

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

V zbirki je izvorna različica izdajatelja.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

University
of Ljubljana
Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is a publisher's version PDF file.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Čampa, L. 2016. Proces odločanja in izbira tehnološko ustreznih in ekonomsko sprejemljivih rešitev o načinu odvajanja in čiščenja odpadne komunalne vode na območju Šaleške doline. Magistrsko delo. = The decision-making process and selection of technologically suitable and economically viable solutions for the method of waste water collection and treatment in the Šaleška valley. M. Sc. Thesis. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 105 str. (mentor: Panjan, J.).

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/6145/>

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo

Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si



Kandidatka:

LUČKA ČAMPA, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž.

**PROCES ODLOČANJA IN IZBIRA TEHNOLOŠKO USTREZNIH IN EKONOMSKO
SPREJEMLJIVIH REŠITEV O NAČINU ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNE
KOMUNALNE VODE NA OBMOČJU ŠALEŠKE DOLINE**

Magistrsko delo štev.: 293

**THE DECISION-MAKING PROCESS AND SELECTION OF TECHNOLOGICALLY
SUITABLE AND ECONOMICALLY VIABLE SOLUTIONS FOR THE METHOD OF
WASTE WATER COLLECTION AND TREATMENT IN THE ŠALEŠKA VALLEY**

Master of Science Thesis No.: 293

Mentor:

Izr. prof. dr. Jože Panjan

Predsednik in član komisije:

prof. dr. Mitja Brilly

Člani:

Doc. dr. Nataša Atanasova, FGG

Izr. prof. dr. Andreja Cirman, EF

Ljubljana, 21. september 2016

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Spodaj podpisana študentka Lučka Čampa, vpisna številka 74080508, avtorica pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Proces odločanja in izbira tehnološko ustreznih in ekonomsko sprejemljivih rešitev o načinu odvajanja in čiščenja odpadne komunalne vode na območju Šaleške doline

IZJAVLJAM,

1. da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;
3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;
5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;
7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

Ljubljana, 21. 6. 2016

Lučka Čampa

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK	628.32:696.135(497.4)(043)
Avtor	Lučka Čampa, univ. dipl. inž. vod. kom. inž.
Mentor:	izr. prof. dr. Jože Panjan
Naslov:	Proces odločanja in izbira tehnološko ustreznih in ekonomsko sprejemljivih rešitev o načinu odvajanja in čiščenja odpadne komunalne vode na območju Šaleške doline
Tip dokumenta:	magistrsko delo
Obseg in oprema:	112 str., 39 pregl., 36 sl., 5 pril.
Ključne besede:	Male čistilne naprave, lagunska čistilna naprava, rastlinska čistilna naprava, SBR, biofilm, nacionalni program varstva okolja, operativni program odvajanja in čiščenja odpadnih voda

Izvleček

V magistrski nalogi obravnavamo aglomeracije, na katerih so občine, na podlagi zahtev operativnega programa, dolžne v prepisanih rokih zagotoviti odvajanje odpadnih komunalnih voda v kanalizacijo in zagotoviti ustrezno čiščenje na čistilni napravi. Na podlagi analiz MČN do 2000 PE, ki so primerne za manjša naselja, smo izbrali optimalno rešitev za odvajanje in čiščenje odpadnih komunalnih voda iz določenih naselij. Podlage o odločitvi so podane tako iz okoljskega kot tehničnega in ekonomskega vidika. Kriterija, ki sta pomembna pri določitvi izvedljivosti projekta, sta finančni in ekonomski analizi. Pri analizi stroškov smo primerjali investicijske stroške in vzdrževalne ter obratovalne stroške, ki po končani investiciji bremenijo upravljavca komunalne infrastrukture. Za naselje Šentilj smo primerjali investicijske in vzdrževalne ter obratovalne stroške med dvema tipoma MČN, in sicer med SBR sistemom in rastlinsko čistilno napravo.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC 628.32:696.135(497.4)(043)

Author: Lučka Čampa, univ. dipl. inž. vod. kom. inž.

Supervisor: assoc.prof. Jože Panjan, Ph.D.

Title: Decision – making process and selection of technologically suitable and economically viable solution for the method of waste water collection and treatment in Šaleška Valley

Document type: M. Sc. Thesis

Notes: 112 p., 39 tab., 36 fig., 5 ann.

Keywords: Small wastewater treatment plant, lagoon wastewater treatment plant, constructed wetlands, SBR, biofilm, operational programme on discharge and treatment of waste water

Abstract

The Master's Thesis examines agglomerations where the municipalities are bound by the requirements of the Operational Programme to ensure the discharge of utility waste water into the sewerage system within the prescribed deadlines, and to then provide waste water treatment at a suitable plant. Based on the analysis of SWTPs up to 2000 PE, which are suitable for smaller settlements, we selected the optimal solution for the discharge and treatment of utility waste water from selected inhabited localities. The explanations for the decisions are provided both from a technical and an economic standpoint. The two criteria, important when deciding on the feasibility of a project, are the financial and economic analyses. When analysing costs, we compared the investment, maintenance, and operating costs, which are borne by the utility infrastructure operator after the concluded investment project. When it comes to the town of Šentilj, we compared the investment and maintenance costs between two types of SWTPs: a SBR system and constructed wetlands.

ZAHVALA

Za čas, podporo in pomoč pri nastajanju magistrskega dela se zahvaljujem mentorju,izr. prof. dr. Jožetu Panjanu.

Iz srca hvala staršema in sestri Mojci, ki so me v času študija podpirali, mi stali ob stali in niso obupali nad menoj. Zoran, Till in Klea, zahvaljujem se vam za neizmerno ljubezen, podporo in razumevanje za čas, ki sem ga posvetila študiju in nastanku te naloge ter vas s tem prikrajšala za mnoge lepe trenutke, ki bi jih lahko preživeli skupaj.

Sodelavcem v službi, ki so pripomogli k nastanku tega dela, iskrena hvala.

Magistrsko delo posvečam svoji mami ...

KAZALO VSEBINE

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	iii
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT.....	iv
ZAHVALA.....	v
1 UVOD	1
1.1 Opredelitev obravnavane teme	2
1.2 Namen, cilji in osnovne trditve magistrskega dela.....	2
1.3 Metodologija.....	3
1.4 Struktura raziskave	3
2 PREGLED ZAKONODAJE.....	5
2.1 Zakonodaja EU s področja varstva voda	5
2.1.1 Direktiva o čiščenju odpadne komunalne vode	5
2.2 Zakonodaja RS	6
3 PROCES ODLOČANJA IN SMERNICE ZA PRISTOP K ODVAJANJU IN ČIŠČENJU ODPADNE KOMUNALNE VODE	9
3.1 Operativni program in njegova novelacija	14
3.1.1 Določitev območij naselij, ki morajo biti opremljeni s kanalizacijo	21
3.1.1.1 Območje občin.....	21
3.1.1.2 Aglomeracije, ki jih je potrebno opremiti po OP	23
3.2 Opredelitev kanalizacijskega sistema, zbirnega objekta in lokacije ČN	26
4 REŠITEV ODVODNJAVANJA ODPADNE KOMUNALNE VODE ZA DOLOČENA NASELJA.....	28
4.1 Predstavitev različnih potencialnih ČN za čiščenje odpadne komunalne vode za manjša naselja 28	
4.1.1 Pojmi obremenjevanja okolja	28
4.1.2 Primarno, sekundarno in terciarno čiščenje odpadnih voda	30
4.1.3 Primerne tehnologije čiščenja odpadnih voda za manjša naselja	31
4.2 Določitev ustrezne ČN za posamezna naselja	45
5 REZULTATI	57
5.1 Pregled posameznih naselij z rešitvijo odvajanja odpadne komunalne vode	57
5.2 Ocena in stroški investicije.....	76
5.2.1 Investicijski stroški izgradnje kanalizacijskega omrežja in MČN.....	77
5.2.2 Obratovalni stroški	84
5.3 Viri financiranja.....	86
6 ZAKLJUČEK	93
7 POVZETEK	97
8 SUMMARY	99
VIRI.....	101

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Stopnje programa in zakonsko opredeljeni roki.....	17
Preglednica 2: Statistični podatki za MOV	21
Preglednica 3: Statistični podatki za Občino Šoštanj.....	23
Preglednica 4: Tabela obveznega opremljanja območij poselitev v MOV	23
Preglednica 5: Tabela dodatnega opremljanja območij poselitev v MOV.....	24
Preglednica 6: Tabela obveznega opremljanja območij poselitev v Občini Šoštanj.....	24
Preglednica 7: Tabela dodatnega opremljanja območij poselitev v Občini Šoštanj.....	24
Preglednica 8: Obdelava investicij po OP za MOV	26
Preglednica 9: Obdelava investicij po OP za Občino Šoštanj.....	26
Preglednica 10: Tipično onesnaževanje ene odrasle osebe v enem dnevu.....	28
Preglednica 11: Dejavniki, ki vplivajo na delovanje procesa z aktivnim blatom	34
Preglednica 12: Dejavniki, ki vplivajo na delovanje procesa s precejalniki	37
Preglednica 13: Dejavniki, ki vplivajo na delovanje procesa s potopniki.....	38
Preglednica 14: Dejavniki, ki vplivajo na delovanje procesa rastlinske čistilne naprave	42
Preglednica 15: Dejavniki, ki jih je potrebno upoštevati pri izbiri čistilnega procesa	43
Preglednica 16: Stopnja učinkovitosti čiščenja z različnimi procesi uporabljenimi v primarnem in sekundarnem čiščenju	44
Preglednica 17: Obdelava investicij po OP za MOV	45
Preglednica 18: Obdelava investicij po OP za Občino Šoštanj	45
Preglednica 19: Velikost objektov in naprav RČN	58
Preglednica 20: Parametri za izračun velikosti ČN kapacitete 1000 PE	62
Preglednica 21: Parametri za izračun velikosti ČN PE 250	67
Preglednica 22: Učinki čiščenja ČN PE 250	67
Preglednica 23: Parametri za izračun velikosti ČN PE 250	72
Preglednica 24: Parametri za izračun velikosti ČN PE 500	72
Preglednica 25: Investicijski stroški ČN RČN 300 PE	77
Preglednica 26: Stroški izgradnje kanalizacijskega omrežja na območju Vinske Gore 1 in Lipje 6	79
Preglednica 27: Stroški izgradnje MČN PE 1000.....	79
Preglednica 28: Stroški izgradnje črpališča.....	80
Preglednica 29: Stroški izgradnje MČN 250 PE.....	81
Preglednica 30: Investicijska vrednost izgradnje MČN 250 PE	82
Preglednica 31: Investicijska vrednost izgradnje MČN 500 PE	82
Preglednica 32: Obratovalni stroški RČN za 300 PE.....	84
Preglednica 33: Obratovalni stroški MČN za 1000 PE.....	85
Preglednica 34: Obratovalni stroški MČN za 250 PE.....	86
Preglednica 35: Obratovalni stroški MČN za 500 PE.....	86
Preglednica 36: Primerjava ocenjenih in dejanski stroškov obratovanja ČN 500 PE.....	95
Preglednica 37: Investicijski strošek na PE pada v odvisnosti od velikosti naprave	95
Preglednica 38: Letni obratovalni in vzdrževalni stroški MČN tipa SBR po velikosti.....	95
Preglednica 39: Primerjava investicijskih stroškov RČN in SBR MČN 300 PE.....	96

KAZALO SLIK

Slika 1: Deležniki v procesu odločanja na področju varstva okolja	9
Slika 2: Organi upravljanja Komunalnega podjetja Velenje d.o.o	12
Slika 3: Določevanje območij poselitve, ki morajo biti opremljena z javno kanalizacijo.....	16
Slika 4: Prikaz katastrskih občin v MOV in meje MOV	22
Slika 5: Prikaz katastrskih občin v občini Šoštanj in meje občine	22
Slika 6: Kompaktne čistilne naprave	32
Slika 7: Biološka čistilna naprava z razpršeno biomaso oz. z aktivnim blatom	33
Slika 8: Biološka čistilna naprava, ki deluje po sistemu SBR.....	35
Slika 9: Sistem precejalnika s pritjeno biomaso	36
Slika 10: Skica male čistilne naprave s potopniki	38
Slika 11: Delitev biofiltrov glede na vstop odplak	39
Slika 12: Prerez čez gredo rastlinske čistilne naprave.....	40
Slika 13: Prerez rastlinske čistilne naprave	41
Slika 14: Prikaz zaselkov Šentilj pri Velenju	46
Slika 15: Območje hiš, ki so zajeta v projektu in gravitirajo na skupno točko	47
Slika 16: Območje obdelave predstavlja stavbno zemljišče.....	47
Slika 17: Območje obdelave ni poplavno območje, je majhna ogroženost glede poplavne nevarnosti, je območje deloma z zaščitnimi ukrepi, ne spada pa v vodovarstveno območje.....	48
Slika 18: Prikaz naselja Vinska Gora z okoliškimi naselji, ki gravitirajo na predvideno ČN	49
Slika 19: Območje obdelave predstavlja stavbno zemljišče, lokacija ČN je predvidena na kmetijskem zemljišču.....	50
Slika 20: Območje obdelave ni poplavno območje, je majhna ogroženost glede poplavne nevarnosti, je območje deloma z zaščitnimi ukrepi, ne spada pa v vodovarstveno območje	50
Slika 21: Prikaz naselja Prelska.....	52
Slika 22: Območje obdelave predstavlja stavbno zemljišče in posebna območja, lokacija ČN je predvidena na območju zelenih površin	52
Slika 23: Območje obdelave ni poplavno območje, je majhna ogroženost glede poplavne nevarnosti, je območje deloma z zaščitnimi ukrepi, ne spada pa v vodovarstveno območje	53
Slika 24: Prikaz naselja Lokovica	54
Slika 25: Območje obdelave predstavlja stavbno zemljišče in posebna območja, lokacija ČN je predvidena na območju zelenih površin	54
Slika 26: Območje obdelave ni poplavno območje, je majhna ogroženost glede poplavne nevarnosti, je območje deloma z zaščitnimi ukrepi, ne spada pa v vodovarstveno območje	54
Slika 27: Tloris RČN.....	60
Slika 28: Tehnološka shema čistilne naprave SBR REG 1000	66
Slika 29: Tehnološka shema ČN za 250 PE HIPAF.....	68
Slika 30: Tehnološka shema ČN SBR za 250 PE SBR	74
Slika 31: Tehnološka shema ČN SBR za 500 PE.....	75
Slika 32: Struktura investicijskega stroška izgradnje kanalizacijskega omrežja na območju Šentilja, izražen v (%)......	78
Slika 33: Struktura investicijskega stroška izgradnje kanalizacijskega omrežja na območju Vinske Gore, izražen v %	80
Slika 34: Struktura investicijskega stroška izgradnje kanalizacijskega omrežja na območju Prelske, izražen v %	81
Slika 35: Struktura investicijskega stroška izgradnje omrežja na območju Lokovica 1, izražen v %..	83
Slika 36: Struktura investicijskega stroška izgradnje omrežja na območju Lokovica 2, izražen v %...	83

LIST OF TABLES

Table 1: Programme stages and legally stipulated deadlines	17
Table 2: Statistical data for the City Municipality of Velenje.....	21
Table 3: Statistical data for the Šoštanj Municipality	23
Table 4: Table of mandatory equipping of the City Municipality of Velenje agglomerations	23
Table 5: Table of additional equipping of the City Municipality of Velenje agglomerations	24
Table 6: Table of mandatory equipping of agglomerations in the Šoštanj Municipality	24
Table 7: Table of additional equipping of agglomerations in the Šoštanj Municipality	24
Table 8: Treatment of investments according to the City Municipality of Velenje OP	26
Table 9: Treatment of investments according to the Šoštanj Municipality OP	26
Table 10: Typical daily pollution caused by an adult person	28
Table 11: Factors influencing the activated sludge process	34
Table 12: Factors influencing the trickling filter process.....	37
Table 13: Factors influencing the disk process	38
Table 14: Factors which need to be taken into account when selecting the treatment process	42
Table 15: Factors which need to be taken into account when selecting the treatment process	43
Table 16: Degree of treatment performance using different processes applied during the primary and secondary treatment	44
Table 17: Treatment of investments according to the City Municipality of Velenje OP	45
Table 18: Treatment of investments according to the Šoštanj Municipality OP	45
Table 19: Size of SWTP buildings and machinery	58
Table 20: Parameters for calculating the size of a 1000 PE capacity TP	62
Table 21: Technological schematic of the SBR REG 1000 WTP.....	67
Table 22: PE 250 TP treatment effects.....	67
Table 23: Parameters for calculating the size of a PE 250 TP	72
Table 24: Parameters for calculating the size of the PE 500 TP	72
Table 25: Investment costs for constructed wetlands 300 PE TP	77
Table 26: Construction costs for a sewerage system in the Vinska Gora 1 and Lipje 6 area.....	79
Table 27: Construction costs for a PE 1000 SWTP	79
Table 28: Construction costs for a pumping station.....	80
Table 29: Construction costs for a 250 PE SWTP	81
Table 30: Investment value of a 250 PE SWTP.....	82
Table 31: Investment value of constructing a 500 PE SWTP	82
Table 32: Operating costs for 300 PE constructed wetlands.....	84
Table 33: Operating costs for a 1000 PE SWTP.....	85
Table 34: Operating costs for a 250 PE SWTP.....	86
Table 35: Operating costs for a 500 PE SWTP.....	86
Table 36: Comparison of evaluated and actual cost of functioning of wastewater treatment plant for 500 PE	95
Table 37: Cost of investment per population units is decreasing depending on the size of the plant ...	95
Table 38: Yearly functioning and maintenance type SBR depending on size	95
Table 39: Comparison of investment cost of constructed wetlands and SBR small wastewater treatment plant for 300 PE	96

LIST OF FIGURES

Figure 1: Figure 1: Stakeholders in the environmental-protection decision making process.....	9
Figure 2: Komunalno podjetje Velenje d.o.o Management Bodies.....	12
Figure 3: Determining the agglomerations required to have a public sewerage system	16
Figure 4: Cadastral communities in MOV and MOV borders	22
Figure 5: Cadastral communities in the Šoštanj Municipality and its borders	22
Figure 6: Compact water treatment plants.....	32
Figure 7: Biological water treatment plant with dispersed biomass or activated sludge.....	33
Figure 8: SBR biological water treatment plant	35
Figure 9: Trickling filter system with a fixed biomass.....	36
Figure 10: Drawing of a small water treatment plant with discs.....	38
Figure 11: Classification of biofilters based on sewage entry.....	39
Figure 12: Section through a constructed wetlands treatment plant.....	40
Figure 13: Section through a constructed wetlands treatment plant.....	41
Figure 14: Picture of the Šentilj pri Velenju hamlets	46
Figure 15: Housing area included in the project and gravitating towards a comment point	47
Figure 16: The processing zone is building land.....	47
Figure 17: The processing zone is not a flood zone, there is a small risk of floods; it is an area with partial protective measures; however, it is not in a water protection area.....	48
Figure 18: Picture of Vinska Gora with the neighbouring towns gravitating toward the projected WTP	49
Figure 19: The processing zone is on building land; the WTP location is scheduled to be on agricultural land.....	50
Figure 20: The processing zone is not a flood zone, there is a small risk of floods; it is an area with partial protective measures; however, it is not in a water protection area.....	50
Figure 21: Picture of Prelska	52
Figure 22: The processing zone is on building land and comprises special areas; the WTP is scheduled to be constructed on a plant-covered surface area.....	52
Figure 23: The processing zone is not a flood zone, there is a small risk of floods; it is an area with partial protective measures; however, it is not in a water protection area.....	53
Figure 24: Picture of Lokovica.....	54
Figure 25: The processing zone is on building land and comprises special areas; the WTP is scheduled to be constructed on a plant-covered surface area.....	54
Figure 26: The processing zone is not a flood zone, there is a small risk of floods; it is an area with partial protective measures; however, it is not in a water protection area.....	55
Figure 27: Constructed wetland WTP floor plan.....	60
Figure 28: Technological schematic of the SBR REG 1000 WTP.....	66
Figure 29: Technological schematic of the 250 PE HIPAF WTP	68
Figure 30: Technological schematic of the SBR for a 250 PE SBR WTP	74
Figure 31: Technological schematic of a SBR 500 PE WTP.....	75
Figure 32: Structure investment cost of constructing a sewerage system in the Šentilj area (%)	78
Figure 33: Structure investment cost of constructing a sewerage system in the Vinska Gora area (%)	80
Figure 34: Structure investment cost of constructing a sewerage system in the Prelska area (%)	81
Figure 35: Structure investment cost of constructing a system in the Lokovica 1 area (%).....	83
Figure 36: Structure investment cost of constructing a system in the Lokovica 2 area (%).....	83

SEZNAM PRILOG

Priloga 1: Aglomeracije OP 2005 - 2017

Priloga 2: Pregledna situacija kanalizacije Šentilj pri Velenju

Priloga 3: Pregledna situacija kanalizacije Vinska Gora

Priloga 4: Pregledna situacija kanalizacije Prelska

Priloga 5: Pregledna situacija kanalizacije Lokovica

KRATICE

MO	Mestna občina Velenje
NPVO	Nacionalni program varstva okolja
EU	Evropska unija
KPV	Komunalno podjetje Velenje
RČN	Rastlinska čistilna naprava
OP	Operativni program
PE	Populacijski ekvivalent
KPK	Kemijska potreba po kisilu
BPK	Biokemijska potreba po kisiku
MČN	Male čistilne naprave

1 UVOD

Okoljska problematika glede varovanja okolja je stara toliko, kot je stara človeška zgodovina. Čedalje bolj se zavedamo, da je naše preživetje odvisno od ekosistemov na Zemlji. S težnjo po sonaravnemu razvoju želimo danes popraviti, kar smo dolga leta delali narobe. V zadnjih nekaj desetletjih posvečamo večjo pozornost varovanju okolja, saj je človeštvo odvisno od okolja, v katerem živi. Vse od začetka tehnološkega razvoja smo ljudje izkoriščali naravne vire, v okolje spuščali strupene emisije, odlagali odpadke v naravo... Zaradi človeške malomarnosti je naše okolje že degradirano. Vode v tem primeru niso nobena izjema.

Šaleška dolina spada med okoljsko najbolj obremenjena območja v Sloveniji in je tipičen primer degradacije okolja, nastale zaradi človeških dejavnosti. Leta premogovništva v dolini so prispevala k slabšanju okolja, saj so zaradi premogovniških ugreznin nastala jezera, ki so zalila nekaj naselij in kmetijska zemljišča. Vode Šaleške doline so sredi osemdesetih let obremenjevale vse človeške dejavnosti (premogovnik, termoelektrarna, industrija – Gorenje, Usnjarna Šoštanj, neurejena kanalizacija...). Pretok reke Pake, ki je edini odvodnik v Šaleški dolini, obremenjuje okoli 40.000 prebivalcev, elektroenergetika, premogovništvo in kmetijstvo. Zaradi navedenega je reka Paka še pred desetletjem spadala med najbolj onesnažene slovenske vodotoke, za njeno izboljšavo pa so leta 1989 začeli graditi Centralno čistilno napravo Šaleške doline.

V občinah Velenje, Šoštanj in Šmartno ob Paki so sprejeli celovit sanacijski program na področju voda – Vode občine Velenje, katerega osnovni cilj je bil izboljšanje površinskih voda v porečju Pake. Program je bil zastavljen v dveh fazah. Prva faza se je zaključila leta 1997 in je vključevala širitev kanalizacije, izgradnjo zaprtega krogotoka za transport vode iz termoelektrarne in izgradnjo čistilne naprave v Gorenju ter usnjarni. Po uresničitvi prve faze reka Paka ni bila več v IV. kakovostnem razredu. Od leta 1999 dalje poteka druga faza sanacijskega programa, katerega cilj je doseči vsaj II. kakovostni razred reke Pake in izboljšati ter stabilizirati Šaleška jezera in v njegovih pojezerjih doseči čim bolj sonaraven razvoj vseh človekovih dejavnosti (Šterbenk, 1999).

Kanalizacijski sistem v Šaleški dolini je v večji meri že zgrajen. Problem predstavljajo še razpršena naselja v okolici mest Velenja in Šoštanja, ki še nimajo rešenega sistema odvodnjavanja odpadnih voda. Komunalne odpadne vode iz manjših naselij predstavljajo zaskrbljujoč delež onesnaženja voda, saj smo desetletja reševali težave večjih industrijskih onesnaževalcev, medtem ko so bila področja z nestrnjeno pozidanimi naselji in kmetijskimi predeli postavljena na stranski tir.

1.1 Opredelitev obravnavane teme

Z uveljavitvijo reda na področju prava EU je prišlo do sprememb tudi v vodnem gospodarstvu. Na direktivo o vodah, kot glavno vodilo, se navezuje, poleg številnih drugih direktiv, tudi Direktiva o čiščenju komunalne odpadne vode. Skladno z NPVO in omenjeno direktivo je bil narejen Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode (v nadaljevanju OP). OP je izvedbeni akt, s katerim se dosegajo cilji NPVO. Skladno z OP se določajo poselitvena območja, na katereih so občine dolžne v določenem času zagotoviti odvajanje odpadne komunalne vode v kanalizacijo in jo na koncu tudi očistiti na ČN. Izpolnjevanje teh določil pa zahteva velike investicije. V magistrski nalogi se bomo osredotočili na določena območja na območju mest Šoštanj in Velenje, ki morajo biti v skladu z OP opremljeni s kanalizacijo in določili način odvodnje odpadne vode iz območij na podlagi tehnološko ustreznih in ekonomsko sprejemljivih rešitev.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve magistrskega dela

Osrednji namen magistrskega dela je poiskati odgovore na naslednje raziskovalno vprašanje:

- Na način reševanja odvodnjavanja odpadnih komunalnih vod iz območij, ki morajo biti v skladu z OP opremljeni s kanalizacijo, vplivajo različni parametri kot npr. način financiranja, lokacijsko pogojeni elementi kot so navezava na obstoječi način odvodnje odpadnih voda, razpoložljivost prostora, oddaljenost od obstoječih vodov, način vzdrževanja in obratovanja ČN ali črpališč, cena ČN glede na konkurenčnost na trgu...
- Izbira tehnološko ustrezne in ekonomsko sprejemljive rešitve o načinu odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda na ČN, se določi na podlagi predstavitev različnih ČN za manjša naselja in pregleda značilnosti ČN, ki so ponujena na trgu ter glede na njihovo učinkovitost in zanesljivost, stroške izgradnje, vzdrževanja in vklapljanja v arhitekturo krajine.
- Ocena investicijskih stroškov se določi na podlagi idejnega projekta.

Osrednji cilj, kot izhaja iz hipoteze, je določiti rešitev odvodnjavanja odpadnih komunalnih vod z območij, ki morajo biti v skladu z OP opremljeni s kanalizacijo.

Za določitev tega cilja je bilo v sklopu naloge potrebno:

1. Analizirati območja, ki morajo biti v skladu z OP opremljena s kanalizacijo, in sicer glede na stopnjo in vrsto obremenitve onesnaževanja, geološke podlage, obstoječega kanalizacijskega sistema, stanja odvodnikov in ustreznosti lokacij.
2. Določiti način odvodnje odpadne vode iz določenih naselij z opredelitvijo lokacije in velikosti čistilne naprave z oceno investicijskih stroškov ali z drugačnim načinom odvajanja.

3. Analizirali različne tipe ČN, ki predstavljajo alternativni način reševanja odpadnih voda na območju razpršene gradnje, analizirali njihove prednosti in slabosti, upoštevajoč vse bistvene okoljske kriterije in stroške investicije, upravljanja ter vzdrževanja.

Za določena naselja smo določili alternativno rešitev odvodnjavanja odpadne komunalne vode, določili ustrezno ČN oz. našli drugo rešitev in analizirali stroške investicije. V zaključku naloge so prikazane tudi možnosti virov financiranja določenih investicij.

1.3 Metodologija

Pri izdelavi magistrske naloge so uporabljene predvsem metode, ki temeljijo na preučevanju teoretične podlage, uporabi praktičnih znanj in teoretičnih spoznanj ter spoznavanju posebnosti, povezanih z obravnavano snovjo. V pomoč nam je bila literatura domačih in tujih avtorjev, trenutno veljavna zakonodaja in predpisi, viri iz interneta, strokovni članki ter interni viri Komunalnega podjetja Velenje.

Metode, ki smo jih uporabili za preverjanje hipotez:

- induktivna metoda (zaključki na podlagi pregleda posameznih spoznanj),
- deskriptivna metoda (razlaga posameznih pojmov, postavitve hipoteze),
- deduktivna metoda (spoznavanje splošnih stališč, na podlagi katerih se izvede konkretno stališče ali zaključek),
- metoda opazovanja (zbiranje informacij in podatkov v zvezi s pojavi oz. procesi ter spoznavanje odnosov in povezav med njimi),
- analitična metoda,
- razčlenitev primarnih virov (pregled pravilnikov, predpisov), sekundarnih virov (knjige, strokovno gradivo, članki) in internetnih virov (pregled spletnih strani institucij).

1.4 Struktura raziskave

Magistrsko delo je sestavljeno iz osmih poglavij.

V prvem poglavju so predstavljeni uvod v tematiko, namen in cilj dela, metoda in struktura raziskave.

Da magistrska naloga sledi zaokroženi celoti, je v drugem poglavju podan pregled zakonodaje in predpisov iz področja odvajanja in čiščenja odpadne komunalne vode.

V tretjem poglavju sledi predstavitev operativnega programa (v nadaljevanju OP) in opredelitev območij poselitve v sklopu Šaleške doline, za katere je v prepisano določenem času obvezno zagotoviti odvajanje odpadne komunalne vode v javno kanalizacijo in na koncu ustrezno čiščenje na komunalni čistilni napravi. Za izvedbo in spremljanje operativnih programov so pristojne in odgovorne občine ter Ministrstvo za okolje in prostor. Občine morajo pripraviti oz. dopolniti strateške

razvojne dokumente, iz katerih bodo razvidne načrtovane investicije. Pripraviti morajo tudi konkretne izvedbene dokumentacije za posamezna območja poselitve glede odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode, in sicer v skladu z operativnim programom, veljavno zakonodajo in v skladu s predpisi na področju prostorskega načrtovanja. Komunalno podjetje Velenje d. o. o. kot projektant izdelal na podlagi naročila občine investitorke ustrezno projektno dokumentacijo, ki je podlaga za načrtovanje nadaljnje investicije.

Na podlagi zbranih podatkov o stopnji in vrsti obremenitve onesnaževanja, geološke podlage, obstoječega kanalizacijskega sistema, stanja odvodnikov in ustreznosti lokacij smo določili način odvodnje odpadne vode iz določenih naselij, tako da smo opredelili lokacijo in velikost čistilne naprave ter ocenili investicijske stroške.

V četrtem poglavju smo obravnavali različne tipe ČN, ki predstavljajo alternativni način reševanja odpadnih voda na območju razpršene gradnje; analizirali smo njihove prednosti in slabosti, upoštevajoč vse bistvene okoljske kriterije, stroške investicije, upravljanja in vzdrževanja.

Za določena naselja smo določili alternativno rešitev odvodnjavanja odpadne komunalne vode, določili ustrezno ČN oz. našli drugo rešitev in analizirali stroške investicije.

Finančni viri, predvideni za izvedbo operativnega programa, so lahko kohezijska sredstva EU, strukturalna sredstva EU, sredstva državnega proračuna, sredstva občinskih proračunov in morebitna druga sredstva, ki jih občine pridobijo za gradnjo javne infrastrukture, namenjene odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode. V zaključku naloge smo predvideli možnosti virov financiranja določenih investicij in povzeli pregled obravnavanih naselij z oceno stroškov investicije.

2 PREGLED ZAKONODAJE

Poglavje obravnava merodajno zakonodajo s področja varstva voda, okolja, prostora, zdravstva in kmetijstva. Osnovna zakonodaja RS je že harmonizirana z zakonodajo EU, zato se bomo osredotočili tudi nanjo.

2.1 Zakonodaja EU s področja varstva voda

Vodna direktiva, osnovni dokument EU, obsega več direktiv oz. navodil s področja voda, in sicer s področja pitne vode, podzemne vode, površinske vode, ribolovne, kopalne vode...

Direktiva o vodah določa smernice, kako varovati in ohraniti čistost vode v Evropi in teži k zagotavljanju trajnostne rabe vode. Temelji na povodjih kot naravnih hidroloških in geografskih enotah. Državam članicam določa roke glede varovanja vodnih ekosistemov, in sicer se osredotoča na obalno morje, celinske površinske vode, somornice in podzemne vode (WISE, 2008).

2.1.1 Direktiva o čiščenju odpadne komunalne vode

Direktiva o čiščenju odpadne komunalne vode (Urban Waste Water Directive (91/271/EEC)) v 1. členu ureja zbiranje, čiščenje in odvajanje komunalne odpadne vode ter čiščenje in odvajanje odpadne vode iz določenih industrijskih sektorjev. Cilj direktive je varstvo okolja pred škodljivimi vplivi odvajanja tehnološke in komunalne odpadne vode.

V direktivi (Urban Waste Water Directive (91/271/EEC)) so določeni tudi roki v zvezi z izgradnjo kanalizacijskih omrežij in komunalnih čistilnih naprav. Države članice so morale glede na velikost aglomeracij zagotoviti kanalizacijske sisteme za komunalno odpadno vodo (3. člen):

- najkasneje do 31. decembra 2000 za aglomeracije nad 15 000 PE (populacijski ekvivalent),
- najkasneje do 31. decembra 2005 za aglomeracije med 2000 in 15 000 PE,
- najkasneje do 31. decembra 1998 za aglomeracije nad 10 000 PE na občutljivih območjih.

Če na določenem območju ni bila upravičena izgradnja kanalizacijskega sistema, bodisi zaradi previsokih stroškov bodisi zaradi premajhnega doprinosa za okolje, so se uporabili individualni sistemi.

Prav tako so morale članice zagotoviti, da se komunalna odpadna voda, ki vstopa v kanalizacijske sisteme, pred izpustom obdela v sekundarnem postopku čiščenja ali primerljivem postopku (4. člen):

- najkasneje do 31. decembra 2000 za vse izpuste iz aglomeracije nad 15 000 PE,
- najkasneje do 31. decembra 2005 za vse izpuste iz aglomeracije med 10 000 in 15 000 PE,

- najkasneje do 31. decembra 2005 za izpuste v sladke vode in estuarje iz aglomeracije med 2 000 in 10 000 PE.

Do 31. decembra 1993 so morale države članice opredeliti občutljiva območja na svojih ozemljih na podlagi merila za opredelitev občutljivih in manj občutljivih območij, ki so sestavni del te direktive.

V direktivi so navedene še zahteve za kanalizacijski sistem, izpust iz komunalnih čistilnih naprav v sprejemne vode ter posebne zahteve za tehnološko odpadno vodo in referenčne metode za spremljanje in vrednotenje rezultatov.

2.2 Zakonodaja RS

Področje odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode v Republiki Sloveniji urejajo naslednji pravilniki in uredbe:

- Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06 - uradno prečiščeno besedilo, 49/06 - ZMetD, 66/06 - odl. US, 33/07 - ZPNačrt, 57/08 - ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 - ZPNačrt-A, 48/12, 57/12 in 92/13);
- Zakon o vodah (ZV – 1) (Ur. l. RS št. 67/02, 2/04 – ZZdri-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15);
- Zakon o ohranjanju narave (Uradni list RS, št. 96/04 - uradno prečiščeno besedilo, 61/06 - ZDru-1, 8/10 - ZSKZ-B in 46/14);
- Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda (Uradni list RS št. 123/04);
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS št. 47/05, 45/07, 79/09 in 64/12);
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS št. 45/07, 63/09 in 105/10);
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS št. 98/07 in 30/10)/07, 63/09 in 105/10);
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz objektov reje domačih živali (Uradni list RS št. 10/99, 7/00 in 41/04 - ZVO-1);
- Pravilnik o monitoringu podzemnih voda (Uradni list RS št. 31/09);
- Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla (Uradni list RS št. 84/05, 62/08, 62/08, 113/09 in 99/13);
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu pri vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (Uradni list RS št. 55/97, 41/04 - ZVO-1 in 99/13);

- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS št. 68/96);
- Uredba o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (Uradni list RS št. 51/14);
- Uredba o stanju površinskih voda (Uradni list RS št. 14/09);
- Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode (novelacija za obdobje od leta 2005 do leta 2017);
- Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode (Uradni list RS št. 88/11, 8/12 in 108/13)...

V nadaljevanju so predstavljeni pojmi iz pravilnikov in uredb, ki zadevajo odvajanje in čiščenje odpadnih vod iz naselij:

- *komunalna odpadna voda* je na podlagi 2. člena Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo voda, ki nastaja v bivalnem okolju gospodinjstev, zaradi rabe vode v sanitarnitarijah, pri kuhanju, pranju in drugih gospodinskih opravilih. Sem spada tudi voda, ki nastane v stavbah v javni rabi ali pri dejavnostih, kjer je voda po nastanku in sestavi podobna vodi, ki nastane v gospodinjstvu.;
- *kanalizacija* je na podlagi 2. člena Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo omrežje kanalskih vodov, kanalov in jarkov ter z njimi povezanih naprav, ki se povezujejo v kanalizacijsko omrežje. Kanalizacija je namenjena izvajanju občinskih gospodarskih javnih služb.

