

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/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

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

Kokalj, T., 2016. Idejne rešitve odvajanja
in čiščenja odpadne vode v krajevni
skupnosti Šentlambert, občina Zagorje ob
Savi. Diplomski nalogi. Ljubljana,
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
gradbeništvo in geodezijo. (mentor Drev,
D., somentor Krzyk, M.): 79 str.

Datum arhiviranja: 05-07-2016

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 original version of final thesis.

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

Kokalj, T., 2016. Idejne rešitve odvajanja
in čiščenja odpadne vode v krajevni
skupnosti Šentlambert, občina Zagorje ob
Savi. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University
of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic
engineering. (supervisor Drev, D., co-
supervisor Krzyk, M.): 79 pp.

Archiving Date: 05-07-2016

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

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM VODARSTVO IN
KOMUNALNO INŽENIRSTVO

Kandidat:

TADEJ KOKALJ

**IDEJNE REŠITVE ODVAJANJA IN ČIŠČENJA
ODPADNE VODE V KRAJEVNI SKUPNOSTI
ŠENTLAMBERT, OBČINA ZAGORJE OB SAVI**

Diplomska naloga št.: 285/VKI

**CONCEPTUAL SOLUTION FOR THE COLLECTION
AND TREATMENT OF WASTE WATER IN THE LOCAL
COMMUNITY OF ŠENTLAMBERT - MUNICIPALITY
OF ZAGORJE OB SAVI**

Graduation thesis No.: 285/VKI

Mentor:

doc. dr. Darko Drev

Somentor:

asist. dr. Mario Krzyk

Ljubljana, 23. 06. 2016

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA:

Podpisani Tadej Kokalj izjavljam, da sem avtor magistrskega dela z naslovom »Idejne rešitve odvajanja in čiščenja odpadne vode v krajevni skupnosti Šentlambert, občina Zagorje ob Savi«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Zagorje ob Savi, 16. 5. 2016

Tadej Kokalj

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 628.2/3 (497.4)(043.2)

Avtor: Tadej Kokalj

Mentor: docent. dr. Darko Drev

Somentor: asist. dr. Mario Krzyk

Naslov: Idejne rešitve odvajanja in čiščenja odpadne vode v krajevni skupnosti Šentlambert, občina Zagorje ob Savi

Tip dokumenta: Diplomaska naloga Univerzitetni študij

Obseg in oprema: 79 str., 19 pregl., 3 graf., 20 sl.

Ključne besede: komunalna odpadna voda, čistilna naprava, stroški, odvajanje in čiščenje, razpršena poselitev, Zagorje ob Savi, Krajevna skupnost Šentlambert

Izvleček

Diplomska naloga obsega pregled teoretičnega dela odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode. Podaja variantne rešitve odvajanja in čiščenja odpadne vode v krajevni skupnosti Šentlambert. Obravnavane so rešitve skupnega odvajanja in čiščenja odpadne vode na eni komunalni čistilni napravi za celotno krajevno skupnost, na skupnih čistilnih napravah po posameznih naseljih in individualno čiščenje komunalne odpadne vode v posameznih objektih.

Podane rešitve so ocenjene na podlagi ekonomske in okoljske smotrnosti.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDK: 628.2/.3 (497.4)(043.2)

Author: Tadej Kokalj

Supervisor: Assist. Prof. Darko Drev, Ph.D

Cosupervisor: Mario Krzyk, Ph.D.

Title: Conceptual Solutions for the collection and treatment of waste water in the local community of Šentlambert -Municipality of Zagorje ob Savi

type: 79 p., 19 tab., 3 graph., 20 fig.

Keywords: wastewater, wastewater treatment plant, costs,
draining and cleaning, dispersed settlements, Zagorje ob Savi,
The local community of Šentlambert

Abstract

Graduation thesis deals with theoretic part of draining and cleaning of wastewater. Its goals are alternative solutions for draining and cleaning of wastewater in local community Šentlambert. Treated solutions are draining and cleaning of wastewater from whole local community in one waste water treatment plant, common wastewater treatment plants for every settlement and individual waste water plants for every building.

Evaluation of solution is made by economics and environmental performance.

ZAHVALA

Hvala mentorju dr. Darku Drevu za strokovno podporo pri izdelavi diplomske naloge. Prav tako se zahvaljujem somentorju dr. Mario Krzyku in prof. Jožetu Panjanu za strokovno podporo in usmeritve v začetku pisanja diplomske naloge.

Podjetjem Zagožen d.o.o., Liviplant d.o.o. in Kera-mix d.o.o. za pomoč pri izdelavi preračunov.

Hvala vsem profesorjem, asistentom in sošolcem za vso znanje, pomoč in podporo tekom študija.

Hvala vsem domačim in predvsem tebi Jasna za neumorno podporo.

KAZALO VSEBINE

_Toc451285939

IZJAVA	II
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
ZAHVALA	V
2 UVOD	1
3 ZAKONODAJA	2
3.1 Slovenska zakonodaja	2
3.1.1. Zakon o vodah.....	2
3.1.2. Zakon o varstvu okolja	3
3.1.3. Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo	4
3.1.4. Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode	5
3.1.5. Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode (novelacija za obdobje od leta 2005 in 2017).....	8
3.1.6. Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda.....	11
3.2 Zakonodaja Evropske unije	13
3.3 Pregled predpisov lokalne skupnosti.....	13
4 KOLIČINSKE IN KAKOVOSTNE ZNAČILNOSTI ONESNAŽENIH VODA	24
4.1. Postopki čiščenja odpadnih voda	27
4.1.1. Mehansko čiščenje	29
4.1.2. Biološko čiščenje.....	29
4.1.3. 3.1.3 Odstranjevanje hranil iz odpadne vode	29
4.2. Samoočiščenje odpadne vode	30

5	RAZPRŠENA POSELITEV IN GRADNJA	31
6	ODVODNJAVANJE ONESNAŽENIH VODA.....	33
7.6	Mešan kanalizacijski sistem	33
7.7	Ločen kanalizacijski sistem.....	33
7.8	Zasnova kanalizacijskega sistema	34
7.9	Decentralizirani kanalizacijski sistemi	35
8	TEHNOLOGIJE ČIŠČENJA ONESNAŽENIH VODA MALIH KOMUNALNIH ČISTILNIH NAPRAV	37
8.1	Tehnologije čiščenja komunalne odpadne vode	37
8.2.1	Nepretočne greznice.....	38
8.2.2	Pretočne greznice.....	39
8.2.3	Dvoetažni usedalnik.....	40
8.3	Tehnični postopki za biološko čiščenje	41
8.3.1	Biološke čistilne naprave z aktivnim blatom.....	41
8.4	Biološke čistilne naprave s pritrjeno biomaso	44
8.5	Rastlinske čistilne naprave	45
8.6	Pasivne čistilne naprave.....	46
8.7	MBR tehnologija čiščenja	47
8.8	Načini izpusta prečiščene komunalne in meteorne vode.....	47
8.8.1	Čiščenje v jarkih in drenažnih sistemih.....	48
8.8.2	Talni filtri in ponikovalna polja	48
8.8.3	Čiščenje v nasipih.....	49
8.8.4	Namakanje.....	49

8.8.5	Evapotranspiracijski sistemi	49
9	OPIS OBRAVNAVANEGA OBMOČJA.....	50
9.1	Občina Zagorje ob Savi	50
9.2	Krajevna skupnost Šentlambert.....	50
10	HIDRAVLIČNO DIMENZIONIRANJE KANALIZACIJSKEGA SISTEMA.....	54
10.1	Dimenzioniranje kanalizacijske cevi	54
10.2	Dimenzioniranje revizijskih jaškov	55
10.3	Dimenzioniranje črpališča.....	56
10.4	Dimenzioniranje čistilne naprave	56
11	VARIANTNE REŠITVE ODVODNJAVANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA...59	
11.1	Variantna rešitev 1: Odvajanje in čiščenje odpadne vode celotne krajevne skupnosti Šentlambert na skupni mali komunalni čistilni napravi Mošenik	59
11.2	Variantna rešitev 2: Odvajanje in čiščenje odpadne vode na skupni komunalni čistilni napravi v posameznem naselju	60
11.3	Variantna rešitev 3: Čiščenje odpadne vode v individualni mali komunalni čistilni napravi posameznega objekta.....	70
11.4	Ekonomska analiza variantnih rešitev odvajanja in čiščenja odpadne komunalne vode	72
12	ZAKLJUČEK	74
VIRI		75

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Mejne vrednosti KPK in BPK ₅ pri primernem čiščenju	6
Preglednica 2: Program ureditve odvajanja in čiščenja odpadnih voda	9
Preglednica 3: Prve meritve glede na vlikost čistilne naprave	12
Preglednica 4: Uporaba materialov za cevi	19
Preglednica 5: Odmiki ostalih objektov od kanalizacijske cevi	20
Preglednica 6: Razdalje med revizijskimi jaški	21
Preglednica 7: Poraba vode in odtok odpadne vode v gospodinstvih	25
Preglednica 8: Pregled metod čiščenja odpadne vode in njihovih učinkov.....	28
Preglednica 9: Prebivalstvo po velikostnih razrednih naselij, 1. januar 2012	32
Preglednica 10: Prednosti in pomanjkljivosti kanalizacijskega sistema	33
Preglednica 11: Prednosti in pomanjkljivosti ločenega kanalizacijskega sistema	34
Preglednica 12: Centralizirani in decentralizirani sistem odvajanja in čiščenja odpadnih voda	36
Preglednica 13: Pregled malih čistilnih naprav in vrste čiščenja.....	38
Preglednica 14: Število prebivalcev v posameznem naselju	51
Preglednica 15: Pravni subjekti v krajevni skupnosti Šentlambert	52
Preglednica 16: Povprečno število članov v gospodinjstvu za posamezno naselje	54
Preglednica 17: Razdalje med revizijskimi jaški	55
Preglednica 18: Tehnične karakteristike tipskih čistilnih naprav Zagožen	58
Preglednica 19: Prednosti in slabosti posamezne variantne rešitve	71

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Dobavljena voda slovenskim gospodinjstvom	25
Grafikon 2: Celotni stroški v dobi 25 let.....	72
Grafikon 3: Pregled stroškov variantne rešitve 3 po 25 letih	73

KAZALO SLIK

Slika 1: Sestava odpadne vode iz gospodinjstev	24
Slika 2: Metode čiščenja odpadnih voda	28
Slika 3: Tri prekatna pretočna greznica podjetja Zagožen d.o.o.	40
Slika 4: Dvoetažni usedalnik	41
Slika 5: Postopek čiščenja odpadne vode z aktivnim blatom	42
Slika 6: Shematični prikaz SBR sistema za odstranjevanje fosforja in dušika iz odpadne vode	43
Slika 7: Precejalnik	45
Slika 8: Pasivna čistilna naprava Fann.....	47
Slika 9: Topografski prikaz obravnavanega območja v merilu 1:30000.....	53
Slika 10: Lokacija skupne čistilne naprave Mošenik	60
Slika 11: Fotografija naselja Šentlambert	61
Slika 12: Fotografija naselja Jarše	62
Slika 13: Fotografija naselja Borje	63
Slika 14: Fotografija naselja Golče.....	64
Slika 15: Fotografija naselja Jablana	65
Slika 16: Fotografija naselja Kal	66
Slika 17: Fotografija dela naselja Špital.....	67
Slika 18: Fotografija zaselka Zavšenik – Kolk.....	68
Slika 19: Fotografija naselja Kolk	68
Slika 20: Fotografija naselja Senožeti	69

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

MKČN Mala komunalna čistilna naprava

CČN Centralna čistilna naprava

PE Populacijski ekvivalent

KPK Kemijska potreba po kisiku

BPK₅ Biokemijska potreba po kisiku v petih dneh

GJS Gospodarska javna služba

SN-cevi Nominalna togost cevi

DN-cevi nominalni diameter cevi (diametre nominel)

UV-žarki Ultravijolični žarki

SIST-EN Slovenski nacionalni standard, prevzeti evropski standard

°C Stopinje Celzija

NH₃ Amonijak

H₂SO₄ Žveplova kislina

H₃PO₄ Fosforna kislina

NO₃⁻ Nitrat

PO₄ Fosfat

SBR Sekvenčni biološki reaktor

RČN Rastlinska čistilna naprava

MBR Membranski biološki reaktor

1 UVOD

Čiščenje in odvajanje odpadne vode je zaveza za kvalitetnejše okolje. V Sloveniji je zgrajenih večina od načrtovanih čistilnih naprav v aglomeracijah večjih od 2000 PE. Naslednji korak so nekoliko redkeje poseljena območja, kjer skupno odvajanje odpadne vode na eno čistilno napravo ni nujno najučinkovitejša rešitev. Potreben je pregled različnih možnosti reševanja odvodnjavanja in čiščenja odpadne vode.

Namen diplomske naloge je raziskati možnosti načina čiščenja odpadne vode v krajevni skupnosti Šentlambert, podati možne variantne rešitve in jih ovrednotiti. Javna infrastruktura in ekološki napredek v družbi predstavljata problem in ne rešitve, udeleženi v tej panogi dajejo občutek nezainteresiranosti in v investicijah v odvajanje in čiščenje odpadne vode ne iščejo vedno najbolj smotrne rešitve.

V diplomski nalogi sem v sklopu teoretičnega dela pregledal slovensko in evropsko zakonodajo ter pravilnike in odloke lokalne skupnosti, ki urejajo področje odvajanja in čiščenja odpadne vode. Opredelil sem pojem razpršene poselitve, ki je značilno za omenjeno krajevno skupnost, načine odvajanja onesnažene vode, postopke in tehnologije čiščenja komunalne odpadne vode, ki se pojavljajo v Sloveniji.

Krajevna skupnost Šentlambert, ki se razprostira na jugo-zahodnem delu občine Zagorje ob Savo, na reliefno zelo razgibanem delu Posavskega hribovja. Dobrih petsto prebivalcev krajevne skupnosti prebiva v kar 11 naseljih, nekateri izmed njih pa so razdeljeni v več zaselkov. Pregled možnih variant odvajanja in čiščenja odpadne vode sem oblikoval na treh rešitvah: ena skupna čistilna naprava za celotno krajevno skupnost, skupna čistilna naprava v posameznem naselju in individualne čistilne naprave za posamezne objekte. Predlagane rešitve so v zastavljene v okviru zakonskih določb in variantnih rešitev, ki so že bile implementirane v Sloveniji.

Vsako izmed rešitev bom stroškovno ovrednotil in pregledal prednosti in slabosti s stališča uporabnikov, lokalne skupnosti, javnega komunalnega podjetja.

Diplomsko delo je ciljno usmerjeno v iskanje najprimernejše rešitve odvajanja in čiščenja odpadne vode. Hipoteza, ki jo bom tekom dela dokazal ali ovrgel je, da je v krajevni skupnosti Šentlambert stroškovno najbolj smotrna rešitev vgrajevanja individualnih čistilnih naprav za samostojne objekte.

2 ZAKONODAJA

2.1 Slovenska zakonodaja

Republika Slovenija na področju čiščenja in odvajanja odpadnih voda ureja z naslednjimi zakonskimi predpisi:

- Zakon o vodah,
- Zakon o varstvu okolja,
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo,
- Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode,
- Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode,
- Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda.

V nadaljevanju bom predstavil posamezne zakonske akte in kako zajemajo področja čiščenja in odvajanja odpadnih voda.

2.1.1 Zakon o vodah

Zakon ureja upravljanje z morjem, celinskimi in podzemnimi vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči.

Cilj Zakona o vodah je:

- doseganje dobrega stanja voda in z vodami povezanih ekosistemov,
- zagotavljanje varstva pred škodljivim delovanjem voda,
- ohranjanje in uravnavanje vodnih količin,
- spodbujanje trajnostne rabe voda.

Rabo in druge posege v vode, vodna in priobalna zemljišča ter kmetijska, gozdna in stavbna zemljišča je treba programirati, načrtovati in izvajati tako, da se:

- ne poslabšuje stanja voda,
- omogoča varstvo pred škodljivim delovanjem voda, ohranjanje naravnih procesov ter varstvo naravnih vrednot in območij.

Zakonsko so določeni tudi ukrepi na področju varstva voda in z vodo povezanih ekosistemi, kot so prepovedi in omejitve odvajanja odpadnih voda. Zakonsko prepovedano odvajanje odpadnih voda neposredno v podzemne vode in stoječa vodna telesa celinskih voda.

Posegi na področju urejanja voda ne smejo bistveno poslabšati lastnosti vodnega režima in naravnega ravnovesja z vodo povezanih ekosistemov. Med ukrepe urejanja voda spadajo:

- **ohranjanje in uravnavanje vodnih količin**, ki ga dosežemo z izvajanjem ukrepov, da se zagotovi potrebna količinska, časovna in prostorska razporeditev vode.
- **varstvo pred škodljivim delovanjem voda**, ki obsega izvajanje ukrepov, s katerimi se zmanjšuje ali preprečuje ogroženost pred škodljivim delovanjem voda, kot tudi odpravlja posledice škodljivega delovanja voda. Nanaša se predvsem na varstvo pred poplavami, erozijo celinskih voda, erozijo morja, plazovi, ledom na celinskih vodah in izrednim onesnaževanjem voda.
- **vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč**, kar preko zakonsko določenih dolžnosti zagotavljajo država, lokalna skupnost, lastnik zemljišča in imetnik vodne pravice.
- **skrb za hidromorfološko stanje vodenega režima**

2.1.2 Zakon o varstvu okolja

Namen zakona je spodbujanje in usmerjanje družbenega razvoja na način, ki prinaša dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, njegovo počutje in kakovost življenja, hkrati pa poskrbi za ohranitev biotske raznovrstnosti.

V Zakonu o varstvu okolja so izpostavljeni naslednji cilji:

- preprečitev in manjše obremenjevanje okolja,
- ohranitev in izboljšanje kakovosti okolja,
- trajnostna raba virov v naravi,
- zmanjšanje porabe električne energije z povečevanjem deleža obnovljivih virov energije,
- zmanjševanje obremenjevanja okolja,
- opuščanje in nadomeščanje uporabe nevarnih snovi.

Temeljna načela v zakonu so načelo trajnostnega razvoja, celovitosti, sodelovanja, preventive, previdnosti, odgovornosti povzročitelja, plačila za obremenitev okolja, subsidiarnega ukrepanja,

spodbujanja okolju prijaznega načina življenja, javnosti okoljskih podatkov, varstva pravic, dopustnosti posegov v okolje in načelo ekološke funkcije lastnine.

V zakonu je opredeljen splošen postopek in pogoji pridobitve okoljevarstvenega dovoljenja, njegova vsebina, stranke v postopku in ostali pogoji.

Opisan je tudi namen in cilji ekološkega sklada Republike Slovenije in možni načini finančnih pomoči s strani države in ministrstva za okolju prijazne projekte.

Zakon navaja obvezne gospodarske javne službe varstva okolja tako na državni kot občinski ravni.

2.1.3 Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo

Uredba v skladu z evropsko zakonodajo:

- določa mejne vrednosti emisije snovi in toplote v vode in v javno kanalizacijo,
- določa postopek vrednotenja emisije snovi in toplote,
- vsebuje prepovedi, omejitve in ukrepe za zmanjšanje emisije snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda,
- določa vsebino okoljevarstvenega dovoljenja in primere naprav, za katere pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja ni potrebno.

Emisija snovi v prečiščeni vodi se meri na iztoku čistilne naprave.

Čezmerno obremenjevanje komunalne čistilne narave je določeno, če 20 % meritev v okviru obratovalnega monitoringa presega določeno mejno vrednost ali če katerikoli merjeni parameter presega mejno vrednost za 100 %. Prav tako se za čezmerno obremenjevanje komunalne čistilne naprave določa tudi v primeru, da povprečna vrednost merjenega parametra presega mejno vrednost.

Uredba določa, da je potrebno pridobiti okoljevarstveno dovoljenje za vsako čistilno napravo večjo od 49 PE, iz katere je iztok prečiščene vode odveden v vodotok ali posredno v podzemne vode. Okoljevarstveno dovoljenje je potrebno pridobiti najkasneje ob pridobitvi gradbenega dovoljenja.

Uredba predvideva obvezen priklop na javno kanalizacijsko omrežje, kjer je grajeno. V primeru, da stavba leži na območju, kjer ni zgrajena javna kanalizacija, je potrebno odpadno vodo očistiti na mali komunalni čistilni napravi ali nepretočni greznici.

