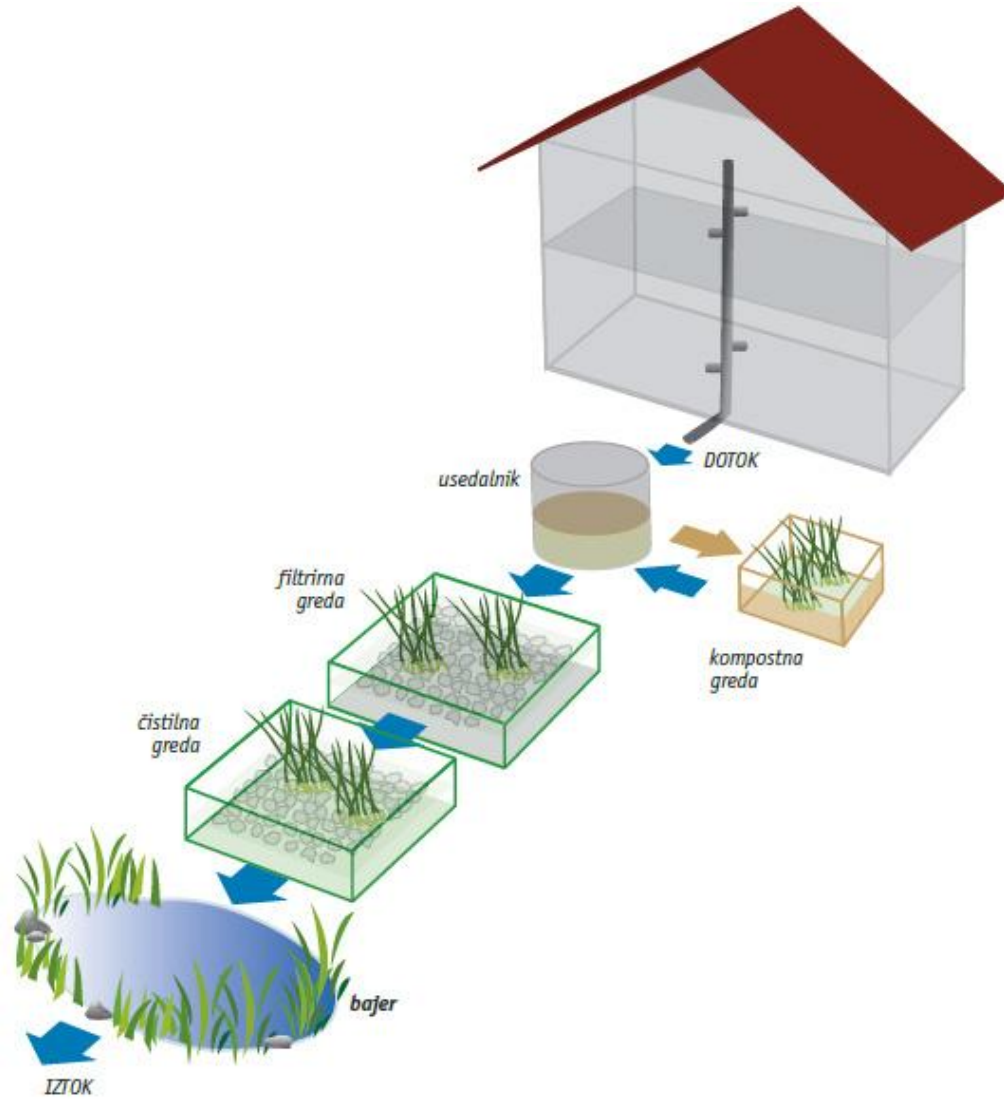
od vrha proti dnu grede. Tak sistem omogoča večje navzemanje atmosferskega kisika in intenzivnejše delovanje mikroorganizmov. Je pa zaradi tega omejen potek denitrifikacije. V praksi se zaradi teh lastnosti uporabljajo obe obliki podpovršinskega toka skupaj za doseganje boljših učinkov čiščenja (Vrhovec, S., 2008).

Sistemi s površinskim tokom (FWS - free water surface) so manj pogosti. Pri njih je vodna površina v stiku z atmosfero in poplavlja ali pa na njej plavajo močvirne rastline. Glede na to ločimo sisteme z ukoreninjenimi ali sisteme s prosto plavajočimi makrofiti. Pri sistemih s prosto plavajočimi makrofiti se uporabljajo rastline, ki plavajo na površini, koreninski sistem pa je pod vodo in nudi površino za pritrdjevanje mikroorganizmov in navzemanje raztopljenih snovi. Plavajoče makrofite je potrebno redno odstranjevati za doseganje boljšega učinka čiščenja. Za sisteme s površinskim vodnim tokom in ukoreninjenimi makrofiti je značilno, da so rastline ukoreninjene v substratu na dno grede, vrhnji deli rastlin pa segajo nad vodno površino. Rastline preko koreninskega sistema na dno grede dovajajo kisik, ki ga mikroorganizmi izkoriščajo za razgradnjo organskih snovi. Le-te se usedajo na dno grede in s tem zagotavljajo hranila makrofitom (Vrhovec, S., 2008).

Rastlinske čistilne naprave so z vidika trajnostnega nadzora okolju prijaznejša oblika malih čistilnih naprav. Za obratovanje ne potrebujejo elektrike ali stalnega nadzora, poleg tega za delovanje ne potrebujejo umetnih materialov, saj so zgrajena po zgledu mokrišč. Potrebna površina glede na PE se giblje med 2 - 5 m²/PE (Griessler, Bulc, T., 2007), odvisno od obremenitve iztoka, oblike rastlinske čistilne naprave in števila gred, uporabljenih rastlin in vremenskih pogojev. Učinkovitost zmanjševanja onesnaženja s pomočjo RČN je za suspendirane snovi 80-95 %, za celokupni fosfor 60-85 %, za celokupni dušik 40-70 %, za BPK₅ 50-80 %, za kovine kot so Cd, Cr, Zn, Hg 50-90 %, za Pb 80-95 % ter za koliformne bakterije do 99 %. Ravno tako privzemajo CO₂ iz atmosfere ter ustvarjajo nov življenjski prostor rastlinam in živalim. Vodo, ki se prečisti skozi rastlinsko čistilno napravo, lahko vsestransko uporabimo (Griessler, Bulc, T., et al. 2006).



Slika 9: Rastlinska čistilna naprava (<http://www.zekos.si/?p=241>)



Slika 10: Shema kombinirane rastlinske čistilne naprave (<http://www.atropa.si/rastlinske-cistilne-naprave/>)

4.2 Čistilne naprave z lebdečo biomaso (aktivnim blatom)

4.2.1 Opis

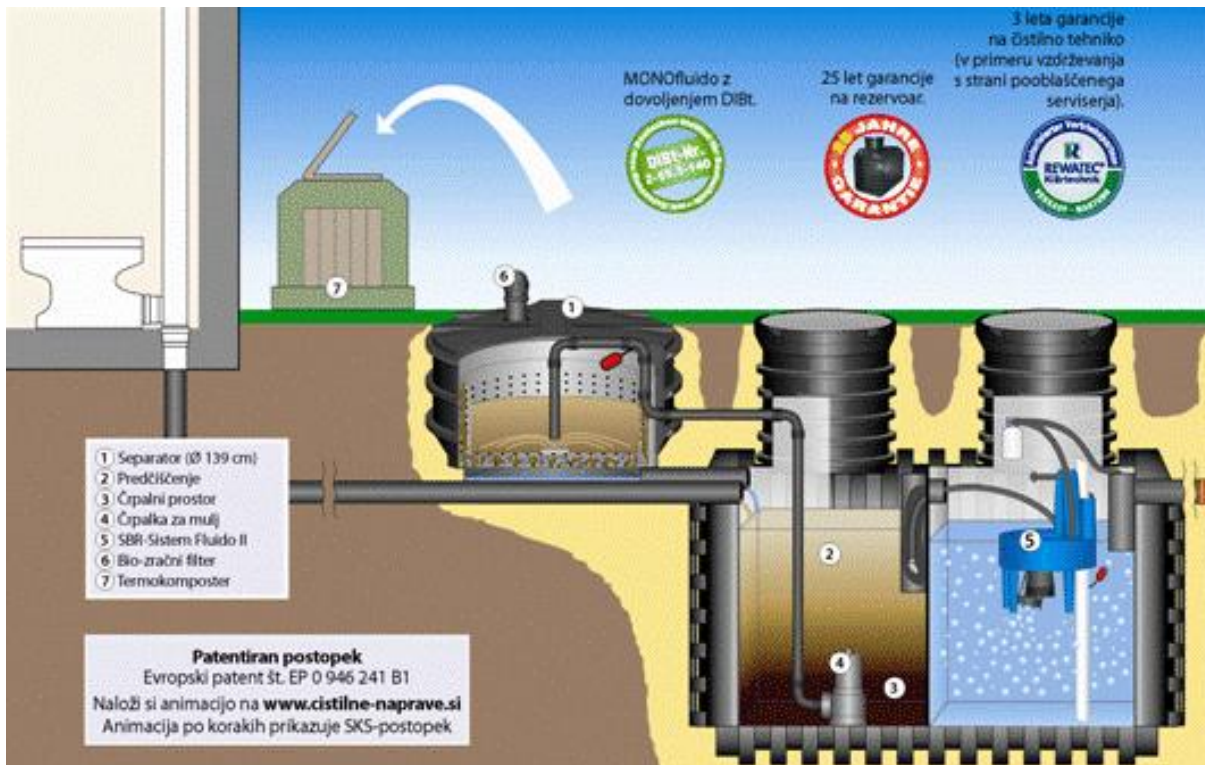
Čiščenje odpadne vode v čistilnih napravah poteka s pomočjo mikroorganizmov, ki lebdiijo v odpadni vodi in za svojo rast uporabljajo organske spojine, jih razgrajujejo v anorganske, ki se potem sedimentirajo in na ta način odstranijo iz vode (slika 11). Za te procese je potreben kisik, ki ga je potrebno dovajati v pravi količini in v dovolj finih mehurčkih. Odpadna voda se na tak način biološko očisti.

Čistilne naprave z lebdečo biomaso so lahko segmentno nadaljevanje greznic ali pa so tovarniško predfabricirane. Take čistilne naprave so sestavljene iz primarnega usedalnika, ki predstavlja mehansko stopnjo čiščenja, tako da se težji organski in anorganski delci usedejo na dno, kjer se že lahko vršijo anaerobni procesi. Naslednji segment je ozračevalni bazen, ki služi dodajanju kisika odpadni vodi in dobremu premešanju. Za to se ponavadi uporablja površinske kompresorje, ki morajo biti čim bolj enostavni in učinkoviti, tako da se izognemo slabemu premešanju in slabemu ozračevanju. Oboje bi pomenilo slabši končni čistilni učinek čistilne naprave. Za ozračevalnim bazenom pride naknadni usedalnik, kjer se useda biološko blato, ki je nastalo v ozračevalnem bazenu s pomočjo bakterij in kisika. Hidravlične lastnosti usedalnika morajo zagotoviti dovolj časa za usedanje pridobljenega biološkega blata, tako da iztok doseže v čim manjšem obsegu. Vsi segmenti so lahko povezani z zbiralnikom za blato, kjer se deponirajo že usedle organske in anorganske spojine, ali pa se jih vrača ponovno v proces čiščenja (*Kompare, B., et al., 2007, Premzl, B., 2001.*)

4.2.2 Delovanje

Čiščenje se prične v primarnem usedalniku, kjer se iz odpadne vode izločajo usedljive snovi. Iz njega se voda preliva v ozračevalni bazen, kjer se vrši aerobni proces intenzivnega biološkega čiščenja. Mikroorganizmi se povežejo v kosme, sestavljene iz sluzi bakterij in spremljajoče združbe, ki s pomočjo kisika razkrajajo organske snovi. Postopek je popolnoma enak kot v naravi, le da so tu procesi intenzivirani. Pri teh procesih se iz vode izločajo beljakovine, maščobe in ogljikovi hidrati, ki jih bičkarji, migetalkarji in nekateri mnogoceličarji vgradijo v lastno biomaso in v naslednjem segmentu – sekundarnem usedalniku potonejo na dno in skupaj z muljem zgnijejo v anaerobnem gnilišču. Dotok recikularnega blata ali mulja je bistvenega pomena za delovanje biološkega reaktorja. Na ta način se aktivne združbe zmešajo z novo priteklo odpadno vodo z veliko organskih snovi in tako proces močno pospešijo.

Vzdrževanje naprav za lebdečo biomaso je navadno vezano na prodajalce in vzdrževalce kompaktnih malih čistilnih naprav, kar za uporabnike pomeni nič vzdrževanja, le malce večji obratovalni stroški. Čistilne naprave z lebdečo biomaso posnemajo dogajanje v naravi. Za delovanje potrebujejo malo energije in prostora in nobenih dodatni kemikalij za stabilizacijo vode. Zelo so primerna na ruralnih območjih, kjer obremenjenost ne presega 50 PE in ni možnosti ali ekonomske računice za priklop na javno kanalizacijsko omrežje.



Slika 11: Čistilna naprava z aktivnim blatom z lokalnim kompostiranjem odvečnega blata

(<http://www.cistilne-naprave.si/prosigma/19/cistilna-naprava-s-kompostiranjem.html>)

4.3 Precejalniki

4.3.1 Opis

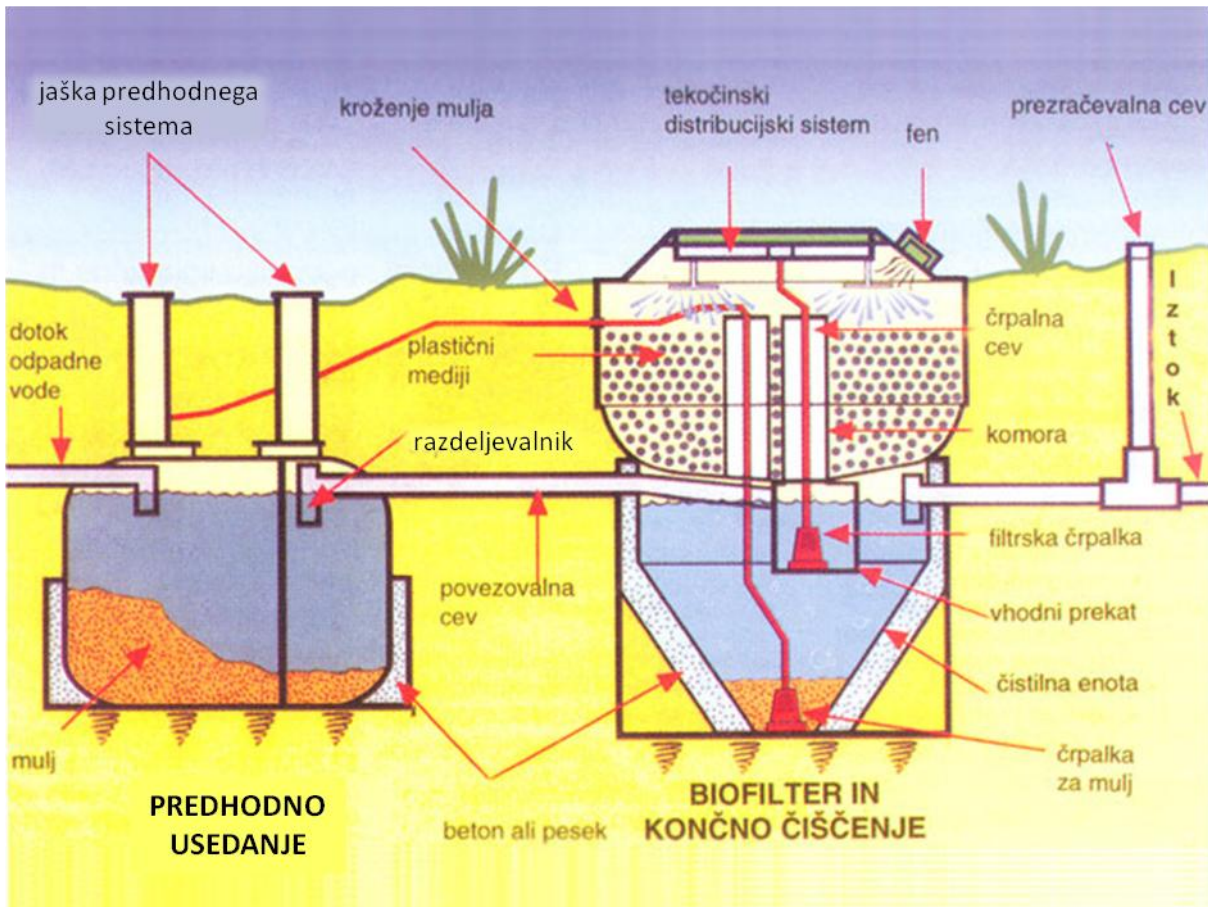
Precejalniki za čiščenje odpadnih voda uporabljajo isti princip kot prodno rečno dno. V obeh primerih se vršijo samočistilni procesi, le da so v precejalnikih procesi pospešeni in optimizirani. Precejalniki so konstrukcijsko podobni talnim filtrom, le da se prečiščena odpadna voda vrača v sistem čiščenja in tako zagotovi višjo stopnjo čiščenja. Za precejalnike je optimalno, če so postavljeni za greznico, ki služi kot primarni usedalnik, kjer se izločijo usedljive snovi. Precejalnik je napolnjen s polnilom veličine 4 - 8 cm, ki je navadno v obliki prodnih kamnov, vulkanskega kamenja, plastičnih krogel ali predmetov s čim večjo površino (slika 13). Velikost polnila omogoča dobro prezračevanje in enakomeren tok odpadne vode proti dnu. Zelo pomembno je tudi, da se voda dozira enakomerno, v intervalih, kar daje življenjskim združbam optimalen življenjski prostor. Celotno napravo moramo tudi zaščititi pred nizkimi temperaturami pozimi, ker bi sicer privedlo do manjše samočistilne sposobnosti. Dno precejalnika je tehnično zelo zahtevno, saj ima nalogo nosilca polnilnega materiala, omogoča odtok prečiščene odpadne vode in omogoča kvalitetno prezračevanje vertikalno skozi polnilo. Precejalniku sledi še naknadni usedalnik, kjer se biomasa v procesu usedanja loči od prečiščene odpadne vode, ki se jo ponovno razprši po prvi fazi čiščenja (slika 12) (*Premzl, B., 2001*).

4.3.2 Delovanje

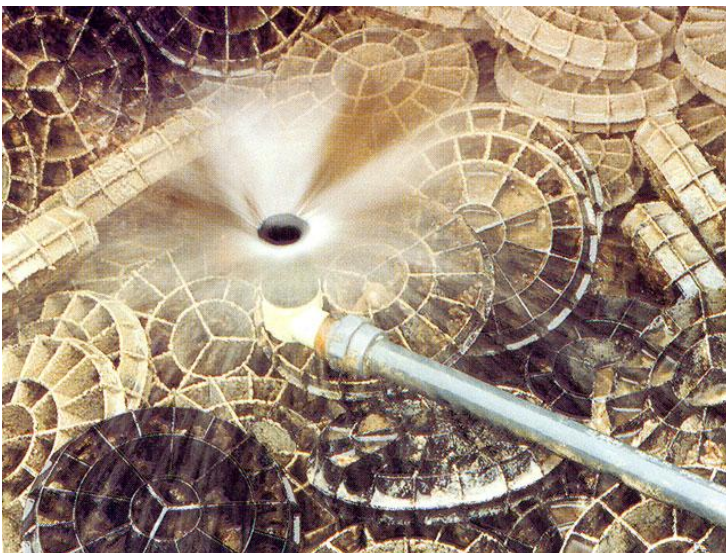
Čiščenje v precejalnikih je enako samočistilnim procesom v naravi, le da tu niso neposredno prisotne višje razvite rastline, ki pripomorejo pri čiščenju. Glavni namen teh čistilnih naprav je, da mikroorganizmom, ki so pritrjeni na polnilni material, čim bolj optimalno dovedemo tako hranila z odpadno vodo kot tudi kisik, kar je urejeno s prezračevanjem skozi polnilo. Odpadno vodo dovajamo periodično za boljši učinek. Pritrjeno biomaso ali biofilm sestavljajo bakterije, glive, praživali, lahko pa tudi višje razvite oblike živali, kot so črvi, polži in ličinke insektov. Proces čiščenja odpadne vode potekajo s pomočjo adsorpcije in oksidacije. Zgornji del biofilma sestavljajo organizmi, ki za razvoj potrebujejo kisik, medtem ko v delu biofilma bližje polnilu primanjkuje kisika in se pojavljajo anaerobni procesi. S procesom rasti biofilma le-ta izgubi stik s polnilom, odpade in se v naknadnem usedalniku sedimentira, medtem ko se odpadna voda v vrhu naknadnega usedalnika ponovno razprši po precejalniku. S tem se poveča zadrževalni čas in čistilna sposobnost sistema s precejalnim načelom.

Vzdrževanje precejalnikov je zelo pomembno, saj lahko brez nadzora pride do pogojev, kjer čiščenje ni več mogoče. Preverjati je potrebno predvsem, da se polnilo ne zamaši, da je dovolj velik pretok zraka skozi polnilo ter da dno precejalnika opravlja funkcije odtekanja prečiščene odpadne vode ter prezračevanja. Prav tako je potrebno zagotoviti pravilen interval in količino dotoka odpadne vode ter prezračevanja, v obeh primerih je potrebno zagotoviti, da se procesi dogajajo po celotnem polnilu precejalnika.