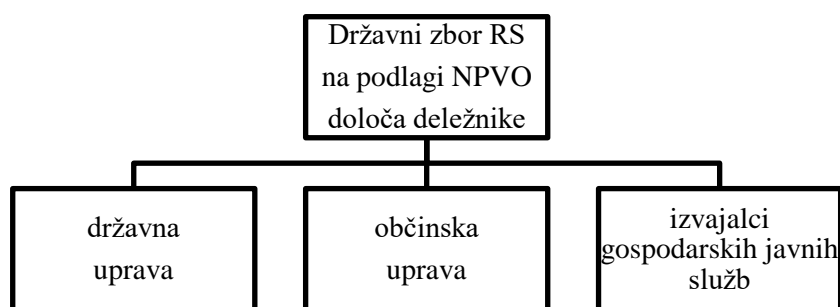
Po 19. členu Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode je upravljavec stavbe, na poselitvenem območju, kjer je zgrajena kanalizacija, dolžan zagotoviti odvajanje odpadne vode v kanalizacijo. Na poselitvenem območju, kjer kanalizacije ni, je upravljavec dolžan odvajati odpadno vodo na MČN.

- *mala komunalna čistilna naprava*, na podlagi 1. člena Uredbe o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav, je naprava za čiščenje komunalne odpadne vode z zmogljivostjo čiščenja, manjšo od 2000 populacijskih ekvivalentov, v kateri se komunalna odpadna voda zaradi njenega čiščenja obdeluje z biološko razgradnjo s prezračevanjem v naravnih ali prezračevanih lagunah, v bioloških reaktorjih s postopkom z aktivnim blatom in v bioloških reaktorjih s pritrjeno biomaso;
- *populacijski ekvivalent* (v nadaljnjem besedilu: PE), na podlagi istega člena in uredbe, je enota za obremenjevanje vode, določena s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo;

- *aglomeracija* je na podlagi 2. člena Uredbe o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih območje poselitve, kjer je poseljenost oziroma opravljanje gospodarske ali druge dejavnosti zgoščena v takšni meri, da je treba zbirati in odvajati odpadne vode v javno kanalizacijo (v nadaljnjem besedilu: območje poselitve). Obremenjevanje vode z odvajanjem odpadnih voda se za območje poselitve izraža v PE;

3 PROCES ODLOČANJA IN SMERNICE ZA PRISTOP K ODVAJANJU IN ČIŠČENJU ODPADNE KOMUNALNE VODE

S pristopom k EU se je Slovenija vključila v pripravo državnega programa in okoljske strategije z namenom vzpostavitve pravnega reda na področju varstva okolja. Prezemem pravnega reda EU na področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda vključuje prenos, izvajanje in nadzor nad izvajanjem zakonodaje. Okoljska zakonodaja EU, kateri so morale države članice, vključno s Slovenijo, prilagoditi svojo zakonodajo in upravno prakso, je sestavljen iz več sklopov, ki zajemajo kakovost vode, nadzor nad industrijskim onesnaženjem, kakovost zraka, jedrsko varnost in varnost pred sevanjem, zaščito in reševanje, podnebne spremembe, ravnanje z odpadki, okoljsko politiko in mednarodno sodelovaje... Usklajevanje okoljske zakonodaje je potekalo intenzivno. Večina zakonodaje, ki ni zahtevala velikih finančnih vlaganj, je bila oz. bo izvedena v srednjeročnem obdobju; za uresničitev, zahteve, ki zajemajo večja vlaganja npr. v okoljsko infrastrukturo (vlaganje v izvajanje služb varstva okolja, v našem primeru ČN za odpadno vodo), pa bo potrebno daljše časovno obdobje. Posledično je Vlada RS sprejela NPVO, ki je krovni akt za izvajanje okoljskih naložb. Pripravljen je na podlagi zakona o varstvu okolja, skladno z okoljskim programom EU. NPVO določa okoljske cilje in naloge, temeljene na oceni stanja okolja ter predstavlja izhodišče za okoljsko razsežnost Strategije razvoja Slovenije. NPVO določa tudi glavne deležnike, ki sodelujejo v procesu odločanja na področju varstva okolja, določa njihovo vlogo in usmeritve ter prednostne naloge. (Resolucija NPVO, 2006)



Slika 1: Deležniki v procesu odločanja na področju varstva okolja
Figure 1: Stakeholders in the environmental-protection decision making process

(Resolucija NPVO, 2006)

Naloga države, ki izhaja iz realizacije njenih pristojnosti, je določanje okoljskih standardov, izdajanje predpisov in izvrševanje zakonodaje. Ministrstvo za okolje in prostor predpisuje zakonski okvir za

področje varstva okolja, podzakonske predpise in akte, pripravlja operativne programe s področja varstva voda, Nacionalne programe.... Med drugim je naloga države tudi ta, da spremlja stanje okolja v RS, vodi register informacij o stanju okolja ter obvešča javnost, oblikuje ustrezne politike varstva okolja z izdelavo programov za izboljšanje le-teh, izvaja ekonomske in finančne instrumente kot so okoljske dajatve, bančne garancije, krediti ter zagotavlja gospodarske služne varstva okolja.

Inštitucije, ki delujejo pod okriljem države so:

- *Agencija RS za varstvo okolja*, ki vodi osnovni okvir za odvajanje odpadne vode glede okoljskih dajatev;
- *Direkcija RS za upravljanje z vodami*, ki spremlja količinsko, ekološko, kemijsko stanje voda, vodi upravne postopke s področja rabe vode (izdaja vodnih dovoljenj), upravne postopke varstva voda (izdaja vodnih soglasij, okoljevarstvenih soglasij in dovoljenj);
- *Inšpektorat RS za okolje*, ki opravlja nadzor nad izvajanjem zakonov.

Naloga občin oz. lokalnih skupnosti so opredelitev načina izvajanja javne službe odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih in padavinskih voda, pristojni so za namensko porabo sredstev, zbranih na podlagi okoljskih dajatev onesnaženja okolja, zaradi odvajanja odpadnih voda. Občine sprejemajo ukrepe, potrebne za zagotavljanje kakovosti življenja v občini, sprejemajo lokalne programe, ki morajo biti v skladu z zakonodajo in jih tudi izvajajo, zagotavljajo obvezne gospodarske javne službe (odvajanje in čiščenje odpadnih in padavinskih vod, oskrba s pitno vodo...). Občine pripravljajo in dopolnjujejo strateške razvojne dokumente, na podlagi katerih so razvidne predvidene investicije v infrastrukturo odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode v skladu z navodili OP.

Naloga gospodarskih javnih služb je izvajanje službe, v našem primeru odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode, v skladu z občinskimi in državnimi predpisi ter odloki.

V procesu odločanja in izvajanju pristojnosti na področju odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda imajo pristojnost vsi omenjeni subjekti. Osnovni proces odločanja se izvaja v skladu z zakonodajo, predpisi in uredbami ter v skladu s smernicami, ki izhajajo iz operativnega programa, ki je podrobneje opisan v nadaljevanju.

Pri procesu odločanja imata, po našem mnenju, poglobitno vlogo občina in izvajalec gospodarske javne službe, saj sta glavna pripravljalca vhodnih podatkov. Za razlago uporabljene metodologije za pripravo lokalnega operativnega programa in virov financiranja, je potrebno prikazati tudi razmerje med občino in izvajalcem gospodarske javne službe v konkretnem primeru na območju Šaleške doline.

Izvajanje gospodarske javne službe v Šaleški dolini opravlja Komunalno podjetje Velenje, d.o.o., ki je vpisano v sodni register pri Okrožnem sodišču v Celju, Srg 9700494, z dne 3.4.1998. Sedež podjetja ima v Velenju, na Koroški cesti 37/b. Ustanoviteljice in lastnice javnega podjetja, na podlagi Statuta

Komunalnega podjetja Velenje d.o.o., sprejetega na 1. redni seji Skupščine Komunalnega podjetja Velenje, dne 27. 1. 1997, so Mestna občina Velenje, Občina Šoštanj in Občina Šmartno ob Paki. Ustanoviteljice izvršujejo ustanoviteljske pravice v skupščini Komunalnega podjetja. Z reorganizacijo Občine Velenje je bilo na javnem kapitalu ugotovljeno lastništvo treh občin ustanoviteljic podjetja v naslednji deležih:

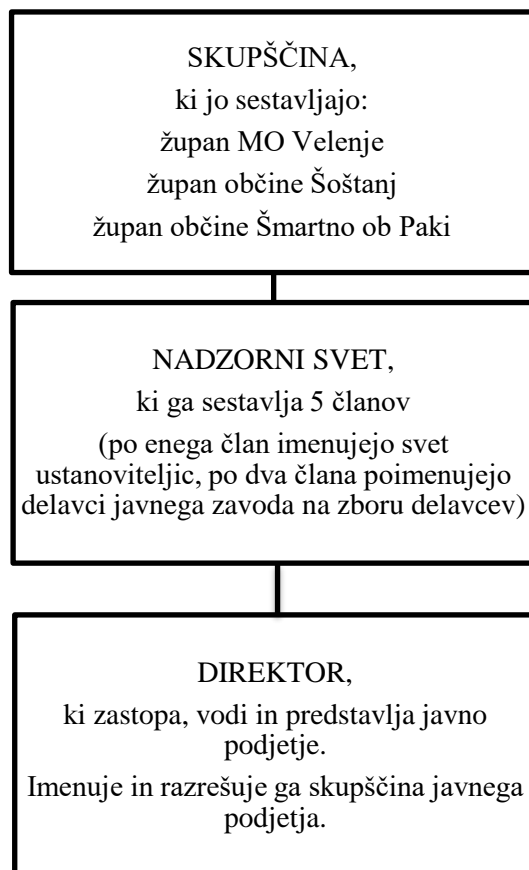
- Mestna občina Velenje (83,10 %),
- Občina Šoštanj (14,30 %) in
- Občina Šmartno ob Paki (2,06 %).

Po standardni klasifikaciji dejavnosti je podjetje uvrščeno v dejavnost "Zbiranje, čiščenje in distribucija vode". Osnovne dejavnosti podjetja so: oskrba s pitno vodo, odvajanje in čiščenje odpadnih in padavinskih voda, ravnanje s komunalnimi odpadki, oskrba s toplotno energijo, oskrba z zemeljskim plinom, pokopališka in pogrebna dejavnost. Javno podjetje pridobiva prihodek z opravljanjem svoje dejavnosti iz proračunskih sredstev in iz drugih virov, ki so določeni z Zakonom o gospodarskih javnih službah ali odlokom občin ustanoviteljic (lokalni davek, prihodek izvajalcev, posojila, tuja vlaganja in boni). Podjetje vodi poslovne knjige in sestavlja letna poročila, ki veljajo za gospodarske javne službe.

Izvajanje dejavnosti Komunalnega podjetja Velenje d.o.o. je predpisano z naslednjimi odloki:

- Odlok o določitvi gospodarskih javnih služb v občini,
- Odlok o oskrbi s toplotno energijo iz sistema daljinskega ogrevanja,
- Odlok o ravnanju s komunalnimi odpadki,
- Odlok za dobavo in odjem plina iz plinovodskega omrežja v Mestni občini Velenje ter
- Odlok o oskrbi z vodo.

Organi upravljanja podjetja so skupščina, nadzorni svet in direktor.



Slika 2: Organi upravljanja Komunalnega podjetja Velenje d.o.o
Figure 2: Komunalno podjetja Velenje d.o.o Management Bodies

S Pogodbo o uporabi in upravljanju komunalne infrastrukture, podpisane 23.1.1998 med Komunalnim podjetjem Velenje in občinami ustanoviteljicami, so Mestna občina Velenje, Občina Šoštanj in Občina Šmartno ob Paki izročile Komunalnemu podjetju Velenje, d.o.o. (KPV) v uporabo in upravljanje komunalno infrastrukturo. Namen tega je zagotovitev izvajanja gospodarskih javnih služb, ki jih morajo zagotavljati lokalne skupnosti in jih je podjetje, pooblaščno in zadolženo izvajati z zakoni, odloki občin ter drugimi predpisi.

Pogodba je sklenjena za nedoločen čas in obsega vzdrževanje, obnove in posodobitve, varovanje in druga potrebna opravila na komunalni infrastrukturi. Obseg obnov in posodobitev sistemov se določi z letnimi in srednjeročnimi plani, sredstva pa se zagotovijo po letnih planih KPV iz cene storitev.

Naložbe v komunalno infrastrukturo se izvajajo na podlagi Pogodbe o prenosu in izvajanju investicij v komunalno infrastrukturo, ki je bila podpisana 30.11.1999 med KPV in občinami ustanoviteljicami. Na podlagi omenjene pogodbe lahko KPV izvaja predinvesticijske posle kot so priprava investicijske,

projektne in razpisne dokumentacije, vodi posle investitorstva in speljuje postopke javnega naročanja. Po končanju naložbe KPV prevzame zgrajeno komunalno infrastrukturo v upravljanje.

Obveznosti lokalnih skupnosti, izhajajočih iz operativnega programa, ki smo jih že omenili, so bile zajete v izdelanih lokalnih operativnih programih posebej za MO Velenje, Občino Šoštanj in Občino Šmartno ob Paki. Programi so bili izdelani v letu 2006 na Komunalnem podjetju Velenje na osnovi potreb in želja lokalnih skupnosti, zahtev iz OP in analize stanja prostora. Lokalni operativni programi so bili zasnovani na podlagi analiz obstoječega stanja in analiz predvidene ureditve prostora. Aglomeracije, izdelane na pravni podlagi za določanje aglomeracij po Uredbi o emisiji snovi pri odvajanju komunalnih odpadnih voda iz ČN, so bile posredovane lokalnim skupnostim (v našem primeru občinam in KPV) v atributni in grafični obliki. Občine in KPV so oblikovale skupek strokovnih podlag. Predložene aglomeracije so ali aglomeracije potrdile, ali pa predlagale združitev večih aglomeracij (npr. zaradi možnosti navezave na obstoječo kanalizacijo) bodisi predlagale razdruževanje zaradi predvidenega drugega načina reševanja odpadnih voda npr z MČN. Na podlagi analize prostorskih podatkov na območju MO Velenje in Občine Šoštanj (osredotočamo se na ti dve občini, ker se v nadaljevanju podrobneje obdelujeta) se je na kartografski podlagi (TTN, DOF) definirala lokacija obstoječih objektov in število populacijskih enot (v nadaljevanju PE) za te objekte. Podatki o namenski rabi zemljišč so se pridobili iz Prostorskega informacijskega sistema občin - PISO. S pomočjo podatkov iz evidenc Geodetske uprave RS – GURS so se določili podatki o evidenčnih hišnih številkah (EHIŠ). Podlage iz Geodetske uprave so bile posredovane na KPV v Službo informatike, kjer so jih informatiki vpeljali v GIS sistem t.i. Manifold. S pomočjo programa se je označilo območje hiš, za katere se je želelo pridobiti podatke o številu prebivalcev in rezultat se je izpisal v obliki tabele. KPV s pomočjo programa Manifold beleži podatke o obstoječi komunalni infrastrukturi, katere upravljaavec je (vodovod, toplovod, kanalizacija, plinovod). S pomočjo programa se lahko pridobijo natančni podatki o objektih, ki se priključujejo na kanalizacijsko omrežje. Območja opremljanja se določijo na podlagi državnih aglomeracij poselitve, stavbnih zemljišča in analize stanja prostora (obstoječi objekti in obstoječa komunalna infrastruktura). Upoštevale pa so se poselitve na vodovarstvenih območjih. Gostota prebivalstva se je določila na podlagi podatkov iz GURS-a za vsako naselje posebej.

Agglomeracije, ki sta jih potrdili občini in KPV, so tudi osnova za pripravo lokalnih razvojnih načrtov. Planiranje komunalnega gospodarstva in dejavnosti je vezano na prostor, naselje oz. mesto. Prostor se ureja s prostorskimi izvedbenimi akti (PIA), prostorsko ureditvenimi pogoji (PUP), prostorsko izvedbenimi načrti (PIN), zazidalnimi načrti (ZN) in ureditvenimi načrti (UN). Pri načrtovanju prostorskega razvoja je potrebno vključiti varstvo okolja. Temeljni cilj varstva okolja je, če se osredotočimo na temo čiščenja odpadnih voda, zagotavljanje komunalne opremljenosti obstoječih in novih zemljišč za gradnjo (vodovod, kanalizacija, ČN, sistemi ogrevanj).

Prostorski red RS, objavljen v Ur. l. RS 112/04 z vsemi dopolnitvami, v skladu s strategijo prostorskega razvoja, določa pravila za urejanje prostora na državni, regionalni in lokalni ravni. Pravila prostorskega reda uveljavljajo javno korist na področju urejanja prostora predvsem skozi poenotenje načinov priprave prostorskih aktov, in sicer z usklajevanjem razvojnih potreb z varstvenimi zahtevami, pripravam strokovnih podlag, določanjem namembnosti rabe, načrtovanjem prostorskih sistemov (poselitev, gospodarska infrastruktura, krajine) ter določanjem lokacijskih in drugih meril in pogojev za umeščanje prostorskih ureditev in načrtovanjem ter graditvijo objektov. S pravili za urejanje prostora se pri pripravi strokovnih podlag in prostorskih aktov zagotavlja upoštevanje predpisov s področja varstva okolja. (Resolucija NPVO, 2006)

Na podlagi analize državnih aglomeracij, projektov v izvajanju, gostote prebivalstva in vodovarstvenih območij so se določila prioriteta območja za urejanje in odvajanje odpadne komunalne vode. KPV je imel izdelane idejne zasnove kanalizacijskega sistema do nivoja stavbnih zemljišč z obstoječo poselitvijo 10 PE in več. V idejnih zasnovah so bile upoštevane lokacije obstoječih objektov, veljavni prostorski akti, ki opredeljujejo možnost izgradnje komunalne infrastrukture na določenem območju, določene so konfiguracije terena in lokacije morebitnih ČN. V idejni zasnovi so že opredeljeni gravitacijski kanali za odvod odpadne komunalne vode, črpališča, tlačni vodi ČN... Lokalni operativni program je potrdil Svet občine na osnovi predloga, ki ga je izdelalo KPV skladno z MO Velenje. Sklep o sprejetju lokalnega operativnega programa o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode je bil objavljen v Uradnem vestniku.

3.1 Operativni program in njegova novelacija

Operativni program odvajanja in čiščenja odpadne komunalne vode je izvedbeni akt, s katerim so določena območja poselitve, ki jim je potrebno v določenih rokih zagotoviti odvajanje komunalne odpadne vode v javno kanalizacijo in ustrezno čiščenje na komunalni čistilni napravi.

OP je eden ključnih izvedbenih aktov za doseg ciljev iz NPVO. Zajema varstvo podzemnih in površinskih voda na območju RS pred vnosom fosforja in dušika ter pred mikrobiološkim onesnaženjem. V njem so določena poselitvena območja, za katera je potrebno v določenem času zgraditi kanalizacijo in zagotoviti končno čiščenje odpdanih voda na ČN.

Operativni program je sestavljen iz osnovnega programa in dodatnega programa (od 1 do 7. stopnje) glede na poseljenost v PE, gostoto poseljenosti v PE/ha in drugih zahtev kot so vodovarstvena območja, zaščitena območja, prispevna območja itd.

Cilji operativnega programa so:

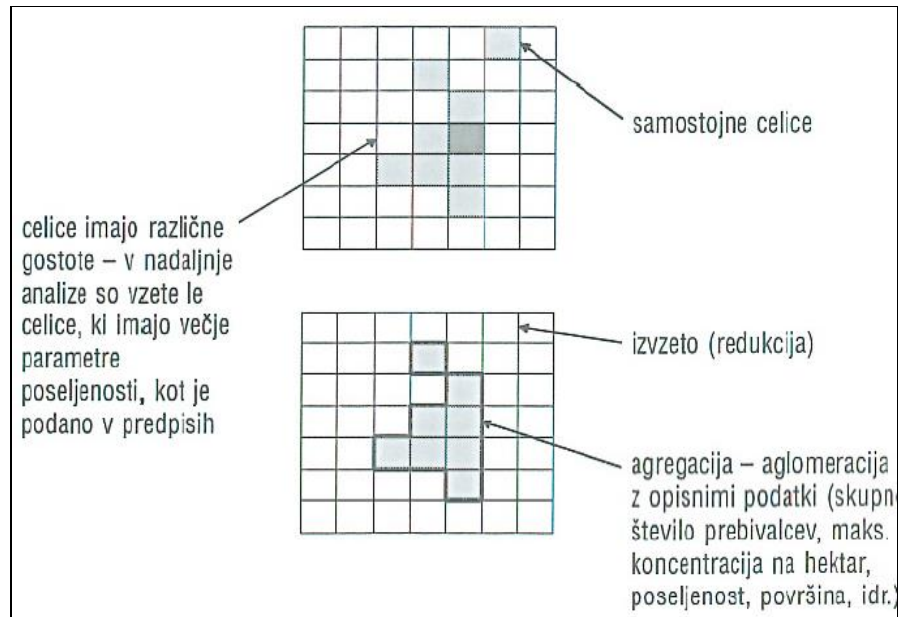
- izvedba kanalizacije v določenem času na območjih iz osnovnega programa, na podlagi okoljskih in tehničnih standardov,

- izvedba kanalizacije na območjih dodatnih stopenj OP, kjer je to ekonomsko in tehnično upravičeno,
- izvedba individualnih rešitev odvajanja in čiščenja odpadne komunalne vode v določenem času na območjih, kjer kanalizacija ni predvidena.

V obdobju izvajanja OP 2004 – 2008 so zaradi spremembe nacionalne zakonodaje in pristopa Bolgarije in Romunije k EU, nastopili novi pogoji glede rokov izvedbe, predvsem pa stopnji varstva, ki jih morajo zagotoviti posamezni ukrepi odvajanja in čiščenja odpadne komunalne vode. Spremembe so bile uveljavljene v Uredbi o spremembah in dopolnitvah Uredbe o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav in v novelaciji OP.

Aktivnosti, ki jih narekuje OP, so usmerjene v izvedbo tehničnih ukrepov (programi, investicije, za zmanjšanje emisij iz komunalnih virov onesnaževanja v vode) in hkrati usmerjene v varovanje kakovosti voda, ki so namenjene za pitno vodo ter vodooskrbo prebivalstva. Pomemben je celosten pristop k reševanju problemov onesnaženja in varovanja voda na področju povodja (Operativni program, 2015).

Izvajanje nalog v vodnem gospodarstvu je vezano na območja poselitev. Pregled, kaj je območje poselitve, ima lahko v različnih strokah različen pomen. Izraz naselje iz registra prostorskih enot, katerih površina prekriva celotno ozemlje Slovenije, za pripravo OP ni najbolj ustrezen. Zato je bilo potrebno izdelati merila in metodologijo, po katerih bi lahko iz vodnogospodarskih vidikov določili aglomeracije. Aglomeracije so površine območja poselitve ali delov poselitve, ki sestavljajo samostojno skupino enohektarskih kvadratnih celic ali združenje samostojnih skupin, ki presegajo določeno koncentracijo prebivalcev in imajo zaokroženo poselitev. Posamezna aglomeracija je osnovni element, na katerega se navezujejo standardi oskrbe odvajanja in čiščenja odpadnih voda. Slovenija je pokrita z mrežo več kot 2000 000 celic, velikosti 100 x 100 m. Ob pomoči evidence o stalnem prebivališču je bila določena gostota poseljenosti za vsako hektarsko celico. Z izvzemanjem osamljenih celic, je bil opravljen postopek redukcije, kar pomeni, da zaselkov ni potrebno opremiti z javno kanalizacijo (Gosar in sod., 2004).



Slika 3: Določevanje območij poselitve, ki morajo biti opremljena z javno kanalizacijo
Figure 3: Determining the agglomerations required to have a public sewerage system

(Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav)

Prva izdaja operativnega programa za obdobje 2005 – 2017 je bila s sklepom vlade RS sprejeta dne 14.10.2004. V preglednici 1 so prikazani roki in stopnje operativnega programa:

Preglednica 1: Stopnje programa in zakonsko opredeljeni roki
Table 1: Programme stages and legally stipulated deadlines

OSNOVNI PROGRAM				
ROK	NALOGA	PE	ZAHTEVE	DODATNE OBVEZNOSTI
31.12.2010	Odvajanje v javno kanalizacijo in sekundarno čiščenje	>100 000 PE na vodnem območju Donave	najmanj 95% celotne obremenitve (PE)	ureditev ustreznega odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda
31.12.2015	Odvajanje v javno kanalizacijo in terciarno čiščenje	>100 000 PE na vodnem območju Donave	najmanj 95% celotne obremenitve (PE)	ureditev ustreznega odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda
31.12.2010	Odvajanje v javno kanalizacijo in sekundarno čiščenje	>15 000 PE in ne ležijo na prispevnih območjih občutljivih območij niti na vodnem območju Donave	najmanj 95% celotne obremenitve (PE)	ureditev ustreznega odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda
31.12.2010	Odvajanje v javno kanalizacijo in sekundarno čiščenje	med 15 000 in 100 000 PE na vodnem območju Donave, ki ne ležijo na prispevnih območjih občutljivih območij	najmanj 95% celotne obremenitve (PE)	obvezna individualna ureditev ustreznega odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda
31.12.2015	odvajanje v javno kanalizacijo in terciarno čiščenje	med 15 000 in 100 000 PE na vodnem območju Donave, ki ne ležijo na prispevnih območjih občutljivih območij	najmanj 95% celotne obremenitve (PE)	obvezna individualna ureditev ustreznega odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda
31.12.2015	odvajanje v javno kanalizacijo in ustrezno čiščenje	2000 PE in 15 000 PE in ne ležijo na prispevnih območjih občutljivih območij	najmanj 95% celotne obremenitve (PE)	obvezna individualna ureditev ustreznega odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda
31.12.2008	odvajanje v javno kanalizacijo in terciarno čiščenje	> 10 000 PE na prispevnih območjih občutljivih območij	najmanj 95% celotne obremenitve (PE)	obvezna individualna ureditev ustreznega odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda
31.12.2015	odvajanje v javno kanalizacijo in terciarno čiščenje	med 10 000 in 15 000 PE na vodnem območju Donave, ki ne ležijo na prispevnih območjih občutljivih območij	najmanj 95% celotne obremenitve (PE)	obvezna individualna ureditev ustreznega odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda
31.12.2015	odvajanje v javno kanalizacijo in ustrezno čiščenje	med 2 000 in 10 000 PE na prispevnih območjih občutljivih območij	najmanj 95% celotne obremenitve (PE)	obvezna individualna ureditev ustreznega odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda
31.12.2015	odvajanje v javno kanalizacijo in ustrezno čiščenje	med 50 PE in 2000 PE z gostoto obremenjenosti večjo od 20 PE/ha, oz. večjo od 10 PE/ha na območjih s posebnimi zahtevami	najmanj 95% celotne obremenitve (PE)	obvezna individualna ureditev ustreznega odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda

DODATNI PROGRAM 1. STOPNJE				
ROK	NALOGA	PE	ZAHTEVE	DODATNE OBVEZNOSTI
31.12.2017	ustrezno odvajanje in čiščenje	med 900 PE in 2000 PE z gostoto obremenjenosti med 10 PE/ha in 20 PE/ha		

DODATNI PROGRAM 2. STOPNJE				
ROK	NALOGA	PE	ZAHTEVE	DODATNE OBVEZNOSTI
31.12.2017	ustrezno odvajanje in čiščenje	med 450 PE in 900 PE z gostoto obremenjenosti med 10 PE/ha in 20 PE/ha		

DODATNI PROGRAM 3. STOPNJE				
ROK	NALOGA	PE	ZAHTEVE	DODATNE OBVEZNOSTI
31.12.2017	ustrezno odvajanje in čiščenje	med 50 PE in 450 PE z gostoto obremenjenosti med 10 PE/ha in 20 PE/ha		

DODATNI PROGRAM 4. STOPNJE				
ROK	NALOGA	PE	ZAHTEVE	DODATNE OBVEZNOSTI
31.12.2015	čiščenje za območje poselitve izven predhodnih stopenj na območjih s posebnimi zahtevami, v katerih je javna kanalizacija ali ustrezna komunala, skupna ali mala ČN s kapaciteto nad 50 PE že zgrajena oz. je investicija že začeta za več kot 5% skupne obremenitve s komunalno odpadno vodo in je skladna z državnimi OP, ki so veljali pred uveljavitvijo tega			

DODATNI PROGRAM 5. STOPNJE				
ROK	NALOGA	PE	ZAHTEVE	DODATNE OBVEZNOSTI
31.12.2017	ustrezno odvajanje in čiščenje za območje poselitve izven predhodnih stopenj, v katerih je javna kanalizacija ali ustrezna komunala, skupna ali mala ČN s kapaciteto nad 50 PE že zgrajena oz. je investicija že začeta za več kot 5% skupne obremenitve s komunalno odpadno vodo			

PROGRAM, KI NI VEZAN NA POSAMEZNE STOPNJE				
ROK	NALOGA	PE	ZAHTEVE	DODATNE OBVEZNOSTI
31.12.2015	rok za dodatno obdelavo komunalne odpadne vode za območja poselitve, ki so uvrščena v zgoraj omenjene stopnje in ki ležijo na vplivnem območju kopalnih voda			

DODATNI PROGRAM 6. STOPNJE				
ROK	NALOGA	PE	ZAHTEVE	DODATNE OBVEZNOSTI
31.12.2015	rok za odvajanje in čiščenje v mali komunalni čistilni napravi za posamezne stavbe, ki niso vključene v predhodne stopnje na območjih s posebnimi zahtevami			

DODATNI PROGRAM 7. STOPNJE				
ROK	NALOGA	PE	ZAHTEVE	DODATNE OBVEZNOSTI
31.12.2017	rok za odvajanje in čiščenje v mali komunalni čistilni napravi za posamezne stavbe, ki niso vključene v predhodne v predhodne stopnje			

(Operativni program, 2015)

Poglavitna zahteva iz direktiv EU in NPVO (Nacionalni program varstva okolja), obvezuje RS, da do leta 2015 zagotovi opremljanje območij poselitev na območju Šaleške doline, večjih od 2000 PE po naslednjem grobem terminskem planu:

- 31. december 2010 za čiščenje in 31. december 2010 za 95 % odvajanje v kanalizacijo za poselitveno območje, ki je obremenjeno z več kot 15 000 PE (program 5.1.2);
- 31. december 2015 za čiščenje in 31. december 2017 za 95 % odvajanje v kanalizacijo za poselitveno območje, ki je obremenjeno z več kot 2 000 PE (program 5.1.3).

Dodatno pa je RS v OP vključila tudi obvezno opremljanje območij poselitev manjših od 2000 PE, in sicer:

- 31. december 2015 za čiščenje in 31. december 2017 za 80 % odvajanje v kanalizacijo za poselitveno območje, ki je obremenjeno med 450 in 2 000 PE ter gostoto obremenjenosti z več kot 20 PE/ha in več kot 10 PE/ha, če gre za naselje na občutljivem ali vodovarstvenem območju (program 5.1.4);

- 31. december 2015 za čiščenje in 31. december 2017 za 80 % odvajanje v kanalizacijo za poselitveno območje, ki je obremenjeno med 450 in 2 000 PE ter gostoto obremenjenosti z manj kot 20 PE/ha in več kot 10 PE/ha (program 5.1.5 in 5.1.6).

V letu 2010 je vlada sprejela novelacijo OP za obdobje 2005 – 2017, v kateri je poleg zahtev iz osnovnega OP, dodatno povečala obseg območij obveznega opremljanja v enakih časovnih okvirjih.

Za izvedbo in spremljanje OP so pristojne in odgovorne občine ter ministrstvo za okolje in prostor.

Lokalni operativni program je bil najprej izdelan kot predlog v treh variantah. V prvi varianti so bila zajeta vsa območja stavbnih zemljišč z obstoječo poselitvijo nad 10 PE, v drugi varianti pa so bila zajeta območja s poselitvijo nad 50 PE, tretja varianta pa je zajemala območja, ki so bila opredeljena v obveznem operativnem programu. Po predlogu KPV je bila na Svetu občine sprejeta druga varianta. V OP je pri obeh občinah zajeta tudi izgradnja zadrževalnih bazenov in obnova netesne kanalizacije, vendar je izvedba planirana v obdobju do leta 2025, in sicer zaradi višine investicije in zagotavljanja finančnih virov.

Z novelacijo OP, ki ga je s sklepom 11.11.2010 potrdila Vlada RS, je KPV d. o. o. pristopil k izdelavi novelacije lokalnega operativnega programa. Pri pregledu noveliranega OP smo ugotovili, da so bila ponovno pregledana in ažurirana območja obstoječe poselitve, v skladu s pravili določanja območij in gostote poseljenosti, ki so bile določene že v osnovnem programu na območju naselij Bevče (20710), Podgorje (20634), Paški Kozjak (4069) in Arnače – Šentilj (20674) je prišlo do zmanjšanja velikosti aglomeracij, območja naselij Škalske Cirkovce (20616), Lipje (20690) in Podkraj (9563) pa so bila izvzeta iz aglomeracije obveznega opremljanja. Noveliran OP opremljanja je sestavljen iz osnovnega (obveznega) programa in programa dodatnih stopenj opremljanja kot je prikazano v tabeli 5 in 6. Osnovni program zajema območja poselitev, kjer je obvezno opremljanje v skladu s predpisanimi roki, območja poselitev iz dodatnih programov pa se lahko opremijo z javno kanalizacijo, če je izgradnja tehnično – tehnološko in ekonomsko upravičena. Ob izpolnjevanju teh pogojev se bo tudi na teh območjih zgradila javna kanalizacija, ki se bo lahko financirala tudi iz vira okoljskih dajatev. Ker se je do leta 2015 v Šaleški dolini uredila kanalizacija na območjih aglomeracij iz obveznega opremljanja, so ostala odprta še območja iz dodatnih programov. Na podlagi seznamov (tabela 5 in 6) osnovnega programa in dodatnih stopenj opremljanja, kakor tudi po upoštevanju prednostnega reda izvajanja gradenj so na kritični poti opremljanja območja poselitev v naseljih Paka, Šentilj, in Lipje.

3.1.1 Določitev območij naselij, ki morajo biti opremljeni s kanalizacijo

3.1.1.1 Območje občin

Območje Šaleške doline izhaja iz prostorsko sklenjenih območij Mestne občine Velenje (v nadaljevanju MOV) in Občine Šoštanj, saj mesti Velenje in Šoštanj skupaj funkcionalno in morfološko tvorita funkcijsko središče in poselitveno jedro Šaleške doline.

Mestna občina Velenje leži v vzhodnem delu Šaleške doline na nadmorski višini 396 m. Osrednji del občine predstavlja dolinski del ob reki Paki. Ves vzhodni dolinski del Šaleške doline je urbaniziran, saj se je mesto, ki je po številu prebivalcev peto največje v Sloveniji, v svojem razvoju zadnjih 50 let razširilo med nekdanjimi naselji in zaselki Škale, Stara vas, Staro Velenje, Šalek in Šmartno.

Severno obrobje občine sega v hribovit svet, ki se razteza od Razborja do Graške Gore in preko prebojne doline Pake v Hudi luknji do Paškega Kozjaka. Vzhodna meja občine poteka po Dobrnskem podolju, preko potoka Pirešica, proti jugu na Ponikovsko planoto in Ložniško gričevje, ki Šaleško dolino ločujeta od Spodnje Savinjske doline. Zahodna meja občine razpolovi Šaleško dolino v smeri sever-jug na območju nekdanje vasi Preloge, kjer danes pod dolinskim dnom poteka v Premogovniku Velenje najintenzivnejši odkop lignita. Meja se nadaljuje po spodnjem toku potoka Velunja do podnožja Graške Gore. (Predstavitev MOV, 2015)

Preglednica 2: Statistični podatki za MOV
Table 2: Statistical data for the City Municipality of Velenje

Površina (km ²)	Št. prebivalcev (PE)	Gostota poselitve (PE/km ²)
84	33.034	102

(SURS, 2013)

MOV sestavlja 25 naselij z različnimi št. prebivalcev ter na različnih nadmorskih višinah: Arnače, Bevče, Črnova, Hrastovec, Janškovo selo, Kavče, Laze, Lipje, Lopatnik, Lopatnik Pri Velenju, Ložnica, Paka pri Velenju, Paški Kozjak, Pirešica, Plešivec, Pelska, Podgorje, Podkraj, Silova, Šenbric, Škale, Škalske Cirkovce, Šmartinske Cirkovce, mesto Velenje, Vinska Gora.



Slika 4: Prikaz katastrskih občin v MOV in meje MOV
Figure 4: Cadastral communities in MOV and MOV borders

(PISO, 2015)

Na zahodnem delu Šaleške doline se je na rečni naplavinini med reko Pako in do 600 m visokimi vzpetinami proti jugu razvilo mestno naselje Šoštanj na nadmorski višini 358,7 m. V občini Šoštanj je 9 naselij oz. krajevnih skupnosti: Bele Vode, Gaberke, Lokovica, Ravne, Skorno – Florjan, Šentvid, Šoštanj, Topolšica, Zavodnje.



Slika 5: Prikaz katastrskih občin v občini Šoštanj in meje občine
Figure 5: Cadastral communities in the Šoštanj Municipality and its borders

(PISO, 2015)

Preglednica 3: Statistični podatki za Občino Šoštanj
Table 3: Statistical data for the Šoštanj Municipality

Površina (km ²)	Št. Prebivalcev (PE)	Gostota poselitve (PE/km ²)
95	8.807	102

(SURS, 2013)

3.1.1.2 Aglomeracije, ki jih je potrebno opremiti po OP

Seznam območij poselitve, za katere velja OP, so navedeni v tabeli 4, 5, 6, 7. V prilogi 1 je slikovni prikaz aglomeracij. Karta je vzeta iz Lokalnega operativnega programa za MOV in Občino Šoštanj, ki ga je izdelalo Komunalno podjetje Velenje d.o.o. in prikazuje aglomeracije v omenjenih občinah, ki jih je potrebno skladno z OP opremiti v določenih rokih.