Upravitelj stavbe mora prav tako poskrbeti za odvodnjo padavinske vode v vodotoke ali posredno v podzemno vodo. Padavinske vode ni potrebno prečistiti v lovilcu olja v primeru da gre za naslednje površine:

Ne glede na določbe tretjega odstavka prejšnjega člena okoljevarstvenega dovoljenja ni treba pridobiti za obratovanje zadrževalnika padavinske odpadne vode, čistilne naprave padavinske odpadne vode ali lovilca olj, če so namenjeni odvajanju padavinske odpadne vode iz površin:

- športni objekt,
- vojaški objekt,
- pokopališče,
- železnico,
- mestno železnico,
- letališko stezo,
- parkirišča za osebna vozila manjša od 5 ha,
- parkirišča za vozila z maso več kot 7,5 t s parkirno površino manjšo od 3 ha,
- javne ceste, za katere glede na predpis, ki ureja emisijo snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest, ni potrebno zagotoviti padavinske vode s cestišča.

Prve meritve parametrov očiščene vode mora zagotoviti investitor oziroma upravitelj nove čistilne naprave. Za čistilne naprave večje od 50 PE, je potrebno zagotoviti obratovalni monitoring, večje od 10.000 PE pa trajne meritve količine odpadnih vod.

V uredbi je določen tudi obseg in priloge poslovnika čistilne naprave večje od 50 PE, ter obratovalni dnevnik čistilne naprave.

2.1.4 Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode

Uredba je stopila v veljavo 31.12.2015 in določa:

- merila za določanje občutljivosti vodnih teles,
- mejne parametre emisij snovi in ukrepe za zmanjševanje pri odvajanju odpadne komunalne vode,
- način izvedbe monitoringa stanja vodnih teles obremenjenih z komunalno odpadno vodo,
- posebne zahteve obratovanja malih komunalnih čistilnih naprav,

- okvire izvajanja, oskrbovalne standarde, ukrepe in normative odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode s strani občinskih gospodarskih javnih služb.

Uredba se uporablja za komunalne odpadne vode, padavinske odpadne vode, odvajane v kanalizacijo, mešane odpadne vode (komunalne, industrijske, padavinske). Prav tako se določila uredbe nanašajo na komunalne in skupne čistilne naprave.

Z novo uredbo so se spremenili zahtevani parametri onesnaženosti očiščene odpadne vode. Pri čistilnih napravah manjših od 50 PE se biokemijska potreba po kisiku (BPK₅) ne meri več.

Preglednica 1: Mejne vrednosti KPK in BPK₅ pri primernem čiščenju

Parameter onesnaženosti	Skupna obremenitev aglomeracije ali zmogljivost čistilne naprave	
	< 50 PE	≥ 50 PE in < 2000 PE
Kemijska potreba po kisiku (KPK)	200 mg/L	150 mg/L
Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅)	/	30 mg/L

Naloge gospodarske javne službe po uredbi so:

- odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode na območju javne kanalizacije,
- vzdrževanje javne kanalizacije,
- prevzem, odvoz in obdelava blata in odpadne vode v primeru individualnih načinov čiščenja odpadne vode,
- pregledovanje malih komunalnih čistilnih naprav z zmogljivostjo manjšo od 50 PE,
- odvajanje in čiščenje padavinske vode s cest, streh, zasebnih utrjenih območij manjših od 100 m² ter industrijske vode, ki se odvajajo v javno kanalizacijo,
- obveščanje uporabnikov na območju delovanja javne službe,
- izdelava programa, vodenje evidence in poročanje o izvajanju javne službe,

Uredba (2015) predvideva območja poselitve ali aglomeracije, kjer je poseljenost, izvajanje gospodarske ali druge dejavnosti zgoščena do te mere, da je izvedljivo zbiranje in odvajanje komunalne odpadne vode v kanalizaciji ter končno čiščenje v komunalni čistilni napravi. Aglomeracije so določene v Operativnem programu odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode.

Vsaka posamezna aglomeracija mora biti opremljena z javnim kanalizacijskim omrežjem in komunalno čistilno napravo. Izjema so aglomeracije, s skupno obremenitvijo manjšo od 500 PE, če občina na podlagi ekonomske analize ugotovi, da bi opremljanje z javnim kanalizacijskim omrežjem in skupno čistilno napravo povzročilo trikrat večje stroške od opremljanja z malimi komunalnimi čistilnimi napravami za skupine ali posamezne objekte.

Prav tako posamezen objekt v aglomeraciji, ki je manjši od 50 PE ni potrebna priključitev na skupno čistilno napravo, če bi dolžina kanalizacijskega priključka presegala 100 m ali bi gradnja kanalizacijskega priključka povzročila nesorazmerno višje stroške kot individualno čiščenje odpadne vode.

Uredba določa tudi pogoje, ki jih mora lastnik objekta na območju izven aglomeracije. Individualno čiščenje odpadne vode se ob določenih pogojih izvaja:

- s priklopom na javno kanalizacijo sosednje aglomeracije,
- v mali komunalni čistilni napravi,
- čiščenje v mali komunalni čistilni napravi sestavljeni iz predizdelane ali na mestu vgradnje sestavljene pretočne greznice in enote za nadaljnje čiščenje, filtriranje in infiltriranje izdelano po določenih standardih.

Izjeme veljajo za eno- ali dvostanovanjske objekte, nestalno naseljene objekte naseljene objekte brez restavracije ali stavbe za kratkotrajno nastanitev, ki nimajo oskrbe s pitno vodo iz javnega vodovoda. Ti objekti za čiščenje odpadne vode lahko uporabijo dimenzijsko predpisano 3-prekatno pretočno greznico v povezavi z enoto za nadaljnjo čiščenje, filtracijo in infiltracijo.

Lastnik objekta mora zagotoviti načrtovanje, gradnjo, vzdrževanje in upravljanje male komunalne čistilne naprave ali nepretočne greznice v njegovi lasti. Upravljavec male komunalne čistilne naprave manjše od 50 PE mora:

- izvajalcu gospodarske javne službe zagotoviti prevzem in odvoz blata in mu omogočiti pregled čistilne naprave,
- hraniti izjavo o lastnostih čistilne naprave, navodila za obratovanje in vzdrževanje, vodno soglasje, poročilo o opravljenih prvih meritvah, dokumentacijo o opravljenih delih na MKČN in podatke o ravnanju z blatom tekom obratovanja naprave,

Rok za izgradnjo čistilnih naprav, večjih od 500 PE in manjših od 2000 PE, je 31.12.2021 za občutljiva območja in 31.12.2023 za vsa ostala območja.

Obstoječi objekti, zgrajeni pred 14.12.2002, ki imajo urejeno čiščenje odpadne vode v pretočni greznici, ki je v skladu s predpisi v času gradnje objekta, morajo zagotoviti čiščenje odpadne vode v skladu z uredbo do 31.12.2021 oziroma najkasneje do prve rekonstrukcije objekta.

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

Operativni program je dokument, s katerim je s strani države določeno na kakšen način in do katerega datumskega roka mora biti urejeno odvajanje in čiščenje odpadne vode za vsa poselitvena področja v Sloveniji.

Dokument vsebuje:

- opis slovenske zakonodaje in zakonodaje Evropske unije,
- opis obstoječega stanja na področju odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode,
- opredeljene cilje operativnega programa,
- obveznosti in ukrepe v zvezi z odvajanjem in čiščenjem komunalne odpadne vode,
- priloge.

Cilja operativnega programa sta izvedba javne kanalizacije in izvedba individualnih rešitev, za stavbe, za katere javna kanalizacija ni predpisana, v skladu s tehničnimi in okoljskimi standardi, ki veljajo za odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode.

Med prilogami so zajeti kartografski prikazi območji poselitve za posamezne dele Slovenije, priporočila glede malih komunalnih čistilnih naprav, razvitost javne kanalizacije v občinah, seznam območij poselitve po poglavjih in obstoječe stanje.

V tabeli je pregled programa ureditve odvajanja in čiščenja odpadnih voda, glede na rok izgradnje, obremenjenost območja poselitve, območja s posebnimi zahtevami, različna vodna območja in gostoto poselitve.

	OSNOVNI PROGRAM							
STOPNJE								
Rok	31.12.2015	31.12.2015	31.12.2008	31.12.2015	31.12.2010	31.12.2010	31.12.2010	31.12.2010
Določitev	odvajanje v javno kanalizacijo in ustrezno čiščenje po	odvajanje v javno kanalizacijo in terciarno čiščenje	odvajanje v javno kanalizacijo in terciarno čiščenje	odvajanje v javno kanalizacijo in ustrezno čiščenje	odvajanje v javno kanalizacijo in sekundarno čiščenje	odvajanje v javno kanalizacijo in sekundarno čiščenje	odvajanje v javno kanalizacijo in sekundarno čiščenje	odvajanje v javno kanalizacijo in sekundarno čiščenje
Obremenjenost območja poselitve	med 2.000 PE in 10.000 PE	med 10.000 PE in 15.000 PE	več kot 10.000 PE	med 2.000 PE in 15.000 PE	med 15.000 PE in 100.000 PE	več kot 15.000 PE	več kot 100.000 PE	kot več kot 100.000 PE
Občutljiva območja ali območja s posebnimi zahtevami	ja	ne	ja	ne	ne	ne	ne	ne
Vodno območje	vsa	Donava	vsa	vsa	Donava	Jadransko morje	Donava	
Gostota poselitve								
Dodatno					31.12.2015, rok za terciarno čiščenje		31.12.2015, rok za terciarno čiščenje	

DODATNI PROGRAM									
STOPNJE	7	6	5	4	3	2	1		
Rok	31.12.2017	31.12.2017	31.12.2015	31.12.2017	31.12.2015	31.12.2017	31.12.2017	31.12.2017	31.12.2017
Določitev	dodatna obdelava komunalne odpadne	odvajanje v čiščenje v mali komunalni čistilni napravi	in v čiščenje v mali komunalni čistilni napravi	odvajanje in čiščenje po Operativnem programu	ustrezno odvajanje in čiščenje po Operativnem programu	ustrezno odvajanje in čiščenje po Operativnem programu	ustrezno odvajanje in čiščenje po Operativnem programu	ustrezno odvajanje in čiščenje po Operativnem programu	ustrezno odvajanje in čiščenje po Operativnem programu
Obremenjenost območja naseljene [PF]				nad 50	nad 50	med 50 in 450	med 450 in 900	med 900 in 2.000	
Občutljiva območja	ja	ne	ja	ne	ja	ne	ne	ne	ne
Vodno območ.	vsa	vsa	vsa	vsa	vsa	vsa	vsa	vsa	vsa
Gostota poselitve						12 - 20	11 - 20	10 - 20	
Dodatno	območja ki so uvrščena v dodatne stopnje od 1. do 5.	za posamezne stavbe. Ki niso vključene v predhodne stopnje	za posamezne stavbe. Ki niso vključene v predhodne stopnje	javna kanalizacija ali ustrezna komunalna, skupna ali mala komunalna čistilna naprava že zgrajena	javna kanalizacija ali ustrezna komunalna, skupna ali mala komunalna čistilna naprava že zgrajena				

2.1.6 Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda

Pravilnik določa:

- parametre, vrste in obseg prvih meritev in obratovalnega monitoringa odpadnih voda,
- metodologijo vzorčenja,
- merjenje in analizo vzorcev,
- metodologijo merjenja pretoka odpadne vode,
- vrednotenje in vsebino poročila o opravljenih prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadne vode,
- način in obliko sporočanja podatkov o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu,
- tehnične pogoje za izvajanje meritev in monitoringa,
- razloge za odvzem pooblastila za izvajanje monitoringa odpadne vode.

»Izvedba prvih meritev ali obratovalnega monitoringa obsega:

- merjenje pretoka in temperature vodotoka;
- merjenje pretoka odpadne vode med vzorčenjem;
- vzorčenje odpadne vode;
- merjenje temperature in pH-vrednosti odpadne vode med vzorčenjem;
- pripravo, prevoz in shranjevanje vzorcev;
- kemijsko, biološko in ekotoksikološko analizo vzorca odpadne vode glede na osnovne in dodatne parametre ter mikrobiološko preskušanje vzorca;
- vrednotenje emisije snovi, emisijskega deleža oddane toplote ter izračun letne količine odpadne vode in letne količine onesnaževal;
- izračun emisijskega faktorja ali učinka čiščenja odpadne vode za posamezni parameter, če je za emisijski faktor oziroma učinek čiščenja odpadne vode predpisana mejna vrednost;
- izračun letnega seštevka enot obremenitve okolja zaradi odvajanja odpadnih voda, če gre za napravo, iz katere se odvaja industrijska odpadna voda, in
- izdelavo poročila o opravljenih meritvah v skladu z 20., 21. in 22. členom tega pravilnika.«

(Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda, str. 10509, Uradni list Republike Slovenije št. 94)

Pri komunalnih čistilnih napravah so osnovni parametri določanja neraztopljene snovi, KPK in BPK₅. Slednja dva parametra sta tudi osnovna parametra določanja pri malih komunalnih čistilnih napravah.

Pri merjenju prvih meritev se poleg osnovnih in dodatnih parametrov prečiščene odpadne vode v čistilni napravi večji od 50 PE določata tudi pretok odpadne vode med vzorčenjem na vtočnem in iztočnem merilnem mestu čistilne naprave in pretok in temperatura vodotoka, v katerega se odvaja prečiščena voda. Prve meritve se izvajajo ob zagonu ali rekonstrukciji čistilne naprave.

Preglednica 3: Prve meritve glede na velikost čistilne naprave

Velikost čistilne naprave [PE]	Število prvih meritev ob poskusnem obratovanju	Občasne meritve
do 49	1 meritev	Meritve niso predpisane
50-199	2 meritvi	2 meritvi vsako drugo leto
200-1000	2 meritvi	2 meritvi vsako leto

Za izvajanje prvih meritev in obratovalnega monitoringa je potrebno urediti merilno mesto, ki:

- je dostopno in označeno,
- zaščiteno pred poplavami, plazovi in prometom,
- dovolj daleč od iztoka v vodotok, da se prepreči možnost vpliva vodotoka na vzorec,
- dosegljivo z nivoja oziroma z dostopno lestvijo v jašku s prostorom za delo dveh oseb,
- omogočena mora biti namestitev opreme in terenske meritve,
- omogočen mora biti laminarni tok za odvzem vzorca (raven del cevi pred vzorčnim jaškom v dolžini desetkratnika dimenzije premera cevi),
- globina vode na merilnem mestu minimalno 5 cm.

Merilno mesto za izvajanje prvih meritev in obratovalnega monitoringa mora biti urejeno tako, da je:

- lahko dostopno (peš ali z avtomobilom) in očiščeno ter označeno,
- zavarovano pred poplavo, plazom ali cestnim prometom,
- pri daljših časovnih meritvah zaradi varnosti merilne opreme urejeno v ograjenem prostoru,

- izbrano v takšni oddaljenosti od iztoka v vodno telo ali javno kanalizacijo, da se prepreči popačenje rezultatov zaradi morebitne povratne vode iz odvodnika,

2.2 Zakonodaja Evropske unije

2.2.1 Direktiva 91/271/EGS

Direktiva določa in ureja odvajanje in čiščenje komunalne in biološko razgradljive industrijske odpadne vode. Cilj direktive je varovanje okolja pred odvajanjem biološko razgradljivih odpadnih voda. V direktivi so predpisani roki, ki določajo izgradnjo ustreznega načina odvajanja in čiščenja odpadne vode in mejne emisijske vrednosti za izpuste v vode. V direktivi so določena prehodna obdobja za roke, v katerih mora Slovenija izpolniti predpisane zahteve.

2.2.2 Direktiva 2000/60/ES

V tej direktivi so zapisani načini in metode upravljanja z vodami. Direktiva je podlaga za zakonodajne akte evropske skupnosti na področju upravljanja z vodami.

2.2.3 Ostale direktive

Operativni program (2010) zajema še naslednji direktivi, ki deloma zajemata področje odpadnih voda:

- Direktiva Sveta 98/83/ES o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi,
- Direktiva o kakovosti kopalnih voda (leto 1975).

2.3 Pregled predpisov lokalne skupnosti

2.3.1 Odlok o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode na območju Občine Zagorje ob Savi

Začetek veljavnosti: 27. 12. 2013

Namen odloka je ureditev učinkovitega izvajanja GJS na področju odvajanja in čiščenja odpadne vode v občini Zagorje ob Savi, uskladitev z veljavnimi predpisi na področju varovanja okolja in voda ter zagotovitev trajnostnega razvoja GJS, virov financiranja in nadzora.

V njem je opredeljeno, da izvajanje GJS izvaja Javno podjetje Komunala Zagorje d.o.o.

Čiščenje komunalne odpadne vode se zagotavlja po naslednjih postopkih:

- v centralni čistilni napravi Zagorje ob Savi (zgrajena l. 2015), preko centralnega kanalizacijskega omrežja na območjih, ki bodo priključena na urejeno javno kanalizacijo,
- v čistilni napravi Izlake (projekt še ni realiziran), preko centralnega kanalizacijskega omrežja na območjih, ki bodo priključena na urejeno javno kanalizacijo
- v MKČN ali nepretočnih greznicah na območjih, ki ne bodo priključena na urejeno javno kanalizacijo.

Prevzem in obdelava blata iz MKČN, obstoječih pretočnih greznic ter komunalna voda iz nepretočnih greznic se izvaja na CČN Zagorje.

V odloku so opisane naloge GJS tako na območjih, ki so opremljena z javno kanalizacijo, kot na območjih ki niso opremljena z javno kanalizacijo. Tako mora izvajalec GJS na območjih, ki so opremljeni z javno kanalizacijo:

- vzdrževati in čistiti objekte javne kanalizacije,
- odvajanje in čiščenje komunalne in zbrane padavinske vode,
- odvajanje in čiščenje ustrezno predhodno očiščene industrijske odpadne vode, zbrane v javni kanalizaciji,
- opravljati prve meritve in obratovalnih monitoring ter izdelava ocene obratovanja za MKČN

Na območjih kjer javna kanalizacija ni urejena, pa izvajalec GJS zagotavlja:

- praznjenje nepretočnih greznic,
- prevzem blata iz obstoječih pretočnih greznic in MKČN,
- opravljanje prvih meritev in obratovalnega monitoringa ter izdelava ocene obratovanja za MKČN,
- izdajo potrdil in strokovnih ocen obratovanja MKČN.

Opisani so tudi viri financiranja izvajalca GJS in upravni postopki, povezani z odvajanjem in čiščenjem odpadne vode.

Opredeljena je gradnja novih kanalizacijskih omrežij. Vsa nova kanalizacijska omrežja se morajo graditi v ločenem omrežju, z izjemami kadar:

- ni možno padavinske vode ločiti iz omrežja, kjer ni ustreznega odvodnika in ni možnosti ponikanja,
- zaradi pomanjkanja prostora ni mogoča gradnja vzporednih kanalov,
- je padavinska voda močno onesnažena in neprimerna za odvajanje v vodotok ali ponikanje,
- padavinske vode z območja stanovanjskih objektov ni možno odvajati v vodotok ali ponikati preko ponikovalnic.

Izvedba ponikovalnice mora imeti projektno dokumentacijo z geološkim poročilom, iz katerega je razvidno, da ponikanje padavinske vode ne ogroža sosednjih parcel, objektov ali podtalnice v vodovarstvenem območju.

V primeru, da investitor v novo kanalizacijsko omrežje in pripadajoče objekte ni država ali lokalna skupnost in bo investicija obravnavana kot javna kanalizacija, se po končani gradnji lastništvo preda občini Zagorje ob Savi. Za prevzem s strani občine je potrebna naslednja dokumentacija:

- »gradbeno dovoljenje,
- projekt izvedenih del,
- elaborat geodetskega posnetka za vpis v kataster in potrdilo o vpisu v kataster gospodarske javne infrastrukture,
- zapisnik o opravljenih preizkusih tesnosti cevovodov in jaškov,
- poročilo o pregledu kanalov s predloženim video posnetkom,
- zapisnik o uspešnem tehničnem pregledu,
- uporabno dovoljenje,
- garancijske izjave,
- notarsko overjene služnostne pogodbe ali pogodbe o pravici dostopa do omrežja in objektov javne kanalizacije.«

(Odlok o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode na območju Občine Zagorje ob Savi, Uradni list Republike Slovenije 2013, št. 111, stran 13135 – 13136)

Na območjih, kjer je zgrajena javna kanalizacija so vse naprave in objekti javne kanalizacije v lasti občine Zagorje ob Savi. Ostali objekti in naprave, kot so vsi kanalizacijski priključki, objekti in naprave za predčiščenje in čiščenje odpadnih vod, interna kanalizacija, črpališča in naprave za preprečevanje povratnih vod v objekt, so last uporabnika. V odloku so natančneje opisane zahteve za kanalizacijske priključke in ostale naprave in objekte za odvajanje in čiščenje odpadne vode v lasti uporabnika.