Precejalniki zmorejo učinkovito biološko prečistiti odpadno vodo, sistemi so ekonomsko zanimivi in tehnično nezahtevni. Potreben pa je stalni nadzor nad čistilnimi napravami, saj z nepravilnim ravnanjem izgubijo svojo funkcijo. Zato so najprimernejši za čiščenje odpadnih voda obremenitve vsaj 50 PE, kjer je pogodbeno urejeno vzdrževanje in čiščenje naprave.



Slika 12: Precejalnik (<http://www.sezam-race.si/cistilne-naprave/biološke/>)



Slika 13: Polnilo precejalnika (<http://www.sezm-race.si/cistilne-naprave/bioloske/>)

4.4 Potopniki

4.4.1 Opis

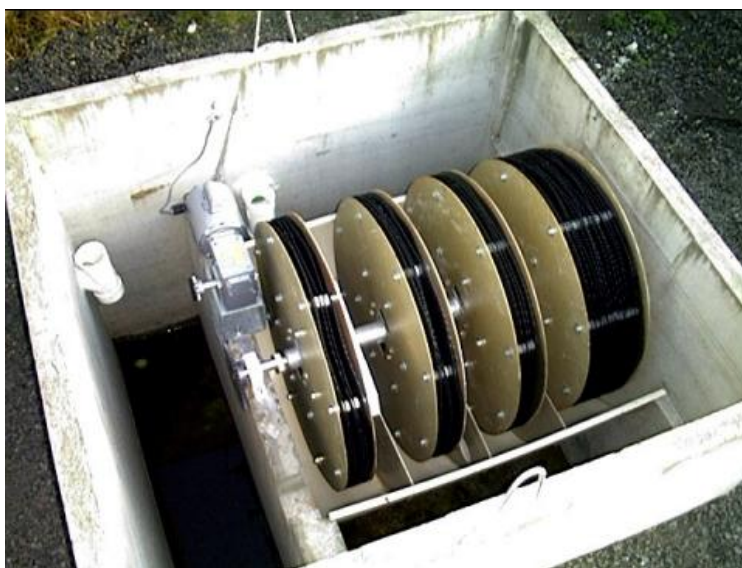
Potopniki se konstrukcijsko razlikujejo od ostalih naprav za čiščenje odpadne vode po tem, da je podlaga za biološko rušo pomična in se enakomerno rotirajoče izpostavlja odpadni vodi in zraku ter tako življenjski združbi omogoča čim optimalnejše pogoje (slika 14).

4.4.2 Delovanje

Potopniki ali biodiski rotirajo okoli osi in se tako periodično potapljajo v odpadno vodo. Njihova površina je zasnovana tako, da ima čim večjo površino glede na dejansko in tako nudi kar največ prostora za biološko združbo. Le-ta med potopom v odpadno vodo pridobi čim več hranilnih snovi, potrebnih za preživetje, in jih v fazi, ko je na zraku, vgradi v lasten organizem ali jih predela v enostavnejše spojine. Bazeni za odpadno vodo in rotirajoče ploskve so zgrajene tako, da ni hidravlično mrtvih kotov. S tem je zagotovljeno stalno mešanje snovi in boljši čistilni učinek. Rotirajoče ploskve so ponavadi 4 in so enakomerno razporejene okoli osi (2 cm od osi – 2 vrtljaja na minuto), hitrost vrtenja pa ne sme prekoračiti 20 m/h (Premzl, B., 2001), zato da pretirano ne izpiramo biološke ruše iz površine ploskev. Ko biološka ruša doseže določeno količino, se odlušči od površine in odplakne v usedalnik.

Rotirajoče ploskve omogočajo idealne aerobne razmere v sistemu, kjer mikroorganizmi razkrajajo organske snovi. Prav tako omogočajo dobro premešanje blata, ki ga nato mikroorganizmi lažje predelajo.

Potopniki so sistemi, ki lahko prenesejo večja nihanja pritoka odpadnih voda, kar vseeno ne prizadene življenjske združbe. Z rednimi pregledi nudijo kakovostno biološko čiščenje komunalnih odpadnih voda. Naprave so grajene sekvenčno in jih lahko sestavljamo po naših potrebah. Ponavadi se uporabljajo za čiščenje obremenitev od 50 do nekaj 1000 PE. Zanimive so tudi, ker jih izdelujejo domači proizvajalci (Premzl, B., 2001).



Slika 14: Potopnik (http://www.swrcb.ca.gov/ab885/docs/techonsite/index_introduction.pdf)

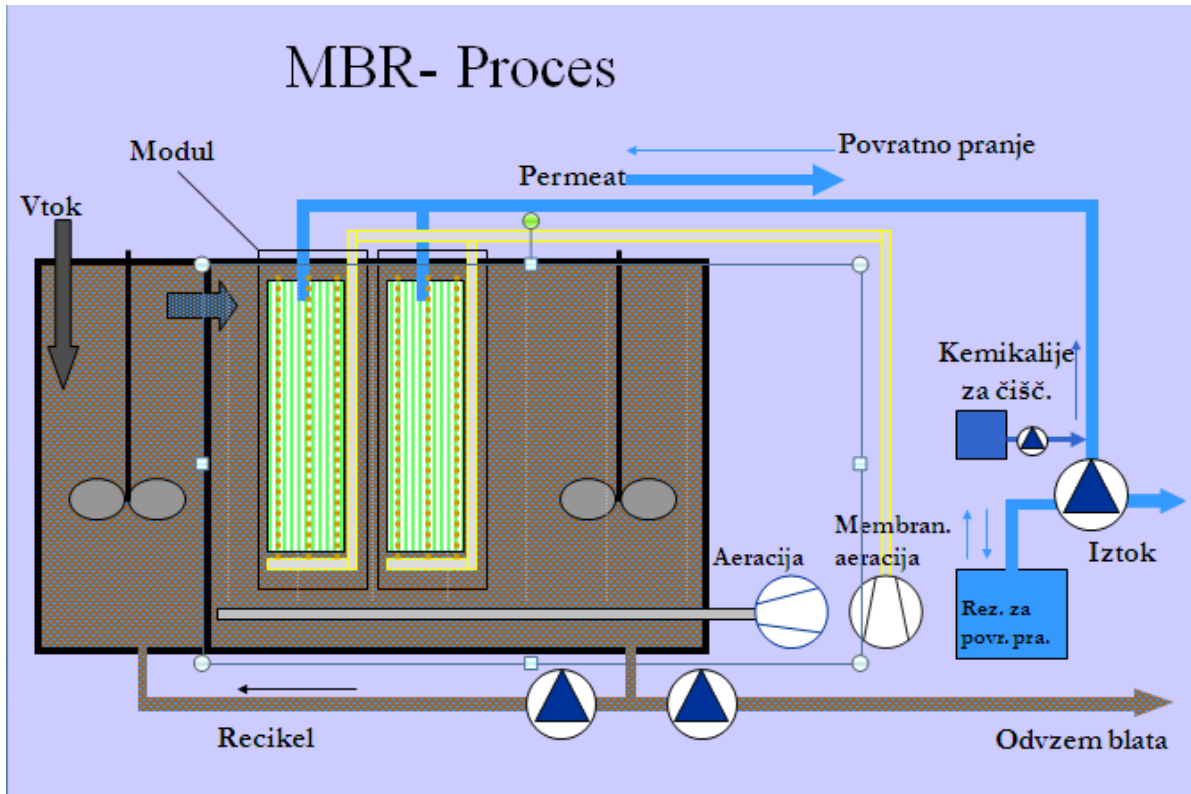
4.5 Membranska filtracija

4.5.1 Opis

Tehnologija čiščenja odpadnih vod s pomočjo membran spada med novejšje in se imenuje MBR-membransko biološki reaktor. Konstrukcijsko se od sorodnih oblik čiščenja razlikuje po tem, da za delovanje ne potrebuje naknadnega usedalnika in terciarne oblike čiščenja. Za nadomestitev teh oblik čiščenja se uporabljajo potopljene mikro- in ultrafiltracijske membrane, ki s pomočjo podtlaka filtrirajo odpadno vodo (slika 15).

4.5.2 Delovanje

Dovedena odpadna voda se v primarnem usedalniku sedimentira in flotira in nato v drugem rezervoarju areira. V drugem rezervoarju se z zračnim puhalom dovaja kisik v obliki finih mehurčkov, ki jih mikroorganizmi potrebujejo za lebdenje in aerobno biološko presnovo. Pod gladino drugega rezervoarja so nameščeni filtrni moduli v katerih so membrane z velikostjo odprtin do $0,035\ \mu\text{m}$ (bakterija E- Coli je velikosti $0,1\ \mu\text{m}$), ki filtrirajo prečiščeno odpadno vodo (slika 16). Da se membrane, ki delujejo s pomočjo podtlaka, ne zamašijo, skrbijo puhalo, ki umazanijo z membran odpihajo in ji dajo kisik za ponovni razkroj organskih snovi. Naprave, ki za čiščenje odpadnih voda uporabljajo tehnologijo MBR, so ponavadi daljinsko krmiljene. Za pravilno delovanje naprave skrbijo plovna ali časovna stikala, lahko pa so tudi brezžično povezane z upravljalcem. Na ta način je preprečena preobremenitev oz. izpad sistema. V primeru, ko je sistem manj ali neobremenjen (ponoči, pozimi ...), je vpihovanje kisika programirano na minimalni dovod, s katerim se še vzdržuje bakterijske življenjske združbe v drugem rezervoarju in nemoteno delovanje tudi po daljši prekinitvi. Membranska tehnologija čiščenja iz odpadne vode uspešno izloča suspendirane in lebdeče snovi, organske obremenitve, hranila in bakterije. Zanimiva je predvsem zaradi dobre stopnje čiščenja in manjše prostornine kot pri primerljivih sistemih čiščenja. Vendar pa za nemoteno delovanje potrebuje nemoten priklop na električno omrežje in stalni nadzor (*vir: Comteh, 2011*).



Slika 15: shematski prikaz delovanja sistema MBR (<http://www.comteh.si/default.aspx?ID=763>)

Mikrometer (Log Skala)	Vidljivo ST Mikroskopom		Vidljivo Elektronskim Mikroskopom		Vidljivo Optičnim Mikroskopom		Vidljivo golim očesom	
	Področje ionov	Področje Molekul	Področje Makro Molekul	Področje mikro delcev	Področje makro delcev			
Angstromi (Log Skala)	0,001	0,01	0,1	1,0	10	100	1000	
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	
Približna Molekular teža	100	200	1000	10,000	20,000	100,000	500,000	
Relativne mere	Vodne razst. sol		Črni ogljik	Pigmenti barvil	Giardia Ciste	Človeški las		
	Kovinski ioni	Sinteti pigm	Endotoksin/Pirogen	Virus	Bakterije	Kvasovke	Mivka	
			Gelatin	Tobačni dim	Premogov prah		Megla	
	Atomski radij	Sladkor	Coloidna kremen	Albumin Protein	Modni indigo	Rdeča krvne celice	Vrh igle	
Proces za separacijo	Reverzna osmoza		Ultrafiltracija			Filtracija delcev		
		Nanofiltracija		Mikrofiltracija				

Slika 16: Velikostni prikaz elementov v odpadni vodi (<http://www.comteh.si/default.aspx?ID=716>)

4.6 Greznice

4.6.1 Opis

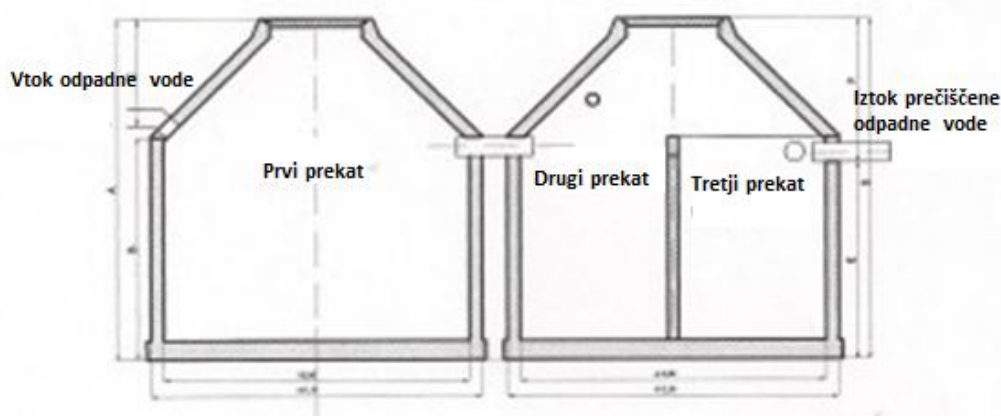
Greznica je podzemni rezervoar z ali brez odtoka za zbiranje gospodinjske odpadne vode in je v Sloveniji najpogosteje uporabljen objekt za tretiranje odpadnih voda. Navadno se pojavlja v dvo- ali večprekatni obliki, in sicer za objekte, ki niso priključeni na javno komunalno omrežje. Služi za zadrževanje usedljivih delcev, v njej poteka anaerobni razkroj (slika 17). Boljši učinek čiščenja imajo prekatne greznice, ki so kombinirane s ponikovalnimi vodi, filtrskimi jarki ali ponikovalnicami, saj se tam vrši anaerobna razgradnja s kontroliranim prilivom sveže vode. Taka oblika pa je tudi veliko cenejša, kar se tiče obratovalnih stroškov, saj če je greznica nepretočna, jo je treba večkrat letno prazniti, v slednji obliki pa je dovolj praznjenje enkrat na dve leti in izpiranje ponikovalnih vodov enkrat na 10 let.

Greznice služijo kot kombinacija usedalnika, posnemačnika ter kot anaerobno gnilišče. Poznamo več izvedb. Najpogosteje so iz betona ali opek, novejša pa se pojavljajo v stekloplastiki. Ponavadi so krožne ali pravokotne oblike, v notranjosti pa s različnimi pregradami razdeljene na več prekatov, ki služijo usedanju, precejanju in gnitju (*Premzl, B., 2001*).

4.6.2 Dimenzioniranje

Največji dovoljen dnevni pritok na greznico je 8 m^3 , dovodna cev pa naj ne bi imela padec večji kot 2 % zaradi mešanja vode v greznici in s tem zmanjšanja čistilne sposobnosti. Skupni volumen greznice naj ne bi bil manjši kot 3000 l ne glede na obremenitev. Pri tri- ali večprekatni greznici mora biti prvi prekat približno $\frac{1}{2}$ celotnega volumna, minimalna globina pa vsaj 1,2 m. Pri izbiri lokacije moramo biti pozorni na več dejavnikov, kot so: topografski in geološki pogoji (naklon terena, globina podtalnice, vrsta tal), možnost dostopa (za vzdrževanje, nadzor in praznjenje), možnost poznejšega povečanja greznice ... (*Kolar, J., 1983*).

Greznice so v Sloveniji uradno dovoljene le v nepretočni obliki - se pravi greznice brez iztoka. (16. člen Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod iz virov onesnaženja) Dobra stran take rešitve je vsekakor cenovno najugodnejša rešitev, nični izpusti odpadne vode ter nepotrebne tehnične naprave za obratovanje. Slaba stran nepretočnih greznic pa je vsekakor pogosto praznjenje in s tem povezani visoki stroški. S finančnega vidika predstavljajo nepretočne greznice najdražjo obliko ravnanja z odpadnimi vodami.



Slika 17: Tri- prekatna biološka greznica (<http://www.tims.si/sl/vsebine/greznice>)

4.7 Dvoetažni usedalnik (Emšer, Imhoffov usedalnik)

4.7.1 Opis

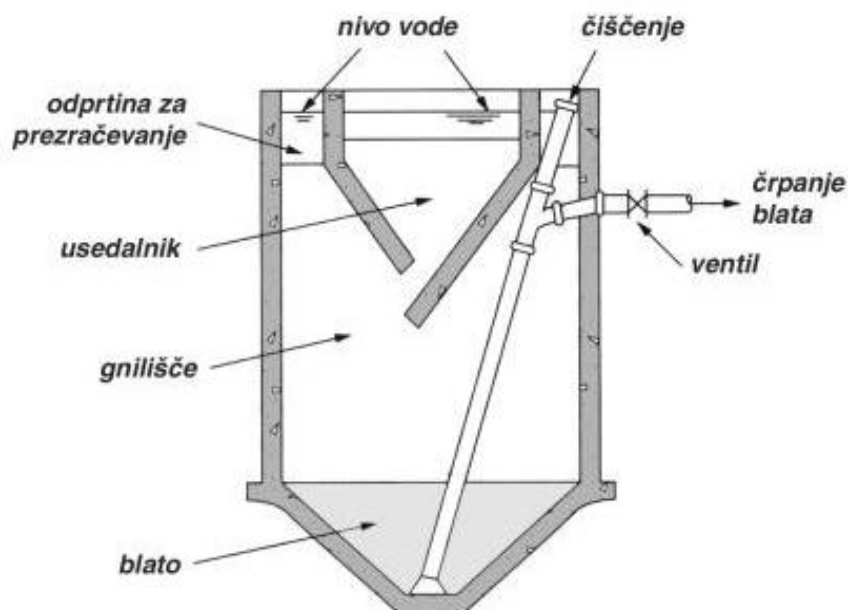
Dvoetažni usedalnik je po konstrukciji in po učinku čiščenja zelo podoben pretočnim greznicam. Razlikuje se, da faze čiščenja potekajo vertikalno in ne horizontalno kot pri večprekatnih greznicah. Dvoetažni usedalnik je zgrajen iz dveh nadstropij, ki sta medsebojno povezani. Zgornje nadstropje je namenjeno sedimentaciji, spodnje nadstropje pa anaerobni presnovi (slika 18).

4.7.2 Delovanje

Izvedba dvoetažnih usedalnikov je podobna kot pri greznicah. Ravno tako mora biti zagotovljena nepropustnost pred prodorom površinskih voda in pronicanjem odpadne vode iz zbiralnika. V zgornjem delu usedalnika se vrši usedanje, zato je dno zgornjega dela nagnjeno in s tem omogoča, da se usedlo blato zdrсне v gnilišče. Potreben je naklon med 55 in 60 °. Preklopna stena dna usedalnika mora zagotavljati odprtino vsaj 5 cm, skozi katero blato drsi v gnilišče, konstrukcijska izvedba preklopa hkrati preprečuje dvigajočim plinskim mehurčkom vstop v usedalnik, le-ti se iz objekta spustijo skozi zračnik. Spodnji del dvoetažnega usedalnika je namenjen presnovališču blata, v katerem začnejo usedli delci gniti. Prav tako kot pretočno greznico tudi dvoetažni usedalnik na iztoku kombiniramo s ponikovalnimi vodi, filtrskimi jarki ali ponikovalnicami (Kolar, J., 1983, Kompare, B., et al. 2007).

4.7.1 Dimenzioniranje

Dvoetažni usedalnik ponavadi uporabljamo za malo čistilno napravo z obremenitvijo več kot 50 PE. Usedalni del naprave dimenzioniramo na 30 l/PE z najmanjšim skupnim volumnom 1500 l in gnilišče na 60 l/PE z najmanjšim skupnim volumnom 3000 l. Vzdrževanje dvoetažnih usedalnikov potrebuje več pozornosti kot vzdrževanje greznic. Tedensko je potrebno preveriti zračenje usedalnika in razbijanje plavajoče skorje. Prav tako je praznjenje pogostejše zaradi zmanjšane volumna (Kolar, J., 1983).



Slika 18: Dvoetažni usedalnik (<http://www.peta-dimenzija.com/diploma/poglavja/06-2poglavje.htm>)

4.8 Lagune

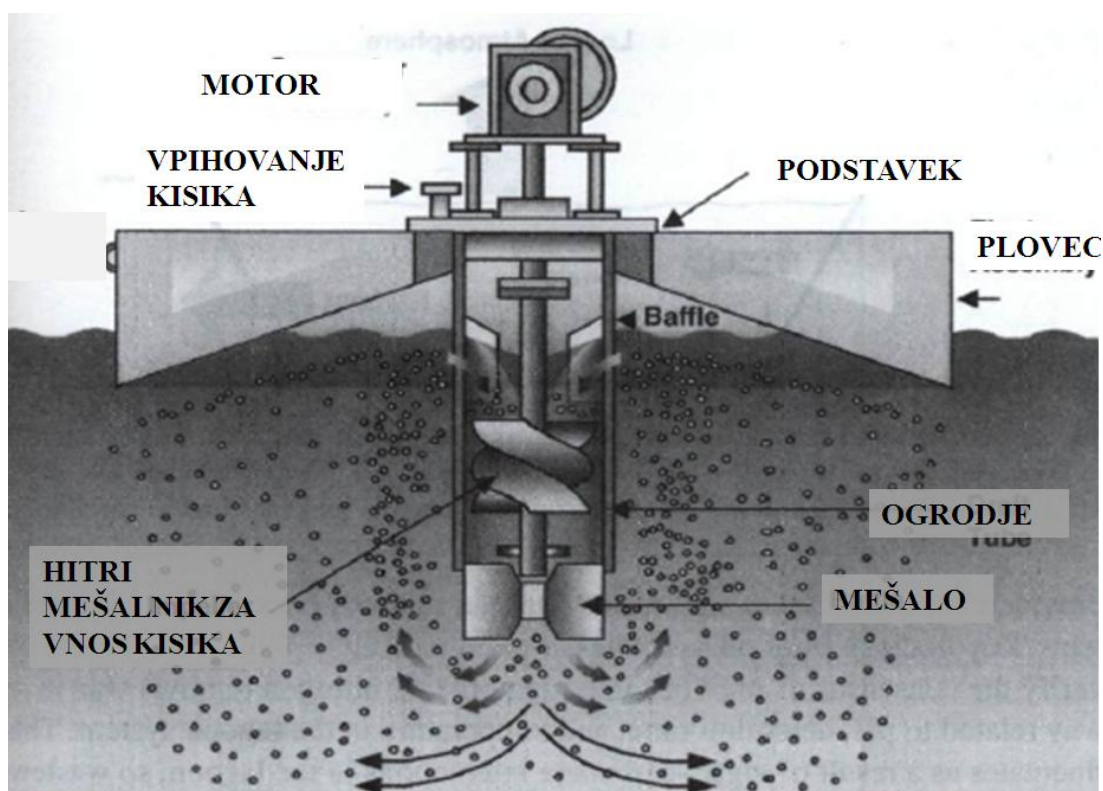
4.8.1 Opis

Lagune so konstrukcijsko najenostavnejši objekti. Namenjene so podeželskim območjem, ki so sezonsko obremenjena zaradi daljšega zadrževalnega časa, zaradi velike potrebne površine ter zaradi smrada in mrčesa. Največkrat so uporabljene ob sezonskih kmetijskih površinah, kot so: vinogradi, nasadi, polja (*Kompare, B., e tal. 2007*).