Pomen oznak:

Id - identifikacijska številka območja poselitve

Ob_ime - ime občine

Na_ime - ime območja poselitve

PE – obremenitev zaradi nastajanja komunalne odpadne vode glede na število stalno prijavljenih prebivalcev na območju v PE. Na podlagi določila iz trenutno veljavne Uredbe o emisiji snovi pri odvajanju odpadne komunalne vode iz komunalnih čistilnih naprav, se upošteva št. prebivalcev s stalnim prebivališčem na določenem območju, povečanim za 30 %, t.j. št. preb. *1,3.

PE/ha – gostota skupne obremenitve s komunalno odpadno vodo na območju poselitve vPE/ha

Preglednica 4: Tabela obveznega opremljanja območij poselitev v MOV
Table 4: Table of mandatory equipping of the City Municipality of Velenje agglomerations

Id	Ob_ime	Na_ime	PE (Št. Preb.*1,3)	PE/ha	Št. Programa	Rok opremljanja	Naziv investicije
20709	Velenje	Velenje	33.602	54,83	6.1.3	31.12.2015	Sekundarna kanalizacija Šalek Paka - Levi breg Sekundarna kanalizacija Gorica - Zg. Šalek Sekundarna kanalizacija Straža
20685	Velenje	Prelska 1	104	24,88	6.1.3	31.12.2015	Izgradnja sekundarnega kanala in MKČN Prelska
20700	Velenje	Vinska Gora 2	294	25,13	6.1.3	31.12.2015	Izgradnja sekundarnega kanala in MKČN Vinska Gora - center
20663	Velenje	Lipje 7	143	24,7	6.1.3	31.12.2015	Izgradnja sekundarnega kanala

(Lokalni operativni program MOV, 2012)

Preglednica 5: Tabela dodatnega opremljanja območij poselitev v MOV
Table 5: Table of additional equipping of the City Municipality of Velenje agglomerations

Id	Ob_ime	Na_ime	PE (Št. Preb.*1,3)	PE/ha	Št. Programa	Rok opremljanja	Naziv investicije
20619	Velenje	Škale - Hrastovec	857	14,93	6.2.2	31.12.2017	Obnova netesne kanalizacije
20712	Velenje	Kavče	572	13,1	6.2.2	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije
20705	Velenje	Laze 1	270	17,08	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije in izgradnja MKČN Laze
20710	Velenje	Paka - Trebeliško	218	10,92	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije
20692	Velenje	Lipje 5	194	10,77	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije
20674	Velenje	Šentilj	194	10,19	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije in izgradnja MKČN Šentilj
20702	Velenje	Bevče	185	10,86	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije V. faza
20699	Velenje	Lipje 1	169	12,23	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije in izgradnja MKČN Lipje 1
20634	Velenje	Podgorje	152	10,14	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije
20695	Velenje	Lipje 2	87	18,11	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije
20688	Velenje	Lipje 6	85	18,13	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije
20620	Velenje	Škale 2	74	11,3	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije
20630	Velenje	Paški Kozjak	66	13,26	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije in izgradnja MKČN Paški Kozjak
20613	Velenje	Plešivec 3	72	9,02	6.2.5	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije

(Lokalni operativni program MOV, 2012)

Preglednica 6: Tabela obveznega opremljanja območij poselitev v Občini Šoštanj
Table 6: Table of mandatory equipping of agglomerations in the Šoštanj Municipality

Id	Ob_ime	Na_ime	PE (Št. Preb.*1,3)	PE/ha	Št. Programa	Rok opremljanja	Naziv investicije
20791	Šoštanj	Šoštanj	4.147	13,97	6.1.4	31.12.2015	Izgradnja manjkajoče sekundarne kanalizacije Metleče
							Sekundarna kanalizacija Topolšica
							Sekundarna kanalizacija Metleče - Koroška cesta
							Sekundarna kanalizacija Florjan
							Sekundarna kanalizacija Skorno - Florjan
20737	Šoštanj	Ravne	306	20,34	6.1.8	31.12.2015	Sekundarna kanalizacija Ravne

(Lokalni operativni program Občine Šoštanj, 2012)

Preglednica 7: Tabela dodatnega opremljanja območij poselitev v Občini Šoštanj
Table 7: Table of additional equipping of agglomerations in the Šoštanj Municipality

Id	Ob_ime	Na_ime	PE (Št. Preb.*1,3)	PE/ha	Št. Programa	Rok opremljanja	Naziv investicije
20790	Šoštanj	Gaberke 1	611	19,6	6.2.2 - 2.st	31.12.2017	Sekundarni kanal Gaberke - Pristava
							Sekundarni kanal Gaberke 4. faza
20788	Šoštanj	Topolšica 1	610	13,93	6.2.2 - 2.st	31.12.2017	Sekundarni kanal Lom - Topolšica
							Sekundarni kanal Topolšica - center
							Sekundarni kanal Topolšica - GD
20792	Šoštanj	Lokovica 1	428	12,19	6.2.3 - 3.st	31.12.2017	Sekundarna kanalizacija Lokovica 1 in izgradnja MKČN Lokovica
20740	Šoštanj	Lajše	174	11,39	6.2.3 - 3.st	31.12.2017	Sekundarna kanalizacija Lajše
20774	Šoštanj	Zavodnje	143	11,92	6.2.3 - 3.st	31.12.2017	Sekundarna kanalizacija Zavodnje in izgradnja KČN Zavodnje
20787	Šoštanj	Florjan 1	122	15,75	6.2.3 - 3.st	31.12.2017	Sekundarna kanalizacija Florjan in izgradnja MKČN Florjan
20776	Šoštanj	Bele Vode - Grebenšek	105	13,31	6.2.3 - 3.st	31.12.2017	Sekundarna kanalizacija Florjan - Grebenšek - Mostnar in izgradnja MKČN
20737	Šoštanj	Gaberke 2	90	14,17	6.2.3 - 3.st	31.12.2017	Sekundarna kanalizacija Gaberke 3. faza
20770	Šoštanj	Lokovica 3	83	13,14	6.2.3 - 3.st	31.12.2017	Sekundarna kanalizacija Lokovica3 in izgradnja MKČN Lokovica 3
20750	Šoštanj	Lom	56	10,28	6.2.3 - 3.st	31.12.2017	Sekundarna kanalizacija Topolšica - Lom

(Lokalni operativni program Občine Šoštanj, 2012)

Lastnice komunalne infrastrukture (MOV, Občina Šoštanj in Občina Šmartno ob Paki) so si skupaj s Komunalnim podjetjem Velenje prizadevale za zagotovitev kakovostnega življenja prebivalcev Šaleške doline, zato se je ves čas investiralo v izgradnjo novega komunalnega omrežja. Vodilo za vlaganje v izgradnjo infrastrukture so bile zakonske zahteve iz Operativnega programa odvajanja in čiščenja odpadnih voda in preobremenjenost edinega odvodnika Šaleške doline, reke Pake.

Leta 2006 se je na podlagi predinvesticijskih študij pristopilo k izvedbi projekta izgradnje manjkajočega kanalizacijskega omrežja v Velenju (na območju ID 20709) in v Šoštanju na območjih (ID 20791 in 20737). Na podlagi predinvesticijskih študij in investicijskega projekta so se projekti uvrstili na prednostno listo sofinanciranja iz Kohezijskega sklada finančne perspektive 2007 – 2013.

Potrditev vloge za dodelitev kohezijskih sredstev za projekt sta občini MOV in Šoštanj prejeli 28. oktobra 2011 z odločbo št. KS OP ROPI/5/1Šaleška/o o dodelitvi sredstev za projekt Odvajanje in čiščenje odpadnih voda v Šaleški dolini, izdano s strani Službe Vlade RS za lokalno samoupravo in regionalno politiko. Cilji projekta po odločbi so izboljšanje življenjskih pogojev, izboljšanje kakovosti površinskih voda, varnost pred onesnaženjem in izboljšanje zdravstvenega stanja prebivalstva na območjih, kjer je predvidena izgradnja kanalizacije. (Poročilo o poteku projekta, 2013)

Ker gre po projektu za velike naložbe, ki jih občine ne bi mogle izvesti v predpisanih rokih, so se projekti izvajali s pomočjo kohezijskih sredstev. Šaleška dolina ima sicer zgrajeno razvejano kanalizacijsko omrežje s sodobno čistilno napravo, vendar je ostalo nekaj predelov v dveh območjih poselitev nad 2000 PE oz. v dveh največjih aglomeracijah mestnih predelov občine Velenje ter občine Šoštanj še neopremljenih z javno kanalizacijo. Rok za izgradnjo kanalizacije skladno z Operativnim programom je bil 31. december 2015. Osem manjkajočih delov omrežja, ki so obstoječo omrežje dopolnili v celovit sistem, je v dolžini 4,74 km pripadal MO Velenje, v dolžini 3,26 km pa Občini Šoštanj. Vzhodno od velenjskega mestnega središča je bil zgrajen odsek Šalek Paka levi breg in Gorica – Zg. Šalek, zahodno od Velenja pa odsek Straža in del manjkajoče kanalizacije v Podkrajju. V šoštanjski občini se je zgradil del manjkajoče kanalizacije Metleče, nov odsek na območju Florjana (Skorno Florjan in Florjan Mlakar) ter del kanalizacije Koroška cesta.

Operacija je potekala skladno s pogodbenimi določili, sama izgradnja manjkajoče kanalizacije je bila zaključena skladno s terminskimi plani v letu 2015. Kljub dolgi in hladni zimi 2012/2013 ni prišlo do zamud. V MO Velenje in občini Šoštanj je tako zgrajeno 8 km novega kanalizacijskega omrežja, na katerega je priključeno več kot 600 prebivalcev. S tem se je zmanjšala nevarnost onesnaževanja vodotokov v porečju Pake. Neizvedena so ostala še dela iz dodatnega programa OP za obe občini, ki imajo rok dokončanja do leta 2017 ter del osnovnega programa za MOV na območju Vinske Gore, ki imajo rok dokončanja do leta 2015. (Poročilo o poteku projekta, 2013)

V magistrski nalogi bodo predmet obdelave območja iz programa opremljanja, za katera se na Komunalnem podjetju Velenje v Službi za investicijski inženiring v letu 2015/2016 pripravlja ali pa je že pripravljena projektna dokumentacija. V ekipi, ki je bila zadolžena za to, sem tudi jaz.

Na območju MOV bo prikazan način reševanja odvodnjavanja odpadne komunalne vode za naslednja območja, vzeta iz preglednice 8 in 9.

Preglednica 8: Obdelava investicij po OP za MOV

Table 8: Treatment of investments according to the City Municipality of Velenje OP

Id	Ob_Ime	Na_ime	PE (Št. Preb.*1,3)	PE/ha	Št. Programa	Rok opremljanja	Naziv investicije
20674	Velenje	Šentilj	194	10,19	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije in izgradnja MKČN Šentilj
Id	Ob_Ime	Na_ime	PE (Št. Preb.*1,3)	PE/ha	Št. Programa	Rok opremljanja	Naziv investicije
20700	Velenje	Vinska Gora 2	294	25,13	6.1.3	31.12.2015	Izgradnja sekundarnega kanala in MKČN Vinska Gora - center
20688	Velenje	Lipje 6	85	18,13	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije
20685	Velenje	Prelska 1	104	24,88	6.1.3	31.12.2015	Izgradnja sekundarnega kanala in MKČN Prelska

(Lokalni operativni program MOV, 2012)

Na območju Občine Šoštanj bo prikazan način reševanja odvodnjavanja odpadne komunalne vode za naslednja območja, vzeta iz tabele 9:

Preglednica 9: Obdelava investicij po OP za Občino Šoštanj

Table 9: Treatment of investments according to the Šoštanj Municipality OP

Id	Ob_Ime	Na_ime	PE (Št. Preb.*1,3)	PE/ha	Št. Programa	Rok opremljanja	Naziv investicije
20792	Šoštanj	Lokovica 1	428	12,19	6.2.3 - 3.st	31.12.2017	Sekundarna kanalizacija Lokovica 1 in izgradnja MKČN Lokovica
20770	Šoštanj	Lokovica 3	83	13,14	6.2.3 - 3.st	31.12.2017	Sekundarna kanalizacija Lokovica 3 in izgradnja MKČN Lokovica 3

(Lokalni operativni program Občine Šoštanj, 2012)

3.2 Opredelitev kanalizacijskega sistema, zbirnega objekta in lokacije ČN

Podatki o številu prebivalcev v naseljih so povzeti iz Statističnega urada RS, podatki o srednjem n minimalnem pretoku odvodnikov pa iz hidrogeoloških poročil.

Ocena stroškov kanalizacijskih vodov je sestavljena iz cene dolžine kanalizacijskih vodov in premera cevi, za predvideno ČN pa zmogljivost, za katero je vzeta tudi rezerva za dobo vsaj 10 let. Osnova dimenzioniranja sistema za čiščenje odpadne vode je poraba vode na človeka 150 l/dan.

Lokacija ČN se določi na podlagi:

- kanalizacijskega sistema,

- gravitacije,
- velikosti in zazidave naselja,
- varstvenih pasov,
- geološke podlage,
- bližine in stanja vodotoka,
- ustreznosti lokacije (lastništvo, dostopnost, drugi potrebni posegi),
- krajinskega izgleda,
- poplavnosti področja,
- vrednosti zemljišča...

Možnost reševanja odvajanja odpadnih voda v naseljih, kjer ni v bližini obstoječe kanalizacije, na katero bi naselje lahko navezali, je alternativna rešitev postavitve ČN, bodisi kompaktnega tipa (KČN), bodisi rastlinske ČN (RČN). Glede na to, da so ostala neopremljena samo še manjša naselja, ki tvorijo neko zaključeno celoto, oddaljenost od obstoječe kanalizacije pa je tolikšna, da ni racionalno navezovanje nanjo, se bomo posluževali reševanja odpadnih voda s pomočjo ČN.

Glavni faktor pri postavitvi RČN je razpoložljivost prostora. Na mestih, kjer je možna postavitve tako KČN kot RČN, bomo primerjali obe opciji, ki se razlikujeta v investicijah, vzdrževalnih in obratovalnih stroških. Za naselja, kjer na gravitacijskem območju ne bo primerne površine za postavitve RČN, se bo predlagal in podrobneje obdelal le KČN.

Za dimenzioniranje sistema se upoštevajo evropski standardi za porabo vode 150 l/dan, glede populacijskih obremenitev pa se bodo upoštevali fizikalno – kemijski parametri in zahtevane mejne vrednosti za iztoke iz vode po trenutno veljavni slovenski zakonodaji. Na podlagi veljavne uredbe o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav se gostota obremenjenosti posameznega območja poselitve, zaradi nastajanja odpadne komunalne vode, določi na podlagi celotne obremenjenosti in celotne površine območja poselitve. Celotna obremenjenost na območju poselitve je enaka številu prebivalcev s stalnim prebivališčem na tem območju, povečanim za 30 %.

Pri projektiranju kanalizacijskega omrežja se je upoštevalo načelo, da se komunalne odpadne vode odvajajo gravitacijsko, prečrpavanje le izjemoma.

4 REŠITEV ODVODNJAVANJA ODPADNE KOMUNALNE VODE ZA DOLOČENA NASELJA

4.1 Predstavitev različnih potencialnih ČN za čiščenje odpadne komunalne vode za manjša naselja

4.1.1 Pojmi obremenjevanja okolja

Odpadne vode nastanejo zaradi uporabe vode za odvod odpadnih snovi iz gospodinjstev in dejavnosti kot so industrija, zdravstvo, šolstvo ter obrti; vključujejo tudi padavinsko vodo in nastajajo dejansko v vseh urbanih ter vaških naseljih.

Stari rek pravi, da mora voda preteči sedem kamnov, da se očisti. Zaradi vse večjega onesnaževanja in obremenjevanja vode z organskimi odplakami naravnega izvora (voda iz kuhinj, kopalnic, stranišč), vključno z odplakami umetnega izvora (čistila, pralni praški,...) in odpadne vode iz industrije ter obrti, je postala samočistilna sposobnost vode počasnejša in manj intenzivna.

Tipično onesnaževanje ene odrasle osebe znaša na en dan po smernicah ATV – DVWK – A 131 E:

Preglednica 10: Tipično onesnaževanje ene odrasle osebe v enem dnevu
Table 10: Typical daily pollution caused by an adult person

Parameter	Oznaka	Vrednost za 1 PE	Enota
Kemijska potreba po kisiku	KPK	120	g O ₂ /dan
biokemijska potreba po kisiku, izražena v 5 dneh	BPK ₅	60	g O ₂ /dan
Izločljive - suspendirane snovi	SS	70	g/dan
organski dušik z amoniakom	TKN	11	g/dan
od tega amonijev dušik	NH ₄ - N	75%	
organski dušik	N _{org}	25%	
celotni fosfor (vključno z detergenti)	P	1,8	g/dan

(Kompore in sod., 2007)

Kemijska analiza odpadne vode nam poda informacijo o lastnosti odpadne vode in pogojih procesa čiščenja:

KPK je mera za kemijsko potrebo po kisiku in predstavlja količino kisika, ki je potrebna za popolno oksidacijo prisotnega organskega amonijaka. Zagotovi hitro oceno organskih snovi v vzorcu.

BPK₅ je biokemijska potreba po kisiku v 5 dneh in predstavlja količino kisika, ki ga potrebujejo mikroorganizmi za razvoj organskega onesnaževanja v približno petih dneh. Je osnovni parameter za določanje obremenitev in za projektiranje čistilnih naprav. S tem poskusom določamo množino organske snovi, ki je biološkemu sistemu na voljo za razgradnjo odpadne vode, in ima kasnejši vpliv na

iztoka v vodotok. Poskus je standardiziran za pogoje 20° in 5 dni, ker je razmerje biološke aktivnosti odvisna od temperature in količine razgradnje, ki traja več kot 20 dni.

Razmerje med BPK5 in KPK se razlikuje glede na čistilne naprave, običajno pa znaša BPK5: KPK = 0,5 : 1. Za surovo odpadno vodo znaša BPK 5 skoraj nič. (Roš, 2001)

Fosfor je osnovni element za biološko rast in reprodukcijo. V odpadni vodi ga najdemo kot organsko vezan fosfor, polifosfat in ortofosfat. Je pomemben za delovanje živali in ljudi, saj deluje kot prenosnik energije med telesnimi organi in prebavljeno hrano, v naravo pa se odvaja z iztrebki in urinom. Organsko vezani fosfor se s kisikom veže v fosfate, ki jih v okolju mikroorganizmi porabijo za svojo presnovo. V okolje se spuščajo fosfati, ki povzročajo eutrofikacijo. Fosfati se odstranjujejo pri III. stopnji čiščenja na čistilnih napravah z biološkim privzemom v celično maso mikroorganizmov in s kemijskim postopkom (npr. z uporabo železovega klorida).

Običajna koncentracija celotnega fosforja v domači odpadni vodi je od 2 do 20 mg/l, od tega 1 do 5 mg/l organskega fosforja in 1 do 15 mg/l neorganskega fosforja (Roš, 2001).

Dušik je sestavni del proteinov in v okolju hitro razpade do amonijaka, ki je koristno hranilo za rastline. Nitrat je mineralizirana oblika dušika, ki v primeru, da izteka iz ČN (II. stopnja čiščenja), vodo gnoji in tako povzroča bujno rast alg in zelenih rastlin (eutrofikacija). V odpadni vodi se pojavlja kot organski dušik, amonij, nitrit in nitrat. Njegova prisotnost v vodi kaže na nivo stabilizacije organskih snovi. Z metabolizacijo organskega dušika dobimo amonij, ki je odlično hranilo oz. gnojilo za rastline, ob ugodnih razmerah pa se spremeni v nitrit in nitrat, del dušika pa se porabi tudi za tvorbo nove biomase. Nitrat iz odpadne vode odstranimo z denitrifikacijo pri III. stopnji čiščenja. Značilno območje koncentracije dušika v surovi odpadni vodi je 20 do 85 mg/l za celotni dušik (vsota organskega, amonijevega, nitritnega in nitratnega dušika), 8 do 35 mg/l za organski in 12 do 50 mg/l za amonijev dušik (Roš, 2001).

Mikrobi kot so virusi, bakterije in paraziti pridejo v odpadne vode z iztrebki in urinom obolelih živali in ljudi. KČN večinoma niso narejene za odstranjevanje teh škodljivih snovi in preidejo v okolje, kjer prihajajo v stik s človekom in živalmi ali hrano. Zato je potrebno očiščeno odpadno vodo pred izpustom v okolje dezinficirati. Poznamo klasično dezinfekcijo t.j. z uvajanjem plinskega klora v vodo, dezinfekcijo z ultravijolično (UV) svetlobo in dezinfekcijo z ozonom (O₃), ki pa je neprimerna za male ČN. V zadnjih letih se uveljavljajo tudi mikrofiltracija MF in ultrafiltracija UF, t.j. dezinfekcija s filtracijo preko finih membran.

Maščobe, olja in masti se vnašajo v ČN kot fini plavajoči delci ali kot raztopine in na iztoku iz ČN povzročajo onesnaževanje površine na vodotoku. Ločimo polarne maščobe, olja in masti, ki so živalskega izvora in običajno biorazgradljivi ter nepolarne maščobe, olja in masti, ki izvirajo iz naftnih derivatov in so težje razgradljivi. Meritve maščob od vtoka do iztoka dajejo podatke o učinkovitosti

odstranitve le-teh. Pri sekundarni stopnji čiščenja v sistemu z aktivnim blatom se združijo z biomaso, kar lahko povzroča slabo usedljivost aktivnega blata in izplavljanje odvečnega blata v iztok.

Trde snovi glede na kemijsko analizo delimo na različne frakcije. Celotne trde snovi delimo na suspendirane in raztopljene. Pri I. stopnji čiščenja naj bi iz odpadne vode odstranili plavajoče, usedljive ali lebdeče snovi, da se razbremenijo nadaljnje stopenje čiščenja. Najpogosteje se pri malih čistilnih napravah omejuje le na izločanje peska v izogib škodovanju strojne opreme.

4.1.2 Primarno, sekundarno in terciarno čiščenje odpadnih voda

Čistilne naprave so dimenzionirane tako, da v njih potekajo podobni procesi čiščenja vode kot v naravi, z razliko v tem, da se procesi na čistilnih napravah odvijajo hitreje kot v naravi.

Glede na tehnološke postopke ločimo tri stopnje čiščenja odpadnih voda:

- I. stopnja ali primarno čiščenje odpadnih voda;
- II. stopnja ali sekundarno čiščenje;
- III. stopnja ali terciarno čiščenje odpadnih voda.

I. stopnja ali primarno čiščenje odpadnih voda predstavlja mehansko čiščenje, kjer iz odpadne vode, s pomočjo mehanskih postopkov odstranimo večje neraztopljene delce onesnaženj kot so npr. veje, kamenje, koščki kovin, steklenice, krpe in druge stvari. Ta postopek imenujemo tudi grobo čiščenje, saj ti predmeti lahko povzročijo poškodbo črpalk, mašenje cevi in zmanjševanje volumna odpadne vode. S tem postopkom odpadne vode ne moremo očistiti do te mere, da bi zadostili zakonodaji s področja varstva okolja, saj gre tukaj predvsem za izločanje suspendiranih snovi z usedanjem, plavljenjem in precejanjem skozi mikrosita. V bazenih hitrost toka vode zmanjšamo pod 0,3 m/s, da se usedejo težje snovi, lažje pa splavajo na površja. Suspendirane snovi delimo na zrnate (pesek, mivka) in kosmičaste (organske snovi, kosmi, ki nastanejo z dodatki koagulantov in aktivno blato). Plavajoči delci kot so maščobe, olje in masti se pri mirnih pogojih (počasen laminanten tok) usedejo z blatom. Čas zadrževanja mora biti takšen, da omogoča popolno odstranjevanje usedljivih snovi. Če je čas zadrževanja predolg, lahko povzroči nastanek anaerobnih pogojev (voda postane septična). Dimenzije usedalnika so stalne, spreminjata se čas zadrževanja in tok. Na vtoku je potrebno poskrbeti, da se hitrost toka zmanjša, da ne pride do spiranja usedljivih delcev. Boljši učinek čiščenja dosežemo s svežo vodo ali odpadno vodo, ki nima vsebnosti plinov, ki bi povzročili splavljanje trdnih snovi.

Učinek usedalnika je odvisen od:

- hidravličnih pogojev (površinski pretok in zadrževalni čas),
- oblike usedalnika,
- lastnosti odpadne vode,

- lastnosti delcev,
- temperature,
- prispevka industrijske odpadne vode,
- površine bazena (dolžina, širina, premer),
- izvedbe vtoka in iztoka.

Pri mehanskem čiščenju ločimo 3 postopke:

- precejanje vode skozi sita in grablje,
- usedanje (sedimentacija) suspendiranih snovi (peskolovi, usedalniki),
- plavljenje na površino (flotacija) – lovilci olj in maščob.

II. stopnja čiščenja ali sekundarno čiščenje, lahko bi rekli tudi biološko čiščenje, je čiščenje, pri katerem s pomočjo mikroorganizmov odstranimo biološko razgradljive snovi iz odpadne vode, ki bi sicer povzročale pomanjkanje kisika v okolju. Razlikujemo aerobno in anaerobno biološko čiščenje glede na to, ali mikroorganizmi delujejo v prisotnosti kisika ali ne. V tem primeru gre za biokemijske postopke in fizikalno – kemijske postopke. Pri aerobnih bioloških postopkih čiščenja na čistilnih napravah ločimo:

a./ postopke s pritrjeno biomaso (precejalniki, biofiltri, potopniki ali biodiski, talni filtri); pri teh napravah je aktivno blato pritrjeno oz. priraščeno na nosilce;

b./ postopke z razpršeno biomaso (postopki s poživiljenim aktivnim blatom); pri teh napravah je aktivno blato razpršeno v vodi.

III. stopnja čiščenja ali terciarno čiščenje je postopek, pri katerem iz odpadne vode odstranjujemo fosforjeve in dušikove spojine in s tem preprečujemo evtrofikacijo. Postopek je lahko biološki, kemijski ali kombinacija obojega in se uporablja za večje čistilne naprave. V tem primeru se odstranjujejo težko razgradljive organske snovi, težke kovine in raztopljene anorganske snovi.

4.1.3 Primerne tehnologije čiščenja odpadnih voda za manjša naselja

Pri manjših naseljih z značilno razpršeno individualno gradnjo, pri nenačrtno zgrajenih naseljih, soseskah brez kanalizacijskega omrežja, pri gorskih naseljih, se gradijo male čistilne naprave in/ali alternativni postopki čiščenja. Tehnološke rešitve za MČN so zelo različne. Uporabljajo se anaerobni postopki, kakor tudi tako imenovane alternativne tehnologije (peščeni filtri, lagune, rastlinske čistilne naprave).

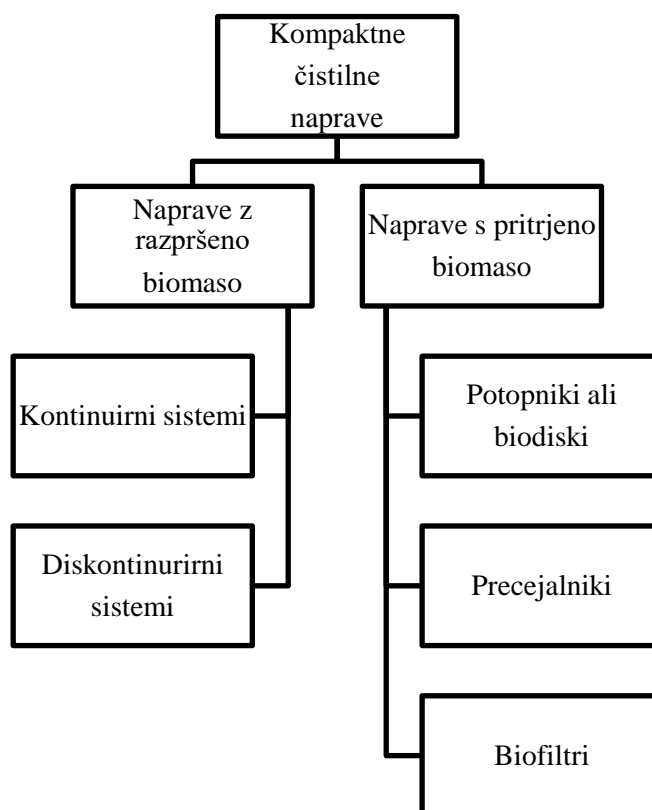
Mali sistemi čiščenja odpadne vode se razlikujejo od večjih predvsem po tem, da:

- pretoki (dotoki) zelo nihajo,
- je odpadna voda praviloma bolj obremenjena (ločen sistem),
- je veliko sistemov obremenjenih sezonsko (turistični kraji, kampi, planinski domovi),

- so tehnološke rešitve MČN zelo raznolike,
- so stroški investicije in delovanja ter vzdrževanja naprav na PE znatno večji kot pri velikih sistemih.

V praksi se uporabljajo čistilne naprave, ki vključujejo sekundarno in primarno čiščenje. Za manjša naselja so primerne naslednje čistilne naprave:

- biološke ČN z aktivnim biološkim blatom oz. razpršeno biomaso,
- biološke ČN naprave s pritrjeno biomaso,
- naravni sistemi za čiščenje odpadne vode (lagune, rastlinske čistilne naprave). (Panjan, 2001)



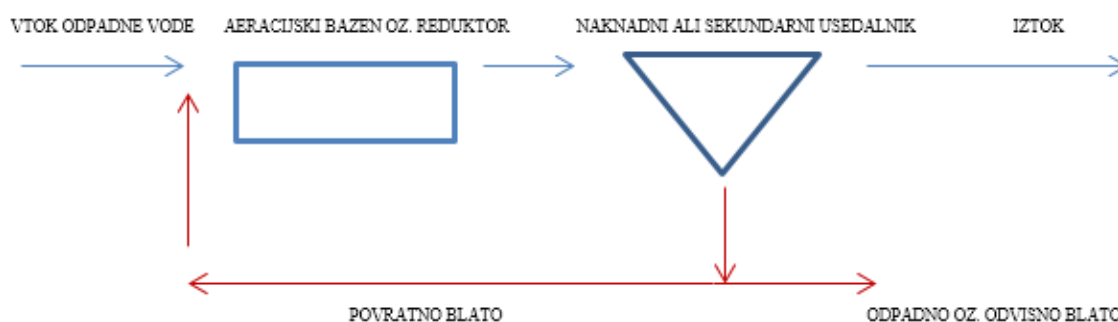
Slika 6: Kompaktne čistilne naprave
Figure 6: Compact water treatment plants

Odpadno vodo je potrebno očistiti z ustrežno izbiro tehnologije do takšne stopnje, da jo lahko spustimo v okolje.

a./ Biološke čistilne naprave z aktivnim biološkim blatom oz. razpršeno biomaso

Biološko čiščenje odpadne vode z aktivnim blatom je metoda čiščenja odpadne vode s suspendirano biomaso, ki jo predstavljajo predhodno oblikovani kosmi, ki pridejo v stik z organsko snovjo v odpadni vodi pri aerobnih pogojih. Biomasa vsebuje organizme, inertne suspendirane snovi in nerazgradljive suspendirane snovi.

Glavna elementa biološke ČN z aktivnim blatom sta biološki reaktor (aeracijski bazen) in naknadni ali sekundarni usedalnik kot je prikazano na sliki. Postopek temelji na vračanju aktivne biomase v biološki reaktor. Mikroorganizmi v reaktorju, v katerega priteče voda, razgrajujejo organsko onesnaženje in ga uporabljajo za svojo rast. Mešanico vode in biološkega blata vodimo iz reaktorja v usedalnik, kjer se začne proces usedanja biološkega blata, ostala vodna masa pa odteče naprej v recipient. Za učinkoviti potek čiščenja v reaktorju je potrebna zadostna koncentracija biološkega blata, ki ga v reaktorju vzdržujemo in uravnavamo z recirkulacijo usedlega biološkega blata nazaj v reaktor in z odstranjevanjem odvišnega blata v procesu (Kompore in sod., 2007).



Slika 7: Biološka čistilna naprava z razpršeno biomaso oz. z aktivnim blatom
Figure 7: Biological water treatment plant with dispersed biomass or activated sludge

(Kompore in sod., 2007)

Delovanje naprave poteka tako, da aktivno blato stalno vzdržujemo v gibanju z mešanjem in prezračevanjem. Mikroorganizmi v aktivnem blatu prevzamejo organske snovi iz odpadne vode in jih spreminjajo v nove organizme, ki tvorijo kosme aktivnega blata, ki jih izločamo iz vode z usedanjem v naknadnem usedalniku. Proces čiščenja odpadne vode se z zračenjem pospeši, če že ob samem pričetku zračenja zagotovimo zadostno koncentracijo mikroorganizmov, kar pa dosežemo tako, da del blata ponovno vrnemo na začetek procesa. Takšno blato imenujemo odvišno blato.

Namen prezračevanja je v tem, da se kisik raztopi v tekočini za vzdrževanje aktivnih mikroorganizmov. Vsebina reaktorja mora biti dovolj premešana, da vzdržuje snov v suspenziji in jo enakomerno meša z odpadno vodo. Količina kisika, ki jo vnesemo v sistem prezračevanja je enaka količini, ki jo mikroorganizmi potrebujejo v sistemu za oksidacijo organskih snovi (Roš, 2011).

Dejavniki, ki vplivajo na delovanje procesa čiščenja so podani v tabeli.

Preglednica 11: Dejavniki, ki vplivajo na delovanje procesa z aktivnim blatom
Table 11: Factors influencing the activated sludge process

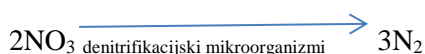
PROCES	VPLIV DEJAVNIKOV NA PROCES
Aktivno blato	- vrsta reaktorja
	- zadrževalni čas
	- hidravlični in organski vnos
	- kapaciteta prezračevanja
	- temperatura in pH kot okoljski faktor
	- stopnja recirkulacije povratnega blata
	- razmerje med vnosom hranil in mikrobov

(Metcalf and Eddy, 1991)

Kontinuirni sistemi

V kontinuirnih sistemih se voda neprekinjeno, torej kontinuirno, pretaka skozi različne reaktorje v sistemu. Pri II. stopnji čiščenja zadostuje en biološki reaktor, kjer poteka biološko odstranjevanje organskega onesnaževanja, pri III. stopnji čiščenja pa je potrebno dodatno ustvariti pogoje za odstranjevanje dušika in fosforja. Dušik se odstranjuje v okolju brez kisika (anoksični pogoji), za odstranjevanje fosforja pa se zahtevajo pogoji brez kisika in nitrata (anaerobni pogoji). Takšne pogoje lahko ustvarimo z dodatnimi reaktorji ali z vzpostavitvijo ustreznih pogojev v conah istega reaktorja (oksidacijski jarek).

Biološko odstranjevanje spojina dušika ali denitrifikacija je dvostopenjski proces, ki zahteva nitrifikacijo v aerobnem okolju in denitrifikacijo v anoksičnem okolju. Denitrifikacija je redukcija nitrata dušika v plinasti dušik. Sprosti se s pomočjo denitrifikacijskih organizmov:



Denitrifikacija se pojavi takrat, ko ni več raztopljenega kisika za mikroorganizme, zato za svoj vir kisika uporabljajo nitrat, produkt tega pa je nastanek plinastega dušika.

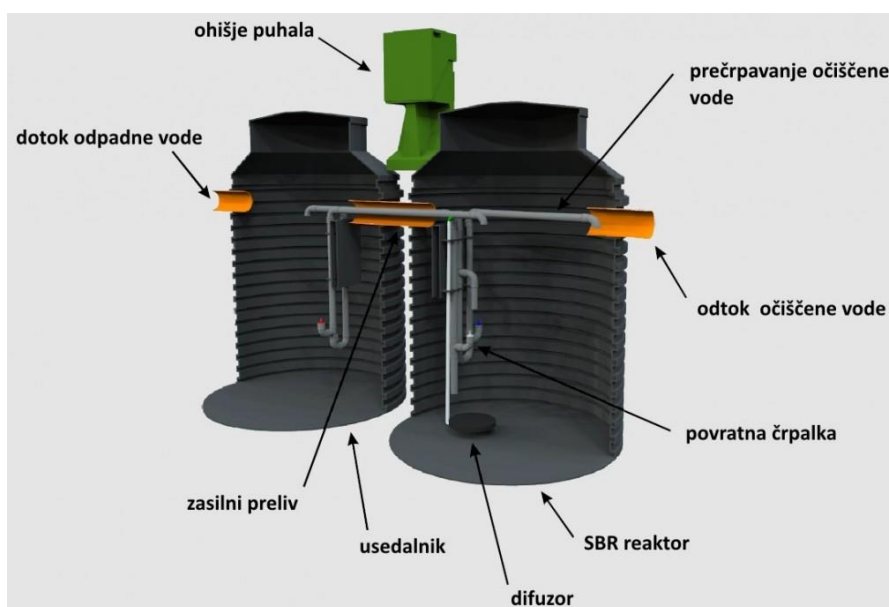
Diskontinuirni sistemi ali SBR sistemi

Pri diskontinuirnem sistemu čistilne naprave z aktivnim biološkim blatom vse faze čiščenja, kot so biološki procesi in sedimentacija, potekajo v istem reaktorju. Sistem deluje tako, da z različnimi manevri ustvarimo pogoje v reaktorju, ki ustrezajo določenim fazam čiščenja. Z vtokom odpadne vode v reaktor se vklopi ozračevanje in s tem se sprožijo procesi oksidacije organskega onesnaževanja. Če faza ozračevanja poteka dovolj dolgo, steče tudi nitrifikacija. Ko prezračevanje preneha, se voda umiri in nastalo biološko blato se usede, očiščena voda pa se izpusti (Kompore in sod., 2007).