Priključitev uporabnikov na območju z zgrajenim javnim kanalizacijskim omrežjem je obvezno. Priključitev zunaj območja aglomeracije je obvezna, v kolikor je letna obremenitev zaradi odvajanja odpadne vode na 1 m zgrajenega omrežja večja od 0,02 PE in je možno gravitacijsko odvajanje odpadne vode.

Izvajalec GJS mora obvestiti bodočega uporabnika o obveznosti priključitve njegovega objekta na javno kanalizacijsko omrežje in hkrati podati potrebne zahteve.

Priključek na kanalizacijo mora biti izveden mimo obstoječe greznice oz. MKČN.

Odlok obravnava osnove za oblikovanje cen in obračun storitev odvajanja in čiščenja odpadne vode.

Na območjih kjer ni urejeno odvajanje preko javne kanalizacije, mora investitor obvezno izgraditi MKČN izjemoma pa tudi nepretočne greznice. Uporabnik je ob izgradnji MKČN dolžan pridobiti oceno o obratovanju čistilne naprave. Oceno o obratovanju opravi izvajalec javne službe na stroške uporabnika. Padavinske vode je potrebno odvajati v zadrževalnike padavinskih voda, neposredno v naravne odvodnike ali pa jih ponikati v tla.

Blato iz obstoječih pretočnih greznic, MKČN in odpadno vodo iz nepretočnih greznic zbira izvajalec javne službe in odvaža na centralno čistilno napravo. Blato iz naprav za individualno čiščenje odpadne vode se ne sme odlagati na kmetijskih površinah.

Pooblaščen izvajalci del pri vzdrževanju, rekonstrukciji ali novogradnji cestne, komunalne in ostale infrastrukture morajo zagotoviti, da ostane obstoječe kanalizacijsko omrežje s pripadajočimi objekti in instalacijami nepoškodovano. Za vse posege na območju javne kanalizacije je predhodno potrebno pridobiti soglasje lastnika oziroma upravljavca kanalizacije.

Odlok v zaključku predpisuje nadzor nad izvajanjem določil odloka in kazenske določbe. V poglavju prehodnih in končnih odločb pa so opisani datumi izgradnje ločenega kanalizacijskega sistema v

posameznih naselij, način zbiranja odpadne vode do izgradnje javne kanalizacije. Prav tako pa je opisan tudi način izvajanja storitev povezanih s individualnim čiščenjem odpadnih voda do izgradnje javnega kanalizacijskega sistema.

2.3.2 Tehnični pravilnik o objektih in napravah za odvajanje in čiščenje odpadnih in padavinskih voda

Datum začetka veljavnosti: 11. 1. 2014

Pravilnik ureja tehnično izvedbo in uporabo infrastrukture za odvajanje in čiščenje komunalne in industrijske odpadne in padavinske vode v občini Zagorje ob Savi. Njegova določila se morajo upoštevati pri upravnih postopkih, načrtovanju, projektiranju, gradnji in rekonstrukciji, upravljanju in uporabi komunalne infrastrukture.

Pravilnik opredeljuje pojem kanalizacijskih sistemov po namenu in obsegu uporabe. Prav tako pa tudi našteje in opiše njegove sestavne dele.

2.3.3 Tehnični normativi za projektiranje, gradnjo in obnovo

V nadaljevanju pravilnik opisuje tehnične normative za projektiranje, gradnjo in obnovo. Projektirana in grajena rešitev kanalizacijskega sistema mora zagotavljati tako optimalno odvajanje in čiščenje odpadne in padavinske vode, kot tudi optimalne stroške izgradnje, vzdrževanja in obratovanja. Med gradnjo in obnovo kanalizacijskega omrežja mora biti zagotovljena zaščita zdravja ljudi, odvodnika, podtalnice in čistilne naprave pred hidravlično preobremenitvijo. Zagotoviti je potrebno primerno zmogljivost kanalizacije in naprav za čiščenje, zagotovljeni morajo biti tudi primerni delovni pogoji, trajnost, delovanje, vzdrževanje in nadzorovanje, statična in dinamična nosilnost kanalizacije ter njena vodotesnost. Pogostost preplavitve omrežja morajo biti v okviru predpisanih vrednosti.

Izbira vrste odvodnjavanja je odvisna od vrste obstoječega sistema, zmogljivosti in kakovosti odvodnika, vrste dotokov v sistem, potrebe po čiščenju, topografije zemljišča, obstoječih čistilnih naprav in drugih lokalnih dejavnikov.

Pri geografskem poročilu je potrebno pridobiti podatke o obtežbah infrastrukture, nevarnosti zdrsnin, posedanju, toku in gladini podtalnice, obremenitvah na obstoječe bližnjo infrastrukturo, predhodni uporabi zemljišča (rudarstvo). Na podlagi geomehanskih izsledkov se določi možnost gradnje,

uporaba materiala, načni gradnje in varovanja grajene infrastrukture. Prav tako je potrebno pridobiti podatke o nivojih in pogostosti poplav in stanju vodotoka.

Predpisi za dimenzioniranje:

- osnovo za dimenzioniranje infrastrukture za odvajanje in čiščenje odpadne in padavinske vode predstavljata količina in kakovost odvedene vode;
- količina sušnega odtoka se izračuna ob upoštevanju nominalne porabe vode v višini 150 l/os/dan za stalne prebivalce in 50 l/os/dan za zaposlene. Količina tehnološke odpadne vode in odpadne vode iz obrti se določi na podlagi izmerjenih oz. ocenjenih vrednosti porabljene vode;
- količina tuje vode se upošteva kot 100% sušni odtok ali kot specifična infiltracija zemljišča v vrednosti 0,10 – 0,15 l/s/ha;
- urni maksimum, ki je potreben za določitev sušnega odtoka, je odvisen od števila prebivalcev in zaposlenih in je izražen v % dnevnega pretoka (1/8 do 1/18 dnevne potrošnje);
- intenzivnost in pogostost nalivov za podeželje je 1 v 10 letih;
- najmanjša dovoljena hitrost odpadne vode je 0,4 m/s, največja dovoljena 3 m/s oziroma izjemoma 6 m/s v kolikor to dovoljuje material;
- najmanjša začetna globina kanalov za odpadno vodo je 1,2 m, pri projektiranju kanalov je potrebno slediti padcu terena;
- vgradnja cevi mora biti izvedena tako, da nudi zaščito pred mehanskimi vplivi okolice. Omogočen mora biti strojni izkop kanalizacijskih cevi z minimalno širino 40 cm.

Premer cevi je določen kot notranji nazivni premer označen v mm (DN) in mora biti standardnih dimenzij (150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400). Pri določevanju premera cevi je potrebno upoštevati hidravlične zahteve, pogoje glede vzdrževanje in najmanjše možnosti zamašitve. Najmanjši premer javne kanalizacije je 150 mm, tlačnih vodov iz črpališč pa 80 mm. Premer cevi mora ustrezati tudi naslednjim pogojem hidravličnega izračuna:

- za kanal za odpadno vode – polnitev do 50 % pri največje sušnem pretoku
- za kanal za padavinsko vodo – polnitev do 70 % pri projektiranem nalivu
- za kanal mešanega tipa – polnitev do 70 % pri projektiranem nalivu in maksimalnem sušnem odtokom.

Cevi morajo biti standardnih dimenzij, ter zagotavljati vodotesnost in odpornost proti mehanskim, kemijskim, biološkim in drugim vplivom. V stiku z odpadno vodo ne smejo spreminjati njenih lastnosti, zagotavljati morajo stabilnost in funkcionalnost cevovoda za minimalno dobo 50 let. Najmanjša obodna trdnost cevi mora znašati SN 8 kN/m².

Preglednica 4: Uporaba materialov za cevi

odpadna voda		padavinska voda
cevi do vključno DN250	cevi DN 300 in več	vsi prerezi
polivinil klorid, polietilen, armirani poliester, nodularna litina, keramika, jeklo	armirani poliester, nodularna litina, keramika	polivinil klorid, polietilen, armirani poliester, nodularna litina, keramika, jeklo, betonske cevi z integriranim tesnilom

Križanje cevi poteka horizontalno brez vertikalnih lomov, pod kotom 90°, izjemoma lahko znaša kot prečkanja osi kanalizacije in drugega podzemnega voda največ 45°. Druge komunalne instalacije se morajo zaradi lovljenja padca kanalizacijskih cevi, tej prilagajati. Kanalizacijska cev je praviloma vgrajena najgloblje in tako poteka pod drugimi komunalnimi vodi, obvezno pa to velja za vodovodne cevi.

Preglednica 5: Odmiki ostalih objektov od kanalizacijske cevi

Primer	Odmik
vodovod (zaščitna cev) poteka pod kanalizacijo	3,0 m
vodovod (zaščitna cev) poteka pod kanalizacijo, nadzor drenirane vode	0,8 m vertikalno 0,4 m
vodovod (zaščitna cev) poteka nad kanalizacijo, vodoprepustno zemljišče	2,0 m vertikalno 0,4 m
spodnji rob temelja	vertikalno 0,3 m horizontalno 1,5 m
drevesa	2,0 m
grmičevje	1,0 m
plinovod, elektrokabli, javna razsvetljava, telekomunikacijski vod, toplovod potekajo nad kanalizacijo	0,5 m
vodovod nad kanalizacijo	1,0 m
plinovod, elektrokabli, javna razsvetljava, telekomunikacijski vodi potekajo pod kanalizacijo	1,0 m
toplovod poteka pod kanalizacijo	0,5 m

Izvedba nadzemnega prečkanja lahko poteka preko samostojne ali cestne mostne konstrukcije. Potrebno je upoštevati dilatacije mostne konstrukcije, cevi toplotno izolirati in zaščititi pred UV žarki.

Podzemno prečkanje vodotoka je potrebno urediti po navodilih upravljavca vodotoka. Pravilnik navaja, da morajo biti cevi pod strugo in brežino obbetonirane z minimalno 15 cm armiranega betona. Prečkanje struge mora biti označeno z tablicami, pred in po prečkanju pa morata biti postavljena revizijska jaška.

Za odvajanje padavinske vode na območjih kjer ni urejene javne kanalizacije mora lastnik objekta ali zemljišča pridobiti geološko geotehnično poročilo, v katerem se določi način odvajanja padavinske odpadne vode.

Objekti za odvajanje in čiščenje odpadne in padavinske vode

Revizijski jaški

Revizijske jaške postavimo na mestih, kjer se v cevovodu:

- spremeni smer,
- spremeni naklon,
- spremeni prečni prerez kanala,
- združijo kanali.

Preglednica 6: Razdalje med revizijskimi jaški

Premer kanala		Največja dovoljena razdalja
od DN 150	do DN 300	40 m
od DN 400	do DN 500	60 m
od DN 600	do DN 1400	80 m
od DN 1500	in več	100 m

V primeru da je razlika med koto vtoka in koto iztoka v jašku večja od 0,5 metra, je potrebno izvesti kaskadni jašek iz kolena, ravnega dela cevi in odcepnega kosa. V primeru, da je hitrost večja od 6 m/s je potrebno izvesti umirjevalne elemente, ki zmanjšujejo energijo curka na stene revizijskih jaškov. Revizijski jaški morajo imeti minimalni premer 600 mm. V primeru da je višina jaška večja kot 1400 mm, je potrebna izvedba vstopne lestve iz nerjavečega jekla.

Črpališča

Črpališča je potrebno graditi mehanizaciji dostopnih zemljiščih. Zagotovljeno mora biti parkirišče za dve vozili (manjše in večje). Črpališče je potrebno ograditi, pokrov pa mora biti nad poplavnim nivojem. Ob izvedbi črpališča brez grabelj, mora biti črpališče pokrito s pokrovom z zaklepom. Električna omarica z napajanjem mora biti postavljena v neposredni bližini črpališča. Pred črpališčem mora biti dimenzioniran akumulacijski bazen. Premer tlačnega voda mora biti minimalno 80 mm in morajo omogočati vertikalni pretok 1 m/s.

Čistilni prekucniki

Čistilni prekucniki omogočajo samodejno izpiranje kanalizacije, kadar je hitrost odpadne vode manjša od 0,3 m/s. Vgrajeni so v vodotesne jaške. Prekucnik je posoda iz nerjaveče debelejšje pločevine, zasnovane na principu spremenjenega težišča v primeru polne posode. Tečaji prekucnika morajo biti iz materiala, ki v vodi ne oksidira.

Male komunalne čistilne naprave

Male komunalne čistilne naprave so naprave za čiščenje komunalne odpadne vode, manjše od 2000 populacijskih ekvivalentov (PE). Biološko čiščenje v malih čistilnih napravah lahko glede na pravilnik poteka na naslednje način prezračevanja v naravnih ali prezračevanih lagunah po veljavnem standardu, v bioloških reaktorjih po postopku aktivnega blata ali pritrjeno biomaso in v rastlinski čistilni napravi.

Mala komunalna čistilna naprava, manjša od 50 PE je naprava za čiščenje odpadne vode, izdelana v skladu s standardi SIST EN 12566-1 do SIST EN 12566-5 iz katere se očiščena voda odvaja neposredno v vodotoke ali posredno v podzemno vodo preko sistema za infiltracijo v tla. Za odvajanje odpadne vode iz MKČN, mora lastnik objekta, pridobiti geološko geotehnično poročilo, s katerim je določen način odvajanja odpadne vode. Obvezna uporaba čistilnih naprav in nepretočnih greznic velja na območjih, kjer ni urejenega odvajanja odpadne vode v javni kanalizaciji.

Na območjih, kjer ni urejenega odvajanja odpadne vode v javni kanalizaciji, obvezna uporaba malih komunalnih čistilnih naprav. Poleg MKČN je dovoljena uporaba nepretočnih greznic. Nepretočna greznica je nepropusten zbiralnik za zbiranje komunalne odpadne vode.

Kanalizacijski priključek

Kanalizacijski priključek ni del javne kanalizacije, ampak pripada stanovanjski stavbi oziroma drugemu objektu. Njegov namen je odvajanje komunalne odpadne vode do javne kanalizacijske mreže. Spoj na javno kanalizacijo se izvede s fazonskim T kosom, s priključkom pod 45° v smeri toka odpadne vode v javni kanalizaciji. Priključni spoj se izvede v revizijskem jašku, praviloma na parcelni meji med javnim in zasebnim zemljiščem ali na zunanji steni stavbe, če ni mogoče vgraditi revizijskega jaška na kanalizacijskem omrežju.

Do globine kote jaška 1,30 m se priključni revijski jašek lahko izvede z jaškom notranjega premera 400 mm. Globlji jaški morajo imeti notranji premer 600 mm. Premer cevi priključka ne sme biti manjši od DN 150 mm. V pravilniku je naveden tudi priporočljiv padec kanalizacijskega priključka, ki znaša 20 ‰. Padci nivelet priključka ne smejo presegati 5 ‰. V primeru večjih padcev se izvedejo višinske stope (kaskade).

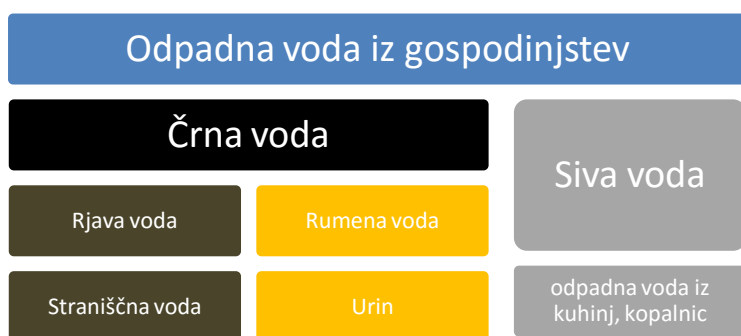
4 KOLIČINSKE IN KAKOVOSTNE ZNAČILNOSTI ONESNAŽENIH VODA

Po Rošu in sod. (2012), je odpadna voda onesnažena voda, katere vir nastanka so hišne odpadne snovi, človeški in živalski odpadki, industrijski obrati, padavinski odtoki in infiltracija podtalnice. Po drugi strani jo Kolar (1983) opisuje, kot mešanico čiste vode ter organskih in mineralnih snovi.

Sestava odpadne vode se deli glede na izvor, organski ali anorganski in glede na možnost čiščenja, na usedljive, lebdede, koloidne in raztopljene snovi. Glede na izvor Tušar (2001) našteva naslednje odpadne vode:

- hišna odpadna voda: odtok iz sanitarij, kuhinj in čiščenja oblačil, prostorov, predmetov vsakdanje rabe, zunanjih površin. Prav tako med hišne odpadne vode spadajo odpadne vode iz gostinstva, šol, bolnišnic, vojašnic itn.,
- industrijska odpadna voda: odtok od industrijske in obrtne proizvodnje,
- kmetijska odpadna voda: odtok od živinorejske in poljedelske proizvodnje,
- komunalna odpadna voda: odtok, ki nastaja zaradi komunalnih dejavnosti (čiščenje ulic, trgov, javnih objektov in komunalnih naprav).

Ćošić in sod. (2013) pišejo, da sestava odpadne vode v manjših krajih izvira predvsem iz gospodinjskih in obrtniških dejavnosti. Odpadno vodo iz gospodinjstev lahko delimo sivo, rjavo, rumeno in črno vodo.

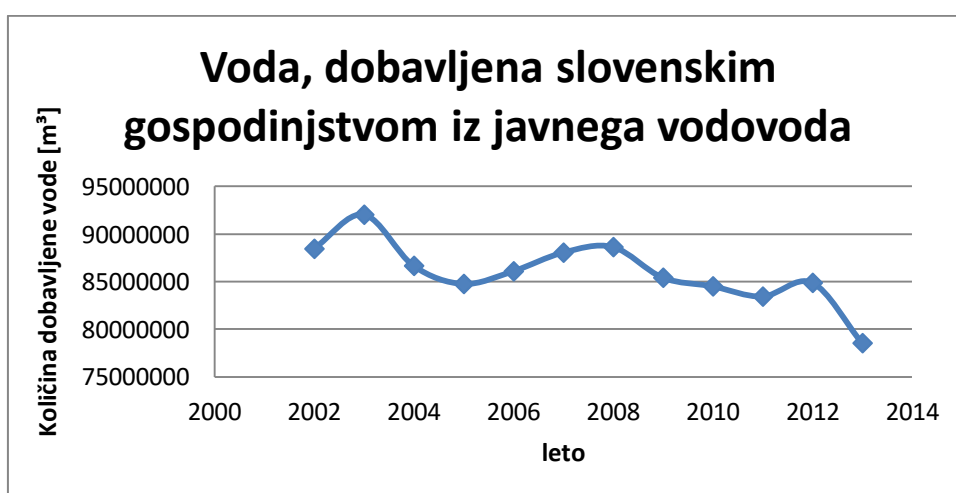


Slika 1: Sestava odpadne vode iz gospodinjstev (Povzeto po Ćošić in sod. 2013)

Preglednica 7: Poraba vode in odtok odpadne vode v gospodinjstvih (povzeto po Kolar, 1983)

Vrsta porabe		Poraba vode [l]	Odtok odpadne vode [l]
Pomivanje posode (enkrat za eno osebo)		1,5 - 8	1,5 - 8
Pranje (na osebo in dan)		6 - 15	6 - 15
Telesna nega:	prhanje	30 - 100	30 - 100
	kopel v kadi	150 - 400	150 - 400
	sedeča kopel	30 - 50	30 - 50
Stranišče	WC z izplakovalno omarico (visoko)	6 - 12	6 - 12
	WC z izplakovalno omarico (nizko)	12 - 20	12 - 20
	WC z izplakovanjem na tlak	6,0 - 20	6,0 - 20
Kuhinski drobilec, vključen 8 minut dnevno		24	24
Škropljenje vrta na 1 m ³ :	normalen dan	0,15 - 0,3	0
	dan z veliko uporabo	do 5	0
Pranje osebne avtomobila		50 - 300	50 - 300
Netesna vodovodna pipa (na dan)		do 240	do 240
Izgube zaradi napak v izplakovalni omarici		do 1000	do 1000
Povprečna izguba (na osebo na dan)		4,0 - 6,0	4,0 - 6,0

Porabi vode v zgornji tabeli je potrebno prišteti še porabo pitne vode za pitje in kuho, ki znaša okoli 3 l na osebo na dan. V spodnjem grafu lahko vidimo, da se količina dobavljene vode v Sloveniji z leti zmanjšuje.