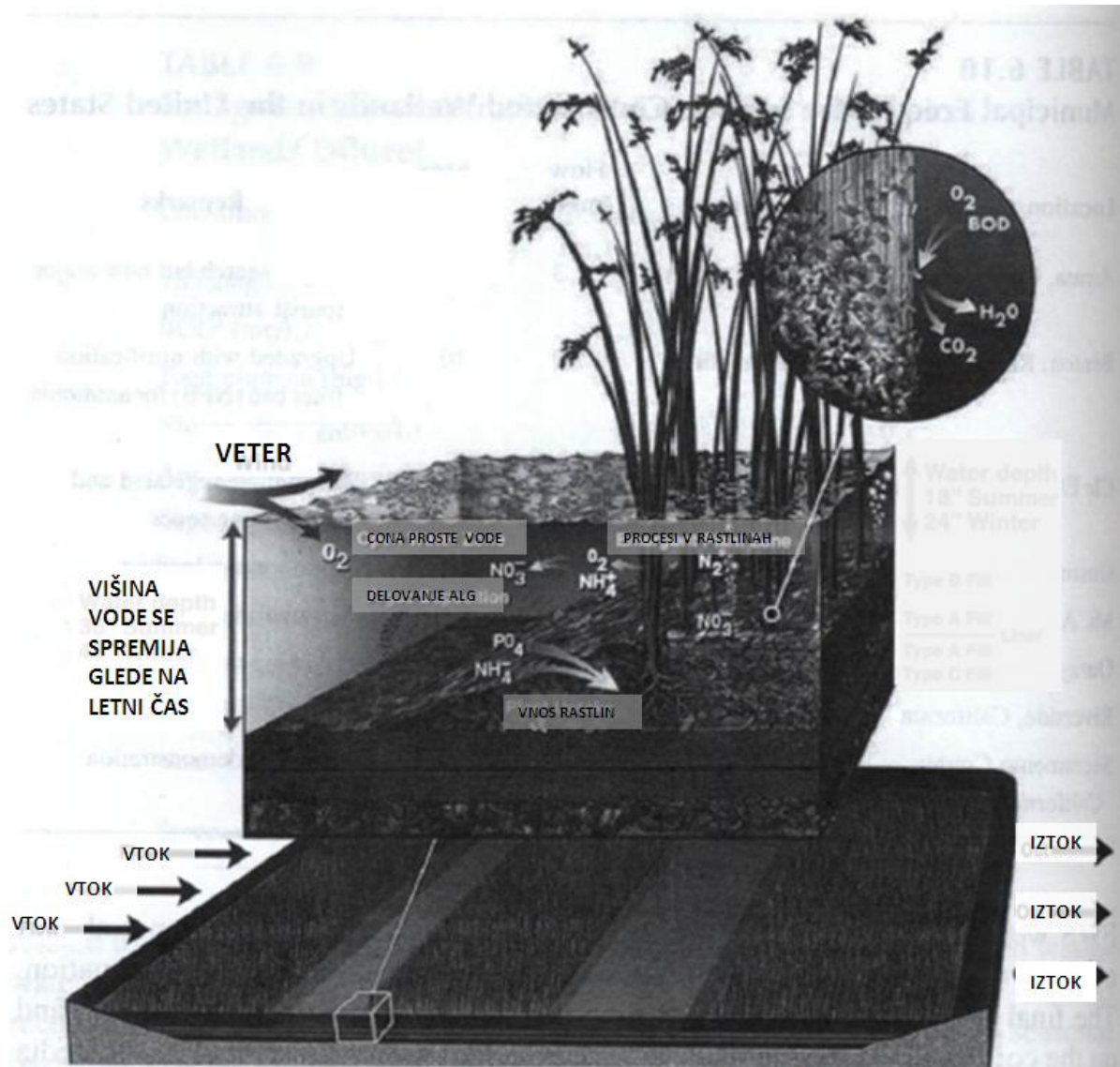
4.8.2 Delovanje

Poznamo več oblik lagun, glede na to pa so odvisne oblike čiščenja in njihov zadrževalni čas (slika 20). Čiščenje v lagunah se začne z usedanjem težjih delcev na dno, kjer se začnejo v sedimentu anaerobni razkroji, v zgornjih slojih pa se dogajajo procesi asimilacije in fotosinteze s pomočjo bakterij in alg. Pri plitvih lagunah sodelujejo pri čiščenju odpadne vode tudi višje razvite rastline, pri globokih pa samo na obrobju. Prezračevanje je lahko urejeno z vpihovanci kisika, mešalci odpadne vode, ali pa se kisik navzema iz atmosfere in s procesom fotosinteze (slika 19).

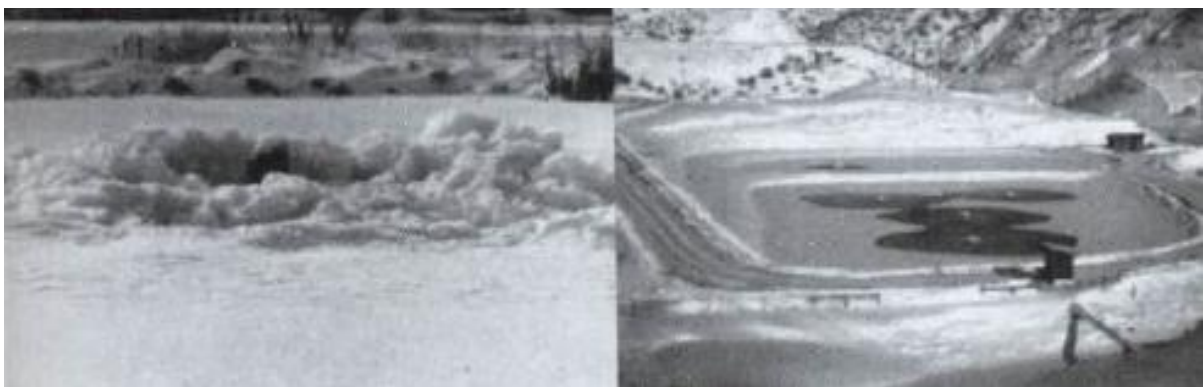
Delovanje lagun je odvisno od temperature, vendar so lahko učinki čiščenja enaki kot pri čistilnih napravah z aktivnim blatom (slika 21). Uspešno se zmanjša BPK in suspendirane snovi, fosfor in dušik, zaradi daljšega zadrževalnega časa pa tudi virusi in patogeni organizmi (*Crites, W., 2006*).



Slika 19: Praxair – plovni ozračevalnik/mešalnik v prerezu (uporaba v čistilnih lagunah) (Crites, W. R., Middlebrooks E. J., Reed C. S., 2006)



Slika 20: Skica poteka naravnih procesov v umetno vzpostavljenih mokriščih (Crites, W. R., Middlebrooks E. J., Reed C. S., 2006)



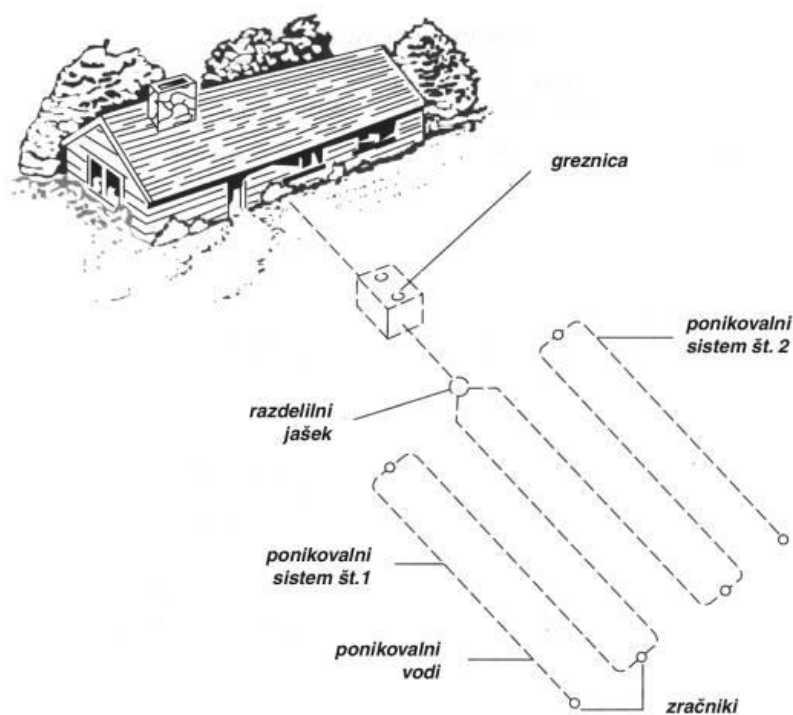
Slika 21: Delovanje ozračevalnikov /mešalnikov v zimskih razmerah (Crites, W. R., Middlebrooks E. J., Reed C. S., 2006)

4.9 Ponikovalni vodi

4.9.1 Opis

Ponikovalni vodi v kombinaciji s primarnimi usedalniki zagotavljajo zadovoljivo čiščenje odpadnih voda. Konstrukcijsko so zelo enostavni in ne potrebujejo velikih vzdrževanj. V zemljinu enostavno izkopljemo jarke do globine, večje od globine zmrzovanja, vanje položimo drenažne cevi in jih obdamo z grobim filtrskim materialom, nato jarke zasujemo (slika 22). Namen čiščenja v tleh je, da bi z odpadno vodo, ki pronica v tla, očistili in z mineralizacijo organskih spojin pripomogli k humunifikaciji oziroma izboljšali kvaliteto tal. Dimenzioniranje ponikovalnih vodov je v veliki večini odvisno od ponikovalne sposobnosti tal na izbranem področju. Ponavadi za dimenzioniranje ponikovalnega voda uporabimo dolžino 20 m/PE (Kolar, J., 1983).

Vendar pa ponikovalni vodi niso dovoljeni na kraških tleh in v bližini vodnjakov s pitno vodo zaradi možnosti onesnaženja podtalnice. Prav tako niso zaželeni v bližini dreves, saj lahko korenine poškodujejo drenažne cevi in s tem onemogočijo normalno delovanje (Premzl, B., 2001).

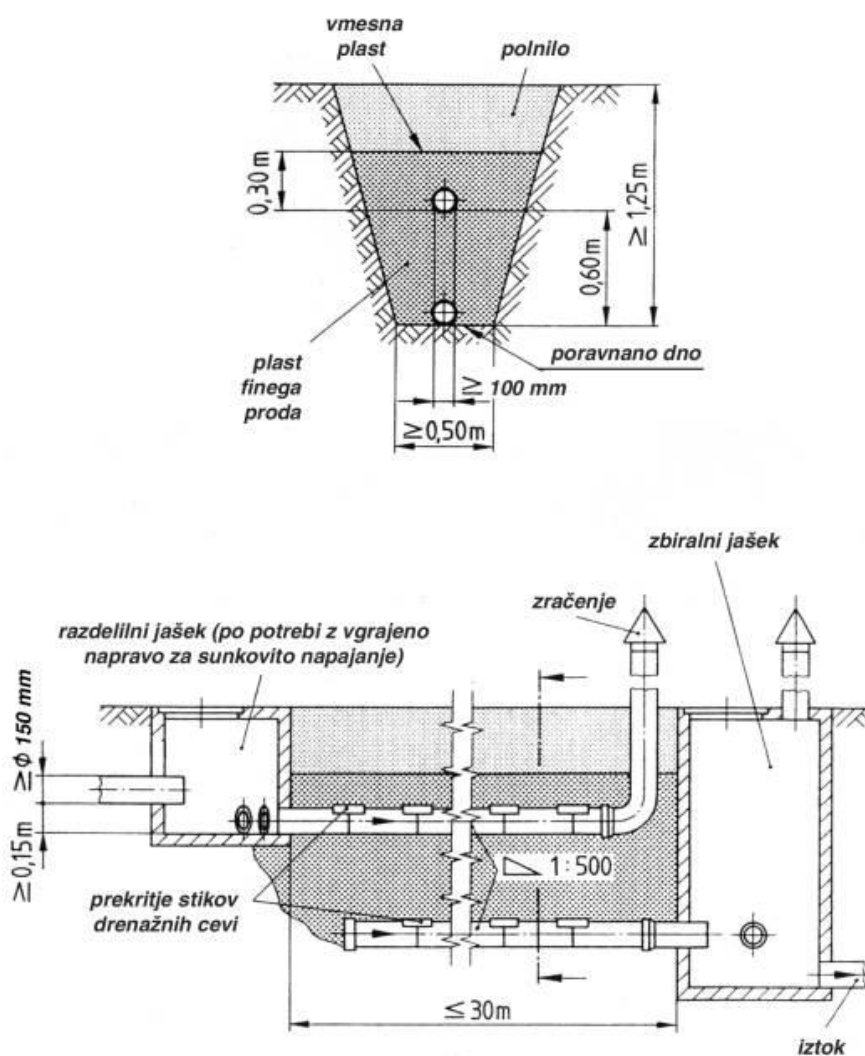


Slika 22: Ponikovalni vodi (www.peta-dimenzija.com)

4.10 Talni filtri

4.10.1 Opis

Talni filtri so namenjeni intenzivnejši izkoriščenosti površine pri čiščenju odpadne vode (slika 23). Zemljišče je mogoče uporabiti za gradnjo talnih filtrov le, če so tla dovolj prepustna. Najprimernejša so peščena tla. Za postavitev talnih filtrov najprej odstranimo plast humusa, zemljišče razdelimo z nasipi na površine, ki ne presegajo 0,4 ha in v globini enega metra položimo drenažne cevi. Dotok odpadne vode uredimo tako, da pri izpustu ne prihaja do erozije in ponikovalna polja poplavimo enkrat dnevno do višine 10 cm, količina vode pa je odvisna od velikosti zrn podlage (Kolar, J., 1983, Premzl, B., 2001).

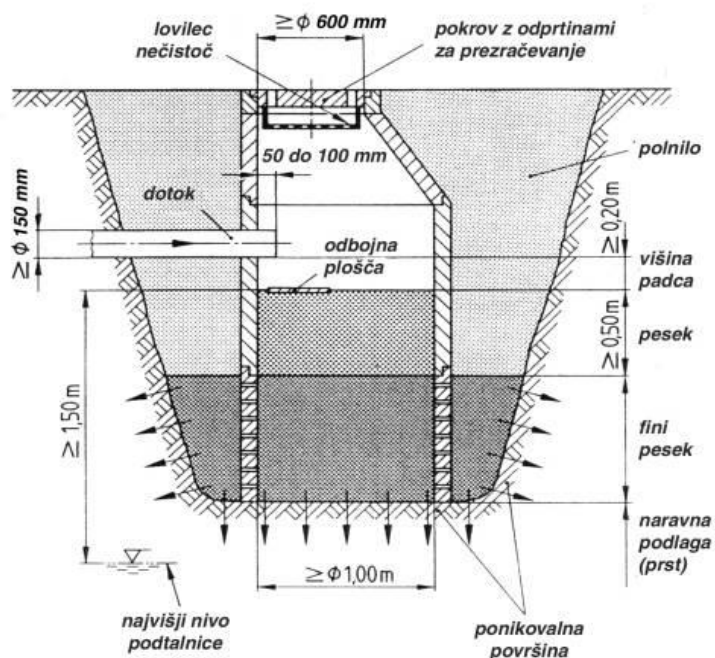


Slika 23: Talni filtri (<http://www.peta-dimenzija.com/diploma/poglavja/06-2poglavje.htm>)

4.11 Ponikovalnice

4.11.1 Opis

V primerih, ko ni ogrožena podtalnica in smo prostorsko omejeni, lahko primarne usedalnike kombiniramo tudi s ponikovalnimi jamami (slika 24). Uporabljamo jih, ko je zemljina dovolj prepustna in ni v bližini vodotoka, ki bi ga lahko potencialno ogrozili. Ponikovalnice se največkrat gradijo v krožni obliki, in sicer do prepustnega sloja. Od tega je odvisna tudi njihova globina. Stene so neprepustne vse do prepustnega sloja zemljine, napolnjene pa so spodaj s finim in grobim peskom, nad njim pa je še polnilni sloj, ki je na vtoku zaščiteno z odbojno ploščo, ki preprečuje točkovno erozijo in vodo razdeljuje enakomerno po površini ponikovalnice. Zahtevano je, da je najnižja točka ponikovalnice od podtalnice oddaljena 1 m, zato se postavitvi ponikovalnic na kraških tleh izogibamo (Premzl, B., 2001).

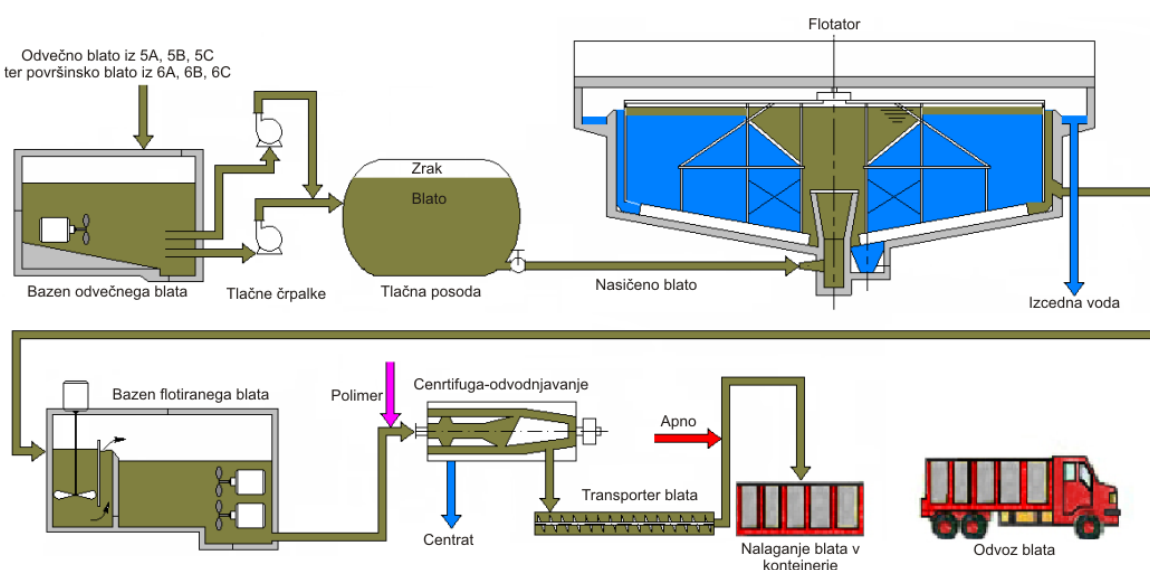


Slika 24: Ponikovalnica (<http://www.peta-dimenzija.com/diploma/poglavja/06-2poglavje.htm>)

5 OBDELAVA BLATA

V Uredbi o emisiji snovi odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav je definirano tudi obravnavanje blata in mulja iz malih in mikro čistilnih naprav. Tudi te naprave je potrebno izprazniti. Kolikokrat in kakšen je končni produkt, je odvisno od konstrukcijske in tehnološke zmogljivosti čistilnih naprav. Poleg prečiščene odpadne vode, ki se po postopku čiščenja ponavadi preko ponikalnice spusti v okolje, je potrebno očistiti tudi blato, ki je mešanica trdnih snovi in vode (Kolar 1983), in sicer v obliki nepregnitega ali pregnitega blata ali mulja. Nadaljnji postopki obdelave so usmerjeni v zmanjšanje količine blata in nadaljnjo razgradnjo, končne produkte pa, če je le mogoče, koristno uporabimo. Največkrat za utrjevanje brežin v cestnih konstrukcijah, izboljšanje lastnosti rodovitnih tal, pridobivanje bioplina ali za prodajo komposta oziroma obdelane gnojevke.

Sveže blato iz malih čistilnih naprav lahko vsebuje tudi do 99 % vode, zato so nadaljnji postopki obdelave podrejeni predhodni izgubi količine vode, medtem ko mulj iz nekaterih mikročistilnih naprav vsebuje le do 23 % suhe snovi. Presnova blata je odvisna od predhodnega stanja blatenice oziroma kakšnim oblikam čiščenja je bila podvržena (slika 40). Najpogostejša načina obdelave blatenice sta aerobna in anaerobna presnova. Za oba načina čiščenja obstaja veliko oblik čiščenja, najpogostejše se pri nas uporablja: ločena kurjena gnilišča, Imhoffov usedalnik in odprta gnilišča. Pomemben stranski produkt pri obdelavi blatenice je gniliščni plin, ki je za nas zanimiv z ekonomskega vidika, saj se ga da uporabiti za ogrevanje gnilišč, ogrevanje toplotnih postaj za daljinsko ogrevanje ter proizvodnjo električne energije. Gniliščni plin je sestavljen iz metana - do 80 % in ogljikovega dioksida - do 30 %. Sestava je odvisna od predhodne obdelave odpadne vode. Za izkoriščanje gniliščnega plina so najustreznejše večje in velike čistilne naprave z malo padavinske in industrijske vode. Količina plina na kg suhe organske snovi je pri normalni velikosti gnilišča okrog 450 l na 1kg suhe organske snovi, kar pomeni 17 l/P/d, kurilna vrednost pa je lahko tudi do 8141 Wh/m³ (Djukič, D., 2002, Kolar, J., 1983).