Saržni biološki reaktor ali SBR je t.i. nopolni – izprazni sistem z aktivnim blatom. Procesi, ki potekajo v tem sistemu so enaki kot pri konvekcionalnem procesu z aktivnim blatom. V istem reaktorju potekata prezračevanje in usedanje.

Stopnje, ki se izvajajo v spec. zaporedju so:

- polnjenje (bazen se napolni z odpadno vodo),
- prezračevanje (dovajanje kisika, ki ga mikroorganizmi potrebujejo za razkroj snovi in je potreben za nastanek svežega aktivnega blata),
- usedanje ali sedimentacija (aktivno blato se z usedanjem loči od očiščene vode),
- izpust (očiščena odpadna voda se črpa ali preliva na iztok),
- mirovanje (z dna se aktivno blato prečrpa v zalogovnik ali v stiskalnico, bazen pa je pripravljen na novi cikel).



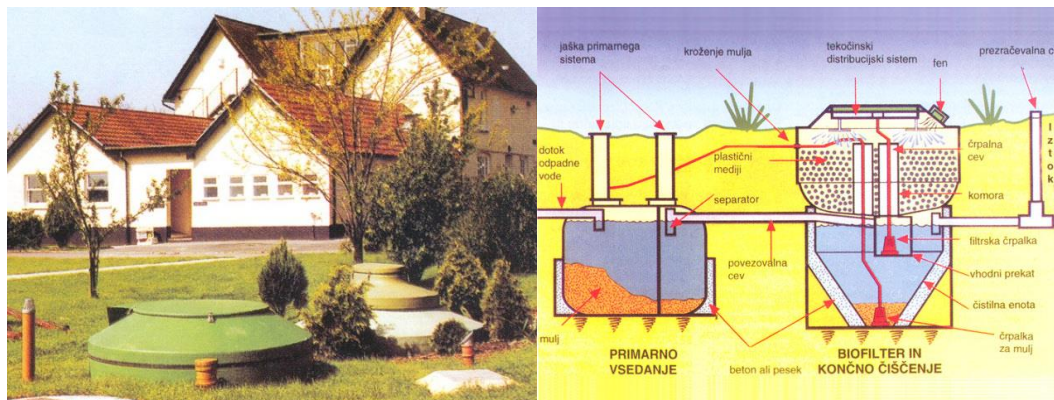
Slika 8: Biološka čistilna naprava, ki deluje po sistemu SBR
Figure 8: SBR biological water treatment plant

(Biološka čistilna naprava, 2016)

b./ Kompaktne biološke čistilne naprave s pritrjeno biomaso

Precejalniki so primer najstarejšega postopka čiščenja odpadne vode, ki je primeren za manjša naselja do 1000 PE. Polnilo v precejalniku je iz različnih materialov, kot so gramoz in plastične kocke ter predstavljajo naselitveno površino za mikroorganizme. To naselitveno površino za bakterijske združbe imenujemo pritrjena biomasa ali biofilm. Višina polnila mora znašati vsaj 1,5 m. Kvaliteta čiščenja je odvisna od konstrukcije precejalnika, polnilnega materiala in stopnje obremenitve. Precejalniki morajo biti toplotno izolirani zaradi negativnega vpliva nizkih temperatur na delovanje strojne opreme in naprave na sploh. Dno precejalnika nosi polnilni material in omogoča odtok vode ter pretok zraka.

Pomembno vlogo pri čiščenju ima biološko blato, saj njegov sestavni del predstavljajo bakterije, ki se lepijo na površino polnilnega materiala. Oskrba s kisikom poteka z naravnim prezračevanjem s površine, ki ga bakterije deloma oksidirajo v organsko snov, deloma pa porabijo kot hranilo za lastno razmnoževanje.



Slika 9: Sistem precejalnika s pritjeno biomaso
Figure 9: Trickling filter system with a fixed biomass

(Biološke čistilne naprave, 2016)

Precejalniki delujejo na način zadrževanja mikroorganizmov, pritrjenih na nosilni material ter dovajanjem vode z metodo oroševanja. Voda med dvema oroševanjema odteče ter s tem zagotovi dostop zraka, ki nahrani biofilm, pritrjen na polnilu. Tako se recirkulira obdelana voda in se zagotovi daljši čas zadrževanja. Pomembno vlogo ima biološko blato, sestavljeno iz bakterij in nalepljeno na površino polnilnega materiala. Organsko snov bakterije delno oksidirajo, delno pa porabijo za razmnoževanje. Biološko blato vsebuje anaerobne, aerobne in fakultativno anaerobne bakterije, glive, praživali in alge. Ti organizmi rahljajo biološko rušo. Omogočajo tudi boljše izpiranje (Horvat, 2000).

Biološko blato se časoma začne luščiti, da se ustvarijo novi pogoji za rast biološke mase, odlučeno blato pa se spere in sedimentira v sekundarnem usedalniku. Med prednosti precejalnikov sodi majhna prostorska potreba, saj jih je možno uporabljati skoraj na vsakem zemljišču, hkrati pa se biološko blato hitro usede, predstavljajo visoko stopnjo čiščenja in majhna energetska poraba (Hellström, Jonsson, 2004).

Slaba stran precejalnikov je zamašitev polnilnega materiala, ki omogoča dovod zraka, na površini pa se prične nabirati voda, kar povzroči zmanjšanje stopnje čiščenja.

Dejavniki, ki vplivajo na delovanje procesa čiščenja so podani v preglednici 12.

Preglednica 12: Dejavniki, ki vplivajo na delovanje procesa s precejalniki

Table 12: Factors influencing the trickling filter process

PROCES	VPLIV DEJAVNIKOV NA PROCES
Precejalnik	- mediji (vrsta, globina)
	- aeracija
	- hidravlični in organski vnos
	- stopnja recirkulacije

(Metcalf and Eddy,1991)

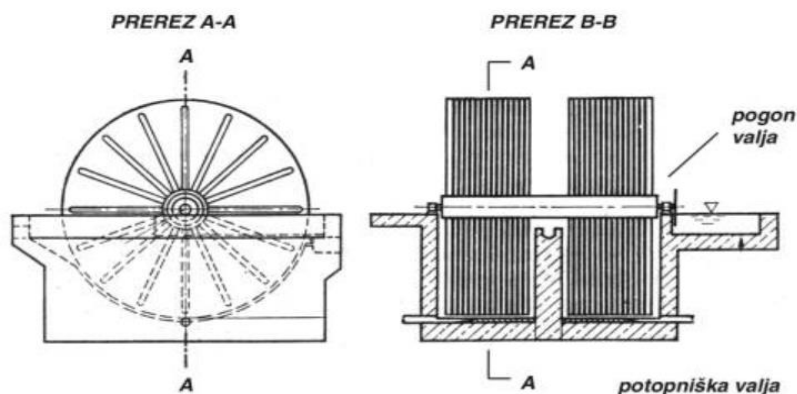
Potopniki

Potopniki ali biodiski so izvedeni tako, da je podlaga pomična in je izmenoma potopljena v vodo ter izpostavljena zraku. Mikrobiološka združba se razvija na površini biodiska, čigar konstrukcija je kovinska, polnilni material pa plastika.

Bakterijska združba, ki je omočena z odpadno vodo, se pri vsakem dvigu iz vode obogati s kisikom. Potopljeni del bakterijske združbe, potopljen v vodo, pa dobiva zrak iz medprostorov polnila. Aerobni razkroj poteka v bazenu in biodisku. Čista voda odteče vzdolž biodiskov preko prelivov. Potopniki so zelo učinkoviti in se uporabljajo za čiščenje komunalne odpadne vode (Kompore in sod., 2007).

Pomembno vlogo ima hitrost vrtenja diskov, v primeru da je vrtenje prepočasno, se na diskah nabere čezmerna biomasa, kar vodi do zmanjšanja koncentracije raztopljenega kisika ali pa privede do preobremenitve nosilne gredi in s tem do neuravnoteženja na nosilni gredi. V primeru prehitrega vrtenja, se lahko iz diskov izpere preveč biomase, kar privede do zmanjšanja učinka čiščenja (Roš, 2011).

Specifična poraba energije pri potopnikih je izredno majhna, ker potopniki z vrtenjem v vodi in zraku premagujejo le upor trenja v osi in odpor vodo, ki pa sta zelo majhna. Uporabljajo se izključno za manjše naprave, saj so konstrukcijsko omejeni zaradi dolžine in obremenitve osi. Valji so nameščeni v betonskem objektu ali tovarniško proizvedeni v posodi iz plastike ali kovine (Panjan, 2001).



Slika 10: Skica male čistilne naprave s potopniki
Figure 10: Drawing of a small water treatment plant with discs

(Panjan, 2001)

Preglednica 13: Dejavniki, ki vplivajo na delovanje procesa s potopniki
Table 13: Factors influencing the disk process

PROCES	VPLIV DEJAVNIKOV NA PROCES
Potopniki	- hidravlični in organski vnos
	- pogonski mehanizem
	- globina in čas potopljenosti
	- hitrost vrtenja
	- stopnja recirkulacije

(Metcalf and Eddy, 1991)

Biofiltri

Filtriranje je najpomembnejši proces pri čiščenju odpadnih voda in se uporablja tako pri primarnem kot pri sekundarnem čiščenju. Pri postopku čiščenja z biofiltri istočasno odstranjujemo organsko onesnaženje in suspendirane snovi.

Prednosti biofiltriranj so:

- majhen prostor za postavitev (zaradi oblike in manjših sekundarnih usedalnikov),
- prilagodljivost na razredčene odpadne vode,
- hiter ponovni zagon,
- možnost modularne konstrukcije in avtomatizacije,
- uporaba za različne vrste onesnaženja (organske, dušikove spojine),
- lahka vključitev v stoječe čistilne naprave in zanesljivo delovanje.

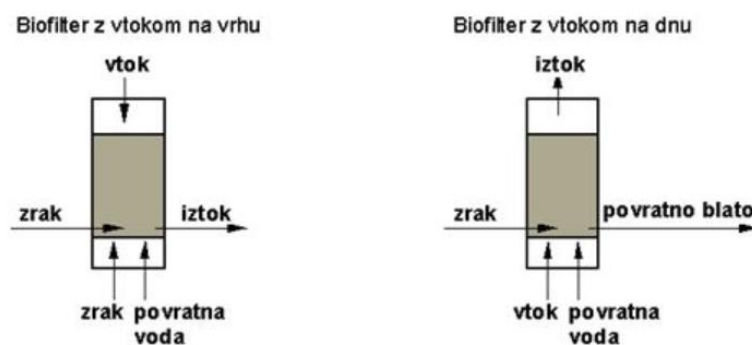
Slabosti biofiltriranj:

- zapletena konstrukcija (dovod odpadne vode, dovod zraka, recikel) in uporaba nosilcev biomase, saj so to visoki investicijski stroški,

- obratovalni stroški so višji kot pri sistemih z aktivnim biološkim blatom, zaradi stroškov energije, ki omogoča dovod odpadne vode in zraka v biofilter.

Glede na vstop odplak v biofiltre delimo na:

- biofiltre z vtokom na vrhu (angl. down flow) in tokom vode navzdol,
- biofiltre z vtokom na dnu (angl. up flow) in tokom vode navzgor.



Slika 11: Delitev biofiltrorv glede na vstop odplak
Figure 11: Classification of biofilters based on sewage entry

(Roš, 2001)

c./ Naravni sistemi za čiščenje odpadne vode

Naravni sistemi, ki se uporabljajo za čiščenje odpadnih voda so ponikovalna polja, lagune in rastlinske čistilne naprave. Ti sistemi temeljijo na delovanju samočistilne sposobnosti narave, saj se pri njih uporabljajo različne mešanice substrata, mikroorganizmov in močvirske rastline.

Rastlinske čistilne naprave

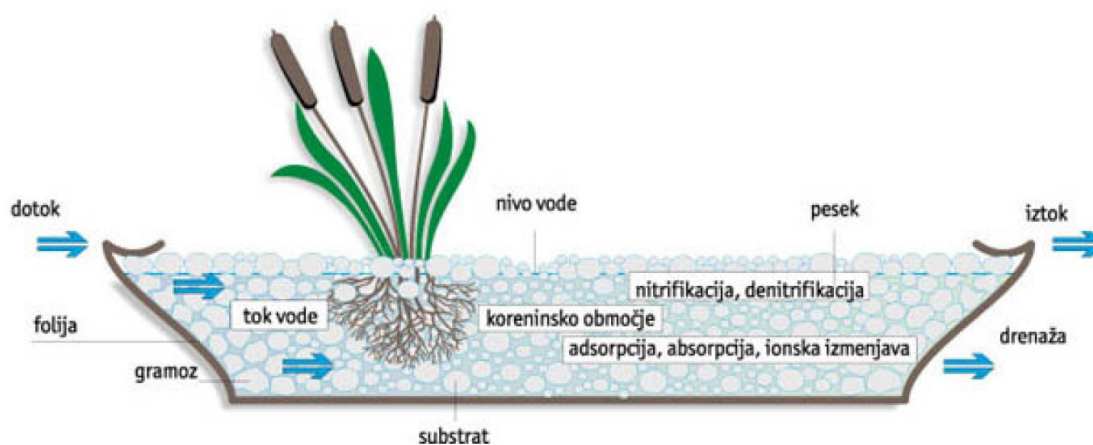
Rastlinske čistilne naprave delujejo po principu samočistilnih sposobnosti narave in predstavljajo ekološko rešitev čiščenja odpadne vode iz gospodinjstev in industrije s pomočjo mikroorganizmov in močvirskih rastlin.

Rastlinske čistilne naprave so primerne za manjša naselja od 100 do 500 PE in se uporabljajo za čiščenje primarnega iztoka iz greznic, sekundarnega iz lagun, za čiščenje odpadne vode iz cestišč... (Panjan, 2001).

Tovrstna čistilna naprava je sestavljena iz usedalnika in mokrišča. V usedalniku poteka postopek predčiščenja, pri katerem iz vode izločimo mehanske nečistoče, v drugi fazi pa voda izteka v mokrišče. Mokrišče sestavljajo grede, ki so vodotesne (folija), po katerih se voda pretaka horizontalno ali vertikalno pod površjem substrata. Substrat tvori več vrst peska, v katerem so zasajene močvirske rastline. Najpogosteje se uporablja rogoz in trs. Odpadne vode se pretakajo skozi substrat in se pri tem očistijo.

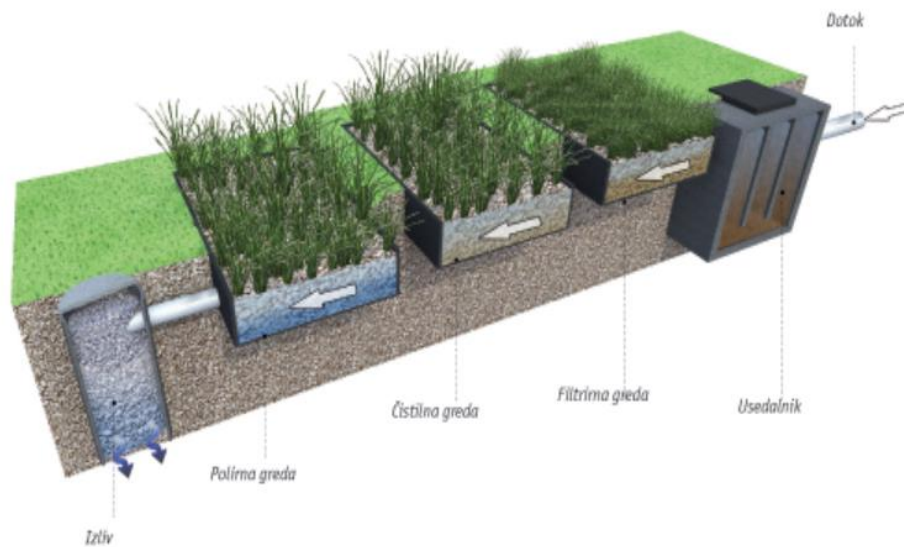
Bakterije, pritrjene na peščeni podlagi in koreninah rastlin, razgrajujejo organsko onesnaženje. Hranila (fosfor in dušik) rastline porabijo za svojo rast, če je dovolj dolg zadrževalni čas. Potrebna je občasna žetev prekomernih zarasti, ki jo povzroča dolgotrajno odstranjevanje hranil. V prvi fazi čiščenja poteka odstranjevanje organskega onesnaženja, v drugi fazi pa odstranjevanje hranil.

Ločimo dva tipa RČN, prvi predstavlja RČN s prosto gladino oz. s površinskim tokom, drugi tip pa s podzemnim tokom. RČN s prosto gladino so po svoji funkciji podobni naravnim mokriščem, pri katerih je gladina voda na nivoju terena ali malo pod njim. Pri RČN s podzemnim tokom je peščena posteljica z nasajeno vegetacijo vstavljena v teren. Ker se voda zadržuje pod terenom, je ta RČN ugodnejša, saj je manjša možnost, da pride v stik z ljudmi. Z razliko od tehničnih ČN pri RČN ni potrebno dovajati kisika in ne opravlja recirkulacije blata in vode, so pa potrebne večje razpoložljive površine za doseg podobnih učinkov čiščenja. Velikokrat pa je potrebna tudi kombinacija RČN z drugo tehnologijo, če se zahteva visoka stopnja čiščenja (Komapre in sod., 2001).



Slika 12: Prerez čez gredo rastlinske čistilne naprave
Figure 12: Section through a constructed wetlands treatment plant

(RČN Limnos, 2016)



Slika 13: Prerez rastlinske čistilne naprave
Figure 13: Section through a constructed wetlands treatment plant

(RČN Limnos, 2016)

Pri postavitvi RČN načrtujemo za 1PE površino velikosti 2,5 m², medtem ko pri konvencionalnih čistilnih napravah do 10 000 PE potrebujemo za terciarno čiščenje za 1PE 1,5 m². Sestavni del RČN je lahko tudi kompostna greda, ki je namenjena kompostiranju mulja iz usedalnikov. Voda, ki nastaja pri kompostiranju se ponovno izceja na RČN in s tem je način krogotoka sklenjen. Kompost se lahko uporablja kot zemlja za lončnice, gnojenje... RČN, ki sicer niso najbolj ugodna rešitev v vseh primerih, so zaradi določenih lastnosti primerljive s konvencionalnimi čistilnimi napravami. Učinkovitost je pri obeh sistemih visoka, vendar imajo RČN naslednje prednosti (če je na voljo dovolj velika in cenovno ugodna površina):

- enostavnejša in cenovno ugodnejša postavitve in vzdrževanje (nizki vzdrževalni stroški, ne potrebujejo rednih servisov mehanske opreme) – dolgoročno najugodnejša investicija za čiščenje odpadnih voda;
- cenovno ugodno in izvedbeno nezahtevno obratovanje (načeloma niso potrebni električna energija, krmilne naprave, elektro priključek in strojna oprema kot so črpalke, puhala..);
- ob razgradnji organskih snovi se 10 – 20% teh snovi kot tudi težkih kovin, pesticidov in drugih toksičnih snovi oz. razkrojnih produktov vgradi v rastlinsko biomaso;
- energija, ki se je vgradila v rastlinsko biomaso, se lahko ponovno uporabi kot briketi, kompost, krma...;
- v primeru izpada ali popravila biodiska mikrobna populacija za svojo obnovitev potrebuje dlje časa, pri čemer nerazgrajene snovi ponovno odteka in onesnažujejo okolje. Do podobnega dogajanja v RČN zaradi puferskih sposobnosti običajno ne prihaja.;
- RČN so izredno učinkovite v primerjavi z biodiski pri redukciji fekalnih in coli bakterij;
- RČN predstavlja nadomestne umetne ekosisteme za ptice, dvoživke...;

- obstaja tudi očitna razlika v ceni (do 1000 PE v povprečju d 2x cenejše od drugih manjših čistilnih naprav) (Limnos, 2001).

Preglednica 14: Dejavniki, ki vplivajo na delovanje procesa rastlinske čistilne naprave
Table 14: Factors which need to be taken into account when selecting the treatment process

PROCES	VPLIV DEJAVNIKOV NA PROCES
RČN	- število gred ali stopenj
	- način vtoka vode (ali je površinski ali podzemni)
	- medij (vrsta, globina)
	- vrsta rastlin
	- hidravlična in populacijska obremenitev
	- stalno polnjenje

(Metcalf and Eddy, 1991)

Lagune

Lagune so v celoti vgrajene v zemljo. Plitvi bazeni so narejeni iz naravnih materialov, novejšje konstrukcije pa so narejene iz umetnih (sintetičnih) pregrad in s talnimi oblogami. S pomočjo mikroorganizmov poteka biološko čiščenje odpadne vode. Zadrževalni čas v lagunah je nekoliko daljši in traja nekaj dni, medtem ko v čistilnih napravah le nekaj ur, vendar je učinek odstranjevanja patogenih bakterij in virusov boljši, saj poteče proces naravne umrljivosti le-teh. Lagune potrebujejo v primerjavi s konvencionalni čistilnimi napravami minimalno vzdrževanje, zahtevajo pa večje površine, še posebej na hladnejših območjih, kjer poteka naravni čistilni proces počasneje in je potreben daljši zadrževalni čas.

Sedimentacija trdnih snovi in anaerobna razgradnja usedenih organskih snovi potekata v prvi laguni, ki jo imenujemo **primarna laguna**. Sekundarno čiščenje, pri čemer organska snov aerobno oksidira v stabilne produkte, z zmanjšanjem BPK in suspendiranih snovi, poteka v drugi laguni, ki jo imenujemo **sekundarna laguna**. Na tretji stopnji se običajno izvaja dodatno ali terciarno čiščenje obdelane odpadne vode. Tako laguno imenujemo **terciarna laguna**. Značilno za to laguno je, da je nizko obremenjena z organskimi ali suspendiranimi snovmi. Glede na porazdelitev kisika v lagunah ločimo aerirane (prezračevalne) lagune, kjer je kisik porazdeljen po vsej vodi, in anaerobne lagune, ki nimajo kisika. Fakultativne lagune imajo oboje: aerobno in anaerobno plast (Roš, 2001).

Aerobne lagune vsebujejo dovolj kisika za aerobno oksidacijo organskih snovi in služijo predvsem za bakteriološko stabilizacijo vode. Takšne lagune je težko vzdrževati v celoti aerobne, ker talni sedimenti vedno vsebujejo fakultativne bakterije.

Fakultativne lagune vsebujejo cone brez raztopljenega kisika in cone z raztopljenim kisikom. Razpoložljivi kisik zadostuje za aerobno bakterijsko aktivnost, ponoči, ko fotosinteza ne poteka in kisika zmanjka, pa nastopi anaerobna oksidacija. Na vstopu odpadne vode v laguno se težje snovi usedejo na dno, kjer anaerobne bakterije stabilizirajo organske snovi, in sicer kislinke bakterije razgradijo organske snovi v topne snovi s pretvorbo v nižje maščobne kisline, metanske bakterije, ki se hranijo s temi kislinami, pa le-te pretvorijo v CO₂, amoniak H₂S (vodikov sulfid) in metan. Aerobne bakterije v nižjih plasteh lagune se hranijo s produkti iz anaerobne presnove (Kompere in sod., 2007).

V **anaerobnih lagunah** ni prisotnosti kisika, bakterije pa proizvajajo metan (CH₄) in vodikov sulfid (H₂S). Te lagune se najpogosteje uporabljajo za grobo čiščenje pred čiščenjem v aerobnih ali fakultativnih lagunah.

Običajno se gradi sistem lagun, od katerih je prva (ali prvi dve), v katero voda priteče anaerobna (brez ozračevanja), zadnji par je aerobnih (ozračenih), vmes pa so fakultativno anaerobne. Prva laguna v sistemu se s časom zapolni z usedlinami, zato je potrebno občasno odstranjevanje usedlega blata, običajno na 5-10 let (Kompere in sod., 2007).

Povzetek posameznih značilnosti različnih čistilnih naprav

Predstavljene so bile potencialne čistilne naprave za manjša naselja. Odločitev, katere bi bile ustrezne za čiščenje odpadnih voda na določenem območju, je zahtevna, saj se moramo zavedati, da se sestava in količina odpadne vode, od primera do primera razlikujeta. Za pravilno izbiro tehnološkega postopka čiščenja odpadne komunalne vode je potrebno poznati vrsto in stopnjo onesnaženosti vode, količino, razpoložljivost prostora, potrebno stopnjo čiščenja in navsezadnje tudi finančna sredstva.

Preglednica 15: Dejavniki, ki jih je potrebno upoštevati pri izbiri čistilnega procesa
Table 15: Factors which need to be taken into account when selecting the treatment process

DEJAVNIKI	OBRAZLOŽITEV
Uporabnost procesa	Uporabnost procesa temelji na preteklih izkušnjah in virih podatkov. Po potrebi se izvedejo tudi pilotni poskusi.
Karakteristike dotoka	Na podlagi karakteristik se odločamo glede izbire procesa (biološki / kemijski)
Sprejemljiva pretočnost	Proces mora biti takšen, da se ujema s pričakovanimi stopnjami pretokov. Kot primer vzamemo lagune, ki niso primerne za visoke hidravlične vnose.
Klima	Vpliv temperature na hitrost poteka kemijskih in bioloških procesov.
Sprejemljivost variranja pretoka	Določeni procesi najbolje delujejo pri konstantnem pretoku.
Delovanje	Učinkovitost delovanja merimo glede na

	kvaliteto iztoka, ki mora biti v okviru z normativi.
Ostank po čiščenju	Znana mora biti vrsta in količina trdnih, tekočih in plinskih ostankov.
Obdelava blata	Poznana mora biti možnost in cena odstranjevanja blata.
Okoljski faktorji	Faktorji kot so veter, bližina stanovanjskih naselij... vplivajo na izbor procesa še posebej zaradi nastanka smradu.
Kemijske zahteve	Vedeti moramo kakšne vire in količine je potrebno zagotoviti za delovanje čistilnega procesa in kakšen vpliv ima dodatek kemikalij na sestavo ostankov po čiščenju ter ceno čiščenja.
Drugi potrebni viri	Predvideti je potrebno dodatne vire, če bodo potrebni za učinkovitejše čiščenje.
Energetske zahteve	Znana mora biti potreba po energiji in predvidena cena energije za postavitev določenega sistema.
Delovna sila	Potreben kader ter strokovno znanje
Obratovalne in vzdrževalne zahteve	Potreba po opremi za vzdrževanje in obratovanje, zagotavljanje rezervnih delov, ki bodo potrebni.
Kompleksnost	Kompleksnost sistema v primeru rutinskih ali nezgodnih razmer.
Kompatibilnost	Kakšna je možnost povečanja naprave
Zanesljivost	Dolgoročna zanesljivost sistema, stopnja vzpostavitve procesa (enostavna ali otežena)
Razpoložljivost zemljišča	Ali imamo na voljo dovolj veliko zemljišče za vzpostavitev procesov čiščenja in možnost razširitve.

(Metcalf and Eddy, 1991)

V preglednici 16 so prikazane stopnje učinkovitosti čiščenja z različnimi procesi.

Preglednica 16: Stopnja učinkovitosti čiščenja z različnimi procesi uporabljenimi v primarnem in sekundarnem čiščenju

Table 16: Degree of treatment performance using different processes applied during the primary and secondary treatment

Učinkovitost odstranjevanja (%)						
Način čiščenja	BPK	KPK	SS	P	Organski dušik N	NH ₃ – N (dušik v obliki amonijaka)
PRIMARNI USEDALNIK	30 - 40	30 – 40	50 – 65	10 – 20	10 – 20	0
POŽIVLJENO BLATO	80 – 95	80 – 85	80 – 90	10 – 25	15 – 50	8 – 15

PRECEJALNIKI						
a./ kameni medij	65 – 80	60 – 80	60 – 85	8 – 12	15 – 50	8 – 15
b./plastični medij	65 – 85	65 – 85	65 – 85	8 – 12	15 – 50	8 – 15
BIODISKI	80 – 85	80 – 85	80 – 85	10 – 25	15 – 50	8 – 15
RČN	80 – 90	80 – 85	70 – 85	70 – 90	70 – 90	70 – 90

(Metcalf and Eddy, 1991)

4.2 Določitev ustrezne ČN za posamezna naselja

V tem poglavju se bomo osredotočili na določena naselja, ki jih bomo opremili s kanalizacijo z navezavo na čistilno napravo. Projekti so bili izdelani na Komunalnem podjetju Velenje na zahtevo investitorja.

Na območju MOV bo prikazan način reševanja odvodnjavanja odpadne komunalne vode za območja, vzeta iz preglednice 17 in 18.

Preglednica 17: Obdelava investicij po OP za MOV

Table 17: Treatment of investments according to the City Municipality of Velenje OP

Id	Ob_Ime	Na_ime	PE (Št. Preb.*1,3)	PE/ha	Št. Programa	Rok opremljanja	Naziv investicije
20674	Velenje	Šentilj	194	10,19	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije in izgradnja MKČN Šentilj
Id	Ob_Ime	Na_ime	PE (Št. Preb.*1,3)	PE/ha	Št. Programa	Rok opremljanja	Naziv investicije
20700	Velenje	Vinska Gora 2	294	25,13	6.1.3	31.12.2015	Izgradnja sekundarnega kanala in MKČN Vinska Gora - center
20688	Velenje	Lipje 6	85	18,13	6.2.3	31.12.2017	Izgradnja sekundarne kanalizacije
20685	Velenje	Prelska 1	104	24,88	6.1.3	31.12.2015	Izgradnja sekundarnega kanala in MKČN Prelska

(Lokalni operativni program MOV, 2012)

Na območju Občine Šoštanj bo prikazan način reševanja odvodnjavanja odpadne komunalne vode za naslednja območja, vzeta iz preglednice 18.

Preglednica 18: Obdelava investicij po OP za Občino Šoštanj

Table 18: Treatment of investments according to the Šoštanj Municipality OP

Id	Ob_Ime	Na_ime	PE (Št. Preb.*1,3)	PE/ha	Št. Programa	Rok opremljanja	Naziv investicije
20792	Šoštanj	Lokovica 1	428	12,19	6.2.3 - 3.st	31.12.2017	Sekundarna kanalizacija Lokovica 1 in izgradnja MKČN Lokovica
20770	Šoštanj	Lokovica 3	83	13,14	6.2.3 - 3.st	31.12.2017	Sekundarna kanalizacija Lokovica 3 in izgradnja MKČN Lokovica 3

(Lokalni operativni program Občine Šoštanj, 2012)

Lokacijo in tip čistilne naprave smo določili na podlagi kanalizacijskega sistema (težnja k gravitacijskemu sistemu), hidrogeološke ocene, razpršenosti oz. strnjivosti naselja, bližine vodotoka, bližine varstvenega pasu, dostopnost lokacije ČN, oddaljenost od naselja, poplavnost področja,

vrednosti zemljišča, krajinskega izgleda, razpoložljivosti potrebne površine. V praksi se uporabljajo za manjša naselja (Panjan, 2001) biološke čistilne naprave z aktivnim biološkim blatom oz. razpršeno biomaso, biološke čistilne naprave s pritrjeno biomaso in naravni sistemi za čiščenje odpadne vode kot so lagune ali rastlinske čistilne naprave. Tehnologijo čiščenja izbere projektant, ki izdeluje projektno dokumentacijo, na podlagi potencialnih ponudnikov in s soglasjem investitorja ter bodočega upravljavca komunalne infrastrukture. Pri izbiri se projektanti osredotočamo na ponudnike slovenskega trga, ki nudijo izdelavo projektne dokumentacije na podlagi slovenskih standardov, ki nudijo takojšnjo strokovno pomoč, servisiranje, opiramo se na izkušnje drugih komunalnih podjetij, ki imajo že vgrajene določene tipe ČN, težimo k tistim tipom ČN, ki jih imamo že sami vgrajene in poznamo način delovanja, tehnologijo, stroške upravljanja in vzdrževanja... Na podlagi navedenega smo se odločili za ČN z SBR sistemom in RČN.

Na lokacijah, kjer je možna postavitve KČN in RČN, bomo prikazali primerjavo investicijskih in vzdrževalnih stroškov za vsako, kjer pa v naseljih zaradi omejitve prostora ne bo možna izvedba RČN bomo predvideli in prikazali stroške izvedbe le-te.

Podatki o obremenitvah onesnaženja, načinu reševanja odpadnih voda, tipu ČN in izboru lokacije za naslednja naselja

Šentilj pri Velenju (aglomeracija 20674)

Kraj Šentilj pri Velenju je sestavljen iz zaselkov Arnače, Kote, Laze, Ložnica, Podkraj in Silova.



Slika 14: Prikaz zaselkov Šentilj pri Velenju
Figure 14: Picture of the Šentilj pri Velenju hamlets

(PISO, 2016)

Opremljanje naselja se predvidi za sam center Šentilj – Arnače, kjer je tudi največ hiš. V naselju so cerkev in gasilski dom ter dom krajanov. Na tem območju je predvidena strnjena pozidava s cca 41 hišami. Območje ni poplavno ogroženo, edini odvodnik je potok Trnava.



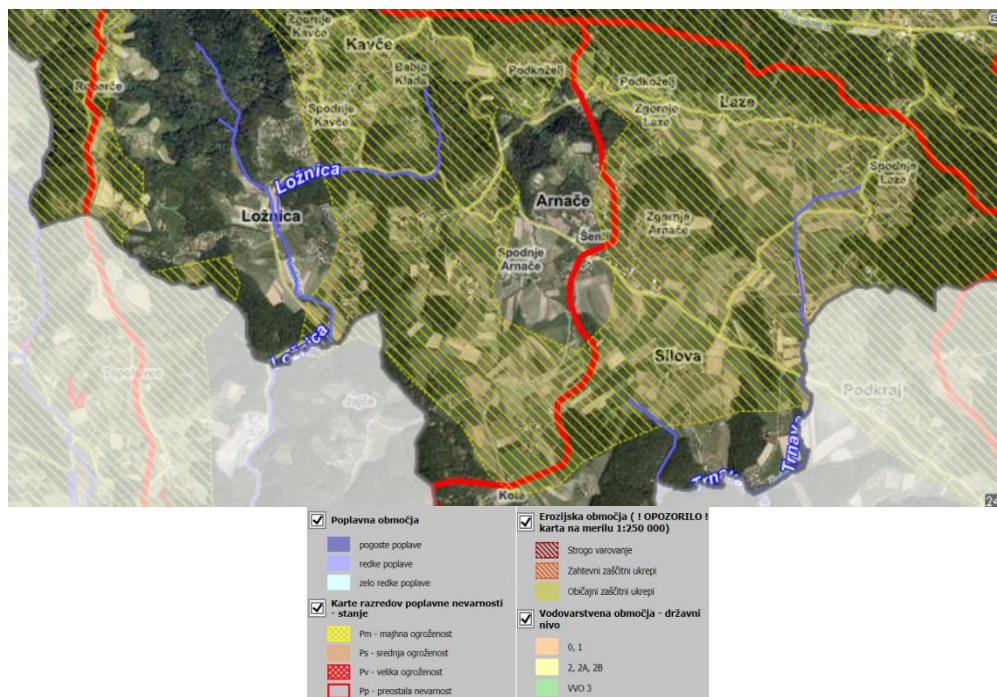
Slika 15: Območje hiš, ki so zajeta v projektu in gravitirajo na skupno točko
Figure 15: Housing area included in the project and gravitating towards a comment point

(PISO, 2016)



Slika 16: Območje obdelave predstavlja stavbno zemljišče
Figure 16: The processing zone is building land

(PISO, 2016)



Slika 17: Območje obdelave ni poplavno območje, je majhna ogroženost glede poplavne nevarnosti, je območje deloma z zaščitnimi ukrepi, ne spada pa v vodovarstveno območje

Figure 17: The processing zone is not a flood zone, there is a small risk of floods; it is an area with partial protective measures; however, it is not in a water protection area

(PISO, 2016)

Povzetek:

Št. objektov, ki gravitirajo na predvideno ČN:

- 50 obstoječih objektov (podatki e_hi iz Manifolda),
- 41 predvidenih objektov z novo zazidavo.

Skupaj cca 91 objektov.

Št. populacijskih enot:

273 PE+30% = 355 PE

Značilni objekti v naselju: stanovanjske hiše, gostilna, cerkev, gasilski dom, dom krajanov.

Odvodnik: neimenovani potok, ki se izteka v potok Trnava

Predvidena kanalizacija: gravitacijska kanalizacija, kanalizacijski priključki.

Dolžina kanalizacije:

- izvedba kanalizacijskega omrežja za navezavo staroselcev skupaj s kanalizacijskimi priključki (DN 250 in DN160) znaša 2.253 m.

- izvedba kanalizacijskega omrežja za novo zazidavo, vključno s kanalom do predvidene čistilne naprave znaša 1.800 m.

Skupna dolžina gravitacijskega kanala znaša 4053 m.

Črpališča odpadne vode: 0

Oddaljenost od naselja: cca 200 m od najbližje hiše

Poplavnost področja: NE

Bližina vodovarstvenega pasu: NE

Predvidena lokacija ČN: izven območja naselja, kmetijsko zemljišče

Razpoložljivost prostora: velika razpoložljivost, dostopen teren (ocenjena potrebna površina za RČN $2,5 \text{ m}^2 * 355 \text{ PE} = 888 \text{ m}^2$ za KČN $1,5 \text{ m}^2 * 355 \text{ PE} = 533 \text{ m}^2$)

Opis lokacije in tip ČN:

Lokacijsko je primerna izvedba RČN in KČN. Lokacija ČN za 355 PE je predvidena na parc. št. 774/8 in 774/9 k.o. Ložnica. Lokacija se nahaja na kmetijskem zemljišču (deloma travnik, deloma njiva) ob robu gozda. Dostop do predvidene čistilne naprave se predvidi po obstoječi poljski poti s priključkom na cesto JP Gorica – Petrač. Lokacija je lahko dostopna, posekava gozda ni potrebna. Odpadna voda bo v sistem pritekala gravitacijsko, iztok iz ČN se predvidi v neimenovani potok, ki se izteka v potok Trnava. Območje ni poplavno nevarno in ne sega v območje z vodovarstvenim režimom.