Grafikon 1: Dobavljena voda slovenskim gospodinjstvom (Statistični urad Republike Slovenije)

Poraba in odtok odpadne vode je po Kolarju (1983) odvisna od:

- spremembe življenjskih navad,
- industrije,
- klimatskih vplivov,
- razpoložljive količine vode,
- cene vode,
- razpoložljivih dodatnih virov,
- urejenosti kanalizacije,
- lokalne gospodarske strukture,
- gostote naselitve in velikosti naselja.

Temperatura odpadne vode iz gospodinjstev je med 10 in 20 °C, ima rahel zadušljiv, trohneč vonj. Barva odpadne vode iz gospodinjstev je svetlo sive barve, v primeru razpadajoče odpadne vode, pri kateri prihaja do razkrajanja, je barva črna siva do temno siva.

Kot je predstavil Kolar (1983), je sestava odpadne vode odvisna od števila priključenih prebivalcev, njihovega načina življenja, števila in obsega priključene industrije in obrti, v veliki meri pa tudi od priključene prometne površine. Zaradi priključene padavinske vode s cest je potrebno povečati vrednost z BPK₅ odpadne vode.

Obremenitev odpadne vode povečujejo naslednja onesnaževala, ki so sestavni del padavinske vode s cest: naftni derivati, obruski cestišč, gum in zavor, sol. Ti na odpadni vodi ne povečujejo le organskega onesnaženja, ampak tudi onesnaženje s težkimi kovinami.

Odpadna voda je, kot opisuje Tušar (2001) v določenih pogojih podvržena gnitju, ker poleg mineralnih snovi vsebuje tudi veliko organskih snovi, ki povzročajo gnitje, razvijanje plinov in neprijeten vonj.

V blatu odpadne vode se s pomočjo mikroorganizmov, predvsem bakterij, »dogaja« gnitje, ki je razdeljeno v dve fazi.

V prvi fazi se aerobne bakterije, ki za svoj življenjski obstoj potrebujejo kisik, zelo hitro razmnožujejo, hranijo z organskimi snovmi iz odpadne vode, izvajajo oksidacijo in proizvajajo mineralne snovi. Ta faza se odvija hitro, brez neprijetnih vonjav in malo plinov, dokler je v vodi kisik, ki ga aerobni mikroorganizmi nujno potrebujejo za svoj obstoj. Rezultat razgradnje pa je blato.

V drugi fazi, ki se imenuje anaerobno vrenje, se pojavljajta:

- kislo vrenje, med katerim se ustvarja velika količina blata, katerega pH je manjši od 6, je kisel in je neprijetnega vonja. To je sveže blato, ki je neustrezno za ponovno uporabo.
- po kislem vrenju nastopa metansko (alkalno) vrenje, pri katerem blato postane črne barve, tekoče, se lahko suši, pH vrednost je večja od 7, nima neprijetnega vonja in količina se glede na količino svežega blata zmanjša za 25 %. Rezultat razgradnje je blato.

V času teh procesov se delci blata skupaj z mehurčki plina dvigajo na površino vode, kjer se ponovno raztopi v vodi, zato se enaki procesi dogajajo tudi v vodi.

3.1. Postopki čiščenja odpadnih voda

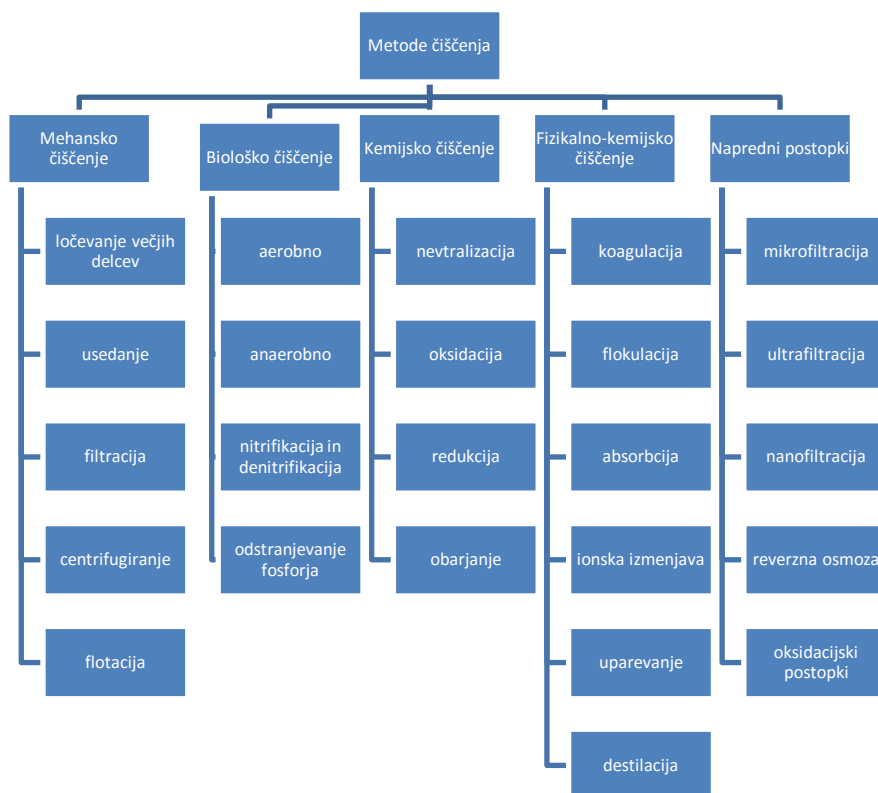
Z izvajanjem postopkov čiščenja odpadnih voda varujemo okolje in vršimo zaščito voda. Čiščenje odpadnih voda v čistilih napravah posnema čiščenje, ki poteka v naravi, le da jih s posebnimi postopki, z upoštevanjem naravnih zakonitosti pospešujejo. Pri čiščenju sodelujejo bakterije, protozoji, metazoji, glive in alge.

Postopki čiščenja na čistilnih napravah so:

- predčiščenje grobo zrnatih delcev,
- prva stopnja čiščenja z izločanjem suspendiranih snovi,
- druga stopnja čiščenja z izločanjem biorazgradljivih snovi,
- tretja stopnja čiščenja z izločanjem hranil, dušika in fosforja.

Preglednica 8: Pregled metod čiščenja odpadne vode in njihovih učinkov (Kolar, 1983, str. 264)

Način čiščenja		Zmanjševanje v [%]		
		BPK5	Suspendirane snovi	Bakterije
mehansko čiščenje	Fina sita	5-10	5-20	10-20
	Kloriranje surove odpadne vode ali odpadne vode po usedanju	15-30		90-95
	Usedanje	25-40	40-70	25-75
kemijsko čiščenje	Izkosmičenje	40-50	50-70	
	Kemično obarjanje	50-85	70-90	40-80
biološko čiščenje	Visoko obremenjeni precejalniki	65-90	65-92	70-90
	Nizko obremenjeni precejalniki	80-95	70-92	90-95
	Visoko obremenjen postopek z aktivnim blatom	50-75	80	70-90
	Nizko obremenjen postopek z aktivnim blatom	75-95	85-95	90-98
	Talni filtri	90-95	85-95	95-98
	Kloriranje biološko očiščene vode			98-99



Slika 2: Metode čiščenja odpadnih voda (Roš in Panjan, 2012)

3.1.1 Mehansko čiščenje

Mehansko čiščenje je odstranjevanje neraztopljenih snovi iz odpadne vode. Vsebuje vse predhodne in primarne postopke čiščenja, pri katerih uporabljamo grablje, sita, peskolove, usedalnike ter lovilce olj in maščob. V malih komunalnih čistilnih napravah je mehansko čiščenje po večini urejeno z usedalniki in lovilci olj s katerimi odstranimo vse suspendirane snovi. Nameščeni pred oziroma na začetku MKČN ali kot naknadni (sekundarni) usedalniki, ki izločajo biološko blato.

3.1.2 Biološko čiščenje

Po mehanskem čiščenju so v vodi še vedno raztopljene in koloidne snovi, ki jih je potrebno pred izpustom v naravo odstraniti s postopki drugostopenjskega čiščenja. S fizikalno-kemijskim čiščenjem odstranjujemo koloidne snovi. Biološko čiščenje pa uporabimo za odstranjevanje biorazgradljivih snovi in ogljikovih spojin. Pri tem uporabljamo mikroorganizme, ki za svojo rast uporabijo topne in koloidne snovi, pri čemer nastaja od vode lahko ločljiva gosta biomasa. V procesu sodelujejo heterotrofni in avtotrofni organizmi. Prvi se hranijo z organskimi, drugi pa z anorganskimi snovmi v odpadni vodi. Za potek procesa biološke razgradnje so v vodi potrebne hranilne snovi in ustrezni kemijski in fizikalni pogoji za življenje mikroorganizmov.

Po Panjanu (2010) se dušik, fosfor in žveplo v aerobnih pogojih izločajo kot odpadni produkti amonijaka NH_3 , fosforjeve kisline H_3PO_4 in žveplove kisline H_2SO_4 .

Tehnični postopki biološkega čiščenja so naslednji:

- Postopki s pritrjeno biomaso, pri katerih je biološka ruša pritrjena na podlago, odpadna voda pa se skozi njo preceja in filtrira. Lahko pa se podlaga potaplja v vodo, ki služi kot medij za hrano.
- Postopki z razpršeno biomaso, pri katerih biološka ruša lebdi v odpadni vodi. Biološki ruši s turbulentnim tokom omogočimo stik s hranljivimi snovmi v odpadni vodi.

3.1.3 Odstranjevanje hranil iz odpadne vode

S terciarno stopnjo čiščenja iz odpadnih vod izločamo ogljikovodike ter dušikove in fosforjeve spojine. V odpadni vodi fosfor najpogosteje najdemo kot ortofosfat (PO_4), dušik pa kot nitrat (NO_3). Odstranjevanje hranil s terciarno stopnjo čiščenja dosega učinke od 80 % do 90 %.

Za odstranjevanje hranil iz odpadne vode poznamo več različnih načinov, ki se razlikujejo glede na kemijski, fizikalni in biološki postopek zmanjševanja količine hranil.

Po Panjanu (2010) odstranjevanje dušika iz odpadne vode poteka tako, da se najprej del dušika vgradi v maso mikroorganizmov. Preostali delež dušika se v postopku nitrifikacije oksidira do nitrata (NO_3^-). Nitratni dušik se s procesom denitrifikacije reducira do elementarnega dušika, ki izhlapi v zrak.

Za odstranjevanje fosforja iz odpadne vode se pogosto uporablja kemijski postopek, pri katerem se uporablja železove ali alumunijeve soli, kot tudi apno. Biološko se fosfor lahko odstrani z načinom tretiranja mikroorganizmov, da ti porabijo več fosforja kot ga potrebujejo za svojo rast. Med ostalimi postopki, ki se uporabljajo za odstranjevanje fosforja pa so še:

- filtracija,
- ultrafiltracija,
- reverzna osmoza.

3.2. Samoočiščenje odpadne vode

Kot razlaga Tušar (2001) je samoočiščenje vode proces biološke razgradnje v katerem ob prisotnosti kisika, mikroorganizmi s hranjenjem razkrajajo organske snovi v vodi in z oksidacijo nastajajo mineralne snovi. V normalnih pogojih proces samoočiščenja odpadne vode traja do 30 do 50 dni. Do samoočiščenja vode pride v vsaki vodi, ki vsebuje organske snovi. Ta proces je sestavljen iz niza povezanih fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov.

Samoočiščenje odpadne vode se odvija hitreje ali počasneje, odvisno od nekaterih ekoloških dejavnikov, kot so temperatura, svetloba, atmosferski plini, pretok in hidravličnih elementov: hitrost vode in turbolenca.

4 RAZPRŠENA POSELITEV IN GRADNJA

Za razpršeno poselitve je značilno večje število razpršenih manjših naselij in nizka gostota poselitve, ki nima jasno določenega jedra ter medsebojne urejenosti objektov. Razpršena poselitev je lastnost širšega območja za katerega velja nehierarhičen sistem manjših naselij.

Za take vrste poselitve je značilna razpršena gradnja ali pozidava, za katero je značilna redka, nestrjena razmestitev stavb v prostoru. Prav tako je značilna nizka gostota poselitve in neprepoznavni poselitveni vzorec.

Taka vrsta poselitve je značilna za Slovenijo, čeprav je od kmetijstva po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije v zadnjih desetih letih živi samo okoli 4 % delovno aktivnih Slovencev. Sorazmerno veliko število prebivalcev podeželskega območja Slovenije je posledica več zgodovinskih in prostorskih vplivov. Zaradi časovno pozne industrijske revolucije, ki je potekala hkrati z razvojem različnih javnih in osebnih mobilnih možnosti, se ljudje niso bili primorani preseliti v industrijska središča. Prav tako so se industrijski obrati razvijali iz razpršenih obrtniško proizvodnih obratov na podeželju. Tako se je veliko število industrijskih delavcev v svojem prostem času še vedno ukvarjalo s kmetijsko dejavnostjo.

Razpršena gradnja se na robu urbanih središč pojavlja tudi danes. Po podatkih številnih javnomnenjskih raziskav, je želja velikega števila prebivalcev lastna samostojna hiša v primestnem okolju. Ta način bega iz urbanih naselij prinaša spremembe v pred časom še agrarno okolje. Drozg (1996) našteva naslednje negativne posledice razpršene poselitve:

- vizualna degradacija pokrajine in naselij,
- velika poraba kmetijskih zemljišč za stanovanjsko gradnjo,
- pomanjkljiva, dražja in neracionalna komunalna opremljenost naselij,
- slabša kvaliteta bivalnega okolja.

Po podatkih Programa razvoja podeželja 2014-2020 v Sloveniji skoraj 60 % vsega prebivalstva živi na dolinskih območjih, ki predstavljajo nekaj manj kot 20 % celotnega ozemlja. Manjša razpršena naselja z redko poselitvijo prevladujejo v hribovitem predalpskem in dinarsko-kraškem svetu ter ob državni meji.

Razpršena poselitev otežuje oskrbo z nekaterimi javnimi dobrinami, kot so vodooskrba, elektroenergija, telekomunikacije, saj so za vzpostavitev mreže potrebne visoke investicije, glede na število uporabnikov.

Posledica razpršene poselitve je, kot opisujeta Vrhovšek in Kroflič (2007), razpršeno onesnaževanje vodnih virov in tal. Prav tako pa je na omenjenih območjih poselitve vedno več turističnih, rekreativnih in počitniških dejavnosti, ki so vzrok za povečano količino odpadne vode. Problematika odvajanja in čiščenja odpadnih voda na teh področjih zaradi razgibanega reliefa in razpršene poselitve potrebuje celovit pristop z iskanjem optimalnih rešitev. Izgradnja decentraliziranih sistemov kanalizacije, ki so podkrepjeni z uporabo tehnološko ustreznih in ekonomsko sprejemljivih tehnologij, so na področju razpršene poselitve najbolj optimalne rešitve.

Preglednica 9: Prebivalstvo po velikostnih razrednih naselij, 1. januar 2012 (Statistični urad Republike Slovenije)

Velikostni razredi naselij po številu prebivalcev	Naselja		Prebivalstvo	
	število	delež (%)	število	delež (%)
Skupaj	6.031	100,0	2.055.496	100,0
0	60	1,0	0	0,0
1-24	733	12,2	10.061	0,5
25-49	874	14,5	32.078	1,6
50-99	1.278	21,2	92.909	4,5
100-199	1.414	23,4	200.221	9,7
200-499	1.109	18,4	338.212	16,5
500-999	345	5,7	237.502	11,6
1000-4999	179	3,0	353.846	17,2
5000-9999	23	0,4	154.167	7,5
10000-49999	14	0,2	268.962	13,1
50000 +	2	0,0	367.538	17,9

5 ODVODNJAVANJE ONESNAŽENIH VODA

Odvodnjavanje hišne kanalizacije je, kot opisuje Kolar (1983) možno:

- centralno: v ulično kanalizacijo in naprej skozi centralno čistilno napravo
- lokalno: kar pomeni, da odpadno vodo odvodnjavamo do objekta ali skupine objektov, kjer se iz te vode na ustrezen način odstranijo okolju škodljive snovi.

Glede na vrsto vode, ki jo odvajamo skozi kanalizacijski sistem, ločimo mešan in ločen kanalizacijski sistem.

5.1 Mešan kanalizacijski sistem

V mešan kanalizacijski sistem se odvaja odpadna voda skupaj s padavinsko vodo. Za prihranek na dimenzijah kanalov običajno gradimo razbremenilnike. Ti odvajajo odvečno s padavinsko vodo razredčeno vodo v bližnji odvodnik.

Preglednica 10: Prednosti in pomanjkljivosti kanalizacijskega sistema

Mešan kanalizacijski sistem	
Prednosti	Pomanjkljivosti
- preprosta izvedba - nižja cena	- slabša zaščita odvodnika, - večje dimenzije naprav, zaradi večje količine vode - delovanje čistilne naprave je manj zanesljivo - nizkoležeče objekte je potrebno zaščititi pred preplavitvijo

5.2 Ločen kanalizacijski sistem

Ločen kanalizacijski sistem je sistem dveh ločenih enot kanalizacijskih vodov, kjer odvajamo v en kanalizacijski sistem padavinsko vodo, v drug pa odpadno vodo.

Različne izvedbe ločenih kanalizacijskih sistemov:

- a) kanalizacijsko omrežje je zgrajeno le za odvod odpadne vode, padavinska voda pa ponika ali odteka tako, kot pred ureditvijo kanalizacije oz. to uredimo s sistemom odprtih jarkov,
- b) omrežje za odvod odpadne vode in del najbolj onesnažene padavinske vode,
- c) več različnih sistemov za odvod .

Preglednica 11: Prednosti in pomanjkljivosti ločenega kanalizacijskega sistema

Ločen kanalizacijski sistem	
Prednosti	Pomanjkljivosti
- dobra zaščita odvodnika - povečana varnost pred preplavitvijo nizko ležečih delov priključenih objektov - zanesljivejše delovanje čistilne naprave - manjša obremenitev črpališč	- slabša zaščita odvodnika, - večje dimenzije naprav, zaradi večje količine vode, - delovanje čistilne naprave je manj zanesljivo, - nizkoležeče objekte je potrebno zaščititi pred preplavitvijo

5.3 Zasnova kanalizacijskega sistema

Po Kolar (1983) je zasnova kanalizacijskega sistema odvisna od:

- izrabe zemljišč v naselju
- konfiguracije zemljišča
- geomehanskih lastnosti tal in lege podtalnice
- lege odvodnika, ekstremnih pretokov v odvodniku in zahtevane stopnje zaščite odvodnika
- lege okoliških naselij
- tehničnih in materialnih možnosti za izvedbo

Sistem pa mora funkcionalno ustrezati, tako da:

- a) omogoča priključek vseh obstoječih uporabnikov,
- b) je omogočena širitev sistema,
- c) je zagotovljena varnost in zanesljivost obratovanja,
- d) je življenjska doba daljša od 50 let,
- e) so skupni stroški sistema do izteka amortizacijske dobe v okviru realnih materialnih zmožnosti.

Različne variante primerjamo na podlagi *Cost benefit analize* (analiza stroškov in koristi). Pri stroških upoštevamo vse stroške, ki zajemajo investicijske stroške, stroške tekočega vzdrževanja ter stroške amortizacije. Običajno se odločimo za tisto varianto, pri kateri so skupni stroški najnižji.

Skupni stroški so seštevek investicijskih stroškov, pogonskih stroškov, vzdrževalnih stroškov in stroškov amortizacije.

5.4 Decentralizirani kanalizacijski sistemi

Pri odločanju za enega ali več čistilnih sistemov znotraj enega ali več naselij je potrebno upoštevati okoljske, ekonomske in družbene vidike.

Decentralizirani sistemi so definirani kot lokalni kanalizacijski sistemi ali sistemi, ki ustrezno odvajajo odpadno vodo v bližini njenega nastanka. So posledica tendence trajnostno naravnane razvoja, saj so zaradi manjše velikosti sprejemljive za okoliške prebivalce, preprečujejo sekundarno onesnaževanje in imajo visoko dodano vrednost.