Slika 25: Model obdelave blata (<http://www.ccnmb.si/html/blato.html>)

5.1 Uporaba blata za gnojenje

Ker se slovenska zakonodaja zavezuje z evropsko, je potrebno upoštevati omejitve iz leta 2005, ko je evropska zakonodaja prepovedala odlaganje organskih snovi na komunalne deponije. Slovenija je v okviru te omejitve letos uvedla obvezno ločeno zbiranje gospodinjskih organskih odpadkov, ravnanje z odpadlim blatom pa je v nekaterih odlagališčih še vedno prisotno (pokrivni material). V prakso bi morale čim prej stopiti predčiščenje za vso industrijo, saj se industrijske odpadne vode zelo razlikujejo od komunalnih odpadnih vod tako po sestavi kot po obliki čiščenja. Na ta način bi se izognili težkih kovin in snovi, ki so v odpadnem blatu nezaželjene. Potreben pa bi bil tudi stalni nadzor nad učinkovitostjo čiščenja in količino nevarnih snovi v blatu, tako da bi na deponije odstranjevali le blato, ki za uporabo v kmetijstvu ni primerno. Pozorno pa moramo spremljati tudi odziv rastlin na gnojenje, voditi evidenci in kartiranje gnojenja.

Najbolj smotrno je stabilizirano blato uporabiti za gnojenje, saj tako snovi vračamo v naravo, od koder so tudi prišle. Gospodinjska odpadna voda je celo dobrodošla za gnojenje, saj je v njej veliko organskih spojin, ki izboljšajo kvaliteto tal, nevarna so samo sredstva za čiščenje in detergenti. Gnojenje z predelano blatnico je prav tako dobrodošlo, gnojenje s svežim blatom pa je vprašljivo zaradi širjenja obolenj, možnosti razširjanja plevela z nepregnitimi semeni ter še aktivnimi patogenimi organizmi. Najpogosteje pri nas zasledimo gnojenje kmetijskih površin s predelano blatnico iz Bioplinarn, kjer iz kmetijskih organskih odpadkov proizvajajo bioplin, ki ga uporabljajo za proizvodnjo električne energije. Blato iz malih čistilnih naprav se najpogosteje uporablja za gnojenje v travništvu, sadjarstvu in vinogradništvu, pa tudi za gojenje hitro rastočih vrst lesa. Pred uporabo nepredelanega blata v kmetijstvu je potrebno najmanj 6-mesečno skladiščenje blata in evidentiranje parcelacije gnojenja (*Djukič, D., 2002*).

5.2 Medsebojna primerjava sistemov za čiščenje odpadne vode pri disperzni poselitvi

Za medsebojno primerjavo sistemov čiščenja odpadne vode na območju Triglavskega narodnega parka je najpomembnejše dejstvo, da gre za občutljivo območje, kjer bi morali človeški vpliv zmanjšati na minimum in ohraniti naravne in kulturne danosti parka. Vsak izmed zgoraj naštetih primerov ima svoje prednosti in slabosti. Univerzalne rešitve za celo območje parka ni mogoče projektirati, vendar lahko priporočam nekatere rešitve za posamezna območja. Smiselna je povečava in nadgradnja obstoječih komunalnih čistilnih naprav in dodatna priključitev na komunalna omrežja, kjer je to mogoče; postavitve malih komunalnih omrežij po strjenih vaseh in skupna priključitev na manjše čistilne naprave ter lastne mikro čistilne naprave za gorske kmetije in komercialne počitniške objekte. Za počitniške objekte v lastni rabi, kjer je urejen dostop z avtomobilom in se ne uporabljajo skozi vse leto, pa je smiselna nepretočna greznica z možnostjo praznjenja na večje komunalne čistilne naprave.

Čiščenje odpadnih voda poteka s pomočjo fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov. Sistem čiščenja odpadne vode deluje optimalno, če se procesi dogajajo v določenem zaporedju pod določenimi pogoji. V naslednji razpredelnici so prikazane faze čiščenja odpadnih voda, za boljši učinek čiščenja lahko dodamo še 4. stopnjo čiščenja, kjer s pomočjo fotokatalitske oksidacije ali membranske osmoze odstranjujemo hormone motilce. Vendar tovrstno čiščenje ponavadi ni prisotno pri malih čistilnih napravah.

V preglednici 7 je opisano čiščenje odpadnih voda po stopnjah ter kateri procesi pri tem sodelujejo.

Preglednica 7: Postopki čiščenja odpadnih voda na čistilnih napravah (vir: Panjan, J., 2001)

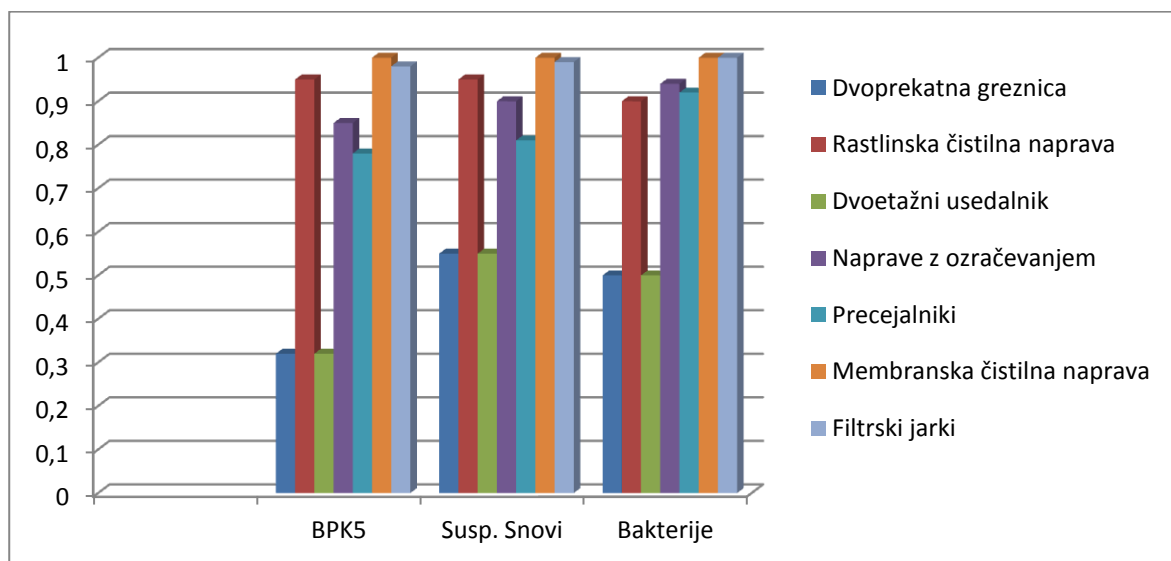
<i>Predhodno čiščenje grobo zrnatih snovi</i>	<i>1 stopnja čiščenja Izločanje suspendiranih snovi</i>	<i>2 stopnja čiščenja Izločanje biorazgradljivih snovi</i>	<i>3 stopnja čiščenja Izločanje hranil dušika in fosforja</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Drobljenje • Odstranjevanje na grobih in finih grabljah • Odstranjevanje peska in maščob 	<ul style="list-style-type: none"> *usedanje *plavanje *precejanje skozi sita 	<ul style="list-style-type: none"> *biokemijski postopki * fizikalni kemijski postopki 	<ul style="list-style-type: none"> Odstranjevanje dušika in fosforja *odstranjevanje težko razgradljivih organskih snovi *odstranjevanje težkih kovin in raztopljenih anorganskih snovi

Glede na konstrukcijske rešitve, zadrževalni čas ter primerno okolje za življenjske združbe, ki pripomorejo k čiščenju, se posamezni sistemi za obdelavo odpadnih voda razlikujejo po učinku čiščenja. Pri čiščenju suspendiranih snovi so si sistemi še kar primerljivi, vendar pri odstranjevanju bioloških komponent in hranil opazimo, da nekateri sistemi za tovrstno čiščenje niso primerni. Ena izmed rešitev je, da sistem nadgradimo, da bo dosegel zadosten učinek čiščenja, ali pa ga zamenjamo za optimalnejši način čiščenja odpadnih voda.

V preglednici 8 so prikazani učinki čiščenja odpadnih voda glede na parametre, ki jih najpogosteje kontroliramo.

Preglednica 8: Učinek čiščenja posameznih sistemov za obdelavo odpadne vode (povzeto po Premzl, B., 2001)

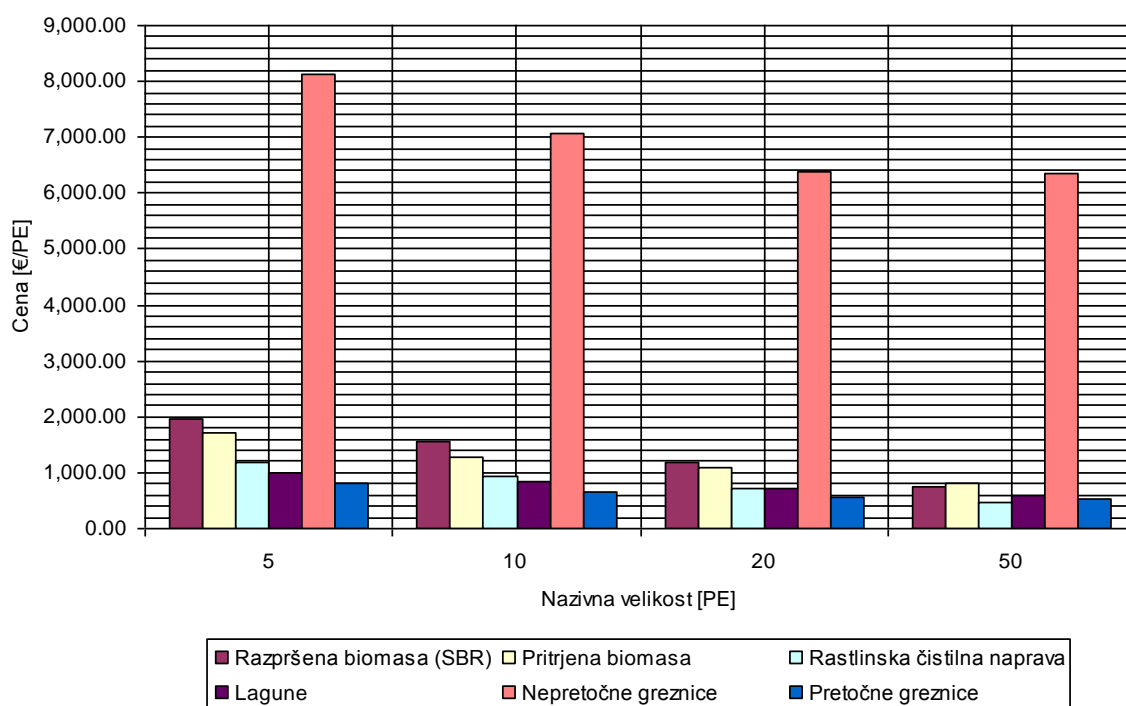
Parameter	Dvoprekatna greznica	Rastlinska čistilna naprava	Dvoetažni usedalnik	Naprave z ozračevanjem	Precejalniki	Membranska čistilna naprava	Filtrski jarki
BPK ₅	32 %	95 %	32 %	85 %	78 %	100 %	98 %
Susp. snovi	55 %	95 %	55 %	90 %	81 %	100 %	99 %
Bakterije	50 %	90 %	50 %	94 %	92 %	100 %	100%
Iztok	Nagnit	Nenagnit	Rahlo nagnit	Nenagnit	Nenagnit	Pitna voda	Nenagnit



Graf 1: Grafikon prikaza učinkovitosti čiščenja posameznega sistema za glavne parametre

Prav tako se sistemi za obravnavanje odpadnih voda razlikujejo glede na ekonomski vidik. Poleg stroškov postavitve in zagona sistema za obdelavo odpadnih voda moramo upoštevati tudi tekoče stroške, med katere spada redna kontrola učinka čiščenja, servisiranje naprav, energija, potrebna za nemoteno delovanje, odstranjevanje mulja in blata ter praznjenje, kjer je to potrebno. Kompaktne male čistilne naprave so glede na stroške nabave in postavitve sicer dražje od greznic, vendar pri njih ni potrebno praznjenje. Za 85 % se zmanjša taksa za obremenjevanje okolja, obstaja pa tudi možnost, da se prečiščena odpadna voda uporabi za potrebe zalivanja rastlin, gašenja požarov.

Na spodnjem diagramu so prikazani celotni stroški postavitve in obratovanja naprav, preračunani na populacijski ekvivalent glede na velikost MČN za 5 PE, 10 PE, 20 PE in 50 PE.



Graf 2: Diagram celotnih stroškov preračunanih na populacijski ekvivalent (€/PE)

(Kompare, B., e tal. 2007)

6 ODPADNE VODE IZ PLANINSKIH POSTOJANK

6.1 Opis problema

Začetki ekološke sanacije planinskih postojank (v nadaljevanju PP) segajo v leto 1991, ko je bil organiziran prvi posvet gospodarjev PP (*Erhatic, B., 2004*). Namen posveta je bil zagotovitev oskrbe PP z vodo, rešitev problema odpadnih vod in odpadkov ter čim večja uporaba energije iz naravnih virov. Od takrat je bilo na področju energetike in oskrbe z vodo veliko narejenega. Dizelske agregate za električno energijo so zamenjale fotovoltaične celice, vgradili so se sončni kolektorji za zagotavljanje tople vode, večji zbiralniki kapnice za oskrbo z vodo, zgrajene pa so bile tudi prve čistilne naprave za odpadno vodo. Vendar pa problemi niso bili rešeni v celoti. V skladu s sanacijskim programom Bohinjskega jezera je leta 1994 vodnogospodarska inšpekcija opravila preglede dvanajstih planinskih koč na območju Triglavskega narodnega parka in ugotovila: vprašljivo kakovost vode iz lastnih zajetij ali kapnic, vprašljivo izvedbo, velikost in vodotesnost greznic, večina greznic je prepustnih, odlaganje blata pa je neustrezno, ni bilo vgrajenih lovilcev olj, še vedno prisotna uporaba pralnih strojev, neprimerno skladiščenje naftnih derivatov ter nerešeno ravnanje z odpadki (*Erhatic, B., 2004*). Glede na ugotovljene nepravilnosti so bile upravljalcem planinskih koč izdane ureditvene odločbe, ki pa so jih delno rešili glede na njihovo ekonomsko in strokovno sposobnost. Dejstvo je, da sanacija PP poteka počasi. Največkrat je problem ekonomski, saj imajo planinska društva kot lastniki in upravjalci koč omejene plačilne sposobnosti. Upravičeno je torej pričakovanje državne ali evropske pomoči v okviru razpisovanja natečajev za nepovratna sredstva, dodeljena za sanacije občutljivih in zavarovanih območij. Pomembno pa je tudi sodelovanje stroke pri pripravi projektov, saj lahko v nasprotnem primeru prevladajo zasebni interesi posameznikov, ali pa predvidena sanacija ne rešuje problema v celoti.

Količina odpadnih vod, nastalih v PP, je odvisna od ponujenega udobja in zagotovljene oskrbe z vodo. Največ odpadne vode prihaja iz kuhinjskih odtokov, stranišč in pralnic. Onesnaženje pa predstavljajo tudi kemično gnojenje travnikov in polj, izlivi naftnih derivatov, živinoreja in sirno-pridelovalni obrati, kemična obdelava snežne podlage smučišč, soljenje cest itd. Poleg planinskih postojank in stalnih prebivališč so v TNP veliki onesnaževalci vod tudi manjši turistični objekti, počitniški objekti in planšarije. Ker je večina teh objektov v zasebni lasti je evidentiranje, nadzor in sankcioniranje oteženo.

6.1.1 Onesnaževalci

Največji vir odpadnih vod v PP so še vedno pralni stroji. Ti za delovanje porabijo veliko vode, ki je na obravnavanem območju omejen vir, prav tako pa za čiščenje uporabljajo praške in detergente, ki predstavljajo nevarnost za onesnaženje bližnjih dol vodnih izvirov in vodotokov. Problema pranja v gorah se lahko lotimo na več načinov. Najpogosteje se posteljino in perilo prevaža v dolino in vračuna stroške v bivanje, uveljavlja pa se tudi posebna lahka posteljina, ki jo imajo obiskovalci med lastno opremo ali jo kupijo v postojankah, najelegantnejša pa je uporaba spalnih vreč, saj so tople, udobne in zagotavljajo dolgo trajno uporabo.

Naslednji velik vir onesnaženja so sanitarije. V večini PP se še vedno uporabljajo sanitarije na splakovanje, odpadna voda pa se zbira v greznicah in na koncu spusti v okolje. Taka oblika čiščenja je zastarela, ne predstavlja zadostne oblike čiščenja odpadnih vod in predstavlja grožnjo za onesnaženje dol vodnih izvirov. Kot alternativa se uveljavljajo vakuumska stranišča, ki za delovanje potrebujejo minimalno količino vode, stranišča z ločenim zbiranjem urina (priloga 2), suha stranišča, ki ne

potrebujejo vode, le dobro obliko ventilacije, ter kemična stranišča, ki ne proizvajajo smrada, imajo pa omejeno kapaciteto, potreben pa je tudi transport celotnega sistema v dolino zaradi praznjenja in priprave na ponovno uporabo.

Zaradi širokega spektra ponudbe hrane in velike količine obiskovalcev pa odpadno vodo proizvajajo tudi kuhinje. Voda je potrebna tako za pripravo hrane kot tudi za čiščenje posode, kjer pa prav tako sodelujejo detergenti. Alternativno predstavljajo zmanjšanje ponudbe in uporaba kartonastih krožnikov, ki se jih po uporabi lahko zažge in služijo kot vir energije (*Erhatic, B., 2004*).

Za doseg ciljev zmanjševanja in čiščenja odpadnih voda so na voljo predlagane rešitve: obstoječe sanitarije zamenjati z vakuumski oz. suhimi, kar bistveno zmanjša količino odpadne vode; omejiti porabo vode z nameščanjem varčnih pip in inštalacijo števecv; prepoved pranja posteljnine in uporabe praškov; zmanjševanje ponudbe hrane in namestitev lovilcev olj za kuhinje; zmanjševanje naprav, ki za delovanje potrebujejo naftne derivate in povečevanje pridobivanja energije iz trajnostnih virov. Kljub vsemu pa je potrebno tudi osveščati obiskovalce gora, da se v gorah obnašajo odgovorno in racionalno ter da obisk v gorah pomeni notranjo rast, ki ni povezana z obremenjevanjem ali uničevanjem narave ter potrošniškim načinom življenja. V preglednicah 9 in 10 so opisane računске vrednosti količine nastalih odpadnih voda ter računski populacijski ekvivalent glede na obiskovalce in osebje.