Vinska Gora 1 (aglomeracija 20700) in gravitacijski kanala iz območja aglomeracije Lipje 6 (aglomeracija 20688)



Slika 18: Prikaz naselja Vinska Gora z okoliškimi naselji, ki gravitirajo na predvideno ČN
Figure 18: Picture of Vinska Gora with the neighbouring towns gravitating toward the projected WTP

(PISO, 2016)



Slika 19: Območje obdelave predstavlja stavbno zemljišče, lokacija ČN je predvidena na kmetijskem zemljišču
Figure 19: The processing zone is on building land; the WTP location is scheduled to be on agricultural land

(PISO, 2016)



Slika 20: Območje obdelave ni poplavno območje, je majhna ogroženost glede poplavne nevarnosti, je območje deloma z zaščitnimi ukrepi, ne spada pa v vodovarstveno območje

Figure 20: The processing zone is not a flood zone, there is a small risk of floods; it is an area with partial protective measures; however, it is not in a water protection area

(PISO, 2016)

Povzetek:

Št. objektov, ki gravitirajo na predvideno ČN:

- 77 objektov center VG,
- 48 objektov v območju Podvin – Pirešica,
- predvidena nova zazidava.: 65 objektov

Skupaj cca 125 objektov (podatki e_hiš iz Manifolda)

Št. populacijskih enot:

555 PE+30%=721 PE + predvidena nova zazidava s 65 objekti= 260 PE. Skupaj 981 PE

Značilni objekti v naselju: stanovanjske hiše, gostilna, cerkev, gasilski dom, dom krajanov, mehanična delavnica in trgovina

Odvodnik: Pirešica (Črni potok)

Predvidena kanalizacija: gravitacijska kanalizacija, tlačni vod in kanalizacijski priključki

Dolžina kanalizacije:

Aglomeracija 20663 in 20688

Skupaj dolžina gravitacijskih vodov DN 250 in kanalizacijskih priključkov DN 160 = 2726 m

(po projektu: Kanalizacija Podvin - Pirešica v KS Vinska Gora, št. 186-KA/2014 - PZI)

Aglomeracija 20700

Skupna dolžina gravitacijskega voda DN 250 in kanalizacijskih priključkov DN 160 = 2.641 m (po projektu: Kanalizacija obstoječega naselja Vinska Gora – center, št. 89-KA/2010- PZI)

Izvedba gravitacijskega voda kanal 1 DN 300 za dovod do ČN v dolžini 276 m, izvedba tlačnega voda PEHD d160/14,6 v dolžini 194 m, izvedba črpališča in MČN 1000 PE. (po projektu: Čistilna naprava s črpališčem v Vinski Gori, št. projekta 87-KA/2010 – PZI)

Črpališča odpadne vode: 1

Oddaljenost od naselja: cca 200 m

Poplavnost področja: NE

Bližina vodovarstvenega pasu: NE, vodovarstveni pas oddaljen cca 1 km

Predvidena lokacija ČN: izven območja naselja, kmetijsko zemljišče

Razpoložljivost prostora: omejena (ocenjena potrebna površina za RČN $2,5 \text{ m}^2 * 1000 \text{ PE} = 2.500 \text{ m}^2$ za KČN $1,5 \text{ m}^2 * 1000 \text{ PE} = 1500 \text{ m}^2$ oz. predvideno po projektu 200 m^2)

Opis lokacije in tip ČN:

Lokacijsko je primerna samo KČN. Lokacija ČN za 1000 PE je predvidena na parc. št. 598/1 in 484/16 k.o. Vinska Gora. Lokacija se nahaja na kmetijskem zemljišču (travnik) med gozdom in regionalno cesto Velenje – Arja vas, na katero se izvede priključek za dostop do čistilne naprave. Lokacija je lahko dostopna, posekava gozda ni potrebna. Odpadna voda bo v sistem pritekala preko tlačnega voda, iztok iz ČN se predvidi v potok Pirešica (Črni potok). Območje ni poplavno nevarno in ne sega v območje z vodovarstvenim režimom.

Prelska (aglomeracija 20685)



Slika 21: Prikaz naselja Preška
Figure 21: Picture of Preška

(PISO, 2016)



Slika 22: Območje obdelave predstavlja stavbno zemljišče in posebna območja, lokacija ČN je predvidena na območju zelenih površin

Figure 22: The processing zone is on building land and comprises special areas; the WTP is scheduled to be constructed on a plant-covered surface area

(PISO, 2016)



Slika 23: Območje obdelave ni poplavno območje, je majhna ogroženost glede poplavne nevarnosti, je območje deloma z zaščitnimi ukrepi, ne spada pa v vodovarstveno območje

Figure 23: The processing zone is not a flood zone, there is a small risk of floods; it is an area with partial protective measures; however, it is not in a water protection area

(PISO, 2016)

Povzetek:

Št. objektov, ki gravitirajo na predvideno ČN:
- 55 objektov v Prelski (podatki e_hiš iz Manifolda)

Št. populacijskih enot:
 $192,5 \text{ PE} + 30\% = 250 \text{ PE}$

Značilni objekti v naselju: stanovanjske hiše

Odvodnik: manjši neimenovani potok

Predvidena kanalizacija: gravitacijska kanalizacija, slepi odcepi za kanalizacijske priključke

Dolžina kanalizacije:

Skupna dolžina gravitacijskih vodov DN 250 in slepih odcepi za kanalizacijske priključke = 2771 m (po projektu: Kanalizacija Prelska v KS Vinska Gora, št. 200-KA/2014 - PZI)

Črpališča odpadne vode: 0

Oddaljenost od naselja: cca 150 m

Poplavnost področja: NE

Bližina vodovarstvenega pasu: NE, vodovarstveni pas oddaljen cca 500 m

Predvidena lokacija ČN: izven območja naselja, kmetijsko zemljišče

Razpoložljivost prostora: zadostna (ocenjena potrebna površina za RČN: $2,5 \text{ m}^2 * 250 \text{ PE} = 625 \text{ m}^2$, za KČN $1,5 \text{ m}^2 * 250 \text{ PE} = 375 \text{ m}^2$ oz. predvideno po projektu 174 m^2)

Opis lokacije in tip ČN:

Lokacijsko sta primerni KČN in RČN. Lokacija ČN za 250 PE je predvidena na parc. št. 223 k.o. Prelska. Lokacija se nahaja na kmetijskem zemljišču (travniki in njive). Lokacija je lahko dostopna.

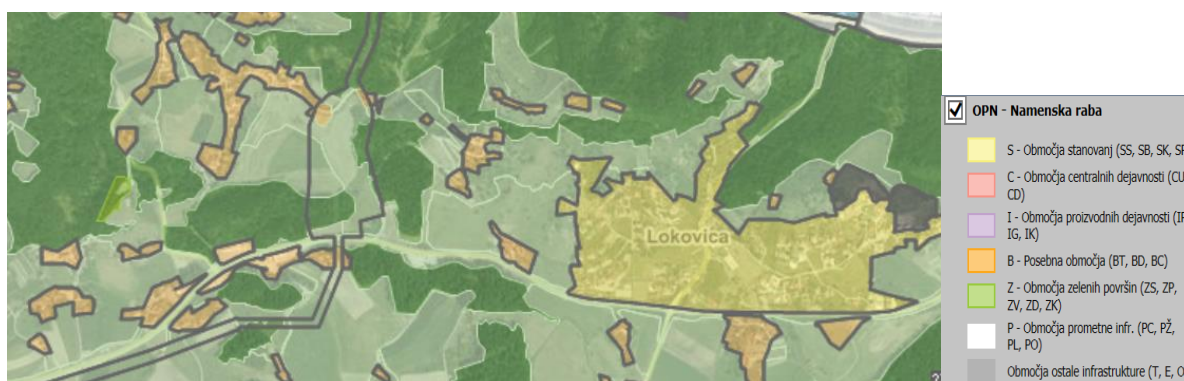
Odpadna voda bo v sistem pritekala gravitacijsko, iztok iz ČN se predvidi v neimenovani potok. Območje ni poplavno nevarno in ne sega v območje z vodovarstvenim režimom.

Lokovica (aglomeracija 20792 in 20770)



Slika 24: Prikaz naselja Lokovica
Figure 24: Picture of Lokovica

(PISO, 2016)



Slika 25: Območje obdelave predstavlja stavbno zemljišče in posebna območja, lokacija ČN je predvidena na območju zelenih površin

Figure 25: The processing zone is on building land and comprises special areas; the WTP is scheduled to be constructed on a plant-covered surface are

(PISO, 2016)



Slika 26: Območje obdelave ni poplavno območje, je majhna ogroženost glede poplavne nevarnosti, je območje deloma z zaščitnimi ukrepi, ne spada pa v vodovarstveno območje

Figure 26: The processing zone is not a flood zone, there is a small risk of floods; it is an area with partial protective measures; however, it is not in a water protection area

(PISO, 2016)

Povzetek:

Št. objektov, ki gravitirajo na predvideno ČN:

- 86 objektov Lokovica - center,
 - 42 objektov Lokovica – plazoviti del.
- (podatki e_hiš iz Manifolda)

Št. populacijskih enot:

- Območje Lokovica – center: $344 \text{ PE} + 30\% = \text{Skupaj } 447 \text{ PE}$, zaokroženo 500 PE
- območje Lokovica plazoviti del: $168 \text{ PE} + 30\% = \text{Skupaj } 218 \text{ PE}$, zaokroženo 250 PE

Značilni objekti v naselju: stanovanjske hiše, gostilna, gasilski dom, dom krajanov, mehanična delavnica, trgovina

Odvodnik: Lokoviški potok

Predvidena kanalizacija: gravitacijska kanalizacija, kanalizacijski priključki

Dolžina kanalizacije:

Aglomeracija 20792 (Lokovica 1)

Skupna dolžina gravitacijskih vodov DN 250 in kanalizacijskih priključkov DN 160 = 5210 m

(po projektu: Kanalizacija Lokovica z MČN, št. 86-KA/2010 - PZI)

Aglomeracija 20770 (Lokovica 2)

Skupna dolžina gravitacijskega voda DN 250 in kanalizacijskih priključkov DN 160 = 3.464 m (po projektu: Kanalizacija Lokovica z MČN, št. 86-KA/2010 - PZI)

Črpališča odpadne vode: 0

Oddaljenost od naselja: Lokovica – center: cca 400 m; Lokovica – plazoviti del cca. 100 m od najbližjih hiš

Poplavnost področja: NE

Bližina vodovarstvenega pasu: NE

Predvidena lokacija ČN: izven območja naselja, območje zelenih površin K2

Razpoložljivost prostora: zelo omejena

- območje Lokovica – center: ocenjena potrebna površina za RČN $2,5 \text{ m}^2 * 500 \text{ PE} = 1.250 \text{ m}^2$ za KČN $1,5 \text{ m}^2 * 500 \text{ PE} = 750 \text{ m}^2$ oz. predvideno po projektu 372 m².)

- območje Lokovica – plazoviti del: ocenjena potrebna površina za RČN $2,5 \text{ m}^2 * 250 \text{ PE} = 625 \text{ m}^2$ za KČN $1,5 \text{ m}^2 * 250 \text{ PE} = 375 \text{ m}^2$ oz. predvideno po projektu 272 m².)

Opis lokacije in tip ČN:

Lokacijsko je primerna samo KČN za obe območji.

Lokacija ČN za 500 PE je predvidena na parc. št. 806/11 k.o. Lokovica. Lokacija se nahaja na kmetijskem zemljišču med gozdom in regionalno cesto Pesje - Gorenje, na katero se izvede priključek za dostop do čistilne naprave. Lokacija je lahko dostopna, posekava gozda ni potrebna. Odpadna voda bo v sistem pritekala gravitacijsko, iztok iz ČN se predvidi v Lokoviški potok. Območje ni poplavno nevarno in ne sega v območje z vodovarstvenim režimom.

Lokacija ČN za 250 PE je predvidena na parc. št. 830/2 k.o. Lokovica. Lokacija se nahaja na kmetijskem zemljišču med lokalno cesto Komprej - Križnik in regionalno cesto Pesje – Gorenje. Na lokalno cesto se izvede priključek za dostop do čistilne naprave. Lokacija je lahko dostopna. Odpadna voda bo v sistem pritekala gravitacijsko, iztok iz ČN se predvidi v obstoječi jarek. Območje ni poplavno nevarno in ne sega v območje z vodovarstvenim režimom.

5 REZULTATI

5.1 Pregled posameznih naselij z rešitvijo odvajanja odpadne komunalne vode

Šentilj pri Velenju (aglomeracija 20674)

Šentilj leži na južnem delu Šaleške doline. Investitor Mestna občina Velenje, skupaj z izdelovalcem projektne dokumentacije, Komunalnim podjetjem Velenje, ter krajani, želi urediti odvodnjavanje komunalnih odpadnih voda na območju centra Šentilja. Za območje je predviden ločen sistem odvajanja odpadnih voda, pri čemer je potrebno zgraditi novo kanalizacijo za odvod odpadnih komunalnih vod z navezavo na malo čistilno napravo. Na predvideno MČN se bo priključevalo območje aglomeracije 20674 in predvidena nova zazidava v naselju (41 objektov). Za izgradnjo kanalizacije v obravnavanem naselju je potrebno zgraditi gravitacijske kanale, kanalizacijske priključke in MČN.

V prilogi 2 se nahaja pregledna situacija območja Šentilj, na katerem je predvidena izgradnja kanalizacijskega omrežja z RČN, izdelovalec projektne dokumentacije je Komunalno podjetje Velenje d.o.o.. Pregledna situacija prikazuje kanalizacijsko omrežje na območju Šentilja z lokacijo RČN.

Predvidena je izgradnja rastlinske čistilne naprave, ki je projektirana na kapaciteto 300 PE. Tehnologija RČN spada med ekoremediacijske metode čiščenja odpadnih vod, kar pomeni, da tehnologija temelji na sonaravnih metodah. Poleg bakterij in substrata so eden glavnih nosilcev čiščenja rastline, ki so edine vidne v celotnem sistemu in se bodo lepo vklapljale v okolje. Po izgradnji se bo neutrjene površine zavarovalo pred erozijo ter jih ozelenilo s samoniklimi vrstami rastlin.

Sistem RČN sestavljajo naslednji objekti in naprave:

- usedalnik (Imhoff, Emšer)
- filtrirna greda (F-RČN)
- čistilna greda (Č-RČN 1 in 2)
- polirna greda (P-RČN)
- kompostna greda

Preglednica 19: Velikost objektov in naprav RČN
Table 19: Size of SWTP buildings and machinery

TIP NAPRAVE LIMNOS	dolžina	širina	globina	površina	volumen	efektivni volumen
	m^1	m^1	m^1	m^2	m^3	m^3
Usedalnik					30	30
F - RČN	10	18	0,5	180	90	27
Č – RČN (1 in 2)	22	9+9	0,75	396	297	89,1
P - RČN	11	18	0,5	198	99	29,7
SKUPAJ*	43	18	2,18	774	516**	175,8**
Kompostna greda	8	6	0,8	48	38,4	38,4

(Rastlinska čistilna naprava Limnowet za naselje Šentilj, 2010)

Opis delovanja čistilne naprave (Rastlinska čistilna naprava Limnowet za naselje Šentilj, 2010)

Dovod odpadne vode je predviden po kanalizacijski cevi DN 250 preko grabelj – rešetk do usedalnika. Predvidena sta dva tipska zaporedno vezana usedalnika z volumnom vsak po 14 m³. Sledijo filtrna greda, čistilna greda in polirna greda. Nepropustnost gred zagotavlja predvidena položitev PEHD folije debeline 2,5 mm. Nad folijo je vgrajen substrat in na vrhu pesek v debelini 10 cm. Naklon brežin gred je 1:1,5. Razvod omogočajo kanalizacijske cevi PE 110, ki so deloma polne, deloma perforirane. Jaški z vgrajenimi zasuni omogočajo držanje in spuščanje nivoja vode na posameznih gredah. Glede na lokacijo RČN je predviden odvod površinskih voda iz področja na desnem bregu čistilne naprave. Odvod je predviden z dvema obrobna jarkoma – muldama. Prvi poteka ob zgornjem robu izkopa mimo filtrirne grede do izliva v obstoječi potok. Drugi je ob vzdrževalni poti pod kompostno gredo, ki je prav tako speljan v obstoječi potok. Kompostna greda je armirano betonski objekt dimenzije š: 6,4m, d:8,4 m, globine 1 -1,76 m.

Sestava kompostne grede:

- rastline – trstje 10kom/1m²,
- zemlja v debelini 10cm,
- prečrpani kompost v debelini 70 cm,
- zemlja v debelini 10 cm,
- geotekstil,
- prod granulacije 8 -16 mm v debelini 18,0 cm,
- prod granulacije 16 -32 mm v debelini 18,0 cm
- vodotesna varjena HD PE folija debeline 2,5 mm,
- naklonski beton MB 30,
- armiran beton MB 30 v debelini 20cm.

Za odvod precejnih vod je v naklonski beton položena drenažna cev DPE 200, ki je na zgornji polovici cevi perforirana \varnothing 12mm/10kom/1dm². Drenažna cev je na koncu kompostne grede priključena na cev DPE 200, ki je speljana preko revizijskega jaška DN 800 v usedalnik RČN. Ker je kompostna greda v celoti vkopana ali zasuta armiranobetonski bazen, obstaja nevarnost vzgonskega dviga objekta v primeru, da je greda prazna, nivo talne vode v zaledju pa je na nivoju terena. Zaradi tega je na zunanjem delu ob objektu izvedena drenaža, ki odvaja zaledne vode v RJ kompostne grede. Drenaža ob kompostni gredi je predvidena iz MAPIDREN cevi DN 110, drenažnega filtra granulacije 8 - 16 mm, zavitega z geotekstilom. Za dostop do kompostne grede je izvedena dostopna pot, ki je utrjena s tamponom v debelini 30cm. Iztok iz čistilne naprave je speljan preko revizijskega jaška in iztočnega objekta v bližnji vodotok. Kota iztoka je cca 20 cm nad niveleto dna vodotoka. Iztočni betonski objekt je temeljen do trde podlage in služi za namestitev povratne zaklopke. Le - ta varuje RČN pred visokimi vodami vodotoka in preprečuje dostop dvoživkam in ostalim živalim v objekt. Zavarovanje vodotoka v območju iztoka je izvedeno s kamnito oblogo debeline 20 -30 cm.

Za ugotavljanje učinkovitosti RČN je potrebno redno slediti učinkovitosti delovanja RČN z analizami določenih dotočnih in iztočnih parametrov v obdobju enega leta, v odvisnosti od hidravličnih obremenitev oziroma skladno z uredbo o malih čistilnih napravah. Dela na RČN potekajo v skladu z obratovalnim poslovnikom, z namenom doseganja optimalne učinkovitosti naprave.

Vzdrževalna dela obsegajo redno odstranjevanje mulja iz greznice, čiščenje dotočnih in drenažnih cevi, pregledovanje zapornih ventilov, dopeskanje, 1x letno košnjo rastlin, ki se jih uporabi kot izolacijo v zimskem obdobju (po potrebi) in se jih spomladi odstrani na kompost ter po potrebi dosajanje rastlin.

Vplivi ČN na okolje

a./ Hrup

Med gradnjo bosta hrup povzročala transport in gradbena mehanizacija. Vsa gradbena dela se bodo izvajala v dnevnem času. S postavitvijo RČN se izognemo hrupu, ki sicer nastaja pri delovanju strojnih ČN.

b./ Smrad

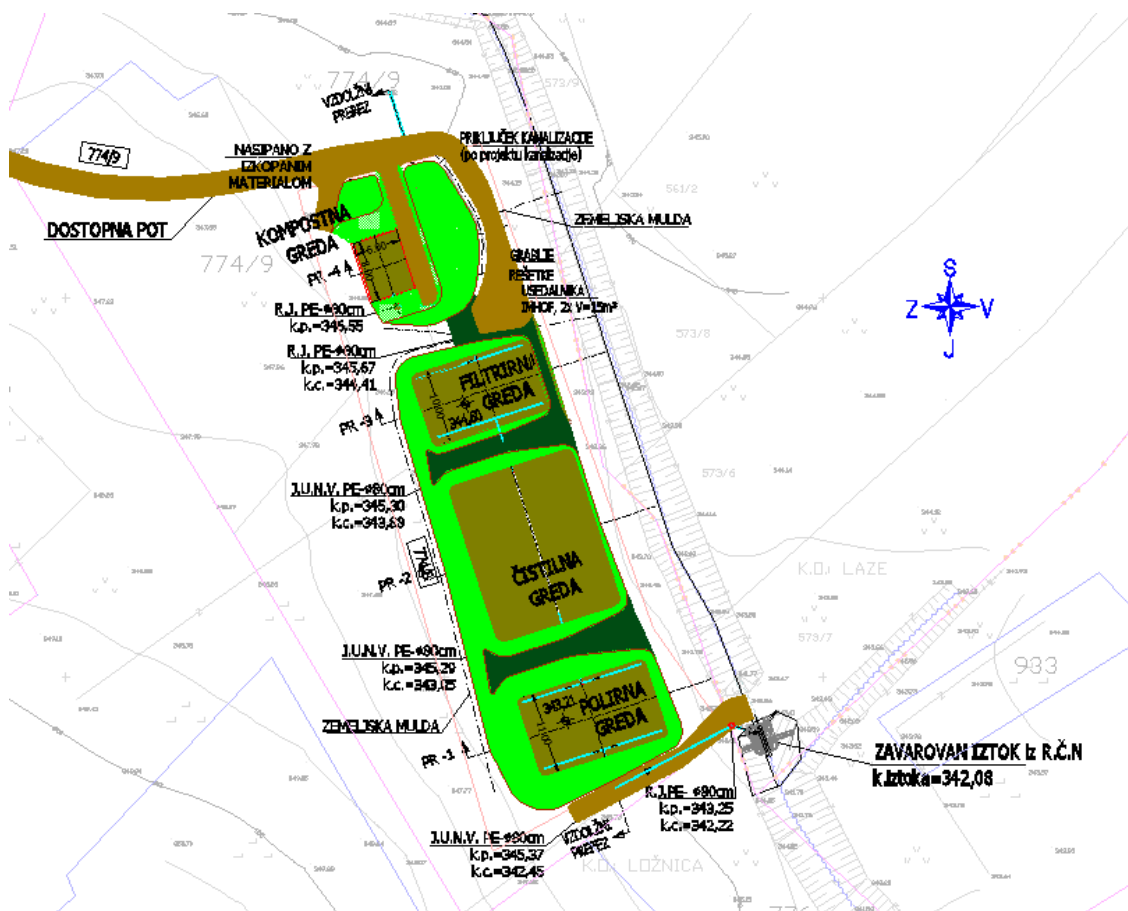
Zaradi podpovršinskega toka vode v sistemu ni smradu in ne prihaja do razvoja insektov.

c./ Odpadki

Pri postopku čiščenja odpadnih voda bodo nastajali mehanski odpadki z gabelj in pesek.

d./ Emisije vode

Na iztoku iz ČN bo očiščena odpadna voda dosegala zahtevane parametre.



Slika 27: Tloris RČN

Figure 27: Constructed wetland WTP floor plan

(Rastlinska čistilna naprava Limnowet za naselje Šentilj, 2010)

Obratovanje in vzdrževalna dela

Za ugotavljanje učinkovitosti RČN je potrebno redno slediti učinkovitosti delovanja RČN z analizami določenih dotočnih in iztočnih parametrov v obdobju enega leta, v odvisnosti od hidravličnih obremenitev oziroma skladno z uredbo o malih čistilnih napravah. Dela na RČN potekajo v skladu z obratovalnim poslovnikom, z namenom doseganja optimalne učinkovitosti naprave. Vzdrževalna dela obsegajo redno odstranjevanje mulja iz greznice, čiščenje dotočnih in drenažnih cevi, pregledovanje zapornih ventilov, dopeskanje, 1x letno košnjo rastlin, ki se jih uporabi kot izolacijo v zimskem obdobju (po potrebi) in se jih spomladi odstrani na kompost ter po potrebi dosajanje rastlin.

Pri obratovanju RČN moramo pričakovati naslednje probleme:

- Zimska zmrzal: voda v samem sistemu RČN ne bo zmrzovala razen na površini v primeru najnižjih temperatur, kar čiščenja ne bo bistveno oviralo. Problem zmrzovanja v ceveh bomo reševali s povečevanjem pretoka.

- Iz čistilnih jaškov bo potrebno redno odstranjevanje mulja, za zagotovitev učinkovitega delovanja RČN – predvidoma enkrat letno.
- Po potrebi se po prvem letu delovanja dodatno zasadi rastline.
- Dopeskovanje sistema, kjer bo prišlo do posedanja substrata.
- Evapotranspiracija ne bo problem, pričakujemo vrednosti okoli 6 l/m²/dan.
- Meteorne vode, ki padejo neposredno na gravitacijsko območje RČN, je zaradi erozije potrebno odpeljati stran in preprečiti, da se erozijski material ne nalaga v RČN. Viške ob nalivih je v kanalih potrebno prelivati direktno v iztok. Vse vode, ki bi se stekale s travnika v RČN je potrebno odpeljati stran, RČN pa zaščititi z muldo.

Vinska Gora

Vinska Gora leži v severo – vzhodnem delu Šaleške doline. Investitor Mestna občina Velenje, skupaj z izdelovalcem projektne dokumentacije, Komunalnim podjetjem Velenje, ter krajanji, želi urediti odvodnjavanje komunalnih odpadnih voda na območju centra Vinska Gora. Za območje je predviden ločen sistem odvajanja odpadnih voda, pri čemer je potrebno zgraditi novo kanalizacijo za odvod odpadnih komunalnih vod, črpališče za 1000 PE in malo čistilno napravo za 1000 PE, in sicer v dveh fazah.

Na predvideno MČN se bodo priključevala območja aglomeracije 20700 – Vinska Gora, območje aglomeracije 20688 - Lipje 6 in nova zazidava v Vinski Gori (predvideno 260 PE) ter novo nastali objekti na tem območju. Za izgradnjo kanalizacije v obravnavanem naselju je potrebno zgraditi gravitacijske kanale, tlačni vod in črpališče, MČN ter vodovod, meteorni kanal in elektriko do objektov. Zaradi nivelete kanala 1, ki je prilagojen terenskim razmeram, je potrebno na trasi izvesti črpališče, ki bo služilo za dvig nivelete kanala. Od črpališča do predvidene lokacije MČN se predvidi tlačni vod, cca. 200 m.

V prilogi 3 se nahaja pregledna situacija območja Vinske Gore, na katerem je predvidena izgradnja kanalizacijskega omrežja z MČN, izdelovalec projektne dokumentacije je Komunalno podjetje Velenje d. o. o. Pregledna situacija prikazuje kanalizacijsko omrežje na območju Vinske Gore z lokacijo MČN.

Predvidena je izgradnja sekvenčne biološke čistilne naprave kapacitete 500 + 500 PE oz. 1000 PE. Odvod očiščene vode bo izveden preko meteornega kanala v bližnji potok. Za mehansko predčiščenje odpadne vode bodo v črpališču vgrajene fine grablje. Načrt predvideva dvofazno izgradnjo ČN, in sicer najprej izgradnjo ČN kapacitete 500 PE, ki vključuje vgradnjo vseh sklopov ČN razen enega SBR reaktorja, in kasnejše povečanje kapacitete na 1000 PE z vgradnjo drugega SBR reaktorja. Kot predpriprava za vgradnjo drugega SBR reaktorja se v prvi fazi na temeljni plošči izdelava oporni zid, ki

bo omogočal izdelavo gradbene jame za vgradnjo drugega SBR reaktorja, da se prepreči plazenje zasipnega materiala okoli prvega SBR reaktorja.

Ogrodje ČN bodo izdelane iz armiranega poliestra. Armirani poliester je kot material odporen na temperaturo in kemikalije, ima majhno težo in enostavno montažo ter minimalne stroške vzdrževanja. Dobavitelj opreme mora zagotoviti 50 letno življenjsko dobo posod po SIST-TS CEN/TS 14807:2005. ČN bo vgrajena v zemljo. Vstopna odprtina je namenjena kontroli delovanja in za vnos ter iznos opreme. Oprtine bodo pokrite z lahkimi pokrovi, dvignjenimi 20 cm nad koto urejenega terena.

Gabariti predizdelanih sklopov ČN so v mejah, ki omogočajo normalni cestni transport. Na mestu montaže je potrebno izravnati teren in vkopati posodo po »Smernicah za transport in montažo posod iz armiranega poliestra po SIST EN 976-2:2000.

Predvideva se, da bo ČN, kot del ureditvenega območja, postavljena izven varstvenih pasov vodnih virov in da bo na ČN pritekala komunalna odpadna voda ločenega sistema kanalizacije brez industrijsko onesnaženih vod.

Tehnični parametri za ČN

Preglednica 20: Parametri za izračun velikosti ČN kapacitete 1000 PE
Table 20: Parameters for calculating the size of a 1000 PE capacity TP

Parameter	Količina	Enote
Obremenitev	500+500	PE
Dnevna količina vode na PE	150	l/PE/dan
Dnevna količina vode	150	m ³ /d
Količina vode na cikel Q_c na SBR reaktor	19	m ³
Uporabna prostornina biološkega reaktorja	2 x 57	m ³
Uporabna prostornina maščobnika	14,7	m ³
Uporabna prostornina kontaktnega bazena	21	m ³
Uporabna prostornina zalogovnika	21	m ³

(Čistilna naprava s črpališčem v VG, 2013)

Opis delovanja čistilne naprave (Čistilna naprava s črpališčem v VG, 2013)

Čiščenje komunalne odpadne vode s področja Vinske Gore bo potekalo v sekvenčni biološki čistilni napravi z mehanskim predčiščenjem z grabljami vgrajenimi v črpališču. ČN bo delovala avtomatsko, delo vzdrževalca bo omejeno le na periodične preglede in manjša vzdrževalna dela. V prvi fazi bo na ČN priključenih le 500 PE, tako bo ČN delovala le s polovično močjo, kar pomeni, da bosta vgrajena le en SBR reaktor in ena črpalka v kontaktnem bazenu.

Odpadna voda bo pritekla v peskolov, ki služi za zaščito grabelj pred mehanskimi poškodbami in odteka naprej v črpališče. V črpališču bodo nameščene fine grablje. Odpadna voda se bo po tlačnem vodu prečrpavala v zadrževalni bazen z maščobnikom. Za nujne servisne posege na grabljah je pred dotokom odpadne vode na grablje montiran nožasti zasun, ki služi za kratkotrajno zaustavitev dotoka odpadne vode v črpališče. Z volumnom zadrževalnega bazena se zagotavlja uravnavanje dotoka pri morebitnih konicah dotoka. V zadrževalnem bazenu se zbira tudi voda iz zalogovnikov blata. Iz zadrževalnega bazena se odpadna voda črpa v biološki del, dva SBR reaktorja. V fazi prečrpavanja se v SBR reaktorju preko prezračevalnega sistema, ki ga sestavljajo puhalo, dovodni cevovod in komplet linijskih mehanskih prezračeval, dovaja zrak. Sledi faza usedanja, kjer se aktivno blato usede na dno. Sledi iztok očiščene vode preko merilnega mesta po odvodnem kanalu v odvodnik. Za izredne razmere je iz zadrževalnega bazena predviden bypass, tako da lahko mehansko očiščena voda ob izrednih dogodkih izteka v odtočni kanal in na ta način zaščiti delovanje biološkega dela ČN. V črpališču bodo vgrajene grablje za odstranjevanje trdih mehanskih delcev iz odpadne vode. Spodnji del grabelj bo sestavljalo sito s 3 mm perforacijo. Trdni odpadki se bodo zadržali na situ in se transportirali v vrečo, ki bo nameščena v kontejnerju. Višek aktivnega blata se bo skladiščil v zalogovniku aktivnega blata, ki bo povezan z zadrževalnim bazenom na način, da se bo blatenica z vrha zalogovnika blata vračala v zadrževalni bazen. Ko bo zalogovnik blata poln, se blato izčrpa in odpelje na nadaljnjo obdelavo. Zalogovnik bo opremljen z univerzalnim priključkom za priključitev vozila za izčrpanje blata.

ČN Vinska Gora bo mehansko biološka čistilna naprava, ki temelji na SBR tehnologiji in obsega naslednje tehnološke sklope: peskolov, črpališče z grabljami, zadrževalni bazen z maščobnikom, biološke stopnje – 2 x, SBR reaktor, zalogovnik blata, iztočni jašek.

Namen peskolova je zaščita grabelj pred mehanskimi poškodbami. Črpališče s pomočjo centrifugalnih črpalk preko tlačnega voda premesti višinsko razliko in oddaljenost. Črpališče je sestavljeno iz zbirne posode in sistema za prečrpavanje odpadne vode. Dostop do tlačnega voda s črpalkama je preko vstopnega jaška, ki ima na vrhu pohodni pokrov. Zbirna posoda za odpadno vodo je izdelana iz armiranega poliestra togosti 5000 Nm². Dotok iz peskolova je izveden s PVC kanalsko cevjo DN 200. Vstopna odprtina je pokrita s pohodnim pokrovom. Na vrhu zbirne posode je razbremenilna armirana betonska plošča. Na steni vstopne odprtine so montirani nosilec za plovna stikala, vodila za demontažo črpalk, sonda za pH in sonda za prevodnost. V posodi sta montirani dve potopni črpalki na podnožju z zaklepom in tlačnima cevovodoma iz jekla kvalitete AISI 304. Dno zbirne posode je izdelano iz armiranega poliestra debeline 80 mm, ki je na obodu za 90 mm večje od premera posode tako, da se nanj lahko nasloni betonski venec, ki varuje črpališče pred silo vzgona podtalnice. Na vrhu posode je armirano betonska plošča, ki je zaradi lažjega vzdrževanja okolice dvignjena nad terenom 100 mm. Pokrov vstopnega jaška je 200 mm nad ploščo. V črpališču bosta vgrajeni dve črpalki, ki se bosta

vklapljalni izmenično. Črpalke se bosta vklapljalni in izklapljalni samodejno glede na nivo odpadne vode v črpališču. Višino nivoja se bo ugotavljalo z nivojskimi stikali.

Odpadne vode po kanalu pritekajo v črpališče, v katerem so grablje. Odpadna voda se usmerja na spodnji del grabelj in sit. Trdni odpadki se na situ zadržijo in se transportirajo v vrečo, nameščeno v kontejnerju. Voda se nato prečrpava v zadrževalni bazen z maščobnikom s pomočjo potopnih črpalk. Mehansko očiščena voda priteka v maščobnik, kjer se na površju izločijo maščobe in na dnu usedljivi delci ter preko preliva gravitacijsko odteka v zadrževalni bazen. V zadrževalnem bazenu se zbira tudi blatenica iz zalogovnika blata. Iz zadrževalnega bazena se bo voda v prvi fazi izgradnje prečrpavala v vgrajeni SBR reaktor. V drugi fazi, ko bosta v obratovanju oba SBR reaktorja, pa se bo voda izmenično prečrpavala v oba SBR reaktorja.

Biološka ČN tipa SBR deluje po principu čiščenja odpadne vode z lebdečo biomaso, pri kateri se mikroorganizmi, ki opravljajo biološko razgradnjo organskih snovi in drugih primesi v odpadni vodi, nahajajo v suspenziji. Bakterijska združba za svojo rast porablja nečistoče iz odpadne vode in kisik, neusedljiva raztopljen organska snov pa se pretvarja v usedljivo in mineralizirano obliko; odpadna voda se na tak način biološko očisti.

V biološki stopnji poteka biološko čiščenje odpadne vode v ponavljajočih se 6 - urnih ciklih. Cikel je sestavljen iz več faz, in sicer polnjenja (prečrpavanja odpadne vode iz zadrževalnega bazena v SBR reaktor s pomočjo potopne črpalke), prezračevanja (odstranjevanja organskega onesnaženja), mešanja, sedimentacije in bistrenja, iztoka očiščene vode in črpanja odvišnega aktivnega blata v zalogovnik blata. S pomočjo puhal se zagotovi zadostna količina kisika, istočasno pa je odpadna voda v stalnem gibanju in omogoča razpršeni biomaso lebdeče stanje. Po fazi sedimentacije se očiščena voda gravitacijsko preliva na iztok.

Zalogovnik odvišnega blata je lociran v zadnjem delu posode, v kateri je zadrževalni bazen z maščobnikom in je s zadrževalnim bazenom povezan preko prelivnega roba tako, da se odcejena voda z vrha zalogovnika blata vrača v zadrževalni bazen. Ko je zalogovnik poln blata, se blato izčrpa in odpelje na nadaljnjo obdelavo. Dovod blata se bo izvajal občasno iz SBR reaktorjev s črpalkama preko tlačnih vodov.

Na iztoku iz SBR reaktorjev in pred odtokom očiščene odpadne vode v recipient bo vgrajen iztočni jašek, ki bo namenjen za izvajanje monitoringa odpadnih vod in bo omogočal postavitev naprave za merjenje pretoka in vzorčevalnika. Iztočni jašek bo umeščen v varovanem območju ČN, stalno dostopen in izven možnih povoznih površin. Dimenzije jaška so: d 1000 x 2000 mm.

Predvidena je postavitev dveh montažnih objektov, in sicer objekt nad grabljami, kjer bodo nameščene fine grablje, kontejner za odpadke, ventilator in radiator ter montažni objekt za čistilno napravo, ki bo

razdeljen na dva dela. V prvem delu bodo puhalna, umivalnik in ventilator, v drugem delu pa električna omara s krmiljenjem.