Prednosti decentralnih sistemov po Douglasu (1998) so:

- prihranek denarja,
- zaščita lastnikove investicije,
- ohranjanje vode v okolju nastanka,
- ustrezna možnost za čiščenje odpadne vode iz naselij z nižjo gostoto poselitve,
- zagotavljanje ustrezne možnosti za spremenljive pretoke,
- efektivna rešitev za ekološko občutljiva območja.

Preglednica 12: Centralizirani in decentralizirani sistem odvajanja in čiščenja odpadnih voda (Služba vlade Republike Slovenije za lokalno samoupravo in regionalni razvoj)

Centralni sistem	Decentralni sistem
zgoščena investicija	razpršena in deljena investicija
nujnost izvedbe v celoti oz. vsaj večjega dela investicije	možnost mozaične izvedbe po delih
odtujenost soupravljanja s strani uporabnikov	enostavnejše (neposredno) upravljanje
zahtevnejša tehnologija	enostavnejša tehnologija
neuravnovešenost regionalnega kroženja vode	večja uravnovešenost lokalnega kroženja vode

6 TEHNOLOGIJE ČIŠČENJA ONESNAŽENIH VODA MALIH KOMUNALNIH ČISTILNIH NAPRAV

6.1 Tehnologije čiščenja komunalne odpadne vode

Tehnološke rešitve za male komunalne čistilne naprave so zelo raznolike. Za čiščenje komunalne odpadne vode se uporablja anearobne postopke (greznice, emšerji), kompaktne aerobne naprave s pritrjeno biomaso ali poživljenim blatom in alternativne tehnologije, kot so rastlinske čistilne naprave, lagune, peščeni filtri in druge.

Po Panjanu (2010) se čiščenje v manjših sistemih, kot so male čistilne naprave, od večjih sistemov razlikuje po:

- izredno nihajočih pretokih,
- večji obremenjenosti odpadne vode zaradi ločenega sistema zbiranja odpadne vode,
- pogosti sezonski obremenitvi (turistični kraji, kampi, planinski domovi, vikendi...),
- raznoliki ponudbi tehnoloških rešitev malih čistilnih naprav,
- večjih stroškov na PE.

Ponudbo malih komunalnih čistilnih naprav najbolj celovito zbira Gospodarska zbornica Slovenije, ki na svojem seznamu zbira na slovenskem tržišču prisotne male komunalne čistilne naprave, ki izpolnjujejo pogoje po predpisih o gradbenih proizvodih. Prodajalec malih čistilnih naprav poda naslednje karakteristike:

- proizvajalec,
- tip čistilne naprave,
- način čiščenja,
- poročilo o testiranju učinkovitosti čiščenja po SIST EN 12566-3 (harmoniziran standard za prefabricirane čistilne naprave),
- izjava o skladnosti,
- prodajalec,
- učinek čiščenja KPK,
- Izvajalec preizkušanja.

Gospodarska zbornica Slovenije na svojem seznamu navaja različne načine čiščenja:

- pretočna čistilna naprava,

- SBR,
- biofilter,
- kontinualna,
- biološka,
- MBR,
- SAF.

Postopki za čiščenje onesnaženih voda se med seboj razlikujejo. Skupno vsem postopkom čiščenja je, da je na iztoku iz naprave voda vsaj deloma čista, med vsakim postopkom pa nastaja bolj ali manj stabilizirano blato. V spodnji tabeli je povzeta vrsta čiščenja glede na napravo.

Preglednica 13: Pregled malih čistilnih naprav in vrste čiščenja (<http://www.opinio.si/cistilne-naprave/33-predstavitev-splosnih-znacilnosti-malih-cistilnih-naprav>)

	Del naprave	Vrsta čiščenja
Naprave brez ozračevanja	Dvoprekatna pretočna greznica	mehansko čiščenje
	Tri- in večprekatna greznica	mehansko in anaerobno čiščenje
	Dvoetažni usedalnik	mehansko in anaerobno čiščenje
	Podzemno ponikanje	anaerobno-aerobno čiščenje v tleh
	Filtrski jarki	anaerobno-aerobno čiščenje v tleh
Naprave z ozračevanjem	Naprave z aktivnim blatom	aerobno čiščenje z razpršeno biomaso
	Precejalniki	aerobno čiščenje s pritrjeno biomaso
	Potopniki	aerobno čiščenje s pritrjeno biomaso

6.2.1 Nepretočne greznice

Nepretočne greznice so zbiralniki brez iztoka, v katerih se izvaja zbiranje in zadrževanje odpadne vode, ne pa tudi čiščenje. Dobra lastnost nepretočnih greznic je, da zaradi svoje nepropustni ne povzročajo škodo v okolju, kjer nastaja odpadna voda. Na drugi strani je njihova največja pomanjkljivost pogosto praznjenje zbrane odpadne vode in transport na centralno čistilno napravo, ki sta povezana z visokimi stroški. Ker je nepretočna greznica s finančnega vidika najdražja oblika ravnanja z odpadnimi vodami, se taka vrsta ravnanja uporablja samo v primerih, v kolikor ni mogoča uporaba drugih tehnologij zbiranja in čiščenja odpadnih voda.

Velikost nepretočne greznice naj ne bi bila manjša od 6 m³ oziroma manj kot 3 m³ na priključeno osebo. Zgrajena mora biti po gradbenih predpisih v skladu z izdanim soglasjem, prav tako pa mora obstajati tudi uradno dokazilo o vodotesnosti greznice.

Nepretočne greznice, so za razliko od pretočnih greznic ena izmed možnih rešitev, ki so uradno dovoljene v slovenski zakonodaji. V skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode, se komunalno odpadno vodo lahko zbira v nepretočni greznici na območjih, kjer obstajajo prepovedi odvajanja odpadne vode v vodotoke ali zaradi posebnih geografskih in naselitvenih razmer, ki bi na male komunalne čistilne naprave lahko negativno vplivale.

6.2.2 Pretočne greznice

Zakonodaja do konca leta 2017 na območjih brez omejitev dopušča čiščenje odpadne vode v obstoječi pretočni greznici. Ta način čiščenja odpadne vode je v slovenskem prostoru še vedno prevladujoč.

V pretočni greznici se odpadna voda pretaka skozi več prekatov, kjer se očisti mehansko in delno biološko, kar je posledica anaerobne redukcije oziroma gnitja organskih snovi.

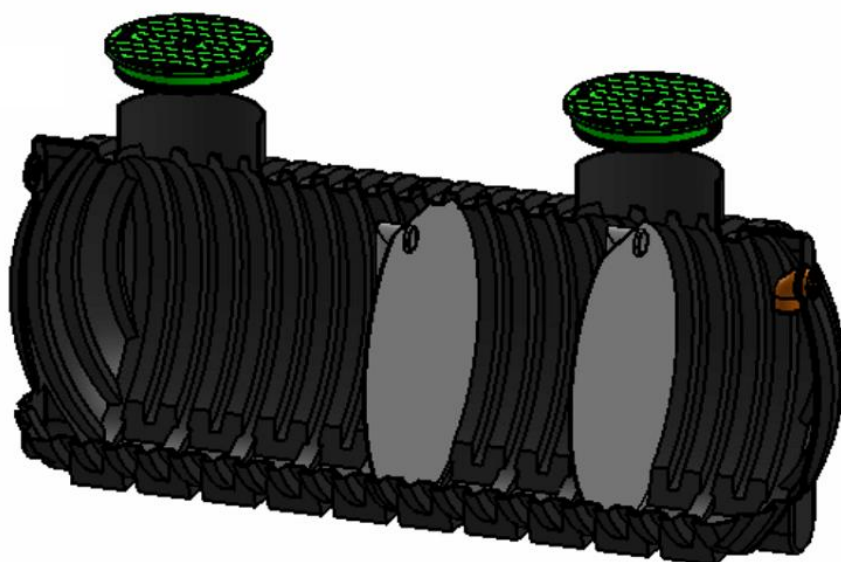
Po Komparetu in sod. (2007) so pretočne greznice praviloma iz vodi nepropustnega betona ali plastike. Gradijo se pod površjem, lahko so krožne ali pravokotne oblike. Pretočne greznice so sestavljene iz dveh ali več celic oziroma prekatov. Prvi prekat zavzema dvakrat večjo prostornino od ostalih prekatov. V njem se iz odpadne vode usedajo trdi delci, ki tvorijo plast usedline. Na površje priplavajo maščobe in drugi lahki materiali, ki skupaj tvorijo plast pene. Vse nadaljnje celice v sistemu pretočne greznice so prelivne, zato je njihov volumen manjši, lahko pa so tudi plitvejši. V njih se nadaljuje mehansko čiščenje. Tušar (2001) opisuje, da je pretočna greznica vedno polna vode, ki teče po zakonitostih povezanih posod. Ko priteče skozi dotok greznice nova odpadna voda v prvo celico, se pretaka voda iz prve v drugo celico in tako naprej, višek vode pa odteče skozi iztok.

Plast organske usedline oziroma blata na dnu greznice, gnije zaradi delovanja anaerobnih bakterij. Gnitje se začne s procesom kislega vrenja, nadaljuje pa se z metanskim vrenjem, ki potekata tako v usedlini, kot v vodi. Na gladini se pojavi skorja, ki preprečuje dovod zraka, zato se v greznici ob procesu gnitja razvijajo različni plini. Zaradi metanskega vrenja in ustvarjanja različnih plinov, se volumen mulja zmanjša od tri- do štirikrat.

Iztok iz pretočne greznice je vedno nagnit in neprijetnega vonja. Neposredno odvajanje odpadne vode iz pretočne greznice direktno v prepustno zemljišče z vsebnostjo maščob in ostale organske materije, ki jih z mehanskim postopkom v sistemu pretočne greznice ni mogoče odstraniti, bi močno zmanjšala ali celo onemogočila prepustnost zemljišča.

Kolar (1983) opisuje naslednje konstrukcijske podrobnosti:

- odpadno vodo se odvaja v prvo celico oziroma prekat, dovodna cev je 10 cm nad najvišjo gladino vode v greznici,
- dovodna cev gleda preko roba stene,
- celice oziroma prekatni so med seboj ločene s pregradno steno, ki je zaprta ob dnu in je višja od maksimalne gladine vode v greznici,
- pretakanje vode skozi reže v pregradi,
- iztok iz greznice je zaščiten s potopljeno steno, ki sega 250 mm pod gladino, njen dvojni rob pa sega vsaj 200 mm nad gladino.



Slika 3: Tri prekatna pretočna greznica podjetja Zagožen d.o.o. (www.zagozen.si)

6.2.3 Dvoetažni usedalnik

Čiščenje komunalnih odpadnih voda v dvoetažnem usedalniku se ne razlikuje veliko od procesov v greznici. Kompare in sod. (2007) opisujejo, da je dvoetažni usedalnik sestavljen iz med seboj povezanih zgornje in spodnje komore. Medtem, ko je voda na iztoku iz greznice nagnita, pa je voda iz dvoetažnega usedalnika sveža. To je posledica zasnove usedalnika, ki omogoča, da je voda v času od vtoka do iztoka ves čas v zgornji aerirani komori – usedalniku. V zgornji komori poteka sedimentacija blata, ki počasi polzi po preklopni steni dna usedalnika v drugo anaerobno komoro, kjer poteka gnitje. Preklopna stena med obema komorama preprečuje vračanje delcev usedlin, ki se dvigajo skupaj s plini, nastajajočimi med anaerobnimi procesi.

Dvoetažni usedalniki za območja razpršene poselitve, kjer je obremenitev z odpadno vodo nižja, so krožne ali štirikotne oblike. Dno usedalnika je nagnjeno in s tem omogoča zdrs blata v nižje ležeč anaerobni del.

Voda v usedalniku ostane največ dve uri. V tem času poteče sedimentacija. V primeru daljšega zadrževanja lahko pride do delnega nagnitja vode na iztoku. Po iztoku iz dvoetažnega usedalnika je voda, ki je delno prečiščena in nenagnita, pripravljena na nadaljnje čiščenje na ponikovalnem polju ali rastlinski čistilni napravi.



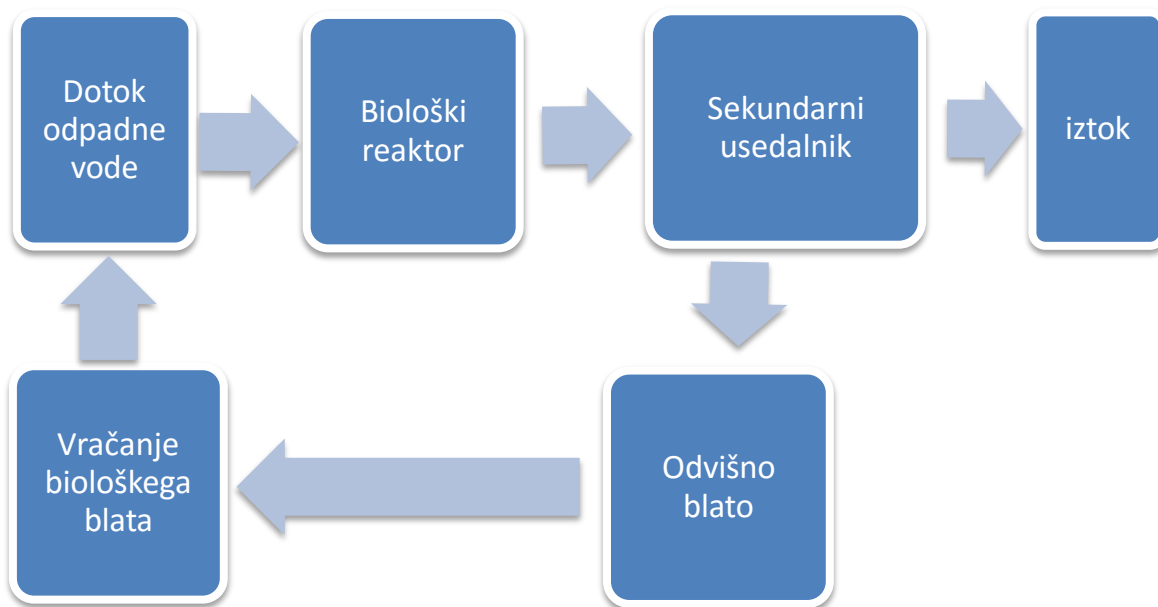
Slika 4: Dvoetažni usedalnik (Prirejeno po Stauffer B. in sod.)

6.3 Tehnični postopki za biološko čiščenje

6.3.1 Biološke čistilne naprave z aktivnim blatom

Kompare in sod. (2007) opisujejo, da delovanje biološke čistilne naprave z aktivnim blatom temelji na biološkem reaktorju in naknadnem oziroma sekundarnem usedalniku. Postopek temelji na principu vračanja prosto lebdeče aktivne biomase v biološki reaktor. Odpadna voda se v biološkem reaktorju čisti s pomočjo mikroorganizmov, ki so del aktivnega biološkega blata. Mikroorganizmi razgrajujejo odpadne snovi v vodi, ki jih porabijo za svojo rast.

Voda gre skupaj z biološkim blatom v sekundarni usedalnik, kjer se usedljivo biološko blato loči od preostale vodne mase, katero odvajamo iz male čistilne naprave po zakonsko določenih možnostih. Ker je v biološkem reaktorju potrebno ohranjati določeno količino biološkega blata, se del blata vrne iz sekundarnega usedalnika v biološki reaktor.

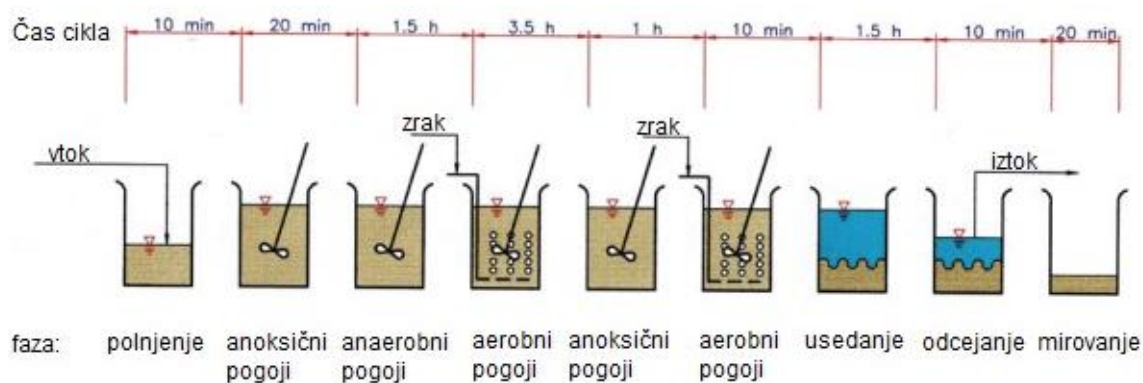


Slika 5: Postopek čiščenja odpadne vode z aktivnim blatom

Kontinuirni sistemi

Kontinuirni sistemi so sestavljeni iz različnih zaporednih posod oziroma reaktorjev, po katerih se pretaka odpadna voda. Da je odpadna voda očiščena do druge stopnje čiščenja, je potreben en aeracijski reaktor, v katerem poteka biološko odstranjevanje organskih snovi v odpadni vodi. Terciarna stopnja čiščenja se doseže z odstranjevanjem fosforja in dušika. Za proces denitrifikacije so potrebni anoksični pogoji, defosfatizacija pa poteka v anaerobnih pogojih, brez prisotnosti kisika in nitrata. Take pogoje lahko dosežemo z dodatnimi reaktorji, ali pa v posameznih conah v istem reaktorju. Slednji način se lahko vrši v oksidacijskih jarkih, v katerih kroži voda znotraj bazena ovalne ali okrogle oblike. Znotraj reaktorja z ustreznim aeriranjem ustvarimo oksične in anoksične cone.

Diskontinuirni sistemi – SBR



Slika 6: Shematični prikaz SBR sistema za odstranjevanje fosforja in dušika iz odpadne vode (Prirejeno po Arabi, Akbarzadeh in Khodabakhshi, 2012)

Arabi in sod. (2012) opisujejo, da je za diskontinuirni sistem oziroma sekvenčni biološki reaktor – SBR značilno, da v eni posodi oziroma reaktorju potekajo vse faze čiščenja. SBR sistem vsebuje šest različnih sekvenčnih faz:

- vtok odpadne vode,
- anoksično fazo,
- anaerobno fazo,
- aerobno fazo,
- usedanje,
- iztok prečiščene vode.

Prednost SBR sistema pred kontinuirnim je v tem, da se preprosto spreminja pogoje, ki so potrebni za potek reakcij. Prav tako ni potrebnih dodatnih reaktorjev oziroma celic, saj vse faze potekajo v enem reaktorju. SBR sistemi odpadno vodo prečistijo do vključno terciarne faze čiščenja.

6.4 Biološke čistilne naprave s pritrjeno biomaso

Precejalniki

Precejalniki so po Kolarju (1983) v svojem delovanju izboljšani talni filtri v smislu, da se v precejalniku zagotavlja učinkovitejše in stalno prezračevanje po njegovi celotni globini. Primerni so za naselja do 1000 PE, so cenovno ugodni in dosegajo visoke učinke čiščenja komunalne odpadne vode. Na učinek čiščenja vplivajo:

- prostorska obremenitev (v gBPK_5/m^3 in je odvisna od dotoka, koncentracije BPK_5 ter koristnega volumna polnila precejalnika),
- površinska obremenitev (v m^3/m^2 in je odvisna od volumna dotoka ter površine precejalnika),
- premer precejalnika (večji premer pomeni večji učinek čiščenja),
- višina precejalnika (večja je višina precejalnika, manjša je prostorska obremenitev, ki vpliva na učinek čiščenja),
- zračenje in temperatura (temperatura vpliva na vlek naravnega prezračevanja).

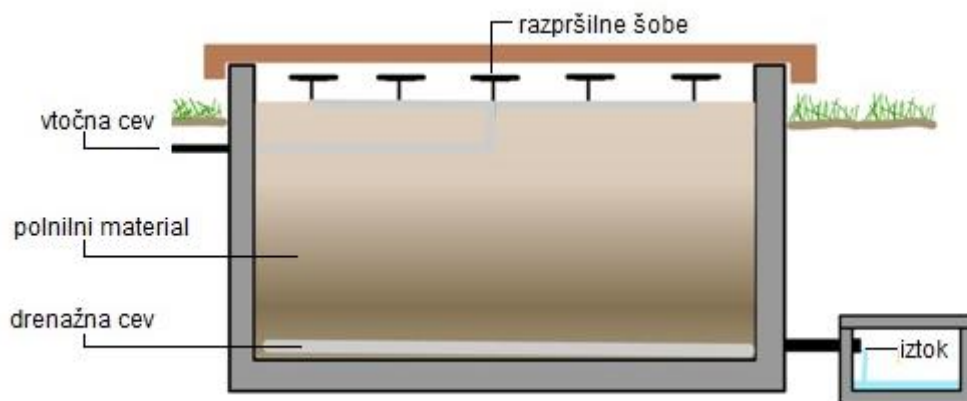
Precejalniki se gradijo za pretočno greznico ali pa za usedalnikom v katerem poteka delno biološko čiščenje. Na priključeno osebo je, v primeru gradnje za pretočno greznico, potrebnega 250 l polnilnega materiala. Če je voda na vstopu delno biološko očiščenega, zadostuje 150 l polnilnega materiala na PE. V tem primeru mora biti večji od 2000 m^3 .