Preglednica 9: Količina odpadne vode nastale v planinski postojanki na dan (*Baraga, I., 2002, povzeto po Bodner, Ehm, 1994*)

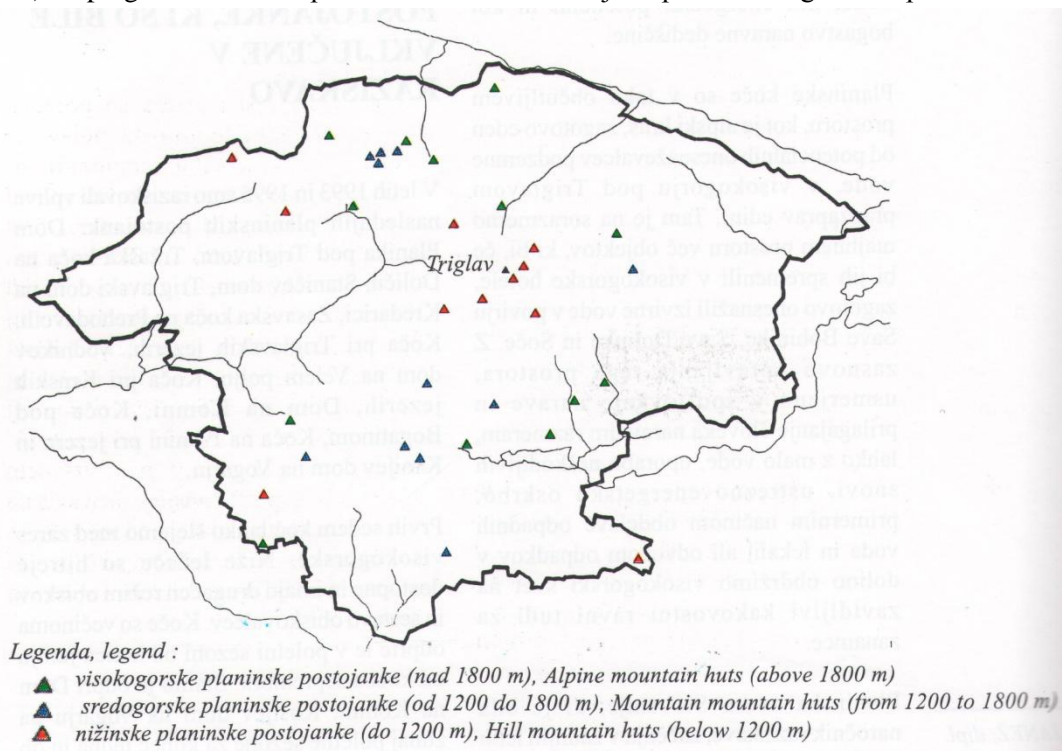
	Količina odpadne vode na dan (l/dan)
Osebje	50- 100
Ležišče	25- 60
Dnevni obiskovalec	5- 15

Preglednica 10: Računski populacijski ekvivalent (*Baraga, I., 2002, povzeto po Bodner, Ehm, 1994*)

	PE
1 dnevni gost	0,25
1 nočitev	1
1 član osebja	1

6.1.2 Planinske postojanke

V Sloveniji je planinskih koč oz. objektov za namen planinstva 158. Od tega ima v Triglavskem narodnem parku od 37 planinskih postojank, čistilnih naprav je zgrajenih le 9 (Koča pod Bogatinom, Dom na Komni, Koča pri Triglavskih jezerih, Planinska koča na Uskovnici, Aljažev in Šlajmarjev dom v Vratih, Poštarski dom na Vršiču, Dom Dr. Klementa Juga v Lepeni, in Koča na Planini Razor) (slika 26 in 27). Ostale postojanke pa imajo v večini urejene pretočne greznice ali ponikovalnice, le v manjšem številu pa nepretočne greznice na praznjenje. Posebno zaskrbljujoče pa je, da se ne rešuje problema na najbolj obiskanih in s tem za okolje najbolj obremenilnih PP, ki predstavljajo največjo grožnjo za onesnaženje vodnih virov (TNP, 2011). Preskrba PP z vodo je bila po zadnjem sistematičnem popisu stanja leta 2010 dokaj dobra. V večini primerov voda ni pitna, a bi to lahko dosegli z vgradnjo filtrov in dezinfekcijo. Tudi količinsko, vode ob sušnih obdobjih primanjkuje le v petih PP. Planinska zveza Slovenije je maja 2011 organizirala posvet o udobju planinskih koč, na katerem je bilo izpostavljeno stanje, želje, primer dobre prakse in smernice v prihodnje. Na podlagi skupnih ugotovitev okrogle mize je planinska zveza skupaj s planinskimi društvi pripravila spremembe, ki bodo koče približale potrebam obiskovalcev gora, oskrbo koč z energijo, preskrbe s pitno vodo in smernice za ponudbo hrane v kočah. V okviru ugotovitev bo Planinska zveza Slovenije v letu 2012 kočam glede na zastavljene kriterije podeljevala certifikat Okolju prijazna koča in Družinam prijazna koča. Med kriteriji za doseg certifikata so tudi: oskrba s pitno vodo, čiščenje odpadnih voda, nameščanje varčnih WC-kotličkov, ustrezen pretok skozi ventile, uporaba ekološko sprejemljivih pralnih in čistilnih sredstev, časovno omejeno splakovanje pisoarjev, mehanska pomagala za čiščenje odtokov, priporočljivi pa so tudi žetoni za tuširanje in suha stranišča (TNP, 2011). V preglednici 11 so opisani načini obravnavanja odpadnih vod glede na posamezno kočo.

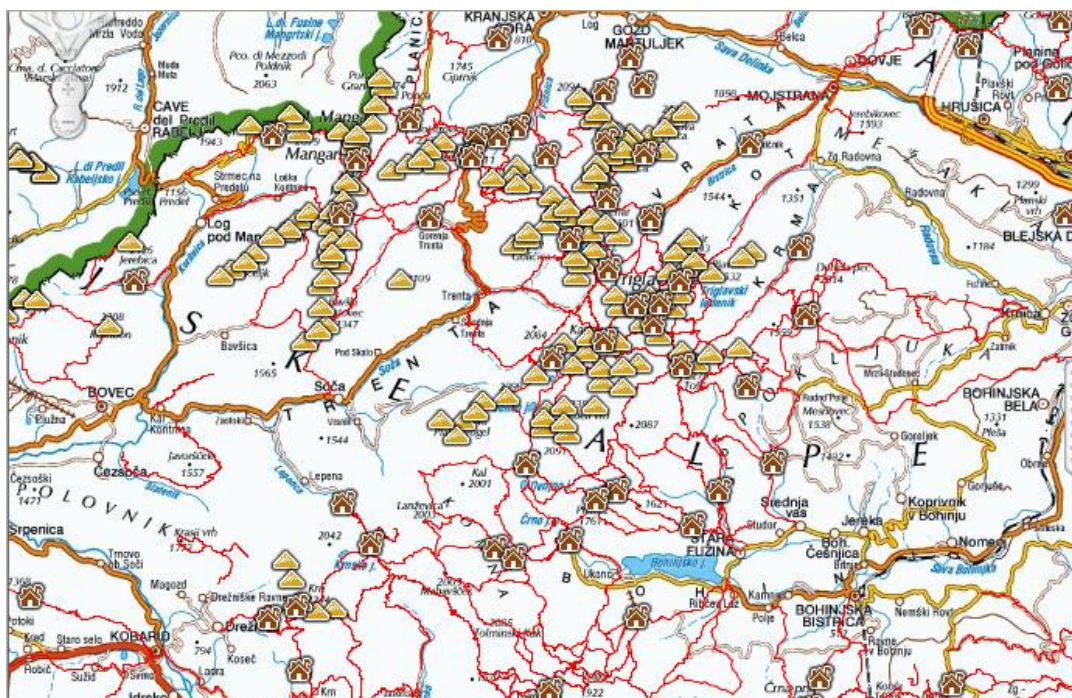


Slika 26: Lega planinskih postojank v TNP, glede na nadmorsko višino (Janež, J., Zbornik referatov, Bled, 1997)

Preglednica 11: Odvajanje odpadnih voda v planinskih postojankah (Vir: TNP, 2011).

Planinska postojanka	VRSTA STRANIŠČ	ČIŠČENJE SUHIH	DISPOZICIJA	VODNI VIRI V BLIŽINI	PRANJE POSTELJNINE
Koča pod Bogatinom	suha, izplakovanje	posujejo z zemljo	čistilna naprava	ni	ne
Dom na Komni	izplakovanje		čistilna naprava, odvoz odplak v dolino	Savica, Bohinjsko jezero	ne
Koča pri Triglavskih jezerih	izplakovanje		čistilna naprava	Dvojno jezero	da, občasno: posteljina osebja
Kosijev dom na Vogarju	izplakovanje		vodotesna G	ni, mogoče Bohinjsko jezero	ne
Koča na Planini pri jezeru	izplakovanje		vodotesna G, odvoz odplak v dolino	Jezero na Planini pri Jezeru	ne
Koča pri Savici	izplakovanje		vodotesna G	Savica	ne
Planinska koča na Vojah	izplakovanje		G s ponikanjem	Mostnica	ne
Planinska koča na Uskovnici	izplakovanje		čistilna naprava	Ribnica	da
Blejska koča na Lipanci	izplakovanje		vodotesna G, odvoz odplak v dolino	ni	ne
Vodnikov dom na Velem polju	izplakovanje		vodotesna G, G s ponikanjem	potok na Velem polju	ne
Dom Planika pod Triglavom	suha+poplakovanje	občasno dodajo apno	vodotesna G, G s ponikanjem	ni	ne
Triglavski dom na Kredarici	suha (kompostiranje), izplakovanje (osebje)	se razmeče	G s ponikanjem (triprekatna)	ni; mogoče Krma	ne; občasno - osebje
Tržaška koča na doliču	suha+poplakovanje	odvoz suhe snovi; ko ni gostov doda apno	ponikovalnica	ni	ne
Zasavska koča na Prehodavcih	navadna suha, izplakovanje (samo ponoči)	razmečejo	G s ponikanjem	Rjavo j., J. pod Vršcem	ne
Pogačnikov dom na Kriških podih	izplakovanje		G s ponikanjem	Srednje, Spodno Kriško jezero	ne
Aljažev dom v Vratih	izplakovanje		čistilna naprava - vrsta ?	Triglavska Bistrica	ne
Šlajmerjev dom v Vratih	izplakovanje		čistilna naprava - vrsta ?	Triglavska Bistrica	ne
Dom Valentina Staniča	suha, izplakovanje (čez noč)	apno, se razmeče	G s ponikanjem	ni; mogoče Kot	ne
Koča v Krnici	izplakovanje		G s ponikanjem	Velika Pišnica, Jasna	ne
Mihov dom na Vršiču	izplakovanje		G s ponikanjem	Jasna, Pišnica	ne
Koča na gozdu	izplakovanje		G s ponikanjem	Velika pišnica	ne
Erjavčeva koča na Vršiču	izplakovanje		vodotesna G		ne

Tičarjev dom na Vršiču	izplakovanje		G s ponikanjem	ni	ne
Poštarski dom na Vršiču	izplakovanje		Čistilna naprava - vrsta: biološka-kompostiranje	ni	ne
Dom v Tamarju	izplakovanje		G s ponikanjem	Sava, Zelenci	ne
Kovinarska koča v Krmi	suha (kompostiranje), izplakovanje	se razmeče	G s ponikanjem	Krmarca, Radovna	ne
Koča na Mangrtskem sedlu	izplakovanje		G s ponikanjem (triprekatna)	ni	ne
Koča pri izviru Soče	izplakovanje		vodotesna G	Soča	ne
Zavetišče pod Špičkom	suha	apno	G s ponikanjem	Soča	ne
Dom dr. Klementa Juga v Llepeni	izplakovanje		čistilna naprava	ni	ne
Planinska koča pri Krnskih jezerih	izplakovanje		G s ponikanjem	Dupeljsko jezero	ne
Gomiščkovo zavetišče na Krnu	suha+poplakovanje	praznjenje	G s ponikanjem		ne
Koča na planini Razor	izplakovanje		čistilna naprava		ne
Dom Zorka Jelinčiča na Črni prsti	izplakovanje		G s ponikanjem		ne
Planinsko učno središče	izplakovanje		vodotesna G		ne
Koča Merjasec na voglu	izplakovanje		G s ponikanjem	ni	ne
Zavetišče na planini Viševnik	suha	apno, žaganje	ponikovalnica	ni	ne



Slika 27: Prikaz vseh planinskih objektov v Triglavskem narodnem parku

(http://www.hribi.net/zemljevid_poti.asp?id=340)

7 OBDELAVA ODPADNIH VODA VISOKOGORSKIH POSTOJANK

7.1 Sanbox

7.1.1 Opis

Projekt Sanbox se odvija v okvirju projektov 7. razvojnega programa Evropske Unije, v katerega je vključenih 6 mednarodnih raziskovalnih kateder v 6-ih evropskih državah. Projekt se je začel v aprilu 2009, raziskave pa še vedno potekajo. Ideja projekta je ustvariti sanitarno enoto za odmaknjene turistične postojanke s širokim spektrom uporabnosti. Cilj je visoka zmogljivost čiščenja oz. nični izpust, čiščenje pa poteka v postopkih separacije, odstranjevanja hranil, kompostiranja in uparjanja.

Delovanje čiščenja sistema preizkušajo v treh različnih klimatskih področjih, med katerimi so Gorska koča Britannia v Švici, počitniška in turistična hiša v Skandinaviji in sanitarna enota pri vstopu v park Sečoveljske soline v Sloveniji. Pri postavitvi, monitoringu in delovanju sodeluje mednarodna ekipa strokovnjakov, svoj delež pa je prispevala tudi naša fakulteta (www.sandbox.info, www3.fgg.uni-lj.si/raziskovalna-dejavnost).

7.1.2 Delovanje

Sanitarna enota Sanbox pri vhodu v park Sečoveljske soline je bila zgrajena za namen testiranja in uporabe takega sistema čiščenja (slika 28, priloga 1). Enota je preprosta lesena stavba postavljena na betonskem temelju. Pod njo je prostor, v katerem sta dva tanka za sivo vodo in uparjalnik, na strehi so nameščeni sončni kolektorji, pred objektom pa je postavljena rastlinska čistilna naprava. Zaradi testnega obratovanja in dostopa je enota priključena tudi na komunalno omrežje in električni vod. Zaradi ideje čim manjše obremenitve okolja in čim boljšega učinka čiščenja so v enoto nameščeni *Jets*[®] vakuumski WC-ji, ki porabijo le 0,8 l na izplakovanje. Cilj pa je tudi, da se za izplakovanje uporablja siva voda iz umivalnikov. Tako se poraba vode zmanjša na minimum, ostala siva voda iz umivalnikov pa se odvede na rastlinsko čistilno napravo. Črna voda iz WC-jev se filtrira skozi dva filtra s šoto in naknadno skozi filter z glinoporom. Kompaktne vsebine iz teh filtrov se potem kompostirajo v kompostniku z regulirano atmosfero. Tekoči del črne vode se shrani v rezervoarje pod objektom, kjer se jih s pomočjo sončnih kolektorjev segreje na 60 °C in nato skozi evaporator izpari, preostanek pa se kompostira. V primeru, ko ni zagotovljene dovolj sončne energije za postopek, se delno prečiščeno črno vodo odvodi v kanalizacijo. Če bi sistem deloval optimalno, bi v okolje spuščali le sivo vodo iz umivalnikov. Kompost pridobljen iz črne vode pa bi lahko koristno uporabili na kmetijskih površinah.

Z vidika onesnaževanja okolja je sistem ob optimalnem delovanju zelo dobrodošel. Z vidika trajnostnega razvoja in porabe energije pa kar precej potraten. Potrebuje veliko električne energije za delovanje potopnih črpalk, evaporatorja in krmilnega sistema, v procesu čiščenja pa sodeluje občutljiva tehnologija, ki potrebuje stalni nadzor izkušenega upravljalca. Kljub vsemu bi ga priporočal na močno obremenjenih zaščitnih območjih in v bližini vodnih virov, kjer je lahko zagotovljen stalen nadzor in priključitev na električno omrežje.



Slika 28: Shematski prikaz delovanja čistilnega sistema Sanbox

7.2 Suha stranišča

7.2.1 Opis

Suha stranišča so stranišča, ki za delovanje ne potrebujejo splakovanja ali dodajanja kemikalij in temeljijo na aerobnih procesih razgrajevanja. Suha stranišča se ponovno pojavljajo v vse večjem obsegu in v različnih oblikah izvedbe. V severni Evropi se najpogosteje uporabljajo suha stranišča, kjer se iztrebki zbirajo v kompostnih vrečah in odlagajo na deponije ali lastne kompostnike (slika 29). V revnih državah v razvoju se uporabljajo kompostna stranišča, kjer se v zemljo izkopljejo jame in nad njih postavijo premične sanitarne enote, ko pa je jama zapolnjena se prekrije z zemljo in nad njo posadi drevo ali pa se kompost uporablja za dognojevanje kmetijskih površin. Poznamo pa tudi tehnološko dovršene oblike suhih stranišč, kjer se s pomočjo sončnih kolektorjev kompostni prostor ogreva in s tem pospešuje procese anaerobne presnove (slika 30). Suha stranišča pa lahko delim tudi na navadna in stranišča, ki ločeno odvajajo urin (*Morgan, P., 2007*).

V vseh oblikah stranišč se po potrebi v kompostni prostor dodaja pokrivni material, ki skrbi za dehidracijo, absorpcijo neprijetnega vonja, preprečevanje naseljevanja muh in pospešitev procesov gnitja. Prevladno pa mora biti zagotovljena ustrezna ventilacija sanitarnih prostorov.

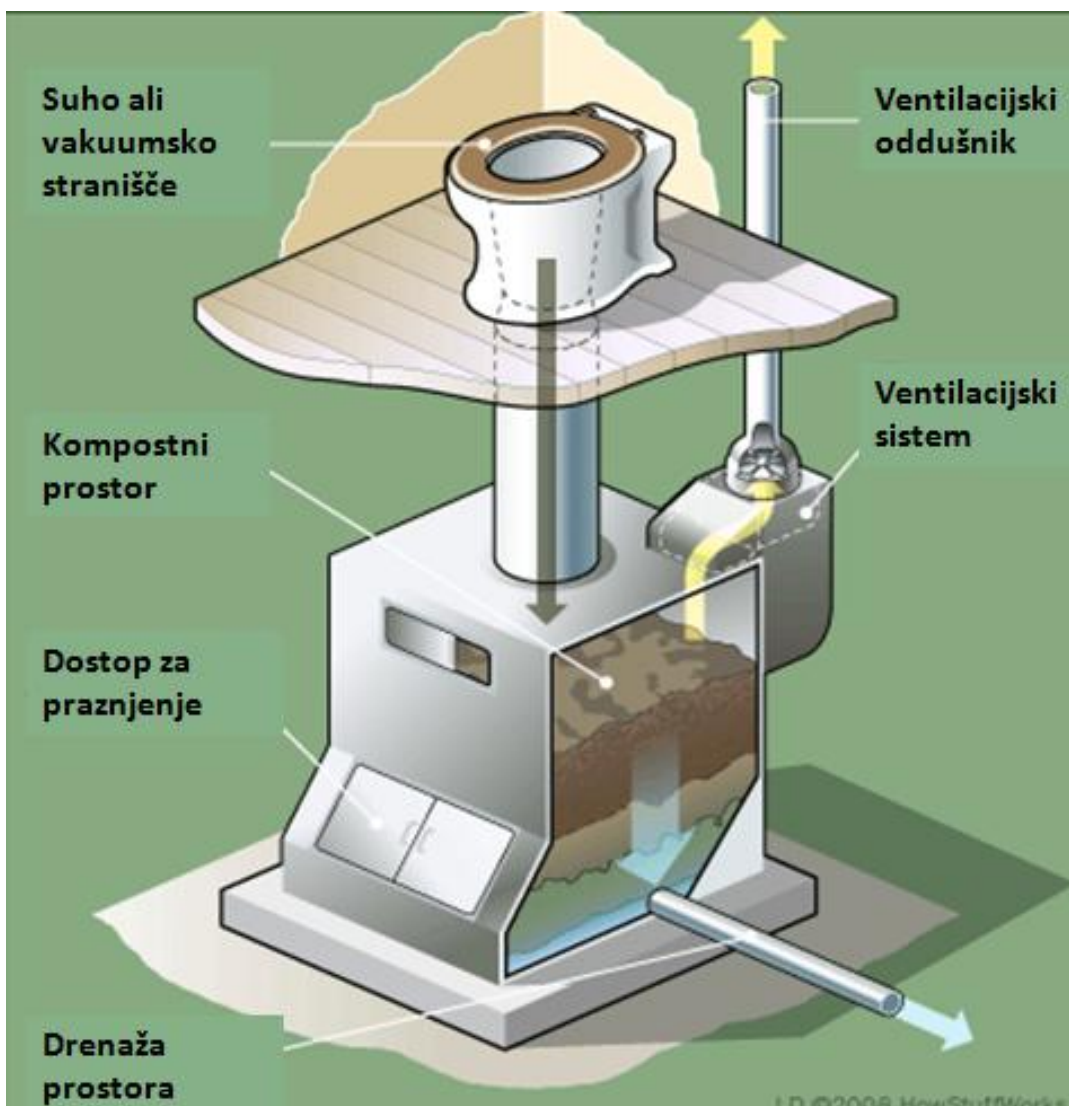
7.2.2 Delovanje

Oblika stranišč, ki predstavlja najboljše učinke čiščenja, so suha stranišča z ločenim odvajanjem urina. Na ta način vsebuje blato manjšo vsebnost vlage in je optimalnejše za razvoj anaerobnih bakterij, ki izvajajo procese gnitja. Za dodatno dehidracijo, preprečevanje neprijetnega vonja ter preprečevanje naseljevanja višjih življenjskih združb (mrčesa, glodalcev ...) je potrebno zagotoviti prisilno ventilacijo kompostnega prostora, kar lahko zagotovimo z ventilatorjem v oddušniku ali postavimo sanitarne enote na mesto, kjer bo zagotovljen naravni vlek (podobno kot za dimnike). Prav tako pa po vsaki »veliki potrebi« v kompostni prostor vsujemo nekaj pokrivnega materiala. Za pokrivni material se lahko uporablja: lesno žaganje, lesni pepel, šota, suho listje, na tržišču pa so prisotne tudi oblike aktivne zemlje, ki blatu zagotavljajo koristne bakterijske združbe za dehidracijo in hitrejše gnitje. Za boljši in hitrejši učinek kompostiranja se lahko kompostni prostor ogreva preko sončnih kolektorjev, kar lahko procese pospeši do 70 % (en.wikipedia.org/wiki). Po končanem procesu kompostiranja ima lahko blato le še do 10 % svoje prvotne teže in je varen za deponiranje v naravo, uporabo za gnojenje ali transport na primernejšo lokacijo odlaganja. Urin, ki se zbira ločeno, pa je prav tako potrebno dodatno obdelati, predno se izpusti v okolje, tako da se ga prečisti skozi rastlinsko čistilno napravo ali izsuši in uporabi za gnojilo (*Erhatic, B., 2007*).



Slika 29: Primer suhega stranišča s fizičnim odstranjevanjem

(<http://separett.ekorim.si/archives/412?gclid=COCPgMaI4awCFQUhtAodlw31ow>)



Slika 30: Primer suhega stranišča z zračenjem in kompostiranjem

(<http://greenresistance.wordpress.com/2010/11/05/the-composting-toilet/>)

7.3 Vrečasti filtri

7.3.1 Opis

Vrečasti filtri se uporabljajo za namen ločevanja fekalij in gostejših odpadkov iz odpadne vode. Ponavadi so nameščeni pod sanitarnim objektom tako, da voda iz WC-školjk najprej priteče na njih. Priporočena je uporaba vakuumskih školjk, školjk, ki za izplakovanje uporabljajo odpadno vodo iz kuhinje, in školjk, ki za izplakovanje uporabljajo dvignjene vodne kotličke z manjšim volumnom. Vrečasti filtri pa so lahko nameščeni tudi na suha stranišča. Filtri imajo kapacitete do 50 l in so namenjeni zgoščevanju, zbiranju in deponiranju. Lahko so narejeni iz naravnih materialov, ki tekom kompostiranja razpade (slika 31).