Vplivi ČN na okolje

a./ Hrup

Med gradnjo bosta hrup povzročala transport in gradbena mehanizacija. Vsa gradbena dela se bodo izvajala v dnevnem času. V času obratovanja bosta največji delež hrupa povzročala puhalna, ki bosta nameščena v montažnem objektu. Drugih stalnih virov hrupa na območju čistilne naprave ne bo. Črpalke in mešala bodo izvedeni v potopni izvedbi tako, da bodo delovali praktično neslišno. Hrup na ČN tako ne bo presegal z zakonom dovoljene zgornje meje za dnevni in nočni čas.

b./ Smrad

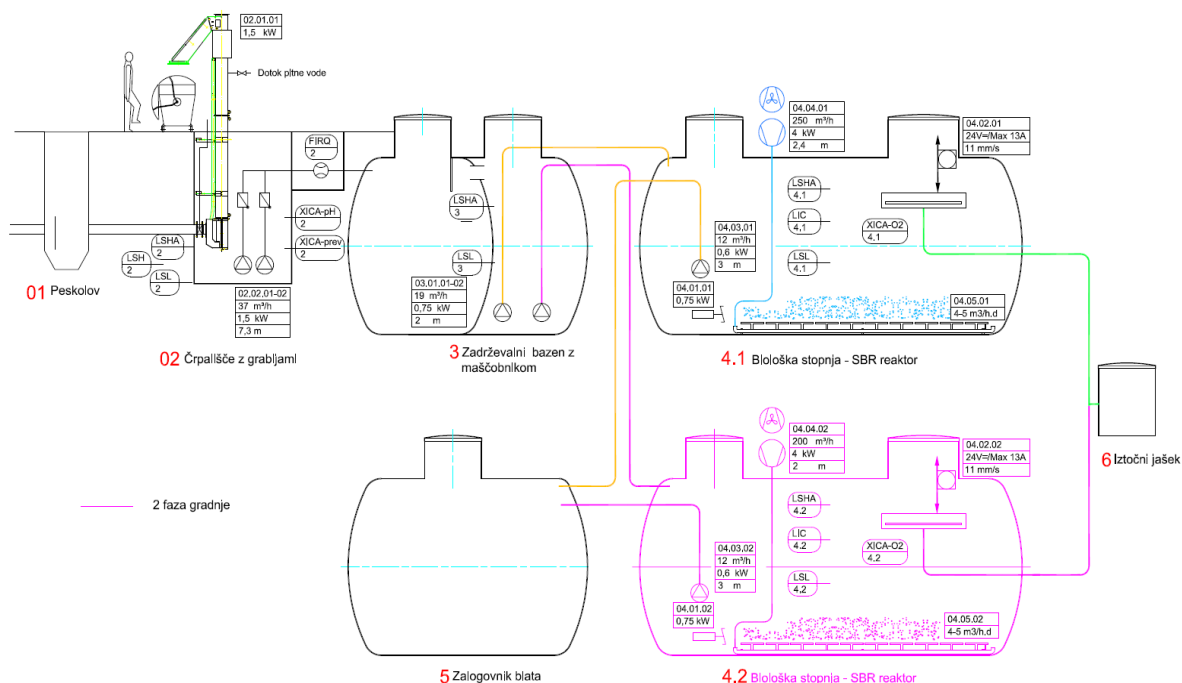
Predvidena je izvedba delne aerobne stabilizacije blata, zato ne pričakujemo povečanih emisij smradu. Ker bližnja okolica ČN ni naseljena, za odvajanje odpadnega zraka predlagamo izvedbo dimnika za naravno odzračevanje zaprtih posod ČN. Zbrane mehanske nečistoče in odvečno blato bo potrebno redno odvažati.

c./ Odpadki

Pri postopku čiščenja odpadnih vod bodo nastajali naslednji odpadki: odvečno biološko blato, maščobe, mehanski odpadki z grabelj in pesek.

d./ Emisije vode

Na iztoku iz ČN bo očiščena odpadna voda dosegala zahtevane parametre.



Slika 28: Tehnološka shema čistilne naprave SBR REG 1000

Figure 28: Technological schematic of the SBR REG 1000 WTP

(Čistilna naprava s črpališčem v VG, 2013)

Obratovanje in vzdrževalna dela na čistilni napravi morajo biti skladna s Poslovnikom v katerem so navedeni osnovni podatki o objektu in opre, ter navodila za delo.

Normalno obratovanje čistilne naprave zahteva tedensko kontrolo delovanja, ki zajema naslednje dela:

- vizualni pregled delovanja mehanskih grabelj in odstranjevalcev ter zamenjava plastičnih vreč,
- vizualni pregleda dotoka in iztoka iz črpališča in ČN
- kontrola pravilnega delovanja puhal, prezračevalnih delov in sond v biološki stopnji,
- kontrola količine aktivnega blata in ustreznost prečrpavanja odvišnega blata v zalogovnik blata,
- odvoz odvišnega blata iz zalogovnika blata, zadrževalnega bazena z maščobnikom in mehanskih odpadkov odstranjenih z grabljami ter čiščenje peskolova.

Prelska

Naselje Prelska leži v severo-vzhodnem delu Šaleške doline med Velenjsko kotlino in Dobrno. Prelska se nahaja vzhodno od naselja Vinska Gora. Komunalno podjetje Velenje in Mestna občina Velenje želita skupaj s krajani urediti odvodnjavanje komunalnih odpadnih vod v Preški na območju KS

Vinska Gora. Za obravnavano območje je predviden ločeni sistem odvajanja odpadnih vod, pri čemer je potrebno zgraditi novo kanalizacijo za odvod komunalnih odpadnih voda z malo komunalno čistilno napravo 250 PE. Na predvideno kanalizacijo se bodo priključili območje Prelske in novo nastali objekti na tem območju.

V prilogi 4 se nahaja pregledna situacija območja Prelske, na katerem je predvidena izgradnja kanalizacijskega omrežja z MČN, izdelovalec projektne dokumentacije je Komunalno podjetje Velenje d. o. o. Pregledna situacija prikazuje kanalizacijsko omrežje na območju Prelske z lokacijo MČN.

Na podlagi stroškov izgradnje, odločitve investitorja in bodočega upravljavca ČN, je bila sprejeta odločitev o izgradnji KČN. Čistilna naprava bo locirana na parceli 223 k.o. Prelska. Izbrana je WPL HiPAF kompaktna čistilna naprava 250 PE. Pred čistilno napravo je predviden čistilni jašek PE 1000 s poglobljenim dnom, rezerviran je tudi prostor za postavitve grabelj za primer, če se izkaže potreba po njih. Pred vtokom v čistilno napravo je predviden jašek PE 1000 globine 1,5 m s prečko za pritrditev sond za merjenje PH in prevodnosti. Na izpustu iz čistilne naprave je AB jašek DN 1000 globine 1,5 m, v katerega bo vgrajen merilec pretoka.

Preglednica 21: Parametri za izračun velikosti ČN PE 250
Table 21: Technological schematic of the SBR REG 1000 WTP

Parameter	Skupna obremenitev	Koncentracija	Opomba
BPK5	15 kg/dan	400 mg/L	1 PE = 60 gBPK5/dan
KPK	30 kg/dan	800 mg/L	1 PE = 120 gKPK/dan
N-NH4	2,0 kg/dan	53,3 mg/L	1 PE = 8 gN-NH4/dan
Sušni dnevni pretok	37,5 m ³ /dan		1 PE = 150 L/dan
Sušni urni pretok	0,43 L/s		
Konični pretok	1,30 L/s		3 x Q sušni

(Kanalizacija Prelska v KS Vinska Gora, 2016.)

Učinek čiščenja je določen skladno z Uredbo o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS št. 98/15) in je prikazan v tabeli 22.

Preglednica 22: Učinki čiščenja ČN PE 250
Table 22: PE 250 TP treatment effects

Parameter	Enota	Zakonsko predpisana vrednost	Projektirana vrednost
KPK	mgO ₂ /L	150	150
BPK5	mgO ₂ /L	30	20
Neraztopljene snovi	mg/L	ni določena	30

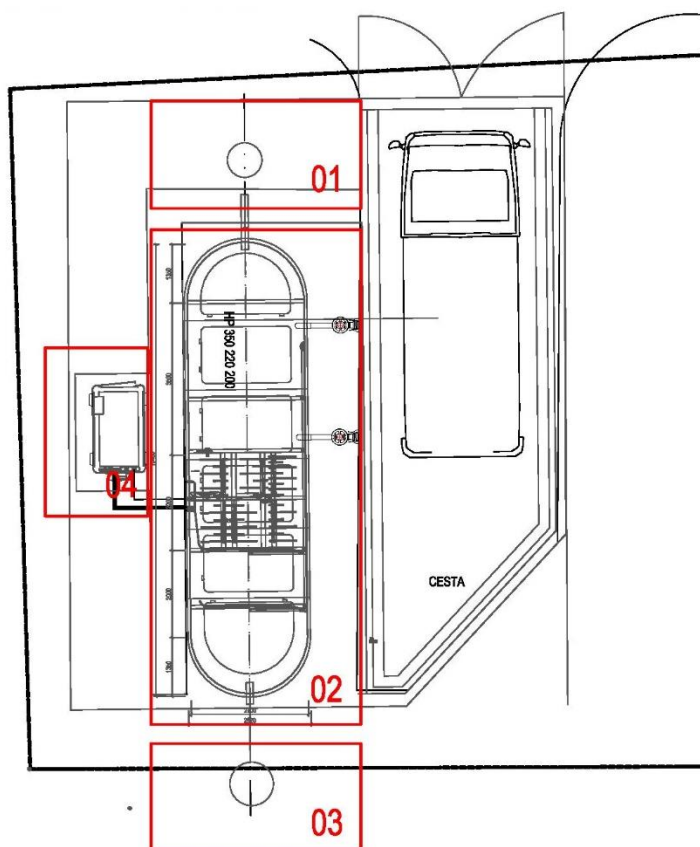
Opis delovanja čistilne naprave (Kanalizacija Prelska v KS Vinska Gora, 2016.)

Proces čiščenja odpadne vode poteka v kompaktni mali komunalni čistilni napravi, ki združuje vse procese čiščenja v enotnem reaktorju razdeljenem v posamezne sklope, v katerih se izvajajo različni

tehnološki procesi. Naprava je zasnovana tako, da se dodatno črpanje odpadne vode in odvečnega blata izvaja s sistemom zračnega natega. Vpihovanje zraka za prezračevanje biološkega reaktorja in delovanje zračnega natega se izvaja preko delovanja enega puhala. Za nemoteno delovanje čistilne naprave je v pripravljenosti še beno dodatno puhalo. Obe puhali s kontrolno enoto sta nameščeni v ohišju iz armirane plastike (kiosk), ki je nameščeno na dvignjenem betonskem podstavku poleg čistilne naprave.

Predmet izgradnje male komunalne čistilne naprave Prelska 250 so objekti in naprave, kot je prikazano na sliki 1:

- 01 Vhodno merilno mesto za vzorčenje in on line meritve pH ter elektroprevodnosti
- 02 Mala komunalna čistilna naprava velikosti 250 PE
- 03 Iztočno merilno mesto z meritvijo pretoka
- 04 Objekt s puhali in kontrolno enoto



Slika 29: Tehnološka shema ČN za 250 PE HIPAF
Figure 29: Technological schematic of the 250 PE HIPAF WTP

(Kanalizacija Prelska v KS Vinska Gora, 2016)

Komunalna odpadna voda doteka gravitacijsko po kanalizacijskem sistemu do čistilne naprave. Pred vtokom v čistilno napravo je zgrajeno merilno mesto, ki je v obliki jaška DN 1000 mm, s poglobljenim dnom (min 0,5 m poglobitve). V tem merilnem mestu se nahajajo sonde za on line

meritev pH ter elektroprevodnosti in prostor za možnost namestitve vzorčevalnika odpadne vode. Odpadna voda se preko merilnega mesta dotoka gravitacijsko prelije v malo biološko čistilno napravo. Naprava je v notranjosti razdeljena v 3 sklope in sicer primarni usedalnik, aerobno biološko stopnjo s pritrjeno biomaso in naknadni usedalnik. Čistilna naprava je izdelana iz armirane plastike in je namenjena podzemni vgradnji. Odpadna voda doteka v prvo cono primarnega usedalnika gravitacijsko in se nato izloči preko usedanja in flotiranja ca. 30 % obremenitve izražene kot BPK5. Primarni usedalnik je opremljen s pregradami, ki preprečuje plavajočim snovem, da vstopijo v biološko stopnjo čiščenja. Vključuje tudi »feed forward« sistem zračne natege, ki omogoča črpanje odpadne vode v biološko stopnjo tudi v času brez dotoka odpadne vode na čistilno napravo. Na ta način je omogočen dodaten volumen v usedalniku, ki je na razpolago pri povečanem pretoku dotoka na čistilno napravo in sočasno omogoča bolj enakomerno obremenitev biološke stopnje v času z manjšim pretokom.

Pri polni obremenitvi naprave 250 PE, je potrebno iz primarnega usedalnika na 90 dni izčrpati 16 m³ odvečnega zgoščenega primarnega in sekundarnega blata. Odvečno blato se odpelje na večjo čistilno napravo na dodatno obdelavo. Odvečno blato poleg primarnega in sekundarnega blata vsebuje tudi pesek, maščobo in trdne odpadke, ki so bili v čistilno napravo pritekli skupaj z odpadno vodo. Po primarnem usedanju se odpadna voda gravitacijsko in preko zračne natege prelije v aerobno biološko stopnjo. Aerobna biološka stopnja deluje po principu potopljenega zračnega filtra s pritrjeno biomaso, kjer je aerobna stopnja razdeljena v več zaporednih segmentov, napolnjenih z nosilnimi elementi. Pretok vode v segmentih je vedno speljan od dna proti vrhu. Vsak sistem za aerobno biološko čiščenje deluje kot »filter«, ki je napolnjen z velikimi plastičnimi nosilnimi elementi, ki omogočajo rast biofilma tako za heterotrofne kot avtotrofne mikroorganizme (nitrifikatorje). Proces odstranjevanja ogljikovih spojin in proces nitrifikacije tako deluje stabilno tudi pri povečani obremenitvi. Zrak za prezračevanje aerobne stopnje in vračanje odvečne biomase iz filtrirnega medija, se vpihuje preko talnih difuzorjev v vsak segment sistema za aerobno biološko čiščenje.

Po končanem biološkem čiščenju se odpadna voda skupaj z biomaso prelije v naknadni sekundarni usedalnik, kjer se biomasa usede na dno, očiščena voda pa preko merilnega mesta prosto odteče v potok. Usedalnik je opremljen z zračnimi nategami, ki črpajo usedlo blato v primarni usedalnik, kjer se ponovno usede skupaj s primarnim blatom. Bistri iztok pa odteka gravitacijsko v iztočno merilno mesto. Iztočno merilno mesto je namenjeno vzorčenju iztoka iz čistilne naprave in on line meritvi pretoka. Merilno mesto je v obliki jaška DN1000 mm s poglobljenim dnom (min 0,5 m). V kiosku stapolg čistilne naprave namaščeni dve puhali in kontrola enota. Zrak za prezračevanje biološke stopnje in delovanje zračnih nateg se zagotavlja z delovanjem enega puhalo (dodatno puhalo je vedno v mirovanju in v pripravljenosti za primer izpada delujočega). Delovanje čistilne naprave poteka preko Form 2 kontrolne enote.

Povezava na električni tok se izvede izključno le do kioska, znotraj pa do kontrolne enote. Vse ostale električne povezave so že tovarniško nastavljene. Pod električno napetostjo so tako le kontrolna enota, puhalo in avtomatska ventila.

Vplivi ČN na okolje

a./ Hrup

Med gradnjo bosta hrup povzročala transport in gradbena mehanizacija. Vsa gradbena dela se bodo izvajala v dnevnem času. V času obratovanja bo največ hrupa povzročalo puhalo, ki bo nameščeno v kiosku s protihrupno zaščito. Drugih stalnih virov hrupa na območju čistilne naprave ni. Hrup na čistilni napravi tako ne bo presegal z zakonom dovoljene zgornje meje za dnevni in nočni čas.

b./ Smrad

Čistilna naprava obratuje pod aerobnimi pogoji, to je s stalnim zračenjem in zato ne prihaja do tvorbe snovi, ki lahko povzročajo neprijetne vonjave.

c./ Odpadki

Pri čiščenju odpadne vode bo nastalo odvečno blato, ki se bo izčrpalo na predvideno časovno periodo in odpeljalo na nadaljnjo obdelavo na CCN Šaleške doline. Odvečno blato poleg primarnega in sekundarnega blata vsebuje tudi pesek, maščobo in trdne odpadke, ki so v čistilno napravo pritekli skupaj z odpadno vodo.

d./ Emisije vode

Na iztoku iz čistilne naprave bo očiščena voda dosegala zakonsko zahtevane parametre.

Obratovanje in vzdrževalna dela na čistilni napravi morajo biti skladna s Poslovníkom za obratovanje in vzdrževanje čistilne naprave v katerem so navedeni osnovni podatki o objektu in opremi, ter navodila za delo.

Normalno obratovanje čistilne naprave zahteva kontrolo delovanja, ki zajema naslednje dela:

Tedensko delo:

- vizualni pregled dotoka in iztoka iz čistilne naprave
- pregled stanja merilne opreme in po potrebi izvedba kalibracije pH sonde
- kontrola pravilnega delovanja puhal in prezračevanja v aerobni biološki stopnji
- kontrola prečrpavanja odvečnega blata iz naknadnega usedalnika v primarni usedalnik

Na 90 dni: odvoz odvečnega blata iz primarnega usedalnika. Čiščenje čistilne naprave z vodo.

Lokovica

Lokovica je naselje v Občini Šoštanj in leži med hribi južno od Šoštanja. Investitor Občina Šoštanj, skupaj z izdelovalcem projektne dokumentacije, Komunalnim podjetjem Velenje, ter krajan, želi urediti odvodnjavanje komunalnih odpadnih voda na območju Lokovice. Predvidena je izgradnja ločenega sistema odvajanja komunalne odpadne vode naselja Lokovica v Občini Šoštanj. Za odvod komunalne odpadne vode iz gospodinjstev je potrebno zgraditi manjkajočo fekalno kanalizacijo, kanalizacijske (fekalne) priključke od greznic do jaška na javnem kanalu in izgradnja dveh malih sekvenčnih bioloških čistilnih naprav SBR kapacitete 250 PE in 500 PE, ki bosta locirani na najnižji točki centra Lokovice oziroma na najnižji točki plazovitega dela Lokovice.

V prilogi 5 se nahaja pregledna situacija območja Lokovice, na katerem je predvidena izgradnja kanalizacijskega omrežja z MČN, izdelovalec projektne dokumentacije je Komunalno podjetje Velenje d. o. o. Pregledna situacija prikazuje kanalizacijsko omrežje na območju Lokovice z lokacijo MČN.

Predvideno je, da bo dovod odpadne vode na obe ČN izveden s črpanjem preko črpalk v črpališču, odvod očiščene vode pa bo izveden preko odvodnega kanala v bližnja potoka. Za mehansko predčiščenje odpadne vode bodo v črpališčih vgrajene fine grablje. Posode obeh ČN bodo izdelane iz armiranega poliestra, ki je odporen na temperaturo in kemikalije in ima dolgo življenjsko dobo, majhno težo in enostavno montažo ter minimalne stroške vzdrževanja.

ČN bosta vkopani v tla, za kontrolo delovanja, vnos in iznos opreme pa bo izvedena vstopna odprtina. Odprtina po pokrita z lahkim pokrovom, dvignjenim 20 cm nad kot urejenega terena.

Predvideva se, da bosta ČN, kot del ureditvenega območja, postavljeni izven varstvenih pasov vodnih virov in bo na obe ČN pritekala komunalna odpadna voda ločenega sistema kanalizacije brez industrijsko onesnaženih voda naslednjih karakteristik:

- BPK5: 150 - 500 mg/l O₂,
- KPK : 300 - 1000 mg/l O₂,
- suspendirane neraztopljene snovi: 200 – 700 mg/l,
- vrednost pH od 6 do 8.

(Kanalizacija Lokovica z MČN, 2010)

Tehnični parametri za ČN

Preglednica 23: Parametri za izračun velikosti ČN PE 250
Table 23: Parameters for calculating the size of a PE 250 TP

ČN TIPA SBR	PRISPEVEK		ENOTE
Obremenitev		250	PE
Dnevna količina vode na PE		150	l/PE/dan
Dnevna količina vode		37,5	m ³ /d
Količina vode na cikel Qc		9,4	m ³
Uporabna prostornina biološkega reaktorja		28	m ³
Uporabna prostornina maščobnika		10	m ³
Uporabna prostornina zadrževalnega bazena		19	m ³
Uporabna prostornina zalogovnika		22	m ³

	g/(PE x dan)	kg/dan za 250 PE
KPK	120	30,0
BPK5	60	15,0
SS	70	17,5
Celokupni N	11	2,7

(Kanalizacija Lokovica z MČN, 2010)

Preglednica 24: Parametri za izračun velikosti ČN PE 500
Table 24: Parameters for calculating the size of the PE 500 TP

ČN TIPA SBR	PRISPEVEK		ENOTE
Obremenitev		500	PE
Dnevna količina vode na PE		150	l/PE/dan
Dnevna količina vode		75	m ³ /d
Količina vode na cikel Qc		18,8	m ³
Uporabna prostornina biološkega reaktorja		56	m ³
Uporabna prostornina maščobnika		10	m ³
Uporabna prostornina zadrževalnegabazena		38	m ³
Uporabna prostornina zalogovnika		32	m ³

	g/(PE x dan)	kg/dan za 500 PE
KPK	120	60,0
BPK5	60	30,0
SS	70	35,0
Celokupni N	11	5,5

(Kanalizacija Lokovica z MČN, 2010)

Opis delovanja čistilne naprave (Kanalizacija Lokovica z MČN, 2010)

Čiščenje komunalne odpadne vode za naselje Lokovica bo potekalo v dveh sekvenčnih bioloških čistilnih napravah, kapacitete 250 PE in 500 PE z mehanskim predčiščenjem z grabljami vgrajenimi v črpališču.

Odpadna voda priteka v črpališče s finimi grabljami in se po tlačnem vodu prečrpava v zadrževalni bazen z maščobnikom. Z volumnom zadrževalnega bazena se zagotavlja uravnavanje dotoka pri morebitnih konicah dotoka. V zadrževalnem bazenu se zbira tudi voda iz zalogovnikov blata. Iz zadrževalnega bazena se odpadna voda črpa SBR reaktor. V fazi prezračevanja se v SBR reaktor preko prezračevalnega sistema, ki ga sestavljajo puhalo, dovodni cevovod in komplet linijskih membranskih prezračeval, dovaja zrak. Sledi faza usedanja, kjer se aktivno blato usede na dno. Sledi iztok očiščene vode preko merilnega mesta po odvodnem kanalu v potok. Za izredne razmere je iz zadrževalnega bazena predviden varnostni preliv, tako da voda izteka direktno v odtočni kanal.

V črpališču so vgrajene grablje za odstranjevanje trdih mehanskih delcev iz odpadne vode. Trdni odpadki se zadržijo na situ in se transportirajo v vrečo, nameščki bo nameščena v kontejnerju. Višek aktivnega blata iz biološke stopnje se skladišči v zalogovniku aktivnega blata, ki je povezan z zadrževalnim bazenom tako, da se blatenica z vrha zalogovnika blata vrača v zadrževalni bazen. Ko je zalogovnik blata poln, se blato izčrpa in odpelje na nadaljnjo obdelavo.

ČN za naselje Lokovica sta mehansko biološki čistilni napravi, ki temeljita na SBR tehnologiji in obsegata naslednje tehnološke sklope:

1. peskolov,
2. črpališče z grabljami;
3. zadrževalni bazen z maščobnikom,
4. SBR reaktor;
5. zalogovnik blata;
6. merilno mesto na iztoku iz ČN;
7. montažni objekt;

Delovanje čistilne naprave je podobno kot je opisano že pod točko 8.1 Vinska Gora, zato se podrobnosti ne bodo ponovno navajale.

Biološka ČN tipa SBR deluje po principu čiščenja odpadne vode z lebdečo biomaso, pri katerem se mikroorganizmi, ki opravljajo biološko razgradnjo organskih snovi in drugih primesi v odpadni vodi, nahajajo v suspenziji. Bakterijska združba za svojo rast porablja nečistoče iz odpadne vode in kisik,

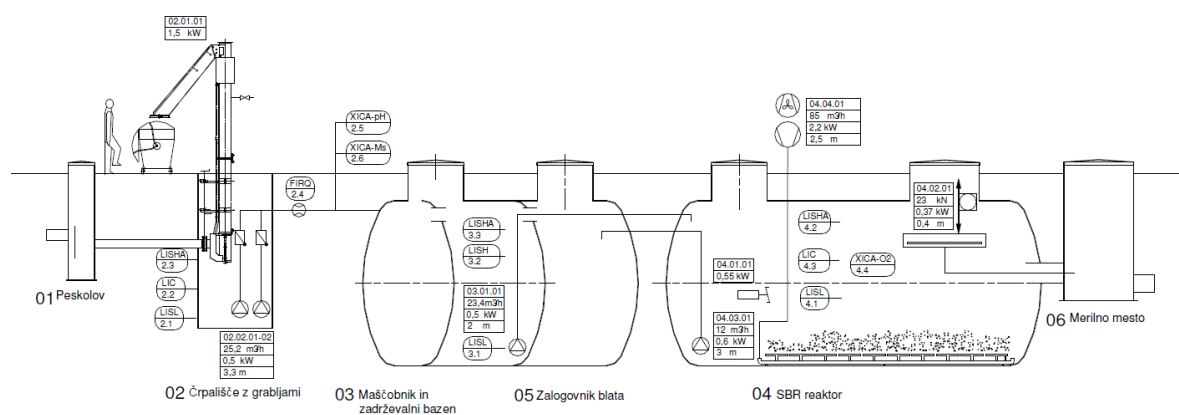
neusedljiva raztopljen organska snov se pretvarja v usedljivo in mineralizirano obliko; odpadna voda se na tak način biološko očisti.

V biološki stopnji, SBR reaktorju poteka biološko čiščenje odpadne vode v ponavljajočih se 6 urnih ciklih.

Zalogovnik odvišnega blata je pri ČN 250 PE lociran v zadnjem delu posode, v kateri je zadrževalni bazen z maščobnikom, pri ČN 500 PE pa se nahaja v ločeni posodi, silosne oblike. Zalogovnik blata je s kontaktnim bazenom povezan preko prelivnega roba tako, da se odcejena voda z vrha zalogovnika blata vrača v zadrževalni bazen. Ko je zalogovnik poln blata, se blato izčrpa in odpelje na nadaljnjo obdelavo. Zalogovnik bo opremljen z univerzalnim priključkom za priključitev vozila za izčrpanje blata. Nad zalogovnikom blata je locirana kontrolna odprtina. Dovod blata se bo izvajal občasno iz biološke stopnje s črpalko preko tlačnega voda.

Teoretično izračunana količina odvišnega blata, v primeru polne obremenjenosti ČN, znaša 64 m³/leto za ČN kapacitete 250 PE oziroma 130 m³/leto za ČN 500 PE. V splošnem je v praksi ugotovljeno, da je dejanska količina blata skoraj za polovico manjša in se giblje okoli 35 m³/leto.

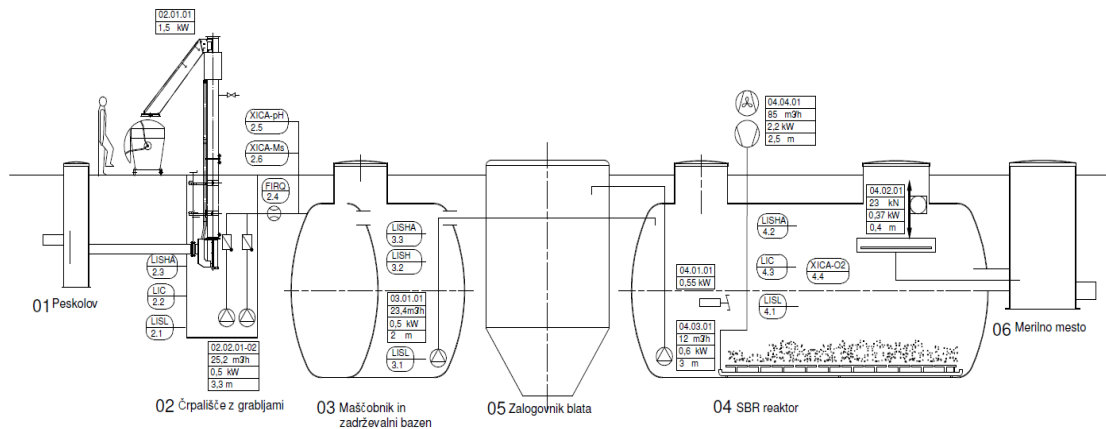
(Kanalizacija Lokovica z MČN, 2010)



Oznaka	Oprema	Proizvajalec	Oznaka	Oprema	Proizvajalec
02.01.01.	Grablje	Huber	04.01.01.	Mesalo	
02.02.01-02	Potopna črpalka	WILO	04.02.01.	Dekanter z AUMA pogonom	AUMA
LISL 2.1	Nivojsko stikalo	Noltaniva	04.03.01	Potopna črpalka za povratek blata	Pedrollo
LIC 2.2	Zvezni ultrazvočni merilnik nivoja	Siemens	04-04.01	Puhalo	FPZ
LISHA 2.3	Nivojsko stikalo	Noltaniva	LISL 4.1	Nivojsko stikalo	Noltaniva
FIRQ 2.4	Elektromagnetni merilec pretoka	Siemens	LISHA 4.2	Nivojsko stikalo	Noltaniva
XICA-pH 2.5	Sonda za zvezno merjenje pH in temperature	Hach Lange	LIC 4.3	Zvezni tlačni merilnik nivoja	Siemens
XICA-Ms 2.6	Sonda za zvezno merjenje prevodnosti	Hach Lange	XICA-O2 4.4	LDO sonda	Hach Lange
03.01.01	Potopna črpalka zadrževalnem bazenu	WILO			
LISL 3.1	Nivojsko stikalo	Noltaniva			
LISHA 3.2	Nivojsko stikalo	Noltaniva			

Slika 30: Tehnološka shema ČN SBR za 250 PE SBR
Figure 30: Technological schematic of the SBR for a 250 PE SBR WTP

(Kanalizacija Lokovica z MČN, 2010)



Oznaka	Oprema	Proizvajalec	Oznaka	Oprema	Proizvajalec
02.01.01.	Grablje	Huber	04.01.01.	Mešalo	
02.02.01-02	Potopna črpalka	WILO	04.02.01.	Dekanter z AUMA pogonom	AUMA
LISL 2.1	Nivojsko stikalo	Nolta	04.03.01	Potopna črpalka za povratek blata	Pedrollo
LIC 2.2	Zvezni ultrazvočni merilnik nivoja	Siemens	04-04.01	Puhalo	FPZ
LISHA 2.3	Nivojsko stikalo	Nolta	LISL 4.1	Nivojsko stikalo	Nolta
FIRQ 2.4	Elektromagnetni merilec pretoka	Siemens	LISHA 4.2	Nivojsko stikalo	Nolta
XICA-pH 2.5	Sonda za zvezno merjenje pH in temperature	Hach Lange	LIC 4.3	Zvezni tlačni merilnik nivoja	Siemens
XICA-Ms 2.6	Sonda za zvezno merjenje prevodnosti	Hach Lange	XICA-O2 4.4	LDO sonda	Hach Lange
03.01.01	Potopna črpalka zadrževalnem bazenu	WILO			
LISL 3.1	Nivojsko stikalo	Nolta			
LISHA 3.2	Nivojsko stikalo	Nolta			

Slika 31: Tehnološka shema ČN SBR za 500 PE
Figure 31: Technological schematic of a SBR 500 PE WTP

(Kanalizacija Lokovica z MČN, 2010)

Vplivi ČN na okolje

a./ Hrup

Med gradnjo bosta hrup povzročala transport in gradbena mehanizacija. Vsa gradbena dela se bodo izvajala v dnevnem času. V času obratovanja bo največ hrupa povzročalo puhalo, ki bo nameščeno v kiosku s protihrupno zaščito. Drugih stalnih virov hrupa na območju čistilne naprave ni. Hrup na čistilni napravi tako ne bo presegal z zakonom dovoljene zgornje meje za dnevni in nočni čas.

b./ Smrad

Okolica ČN SBR 500 PE ni naseljena, zato je za odvajanje odpadnega zraka predvidena izvedba dimnika za naravno odzračevanje zaprtih posod ČN. Pri ČN SBR 250 PE je zaradi bližine avtobusne postaje predvidena vgradnja kemičnega filtra za odpadni zrak. Zbrane mehanske nečistoče in odvečno blato bo potrebno redno odvažati.

c./ Odpadki

Pri postopku čiščenja odpadnih vod bodo nastajali naslednji odpadki: odvečno biološko blato, maščobe in mehanski odpadki z gabelj.

d./ Emisije vode

Na iztoku iz obeh čistilnih naprav bo očiščena voda dosegala zakonsko zahtevane parametre.

Obratovanje in vzdrževalna dela na čistilni napravi morajo biti skladna s Poslovníkom za obratovanje in vzdrževanje čistilne naprave v katerem so navedeni osnovni podatki o objektu in opremi, ter navodila za delo.

Normalno obratovanje čistilne naprave zahteva kontrolo delovanja, ki zajema naslednje dela:

Tedensko delo:

- vizualni pregleda dotoka in iztoka iz čistilne naprave,
- pregled stanja merilne opreme in po potrebi izvedba kalibracije pH sonde,
- kontrola pravilnega delovanja puhal in prezračevanja v aerobni biološki stopnji,
- kontrola prečrpavanja odvečnega blata iz naknadnega usedalnika v primarni usedalnik,

Na 90 dni: odvoz odvečnega blata iz primarnega usedalnika. Čiščenje čistilne naprave z vodo.

5.2 Ocena in stroški investicije

V tem poglavju bomo obravnavali in primerjali stroške izgradnje in obratovanja čistilnih naprav velikosti PE 1000, 500, 300 in 250.

Primerjale se bodo ponudbe dveh dobaviteljev, ki imajo v Sloveniji že kar nekaj referenc. Z ekonomskega vidika se bosta primerjala dva tipa čistilnih naprav; SBR in rastlinska čistilna naprava.

Kriterija, ki sta pomembna pri določitvi izvedljivosti projekta, sta analiza finančne izvedljivosti in analiza ekonomske upravičenosti. Na podlagi finančne analize ugotovimo ali je projekt z razpoložljivimi finančnimi sredstvi možno izvesti, medtem ko ekonomska analiza pokaže ali bo projekt v določenem okolju uresničljiv in nam podaja možnost alternativne izvedbe. Ekonomska analiza daje podlago za odločanje iz ekonomskega vidika in je podlaga za končno odločitev glede optimalne izbire načina čiščenja odpadnih voda. Kot smo že omenili, se način odvajanja in čiščenja odpadnih voda izvede na nivoju občine. Občine opredelijo način urejanja na posameznih poselitvenih območjih v skladu z državnim operativnim programom in s sodelovanjem z izvajalci javne službe odvajanja in čiščenja odpadnih voda, ki izvajajo naloge obvezne občinske gospodarske javne službe v skladu z občinskimi in državnimi predpisi ter programi odvajanja in čiščenja odpadnih voda.

Na Komunalnem podjetju Velenje d.o.o. v praksi tehnologijo ČN izbere projektant, ki izdeluje projektno dokumentacijo za izgradnjo kanalizacijskega omrežja, na podlagi ponudnikov ČN in s

soglasjem investitorja ter bodočega upravljavca komunalne infrastrukture. Sestavni del projektne dokumentacije je tako tudi tehnološka izvedba ČN, ki jo požigosa odgovorni projektant, ki je ponudnik ČN.

Na podlagi celostne ekonomske analize stroškov različnih tehnologij ČN ugotovimo, ali je določen tip ČN v določenem okolju sploh izvedljiv, vendar se v nadaljevanju osredotočamo na ekonomski vidik investitorja, ki se ozira na to ali skupne koristi presegajo skupne stroške, se pravi, ali je izgradnja določenega tipa ČN v določenem okolju upravičena tudi z vidika stroškov, ki jih povzroča onesnaženje.

Pri analizi stroškov primerjamo investicijske stroške in stroške upravljanja, ki po izgradnji ČN doletijo upravljavca ČN. Investicijski stroški so vsi stroški, ki nastanejo ob izvedbi projekta in čistilne naprave, vključno z izgradnjo kanalizacijskega omrežja s kanalizacijskimi priključki. Stroški upravljanja zajemajo stroške obratovanja in vzdrževanja kanalizacijskega sistema ter ČN.

5.2.1 Investicijski stroški izgradnje kanalizacijskega omrežja in MČN

a./ Investicijski stroški izgradnje kanalizacije in RČN na območju Šentilja pri Velenju (aglomeracija 20674)

Investicijski strošek izgradnje kanalizacijskega omrežja na območju aglomeracije v Šentilju za izgradnjo omrežja (gravitacijski kanali PVC cevi DN 250 in kanalizacijski priključki PVC DN 160) v dolžini 4.100 m znaša 615.000 EUR. Cena predstavlja projektantsko oceno in je povzeta iz projekta.