Na površini polnilnega materiala se naseli aerobna življenjska združba. Za polnilni material lahko uporabimo kamen, ki je obstojen pred kemičnimi vplivi (npr. granit) ali plastične kocke.

Ker je za razpršitev odpadne vode po površini precejalnika pomembno, da je voda po površini precejalnika kar se da enakomerno razprši, uporabljamo različne načine razprševanja po površini. Razprševanje je lahko kontinuirano ali pa v presledkih. Slednje pogosteje uporabljamo v primeru majhnega dotoka vode. Načini izvedbe razprševanja v presledkih so preklopna posoda, natega s sifonom in regulacija hitrosti gibanja krožnega škropila.

Za precejalnikom uredimo sekundarni usedalnik, ki je potreben zaradi odmiranja življenjske združbe na površini polnilnega materiala.

Proces čiščenja na precejalnikih je podoben procesu samočiščenja vodotokov na prodnatnem dnu. Razlikuje se v tem, da v precejalniku ni primarnih producentov (zelenih rastlin).

Slika 7: Precejalnik (Prirejeno po www.vdh.state.va.us)

Potopniki

Izvedba potopnikov je urejena na pomični podlagi, ki jo izmenoma potapljamo v vodo in izpostavljamo zraku. To dosežemo z valjastim telesom z veliko razvito površino, ki rotira potopljen do polovice v odpadni vodi, ki jo čistimo. S tem dosežemo, da razvito biološko rušo na rotirajočem valju doseže tako hrana, kot tudi zrak. Pri rotiranju biološke ruše na valju se porablja električna energija vendar je poraba izredno nizka.

Konstrukcija potopnika je običajno kovinska, polnilni material biodiska na katerem zraste bakterijska združba pa iz plastike.

6.5 Rastlinske čistilne naprave

Rastlinska čistilna naprava v svojem delovanju posnema samočistilno sposobnost narave pri onesnaževanju z odpadno vodo. Sistem rastlinske čistilne naprave je sestavljen iz več vodoneprepustnih zaporednih bazenov, napolnjenih z agregatom potrebne granulacije v katerih so zasajene močvirne rastline (npr. trstike). Voda gravitacijsko odteka pod površino bazenov, kar preprečuje smrad in razvoj nezaželenih insektov. Osnovni procesi, ki se dogajajo v rastlinski čistilni napravi so absorpcija, mineralizacija, aerobna in anaerobna razgradnja. Pretežni del čiščenja odpadne vode opravijo aerobne in anaerobne bakterije, ki živijo med agregatom. Rastline predstavljajo le 20 % čiščenja, ki ga opravijo z vezavo mineralnih (fosfati, nitrati) ter nekaterih strupenih snovi, ki jih uporabijo za svojo rast.

Odpadna voda se zbira in useda v primarnem usedalniku, kjer se zadržijo usedljivi in suspendirani delci v odpadni vodi. Iz primarnega usedalnika delno mehansko očiščena voda odteče v prvi bazen, ki predstavlja filtriranje odpadne vode, ki je pomembno zaradi preprečevanja zamašitve drugega bazena - čistilnega dela rastlinske čistilne naprave. V zadnjem, tretjem bazenu se opravi postopek poliranja vode, med katerim se dodatno odstranijo bakterije iz vode. Za učinkovito čiščenje odpadne vode v rastlinski čistilni napravi je potrebno zagotoviti 2,5 m² površine na priključeno populacijsko enoto. Zadnji del rastlinske čistilne naprave je iztok. Prečiščeno vodo lahko ponikamo v zemljino ali odvajamo neposredno v celinski površinsko vodo. Možna je ureditev večnamenskega zbiralnika vode za shranjevanje prečiščene vode.

Glavna prednost rastlinskih čistilnih naprav je delovanje brez strojne in elektro opreme ter delno terciarno čiščenje. Pomanjkljivost RČN pa je delno zmanjšanje učinkovitosti čiščenja ob zimskem propadu rastlin.

6.6 Pasivne čistilne naprave

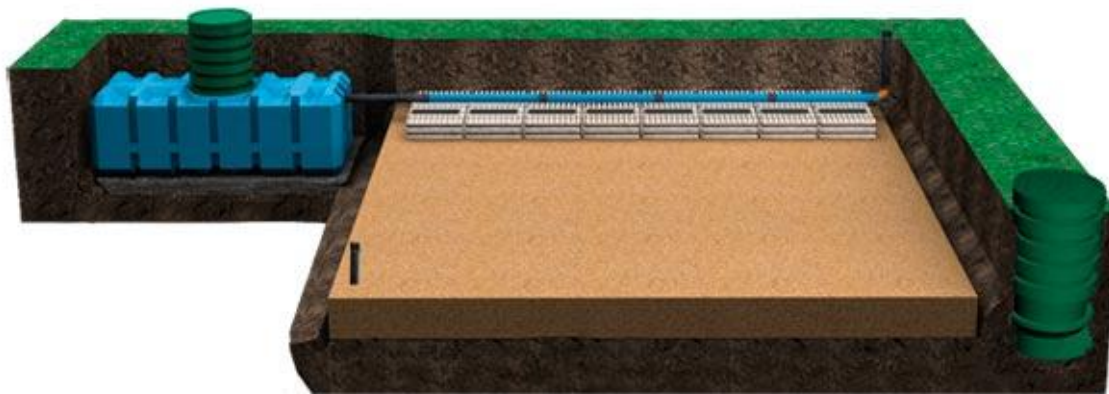
Na tržišču se zadnja leta pojavljajo novi načini čiščenja odpadne vode v malih komunalnih čistilnih napravah. Prednost pasivnih čistilnih naprav je, da za svoje delovanje ne potrebujejo električne energije niti elektro – pogonskih naprav, katerih vzdrževanje je povezano s stroški servisiranja elektronskih naprav.

Med ponudbo na slovenskem tržišču prevladujejo pasivne čistilne naprave, ki za biološko aerobno čiščenje odpadnih vod uporablja sistem s pritrjeno biomaso. Večina sistemov je sestavljena iz predzbiralnika in bio-reaktorja.

V predzbiralniku se odpadna voda s postopkom sedimentacije mehansko očisti trdnih, netekočih snovi. Po tej fazi voda gravitacijsko potuje v bio-reaktor, kjer se preko posebnih medijev, vgrajenih v reaktorju, očisti do biološke stopnje. Aerirani pogoji se dosežejo s prezračevanjem po sistemu naravnega vleka. Bio-reaktorju je lahko dodano ponikovalno polje.

Prednosti pasivnih čistilnih naprav so:

- delovanje brez električne energije in s tem manjši obratovalni stroški,
- primerno za objekte z nestalnim dotokom odpadne vode,
- brez pogonskih sklopov, kar zmanjša vzdrževalne stroške,
- preprosta uporaba in vzdrževanje.



Slika 8: Pasivna čistilna naprava Fann (www.fann.se)

6.7 MBR tehnologija čiščenja

Chapman (2001) opisuje, da membranski biološki reaktor (MBR) temelji na tehnologiji čiščenja pri kateri se s pomočjo mikroskopskih membran ločuje trdne delce od tekočine namesto sekundarnih postopkov čiščenja. Tipični sistem membranske čistilne naprave je po Chapmanu (2001) sestavljen iz:

- primarnega usedalnika,
- premešanega anoksičnega reaktorja z dodajanjem kovinske soli,
- sekundarne anoksične cone z mešanjem,
- potopljenih membran v prezračevanem bioreaktorju.

Zaradi povezave tradicionalnega postopka aktivnega biološkega blata s filtriranjem na membranah, so MBR čistilne naprave volumensko manjše od klasičnih sistemov čiščenja.

Prednosti MBR tehnologije čiščenja:

- manjši volumen čistilne naprave,
- boljši parametri prečiščene vode na iztoku iz čistilne naprave,
- možnost ponovne uporabe vode.

6.8 Načini izpusta prečiščene komunalne in meteorne vode

Kompare (2007) v svojem delu razlaga, da pretočne greznice ne nudijo zadostnega čiščenja odpadne vode, ki bi omogočal varen izpust v okolje.

Nadaljnje čiščenje iztoka iz greznic in malih čistilnih naprav z dodatnim čiščenjem odpadne vode po Panjanu (2010):

- v jarkih in drenažnih sistemih,
- v talnih filtrih ali poljih,
- v nasipih,
- s sistemom namakanja,
- z evapotranspiracijskimi sistemi,
- v konvencionalnih absorpcijskih bazenih in kanalih z doziranjem pod pritiskom,
- z rastlinskimi čistilnimi napravami.

Namen čiščenja v tleh je, da se odpadna voda očisti in ob tem izkoristi hranilne snovi v njej. Odpadna voda namreč vsebuje dušik in fosfor, ki ju rastline potrebujejo za svojo rast. Obenem pa se izboljšuje kvaliteta tal z razkrajanjem organskih snovi v humusu.

6.9.1 Čiščenje v jarkih in drenažnih sistemih

Pri tem sistemu čiščenja odpadnih voda se voda iz greznice izteka v podpovršinske serije jarkov ali bazenov. Dimenzije jarkov so od 0,3 do 1,5 m v globino in od 0,3 do 0,9 m v širino. Na dnu jarka je pralni gramoz s premerom zrna 150 mm. Drenažna cev je na sredini višine jarka. Zamašitev jarka z nasutim materialom se prepreči z geotekstilnim trakom med peskom in nasutim materialom.

Učinek čiščenja v jarkih je odvisen od lokacije, lastnosti zemljine in stopnje predčiščenja odpadne vode.

6.9.2 Talni filtri in ponikovalna polja

Namen ponikovalnih polj je odstranjevanje in čiščenje odpadne vode, izkoriščanje za poljedelske namene pa je drugega pomena.

Uporabljamo jih na prepustnem zemljišču, v katerem na globini enega metra uredimo mrežo drenažnih cevi, s katero se mehansko očiščena voda ponika v zemljinu.

Talni filtri se za razliko od ponikovalnih polj ne uporabljajo za namakanje poljedelskih površin. Izvedemo jih tako, da odstranimo plast humusa in zemljišče razdelimo na manjše površine, ki ne presegajo 0,4 ha. Drenažne cevi namestimo na globini 1 m. Dotok mehansko prečiščene odpadne vode uredimo tako, da lahko ločeno poplavljammo filtrske površine z vodnim slojem debeline 5 do 10 cm.

Filter preplavimo enkrat dnevno, preplavitev pa mora biti opravljena čim hitreje, zato je potrebno zavarovanje pred erozijo površine filtra.

6.9.3 Čiščenje v nasipih

Ta sistem uporabljamo zaradi premajhne prepustnosti zemljine in previsokega nivoja podtalnice. Debelino plasti do trdne podlage ali podtalnice dosežemo z nasutjem peščenih nasipov, s katerim zmanjšamo ali povečamo prepustnost do ustrezne vrednosti. Doziranje očiščene odpadne vode se opravlja 4- do 6-krat na dan.

6.9.4 Namakanje

Namakanje lahko uredimo s škropljenjem, kot kapljično ali pa podzemno namakanje.

Namakanje s škropljenjem je najučinkovitejši in najcenejši način med možnostmi namakanja. Uporaba je omejena na področja z majhno gostoto naseljenosti. Da zadostimo delovanju razpršilcev, mora pretok presegati 11 l/min.

Kapljično namakanje je bolj primerno za obremenitve z odpadno vodo individualnega gospodinjstva kot škropljenje. Za delovanje sistema potrebujemo pritisk. Cevi položimo na globini od 150 mm do 250 mm. Ker za ta sistem potrebujemo boljše očiščeno vodo, med iztokom iz greznice in kapljičnem namakalnim sistemom uredimo peščeni filter.

Podzemno namakanje učinkovito čisti vključno z biološko stopnjo čiščenja manjših vodnih količin. Omejitev delovanja je zadostna prepustnost tal in dovolj globoka podtalnica, ki se ne uporablja za oskrbo z vodo. Podzemno namakanje izvedemo s ponikovalnimi cevmi, položenimi na globini vsaj 0,6 m. Medsebojna razdalja med ponikovalnimi cevmi je 2 do 3 m. Sistem podzemnega namakanja predhodno mehansko očiščeno vodo biološko očisti.

6.9.5 Evapotranspiracijski sistemi

Te sisteme lahko uporabljamo za čiščenje iztoka iz greznic v bolj sušnih področjih. Uporabljajo se tam, kjer zemljina ni najbolj primerna za ponikanje. Debelina plasti peska je od 0,6 do 0,75 cm. Prečiščena voda se s pomočjo kapilarni sil dviguje iz peska in izhlapi v atmosfero. Dimenzije sistema so odvisne glede na hidravlično obremenitev.

7 OPIS OBRAVNAVANEGA OBMOČJA

7.1 Občina Zagorje ob Savi

Občina Zagorje ob Savi leži 50 km vzhodno od Ljubljane. Kotlina v kateri so nastali vsi večji kraji v občini: Zagorje ob Savi, Kisovec in Izlake, je na severu omejena s Čemšeniško planino (1206 m), na severovzhodu s Sveto planino (985 m). Na vzhodu meji na trboveljsko dolino, južni del omejuje reka Sava. Na desnem bregu reke Save območje okoli kraja Podkum prav tako leži v občini Zagorje ob Savi. Na Zahodu zagorsko dolino omejuje Zasavsko hribovje z Zasavsko Sveto goro (849 m), v katerem leži obravnavano območje diplomske naloge.

7.2 Krajevna skupnost Šentlambert

Krajevno skupnost Šentlambert sestavljajo kraji: Šentlambert, Jarše, Borje, Golče, Jablana, Kal, Požarje, Špital, Kolk, Senožeti in Mošenik.

Večina naselij v krajevni skupnosti leži na nadmorski višini višji od 500 m. Izjema je naselje Mošenik, ki leži ob reki Savi na nadmorski višini 230 m. Za krajevno skupnost je značilen hribovit in razgiban teren.

Glede na podatke geološke karte (Geološki zavod Slovenije) je geološka sestava tal pretežno sestavljena iz dolomitov in apnencev, najdemo pa tudi nekaj območij fliša in soteške plasti konglomerata, meljavca, peščenjaka in laporja. Na obravnavanem območju se lahko zasledi različne kraške terenske pojave (npr. vrtače). Večjih vodotokov, z izjemo reke Save na skrajnem južnem delu krajevne skupnosti, ni. Poleg reke Save je v dolini, ki povezuje kraj Mošenik z preostalim delom krajevne skupnosti, manjši vodotok z imenom Mošenik. Ostala površinska vodna telesa so hudourniškega značaja.

Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije v Krajevni skupnosti Šentlambert prebiva 508 oseb. V vseh 11 naseljih skupaj je 188 objektov s hišno številko.

Preglednica 14: Število prebivalcev v posameznem naselju

Naselje	število prebivalcev
Šentlambert	97
Jarše	11
Borje	44
Golče	40
Jablana	78
Kal	100
Požarje	11
Špital	25
Kolk	44
Senožeti	27
Mošenik	31
SKUPAJ	508

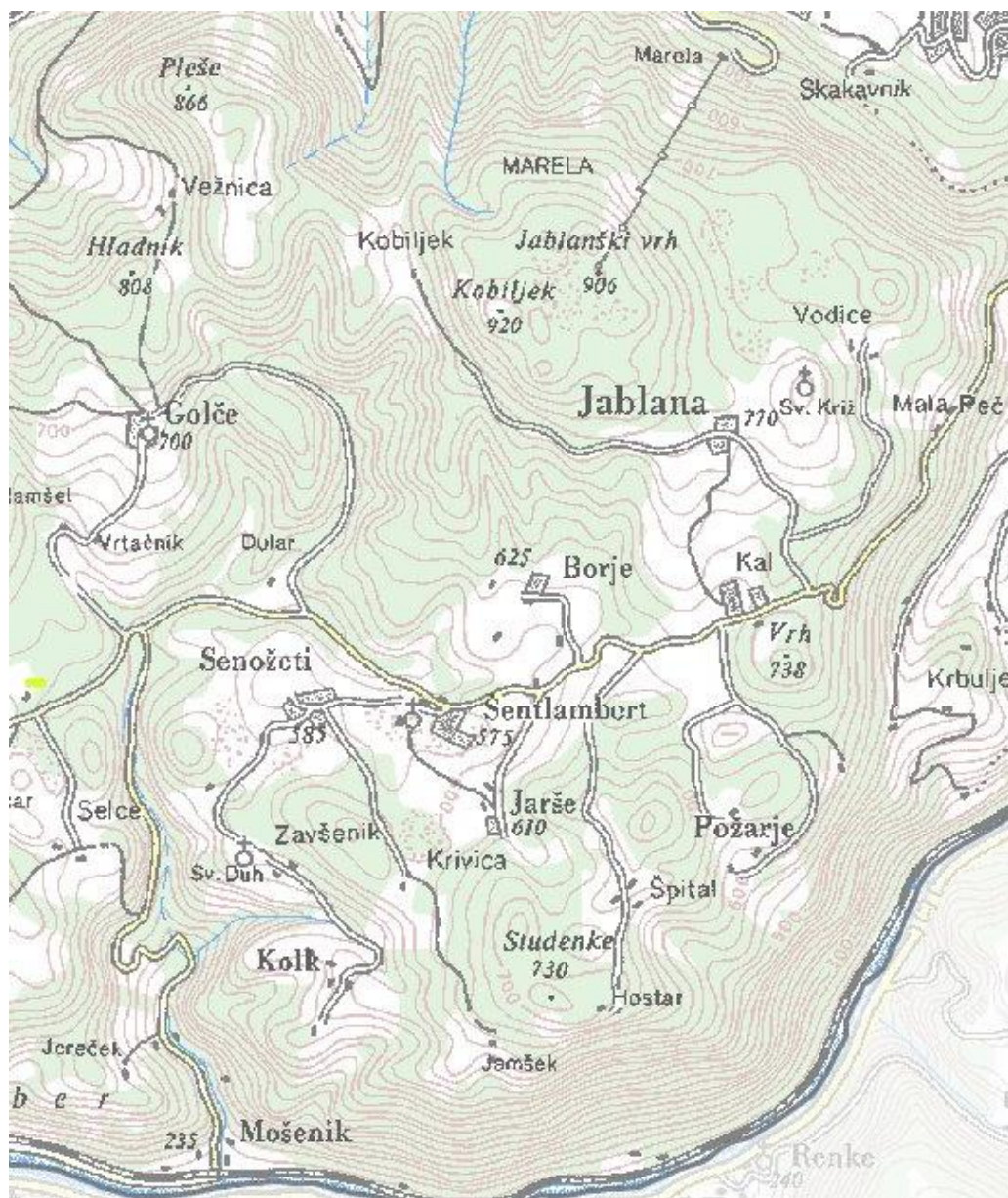
Največji naselji v krajevni skupnosti, Šentlambert in Kal, ležita ob lokalni cesti 8656149, ki povezuje Zagorje in naselje Vidrga. Cestna infrastruktura je z nekaterimi izjemami preplastena z asfaltno površino. V krajevni skupnosti je poleg razvejane cestne infrastrukture tudi telekomunikacijsko omrežje in elektroenergetsko omrežje. Preko obravnavanega območja poteka elektroenergetski daljnovod Beričevo – Trbovlje. Značilna razpršena in nizka gostota poselitve otežuje izgradnjo gospodarske infrastrukture.

Lokalno vodovodno omrežje ni v upravljanju izvajalca gospodarske javne službe v občini Zagorje ob Savi, Javno podjetje komunala Zagorje d.o.o. Po podatkih pridobljenih na komunalnem podjetju, je skupna količina odvzema vode v vodovodnem sistemu Šentlambert v letu 2015 znašala 12. 334 m³.