7.3.2 Delovanje

Odpadna voda, ki priteče na filtre, se prefiltrira skozi pore filtra tako, da na njem ostanejo samo neraztopljene snovi. Ta vsebina se skozi proces polnitve filtra odceja in deloma razkraja. Ko je filter poln, se ga ročno odvzame iz sistema in nato glede na naknadno obdelavo oskrbi. Lahko se ga odloži v neprepustno posodo in se s pomočjo helikopterja, žičnice ali vozila prepelje v dolino v naknadno obdelavo, lahko pa blato naknadno kompostiramo ali sušimo na kraju samem. To še dodatno zmanjša volumen in lahko dokončno kompostira odpadne snovi znotraj filtra. V ta namen se lahko uporabi več načinov kompostiranja in sušenja blata.

Poznamo:

- **Sušilne grede;** so pokriti objekti, v katere nanašamo blato, ki se s pomočjo drenaže odcedi, del vode pa se odstrani z izhlapevanjem. Poskrbeti moramo za dobro prezračevanje in osončeno lokacijo.
- **Solarne sušilnike;** so zaprti objekti, katere napolnimo z blatom, ki se prav tako odceja na dnu, po površini pa kroži solarno segreti topli zrak s pomočjo ventilatorja in dodatno izsušuje blato.
- **Kompostniki;** so objekti, kamor deponiramo blato, ki se s pomočjo naravnih procesov humunizira in tako zmanjša volumen in težo. Kompostnike lahko nadgradimo za hitrejše doseganje komposta. Take oblike so solarni kompostniki ali kaskadni kompostniki.

Zmanjšan volumen blata lahko dosežemo s sušenjem ali s kompostiranjem. Optimalnejša oblika je kompostiranje, saj lahko, če tega izrecno ne prepoveduje zakonodaja, kompost deponiramo v bližini koč in se tako izognemo dragemu transportu v dolino.

Pri sistemu čiščenja z vrečastimi filtri moramo poleg neraztopljenih snovi, ki ostanejo v filtru, poskrbeti še za raztopljene snovi v odpadni vodi, ki se skozi filter ne prečisti, ampak še vedno vsebuje veliko hranil. To vodo pa lahko uspešno prečistimo skozi rastlinske čistilne naprave, evaporatorje ali druge oblike malih čistilnih naprav.

Z uporabo brezšivnih polipropenskih tkaninskih filtrov lahko v sistemih za domačo uporabo dosežemo precej dobre učinke čiščenja. Čiščenje suspendiranih snovi do 93.5 %; kemijsko potrebo po kisiku do 91,6 %; 66 % celotnega dušika in 23 % celotnega fosforja (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12578185>).



Slika 31: Prikaz vrečastega filtra (http://www.prp.cses.vt.edu/Alt_Septic/Alt_Fabric_Filter.html)

7.4 Mobilne kompaktne WC-kabine

7.4.1 Opis

Na slovenskem trgu je že od leta 1990 prisotno podjetje Vigrad d. o. o, ki ponuja izposojlo mobilnih kompaktnih kabin. Kabine so primerne za mesta, kjer priklop na komunalno omrežje ni mogoč ali ekonomsko nesprejemljiv. Največkrat se uporabljajo za sezonske obrate, gradbišča in prireditve. WC-kabine so higienične. Ne predstavljajo grožnje okolju, ker imajo vgrajen greznični rezervoar, tako da na mestu uporabe ne nastaja onesnaženje. Prevoz, namestitev in praznjenje zagotovi podjetje, tako da naročnik nima nobenih obveznosti z delovanjem enote. Potrebna je le predhodna rezervacija in najem ter obveščanje, ko je rezervoar poln (slika 32 in 33).

Čiščenje odpadne vode poteka v podjetju samem, saj ima čistilno napravo, kjer se odpadne vode prečistijo. Enote ne potrebujejo nikakršnih komunalnih priključkov, v grezničnem rezervoarju pa je greznična tekočina, ki preprečuje razvoj bakterij in širjenje neprijetnega vonja. Na trgu pa obstajajo tudi izvedbe enot, ki imajo večjo kapaciteto grezničnega prostora in možnost prevoza s helikopterjem. Uporaba takih enot je problematična zaradi visokih obratovalnih stroškov in težavnega transporta. Vsekakor pa so najčistejša oblika sanitarnih enot, saj na mestu uporabe ne povzročajo onesnaženja.



Slika 32: Primer mobilne, kompaktne sanitarne enote

(http://www.dixi.si/index.php?page=najem_wc_kabin&sub=Osnovni%20tip%20kabine%20za%20prireditve&lang=si)



Slika 33: Primer uporabe mobilne kompaktne sanitarne enote

(<http://www.dixi.si/files/KATALOG%20VIGRAD.pdf>)

7.5 Odvoz fekalnih odpadkov

V primerih, ko je območje zelo občutljivo na vsakršno obremenjevanje s strani človeka, je možna ureditev transporta fekalij in kuhinjskih odpadkov v dolino, kjer je zagotovljeno ustrezno čiščenje in deponiranje. Taka oblika ravnanja z odpadki je največkrat zelo draga in energetska potratna, je pa smiselna v primerih, ko je naravno okolje zelo ogroženo. Poznamo več oblik transporta odpadkov (slika 34 in 35). Delujoče oblike obstajajo kot kanalizacijski vodi, transport z žičnico, transport s helikopterjem, kjer pa je urejen dostop so največkrat uporabljena kombinirana komunalna vozila. Kakorkoli že, je najcenejša in energetska najvarčnejša oblika odvoza komunalnih odpadkov s kombiniranim komunalnim vozilom ter odvoz na centralno čistilno napravo v dolini, seveda kadar je omogočen dostop. Kanalizacijski in vodovodni sistemi do planinskih postojank so ponavadi zelo dolgi in imajo zelo veliko višinsko razliko. Sistemi lahko delujejo tlačno ali na izpiranje. Za tlačne sisteme je potrebna zelo velika energija, za sisteme na izpiranje pa velik vodni potencial na planinski postojanki. Za transport fekalnih odpadkov s tovorno žičnico ali prevoz s helikopterjem so največkrat razviti sistemi z zbiranjem v zbiralni posodi pod školjkami, neprepustna zatesnitev, transport posode do vzletnega ali vstopnega mesta, transport v dolino, njihovo praznjenje in nato transport nazaj na postojanko. Tako obliko reševanja problema fekalnih odpadkov sta izdelala Primož Škufca in Andrej Rekar z elaboratom Metoda odvoza fekalnih odpadkov (MOFO) (Rekar, 2000).



Slika 34: Vozilo za odvoz fekalij (<http://komunalne-storitve.mestna-izlozba.com/novovozilo>)



Po 0,57 evra za kilogram prepeljanega blaga

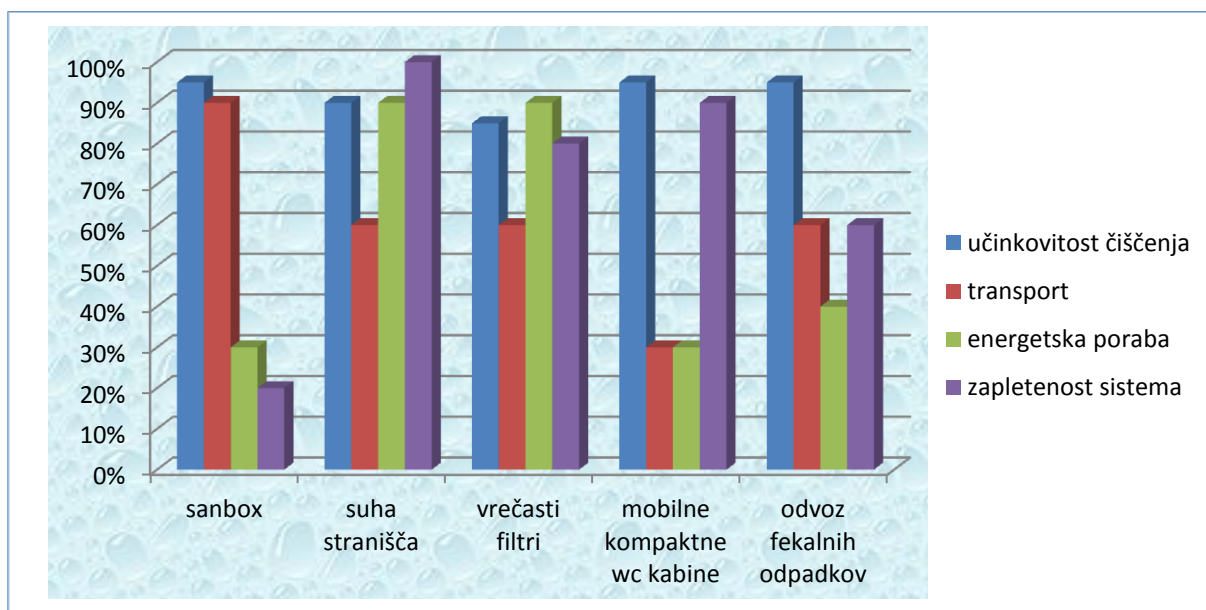
Slika 35: Helikoptersko oskrbovanje ([vir: http://www.gore-ljudje.net/novosti/3726/](http://www.gore-ljudje.net/novosti/3726/))

7.6 Medsebojna primerjava

Čiščenje odpadnih vod na planinskih postojankah se zelo razlikuje od čiščenja odpadnih vod v dolini. Razlike so v podnebnju, naravnih pogojih, obratovalnem času, prisotnosti energije ... Delovanje kompaktnih čistilnih naprav v ekstremnih pogojih ni primerljivo z delovanjem v dolini. Problematični so materiali, saj vgradnja KČN v visokogorju ne mora garantirati vgradnjo pod mejo zmrzovanja, kar za posledico privede do poškodb in izlivov. Delovanje bioloških združb je odvisno od danih pogojev, ki so v visokogorju omejeni in močno variirajo. Prav tako je problem mrtve sezone in ponovnega zagona delovanje ČN po večmesečni prekinitvi. Najpomembnejši dejavnik na delovanje KČN v visokogorju pa je električna energija. Vse to vpliva na delovanje in učinkovitost čiščenja predfabriciranih kompaktnih čistilnih naprav, namenjenih za delovanje v normalnih pogojih.

Za čiščenje odpadnih vod v visokogorju so primernejše oblike čiščenja opisane v tem poglavju. Njihovo delovanje je prilagojeno ekstremnim razmeram in imajo možnost transporta predelanih odpadnih snovi v dolino, kjer se lahko do konca razgradijo ali pa odlagajo v naravo. Poleg ekstremnih razmer v visokogorju moramo upoštevati tudi, da je območje zelo občutljivo na vsak človeški vpliv. Tako z vidika vodarstva kot z ekološkega vidika. Naša naloga je poskrbeti za red in čistočo in čim manjši vpliv v naravno okolje, v katerega se zatekamo po sprostitev in iskanje notranjega miru.

V tabeli je prikazana medsebojna primerjava zgoraj opisanih sistemov za obdelavo odpadnih vod pri planinskih postojankah. Vsaka od oblik ima svoje prednosti in slabosti, preko katerih se lahko odločimo za čim optimalnejši izbor naprave za določen problem.



Graf 3: medsebojna primerjava različnih oblik čiščenja

Glede na predstavljene parametre sem izdelal obliko čiščenja odpadnih vod pri planinskih postojankah, ki je po moji oceni in raziskovanju, optimalna. Tako za doseganje visoke učinkovitosti čiščenja, energetske samozadostnosti kot tudi enostavnosti uporabe in postavitve sistema v okviru trajnostnega razvoja.

8 PREDLAGANE REŠITVE

8.1 Predlagana oblika suhega stranišča

Suha stranišča so glede na energijo potrebno za postavitev in vzdrževanje primernejša od ostalih oblik čiščenja odpadnih vod pri planinskih postojankah. Primerna so tudi za okolje, občutljivo na vnos hranil, saj so sistemi zaprti, volumen odpadkov pa je po končanem procesu lahko tudi do 90 % manjši in se lahko transportira v dolino.

Predlagana oblika suhega stranišča je po mojih ugotovitvah edinstvena. Je energetska samozadostna, predstavlja zaprt sistem obdelave odpadnih snovi in ne predstavlja tveganja v okolju. Predlagam tudi, da se na vseh območjih, ki niso prispevne površine vodnih zajetij, ali območjih, ki niso občutljiva za evtrofikacijo, predelane odpadne snovi definira kot nenevaren odpadek in deponira v bližini suhega stranišča. S tem zemljo v gorah obogatimo s humusom, lahko posadimo sadne rastline (v tujini uspešno gojenje jabolk nad 1000 m nadmorske višine), izognemo pa se tudi dragemu, motečemu in energetsko potratnemu prevozu v dolino. Predelane odpadne vode, kjer evidentirano ni uporabljenih detergentov, praškov ali drugih nevarnih snovi bi se morale kategorizirati kot nenevaren odpadek, primeren za deponiranje v naravo. Vendar in samo, če s tem ne ogrozimo vodnih virov in naravnega okolja.

Predlagano suho stranišče je samostojen objekt, v katerem sta dve straniščni školjki z ločenim zbiranjem urina in blata. Blato se deponira v ogrevano in ozračeno podzemno komoro, kjer se humunizira, urin pa se zbira v zbiralniku in nato prečisti preko rastlinske čistilne naprave. Če je objekt postavljen na nadmorski višini, kjer rastlinska čistilna naprava ne dosega zelenega čiščenja, se lahko namesto nje postavi uparjalnik, kjer se urin kristalizira (slika 36 in 37).

Posebnost predlagane oblike suhega stranišča je njegov sistem energetskega delovanja. Streho in južno stran objekta prekrivajo sončni kolektorji za zbiranje toplote in sončni paneli za pridobivanje električne energije. Ta sistem se v gradbeništvu uporablja za pasivno gradnjo, imenuje pa se *ISOMAX*[®] (priloga 3). Sistem s pomočjo sončnih kolektorjev sprejema sončno energijo kot toploto in jo shranjuje v podzemnem rezervoarju toplote. Od tam po potrebi ogreva podzemni gniliščni objekt s pomočjo toplotne pregrade, ki jo predstavlja mreža toplovodnih cevi pod izolacijo objekta. Celoten proces ogrevanja poteka z minimalno potrebno energijo za toplovodne črpalke, ki skrbijo za konstantno temperaturo v gniliščnem prostoru, ventilatorjem za ozračevanje prostora ter minimalno potrebno energijo za delovanje termostatskih tipal in krmilnega sistema. Sistem bi deloval samostojno, preko mobilnega signala pa bi bil lahko povezan s kontrolnim prostorom v dolini, na ta način bi javljal delovanje sistema in morebitne ekstremne dogodke. Sistem *ISOMAX*[®] bi lahko kombinirali s sistemi talnih gretij, ki bi ob pomanjkanju sončne energije zagotavljali optimalne pogoje. Celotni gniliščni prostor pa bi seveda morali toplotno in neprepustno izolirati. Dno prostora dimenzionirati z nagibom proti odprtini, kar bi omogočilo lažje praznjenje in porazdeljevanje vsebine po prostoru. Prezračevanje bi uredil z ventilatorjem na vrhu oddušnika, ki bi preko WC-školjke kot edine možne zračne poti v WC-prostoru ustvarjal podtlak in s tem ozračeval gniliščni prostor. V oddušnik pod ventilator pa bi namestil preprost, a učinkovit smradni filter, polnjen z žaganjem in ogljem. Celoten sistem bi opremil s temperaturnimi tipali in krmilnim sistemom za optimalnejše delovanje.

Na ta način v gnilišču zagotovimo optimalne pogoje za dokončni razkroj in humunifikacijo blata s pomočjo aerobnih bakterij. Na ta način se blatu konkretno zmanjša volumen in teža in se ga po možnosti deponira v okolici objekta ali pa prepelje v dolino. Urin se delno stabilizira že po določenem

času v zadrževalniku, nato pa se skozi rastlinsko čistilno napravo prečisti. Izток iz rastlinske čistilne naprave napravimo s ponikanjem v bližino večjih porabnikov hranil (drevesa, grmičevje), s tem se izognemo večjemu ponikanju hranil in možnosti kontaminacije nižje ležečih vodnih izvirov. Hranilnik toplote bi lahko vgradil pod rastlinsko čistilno napravo, ji s tem zagotovil boljše pogoje za delovanje mikroorganizmov pozimi in zmanjšal stroške pri vgradnji sistema. S požeto biomaso pa bi v jeseni prekril grede in jih s tem dodatno izoliral pred temperaturnimi nihanji.

Tak sistem suhega stranišča se lahko uporabi tudi ob planinskih postojankah v obliki prizidka. Če pa so v sistem priključene še kuhinjske odpadne vode in odpadne vode iz prh, bi bilo potrebno zagotoviti ločeno zbiranje trdih odpadkov iz kuhinje in njihovo odlaganje v gnilišče. Zbiralnik urina pa bi bilo potrebno ponovno dimenzionirati na odpadno vodo, mu dodati lovilec olj, prav tako pa bi bilo potrebno povečati tudi rastlinsko čistilno napravo.

Navodila za uporabo te oblike suhega stranišča bi bila napisna na vratih objekta na notranji strani. Prav tako bi ta prostor namenil propagandnim oglasom z namenom osveščanja obiskovalcev o ekologiji in aktualnih problemih.

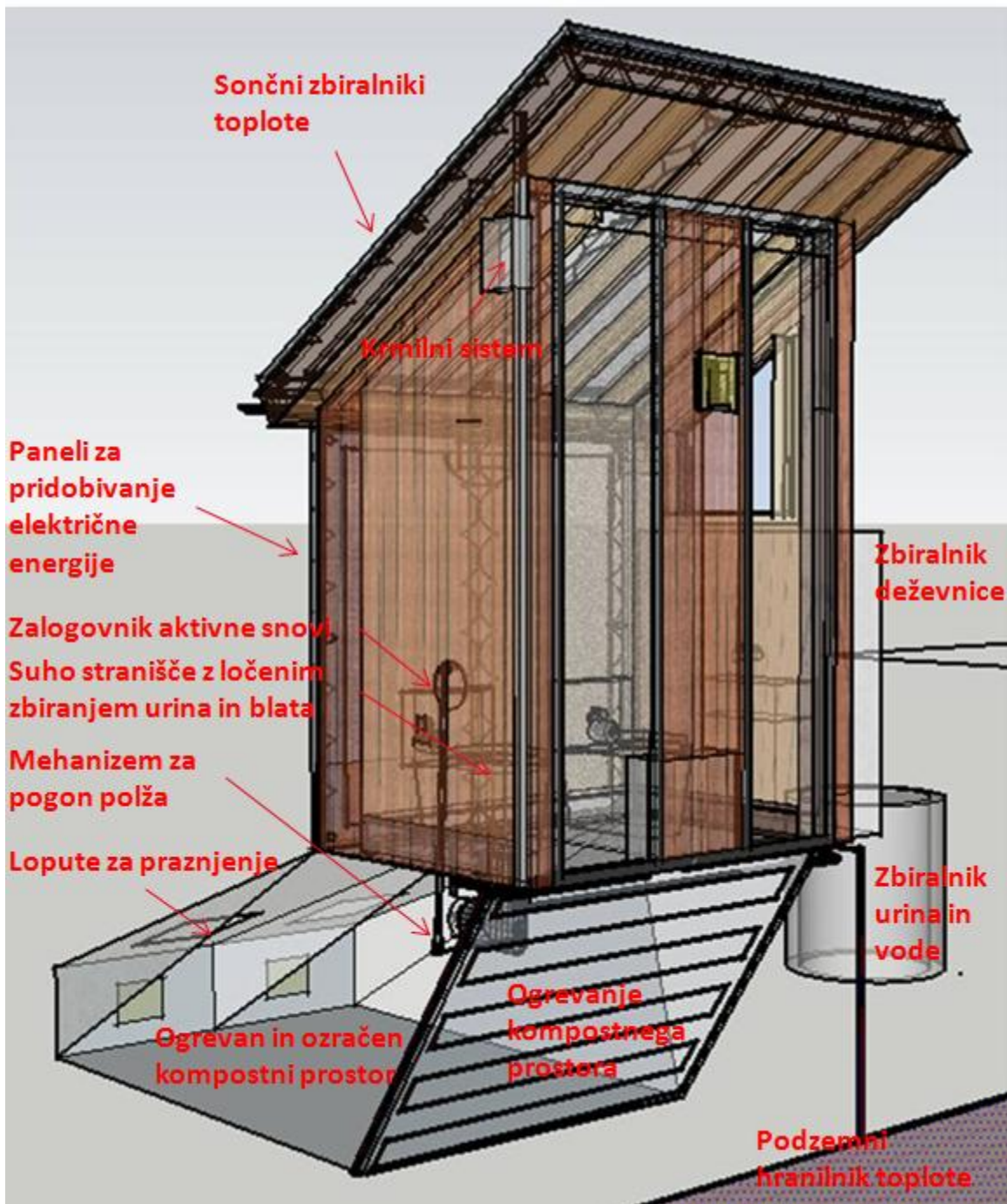
Navodila:

- Tudi za opravljanje »male potrebe« sedemo na WC-školjko.
- Po opravljeni »veliki potrebi« v školjko stresemo merico aktivne zemlje in zavrtimo pogonski sistem.
- V WC-školjko ne mečemo anorganskih odpadkov, težko razgradljivih organskih odpadkov, tekstilnih robčkov in ne zlivamo tekočin.
- Skrbimo za red in čistočo.