Podrobna konfiguracija investicijskih stroškov RČN v velikosti 300 PE je povzeta iz projekta in temelji na projektantskih ocenah ter izračunih slovenskega ponudnika, katerega prodajni program zajema projektiranje in prodajo rastlinskih čistilnih naprav. Cena zajema gradbeni del (izkopi, zasip in utrditve brežin, zasip cevi in jaškov), izvedbo gred (dobava in vgradnja substrata in peska, dobava in vgradnja perforiranih cevi in PE cevi za povezavo med gredami, dobava in vgradnja jaškov), izvedbo kompostne grede (dobava in vgradnja podložnega betona, armature, izvedba opaža, dobava in vgradnja drenažnega filtra drenažnih cevi, dobava in polaganje vodotesne folije,...) izvedbo iztoka iz ČN (zakoličba, dodatni izkop, izdelava betonske glave s povratno zaklopko), dobavo in montažo grabelj ter usedalnika.

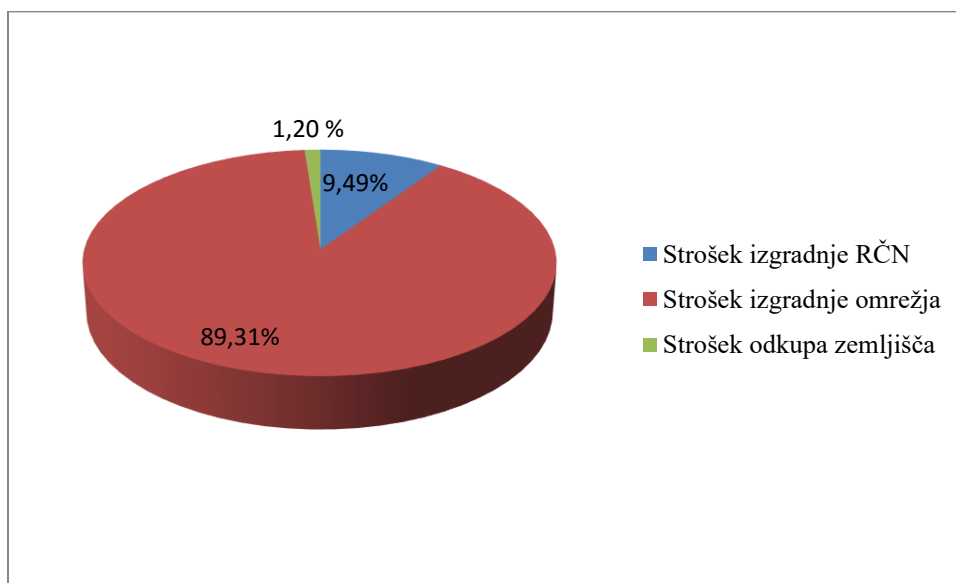
Preglednica 25: Investicijski stroški ČN RČN 300 PE
Table 25: Investment costs for constructed wetlands 300 PE TP

		Cena
1.	Gradbeni del	25.526,00
2.	Grede ČN	26.525,00
3.	Kompostne grede	7.976,00

4.	Iztok iz RČN	1.200,00
5.	Jaški: usedalnik in grablje	4.130,00
	Skupaj brez DDV	65.357,00

(Rastlinska ČN Limnowet za naselje Šentilj, 2010)

Investicijskim stroškom je potrebno prišteti še stroške odkupa zemljišča za namestitev ČN. V našem primeru je bil dogovor o menjavi občinske parcele s privatno lastnino, vrednost pa se ocenjuje cca 12 EUR/ m², kar bi znašalo 829 m² *10 EUR/m²= 8.290, EUR . Dostopna pot do ČN se ne odkupuje, ker gre za obstoječo pot v naravi, ki se preuredi in se zanjo pridobi neodplačna služnostna pravica.



Slika 32: Struktura investicijskega stroška izgradnje kanalizacijskega omrežja na območju Šentilja, izražen v (%)
Figure 32: Structure investment cost of constructing a sewerage system in the Šentilj area (%)

Graf prikazuje strukturo investicijskega stroška izgradnje kanalizacije na območju aglomeracije 20674. Iz grafa je razvidno, da izgradnja RČN, upoštevajoč tudi strošek odkupa zemljišča, znaša komaj 10,7 % investicije.

b./ Investicijski stroški izgradnje kanalizacije in MČN na območju Vinske Gore 1 (aglomeracija 20700) in gravitacijski kanala iz območja aglomeracije Lipje 6 (aglomeracija 20688)

Investicijski strošek izgradnje kanalizacijskega omrežja (cena predstavlja projektantsko oceno in je povzeta iz projekta) na območju aglomeracij 20700 in 20688 je sledeča:

Preglednica 26: Stroški izgradnje kanalizacijskega omrežja na območju Vinske Gore 1 in Lipje 6
Table 26: Construction costs for a sewerage system in the Vinska Gora 1 and Lipje 6 area

Aglomeracija	Dolžina (m)	DN cevi	Strošek (EUR)
20668	2.726	PVC DN 250, PVC DN 160	281.989,00
20770	2.761	PVC DN 250, PVC DN 160	689.810,00
20770	276	PVC DN 300 gravitacijski kanal za MČN	125.012,00
20770	194	PEHD d 160 tlačni vod od črpališča do MČN	42.412,00
		Skupaj	1.139.223,00

(Kanalizacija Podvin – Pirešica v KS VG, 2013)

(Kanalizacija obstoječega naselja VG, 2016)

Podrobna konfiguracija investicijskih stroškov MČN SBR v velikosti 1000 PE je povzeta iz projekta in temelji na projektantskih ocenah ter izračunih slovenskega ponudnika, katerega prodajni program zajema projektiranje, proizvode za izvedbo kanalizacijskih in vodovodnih sistemov in čistilnih naprav. Cena gradbenih del zajema strojni izkop, zasip, beton, armature..., strojni del zajema opremo MČN (mehansko predčiščenje, maščobnik, SBR reaktor, zalogovnik blata, krmiljenje, montažne objekte... V ceni zunanje ureditve je ocenjena vrednost izvedbe dostopne poti in parkirišča, ureditev okolice, ograja, vrata... Za potrebe delovanja čistilne naprave je potrebno do lokacije ČN pripeljati še elektriko in vodovod.

Preglednica 27: Stroški izgradnje MČN PE 1000
Table 27: Construction costs for a PE 1000 SWTP

		Cena
1.	Gradbena dela	56.890,00
2.	Strojna dela	201.745,00
3.	Zunanja ureditev	14.395,00
4.	Vodovodni priključek	24.633,00
5.	Elektro priključek	32.443,00
	Skupaj brez DDV	330.106,00

(Čistilna naprava s črpališčem v VG, 2013)

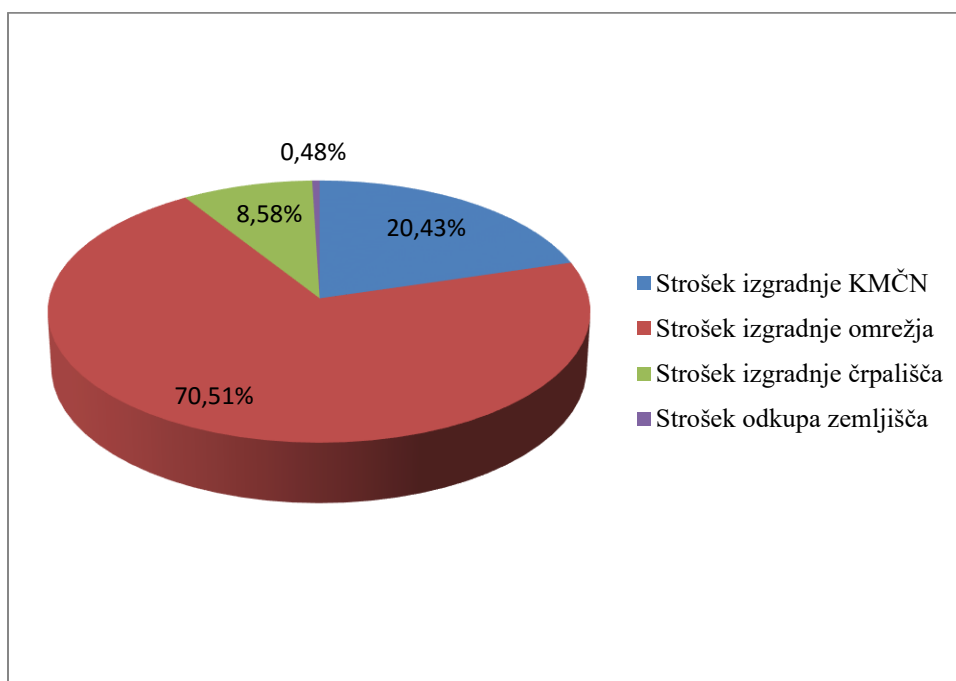
Zaradi nivelete kanala 1, ki je prilagojen terenskim razmeram, je potrebno na trasi izvesti črpališče, ki bo služilo za dvig nivelete kanala. Strošek izvedbe črpališča je podana v spodnji tabeli:

Preglednica 28: Stroški izgradnje črpališča
Table 28: Construction costs for a pumping station

		Cena
1.	Gradbena dela	9.737,00
2.	Strojna dela	57.357,00
3.	Zunanja ureditev	14.395,00
4.	Vodovodni priključek	24.633,00
5.	Elektro priključek	32.443,00
	Skupaj brez DDV	138.565,00

(Čistilna naprava s črpališčem v VG, 2013)

Investicijskim stroškom je potrebno prišteti še stroške odkupa zemljišča za namestitev ČN. V našem primeru je bil ocenjen odkup cca 8 EUR/ m², kar znaša 978 m² *8 EUR/m²= 7.824, 00 EUR .



Slika 33: Struktura investicijskega stroška izgradnje kanalizacijskega omrežja na območju Vinske Gore, izražen v %
Figure 33: Structure investment cost of constructing a sewerage system in the Vinska Gora area (%)

Graf prikazuje strukturo investicijskega stroška izgradnje kanalizacije na območju aglomeracije 20668 in 20770. Iz grafa je razvidno, da izgradnja KMČN, upoštevajoč tudi strošek odkupa zemljišča, znaša komaj 21 % investicije.

c./ Investicijski stroški izgradnje kanalizacije in MKČN na območju Prelske (aglomeracija 20685)

Investicijski strošek izgradnje kanalizacijskega omrežja na območju aglomeracije 20685 za izgradnjo omrežja (gravitacijski kanali PVC cevi DN 250 in kanalizacijski priključki PVC DN 160) v dolžini 2.771 m znaša 387.283,00 EUR. Cena predstavlja projektantsko oceno in je povzeta iz projekta.

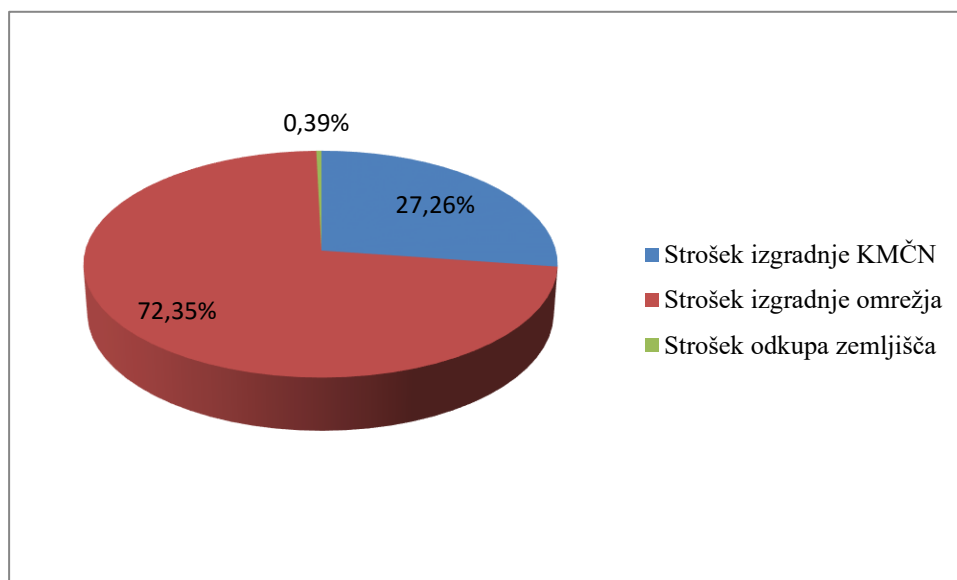
Podrobna konfiguracija investicijskih stroškov MČN HIPAF v velikosti 250 PE je povzeta iz projekta in temelji na projektantskih ocenah ter izračunih slovenskega ponudnika čistilnih naprav. Cena gradbenih del zajema strojni izkop, zasip, beton, armature, zunanjo ureditev in ureditev dostopne poti. Strojni del zajema dobavo in vgradnjo kompaktne ČN (primarni usedalnik, aerobna biološka stopnja in naknadni usedalnik). Za potrebe delovanja čistilne naprave je potrebno do lokacije ČN pripeljati še elektriko in vodovod.

Preglednica 29: Stroški izgradnje MČN 250 PE
Table 29: Construction costs for a 250 PE SWTP

		Cena
1.	Gradbena dela	22.955,00
2.	Strojna dela	82.367,00
3.	Zunanja ureditev	1.981,00
4.	Vodovodni priključek	9.840,00
5.	Elektro priključek	28.784,00
	Skupaj brez DDV	145.927,00

(Kanalizacija Prelska v KS VG, 2016)

Investicijskim stroškom je potrebno prišteti še stroške odkupa zemljišča za namestitev ČN. V našem primeru je bila izvedena parcelacija s stroškom odmere cca 500 EUR in odkupom parcele v velikosti 200 m² po 8 EUR/m². Strošek odkupa z odmero je tako znašal 2.100,00 EUR.



Slika 34: Struktura investicijskega stroška izgradnje kanalizijskega omrežja na območju Prelske, izražen v %
Figure 34: Structure investment cost of constructing a sewerage system in the Preška area (%)

Graf prikazuje strukturo investicijskega stroška izgradnje kanalizacije na območju aglomeracije 20685. Iz grafa je razvidno, da izgradnja KMČN, upoštevajoč tudi strošek odkupa zemljišča, znaša komaj 28 % investicije.

d./ Investicijski stroški izgradnje kanalizacije in MČN na območju Lokovica (aglomeracij 20792 in 20770)

Investicijski strošek izgradnje kanalizacijskega omrežja na območju aglomeracije 20792 Lokovica 1 za izgradnjo omrežja (gravitacijski kanali PVC cevi DN 250 in kanalizacijski priključki PVC DN 160) v dolžini 5.210 m znaša 590.220,00 EUR. Investicijski strošek izgradnje kanalizacijskega omrežja na območju aglomeracije 20770 Lokovica 3 za izgradnjo omrežja (gravitacijski kanali PVC cevi DN 250 in kanalizacijski priključki PVC DN 160) v dolžini 3.464 m znaša 389.480,00 EUR. Cena predstavlja projektantsko oceno in je povzeta iz projekta.

Podrobna konfiguracija investicijskih stroškov MČN SBR v velikosti 250 in 500 PE je povzeta iz projekta in temelji na projektantskih ocenah ter izračunih slovenskega ponudnika čistilnih naprav. Cena gradbenih del zajema strojni izkop, zasip, beton, armature..., strojni del zajema opremo MČN (mehansko predčiščenje, maščobnik, SBR reaktor, zalogovnik blata, krmiljenje, montažne objekte...). V ceni zunanje ureditve je ocenjena vrednost izvedbe dostopne poti in parkirišča, ureditev okolice, ograja, vrata... Za potrebe delovanja čistilne naprave je potrebno do lokacije ČN pripeljati še elektriko in vodovod.

Preglednica 30: Investicijska vrednost izgradnje MČN 250 PE
Table 30: Investment value of a 250 PE SWTP

		Cena
1.	Gradbena dela	20.026,00
2.	Strojna dela	150.539,00
3.	Vodovodni priključek	3.507,00
4.	Elektro priključek	40.876,00
	Skupaj brez DDV	214.948,00

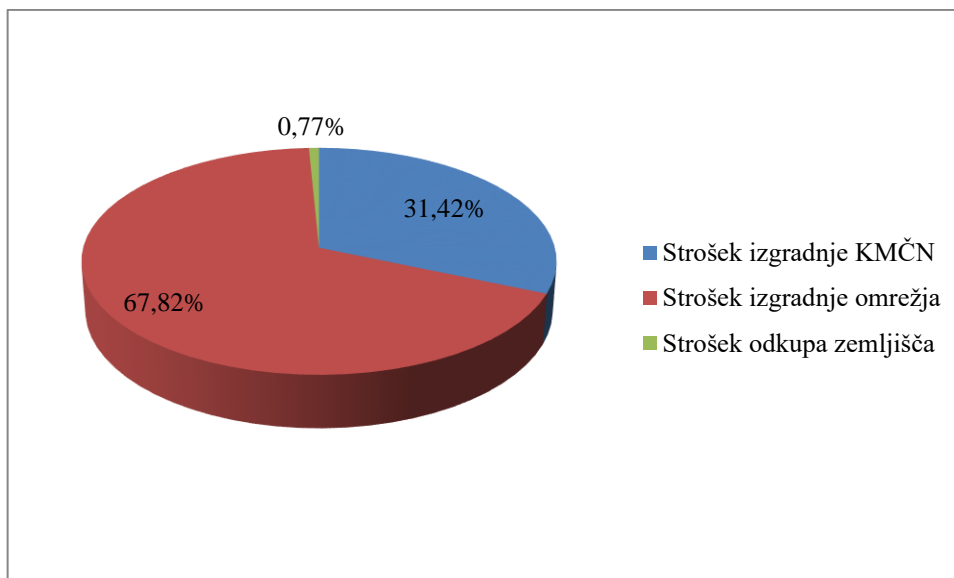
(Kanalizacija Lokovica z MČN, 2010)

Preglednica 31: Investicijska vrednost izgradnje MČN 500 PE
Table 31: Investment value of constructing a 500 PE SWTP

		Cena
1.	Gradbena dela	22.876,00
2.	Strojna dela	190.034,00
3.	Vodovodni priključek	6.129,00
4.	Elektro priključek	54.383,00
	Skupaj brez DDV	273.422,00

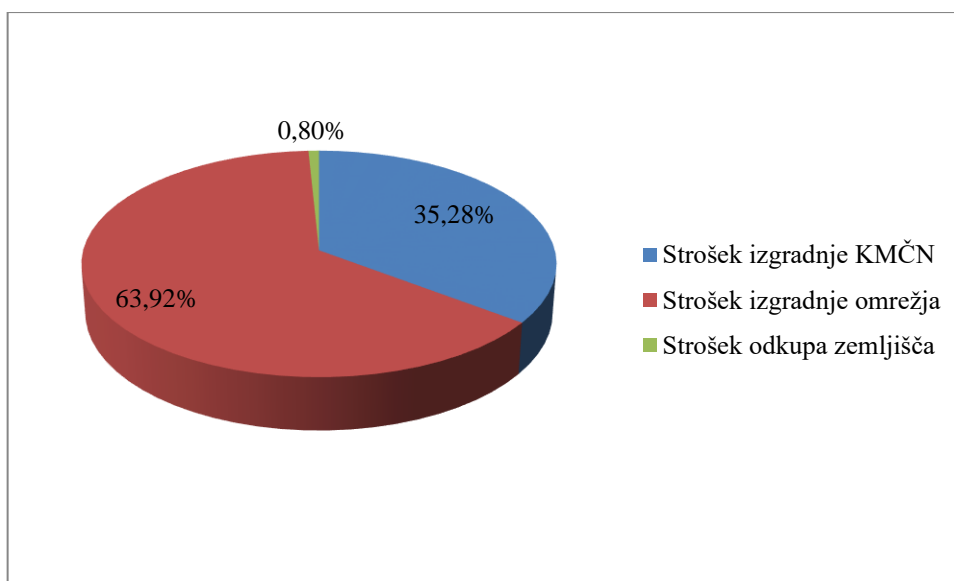
(Kanalizacija Lokovica z MČN, 2010)

Investicijskim stroškom je potrebno prišteti še stroške odkupa zemljišča za namestitev ČN. V našem primeru je bil ocenjen odkup cca 18 EUR/ m². Za območje aglomeracije 20792 je znašal odkup zemljišča 372 m² *18 EUR/m²= 6.696, 00 EUR , za območje aglomeracije 20770 pa 272 m² * 18 EUR/m²= 4.896,00 EUR.



Slika 35: Struktura investicijskega stroška izgradnje omrežja na območju Lokovica 1, izražen v %
Figure 35: Structure investment cost of constructing a system in the Lokovica 1 area (%)

Graf prikazuje strukturo investicijskega stroška izgradnje kanalizacije na območju aglomeracije 20792. Iz grafa je razvidno, da izgradnja KMČN, upoštevajoč tudi strošek odkupa zemljišča, znaša 32 % investicije.



Slika 36: Struktura investicijskega stroška izgradnje omrežja na območju Lokovica 2, izražen v %
Figure 36: Structure investment cost of constructing a system in the Lokovica 2 area (%)

Graf prikazuje strukturo investicijskega stroška izgradnje kanalizacije na območju aglomeracije 20770. Iz grafa je razvidno, da izgradnja KMČN, upoštevajoč tudi strošek odkupa zemljišča, znaša 36 % investicije.

5.2.2 Obratovalni stroški

Pri izbiri alternativnih načinov odvajanja in čiščenja odpadnih voda imajo bistven pomen tudi obratovalni stroški, saj predstavljajo velik delež skupnih stroškov. Potrebno pa je upoštevati tudi dejavnike, ki so vezani na cene različnih storitev kot je npr. sprememba cene električne energije, cene čiščenja mulja ali cene prevoza odvečnega mulja na centralno čistilno napravo, saj se lahko cena skozi čas bistveno spreminja. Obratovalni stroški se predstavljajo na letni ravni. V nalogi v nadaljevanju predstavljamo obratovalne stroške za MČN za 250, 300, 500 in 1000 PE glede na povprečno vrednost višine letnih obratovalnih stroškov na 1 PE. Pri preračunih je upoštevana cena električne energije $ET=0.06893$ EUR/KWh (www.ece.si, 18. 4. 2016), cena odvoza mulja (z 10 m³ cisterno je 1,5 EUR/km) in cena čiščenja mulja, povprečna razdalja transporta mulja je okoli 50 km. Pri obratovalnih stroških moramo upoštevati, da gre za predpostavko; stroški se lahko zaradi nihanja tržnih cen bistveno spreminjajo. Storitve odvoza in čiščenja blata izvaja Komunalno podjetje Velenje, d. o. o., saj je vsako nepooblaščen odvažanje grezničnih gošč in blata ter njihovo prečrpavanje v javno kanalizacijo, okolje ali v vode strogo prepovedano. Izvajalec javne službe odvajanja in čiščenja odpadne vode (to je na vašem območju KP Velenje) je dolžan zagotavljati prevzem blata iz malih komunalnih čistilnih naprav ter obstoječih greznic, o tem voditi ustrezne evidence in poročati na Ministrstvo za kmetijstvo in okolje.

a./ Obratovalni stroški RČN za 300 PE

Obratovalni stroški so po informacijah izdelovalca projektne dokumentacije za RČN v Šentilju minimalni, saj vzdrževalna dela predstavljajo zgolj tedenski ogledi vzdrževalca, praznjenje usedalnika in spomladansko košnjo rastlin. V obdobju 10 let je predvidena zamenjava peska v prvi gredi, ki se ocenjuje okoli 3.500,00 EUR za velikost 300 PE. Glede na navedeno lahko računamo kot letni strošek praznjenja (ocenjeno 30 l/PE in ceni 12 EUR/m³) in tedenske preglede delavca (glej preglednico).

Preglednica 32: Obratovalni stroški RČN za 300 PE
Table 32: Operating costs for 300 PE constructed wetlands

Obračun	Odvoz blata in čiščenje blata					Strošek nadzora delavca (1 h na obisk)			SKUPNI STROŠEK
	Poraba elektrike kWh	Strošek elektrike € (ET = 0,0689 €/kWh, vir www.ece.si , 18.04.2016)	št. Odvozov	količina odvozov m ³	strošek odvoza in čiščenja blata € (15€/m ³ ocena po vhodnih podatkih KP V d.o.o.)	št. Obiskov	0 strošek (ura = 28 €)		
enota	kWh	€	št.	m ³	€	št.	ure	€	€
na dan	0	- €							
na mesec	0	- €	1,0	0	- €	4	4	112 €	112 €
na leto	0	- €	12,0	30	450 €	48	48	1.344 €	1.794 €
na PE na leto	0	- €		0,03	0,45 €			1,34 €	2 €

b./ Obratovalni stroški MČN za 1000 PE

Vzdrževalni in obratovalni stroški ČN za 1000 PE zajemajo stroške čiščenja in odvoza blata, stroške letnega servisiranja in stroške električne energije. Stroški so predstavljeni na osnovi ponudbe izdelovalca projektne dokumentacije za ČN za 1000 PE. Ponudnik ČN predpostavlja letne stroške električne energije v višini 3.202,00 EUR, letne stroške odvoza in čiščenja blata v višini 3.600,00 EUR, strošek nadzora delavca pa 1.440,00 EUR/leto, skupno torej 18.476,00 EUR/leto. Pri stroških vzdrževanja pa je potrebno pričakovati še dodatne stroške, ki nastanejo ob poškodbi opreme, ki smo jih mi zanemarili (glej preglednico).

Preglednica 33: Obratovalni stroški MČN za 1000 PE
Table 33: Operating costs for a 1000 PE SWTP

Obračun	Odvoz blata in čiščenje blata					Strošek nadzora delavca (1 h na obisk)			SKUPNI STROŠEK
	Poraba elektrike kWh	Strošek elektrike € (ET = 0,0689 €/kWh, vir www.ece.si, 18.04.2016)	št. Odvozov	količina odvozov m3	strošek odvoza in čiščenja blata € (15€/m3 ocena po vhodnih podatkih KPV d.o.o.)	št. Obiskov	ure	strošek (ura = 28 €)	
enota	kWh	€	št.	m3	€	št.	ure	€	€
na dan	129	8,89 €							
na mesec	3.870	266,64 €	1,0	20	300 €	4	4	112 €	679 €
na leto	47.085	3.244,16 €	12,0	240	3.600 €	48	48	1.344 €	8.188 €
na PE na leto	47	3,24 €		0,24	3,60 €			1,34 €	8 €

c./ Obratovalni stroški MČN za 250 in 500 PE

Vzdrževalni in obratovalni stroški ČN za 250 in 500 PE zajemajo stroške čiščenja in odvoza blata, stroške letnega servisiranja in stroške električne energije. Stroški so predstavljeni na osnovi spremljanja obratovanja obeh ČN, ki sta že zgrajeni in v upravljanju Komunalnega podjetja Velenje d.o.o.. Obdelani so podatki o mesečnem povprečju za leto 2015. Iz tehnoloških tabel za leto 2015 smo na podlagi merjenih obratovalnih ur povzeli porabo električne energije, ki je potrebna za delovanje grabelj, črpalk, puhala, mešala, črpalke v zadrževalnem bazenu in pri črpalci za blato.

Na podlagi analize izmerjenih vhodnih podatkov znaša strošek električne energije za 250 PE (očiščena količina vode znaša 7.065 m³/letno) 1.627,00 EUR, letne stroške odvoza in čiščenja blata v višini 1.935,00 EUR (odvoz blata se izvaja od 14 - 20 dni po 10 m³), strošek nadzora delavca pa 1.344,00 EUR/leto, skupno torej 4.906,00 EUR/leto. Pri stroških vzdrževanja pa je potrebno pričakovati še dodatne stroške, ki nastanejo ob poškodbi opreme, ki smo jih mi zanemarili (glej preglednico).

Preglednica 34: Obratovalni stroški MČN za 250 PE
Table 34: Operating costs for a 250 PE SWTP

Obračun			Odvoz blata in čiščenje blata			Strošek nadzora delavca (1 h na obisk)			SKUPNI STROŠEK
	Poraba elektrike kWh (merjeno)	Strošek elektrike € (na podlagi plačila računov)	št. Odvozov	količina odvozov m3	strošek odvoza in čiščenja blata € (15€/m3 ocena po vhodnih podatkih KPV d.o.o.)	št. Obiskov	0 strošek (ura = 28 €)		
enota	kWh	€	št.	m3	€	št.	ure	€	€
na dan	37,61	4,46 €		0,9					
na mesec	1.144	135,58 €		11	165 €	4	4	112 €	413 €
na leto	13.728	1.627,00 €		129	1.935 €	48	48	1.344 €	4.906 €
na PE na leto	55	6,51 €		0,52	7,74 €			5,38 €	20 €

Na podlagi analize izmerjenih vhodnih podatkov znaša strošek električne energije za 500 PE (očiščena količina vode znaša 17.400 m³/letno) 2.697,00 EUR, letne stroške odvoza in čiščenja blata v višini 1.780,00 EUR (odvoz blata se izvaja od 14 - 20 dni po 10 m³), strošek nadzora delavca pa 1.344,00 EUR/leto, skupno torej 5.821,00 EUR/leto. Pri stroških vzdrževanja pa je potrebno pričakovati še dodatne stroške, ki nastanejo ob poškodbi opreme, ki smo jih mi zanemarili (glej preglednico).

Preglednica 35: Obratovalni stroški MČN za 500 PE
Table 35: Operating costs for a 500 PE SWTP

			Odvoz blata in čiščenje blata			Strošek nadzora delavca (1 h na obisk)			SKUPNI STROŠEK
	Poraba elektrike kWh (merjeno)	Strošek elektrike € (na podlagi plačila računov)	št. Odvozov	količina odvozov m3	strošek odvoza in čiščenja blata € (15€/m3 ocena po vhodnih podatkih KPV d.o.o.)	št. Obiskov	0 strošek (ura = 28 €)		
enota	kWh	€	št.	m3	€	št.	ure	€	€
na dan	70,37	7,39 €		0,4					
na mesec	2.141	224,75 €		12		4	4	112 €	337 €
na leto	25.686	2.697,00 €		148	1.780 €	48	48	1.344 €	5.821 €
na PE na leto	51	5,39 €		0,30	3,56 €			5,38 €	14 €

5.3 Viri financiranja

Naložbe so najpomembnejši dejavnik, ki vodijo h gospodarskem razvoju države. Odločitve glede investiranja so velikokrat nevhvaležne in zahtevajo veliko informacij, podatkov, znanja in izkušenj. Komunalno gospodarstvo je po prestrukturiranju in po osamosvojitvi Slovenije večino družbenega premoženja komunalnih podjetij in celotne infrastrukture prešlo v last občin. Osnovne komunalne dejavnosti spadajo v področje javnih gospodarskih služb, ki jih ureja Zakon o gospodarskih družbah in se ravna po določilih Slovenskih računovodskih standardov. Največja problematika komunalnih dejavnosti so cene komunalnih storitev, ki so pod kontrolo in ne odražajo realnega stanja in potreb ter le redko pokrivajo celotne stroške, vključno s stroški investicije.

Interes komunalnih podjetij in lokalnih skupnosti je gradnja komunalnih objektov, ki bodo skladno z usmeritvami EU doprinesle k doseganju okoljevarstvenih ciljev. Naložbene vrednosti v komunalno infrastrukturo so izredno visoke, zato je potrebno najti različne vire financiranja in v finančno konstrukcijo vključiti tudi tuje vire. Javna podjetja, ki so prejela infrastrukturo v upravljanje, so največkrat nosilci investicijskih vlaganj v infrastrukturo. Lokalna skupnost se pojavlja kot investitor v gospodarsko infrastrukturo, kljub temu, da je infrastrukturo izročila javnemu podjetju. Lokalna skupnost kot nosilec investicij lahko izgradnjo poveri inženiring podjetju ali pa sama najame izvajalca del in ko je naložba končana, prenese zgrajeno infrastrukturo v upravljanje.

Naložbe, s katerimi želijo investitorji nastopiti na mednarodnih razpisih in se nanašajo na varstvo okolja, morajo biti delno financirane s strani RS in zajete v nacionalnem programu varstva okolja, ki je krovni akt, ki ga je sprejela Vlada RS za izvajanje okoljskih naložb (v nadaljevanju NPVO). Vsebino NPVO obravnava tudi Operativni program odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda.

Razpoložljivi finančni viri za izvajanje programov in investicij odvajanja ter čiščenja odpadnih voda so naslednji:

- sredstva državnega proračuna, ki so namenjena izgradnji komunalne infrastrukture;
- sredstva, ki so zbrana iz naslovov takse za obremenjevanje voda kot namenska sredstva državnega proračuna za izgradnjo investicijskih projektov za zmanjšanje onesnaževanja vodnih virov;
- sredstva iz občinskih proračunov;
- lastna sredstva krajanov kot soudeležba pri investicijah;
- kreditna sredstva bank in skladov, ki so namenjena za vlaganje v infrastrukturne objekte;
- Nepovratna sredstva EU, ki so namenjena pridruženim članicam za implementacijo evropske zakonodaje (kohezijski skladi EU, strukturni skladi EU)...

a./ Sofinanciranje iz državnega proračuna

Za izpolnjevanje pogojev, sprejetih v postopkih pridružitve EU, mora država poskrbeti da bodo v določenih rokih zgrajeni zahtevani infrastrukturni objekti. Za dosego tega cilja mora država sofinancirati delež sredstev. Državna sredstva se dodeljujejo preko javnih razpisov. Osnova za sofinanciranje investicij v komunalno infrastrukturo je sprejet Nacionalni program varstva okolja (NPVO, 1991).

Vzporedno s pripravo NPVO poteka priprava vrste operativnih programov, ki se vsebinsko navezujejo na nacionalni program. Operativne programe sprejema Vlada RS, sodelovanje javnosti pri njihovi pripravi pa poteka podobno kot za NPVO. (NPVO, 1991)

b./ Sredstva zbrana iz naslova takse zaradi obremenjevanja okolja

Pri izvajanju obveznih gospodarskih javnih služb se kot vir za financiranje infrastrukture na lokalni ravni obračunava taksa za obremenjevanje vode. Osnova za obračun je količina porabljene vode. Po uredbi o taksi za obremenjevanje voda plačujejo takso onesnaževalci t.i. taksni zavezanci. To so subjekti, ki odvajajo odpadno vodo (tehnološko, padavinsko in komunalno). Taksni zavezanec za komunalno odpadno vodo so izvajalci javne službe odvajanja in čiščenja odpadnih in padavinskih voda na območju lokalne skupnosti, in sicer za komunalno odpadno vodo tistih uporabnikov, ki se priključujejo na kanalizacijsko omrežje, - ali imajo greznice in niso dolžni izvajati obratovalnega monitoringa po obstoječih predpisih. Izvajalci javnih služb (najpogosteje so to komunalna podjetja) porazdelijo takse med uporabnike, ki so priključeni na komunalno omrežje oz. imajo greznice. Takse se plačujejo tudi za padavinsko odpadno vodo, ki jo plačujejo izvajalci javnih služb in lastniki oz. upravljavci več kot 3 ha utrjenih, tlakovanih ali z drugim materialom utrjenih površin, ki jo odvajamo neposredno v vode. (Uredba o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih obč. gosp. javnih služb varstva okolja, 2012)

Pogoji za uporabo taks so, da so vsa sredstev iz pobranih taks v tekočem letu nakazana na proračun občine, kjer se izvaja GJS in da so občine investitorji oz. lastniki infrastrukture, zgrajene iz sredstev taks. Niti občina niti izvajalec GJS s sredstvi taks ne moreta prosto razpolagati, saj se takse lahko uporabljajo zgolj za investicije v infrastrukturo, ki omogočajo zmanjšanje obremenitve okolja.

c./ Sredstva iz občinskih proračunov

Sredstva iz občinskih proračunov lahko obravnavamo kot dotacijo občine, ki jih le - te namenjajo za financiranje izgradnje infrastrukturnih objektov. Prejem sredstev javno podjetje ne prikazuje med svojimi prihodki, temveč kot obveznost do občine za sredstva, prejeta v upravljanje.

d./ Lastna sredstva krajanov kot soudeležba pri investiciji

Na Komunalnem podjetju Velenje d.o.o. se pri izgradnji komunalnega omrežja, kjer se priključujejo novi uporabniki, zaračunava lastna udeležba uporabnikov komunalnih storitev (komunalni prispevek). Zbrana sredstva se vložijo v izvedbo investicije. Znesek je potrebno plačati pred priključitvijo na novo zgrajeno omrežje.

Po Uredbi o vsebini programa opremljanja je komunalni prispevek plačilo dela stroškov gradnje komunalne opreme, ki ga zavezanec plača občini. V višini komunalnega prispevka niso vključeni stroški vzdrževanja komunalne opreme. Zavezanec za plačilo komunalnega prispevka je investitor

oziroma lastnik objekta, ki se na novo priključuje na komunalno opremo, ali ki povečuje neto tlorisno površino objekta oz. parcelo ali spreminja njegovo namembnost.

Komunalni prispevek se določi na podlagi programa opremljanja:

- glede na površino in opremljenost parcele s komunalno opremo,
- glede na neto tlorisno površino objekta in njegovo namembnost oz.,
- glede na izboljšanje opremljenosti parcele s komunalno opremo.