V krajevni skupnosti deluje Podružnična osnovna šola Šentlambert, lovska družina, športno in prostovoljno gasilsko društvo, župnija Šentlambert z župniščem, v katerem občasno potekajo večdnevna srečanja. Večjih obrtniških dejavnosti na obravnavanem območju ni zaznati.

Preglednica 15: Pravni subjekti v krajevni skupnosti Šentlambert (Telefonski imenik Slovenije)

Kraj	Dejavnost	št. PE
Šentlambert	Podružnična šola Šentlambert	4
Šentlambert	Krajevna skupnost Šentlambert	0
Šentlambert	Lovska družina Šentlambert	3
Šentlambert	Boštjan Grošelj s.p. Prevajanje, lektoriranje in tolmačenje	0
Šentlambert	Prostovoljno gasilsko društvo Šentlambert	3
Šentlambert	Športno društvo Šentlambert	3
Šentlambert	Župnija Šentlambert	2
Golče	Turistično društvo Golče	0
Jablana	Špela Vozelj s.p., podjetniške in poslovne storitve	0
Senožeti	Gregor Vozelj s.p., Bencinski servisi in kuriva	0
Senožeti	Igor Medved s.p., Električni stoji in naprave	0
Senožeti	Tomaž Ocepek s.p., storitve s kmetijsko, gozdarsko in gradbeno mehanizacijo	0
Senožeti	Kranjc Boštjan s.p., vodoinstalacije	0
Senožeti	Smučarska koča na Mareli, Apartmaji in prenočišča	0
Senožeti	Zore Ivan s.p., gradbeništvo	0
Senožeti	Športno društvo Taj-kuni	0
Senožeti	Boštjan Šifrer s.p., montaža stavbnega pohištva	0
SKUPAJ		15



Slika 9: Topografski prikaz obravnavanega območja v merilu 1:30000 (Prostorski informacijski sistem občin)

8 HIDRAVLIČNO DIMENZIONIRANJE KANALIZACIJSKEGA SISTEMA

9.8 Dimenzioniranje kanalizacijske cevi

Za obravnavano območje ni podatkov o porabi pitne vode. Zato se za porabo določi standardno porabo pitne vode na osebo, ki znaša 150 l dnevno.

$$n_p = 150 \text{ l/dan}$$

Zaradi večjega števila polkmetov, ki s svojo dodatno kmetijsko dejavnostjo dodatno obremenjujejo odpadne vode, so ocene tuje vode v kanalizacijskem sistemu 50 % norme porabe odpadne vode.

Poraba vode za posamezno cev je določena glede na število hišnih števil, pri čemer se uporabi povprečno število gospodinjstev članov. Povprečno število članov v gospodinjstvu se določi glede na število prebivalcev v naselju in število hišnih števil v naselju.

$$n_{povp} = \frac{n_{naselje}}{n_{hiš.št.}}$$

Preglednica 16: Povprečno število članov v gospodinjstvu za posamezno naselje

Naselje	Število hišnih števil	Število prebivalcev	Povprečno število članov v gospodinjstvu
	$n_{hiš.št.}$	$n_{naselje}$	n_{povp}
Šentlambert	30	97	3.23
Jarše	11	11	1.00
Borje	19	44	2.32
Golče	9	40	4.44
Jablana	22	78	3.55
Kal	27	100	3.70
Požarje	5	11	2.20
Špital	11	25	2.27
Kolk	27	44	1.63
Senožeti	14	27	1.93
Mošenik	13	31	2.38
SKUPAJ	188	508	2.70

Dnevni odtok odpadne vode v cevi je določeno po spodnji enačbi:

$$Q_d = n_p * n_{povp} * n_{hiš.št.}$$

Dnevni dotok odpadne vode je povečan za zgoraj določeno oceno dotoka tuje odpadne vode, v kateri je zajeta specifična struktura prebivalstva.

V kanalizacijskih ceveh je večinoma tok s prosto gladino. Hitrost odpadne vode s prosto gladino v cevi lahko določimo po de Chezyu, Kutterju, Colebrook ali Manningu (povzeto po Panjan, 1999). Za določanje hitrost sem izbral slednjo.

$$v = \frac{1}{n_g} * R^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

$$R = S/O$$

$$S = \frac{d^2}{8} * (\alpha - \sin \alpha)$$

$$O = \left(\frac{d}{2}\right) * \alpha$$

Najmanjša dovoljena hitrost odpadne vode, določena v Tehničnem pravilniku o objektih in napravah za odvajanje in čiščenje odpadnih in padavinskih voda občine Zagorje ob Savi, je 0,4 m/s, največja dovoljena 3 m/s oziroma izjemoma 6 m/s v kolikor to dovoljuje material.

9.9 Dimenzioniranje revizijskih jaškov

Tehnični pravilnik o objektih in napravah za odvajanje in čiščenje odpadnih in padavinskih voda (2014) določa, da se revizijske jaške postavi na mestih, kjer se v cevovodu:

- spremeni smer,
- spremeni naklon,
- spremeni prečni prerez kanala,
- združijo kanalov.

Preglednica 17: Razdalje med revizijskimi jaški (Tehnični pravilnik o objektih in napravah za odvajanje in čiščenje odpadnih in padavinskih voda, 2014)

Premer kanala		Največja dovoljena razdalja
od DN 150	do DN 300	40 m
od DN 400	do DN 500	60 m

od DN 600	do DN 1400	80 m
od DN 1500	in več	100 m

V primeru da je razlika med koto vtoka in koto iztoka v jašku večja od 0,5 metra, je potrebno izvesti kaskadni jašek iz kolena, ravnega dela cevi in odcepnega kosa. V primeru, da je hitrost večja od 6 m/s je potrebno izvesti umirjevalne elemente, ki zmanjšujejo energijo curka na stene revizijskih jaškov. Revizijski jaški morajo imeti minimalni premer 600 mm. V primeru da je višina jaška večja kot 1400 mm, je potrebna izvedba vstopne lestve iz nerjavečega jekla.

Izbral sem jaške podjetja Zagožen d.o.o. v polietilenski izvedbi. Dno jaška je izvedeno s tremi integriranimi vstopnimi priključki primerni za priključitev polietilenskih cevi in enim integriranim iztokom.

Premer jaškov do globine 140 m je 625 mm, jaški večjih višin pa imajo premer 800 mm in imajo integrirano vstopno lestev iz nerjavečega jekla.

9.10 Dimenzioniranje črpališča

V tehničnem pravilniku je določeno, da je potrebno črpališča graditi na mehanizaciji dostopnih zemljiščih. Zagotovljeno mora biti parkirišče za dve vozili (manjše in večje). Črpališče je potrebno ograditi, pokrov pa mora biti nad poplavnim nivojem. Ob izvedbi črpališča brez grabelj, mora biti črpališče pokrito s pokrovom z zaklepom. Električna omarica z napajanjem mora biti postavljena v neposredni bližini črpališča. Pred črpališčem mora biti dimenzioniran akumulacijski bazen. Premer tlačnega voda mora biti minimalno 80 mm in morajo omogočati vertikalni pretok 1 m/s.

Izbiral sem črpališče podjetja Regeneracija, ki je izvedeno iz dveh komor. Pred komoro s črpališčem je izvedena komora, ki ima funkcijo zadrževalnika. Črpališče vsebuje dva črpalna sistema, kar omogoča nemoteno servisiranje in delovanje črpališča ob okvari enega sistema črpanje. Dostop do podesta za servisiranje in čiščenje črpališča je urejen z lestvijo.

9.11 Dimenzioniranje čistilne naprave

Biološko čiščenje v malih čistilnih napravah lahko glede na Tehnični pravilnik (2014) poteka na naslednje načine:

- prezračevanje v lagunah (po standardu SIST EN 12255-5),
- postopek z aktivnim blatom v bioloških reaktorjih (po standardu SIST EN 12255-6),

- postopek s pritrjeno biomaso v (po standardu SIST EN 12255-7),
- v rastlinski čistilni napravi z vertikalnim tokom.

Za odvajanje odpadne vode iz MKČN, mora lastnik objekta, pridobiti geološko geotehnično poročilo, s katerim je določen način odvajanja odpadne vode. Obvezna uporaba čistilnih naprav in nepretočnih greznic velja na območjih, kjer ni urejenega odvajanja odpadne vode v javni kanalizaciji.

Poleg MKČN je dovoljena uporaba nepretočnih greznic - nepropustnega zbiralnika komunalne odpadne vode.

Odločil sem se za čistilne naprave podjetja Zagožen d.o.o. Čistilne naprave delujejo po postopku SBR tehnologije čiščenja. Čistilne naprave so v tipskih polietilenskih ohišjih in so velikosti od 2-5 PE do 500 PE.

V spodnji tabeli sem glede na pridobljene podatke o volumnu čistilnih naprav preračunal površino vgradnje čistilnih naprav, ki sem jih kasneje uporabil za izračun stroška nakupa zemljišča za komunalno čistilno napravo.

Preglednica 18: Tehnične karakteristike tipskih čistilnih naprav Zagožen

št. PE	volumen [l]			površina vgradje [m2]
	primarni usedalnik	zadrževalnik	SBR reaktor	
2-5	1890		1890	8.690
6	2375		2375	9.515
8	3750		3750	12.650
12	5000		5000	18.975
16	7000		6000	22.825
20	8000		8000	23.760
26	10000		10000	27.060
32	12000		12000	30.360
40	20000		10000	35.970
49	26000		12000	43.230
51	8000	8000	8000	35.640
60	8000	8000	10000	37.290
75	10000	8000	12000	40.755
100	16000	10000	16000	51.810
125	18000	12000	20000	58.575
150	20000	16000	30000	72.930
175	30000	16000	30000	81.840
200	30000	18000	40000	92.400
225	30000	20000	40000	94.050
250	40000	30000	40000	111.870
300	2 x 20000	16000	2 x 30000	145.860
350	2 x 30000	16000	2 x 30000	163.680
400	2 x 30000	18000	2 x 40000	184.800
450	2 x 30000	20000	2 x 40000	188.100
500	2 x 40000	30000	2 x 40000	223.740

9 VARIANTNE REŠITVE ODVODNJAVANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA

V diplomskem delu so zajete naslednje variantne rešitve odvodnjavanja in čiščenja odpadne vode v krajevni skupnosti Šentlambert:

1. Odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode vseh naselij v krajevni skupnosti na skupni mali komunalni čistilni napravi Mošenik,
2. odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode na skupni mali komunalni čistilni napravi v naselju,
3. čiščenje odpadne vode v individualni mali komunalni čistilni napravi v posameznem objektu.

Vsaka od variantnih rešitev zajema vse objekte s hišno številko v krajevni skupnosti Šentlambert. V primeru, da odvodnjavanje odpadne vode zaradi razgibanosti terena in razseljenosti v naselju ni smiselno, se čiščenje odpadne vode v objektih s hišno številko uredi v individualni čistilni napravi velikosti 2-5 PE.

9.1 Variantna rešitev 1: Odvajanje in čiščenje odpadne vode celotne krajevnosti Šentlambert na skupni mali komunalni čistilni napravi Mošenik

V prvi variantni rešitvi je predvideno skupno zbiranje in odvajanje odpadne vode v gravitacijskih kanalizacijskih vodih. Na območju kjer zaradi konfiguracije terena ni mogoča izvedba gravitacijskega poteka fekalne kanalizacije, se uredi ustrezno tipsko črpališče za premagovanje nivojskih nadmorskih višin.

Potek trase glavnih vodov v veliki večini poteka po javnih cestah, saj se tako izognemo težavam s pridobivanjem služnosti lastnikov zemljišč. Kjer potek po javni cesti zaradi ekonomskih ali tehničnih razlogov ni sprejemljiva, poteka določen odsek kanalizacije po zasebnih zemljiščih.

Za odvodnjo manj onesnažene padavinske vode s streh objektov, zelenih in peščenih površin je predvidena izvedba ponikovalnic. Prav tako je predvideno ponikanje padavinske vode s cestnih površin. Pred ponikanjem se padavinska voda očisti v peskolovih in lovilih olj.

Lokacija skupne male komunalne čistilne naprave se nahaja v naselju Mošenik. Predvidena lokacija leži v bližini reke Save, kar omogoča odvajanje prečiščene odpadne vode v naravni vodotok. Lega skupne MKČN je na nadmorski višini 230 m, v neposredni bližini lokalne ceste in železniške proge med Ljubljano in Zidanim mostom. Na skupno komunalno čistilno napravo je predviden priklop vseh

naselij v krajevni skupnosti z izjemo naselja Požarje, kjer zaradi neizrazitega gručastega jedra naselja skupno odvajanje odpadne vode ni smiselno.



Slika 10: Lokacija skupne čistilne naprave Mošenik (foto: Kokalj, 2016)

9.2 Variantna rešitev 2: Odvajanje in čiščenje odpadne vode na skupni komunalni čistilni napravi v posameznem naselju

Skupna čistilna naprava je predvidena v vseh naseljih krajevne skupnosti Šentlambert. Izvzeto je naselje Požarje, saj odvajanje in čiščenje odpadne vode v večjem delu vasi ni smiselno iz inženirskega in ekonomskega vidika. Varianta obsega deset skupnih komunalnih čistilnih naprav.

Mesta predvidenih čistilnih naprav so predvidena izven naselij, na najnižji nadmorski višini naselja. Kapaciteta čistilne naprave je prilagojena glede na število priključenih objektov.

Predvideno je gravitacijsko odvajanje odpadne vode. Predviden potek trase kanalizacije je na območju javnih poti, kjer je to zaradi zagotavljanja gravitacijskega padca in ekonomičnosti rešitve smiselno. Zaradi nizke gostote poseljenosti nekaterih naselij in nihajočega nagiba terena, so za odvodnjavanje odpadne vode v treh naseljih potrebna črpališča za premagovanje višinskih razlik.

Za odvodnjavanje padavinske vode s strehe, hišnih dvorišč in travnatih površin je predvideno ponikanje preko ponikovalnih polj. Prav tako se predhodno očiščena padavinske voda s cestišč v lovilcih olj ponika preko urejenih ponikovalnic.

Šentlambert

Na čistilno napravo Šentlambert je predviden priklop 93 % delež prebivalcev naselja. Predvidena obremenitev čistilne naprave je 136 PE, zato je izbrana velikost čistilne naprave 150 PE. Naselje je strnjeno. Dolžina kanalizacije je 1101,41 m, kar znaša 12,17 m na priklopljeno osebo na čistilno napravo. Za čiščenje preostalega deleža objektov, sta predvideni dve individualni čistilni napravi.

Predvidena lokacija čistilne naprave leži na skrajnem zahodnem delu naselja ob lokalni cesti.



Slika 11: Fotografija naselja Šentlambert (foto: Kokalj, 2016)

Jarše

V naselju Jarše je predviden priklop vseh gospodinjstev. Predvidena obremenitev čistilne naprave je 17 PE. Izbrana je čistilna naprava v velikosti 20 PE, ki bo priklopljena na gravitacijsko kanalizacijo v skupni dolžini 290 m. Lokacija čistilne naprave leži na severno-vzhodnem delu naselja.



Slika 12: Fotografija naselja Jarše (foto: Kokalj, 2016)

Borje

V naselju Borje je predvidena dolžina gravitacijskega kanalizacijskega omrežja 1039 metrov. Kapaciteta čistilne naprave je 49 PE. Čistilna naprava leži na jugo-vzhodni strani naselja. Na skupno čistilno napravo bo priklopljen 68 % delež objektov. Za čiščenje odpadne vode v preostalih objektih bo potrebno vgraditi še 6 dodatnih individualnih čistilnih naprav.



Slika 13: Fotografija naselja Borje (foto: Kokalj, 2016)

Golče

Naselje Golče obsega 9 stalno naseljenih objektov. V naselju prebiva 40 prebivalcev. Na čistilno napravo bo priklopljenih 67 % objektov. Predvidena kapaciteta skupne čistilne naprave znaša 40 PE. Skupna dolžina kanalizacije znaša 259 m, kar pomeni manj kot 10 m na PE. Za preostale objekte, ki ne bodo priključeni na čistilno napravo bo potrebna vgradnja treh dodatnih čistilnih naprav.

Lokacija čistilne naprave je na jugo-vzhodni strani naselja.



Slika 14: Fotografija naselja Golče (foto: Kokalj, 2016)

Jablana

Naselje Jablana ima najkrajšo dolžino kanalizacijskega omrežja glede na priključeno število oseb v krajevni skupnosti Šentlambert. Skupna dolžina kanalizacije znaša 290 m, kar predstavlja 8,2 metra na priključeno osebo. Skupna čistilna naprava ima kapaciteto 51 PE. V naselju Jablana leži tudi naselje Mala Peč, ki zaradi nižje nadmorske višine ni zajeta v odvajanje odpadne vode na skupno čistilno napravo. Za potrebe čiščenja odpadne vode v objektih, ki ne bodo priključena na skupno čistilno napravo je predvidena vgradnja 12 individualnih čistilnih naprav.



Slika 15: Fotografija naselja Jablana (foto: Kokalj, 2016)

Kal

Naselje kaj je dokaj strnjeno, tako da je možna odvodnja odpadne vode v gravitacijski kanalizaciji za vse objekte v naselju. Skupna dolžina čistilne naprave je 947 metrov, kar pomeni manj kot 10 metrov na priključenega prebivalca. Kapaciteta skupne čistilne naprave znaša 150 PE. Lokacija čistilne naprave je na zahodnem delu naselja.



Slika 16: Fotografija naselja Kal (foto: Kokalj, 2016)

Špital

Kapaciteta čistilne naprave v naselju Špital je 40 PE. Naselje je razdeljeno na dva dela. Zaradi razgibanega terena odvodnjavanje odpadne vode ni možno samo gravitacijsko. Predvidena so 3 črpališča. Na predviden potek kanalizacije je možen priklop vseh objektov v naselju.



Slika 17: Fotografija dela naselja Špital (foto: Kokalj, 2016)

Kolk

Naselje Kolk ima najbolj razpršeno obliko poselitve. Naselje sestavljajo trije zaselki; Kolk, Zavšenik, Krivica in Selišče. Razpršena oblika poselitve se odraža v dolžini kanalizacije na priključeno osebo, ki znaša več kot 50 metrov. Celotna dolžina kanalizacije je 1660 metrov. Kapaciteta skupne čistilne naprave znaša 49 PE, na katero je predviden priklop 67 % vseh objektov. Za čiščenje vse odpadne vode v naselju Kolk je potrebna vgradnja 9 dodatnih čistilnih naprav.



Slika 18: Fotografija zaselka Zavšenik – Kolk (foto: Kokalj, 2016)



Slika 19: Fotografija naselja Kolk (foto: Kokalj, 2016)

Senožeti



Slika 20: Fotografija naselja Senožeti (foto: Kokalj, 2016)

Naselje Senožeti ima značilno gručasto jedro. Kanalizacija v dolžini 317 metrov poveže 87 % delež objektov. Kapaciteta čistilne naprave znaša 40 PE. Predvideni pa sta 2 dodatni individualni čistilni napravi.

Mošenik

Čistilna naprava za naselje Mošenik bi stala na enaki lokaciji, kot skupna čistilna naprava za celotno krajevno skupnost. Kapaciteta čistilne naprave za naselje Mošenik bi znašala 26 PE. Celotna dolžina kanalizacijskega omrežja je 812 metrov, na katerega bi se lahko priklopilo 54 % delež objektov. Za čiščenje odpadne vode v celotnem naselju bi bilo potrebno vgraditi še 6 individualnih čistilnih naprav.

9.3 Variantna rešitev 3: Čiščenje odpadne vode v individualni mali komunalni čistilni napravi posameznega objekta

Za čiščenje odpadne vode izven poselitvenih aglomeracij je po uredbi o čiščenju in odvajanju komunalne odpadne vode daljnoročno predvideva čiščenje odpadne vode v individualnih čistilnih napravah.

Predvideno je čiščenje odpadne vode v individualni čistilni napravi v sklopu vsakega objekta s hišno številko v naselju. Izgradnja čistilne naprave zajema:

- odstranitev obstoječega objekta za čiščenje odpadne vode, ki je večini primerov pretočna greznica,
- izgradnja zunanjega odvoda komunalne odpadne vode do male komunalne čistilne naprave s predvidenim revizijskim jaškom,
- nakup MKČN,
- gradbeni izkop in vgradnjo MKČN po navodilih proizvajalca,
- izvedbo ponikovalnice z zračenjem.

V predvideno ponikovalnico se ponika tudi padavinsko vodo s strehe, dvorišča in travnatih površin.