Taka oblika suhega stranišča predstavlja stabilizacijo črnih vod in alternativno rešitev dragim oblikam transporta in obdelave vod v dolini.



Slika 36: Predlagana oblika suhega stranišča s kompostiranjem in rastlinsko čistilno napravo



Slika 37: Detajl s prikazom delovanja shranjevanja toplote v zemeljski kolektor, ogrevanja gnilišča ter mehanizma za prenos blata v gnilišče in smradna zapora

8.2 Predlagana rešitev za čiščenje odpadnih voda pri disperzni poselitvi

Vse predhodno navedene oblike čiščenja odpadnih vod pri disperzni poselitvi imajo svoje prednosti in slabosti. Greznice, dvoetažni usedalnik, lagune, ponikovalni vodi, talni filtri in ponikovalnice ni mogoče certificirati, zato niso primerne za zaščiteni območja ali prispevna vodna območja. Za vsa ostala območja pa predstavljajo alternativne načine primarnega, delno sekundarnega in delno terciarnega čiščenja odpadnih vod in so vsekakor primernejša od direktnega izpusta v okolje ali v odvodnik. Vsekakor pa je si je treba prizadevati za čim bolj učinkovito čiščenje odpadnih vod in čim bolj smotrno ravnanje z odpadki, ki jih lahko po pravilnem pristopu koristno uporabimo.

Za čiščenje odpadnih voda na visokogorski kmetiji na nadmorski višini 1500 m, v Triglavskem narodnem parku, bi izbral sistem čiščenja z nadgrajeno greznico. Ta bi služila kot lovilec olj in primarni usedalnik, vpihovalni sistem in naknadni usedalnik, na ta način bi iz vode odstranil suspendirane ter delno organske snovi, rastlinsko čistilno napravo s podzemnim in nadzemnim vodnim tokom, ki bi odpadno vodo docela očistila organskih obremenitev in hranil, na koncu rastlinske čistilne naprave pa bi preko ponikovalnih vodov prečiščeno odpadno vodo vrnil v okolje. Po možnosti bi vodo ponikal pod kmetijske površine, njive ali pašnike in s tem zagotavljal optimalno vlažnost za rast rastlin (slika 38). Za potrebe kmetijske dejavnosti pa bi zgradil neprepustno gnojišče in gnojnično jamo za zbiranje odpadnih vod iz kmetijstva. Na ta način bi si zagotovil dovolj gnojil, ki bi bila po odležanem času primerne za gnojenje kmetijskih površin.

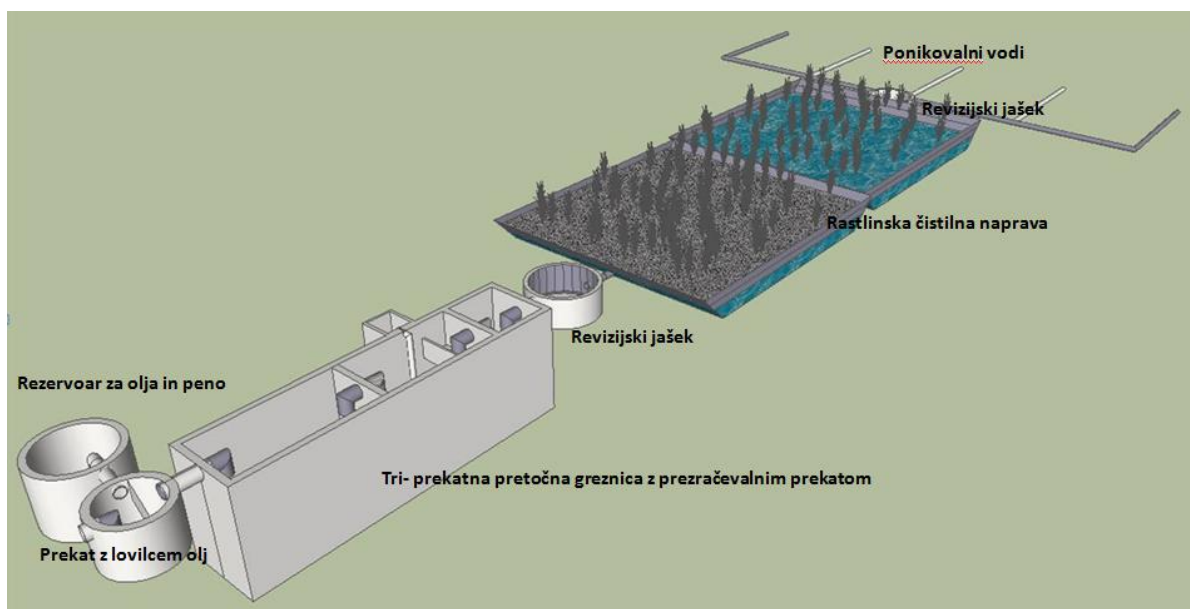
Greznica z nadgradnjo bi morala biti zgrajena nepropustno, volumensko zadovoljiva in vkopana dovolj globoko, da se zmanjša negativni učinek nihanja temperatur. V prvem prekatu greznice bi se vršilo usedanje suspendiranih snovi in lovljenje olj, ki bi preko lovilca odtekala v ločen jašek. V drugem prekatu greznice bi lahko za boljši učinek čiščenja in zmanjšanje površine rastlinske čistilne naprave, vgradili vpihovalnik kisika, ki bi pospešil razgradnjo organskih snovi in s tem zmanjšal obremenitev na iztoku. Vpihovalnik kisika se lahko preprosto vgradi v obliki kompresorja ali sistemov za areiranje, ki jih na trgu ponujajo nekateri proizvajalci malih čistilnih naprav. V tretjem prekatu greznice pa bi se vršilo naknadno usedanje razkrojenih organskih snovi in nekaterih preostalih suspendiranih snovi. Odtok iz greznice bi bil izveden preko revizijskega jaška, le-ta pa bi imel na rastlinsko čistilno napravo urejeno pulzno dovajanje odpadne vode. Vodo bi pulzno dodajal s pomočjo zapirajočega iztoka, ki bi se preko plovnega mehanizma odprl, ko bi bil revizijski jašek napolnjen. Zaradi pulznega dovajanja odpadne vode bi izboljšal delovanje rastlinske čistilne naprave, preprečil pa bi tudi prehitro mašenje polnilnega materiala (slika 39).

Prvo gredo rastlinske čistilne naprave bi postavil v obliki rastlinske čistilne naprave s horizontalnim podzemnim vodnim tokom, kjer bi mikroorganizmi v substratu poskrbeli za dokončno odstranitev organskih snovi, višje razvite rastline pa za navzemanjem hranil, zadnja greda pa bi predstavljala rastlinsko čistilno napravo z nadzemnim vodnim tokom, in sicer v obliki bajerja. Tu bi močvirske rastline odstranjevale hranila s pomočjo sončnih UV-žarkov pa bi se uničile bakterije in virusi. Seveda bi bilo potrebno vodno telo zavarovati z ograjo, da se na njem ne bi napajala živina. Za zaključek čistilnega sistema pa bi napravil ponikovalne vode, ki bi jih speljal pod kmetijska zemljišča. S tem bi zagotavljal optimalno vlažnost za boljšo rast rastlin. Obratovanje čistilnega sistema bi prilagodil terenu, s tem bi se izognil energetsko potratnim vodnim črpalkam, energijo bi potreboval le za morebitno vpihovanje kisika v greznico. Prav tako bi za substrat v gredah rastlinskih čistilnih naprav uporabil granulate peska iz okolice (prodni nanosi, kamnolomi) in jih preko separatorja presejal in uporabil samo primerne velikosti substrata. Za zasaditev rastlinskih čistilnih naprav pa bi prav tako uporabil avtohtone močvirske rastline, kot so ločje, rogoz in šaš.

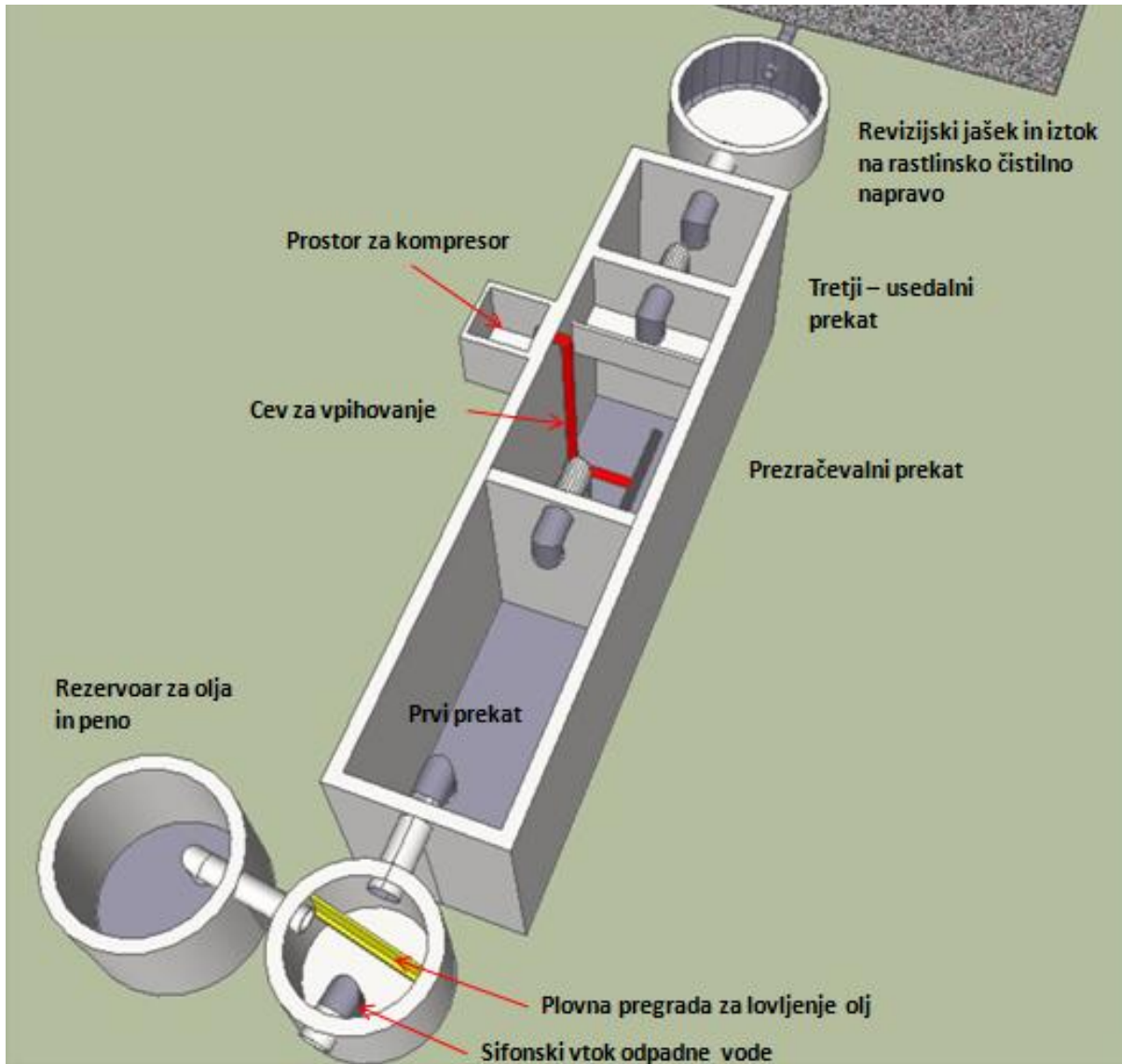
Taka oblika čiščenja je po mojem mnenju trajnostno in tudi z učinkom čiščenja najprimernejša za visokogorske kmetije, saj za obratovanje ne potrebuje veliko energije ali usposobljenega vzdrževalca, prečiščene odpadne snovi pa bi lahko brez škodnih učinkov koristno uporabili na kmetijskih površinah.

Za specifično kmetijo s 7 družinskimi člani, dvema apartmajema, namenjena kmečkemu turizmu s kapaciteto vsak po 5 postelj, bi sistem za obdelavo odpadne vode dimenzioniral na naslednji način. Družinske člane bi obravnaval kot stalne prebivalce, postelje v apartmajih pa bi zaradi neenakomerne zasedenosti delil z 0,5, da bi dobil potrebne PE za dimenzioniranje naprave. Napravo bi dimenzioniral na 12 PE. Prvi prekat greznice bi postavil velikosti 5 m^3 ter naslednja dva velikosti 3 m^3 in 2 m^3 . Vpihovanje kisika bi nastavljal po 10 s na vsakih 5 min. Na ta način bi se vsebina v drugem prekatu greznice premešala in navzela kisika ter predno bi se cikel vpihovanja ponovil, prečiščen del odpadne vode prelil v tretji prekat, kjer bi se vršilo dodatno usedanje pred prelivom na rastlinsko čistilno napravo. Greznica bi morala biti neprepustno zatesnjena ter dovolj vkopana, kar bi jo varovalo pred prevelikimi temperaturnimi spremembami. Nad vsakim prekatom pa bi morala biti revizijska odprtina za morebitne preglede in praznjenja. Rastlinsko čistilno napravo bi dimenzioniral na 36 m^2 in enakomerno razporedil med čistilni gredi. Ponikovalne vode pa bi dimenzioniral na 20 m/PE oziroma glede na sposobnost vpijanja zemljine.

Kmetija se pretežno ukvarja s pašnim živinorejstvom s 50 kravami. V ta namen bi zgradil neprepustno gnojišče z drenažnim zbiranjem gnojevke. Ker živali niso v hlevu skozi vse leto, bi gnojišče dimenzioniral po principu $2\text{ m}^2/\text{žival}$ ter 2 m^3 gnojnične prostornine na žival. Torej 100 m^2 gnojiščne plošče za gnoj ter 100 m^3 gnojnične jame za gnojnico. Površina bi morala zadostovati za obdobje čez zimo, saj se takrat kmetijskih zemljišč ne sme dognojevati, po odležanem času pa bi vsebini porabil na kmetijskih zemljiščih in evidentiral gnojenje.



Slika 38: Predlagana oblika čiščenja odpadnih voda pri visokogorski kmetiji



Slika 39: Detajl vtoka z lovilcem olj, greznice z vpihovalnim prekatom ter priključitvijo na rastlinsko čistilno napravo

9 SKLEPI

Dejstvo je, da Alpe vodno oskrbujejo 200.000 ljudi, zato se tudi imenujejo srce in pljuča Evrope. Velik delež Alp spada pod zaščiteno območje. Tudi pri nas Triglavski narodni park obsega skoraj celotno območje Julijskih Alp. Zaščitena območja so največkrat slabše ekonomsko razvita zaradi vseh omejitev in zapovedi, ki jih nalagajo pristojne službe. Prednost teh območij pa se kaže v neokrnjeni naravi, ki je še kako zanimiva za razvoj trajnostnega turizma. Za ohranjanje naravnih danosti in lepot pa je potrebno tudi poskrbeti za zmanjšanje vpliva človeka na okolje. Čiščenje odpadnih vod v visokogorju zahteva celosten in premišljen pristop, ker se kvarni učinki že nazorno vidijo v visokogorskih jezerih, drugih habitatih in vodnih zajetjih. Reševanje problema odpadnih vod bi morale pristojne službe opredeliti kot prednostnega.

Največji onesnaževalci voda v parku ostajajo stalni prebivalci z neurejenim komunalnim sistemom, kmetije z nekontroliranimi izpusti gnojevke ter masovni turizem. Za ureditev prvih dveh onesnaževalcev so na potezi občine s pripravljanjem projektne dokumentacije, slovenska vlada s pripravljanjem razpisov in prijavljanjem na evropske razvojne projekte ter javni mediji z osveščanjem prebivalstva. Slednji so morda še najpomembnejši, saj le če ljudje vedo, da povzročajo problem, ki jim v prihodnje škoduje, pa naj si bo z zmanjšanim obiskom turistov in s tem zmanjšanim dohodkom od turizma ali s kvaliteto vode, ki jo dobijo skozi javni ali zasebni vodovod, le takrat se začnejo zavedati problema in iskati rešitve. Javnost in turiste lahko osveščajo tudi turistična društva na svojih prireditvah, turistične agencije na svojih ponudbah in planinska društva. Slednja pa morajo kot lastniki in upravitelji gorskih koč in postojank skrbeti za red in čistočo v planinah. V okolici svojih koč pa tudi ob vseh svojih planinskih poteh. Prebivalci, ki živijo od turizma, se ne zavedajo, da morajo, če želijo tudi v prihodnje obdržati priliv turistov, za to tudi kaj narediti. Pa ne samo s povečevanjem ugodja turistom, pomembna je predvsem čista in neokrnjena narava, ki je bistvo njihovega obiska.

Tekom raziskovanja problematike sem prišel do ugotovitev, ki sem jih uporabil za zasnovo dveh objektov za čiščenje odpadnih vod na zaščitenem območju Triglavskega narodnega parka. Pri zasnovi sem upošteval naravne danosti okolja, ranljivost ekosistemov, obremenitev z onesnaževalci ter trajnostno pogojeno postavitvev in obratovanje naprav. Kljub vsemu bi moral vsak obiskovalec gora hoditi v naravno okolje z občutkom, da je od njega odvisno, da bodo lepi prizori s planinskih poti ostali za občudovanje njihovim potomcem.

Skrb za čisto naravo in čiste vode v parku nam nalaga že ekonomski vidik, če gledamo turizem in vodno gospodarstvo. Moralna odgovornost do sebe in svojih potomcev pa nalaga skrb za naš edini narodni park in simbol slovenstva.

VIRI

1. Agencija RS za okolje; Atlas okolja. 2011.
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (Pridobljeno 11. 11. 2011).
2. Agencija za vizualne komunikacije in spletne rešitve. 2011.
<http://www.peta-dimenzija.com/diploma/poglavja/06-2poglavje.htm> (Pridobljeno 15. 5. 2011).
3. Art, L. 2007. Create an Oasis with Greywather: Choosing, Building and Using Greywather Systems. Includes Branched Drains. Santa Barbara, Calif. Oasis Design.
4. Aquasystems, d.o.o. 2011.
<http://www.ccnmb.si/html/blato.html> (Pridobljeno 21. 5. 2011).
5. Asano, T., Burton F. L., Leverenz, H. L., Tsuchihashi, R., Techobanoglous, G. 2007. Water reuse: issues, technologies and applications. New York, McGraw- Hill.
6. ATROPA, Botanični vrt, spletna prodaja in urejanje zelenih površin, Roman Hergan s.p. 2011.
<http://www.atropa.si/rastlinske-cistilne-naprave/> (Pridobljeno 5. 7. 2011).
7. Baraga, I. 2002. Vodnoekološka problematika odpadnih voda planinskih postojank občine Kranjska Gora (v TNP). Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani. Filozofska fakulteta, oddelek za geografijo.
8. Berginc, M., Kremesec Jevšenak, J., Vidic, J. 2006. Sistem varstva narave v Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor.
9. California Environmental Protection Agency. 2011.
http://www.swrcb.ca.gov/ab885/docs/techonsite/index_introduction.pdf (Pridobljeno 6. 7. 2011).
10. Cipot, U. 2007. Mokrišča kot osnova za RČN. Seminarska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
11. Cleanflo Cleaning Water Biologically Since 1970. 2011.
<http://www.clean-flo.com/> (Pridobljeno 5. 7. 2011).
12. Comteh d.o.o. 2011.
<http://www.comteh.si/default.aspx?ID=763> (Pridobljeno 22. 11. 2011).
13. Crites, W. R., Middlebrooks E. J., Reed C. S. 2006. Natural Wastewater Treatment Systems. NW Boca Raton, CRC Press Taylor & Francis.
14. Department of Environmental Engineering, Changwon National University, Korea. 2011.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12578185> (Pridobljeno 7. 12. 11).
15. Djukič, D. 2002. Ustanovitev podjetja za izgradnjo, obratovanje in upravljanje čistilne naprave odpadnih voda. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za strojništvo
16. Deubler, H., Dretnik, D. (pre.). 2011. Smernice za okolju primerno tehniko na planinskih kočah. Načrtovanje, izgradnja, obratovanje, vzdrževanje. Ljubljana, Planinska zveza Slovenije.
17. Dretnik, D. 2003. Napotila za čiščenje odpadnih vod planinskih koč. Priročnik. Ljubljana, Planinska zveza Slovenije, Gospodarska komisija.
18. Erhatic, B. 2004. Presoja uporabnosti rastlinskih čistilnih naprav pri planinskih postojankah triglavskega narodnega parka. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani. Filozofska fakulteta, oddelek za geografijo.
19. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. 2011.
www3.fgg.uni-lj.si/raziskovalna-dejavnost (Pridobljeno 14. 8. 2011).