Zavezancu se v skladu z Zakonom o upravnem postopku izda odmerna odločba. S plačilom komunalnega prispevka je zavezancu zagotovljena priključitev na že zgrajeno komunalno opremo oziroma mu je zagotovljeno, da bo ta zgrajena v roku in obsegu, kot to določa program opremljanja. Šteje se, da so s plačilom komunalnega prispevka poravnani vsi stroški priključevanja objekta na komunalno opremo, razen gradnje tistih delov priključkov, ki so v zasebni lasti. Občinska uprava Mestne občine Velenje najkasneje v roku 2 dni po plačilu komunalnega prispevka Upravni enoti in Komunalnemu podjetju, pošlje potrdilo o plačanem prispevku, ki je eden od pogojev za izdajo gradbenega dovoljenja.

e./ Kreditna sredstva bank, skladov

Pri investicijskem vlaganju gre po navadi za velike zneske, ki jih javna podjetja težko sama zagotovijo, zato je za vlaganje v infrastrukturne objekte potrebno pridobiti dolgoročna posojila z ugodnimi kreditnimi pogoji. Posojila se lahko pridobijo iz domačih skladov kot je npr. Ekološki razvojni sklad ali pa iz domačih in tujih bank. Obresti in stroški posojila za infrastrukturo so breme lastnika infrastrukture. Posojila za sredstva najemajo javna podjetja, katere garant je po navadi lokalna skupnost.

f./ Nepovratna sredstva EU

EU je v s zgodnji fazi svojega razvoja spoznala, da velike ekonomske in socialne razlike med regijami in državami ovirajo trajnostni razvoj skupnosti kot celote. K reševanju teh problemov je pristopilo z izvajanjem kohezijske politike, ki je usmerjena v pospeševanje razvoja tistih regij in držav, ki so gospodarsko in socialno v slabšem položaju od povprečja v EU. Temeljni cilj kohezijske politike je zmanjšanje razlik v razvitosti med posameznimi deli in regijami EU. Kohezijski sklad zagotavlja finančni vir za tiste projekte, ki so povezani z okoljem in vseevropskim omrežjem na področju prometne infrastrukture. Do sklada lahko dostopajo samo države članice. (Nepovratna sredstva EU, 2016)

Poglavitni instrumenti regionalne politike EU so:

- strukturni skladi kot so Evropski sklad za regionalni razvoj in Evropski socialni sklad, do katerih so upravičeni subjekti v regiji, kjer je bruto družbeni proizvod na prebivalca manjši od 75% povprečnega bruto družbenega produkta na prebivalca EU.
- kohezijski skladi kot sredstva namenjena za projekte, ki zagotavljajo večjo povezanost znotraj regije.

Financiranje iz ISPA skladov (Instrument for Structural Policies for Pre-accession) je namenjeno za izvedbo investicij za zmanjševanje obremenjevanja okolja iz komunalnih virov, s katerimi se bo zagotavljalo varovanje kvalitete in količine vode. Sredstva iz ISPA skladov so nepovratna sredstva. Namen programa ISPA je podpora kandidatkam pri uveljavljanju pravnega reda EU na področju transporta in okolja ter prispevanje k trajnostnemu razvoju države. Program je zgrajen po zgledu kohezijskega sklada, ki finančno podporo namenja manj razvitim državam članicam EU z namenom izboljšanja prometne in okoljske infrastrukture. Sofinanciranje iz programa se izvaja v obliki nepovratnih sredstev, ki lahko dosežejo tudi do 75% vrednosti velikih projektov s področja gospodarjenja z vodami, vrednost projektov pa ne sme biti nižja od 5 milijonov EUR, manjši delež iz proračuna pa se lahko uporabi tudi za financiranje pripravljanih študij. (Nepovratna sredstva EU, 2016)

Projekti, ki kandidirajo na nepovratna sredstva državnega proračuna, kot tudi krediti morajo vsebovati smernice evropske zakonodaje in biti uvrščeni v Nacionalni program varstva okolja.

Nacionalni koordinator za vse programe je Služba vlade RS za evropske zadeve, ki je zadolžena, da ob sodelovanju z ministri in končnimi upravičenci izpelje več projektov in zagotovi sofinanciranje EU ter s tem pripomore k zmanjšanju razlik v razvitosti naših regij do povprečja, ki velja za EU.

Primer dobre prakse koriščenja sredstev iz kohezijskih skladov je Šaleška dolina. KPV d. o. o. si je z občinami ustanoviteljicami (Mestno občino Velenje, Občino Šoštanj, Občino Šmartno ob Paki) prizadevala za čim večjo kakovost življenja prebivalcev Šaleške doline, zato je vestno vlagala v izgradnjo komunalnega omrežja.

Predmet projekta »Odvajanje in čiščenje odpadne vode v Šaleški dolini« je investicija v izgradnjo osmih manjkajočih delov kanalizacijskega omrežja ki bodo celotno omrežje dopolnili v celoviti sistem. Štirje sklopi so bili predvideni na območju MOV (v dolžini 4,74 km) in štirje sklopi v občini Šoštanj (v dolžini 3,26 km).

V letu 2006 se je z izdelavo predinvesticijskih študij pristopilo k realizaciji projektov za izgradnjo manjkajočega kanalizacijskega omrežja, opredeljenega v programu opremljanja I. stopnje.

Takratno Ministrstvo za okolje in prostor ter Službe vlade RS za lokalno samoupravo in regionalno politiko s predstavniki evropske komisije so iz prvotne vloge izvzeli sanacijo obstoječega omrežja,

izgradnjo zadrževalnih bazenov ter vse aglomeracije pod 2000 PE, zato je Občina Šmartno ob Paki s predvidenimi investicijami izpadla. Vloga za dodelitev kohezijskih sredstev za projekt »Odvajanje in čiščenje odpadnih voda v Šaleški dolini« je bila dodeljena 28. oktobra 2011. Vrednost projekta je po vlogi in odločbi znašala 3 milijone evrov, vključno z DDV. Na podlagi odločbe se je pristopilo k pripravi razpisne dokumentacije za izbiro izvajalca. V letu 2011 se je pričelo z izvedbo javnih razpisov na podlagi zakona o javnem naročanju, v letu 2012 je bil izbran izvajalec del – AGM Nemec d.o.o. Na podlagi podpisanih pogodb z izvajalcem del so s strani Ministrstva za kmetijstvo in okolje izdali Pogodbe o sofinanciranju. Na podlagi izvedenih javnih naročil je bila dosežena nižja pogodbena vrednost - 1.482.613 evrov. Vrednost sofinanciranja vrednost Kohezijskega sklada EU je znašala cca 1.01 milijonov evrov, proračun RS je prispeval 178 tisoč evrov, lokalni občinski vir pa razliko v višini 292 tisoč evrov brez DDV. Javni upravičeni stroški se financirajo v razmerju EU – Kohezijski sklad: Slovenska udeležba 85:15.

Cilji projekta so bili izboljšanje kakovosti površinskih voda, izboljšanje varnosti voda pred onesnaženjem in izboljšanje življenjskih pogojev prebivalstva. Z izgradnjo kanalizacijskega omrežja, ki se je končala v letu 2015, je Šaleška dolina pridobila dodatnih 8 km kanalizacije in novo črpališče, na novo priključenih 616 prebivalcev in povečan delež opremljenosti aglomeracije v MOV in Občini Šoštanj .

Dolgoročno zagotavljanje delovanja sistema odvajanja in čiščenja odpadnih voda na območju Šaleške doline temelji na sprejetih lokalnih operativnih programih posameznih občin. Obvezen program opremljanja se je financiral iz nepovratnih sredstev kohezije in proračuna RS, proračuna občin in komunalnih prispevkov bodočih uporabnikov. V skladu z zahtevami trenutno veljavnega nacionalnega operativnega programa je potrebno do leta 2018 zgraditi javno kanalizacijo še na nekaterih območjih poselitve, kjer niso izpolnjeni pogoji za kandidiranje na pridobivanju nepovratnih sredstev, se pa izgradnja na teh območjih zahteva. Tako je potrebno zgraditi javno kanalizacijo še na območjih Vinske Gore – Podvin in center, na območju Prelske, Vinska Gora - Pirešica in Šentilj – center v MOV, v Občini Šoštanj pa na območju Lokovice. Financiranje izgradnje javne kanalizacije na teh območjih bo možno iz virov okoljske takse, občinskih proračunov ter komunalnih prispevkov bodočih uporabnikov.

Problem pri izvajanju načrtovanih investicij v komunalno infrastrukturo, kot smo omenjali že med nalogo, je pomanjkanje finančnih sredstev kar se kaže tako pri tekočem vzdrževanju kot obratovanju že izvedenih investicij, kaj šele na področju novih investicij. Verjamemo, da se s temi problemi srečuje večina GJS in ne samo Komunalno podjetje Velenje d. o. o.

Problem pri možnih virih financiranja se kažejo v tem, da:

- se cene komunalnih storitev ne formirajo na način, ki je uveljavljen v EU; z ustreznim odlokom o oblikovanju cen bi lahko bil storjen odmik od togega administrativnega določanja cen na ravni države;
- je ekološko razvojni sklad finančno prešibek;
- iz naslova onesnaževalcev ni zagotovljenega stabilnega sistemskega vira sredstev – načelo »onesnaževalec plača« še ni uresničeno;
- ekološko računovodstvo še vedno ni operativno;
- občine pa so omejene pri najemanju kreditov na višino 10% občinskega proračuna. (Naversnik, 2003)

Marsikje se ne zagotavlja tekoče, ko tudi ne investicijsko vzdrževanje komunalnih oskrbovalnih sistemov. (Naversnik, 2003)

6 ZAKLJUČEK

Cilj magistrske naloge je bil dokazati, da na območja, ki morajo biti skladno z OP opremljena s kanalizacijskim omrežjem, vplivajo lokacijsko pogojeni elementi (npr. razpoložljivost prostora, oddaljenost od obstoječih vodov, način vzdrževanja in obratovanja ČN, cena ČN...). Cilj naloge je bil izbrati tehnološko ustrezne in ekonomsko sprejemljive rešitve o načinu odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda, ki smo jih izbrali na podlagi analiz potencialnih ČN za manjša naselja.

Magistrsko nalogo smo razdelili na štiri bistvene pomenske celote. Začeli smo s pregledom zakonodaje s področja varstva voda in okolja, s poudarkom na zakonodaji, ki opredeljuje čiščenje in odvajanje odpadnih voda.

V tretjem poglavju naloge smo se osredotočili na proces odločanja in smernice za pristop k čiščenju in odvajanju odpadnih komunalnih voda, kajti s pristopom v Evropsko unijo je Slovenija pristopila k pripravi državnega programa in okoljske strategije na področju varstva okolja ter vzpostavila pravni red na tem območju. Nacionalni program varstva okolja kot krovni akt določa glavne deležnike, ki sodelujejo v pravnem odločanju na področju varstva okolja. Osnovni proces odločanja glede območij, ki bodo opremljeni s kanalizacijo za odvajanje odpadne vode, se izvajajo v skladu z zakonodajo, predpisi in uredbami ter v skladu s smernicami, ki izhajajo iz operativnega programa. Lokalne skupnosti so dolžne v predpisanih rokih zagotoviti odvajanje odpadnih komunalnih voda v kanalizacijo in zagotoviti ustrezno čiščenje na ČN. Obseg območij, ki jih je po novelaciji programa opremljanja potrebno urediti v enakih časovnih okvirjih in znatnih investicijah, velika večina lokalnih skupnosti ne bo mogla prenesti. Pravočasno doseganje ciljev glede sprememb aglomeracij v enakem časovnem obdobju zahteva močno koordinacijo aktivnosti, strokovnega znanja in podlag, zato je v procese izvedbe projektov smiselno vključiti veliko akterjev. Potrebno je iskati priložnost v bodočih programih raznih strukturnih skladov RS, ki jih bo morala država vzpostaviti, ker drugače lokalne skupnosti brez dodatnih finančnih virov ne bodo zmogle opremiti predpisanih aglomeracij v zakonsko določenih rokih.

V četrtem poglavju naloge smo prikazali različne potencialne tipe MČN, ki so primerni za manjša naselja in analizirali njihove prednosti ter slabosti. Za manjša naselja se v praksi uporabljajo biološke čistilne naprave z aktivnim biološkim blatom oz. razpršeno biomaso, biološke čistilne naprave s pritrjeno biomaso in naravni sistemi za čiščenje odpadne vode kot so lagune ali rastlinske čistilne naprave (Panjan, 2011). Na podlagi predstavljenih potencialnih ČN za manjša naselja smo se odločili, katere ČN bi bile ustrezne za čiščenje odpadnih komunalnih voda na določenih območjih, ki pa se od primera do primera razlikujejo. Za pravilno izbiro tehnološkega postopka čiščenja odpadne komunalne vode je potrebno poznati vrsto in stopnjo onesnaženosti vode, količino, razpoložljivost prostora, potrebno stopnjo čiščenja in navsezadnje tudi finančno vrednost investicije izgradnje. Na Komunalnem podjetju Velenje d. o. o. izbere tehnologijo ČN projektant, ki izdeluje projektno

dokumentacijo za izgradnjo kanalizacijskega omrežja, na podlagi ponudnikov ČN in s soglasjem investitorja ter bodočega upravljavca komunalne infrastrukture. Pri izbiri se projektanti osredotočamo na ponudnike slovenskega trga, ki nudijo izdelavo projektne dokumentacije na podlagi slovenskih standardov in nudijo takojšnjo strokovno pomoč ter servisiranje. Opiramo se na izkušnje drugih komunalnih podjetij, ki imajo že vgrajene določene tipe ČN, težimo k tistim tipom ČN, ki jih imamo že sami vgrajene in poznamo njihov način delovanja, tehnologijo, stroške upravljanja in vzdrževanja... Sestavni del projektne dokumentacije je tako tudi tehnološka izvedba ČN, ki jo požigosa odgovorni projektant, ki je ponudnik ČN. Izbira ustrezne tehnologije ČN je v prvem projektu težka, saj potencialni ponudniki ponujajo in obljublajo le najboljše, prikazujejo odlične rezultate čiščenja lastnih ČN, prilagajo reference, odločitev o izbiri tehnologije pa je prepuščena projektantom in investitorjem ter bodočim upravljavcem ČN. V Šaleški dolini je bila prva ČN za manjše naselje postavljena v Kavčah, in sicer SBR sistem podjetja Regeneracija. KPV kot upravljavec se je z delovanjem in vzdrževanjem ČN seznanil in jo obvladuje, zato se pri vsakem nadaljnjem projektu poskuša osredotočiti na istega proizvajalca tehnologije, ki mu je poznana, saj se okvirno lahko predvidijo stroški vzdrževanja in obratovanja ter tudi način vzdrževanja in obratovanja ČN. Na podlagi navedenega smo se v KPV odločili za ČN z SBR sistemom in RČN.

V petem poglavju smo podrobneje predstavili posamezna naselja z našo rešitvijo odvajanja in čiščenja odpadne vode ter opisali delovanje izbrane ČN. Sledila je ocena stroškov investicij. Zanimalo nas je, koliko znaša investicija izgradnje komunalnega omrežja s ČN v posameznem naselju. Glede na to, da so stroški investicij visoki in da jih lokalne skupnosti le s težavo izvajajo, je bilo potrebno predvideti tudi možne vire financiranja ter investitorju predstaviti stroške investicije, da jih predvidi v poslovnem planu. Ker je zgrajena infrastruktura v lasti lokalne skupnosti in je upravljavec gospodarska javna služba (komunalno podjetje), smo analizirali še obratovalne in vzdrževalne stroške.

V času priprave projektov je bilo s strani različnih potencialnih ponudnikov ČN predstavljeno delovanje le-teh, z opisanimi prednostmi pred drugimi tipi ČN. Prikazali so tudi investicijske in obratovalne stroške. Kot zanimivost oz. primerjavo podajamo oceno obratovalnih stroškov za ČN 500 PE, ki smo jo dobili od potencialnega ponudnika, katerega ČN je bila tudi vgrajena. Ponudnik ČN je ocenjeval strošek električne energije cca. 1.925,00 EUR/leto, strošek odvoza in čiščenja blata iz ČN 1 x letno 1.617,00 EUR, skupaj ocenjeni letni obratovalni strošek je znašal 3.542,00 EUR. Strošek vzdrževanja z delavcem ni bil upoštevan. Dejansko znaša strošek električne energije 2.697,00 EUR, strošek odvoza in čiščenja blata pa 1.780,00 EUR, skupaj torej 4.477,00 EUR, če ne upoštevamo še stroška vzdrževanja (glej tabelo).

Preglednica 36: Primerjava ocenjenih in dejanski stroškov obratovanja ČN 500 PE

Table 36: Comparison of evaluated and actual cost of functioning of wastewater treatment plant for 500 PE

VELIKOST 500 PE	Ocenjeni letni obratovalni stroški tipa SBR (EUR)	Dejanski letni obratovalni stroški tipa SBR (EUR)
Stroški električne energije	1.925,00	2.697,00
Stroški odvoza in čiščenja blata iz ČN 1 x letno	1.617,00	1.780,00
Skupaj	3.542,00	4.477,00
Skupaj letni obratovalni stroški na prebivalca	7,084	8,954

Izpeljava izračuna stroškov investicij za en PE kaže, da pri investicijskih stroških strošek na PE pada v odvisnosti od velikosti naprave.

Preglednica 37: Investicijski strošek na PE pada v odvisnosti od velikosti naprave

Table 37: Cost of investment per population units is decreasing depending on the size of the plant

VELIKOST MČN SBR (PE)	Investicijski stroški (EUR)	EUR/PE
250	214.948,00	859,79
500	273.422,00	546,84
1000	330.160,00	330,16

Izpeljava izračuna stroškov za en PE kaže, da pri vzdrževalnih in obratovalnih stroških strošek na PE pada v odvisnosti od velikosti naprave, vendar moramo upoštevati tudi oceno stroškov upravljanja ČN, ki je pri ČN 1000 PE bistveno večji kot pri ČN 250 PE. Prav tako je potrebno upoštevati tudi, da so obratovalni stroški za ČN PE 1000 obravnavani kot ocena stroškov proizvajalca, medtem ko oceni stroškov ČN 250 in 500 PE odražata dejansko stanje.

Preglednica 38: Letni obratovalni in vzdrževalni stroški MČN tipa SBR po velikosti

Table 38: Yearly functioning and maintenance type SBR depending on size

VELIKOST (PE)	Letni obratovalni in vzdrževalni stroški tipa SBR (EUR)	EUR/PE
250	4.906,00	20
500	5.821,00	14
1000	8.188,00	8

Med najbolj trajnostne oblike MČN uvrščamo rastlinske čistilne naprave, ki temeljijo na posnemanju samočistilne sposobnosti narave in za svoje delovanje ne potrebujejo električne energije. Prednost

RČN je njena zelena površina, ki ugodno vpliva na bioklimo in biodiverzitetu ter daje pokrajini večjo socialno in ekonomsko vrednost. Odlikujejo jo tudi nizki investicijski, obratovalni in vzdrževalni stroški. Za svoje delovanje ne potrebuje električne energije, niti strojne opreme. Slabost pa predstavljajo potrebna velika površina za izgradnjo ter obsežna sanacijska dela v primeru zamašitve drenažnih cevi.

Na območju Šentilja pri Velenju (aglomeracija 20674) je po projektu predvidena izgradnja RČN, v pretežni meri zaradi nizkih investicijskih in obratovalnih ter vzdrževalnih stroškov, deloma pa tudi zato, ker je na tem območju dovolj razpoložljivega prostora. Ko se je sprejemala odločitev, kateri tip ČN se predvidi na območju urejanja, so se primerjali investicijski, vzdrževalni in obratovalni stroški RČN in SBR MČN za 300 PE. Podatki o RČN so zajeti iz projekta, podatki za primerjavo tipa SBR pa so bili posredovani na poziv slovenskega ponudnika, ki je ocenil vrednost gradbenih del 20.000,00 EUR, strojni del 150.293,00, vodovodni in elektro priključek 43.507,00 EUR, skupna vrednost investicije je 213.800,00 EUR. Primerjava je prikazana v spodnji tabeli.

Preglednica 39: Primerjava investicijskih stroškov RČN in SBR MČN 300 PE

Table 39: Comparison of investment cost of constructed wetlands and SBR small wastewater treatment plant for 300 PE

Tip MČN 300 PE	Investicijski stroški (EUR)	EUR/PE
RČN	65.357,00	217,86
SBR	213.800,00	712,67

Iz primerjave je razvidno, da rastlinske čistilne naprave ne predstavljajo izrazito visokega investicijskega stroška, hkrati pa ne potrebujejo zahtevnega vzdrževanja.

Tekom naloge smo opozarjali, da je problem pri izvajanju načrtovanih investicij, pomanjkanje finančnih sredstev, kar se kaže pri tekočem vzdrževanju in obratovanju že izvedenih investicij. S tem problemom se srečuje večina gospodarskih javnih služb, ne samo KPV. Potrebno je iskati priložnost v bodočih programih raznih strukturnih skladov RS, ki jih bo morala država vzpostaviti, ker drugače lokalne skupnosti brez dodatnih finančnih virov ne bodo zmogle opremiti predpisanih aglomeracij v zakonsko določenih rokih.

Zastavljen cilj je ekonomsko in finančno sprejemljiv, ampak samo ob učinkoviti optimizaciji sredstev. Za vsak vir odpadne komunalne vode je potrebno izvesti najcenejši način odvajanja in čiščenja odpadne komunalne vode, ki pa bo moral biti tehnološko ustrezen, predvsem pa učinkovit, ter bo zagotavljal predpisane pogoje in zahteve.

7 POVZETEK

Skladno z NPVO in Direktivo o čiščenju komunalnih odpadnih voda je bil narejen OP odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih voda, ki je eden ključnih izvedbenih aktov za doseg ciljev NPVO, ki določa poselitvena območja, za katera morajo občine v predpisanih rokih zagotoviti odvajanje odpadne komunalne vode v javno kanalizacijo in ustrezno čiščenje na ČN. NPVO določa glavne deležnike, ki sodelujejo v procesu odločanja na področju varstva okolja, določa njihovo vlogo, usmeritev in prednostne naloge. Osnovni proces odločanja se izvaja v skladu z zakonodajo, predpisi, uredbami ter v skladu s smernicami, ki izhajajo iz OP. Obveznosti lokalnih skupnosti, ki izhajajo iz OP, so zajete v izdelanih lokalnih operativnih programih.

Cilj naloge je bil določiti način reševanja odpadnih komunalnih voda na območjih, ki morajo biti v skladu z OP opremljeni s kanalizacijo. Pri tem je bilo potrebno izbrati tehnološko ustrezen in ekonomsko sprejemljiv način odvajanja odpadnih voda. Cilj naloge je bil dosežen, saj smo za določena območja poselitve uredili način odvajanja odpadnih komunalnih voda z ustrezno izbiro tipa ČN. Osnovni podatki so bili zajeti iz projektov, ki so bili izdelani na Komunalnem podjetju Velenje, v katerem sem zaposlena. Stroški izgradnje temeljijo na projektantskih ocenah, stroški strojnega dela ČN pa so povzeti iz projektov, ki jih je izdelal ponudnik ČN. Obratovalni in vzdrževalni stroški so ocenjeni; v primeru že zgrajenih objektov v Lokovici so prikazani na podlagi dejansko izmerjenih podatkov s strani KPV, za neizvedene projekte pa smo pridobili podatek od ponudnika ČN, ki je izdelal projekt ČN. Podatki za načrtovanje ČN so pridobljeni na podlagi analiz podatkov iz GIS-a (št. prebivalcev, št. objektov, opremljenost s kanalizacijskim omrežjem). Podatke o obremenitvah (PE) glede stalnega bivališča prebivalcev smo dobili iz Statističnega urada RS. Pri proučevanju različnih tipov čistilnih naprav smo se opirali na članke, knjige in druga dela, navedena v literaturi.

Pri čiščenju komunalne odpadne vode, ki se zaključuje z navezavo na ČN, je pomembna lokacija ČN, le-ta pa je odvisna od sistema kanalizacijskih vodov, terenskih pogojev in bližine naselij. Reševanje odpadnih voda smo zasnovali celovito z upoštevanjem kanalizacijskih vodov, saj so stroški izgradnje kanalizacijskega omrežja na razpršenih območjih večji od stroška ČN, kar smo tudi grafično prikazali v poglavju 5.2. Pri projektiranju se je upoštevalo načelo, da se komunalne vode odvajajo gravitacijsko, prečrpavanje pa le izjemoma. Naselja, ki smo jih obravnavali v magistrski nalogi, sodijo v tip strnjenih naselij. Strmeli smo k temu, da je kanal čim bližje hišam, da se zajame čim več objektov in da je lokacija ČN takšna, da ne predstavlja potrebe po daljši izgradnji kanalizacijskega omrežja.

Za pravilno izbiro tehnološkega postopka čiščenja odpadnih voda je potrebno poznati vrsto in stopnjo onesaženja vode, njeno količino, razpoložljivost prostora, potrebno stopnjo čiščenja in finančni zalogaj. Naloga je uporabna za projektante, ki morajo v fazi idejnih zasnov določiti ustrezno

tehnologijo čiščenja in oceniti stroške izgradnje ČN, ter investitorjem in bodočim upravljavcem komunalne infrastrukture predstaviti investicijske, vzdrževalne in obratovalne stroške.

Naselja, ki smo jih obdelali v magistrski nalogi, so po svoji velikosti in obremenitvi primerna za čiščenje odpadnih voda z MČN, tako s kompaktnimi kot rastlinskimi, omejitve so le prostorskega značaja, zato se predvidi izgradnja RČN samo na območju Šentilja. Bistvena razlika med RČN in kompaktno ČN pa ni le v lokaciji, temveč tudi v investicijskih in obratovalnih ter vzdrževalnih stroških. Na podlagi analize prednosti in slabosti različnih tipov ČN se kot najugodnejša rešitev, glede na investicijske stroške, kaže alternativni način odvajanja in čiščenja odpadne komunalne vode na RČN, saj ne predstavlja visokih investicijskih, obratovalnih in vzdrževalnih stroškov. Kjer pa izgradnja RČN ni možna, pa predlagamo vgradnjo ČN tipa SBR.

8 SUMMARY

The Operational Programme for Urban Waste Water Drainage and Treatment (OP) was prepared according to the NEAP (National Environmental Action Programme) and the Directive concerning urban waste water treatment. The OP is one of the key implementing acts for the achievement of the NEAP goals, specifying settlement areas where municipalities must within the prescribed deadlines ensure urban waste water drainage into the public sewerage system and proper treatment at the treatment plant (TP). The NEAP defines the main stakeholders participating in the process of decision-making on environment protection, specifies their role, orientation and priorities. The basic process of decision-making is carried out in line with the legislation, regulations, decisions and according to the guidelines set in the OP. The obligations of the local communities arising from the OP are defined in the produced local operational programmes.

The objective of the thesis was to determine the method of resolving the issue of urban waste water in the areas that must be equipped with a sewerage system according to the OP. It is necessary to select a technologically suitable and economically acceptable method of waste water discharge. The objective of the thesis was achieved, because we have arranged the method of waste water discharge for certain settlement areas by selecting the appropriate type of TP. The basic data have been captured from the projects produced by the utility company Komunalno podjetje Velenje (KPV), where I am employed. The costs of construction are based on design estimates, whereas the costs of the TP machinery have been collected from the projects produced by the TP provider. The operating and maintenance costs have been estimated and presented for the already constructed facilities in Lokovica on the basis of the actual data measured by KPV, while for non-implemented projects we gained the data from the TP provider who produced the TP project. The data for TP designing have been obtained based on an analysis of GIS data (no. of population, no. of facilities, and installation of the sewerage system). The data about the burden (PE) in terms of the permanent residence of the population have been obtained from the Statistical Office of the Republic of Slovenia. When studying various types of treatment plants we relied on articles, books and other works stated in the literature.

The TP location is important as regards urban waste water treatment that ends with the connection to the TP and this location depends on the sewerage line system, terrain conditions and the proximity of the settlements. Resolving the issue of waste water has been integrally conceived, taking into account the sewerage lines, because the costs of building a sewerage network in dispersed areas are greater than the TP costs, which is shown in the chart in chapter 5.2. In the design we considered the principle that urban water discharge is gravitational and that pumping is only exceptional. The settlements discussed in the Master's thesis are of a densely built-up area type. We strived to place the channel as close to the houses as possible so as to cover as many building as possible, making the TP location such that there is no need for lengthy building of a sewerage network.

For a proper selection of the technological procedure of waste water treatment one needs to be familiar with the type and level of water pollution, its quantity, space availability, the necessary treatment level and last but not least, the costs involved. The thesis will be useful for designers who have to determine the suitable treatment technology in the conceptual design phase and make a cost estimate of the TP construction, and the present investment, maintenance and operating costs to the investors and future urban utility infrastructure managers.

The settlements dealt with in the Master's thesis are in terms of size and burden suitable for waste water treatment with a STP (small treatment plant), both compact and wetland, there are only spatial restrictions, so the WTP (wetland treatment plant) is projected to be built only in the area of Šentilj. The main difference between a WTP and a compact TP is not only the location, but also the investment, operating and maintenance costs. By analysing the strengths and weaknesses of various types of TP, the most favourable solution in terms of investment costs seems to be the alternative method of waste water discharge and treatment by a WTP, because it does not entail high investment, operating and maintenance costs. Where the WTP cannot be constructed, we propose the installation of a TP of SBR type.

VIRI

Uporabljeni viri

Alternativni načini reševanja problema odpadnih voda v razpršeni poselitvi na območju MO Ljubljana. 2001. Ljubljana, Linos d. o. o.: 183 str.

Gosar, L., Steinman, F., Kompare, B., Banovec, P. 2004. Določitev območij poselitve po vodnogospodarskih vidikih. Urbani izziv 15, 1:04: 33 – 40.

Hellstrom, D., Jonsson, L. 2004. Evaluation of small wastewater treatment systems. Water Science and technology 48, 11: 61 – 68.

Horvat, M. 2000. Primerjava postopkov, učinkov in stroškov čiščenja za različne tipe malih čistilnih naprav od 50 do 1000 PE. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Horvat): 120 str.

Kompare, B., Atanasova, N., Uršič, M., Drev, D., Vahtar, M. 2007. Male čistilne naprave na razpršenih območjih. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 58 str.

Metcalf and Eddy, INC. 1991. Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse. Third Edition. New York, McGraw - Hill: 1334 str.

Naversnik, B. 2003. Financiranje izgradnje komunalne infrastrukture ob pomoči EU. Magistrska naloga. Univerza v Mariboru, Ekonomsko – poslovna fakulteta (samozaložba B. Naversnik): 174 str.

Panjan, J. 2001. Čiščenje odpadnih voda. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG, IZH: 169 str.

Roš, M. 2001. Biološko čiščenje odpadne vode. Ljubljana, GV založba: 243 str.

Šterbenk, E. 1999. Šaleška jezera: vpliv premogovništva na pokrajinsko preobrazbo Šaleške doline. Velenje, Erico Velenje, Inštitut za ekološke raziskave: 192 str.

Internetni viri:

Biološke čistilne naprave Sezam. 2016.

<http://www.sezam-race.si/cistilne-naprave/bioloske/> (Pridobljeno 18. 01. 2016.)

Male komunalne čistilne naprave v občini Makole. 2014. Brošura.

www.komunala-slb.si/uploads/1/3/5/.../mkn_brosura_makole_web-1.pdf. (Pridobljeno 3. 2. 2014.)

National Environmental Services Center (NECS), Assessing Wastewater Options for Small Communities. 2014.

<http://www.nesc.wvu.edu> (Pridobljeno 25. 6. 2014.)

Napovratna sredstva EU. 2016.

<http://www.europa.eu> (Pridobljeno 26. 4. 2016.)

Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode (novelacija za obdobje od leta 2005 do leta 2017). 2015.

http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/zakonodaja/varstvo_okolja/operativni_programi/operativni_program_komunalne_vode.pdf (Pridobljeno 22. 3. 2015.)

Poročilo o poteku projekta »Odvajanje in Čiščenje odpadne vode v Šaleški dolini« – gradivo za novinarje. 2013. Velenje, KPV d. o. o.: 9 str.

<http://www.saleska-kanalizacija.si/files/file/Gradivo.pdf> (Pridobljeno 23. 5. 2016.)

Predstavitev MOV. 2015.

<http://www.velenje.si/o-velenju/predstavitev> (Pridobljeno 27. 7. 2015.)

Prostorski informacijski sistem (PISO). 2016.

<http://www.geoprostor.net/PisoPortal/Default.aspx?> (Pridobljeno 2015 – 2016.)

Rastlinske čistilne naprave Limnos. 2016.

http://www.limnos.si/rastlinske_cistilne_naprave.php (Pridobljeno 5. 2. 2016.)

Statistični urad RS. 2015.

<http://www.stat.si/obcine/Vsebina.aspx?leto=2014&id=190> (Pridobljeno 27. 7. 2015.)

United Nations Environment Programme. 2014. Division of technology, Industry and Economics. International Source Book On Environmentally Sound Technologies for Wastewater and Stormwater Management. 2014.

http://www.unep.or.jp/ietc/publications/techpublications/techpub-15/main_index.asp (Pridobljeno 25. 6. 2014.)

WISE – Water information system for Europe. 2008. Obvestilo o vodi št. 5

<http://ec.europa.eu> (Pridobljeno 28. 2. 2015.)

Zakoni in predpisi:

Direktiva Sveta ES o čiščenju komunalne odpadne vode (91/692/EEC)

Nacionalni program varstva okolja (Ur.l. RS 83/91).

Resolucija Nacionalnega programa varstva okolja (Ur. l. RS 2/2006).

Zakon o vodah (Uradni list RS št. 67/02, 2/04 - ZZdrI-A, 41/04 - ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13 in 40/14).

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS št. 98/07 in 30/10).

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS št. 45/07, 63/09 in 105/10).

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz objektov reje domačih živali (Uradni list RS št. 10/99, 7/00 in 41/04 - ZVO-1).

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS št. 47/05, 45/07, 79/09 in 64/12).

Uredba o vsebini programa opremljanja stavbnih zemljišč (Ur. l. RS št. 80/07).

Uredba o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (Ur. l. RS št. 87/2012).

Pravilnik o gradnjah na vodovarstvenih območjih, ki se lahko izvedejo samo na podlagi vodnega soglasja, in o dokumentaciji, ki je potrebna za pridobitev vodnega soglasja (Uradni list RS št. 62/04 in 25/09).

Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Uradni list RS št. 64/04, 5/06 in 58/11).

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (Uradni list RS št. 70/96, 71/00, 99/01, 17/03 in 105/08).

Pravilnik o merilih za odmero komunalnega prispevka (Ur. l. RS št. 95/07).

Pravilnik o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne in padavinske vode (Uradni list RS št. 105/02, 50/04 in 109/07).

Odlok o programu opremljanja za obstoječo komunalno opremo in merilih za odmero komunalnega prispevka za območje MOV (Uradni vestnik MO Velenje št. 15/2013).

Interni viri:

Lokalni operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode za območje MO Velenje. 2012. Velenje, Komunalno podjetje Velenje d. o. o.: loč. pag.

Lokalni operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode za območje Občine Šoštanj. 2012. Velenje, Komunalno podjetje Velenje d. o. o.: loč. pag.

Pogodba o prenosu in izvajanju dela investicij v komunalno infrastrukturo, podpisana dne 30.11.1998 med Komunalnim podjetjem Velenje d. o. o. in Mestno občino Velenje, občino Šoštanj in Občino Šmartno ob Paki.

Pogodba o uporabi in upravljanju komunalne infrastrukture, podpisana 23.01.1198 med Komunalnim podjetjem Velenje d.o.o. in Mestno občino Velenje, občino Šoštanj in Občino Šmartno ob Paki.

Program naložb VO/KA 2009 – 2020. Dolgoročni program naložb v vodooskrbovalni sistem ter naložb v odvajanje in čiščenje odpadnih in padavinskih voda za obdobje 2009 – 2020. 2008. Velenje, Komunalno podjetje Velenje d. o. o.: loč. pag.

Statut Komunalnega podjetja Velenje d. o. o. 1997. Velenje, Komunalno podjetje Velenje d. o. o.

Projekti, izdelani na Komunalnem podjetju Velenje d.o.o.:

Projekt za izvedbo (PZI) Čistilna naprava s črpališčem v Vinski Gori. 2013. Velenje, Komunalno podjetje Velenje d. o. o. Št. projekta 87-KA/10.

Projekt za izvedbo (PZI) Kanalizacija Podvin - Pirešica v KS Vinska Gora. 2015. Velenje, Komunalno podjetje Velenje d. o. o. Št. projekta 186-KA/2014.

Projekt za izvedbo (PZI) Kanalizacija obstoječega naselja v Vinski Gori – center. 2013. Velenje, Komunalno podjetje Velenje d. o. o. Št. projekta 89-KA/2010.

Projekt za izvedbo (PZ) Kanalizacija Prelska v KS Vinska Gora. 2016. Velenje, Komunalno podjetje Velenje d. o. o. Št. projekta 200-KA/2014.

Projekt za izvedbo (PZI) Kanalizacija Lokovica z MČN. 2011. Velenje, Komunalno podjetje Velenje d. o. o. Št. projekta 86-KA/2010.

Projekt za izvedbo (PZI) Izgradnja sekundarne kanalizacije obstoječe poselitve Šentilj – center. 2011. Velenje, Komunalno podjetje Velenje d. o. o. Št. projekta: 85-KA/10.

Projekt za izvedbo (PZI) Rastlinska čistilna naprava Limnowet za naselje Šentilj. 2010. Ljubljana, Limnos d. o. o. Št. projekta 40/10.

Ostali viri

Ameršek, I. 2011. Rastlinska čistilna naprava. Rešitev problema komunalne odpadne vode v gorah? Planinski vestnik 116, 7:10 10-12.

Gray, N.F. 2005. Water Technology: an introduction for environmental scientists and engineers. Second Edition. Oxford, Elsevier: 610 str.

Kolar, J. 1983. Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 523 str.

Leverenz, H., Tchobanoglous, G., Darby, L.J. 2002. Review of technologies for the onsite treatment of wastewater in California. Prepared for the California State Water Resources Control Board. Report No. 02- 2.

http://www.waterboards.ca.gov/sandiego/water_issues/programs/wine_country/docs/updates081910/o_wts_review.pdf (Pridobljeno 25. 6. 2014.)

Panjan, J. 2004. Količinske in kakovostne lastnosti voda. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG, IZH: 82 str.

Pečičnik, D. 2014. Primerjava med kompaktnimi, grajenimi in rastlinskimi čistilnimi napravami. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba D. Pečičnik): 70 str.

Rakar, A. 1994. Komunalno gospodarstvo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo: 184 str.