Preglednica 19: Prednosti in slabosti posamezne variantne rešitve

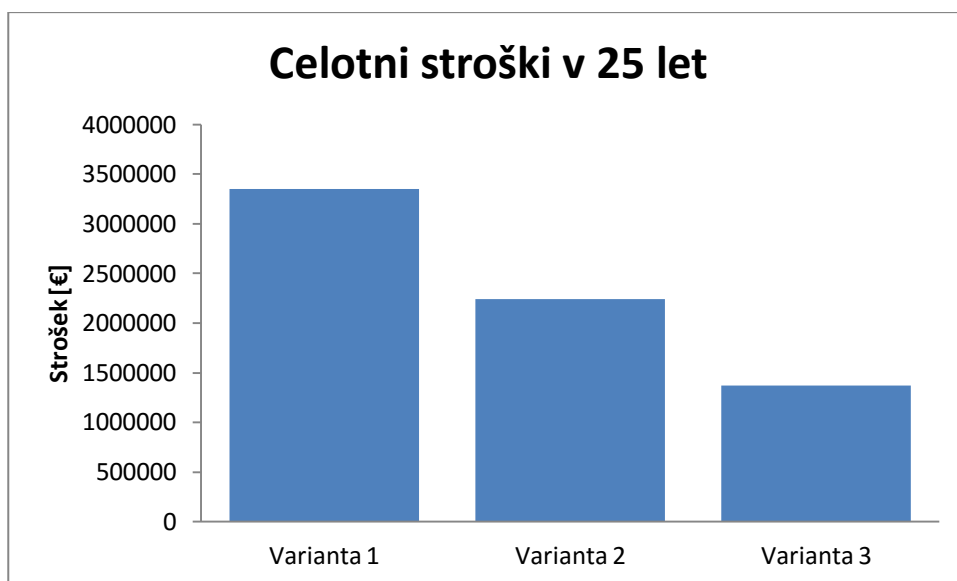
	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
	Skupno čiščenje odpadne vode v eni čistilni napravi	Skupno čiščenje odpadne vode v naselju	Individualno čiščenje odpadne vode
Prednosti	Nižji skupni stroški vzdrževanja čistilne naprave Vzdrževanje s strani pooblaščenega strokovnega izvajalca Nizki obratovalni stroški čistilne naprave Manjša poraba električne energije Možnost odvodnjavanja prečiščene vode direktno v vodotok	Nižji stroški izgradnje kanalizacijskega sistema Vzdrževanje s strani pooblaščenega izvajalca Razpršena in deljena investicija Možnost mozaične izvedbe po delih Enostavnejše (neposredno) upravljanje Enostavnejša tehnologija Večja uravnovešenost lokalnega kroženja vode	Pregled nad odpadno vodo v gospodinjstvu Ni potrebna gradnja kanalizacijskega sistema Vračanje prečiščene porabljene vode v neposredno okolico rabe Najbolj ekonomična rešitev Konkurenčnejša ponudba na trgu
Slabosti	Zaradi nihanja terena je potrebno prečrpavanje Visoki stroški vzdrževanja infrastrukture za odvodnjavanje odpadne vode Zgoščena investicija Najdražja investicija Odtujenost soupravljanja s strani uporabnikov Zahtevnejša tehnologija Neuravnovešenost regionalnega kroženja vode Zapore dostopnih poti in cest v času gradnje infrastrukture Potrebno najmanj prostora za vgradnjo	Zaradi nihanja terena je ponekod potrebno prečrpavanje Velika razseljenost nekaterih naselij ne omogča ekonomsko vzdržne skupne rešitve Zapore dostopnih poti in cest v času gradnje infrastrukture	Veliki skupni stroški sevisiranja, vzdrževanja, praznjenja primarnega prekata Večja skupna poraba prostora Individualno, nestrokovno vzdrževanje Najdražji stroški obratovanja Veliki stroški vzorčenja in nadzora zaradi razpršenosti lokacij vgradnje Omejen nadzor zaradi razpršenosti lokacij vgradnje Potrebno veliko prostora za vgradnjo

9.4 Ekonomska analiza variantnih rešitev odvajanja in čiščenja odpadne komunalne vode

Predlagane rešitve so analizirane na podlagi naslednjih dejavnikov:

- strošek celotne investicije izgradnje infrastrukture za odvodnjavanje in čiščenje odpadne vode,
- strošek zemljišča,
- strošek predvidene porabe električne energije,
- strošek letnega servisiranja in vzdrževanja čistilne naprave oziroma čistilnih naprav,
- strošek investicije in vzdrževanja čistilne naprave v obdobju 25 let.

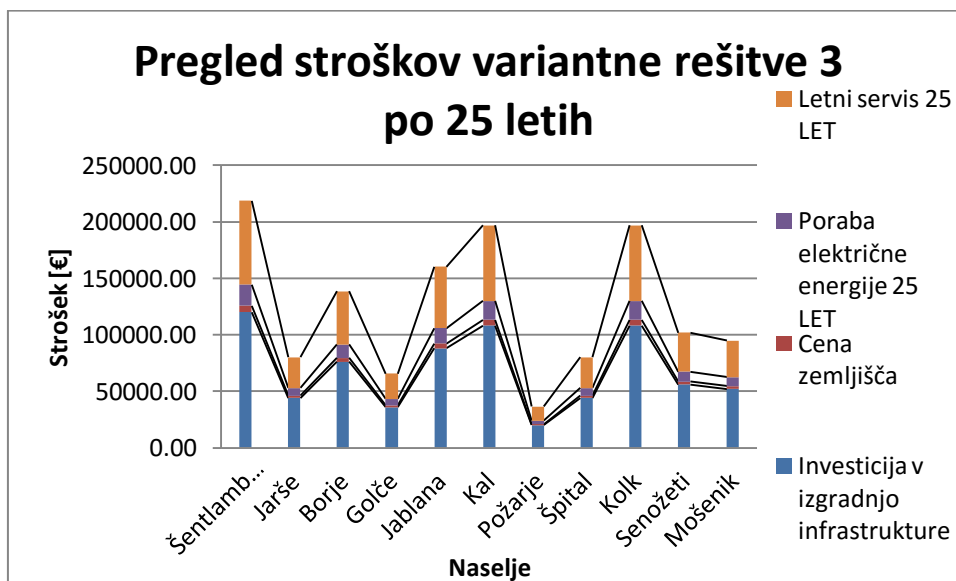
Stroški prve variantne rešitve so se izkazali za največje. Investicija v skupno čistilno napravo v kraju Mošenik z ekonomskega vidika ni smiselna. V primerjavi z ostalima rešitvama je investicija v eno skupno čistilno napravo večkratnik investicije tretje variante. Seveda pa se razlika med celotnimi stroški prve in tretje variantne rešitve z leti manjša, zaradi manjših stroškov električne energije in letnega servisa.



Grafikon 2: Celotni stroški v dobi 25 let

Glede na postavljeno hipotezo, da je stroškovno najbolj smotrna rešitev vgrajevanja individualnih čistilnih naprav za samostojne objekte, se je v večini naselij izkazala za pravilno. Izjema je naselje Jarše, v katerem se zaradi specifične poselitve najboljša rešitev čiščenje odpadne vode v skupni čistilni napravi. Naselje Jarše je gručastega tipa, s primernim padcem poteka predvidene kanalizacije ter izredno nizko gostoto poselitve. Glede na število prebivalcev in število hišnih števil v naselju, je zaradi velikega stroška izgradnje individualnih čistilnih naprav za majhno število prebivalcev.

Tretja variantna rešitev zajema največje stroške zemljišča, servisiranja in porabe električne energije. Slednja stroška sta del stroška obratovanja, katerega vrednost na celotni strošek z leti narašča. Na spodnjem grafu pregleda stroškov variantne rešitve individualnih čistilnih naprav po 25 letih se opazi večji delež stroška servisiranja čistilne naprave glede na celotne stroške.



Grafikon 3: Pregled stroškov variantne rešitve 3 po 25 letih

V analizi variantnih rešitev za naselje Senožeti se je izkazalo, da je investicija v infrastrukturo skupnega odvajanja in čiščenja odpadne vode smiselna, kolikor se upoštevajo stroški vzdrževanja in obratovanja v obdobju 25 let.

Izmed obravnavanih naselij je po veljavnem operativnem programu naselje Šentlambert vključeno v skupno urejanje odvajanja in čiščenja odpadne vode v okviru aglomeracije. Glede na Uredbo o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode, je v primeru, da se za obravnavano aglomeracijo izkaže, da je variantna rešitev odvajanja in čiščenja odpadne vode stroškovno trikrat večja od druge predlagane rešitve, investicija v skupno urejanje čiščenja odpadne vode v aglomeraciji ni potrebna. Iz ekonomske analize je razvidno, da bo v naselju potrebno skupno odvajanje in čiščenje odpadne vode, saj strošek investicije variantne rešitve 2 ne presega trikratnika stroška v investicijo variantne rešitve 3.

10 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi sem pregledal različne rešitve odvajanja in čiščenja odpadne vode v krajevni skupnosti Šentlambert. Obravnavno območje leži na razgibanem terenu dinarsko kraškega predalpskega hribovja, ki je poleg nizke gostote poselitve in razpršene poseljenosti, največja ovira pri izgradnji tako komunalne kot tudi ostale družbene infrastrukture.

V pregledu zakonodaje na področju odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode, sem izluščil smernice, ki jih postavljajo predvsem lokalni pravilnik in odloki ter Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode na državni ravni. V lokalnih pravilnikih so dobro zajete smernice in pogoji za gradnjo kanalizacije.

Teoretični del je osredotočen na metode čiščenja odpadne vode. Pregledal in opisal sem različne tehnološke postopke čiščenja v čistilnih in drugih napravah. Izbran postopek čiščenja odpadne vode je SBR tehnologija, ki se najpogosteje pojavlja na slovenskem tržišču.

V stroškovnem pregledu variantnih rešitev sem prikazal ekonomsko najbolj upravičeno načine odvajanja in čiščenja odpadne vode. Postavljeno hipotezo sem moral deloma zavreči, saj se je v primeru dveh naselij izkazalo, da je izgradnja kanalizacijske infrastrukture in skupne čistilne naprave v naselju, z vidika celotnih stroškov, bolj smiselna kot vgrajevanje individualnih čistilnih naprav za vsak posamezni objekt. V naselju Jarše, je skupna čistilna naprava bolj ekonomična rešitev zaradi specifično nizkega števila prebivalcev naselja glede na število hišnih števil. Za naselje Senožeti pa se je izkazalo, da bodo predvideni stroški po 25 letih obratovanja manjši v primeru skupne čistilne naprave v naselju. V kolikor bi se odločil za daljše obratovalno obdobje, bi se lahko izkazalo, da je skupna čistilna naprava v naselju, bolj smotrna rešitev v več obravnavanih naseljih.

Zakonodajno področje odvajanja in čiščenja odpadnih voda se je v času priprave diplomske naloge spremenilo. Po sprejeti uredbi o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode za obstoječe objekte, kjer ne bo možnosti priklopa na kanalizacijo, ni potrebno čiščenje odpadne vode do prve rekonstrukcije objekta, v kolikor imajo urejeno čiščenje odpadne vode po predpisih, veljavnih v času gradnje.

Zakonodajno se je na področju urejanja odpadnih voda naredil korak nazaj, vendar pa uredba ponuja nove rešitve čiščenja odpadne vode, ki bodo v prihodnje zanimive za širši krog uporabnikov.

VIRI

Arbabi, M., Akbarzadeh, A., Khodabakhshi, A. 2012. Optimization of SBR system for enhanced biological phosphorus and nitrogen removal. *Int J Env Health Eng.* 49: 21-26.

Chapman, S., Leslie, G., Law, I. 2001. *Membrane Bioreactors (MBR) for Municipal Wastewater Treatment – An Australian Perspective.* Sidney. The University of New South Wales (UNSW) <http://www.sswm.info/library/5081> (Pridobljeno 6. 4. 2016.)

Ćosić-Flajsig, G., Karleuš, B., Kompare, B. 2013. Planing wastewater collection and treatment in agglomerations below 2000 PE in protected areas.

Služba vlade Republike Slovenije za lokalno samoupravo in regionalno politiko. 2009. Možnosti uporabe rastlinskih čistilnih naprav v razpršenih naseljih. <http://www.eu-skladi.si/kohezija-do-2013/ostalo/gradiva1/ciscenje-odpadnih-voda.pdf/view> (Pridobljeno 17. 12. 2014.)

Delovno aktivno prebivalstvo Slovenije, Statistični urad Republike Slovenije. 2015. http://pxweb.stat.si/pxweb/Database/Dem_soc/07_trg_dela/06_akt_preb_reg_viri_strukturni/05_07648_del_aktivni_poklic/05_07648_del_aktivni_poklic.asp (Pridobljeno 5. 2. 2015.)

Douglas, B. 1998. The centralised approach: an innovative solution to community wastewater manegement. *WQI* January/February: 29-31.

Drozg, V. 1996. Urejanje prostora iz vidika razpršene gradnje: zaključno poročilo. Ljubljana: Urad RS za prostorsko planiranje: 232 str.

Gospodarska zbornica Slovenije. 2016. Seznam mkčn, ki izponujejo pogoje. https://www.gzs.si/zbornica_komunalnega_gospodarstva/Novice/ArticleId/51700/seznam-mkcni-ki-nad-18112015-izpolnjujejo-pogoje (Pridobljeno 6. 4. 2016.)

Ho, G., Anda, M. 2006. Centralised versus decentralised wastewater systems in an urbancontext: the sustainability dimension. V: 2nd IWA leading-edge conference on sustainability. IWA Publishing. 80-89

Immhoffov usedalnik. 2014. www.sswm.info/content/immhoff-tank (Pridobljeno 12. 2. 2015.)

Biološke čistilne naprave Zagožen. 2016. www.zagozen.si (Pridobljeno 2.2.2016.)

Profesionalne naprave Zagožen. 2016. www.zagozen.si (Pridobljeno 2.2.2016.)

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

Kompare, B., Atanasova, N., Uršič, M., Drev, D., Vahtar, M. 2007. Male čistilne naprave na območju razpršene poselitve. Inštitut za zdravstveno hidrotehniko, Ljubljana: 58 str.

Membranske čistilne naprave. 2015. <http://www.vodateh.si/cistilne-naprave/membranske> (Pridobljeno 6. 4. 2016.)

Odlok o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode na območju Občine Zagorje ob Savi. 2013. <https://www.uradni-list.si/1/content?id=115857> (Pridobljeno 7.4.2016.)

Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode (novelacija za obdobje od leta 2005 do 2017). 2012.
http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/zakonodaja/varstvo_okolja/operativni_programi/operativni_program_komunalne_vode.pdf (Pridobljeno 15. 4. 2016.)

Panjan J., 1999. Odvodnjavanje onesnaženih voda. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 104 str

Panjan J., 2010. Čiščenje odpadnih voda. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 169 str.

Pasivne čistilne naprave in-drän. 2016. <http://www.fann.se> (Pridobljeno 2. 2. 2016.)

Podatki o poslovnih subjektih v krajevni skupnosti Šentlambert, Telefonski imenik Slovenije, 2016. www.tis.si; (Pridobljeno 20.3.2016.)

Popis fekalne kanalizacije Vinica. 2013. <http://www.crnatelj.si/Arhiv/fekalna-kanalizacija-vinica.html> (Pridobljeno 20.2.2016.)

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda ter o pogojih za njegovo izvajanje. 2011. Uradni list RS, št. 54/2011, Stran 7723

Predstavitev splošnih značilnosti malih čistilnih naprav. 2016. <http://www.opinio.si/cistilne-naprave/33-predstavitev-splosnih-znacilnosti-malih-cistilnih-naprav> (Pridobljeno 26.2.2016.)

Program razvoja podeželja 2014 – 2020. 2015. <http://www.program-podezelja.si/sl/vsebina-programa/program-razvoja-podezelja-2014-2020> (Pridobljeno 27.2.2015.)

Roš M., Panjan J., 2012. Gospodarjenje z odpadnimi vodami, Celje, Fit media, učbenik: 148 str.

Statistični urad Republike Slovenije. 2016. <http://www.stat.si/statweb> (Pridobljeno 14. 2. 2016)

Stauffer B., Spuhler D. 2008. Membrane Bioreactor <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/wastewater-treatment/hardware/semi-centralised-wastewater-treatments/m> (Pridobljeno 6.4.2016.)

Strang B. 2005. Decentralised Wastewater Treatment and Recycling Systems (DeWaTARS) in WA Urban Villages: Development of a Legislative Framework. Perth. Murdoch University. School of Environmental Science.

Tehnični pravilnik o objektih in napravah za odvajanje in čiščenje odpadnih in padavinskih voda. 2014. <http://www.lexocalis.info/KatalogInformacij/VsebinaDokumenta.aspx?SectionID=f2f80add-da57-49b0-91ff-c7d6202763d8> (Pridobljeno 13.12.2015.)

Topografska karta Slovenije. 2016. www.piso.si (Pridobljeno 5.3.2016)

Turk. D. 2008. Delovanje komunalne čistilne naprave in možnost uporabe produktov čiščenja. Nova Gorica. Univerza v Novi Gorici. Fakulteta za znanosti o okolju: 88 str.

Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode. 2015. Uradni list RS, št. 98/2015 z dne 18. 12. 2015 (Pridobljeno 1. 2. 2016)

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav. Uradni list RS, št. 45/07, 63/09 in 105/10: 12 str.

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav. Uradni list RS, št. 98/07, 30/10: 13 str.

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: 27 str.

Vrhovšek D., Kroflič B. 2007. Ekološka in ekonomska upravičenost rastlinskih čistilnih naprav. Geografska obzorja. 54. 3-4: 13-16.

Miner, M., Annes, E., Gager, in sod., Waste Water & Onsite systems. 2011 <http://www.riversalliance.org/ats/atmain.htm> (Pridobljeno 18. 12. 2014.)

Waste Water Treatment Plants. 2014. <http://www.vdh.state.va.us/EnvironmentalHealth/Onsite/> (Pridobljeno 18. 12. 2014.)

Zakon o varstvu okolja uradno prečiščeno besedilo (ZVO-1-UPB1). 2006. Uradni list Republike Slovenije, št 39/13: 4151-4189

Zakon o vodah. 2012. Uradni list RS, št. 64/02, 2/04, 41/04, 57/08, 57/12, 100/13 in 40/14)

Direktiva sveta z dne 21. maja 1991 o čiščenju komunalne odpadne vode. 1991. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271&from=EN> (Pridobljeno 15. 3. 2015)

Direktiva evropskega parlamenta in sveta o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike. 2000. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=SL> (Pridobljeno 15. 3. 2015)

Tušar, B., 2001. Kućna kanalizacija. Građevinski fakultet. Velika Gorica: 230 str.

Splošni opis občine Zagorje ob Savi. 2016. <http://www.zagorje.si/podrocje.aspx?id=24> (Pridobljeno 17. 1. 2016)

Geološka karta. Geološki zavod Slovenije. 2016. <http://kalcedon.geozs.si/website/OGK100/viewer.htm>, (Pridobljeno 30. 3. 2016)

Kanalizacijski revizijski jaški podjetja Zagožen d.o.o. 2016. <http://www.zagozen.si/si/kanalizacija/kanalizacijski-revizijski-jaski> (Pridobljeno 5. 1. 2016)

Črpališče podjetja Regeneracija d.o.o. 2016. <http://www.regeneracija.si/crpalisce-precrpavanje-odpadnih-vod.html>, (Pridobljeno 6. 1. 2016)

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Idejni načrt variantne rešitve 1

PRILOGA B: Idejni načrt variantne rešitve 2 - Šentlambert

PRILOGA C: Idejni načrt variantne rešitve 2 - Jarše

PRILOGA D: Idejni načrt variantne rešitve 2 - Borje

PRILOGA E: Idejni načrt variantne rešitve 2 - Golče

PRILOGA F: Idejni načrt variantne rešitve 2 - Jablana

PRILOGA G: Idejni načrt variantne rešitve 2 - Kal

PRILOGA H: Idejni načrt variantne rešitve 2 - Špital

PRILOGA I: Idejni načrt variantne rešitve 2 - Kolk

PRILOGA J: Idejni načrt variantne rešitve 2 - Senožeti

PRILOGA K: Idejni načrt variantne rešitve 2 – Mošenik

PRILOGA L: Vzdolžni profili

PRILOGA M: Vzdolžni profili

PRILOGA N: Popisi del

PRILOGA O: Preračun celotnih stroškov variantnih rešitev