20. Fridrih, P. 2010. Čiščenje voda z rastlinskimi čistilnimi napravami. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani. Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo. Visokošolski strokovni študijski program. Varstvo pri delu in požarno varstvo.
21. Globevnik, L. 2006. Izvajanje Vodne direktive v Sloveniji. Predstavitev prvih ocen možnosti doseganja okoljskih ciljev za vodna telesa v Sloveniji po načelih Vodne direktive. 1. Izdaja. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije.
22. Godnič, M. 2011. Idejne rešitve odvodnjavanja in čiščenje odpadnih vod iz naselij Spodnja rečica, Nizka, Varpolje in del Šentjanža. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Študij Vodarstva in komunalnega inženirstva.
23. Gerren resistance (Teaching, Organizing and Eco- Thinking). 2011.
<http://greenresistance.wordpress.com/2010/11/05/the-composting-toilet/> (Pridobljeno 8. 10. 2011).
24. Griessler Bulc, T., Vrhovšek, D.. 2007. Rastlinske čistilne naprave za čiščenje odpadnih voda. V: Raspor, P. (ur.), Kuščer, E. (ur.). Pomen biotehnologije in mikrobiologije za prihodnost: voda, Ljubljana, 18.-19. Januarja 2007. *Voda* (Pomen mikrobiologije in biotehnologije za prihodnost, 04). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo.
25. Griessler Bulc, T. 2008. Vloga rastlinskih čistilnih naprav v prihodnosti = The role of constructed wetlands in the future. V: Razinger, J. (ur.). Ekoremediacije: sredstvo za doseganje okoljskih ciljev in trajnostnega razvoja Slovenije. V: Zbornik. Ljubljana, KATR, 2008.
26. Griessler Bulc, T., Macarol, B. 2006. Čiščenje odpadnih voda z ekoremediacijami - komunalna odpadna voda - individualne rastlinske čistilne naprave. V: Zbornik predavanj. Ljubljana, ZTI - Zavod za tehnično izobraževanje, 2006.
27. Hribi. Net- Slovenski portal za hribolazce. 2011
http://www.hribi.net/zemljevid_poti.asp?id=340 (Pridobljeno 4. 1. 2012).
28. Kolar, J. 1983. Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda. Ljubljana, Državna založba Slovenije.
29. Kompare, B., Atanasova, N., Uršič, M., Drev, D., Vahtar, M. 2007. Male čistilne naprave na območju razpršene poselitve. Ljubljana, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko.
30. Kompostiranje človeškega gnoja: Straniščni sistem »brez odpadkov, brez onesnaževanja, ničesar za odvreč«. 2011.
<http://kompostiranjecloveskegagnoja.com/> (Pridobljeno 7. 5. 2011).
31. Koritnik, J. (ur.). 2007. Zbornik povzetkov mednarodne konference: Gospodarjenje z odpadki, okoljska geotehnologija in trajnostni razvoj- ICWMEGGSD«07= Book of Abstract International Conference: Waste Management, Environmental Geotechnology And Global Sustainable Development- ICWMEGGSD«07-GzO«07. Avgust 28. 30, 2007. Ljubljana, Univerza v Ljubljani.
32. Kostak komunalno stavbno podjetje d.d. 2011.
http://www.kostak.si/dokumenti/mcn/primerjava_razlicnih_BCN.pdf (Pridobljeno 17. 4. 2011).
33. Mander, U., Jenssen, P.D. 2002 Natural Wetlands for Wastewater Treatment in Cold Climates. Sauthampton, U.K. WIT Press.
34. Mežan s.p. 2012.
<http://komunalne-storitve.mestna-izlozba.com/novovozilo> (Pridobljeno 4. 1. 2012).
35. Morgan, P., 2007. Toilets that make compost, Low- cost, sanitari toilets that produce valuable compost for crops in an African context. Stockholm, Stockholm environmental institute, EcoSanRes programme.

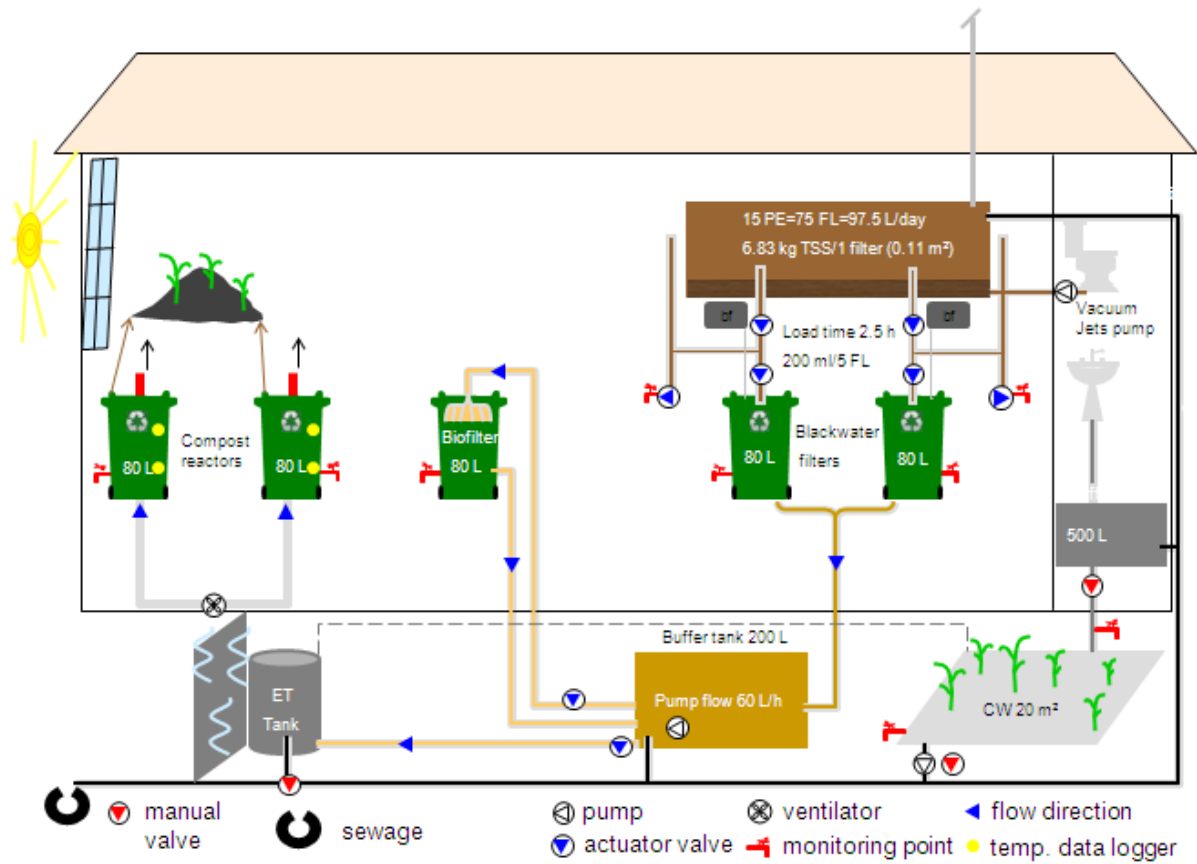
36. Nose Marolt, M. 2005. Natura 2000 v Sloveniji – Ljudje z naravo, narave za ljudi. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za varstvo narave.
37. Novak, K. 2011. Analiza stanja vodarstva. Izhodišče za pripravo Načrta upravljanja Triglavskega narodnega parka 2012-2022. Bled. Javni zavod Triglavski narodni park.
38. Panjan, J. 2001. Čiščenje odpadnih voda. Študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Inštitut za zdravstveno hidrotehniko.
39. Panjan, J. 2005. Osnove zdravstveno hidrotehnične infrastrukture. Vodovod in čiščenje onesnaženih voda in komunalni odpadki. Učbenik. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Inštitut za zdravstveno hidrotehniko.
40. Portal gore in ljudje. 2012.
<http://www.gore-ljudje.net/novosti/3726> (Pridobljeno 4. 1. 2012).
41. Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter o pogojih za njegovo izvajanje. Uradni list RS, št. 74/2011
42. Premzl, B., 2001. Čiščenje odpadnih vod v malih čistilnih napravah. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani. Fakulteta za zdravstvo.
43. ProSIGMA, Storitve, prodaja in svetovanje d.o.o. 2011.
<http://www.cistilne-naprave.si/prosigma/19/cistilna-naprava-s-kompostiranjem.html>
(Pridobljeno 3. 7. 2011).
44. Roš, M., Zagorc-Kočan J., Toman J. M. 1991. Čiščenje močno onesnaženih voda in respirometrija aktivnega blata. Raziskovalno poročilo. Ljubljana, RRS.
45. Roš, M. 2001. Biološko čiščenje odpadne vode. Ljubljana, GV Založba, d.o.o.
46. SANBOX. 2011.
www.sandbox.info (Pridobljeno 14. 8. 2011).
47. Separett Waterless toilet, 2011.
<http://separett.ekorum.si/archives/412?gclid=COCPgMaI4awCFQUhtAodlw31ow>
(Pridobljeno 8. 10. 2011).
48. Sezam d.o.o. 2011.
<http://www.sezam-race.si/cistilne-naprave/biološke/> (Pridobljeno 5. 7. 2011).
49. Skoberne, P. 2004. Pregled mednarodnih organizacij in predpisov s področja varstva narave. Priročnik, inačica 9.0. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo.
50. SIST EN 12566-1 do 12566-5. Standard o malih čistilnih napravah do 50 PE. SIST EN 12566-1:2000. Male čistilne naprave do 50 PE – 1. Del: Predizdelane greznice (SIST EN 12566-1:2000 – Small waste water treatment systems for up to 50 PT – Part 1: Prefabricated sptic tanks)
51. Statistični urad RS. 2011.
<http://www.stat.si/> (Pridobljeno 15. 5. 2011).
52. Strokovno navodilo o urejanju gnojišč in greznic. Uradni list RS, št.98/07.
53. Šolar, M. (ur.). 1997. Varstvo okolja pri planinskih postojankah v triglavskem narodnem parku. V: Zbornik referatov s posveta »Planinstvo in Triglavski narodni park«. Bled, Triglavski narodni park.
54. Tims biološke čistilne naprave s.p. 2011.
<http://www.tims.si/sl/vsebine/greznice> (Pridobljeno 11. 7. 2011).
55. Izhodišče za načrt upravljanja Triglavskega narodnega parka. 2011. Bled. Javni zavod Triglavski narodni park.
56. Ugrin, H. 2009. Medsebojna in ekonomska primerjava različnih sistemov čiščenja za območja z obremenitvijo pod 50 PE. Seminarska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Študij vodarstva in komunalnega inženirstva.

57. United States Environmental Protection Agency. 2011.
http://water.epa.gov/type/wetlands/restore/upload/2004_12_20_wetlands_pdf_FW_Surface_Wetlands.pdf (Pridobljeno 23. 5. 2011).
58. Uradni list RS. 2011.
http://www.uradni-list.si/files/RS_-2007-045-02454-OB~P001-0000.PDF (Pridobljeno 20. 7. 2011).
59. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda izvorov onesnaženja. Uradni list RS št. 35/96.
60. Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav. Uradni list RS, št. 98/2007, 30/2010.
61. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod iz komunalnih čistilnih naprav. Uradni list RS št. 45/2007, 63/2009, 105/2010.
62. Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode. Uradni list RS, št. 88/2011.
63. Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). Uradni list RS, št. 43/2008, 59/2007, 110/2004.
64. Uredba o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla. Uradni list RS št. 68/96. 41/2004, 96/2004, 61/2006, 63/2007, 117/2007, 32/2008, 8/2010.
65. Velinni, A. A. (ur.). 2007. Landfill, research trends. New York, Nova Science Publishers.
66. Vidmar, U. 2011. Primerjava vertikalnih in horizontalnih sistemov rastlinskih čistilnih naprav. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Študij Vodarstva in komunalnega inženirstva.
67. Vigrad d.o.o. 2012.
<http://www.dixi.si/index.php?page=skupina&lang=si> (Pridobljeno 5. 1. 2012).
68. Roš, M. (ur.). Vodni dnevi. 2007. Zbornik referatov. Portorož 10.-11. oktober 2007. Ljubljana, Slovensko društvo za zaščito voda.
69. Roš, M. (ur.). Vodni dnevi. 2008. Zbornik referatov. Portorož 15.-16. oktober 2008. Ljubljana, Slovensko društvo za zaščito voda.
70. Vrhovec, S. 2005. Možnost uporabe RČN na zaščitnih območjih. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta, oddelek za biologijo.
71. Water Conserving On-site Wastewater treatment Systems- Recomendet Standards and Guidance. Washington State Department of Health. Efective date: July 1, 2007.
<http://www.doh.wa.gov/ehp/ts/ww> (Pridobljeno 3. 5. 2011).
72. Wikipedija prosta enciklopedija. 2011.
http://sl.wikipedia.org/wiki/Kro%C5%BEenje_du%C5%A1ika (Pridobljeno 18. 3. 2011).
73. Wissing, F. 1995. Wasserreinigung mit pflanzen. Ulmer, Die Deutsche Bibliothek.
74. Zakon o gradbenih proizvodih. Uradni list RS, št. 52/2000.
75. Zakon o graditvi objektov (ZGO-1). Uradni list RS, št. 110/2002.
76. Zakon o ohranjanju narave. Uradni list RS, št. 56/1999, 31/2000, 110/2002, 119/2002.
77. Zakon o standardizaciji. Uradni list RS, št. 59/1999.
78. Zakon o Triglavskem narodnem parku. Uradni list SRS, št. 17/1981, 18/1981, 42/1986, Uradni list RS, št. 8/1990, 35/2001, 52/2010.
79. Zakon o varstvu okolja. Uradni list RS, št. 41/2004, 17/2006, 20/2006, 28/2006, 39/2006, 49/2006, 66/2006, 112/2006, 33/2007, 57/2007, 70/2008, 108/2009.
80. Zakon o vodah. ZV-1. Uradni list RS, št. 67/2002, 110/2002, 2/2004, 41/2004, 57/2008.
81. Združenje ekoloških kmetov osrednje Slovenije. 2011.
<http://www.zekos.si/?p=241> (Pridobljeno 5. 5. 2011).

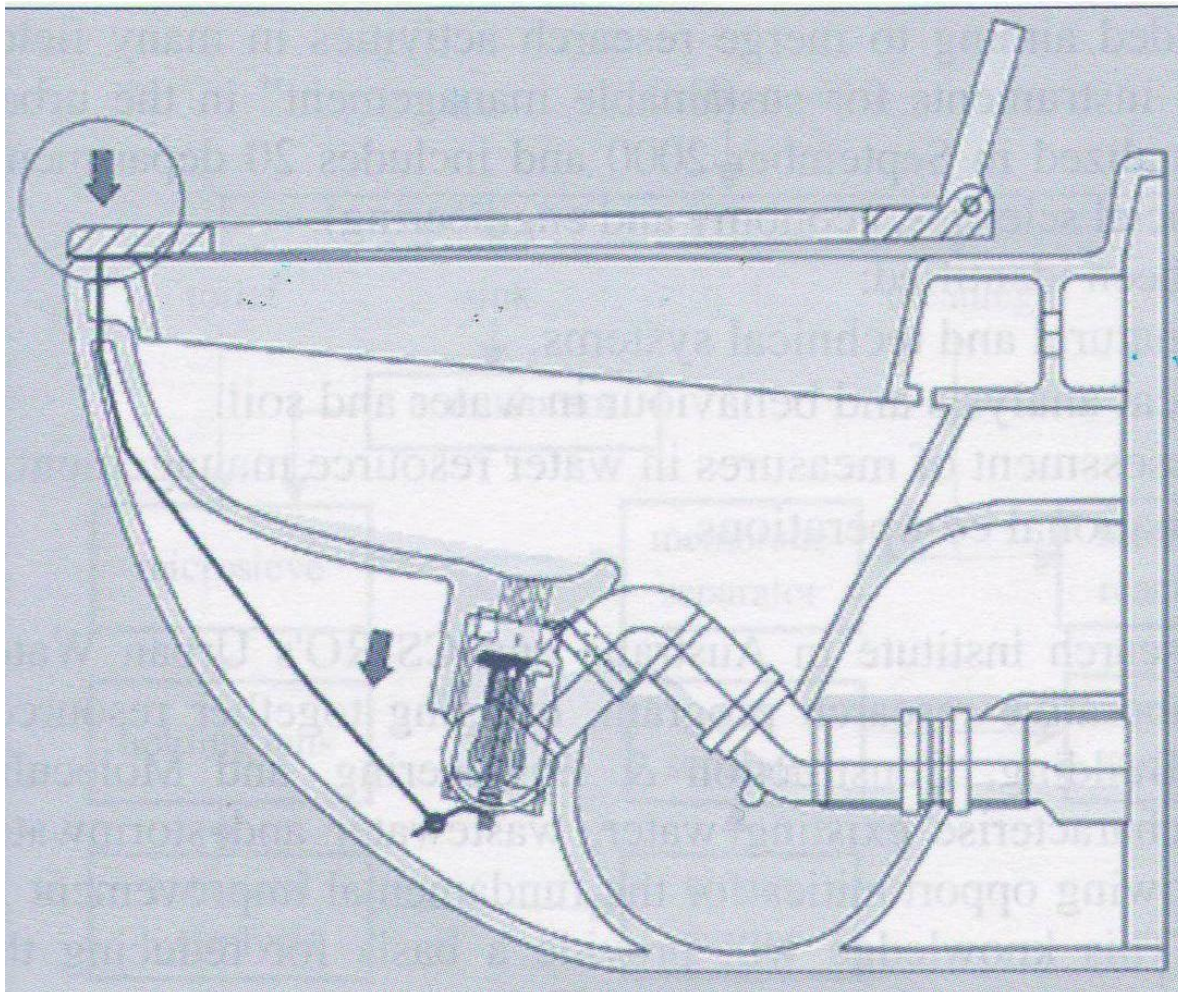
SEZNAM PRILOG:

Priloga A: Shema sanitarne enote Sanbox	A1
Priloga B: Prikaz delovanja stranišča za ločeno zbiranje urina	B1
Priloga C: Delovanje sistema <i>ISOMAX</i>[®]	C1

Priloga A: Shema sanitarne enote Sanbox

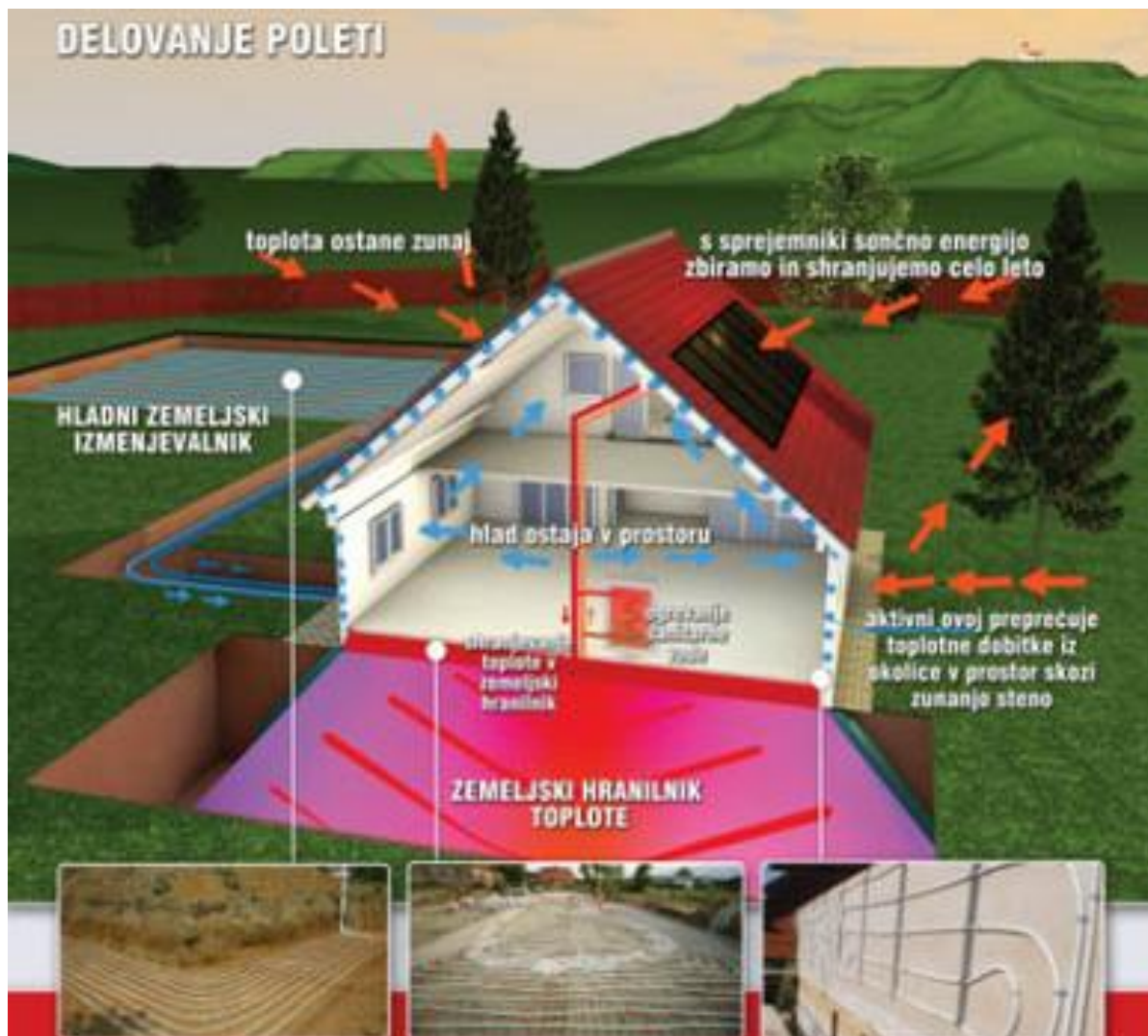


Shematski prikaz delovanja sanitarne enote Sanbox (vir: prof. dr. Kompore, B.)

Priloga B: Prikaz delovanja stranišča za ločeno zbiranje urina

Stranišče za ločeno zbiranje urina (Roš, M., 2003)

Priloga C: Delovanje sistema *ISOMAX*[®]



Prikaz delovanja sistema *ISOMAX*[®] pri pasivnih hišah (www.isomax.si)